ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№3 (127)

АЛМАТЫ 2018 ИЮНЬ

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
Б.К. Кенжалиев **– проректор по науке**

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева- акад. НАНРК, Л.Б. Атымтаева, Ж.Ж. Байгунчеков- акад. НАНРК, А.Б. Байбатша, А.О. Байконурова, В.И. Волчихин (Россия), К. Дребенштед (Германия), Г.Ж. Жолтаев, Р.М. Искаков, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, А.Р. Сейткулов, Фатхи Хабаши (Канада), Бражендра Мишра (США), Корби Андерсон (США), В.А. Гольцев (Россия), В. Ю. Коровин (Украина), М.Г. Мустафин (Россия), Фан Хуаан (Швеция), Х.П. Цинке (Германия), Т.А. Чепуштанова, Г.Ж. Елигбаева, Б.У. Куспангалиев

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 616, тел. 292-63-46
Nina. Fedorovna. 52 @ mail.ru

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2018

• НАУКИ О ЗЕМЛЕ

UDC 622.7:622(574)

B.M. Rakishev, A.A. Zhunussov, Ya.K. Arshamov
(Institute of geological sciences named after K.I. Satpayev, Kazakh national research technical university named after K.I. Satpayev (Satbayev University), Almaty, Kazakhstan.
E-mail: arshamov82@mail.ru)

MODERN SITUATION AND PROBLEMS OF THE MINERAL-RAW MATERIAL BASIS OF KAZAKHSTAN

Abstract. Mineral resources largely determine the development of productive forces and the fuller utilization of labor resources. The availability of mineral and raw materials of any country - this is politics, and the economy, and national security. The creation and replenishment of the mineral resource base is one of the main prerequisites for the successful growth of the economy of any country - both at the stage of industrial development and during the period of innovative development. The results of the predictive-mineragenic analysis for all regions of Kazakhstan for various types of minerals are presented.

Key words: mineral resources, economics, national security, innovative development, predictive and mineralogical analysis.

УДК 622.7:622(574)

Б.М. Ракишев, А.А. Жунусов, Я.К. Аршамов
(Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева (Сәтбаев Университеті),
Алматы, Республика Казахстан.
E-mail: arshamov82@mail.ru)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Минеральные ресурсы во многом определяют развитие производительных сил и более полное использование трудовых ресурсов. Обеспеченность минерально-сырьевыми ресурсами любой страны – это и политика, и экономика, и национальная безопасность. Создание и восполнение минерально-сырьевой базы является одной из основных предпосылок успешного роста экономики любой страны – как на этапе индустриального становления, так и в период инновационного развития. Изложены результаты прогнозно-минерагенического анализа по всем регионам Казахстана для различных видов полезных ископаемых.

Ключевые слова: минеральные ресурсы, экономика, национальная безопасность, инновационное развитие, прогнозно-минерагенический анализ.

Введение. Имя Каныш Имантаевича Сатпаева стоит у истоков металлогенической школы Казахстана. Созданная под его руководством прогнозно-металлогеническая карта Центрального Казахстана была одобрена на Первой объединенной научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам, проходившей в 1958 г. в г. Алма-Ате. За эту работу группе авторов во главе с К.И. Сатпаевым 1958 г. была присуждена Ленинская премия. К.И. Сатпаев понимал, что металлогения как учение о закономерностях размещения полезных ископаемых в земной коре позволяет с подлинно научных позиций осуществлять прогноз полезных ископаемых и планировать направление поисково-разведочных работ. Он писал: "... У нас в республике ведущим направлением развития геологической

науки стала металлогения. Все остальные направления геологической науки развиваются в гармоническом единстве с металлогенией и для металлогении..." [1].

Прогрессивные идеи академика К.И. Сатпаева нашли дальнейшее развитие в многочисленных геологических исследованиях второй половины XX столетия. Следует отметить, что наиболее содержательные исследования были выполнены сотрудниками Института геологических наук, созданного К.И. Сатпаевым и носящим его имя. Эти фундаментальные исследования были выполнены группой по руководствам А.К. Каюпова - с позиции геосинклинальной теории (Государственная премия СССР) [2], группой под руководством Г.Н. Щербы - с позиции концепции ступенчатого развития земной коры и геотектоногенов (Государственная премия СССР и КазССР) [3]. В период 1978-1997 гг. региональные структурно-металлогенические построения масштаба 1:500 000 выполнены коллективами территориальных ПГО.

Методы. В начале третьего тысячелетия металлогенические работы активно и плодотворно продолжаются с позиции мобилизма ведущими учеными в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева - Э.С. Воцалевским, Н.М. Жуковым, Л.А. Мирошниченко, Б.М, Ракишевым - совместно с сотрудниками Комитета геологии и недропользования С.А Акылбековым и Б.С.Ужкеновым (Государственная премия РК за работу «Минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Казахстана»). Следует отметить содержательные работы Б.А. Дьячкова и др. (металлогения Алтая) [4], Х.А. Беспаева [5], Т.М. Жаутикова [6], Э.Ю. Сейтмуратовой и др. (благородные металлы) [7], А.Е. Бекмухаметова, А.А. Жунусова и др. (черные металлы), К.А. Абдрахманова и др. (петрометаллогения) [8], Э.Ю. Сейтмуратовой и др. (формационная металлогения) и многими другими. В связи с рассмотрением и других неметаллических полезных ископаемых (углеводороды, нерудные и др.) в Институте геологических наук появился термин - минерагения. Анализ и прогноз всего спектра полезных ископаемых на количественной основе с применением результатов научно-технической революции (аналитической, компьютерной и так далее) привело к развитию геохимического прогноза. В результате возникло новое самостоятельное прогнозно-металлогеническо-минерагеническо-геохимическое научное направление, ставшее главным для эффективного открытия месторождений. В странах дальнего зарубежья такие планомерные геологические исследования и геологоразведочные работы, как в СССР, не проводились: геологические исследования, в основном, ориентированы лишь на изучение конкретных месторождений полезных ископаемых, в крайнем случае, на проблемы выявления региональной и глобальной тектонической позиции минеральных месторождений, поэтому практически отсутствует комплексный металлогенический анализ. В результате ведущие металлогенические школы СССР, в том числе сатпаевская металлогеническая школа Казахстана, стали у истоков прогнозно-металлогеническо-минерагеническо-геохимического направления, их лидерство признается во всем мире Таким образом, многими поколениями геологов Казахстана (в том числе Сатпаевской прогнозно-металлогеническо-минерагеническо-геохимической школой Казахстана) была создана надежная минерально-сырьевая база, которая, как известно, по многообразию видов полезных ископаемых, качественным и количественным его показателям занимает ведущее место в мировом рейтинге. На базе этих месторождений создана устойчивая промышленная инфраструктура, работают многие предприятия, построены крупные города и поселки. Получив после провозглашения политической независимости в полную собственность развитую минерально-сырьевую базу, наша страна смогла преодолеть сложный переходный период, за короткий срок достичь экономической независимости и получить значительные валютные средства для развития других отраслей промышленности и повышения благосостояния населения. МСР и сейчас остаются основой экономики Казахстана (70% ВВП= основная доля валютных поступлений) и могут быть базисом дальнейшего успешного развития, так как МСР страны не исчерпаны и перспективы обнаружения различных полезных ископаемых достаточны для полного удовлетворения потребностей страны и в будущем. Играя важную роль в экономике Казахстана, полезные ископаемые являются нашим естественным преимуществом.

В настоящее время, несмотря на кажущееся благополучие, в Казахстане по многим приоритетным полезным ископаемым уже наблюдается острый дефицит, но перспективы обнаружения новых месторождений огромны. Нахождение Казахстана на сопряжении двух планетарных структур – Уральского и Казахстано-Охотского – обусловило высокую геологическую активность территории в течение всей истории геологического развития, что привело к насыщению её разнообразными полезными ископаемыми. Территория РК особенно перспективна на обнаружение новых месторождений:

прежде всего, это энергоносители (нефть, газ, уран), черные металлы (железо, марганец, хром , титан), цветные металлы – (свинец, цинк, медь, алюминий), благородные металлы (золото и серебро), редкие и редкоземельные (молибден, вольфрам, ниобий, тантал и др.), технические алмазы, барит, фосфориты, бор, фтор, пьезокварц и многие другие полезные ископаемые. На многих месторождениях имеются ценные спутники руд: рений, осмий, индий, кадмий, селен и другие.

Результаты. В данной работе, мы рассматриваем, в основном, металлогеническую часть прогноза, которому были посвящены исследования К.И.Сатпаева, и тем более сейчас, особенно остро, стоит проблема восполнения запасов в первую очередь, по цветным и благородным металлам. Решение этой проблемы важно не только в экономическом, но и в социальном плане, так как эти горнорудные комбинаты являются градообразующими. Покажем это, в первую очередь, на примере месторождений тех полезных ископаемых, которые играют важную роль в экономике страны: цветных и благородных металлов.

1 группа – цветные металлы и золото. Рассматриваемые металлы имеют сквозное и повсеместное развитие, что обусловлено наличием глубинной геохимической специализации, определившейся еще при начальном расслоении в верхней мантии: мантийные породы - гипербазиты Казахстана характеризуются повышенными кларками их концентраций. Эта специализация передавалась от цикла к циклу всем новообразованным слоям земной коры, а затем и более поздним циклам и эпохам, что обусловило сквозное, наследованное и повсеместное их развитие по всей территории Казахстана в различных циклах, эпохах, провинциях и поясах. Перспективные площади на открытие месторождений этих металлов выделены нами по всей территории Казахстана, что открывает большие перспективы выявления новых крупных, богатых конкурентоспособных, в том числе нетрадиционных для Казахстана типов.

Медь, свинец, цинк распространены во всех провинциях и поясах, но наиболее проявлены в Уральском, Успенском, Каратауском, Алтайском и Жонгарском поясах. Возраст оруденения, в основном,ранне- и среднегерцинский, но значимо проявлены они и в докембрийском (Жонгария, Улытау, Северный Тяньшань) и в каледонском (Шынгыс-Тарбагатай, Баянаул, Шу-Или) структурных этажах.

Для меди главными промышленными типами месторождений в Казахстане являются стратиформные, колчеданные, меднопорфировые и скарновые, а из нетрадиционных - месторождения самородной меди в миндалекаменных базальтах, типа "манто" и комплексные колчеданные медно-полиметаллические типа Маунт-Айза в нижнепалеозойских и допалеозойских рифтах.

Прогнозно-металлогенические исследования и поиски новых конкурентоспособных месторождений должны начаться как в известных, так и в новых рудных районах. В первую очередь, они должны возобновиться в районах, входящих в сферу деятельности медьперерабатывающих комбинатов (Жезказганский, Балхашский), и направлены на выявление уже известных здесь типов месторождений.

Для Жезказганского рудного района основным таким типом, очевидно, будут служить медистые песчаники. Прогнозно-металлогенические исследования и их поиски следует продолжить в Тастинском, Нижне-Шуйском, Киргизском и Малокаратауском районах, особое внимание уделить Восточно-Улытаускому рифту Шу-Сарысуйской впадины, а также в Байконыр-Нарынской зоне палеорифтовых структур.

Прогнозно-металлогенические работы и поиски медно-порфировых месторождений рекомендуется сосредоточить в ближайших к Балхашскому комбинату районах северной фронтальной зоны Балхашско-Илийского вулканического пояса [9, 10] и в северном сегменте Центрально-Казахстанского девонского вулканического пояса, где выявлено весьма перспективное золото-медно-порфировое месторождение Нурказган. Первоочередными также являются структурно-формационные зоны островных дуг (Шынгыс-Тарбагатай, Жарма-Саур, Ерейментауская зона). Перспективны Кадыржанская, Северо-Саякская, Денисовская, Валерьяновская, Степняк-Жаксыконская и Атасуйская зоны, район сочленения юго-западной части Кокшетауской глыбы и Есильского прогиба. Далеко не исчерпаны перспективы Балхашской провинции. Значительный интерес представляют районы Спасской и Успенской рифтовых зон.

Кроме традиционных типов месторождений, возможно выявление и новых, нетрадиционных, характеризующихся крупными запасами и богатыми рудами. Так, в районе Восточно-Улытауского палеорифта в Жезказганском районе предполагается нахождение в ассоциации с базитовыми интрузиями медно-никелевых месторождений норильского типа. На северо-западном продолжении этого же рифта в карбонатно-углисто-сланцевых метаморфических толщах докембрия нахождение ком-

плексных медно-полиметаллических колчеданных месторождений типа Брокен-Хилл или, как их сейчас называют, типа "седэкс".

В Северном Прибалхашье, в северо-восточной части Балхашского синклинория есть все предпосылки для выявления месторождений самородной меди в миндалекаменных базальтах, а также стратоидных месторождений типа "манто". Представитель последнего типа – проявление Карааул. Подобных Карааульской мульде структур в Баканасском синклинории несколько (Торкульская, Кызылжальская и др.).

Рудные объекты типа "манто" встречаются в Спасской зоне (Алтынтобе), в Кетменском хребте (Темирлык), по-видимому, они также заслуживают специального исследования.

Кроме перечисленных, в Казахстане можно ожидать нахождение медно-колчеданных месторождений типа "куроко", они могут быть встречены на Рудном Алтае и Шынгыс-Тарбагатайском мегаантиклинории. Небольшие проявления этого типа с богатыми рудами найдены в западном борту Токрауского синклинория (Буркен, Саргуль).

Необходимо провести оценку перспектив Казахстана на выявление золото-уран-медного оруденения типа "Олимпик-Дам" (Тенгиз-Сарысу, Малый Каратау).

Для свинца, цинка конкурентоспособны - колчеданно-полиметаллические в осадочно-вулканогенных (алтайский тип) и кремнисто-карбонатных (атасуйский тип) толщах, а из нетрадиционных-цинковые месторождения, связанные с автохтонными и переотложенными корами выветривания мезо-кайнозойского чехла (ачисай-шаймерденский тип) и колчеданно-полиметаллические месторождения в метаморфических толщах докембрия (коргасын-брокенхиллский тип).

Колчеданно-полиметаллические месторождения следует искать в восточном и северо-восточном районах Центрального Казахстана. Особое внимание необходимо уделить известным и эксплуатирующимся месторождениям Рудного Алтая, нуждающимся в доразведке с постановкой широких прогнозно-поисковых работ в пределах рудных полей (Орловском, Шемонаихинском, Березовско-Белоусовском, Николаевско-Артемьевском). Кроме того, в этом регионе нужно опоисковать ряд площадей, перспективных для открытия новых колчеданно-полиметаллических объектов (Сакмаринская, Латчихинская площади и др.).

Необходимо вернуться к прогнозам и оценкам некрупных по масштабам, богатых свинцово-цинковых руд в карстах карбонатных формаций. В ордовике – это жездинский, в фамене - ачисайский типы. С этих позиций первоочередные: районы развития ордовикских карбонатных формаций - Кызыло-Текелийская зона, районы развития фаменских карбонатных формаций Каратау, Аксоран-Акжальская. Видимо, с "карстовых" позиций следует проанализировать материалы в Западно- и Центрально-Торгайском, Амангельдинском и Приишимском, Атасуйском районах и Успенской зоне. На обнаружение месторождений типа коргасын-брокенхилл перспективны допалеозойские образования Южного Улытау и Кокшетауского щита. Возраст оруденения, в основном, ранне- и среднегерцинский, но значимо проявлены они и в докембрийском (Жонгария, Улытау, Северный Тянь-Шань), и в каледонском (Шынгыс-Тарбагатай, Баянаул, Шу-Или) структурных этажах.

Золото. Проявления золота наиболее развиты в Кокшетау, Мугоджарах, Шу-Или, Жарма-Сауре, на Алтае и тяготеют к кварцевожильной, колчеданной и кластогенной группам формации. Наиболее значимо они проявлены в средние стадии каледонского и герцинского циклов, золото встречается также в виде россыпей в альпидах.

Для золота конкурентоспособными типами, как показывают материалы, очевидно, будут: богатые золото-кварцевые жильные (акбакайский тип) и крупнообъемные золото-сульфидно-кварцевые штокверковые (алтынтауский тип), золото-сульфидные прожилково-крапленные (бакыршыкский тип), комплексные колчеданные золото-полиметаллические и золото-медные, россыпные, а из нетрадиционных - месторождения, связанные с бокситоносными корами выветривания (баддингтонский тип) и просто с корами выветривания (суздальский тип), золото-платиновые корнейшенхилского типа, месторождения в железистых кварцитах и древние погребенные россыпи. По предварительным данным обобщения имеющихся металлогенических материалов поиски крупномасштабных и богатых месторождений золота должны проводиться в наиболее перспективных для их выявления районах, тяготеющих к офиолитовым поясам с узловыми и линейными группами рудных полей, где проявлены пересечения продольных глубинных разломов с диагональными и поперечными; к глубинным зонам ультраметаморфизма со скрытыми гранито-гнейсовыми куполами или срединными массивами в зонах тектоно-магматической активизации (Кокшетауского, Ерейментауского, Улытауско-

го); к глубинным корневым частям диоритовых штоков (в Аксу-Байлюстинской, Бестюбинской, Акбеитской золотоносных зонах; в рифтовых и островодужных поясах в черносланцевых толщах бакыршыкского типа (Западная Калба); поиски богатых жильных месторождений, ассоциирующих со средне–основными магматитами и прорываемыми ими углеродисто-терригенными образованиями в Шу-Илийском складчатом поясе, северных сегментах Балхашско-Илийского и Центрально-Казахстанского (девонского) вулканических поясов; комплексных золото-колчеданных - на Рудном Алтае и в Шынгыс-Тарбагатайском регионе; россыпей -на западных склонах хр. Каратау, в Заилийском Алатау и Северной Жонгарии; золото-платиновых - в Кокшетауском срединном массиве; в железистых кварцитах - в Улытау-Арганатинском поднятии; древних погребенных россыпей - в Жолымбетском, Аксуйском, Бестюбинском и Степняковском рудных районах [11].

Практически не изучены перспективные золотоносные зоны, как рифтогенные швы, локальные мульды с терригенным и вулканогенно-терригенным разрезами, активизированные блоки пород фундамента. По этой причине в Казахстане неизвестны крупные и очень крупные "нестандартные месторождения (типа Крипл-Крик и Алдахо-Спрингс, Централ-Сити в Северной Америке, Кидстон в Австралии, Балей в России и др.), хотя весомые предпосылки для их выявления есть в Кокшетауском, Шу-Илийском, Заилийском и других регионах. Калба, Северный Казахстан, СеверноеПрибалхашье, Шу-Или, Кендыктас, Северной Тянь-Шань перспективны как в отношении открытия новых "черносланцевых объектов", так и выявления нетрадиционных типов (Сарылахского, Олимпиаднинского, Карлинского).

Слабо освещена золотоносность древних комплексов. Имеющийся в настоящее время материал, а также аналогии с другими регионами мира, позволяет положительно оценить рудоносность древних комплексов Казахстана, заслуживающих постановки прогнозно-металлогенических исследований.

Перспективы Казахстана на новые и нетрадиционные типы золоторудных месторождений: золото-ртутный джаспероидный (Карлинский), золото-ртутный лиственитовый (Ноксвильский), Уральский (Сакмарский, Кундуздинский и Зауральский районы),Жонгария (Салкинбельский район) Жарма-Саур (Чарско-Горностаевский ультрабазитовый пояс), Улытау (Амангельдинский боксито-рудный район).

Значительные перспективы расширения и укрепления сырьевой базы золота Казахстана связана с золотоносными корами выветривания и золотосодержащими бокситами.

Анализ геологических материалов показывает, что месторождения золота и бокситов часто пространственно сопряжены. Во многих регионах Казахстана (Мугоджары, Западно- и Центрально-Торгайский и др.) процессы латеритного коро- и бокситообразования происходили на золотоносном субстрате, и это сближает их с золотоносными бокситами Австралии. В числе первоочередных прогнозных районов по золотоносным формациям кор выветривания в Казахстане являются Семипалатинское Прииртышье, где уже известен целый ряд месторождений золота с высоким его содержанием. Высокой перспективностью отличаются также площади в пределах Кокшетауского блока и его обрамления. Большой интерес в целом представляют Жетыгаринская, Сабирская, Балкимбелская депрессии. Перспективные также ряд районов Северного Улытау.

2 группа. Играют также важную роль в экономике Казахстана, но металлогенические особенности и состояние минерально-сырьевой базы такие, что они сосредоточены в определенных промышленных горнорудных районах, перспективы которых еще не исчерпаны или перспективных районах, узлах и локальных площадях.

I подгруппа (железо, хром, марганец, алюминий и др.). Крупные промышленные месторождения сосредоточены в определенном горнорудном районе, перспективы которых еще не исчерпаны.

Железо. Основным железорудным районом является Восточное Зауралье, где сосредоточены общеизвестные крупные месторождения (Соколовское, Сарбайское и др.). Прогнозно-металлогенические исследования следует сосредоточить в этих районах с проведением геологоразведочных работ на известных и в первую очередь на эксплуатируемых месторождениях с целью доизучения их флангов и глубоких горизонтов [10 12].

Хром. Все промышленные месторождения хромитовых руд расположены в Кемпирсайском рудном районе. Перспективы выявления на территории республики крупных месторождений хромитовых руд имеются. Наибольший интерес представляет Сакмарская металлогеническая зона, в пределах которой расположены Кемпирсайский, Аксуйский, Даульский, Кокпектинский, Хабарнинский

массивы ультраосновных пород. Требуется доизучение перспективные на железо регионы Мугоджар и Рудного Алтая [13, 14].

Марганец. Месторождения сосредоточены в основном в Атасуйском районе (Западный Каражал, Ушкатын III и др.), имеются достаточно высокие предпосылки для выявления в Центральном Казахстане новых промышленных месторождений марганцевых руд.

Алюминий. Месторождения расположены в Северном Казахстане. Самыми крупными месторождениями являются: Восточно-Аятское, Туасорское, Белинское и Верхне-Амуртское. Для обеспечения нормальной рентабельной работы Павлодарского алюминиевого завода необходимо, с одной стороны, совершенствовать технологию переработки бокситов, с другой стороны, продолжать прогнозно-металлогенические и геолого-разведочные работы по выявлению высококачественных бокситов. Первоочередное внимание заслуживает Восточно-Торгайский бокситоносный район.

Уран. Основные перспективы отмечены преимущественно в урановых провинциях Южного Казахстана, представляемыми гидрогенными месторождениями, пригодными для обработки прогрессивным способом подземного выщелачивания, в чем и заключается уникальность казахстанского сырья. Перспективы обнаружения новых урановых месторождений достаточно высоки на глубинах и в Шу-Сарысуйской, и в Северо-Казахстанской ураново-рудных провинциях [15].

II подгруппа (легирующие, редкие и редкоземельные и др.), проблему минерально-сырьевой базы которых можно эффективно решить проведением локальных прогнозно-металлогенических, поисковых и разведочных работ в пределах уже выявленных перспективных районов, узлов, участков и месторождений.

Титан. В первую очередь нужны прогнозно-металлогенические, поисковые и разведочные работы в пределах уже выявленных месторождений (Шубарсай, Караагаш, Ащисай, Заячье), а также Западном и Восточном Примугоджарье, в северном обрамлении Кокшетауской глыбы, в Павлодарском Прииртышье и Северном Приаралье.

Ванадий наблюдается в месторождениях бокситов и в ильменит-магнетитовых рудах месторождения Велиховское-Южное. В Южном Казахстане разведаны месторождения ванадиеносных сланцах (Баласаускандыкское и Курумсакское и др.) Нужно совершенствовать технологию извлечения.

Никель и кобальт. Перспектвны в Актюбинской области (Кемпирсайская группа), Костанайской (Шевченковское др.) и Восточно-Казахстанской (Горностаевское).

Редкие металлы. *Олово.* Приоритетным районом исследований является Северный Казахстан и в первую очередь территории, прилегающие к месторождениям Сырымбет и Донецкое. Вольфрам, в первую очередь перспективны районы месторождений Коктенколь, Промежуточный и др. *Молибден* – месторождения Коктенколь и Шалгия Ю.Казахстан) [16].

Редкоземельные металлы в урановых месторождениях – Меловое, Томак, Тайбогар, Тасмурун и собственно редкоземельных месторождениях Акбулакское и Кундыбайское. Наиболее значительны запасы углеводородов, урана, угля, черных металлов, которые при рациональном их использовании, еще значительное время (50-100 и более лет) могут являться основой экономического и промышленного роста страны [17].

Краткое рассмотрение некоторого не металлического сырья на ниже следующих примерах также показывает большие перспективы Казахстана и на другие полезные ископаемые.

Углеводородное сырье. Главными перспективными направлениями остаются Прикаспийская провинция и акватории Каспийского моря. Региональное значение имеют Зайсанская и Сырдарьинская и другие бассейны. По углю Республика занимает одно из первых мест в мире. Основные месторождения находятся в Центральном Казахстане, намечаются определенные перспективы в Южном, Восточном и Западном регионах.

Горно-химическое сырье. Казахстан располагает мощной минерально-сырьевой базой фосфорной промышленности, способной обеспечить внутренние потребности страны и экспорт на длительную перспективу(Каратауский и Чилисайский бассейны. Необходимо создание современных, более эффективных технологий обогащения и извлечения.

Открытие месторождений – это путь в неизведанное, то есть, по сути, исследовательский процесс, наукоемкость которого на стыке тысячелетий возрастает по следующим причинам.

Первая причина. Современные мировые тенденции в минерально-сырьевом секторе характеризуются повсеместным истощением рентабельных запасов полезных ископаемых из-за больших объе-

мов добычи, более сложными горно-геологическими условиями и исчерпанностью фонда «легкооткрываемых месторождений.

Вторая причина. НТР привела к получению новых революционных знаний о Вселенной, планете Земле и, соответственно, к ускорению обновления информации о геологическом развитии и строении недр всей территории Казахстана и отдельных регионов, появлению новых теоретических идей, концепций и технологий.

Обсуждение. В связи с вышеизложенным необходима корректировка стратегии и тактики поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. В этом большую роль призвана сыграть геологическая наука. Только опережающее ее развитие способно обосновать надежный прогнозный фонд открытия месторождений, рациональное их использование с соблюдением норм охраны окружающей среды. Ведущие научные школы мира, в связи с вышеназванными изменениями, занялись разработкой новых теоретических идей, концепций, технологий. стратегии и тактики прогноза, поиска и разведки месторождений полезных ископаемых.

Необходимость постоянного учета и использования научного прогресса еще больше определила неразрывную связь науки и производства в геологоразведке. Переход к новым рыночным и социально-экономическим условиям требует развития новых отношений между наукой и производством. Одним из наиболее приемлемых путей их сближения может стать инновационная деятельность. Важным фактором, побуждающим к развитию инновационной деятельности, является необходимость создания и освоения новых теорий и концепций, наукоемких технологий с целью повышения эффективности прогноза, поисков и разведки полезных ископаемых, т.е. переход отрасли на качественно новый уровень. При этом решающим внешним стимулом к инновациям должна выступать положительная экономическая политика государства.

Все вышеназванные меры обеспечат полноценное геологическое изучение и освоение территории Казахстана для выявления конкурентоспособных, рентабельных месторождений, повысят инвестиционную привлекательность республики, объемы добычи минеральных ресурсов и экспортный потенциал страны. Казахстанские ученые в том числе, в области прогнозно–металлогеническо–минерагеническо–геохимических исследований Института геологических исследований и Сәтбаев Университеті носящие имя К.И. Сатпаева, конечно же, должны быть в передовых рядах разработки современного прогноза и на основе собственных инновационных научно-технологических разработок и привлечения передовых технологий зарубежных стран, при активной поддержке государства, должны внести достойный вклад в экономическое и индустриально-инновационное развитие Республики.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Сатпаев К.И. Избранные труды. Том I, II. Алма-Ата. Наука КазССР. 1967, 1968.

[2] Металлогения Казахстана. Т. 1-10. Изд-во "Наука" КазССР. – Алма-Ата, 1982.

[3] Щерба Г.Н. и др. Металлогенические провинции и пояса Казахстана. Алма-Ата, 1983. 240 с.

[4] Дьячков Б.А., Черненко З.И., Кузьмина О.Н., Рахимбаева Б.Б., Зимановская Н.А. Геология и металлогения сутурных зон Большого Алтая и оценка их перспектив // Науки о земле Казахстана. – Алматы. «Казгео», 2012. – С. 179-189.

[5] Беспаев Х.А. Закономерности размещения и перспективы промышленного оруденения Казахстана // Минерагения и перспективы развития минерально-сырьевой базы. – Алматы, 1999. – С. 24-31.

[6] Жаутиков Т.М., Матвиенко В.Н. Металлогения золота Казахстана и перспективы развития минерально-сырьевой базы. – Алматы, 1999. Ч.1. – С. 33-50.

[7] Сейтмуратова Э.Ю., Беспаев Х.А., Диаров А.Б., Аршамов Я.К. и др. Приоритетные геолого-промышленные типы золоторудных месторождений Казахстана // Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития геологического кластера: Образование-наука-производство». – Алматы, 2014. – С. 196-210.

[8] Абдрахманов К.А. и др. Проблемы генезиса месторождений колчеданного семейства, скарно-магнетитовых и медно-порфировых типов, золота, редких металлов // Труды Международного форума «Наука и инженерное образование без границ» - Алматы. Том I, 2009. – с. 198-201.

[9] Сейтмуратова Э.Ю., Аршамов Я.К., Жунусов А.А. и др. Перспективные направления поисков промышленных медно-порфировых месторождений в Акшатау-Коныратском рудном районе // Известия НАН РК, серия геологии и технических наук. – 2013. – № 3 (399). – С. 24-35.

[10] Seitmuratova E., Arshamov Ya., Baratov R. Perspectives of porphyry copper mineralizations in Zhongar-Balkhash fold system (Kazakhstan) // 15th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2015, Sci-

ence and Technologies in Geology, Exploration and Mining. Conference proceedings Volume I, 18-24 June, 2015, Bulgaria. P. 345-350.

[11] Ужкенов Б.С., Любецкий В.Н., Беспаев Х.А. Проблемы изучения и оценка золоторудных поясов Казахстана // Науки о земле Казахстана. – Алматы. «Казгео», 2008. – С. 183-194.

[12] Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд железа и марганца. Изд-во "Наука" КазССР. – Алма-Ата, 1982.

[13] Бекмухаметов А.Е., Панкратова Н.Л., Ракишев Б.М. О железорудной специализации зон смятия Рудного Алтая и потенциальной перспективности создания новой минерально-сырьевой базы для черной металлургии Казахстана. Науки о земле Казахстана. – Алматы. «Казгео», 2012. – С. 302-312.

[14] Жунусов А.А., Аршамов Я.К. Прогноз и перспективы на железо Киякты-Ушкольского рудного района // Вестник КазНТУ, Наука о Земле. – Алматы, 2014. №1 (101). – С. 16-21.

[15] Аубакиров Х.А. Генезис и основные критерии прогнозирования урановых месторождений // Науки о Земле Казахстана. – Алматы. «Казгео». 2008. – С. 216-223.

[16] Ракишев Б.М., Антоненко А.А. Минерально-сырьевая база цветных, редких и редкоземельных металлов Казахстана // Цветные металлы. – Москва, № 4, 2010. – С. 5-10.

[17] Ракишев Б.М., Филинский Л.М. К проблеме восполнения минерально-сырьевой базы горнорудных районов // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2012. - № 2. – С. 41-47.

Rakishev B.M., Zhunussov A.A., Arshamov Ya.K.

Modern situation and problems of the mineral-raw material basis of kazakhstan

Summary. Mineral resources largely determine the development of productive forces and the fuller utilization of labor resources. The availability of mineral and raw materials of any country - this is politics, and the economy, and national security. The creation and replenishment of the mineral resource base is one of the main prerequisites for the successful growth of the economy of any country - both at the stage of industrial development and during the period of innovative development. The results of the predictive-mineragenic analysis for all regions of Kazakhstan for various types of minerals are presented.

Key words: mineral resources, economics, national security, innovative development, predictive and mineralogical analysis.

Рақышев Б.М., Жүнісов А.А., Аршамов Я.К.

Қазақстанның минералдық шикізат қорының қазіргі таңдағы жағдайы мен проблемалары

Түйіндеме. Кез-келген мемлекеттің минералдық шикізатпен қамтамасыз етілуі еңбек ресурсын толық пайдалану, оның экономикасын, әлемдік саясатын және ұлттық қәуіпсіздігін айқындайды. Сондықтан минералдық шикізат базасын дамыту ел экономикасының индустриялдық қалыптасуы мен инновациялық дамуының негізі болмақ. Мақалада Қазақстанның барлық аумақтары бойынша пайдалы қазба байлықтардың барлық түрлеріне болжамдық-минерагендік талдау жасалынған.

Түйінді сөздер: минералдық ресурстар, экономика, ұлттық қәуіпсіздігі, инновациялық даму, болжамдық-минерагендік талдау.

K.M. Kanafin, L.V. Shagarova
(The Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev, Almaty, Kazakhstan
E-mail: km_kanat_2008@mail.ru)

APPLICATION OF VEGETATION INDEX IN HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATIONS OF SANDY MASSIVE «NARYN»

Abstract. The most acute problem in Kazakhstan is providing the population with quality drinking water. One of the regions with great prospects for the search for groundwater is the western part of the Caspian depression. Sites of sand massifs are in themselves natural reservoirs of groundwater, where in certain natural and geological conditions fairly large deposits of fresh groundwater such as Sauskan and Tuiesu (Mangyshlak) are formed. Therefore, the study of hydrogeological conditions and the search for weakly mineralized groundwater using remote methods in the desert territories of the Northern Caspian region is very relevant.

This article discusses the use of remote sensing data for assessing vegetation as an indicator of the presence of fresh and slightly saline groundwater in the Naryn sands (Northern Caspian region). For this purpose, Landsat-8/OLI and Terra/MODIS satellite images are processed with the calculation of vegetation indices. Processing and visualization of the index image was carried out using GIS-technologies.

Key words: hydrogeology, remote sensing, space images, Northern Caspian, Naryn sands, vegetation index.

УДК 556.013:528.7(574)

К.М. Канафин, Л.В. Шагарова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА ПРИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПЕСЧАНОГО МАССИВА «НАРЫН»

Аннотация. Наиболее острой проблемой в Казахстане является обеспечение населения качественной питьевой водой. Одним из регионов с большими перспективами поиска подземных вод является западная часть Прикаспийской впадины. Участки песчаных массивов сами по себе являются природными коллекторами подземных вод, где в определенных природно-геологических условиях образуются достаточно крупные месторождения пресных подземных вод типа Саускан и Туйесу (Мангышлак). Поэтому исследование гидрогеологических условий и поиски слабоминерализованных подземных вод с использованием дистанционных методов в пустынных территориях Северного Прикаспия на данный момент является весьма актуальным.

В данной статье рассмотрено использование данных дистанционного зондирования для оценки растительности как индикатора наличия пресных и слабосолоноватых грунтовых вод на территории песков Нарын (Северный Прикаспий). Для этой цели выполняется обработка космоснимков Landsat-8/OLI и Terra/MODIS с расчетом вегетационных индексов. Обработка и визуализация индексного изображения осуществлялось с применением ГИС-технологий.

Ключевые слова: гидрогеология, дистанционное зондирование, космоснимки, Северный Прикаспий, пески Нарын, вегетационный индекс растительности.

Дистанционное зондирование (ДЗ) - современный способ получения разнообразной информации об объектах в процессе дешифрирования космоснимков, как на основе текущих, так и архивных цифровых данных. На основе дистанционных методов проводятся объективные исследования даже труднодоступных территорий, примером которых являются слабоизученные с точки зрения гидрогеологии пески Нарын [1].

При работе со спектральной информацией операции со значениями яркостей в каналах, информативных для выделения исследуемого объекта, позволяют рассчитать «спектральный индекс», и тем самым создать новое изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что позволяет при анализе «индексного изображения» выделить исследуемый объект. Спектральные индексы, используемые для изучения растительности, имеют общепринятое название - вегетационные индексы (ВИ) [2, 3, 4]. Характерным признаком растительности и ее состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся различиями в отражении излучения длин волн в красной и инфракрасной частях спектра.

Территория исследований охватывает западную часть Прикаспийской низменности: междуречье Волги и Жайыка (Урал), систему эоловых отложений, под общим названием пески «Нарын» (рис. 1). Пески Нарын занимают площадь около 40 тыс. км^2. Рельеф - разновысотный равнинный, с понижением высот с севера, востока и юго-востока в сторону северо-восточного побережья Каспийского моря. Тип ландшафта - полупустынный. Климат района резко континентальный, засушливый. Средняя температура января - от −10,4 до −12,2°С, июля - от 34,9 до 34,5°С. Годовое количество осадков уменьшается с северо-запада на юго-восток от 170 до 270 мм. Поверхностный сток отсутствует. Пресные воды залегают относительно неглубоко (1,5 - 5 м) [5].

Основным источником восполнения ресурсов грунтовых вод являются атмосферные осадки, а на приустьевых участках рек и их притоков также поверхностные воды (паводковый сток). На территории Северного Прикаспия благоприятные условия питания и формирования ресурсов грунтовых вод за счет атмосферных осадков наблюдаются на площадях развития эоловых образований песчаных массивов (пески Нарын). Такие условия питания подземных вод на площадях распространения эоловых песков способствуют формированию основных запасов пресных грунтовых вод [6].

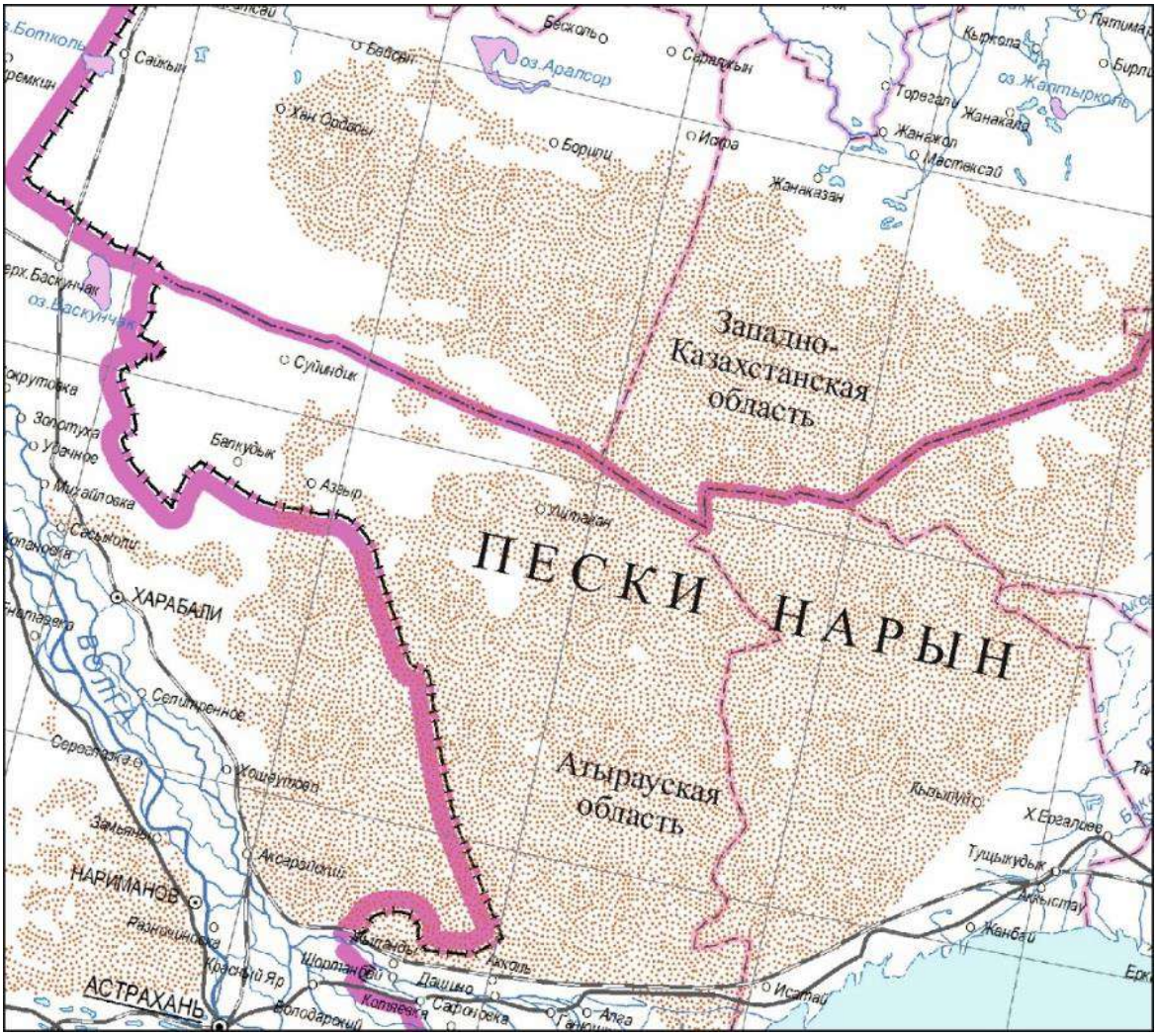


Рис. 1. Обзорная карта территории исследований

Наличие растительности на территории исследования детектировано на основе вегетационных индексов. Построение индексных изображений выполнено в программном обеспечении Geomatica по формулам 1-8. Классификация и построение результирующих картосхем проведено в ArcGIS.

Вегетационные индексы, рассчитанные в процессе исследований [7-14]:

- Инфракрасный ВИ (Infrared Percentage VI):

$$IPVI = \frac{NIR}{NIR + \mathrm{Re}\, d} \tag{1}$$

- Нормализованный Разностный ВИ (Normalized Difference VI):

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \tag{2}$$

- Преобразованный Относительный ВИ (Transformed Difference VI):

$$TDVI = 1,5\left[\frac{(NIR - Red)}{\sqrt{NIR^2 + Red + 0,5}}\right] \tag{3}$$

- Почвенный ВИ (Soil Adjusted VI):

$$SAVI = (1+L)\left[\frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red+L)}\right] \quad (4)$$

где L = [0;1]

- Модифицированный почвенный ВИ (Modified Soil Adjusted VI - 2):

$$MSAVI_2 = \frac{2NIR+1-\sqrt{(2NIR+1)^2-8(NIR-Red)}}{2} \quad (5)$$

- Индекс Глобального Мониторинга Окружающей среды (Global Environmental Monitoring Index):

$$GEMI = \eta(1-0,25\eta) - \frac{(Red-0,125)}{1-Red} \quad (6)$$

где $\eta = \frac{2(NIR^2-Red^2)+1,5NIR+0,5Red}{NIR+Red+0,5}$

- Модифицированный Триангулярный ВИ (Modified Triangular VI):

$$MTVI = 1,2\left[1,2(NIR-Green)-2,5(Red-Green)\right] \quad (7)$$

- ВИ устойчивый ко влиянию атмосферы (Atmospherically resistant VI):

$$ARVI = \frac{NIR - Rb}{NIR + Rb} \quad (8)$$

где $Rb = Red - a(Red - Blue)$ при малом покрытии растительности а=0,5

Наиболее информативными для территории песков Нарын оказались SAVI, $MSAVI_2$, NDVI.

Отношение разности значений красного и инфракрасного диапазонов к их сумме исключает вклад атмосферы в результирующее изображение, тем самым отпадает необходимость проведения такой трудоемкой операции, как атмосферная коррекция, т.е. при расчете NDVI вклад атмосферы в числителе компенсируется вкладом атмосферы в знаменателе. Поэтому для комплексного анализа долговременного ряда данных использовался нормализованный разностный вегетационный индекс.

NDVI - нормализованный разностный индекс растительности впервые был описан Rouse B.J. в 1973 г. - как простой количественный показатель фотосинтетически активной биомассы. В настоящее время этот индекс является одним из самых распространенных и используемых индексов для решения задач по количественной оценке растительного покрова [15].

С увеличением зеленой биомассы увеличиваются и значения NDVI: чем большее значение данного индекса, тем более плотной и здоровой является растительность. NDVI в диапазоне от 0 до 1,0 соответствуют растительному покрову различного состояния и плотности.

Для проведения исследований были выбраны данные ДЗ за весенний период, так как в это время года, учитывая климатические особенности территории, растительный покров находится в фазе активной вегетации.

Отметим, что перед вычислением индексного изображения была проведена радиометрическая калибровка космоснимков. Для расчета NDVI использовались данные со спутников [16, 17]:

- Landsat-8/OLI (30 м): канал 2 (*Blue*, 0.452-0.512 мкм), канал 3 (*Green*, 0.533-0.590 мкм), канал 4 (*Red*, 0.636-0.673 мкм) и канал 5 (*NIR*, 0.851-0.879 мкм);

- Terra/MODIS (250 м): канал 1 (*Red*, 0.62-0.67 мкм) и канал 2 (*NIR*, 0.841-0.876 мкм).

Картосхемы с рассчитанным NDVI по территории расположения песчаного массива «Нарын» представлены на рисунках 4, 5.

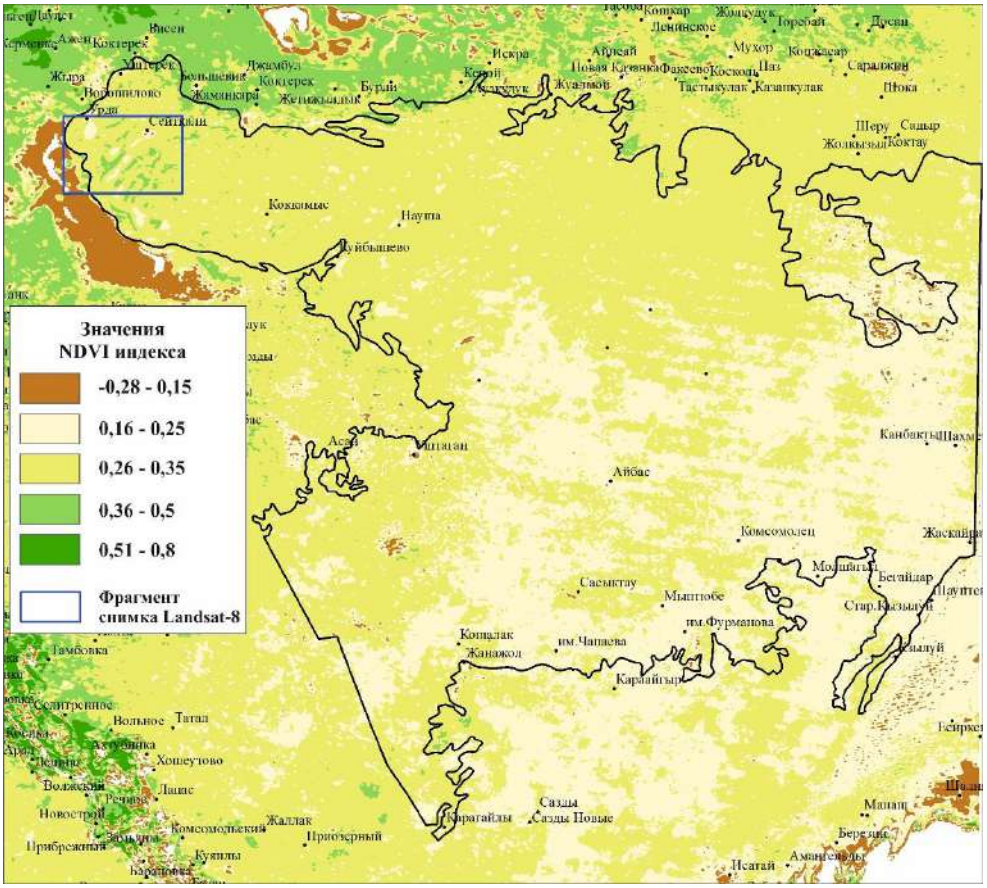


Рис. 4. Пространственное распределение индекса NDVI по территории исследований

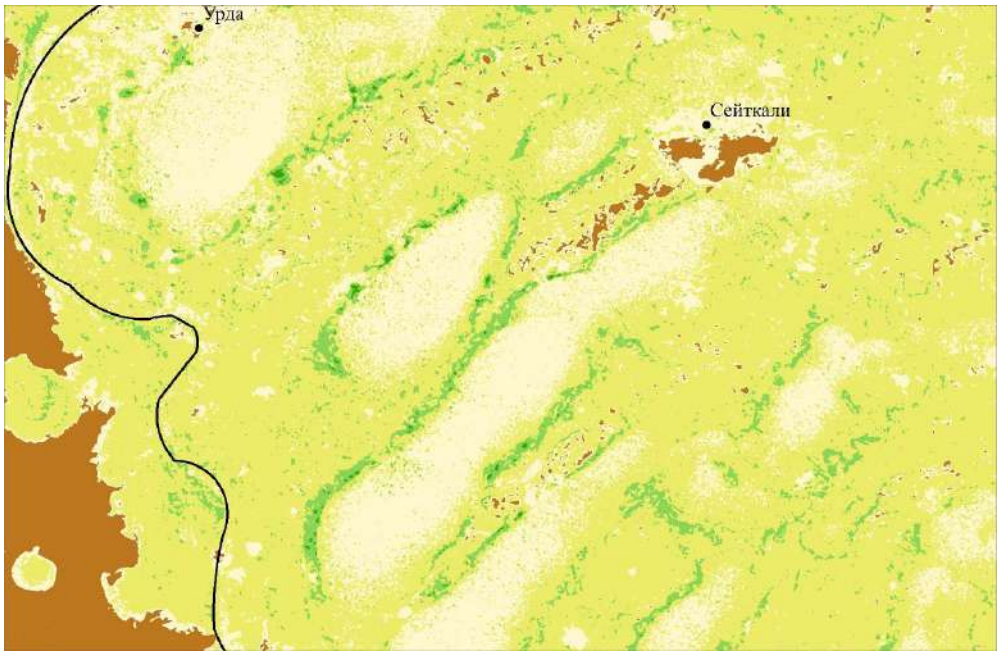


Рис. 5. Фрагмент индексного изображения NDVI в районе с.Хан Ордасы, Landsat-8, 17.05.2014г

Полученное индексное изображение классифицировано с выделением 5 классов ВИ, как представлено в таблице 2.

Таблица 2. **Классификация значений NDVI**

Класс	Вегетационный индекс NDVI	Тип поверхности
1	0,51 - 0,8	Зеленая растительность разной степени плотности
2	0,36 - 0,50	Разреженная или невысокая растительность
3	0,26 - 0,35	
4	0,16 - 0,25	Почва, сухая растительность
5	-0,28 - 0,15	Соры, вода

Распространение растительности зависит от микроклимата и имеет тесную связь со среднегодовыми суммами осадков. Используя данные о среднегодовом количестве осадков по метеостанциям [18] на территории ЗКО и Атырауской области построен график зависимости выпадающих осадков от значений рассчитанного NDVI (рис. 6). Как видно на графике, значения ВИ NDVI коррелируют с количеством атмосферных осадков и увеличиваются в северо-западном направлении от Каспийского моря.

По рассчитанному NDVI согласно выбранной классификации на территории песков Нарын - 0,18 % составляют соры и открытые водоемы с наиболее низкими значения NDVI; большая часть территории - 68,53%, представлена сухой растительностью, а также открытой почвой; густая зеленая растительность на территории исследований отсутствует. Засушливый климат и малое выпадение осадков на песчаной территории не позволяет образовывать густой, сомкнутый растительный покров.

Так как в песках растительности немного, то наибольший интерес для данной работы представляют диапазоны со средним индексом NDVI от 0,25 до 0,50. Значения, которые попадают в этот диапазон, охватывают северо-западную часть песков и соответствует разряженной и невысокой растительности, что составляет 31,29 % от всей территории песков (табл. 3).

Таблица 3. **Распределение площадей состояния растительного покрова по рассчитанному NDVI**

Вегетационный индекс NDVI	Состояние растительности	Площадь, кв^2
0,51 - 1,0	Высокая степень развития растительности, хорошее	—
0,36 - 0,50	Средняя степень развития растительности, удовлетворительное состояние	60,3
0,26 - 0,35	Низкая степень развития растительности, угнетенное состояние	9940,3
0,16 - 0,25	Почва, сухая растительность	21907,5
-0,28 - 0,15	Соры, водные объекты, растительность отсутствует	57,6

Большое значение в качестве индикатора имеет растительность, косвенным образом показывающая глубину и минерализацию грунтовых вод. В связи с этим, по имеющимся исходным данным из геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических карт о водопунктах, а также данных полевых маршрутных работ на территории исследований, построен график зависимости (рис. 7), согласно которому пресные подземные воды до 1,0 г/л с глубиной залегания от 1,5-2,0 м в основном сосредоточены в северной и северо-западной части песков Нарын - соответствуют значениям NDVI от 0,25 до 0,35, а слабоминерализованные воды от 1,0 до 3,0 г/л с глубиной залегания от 2-5 м сосредоточены в центральной, южной и юго-восточной части и соответствуют значениям от 0,20 до 0,25.

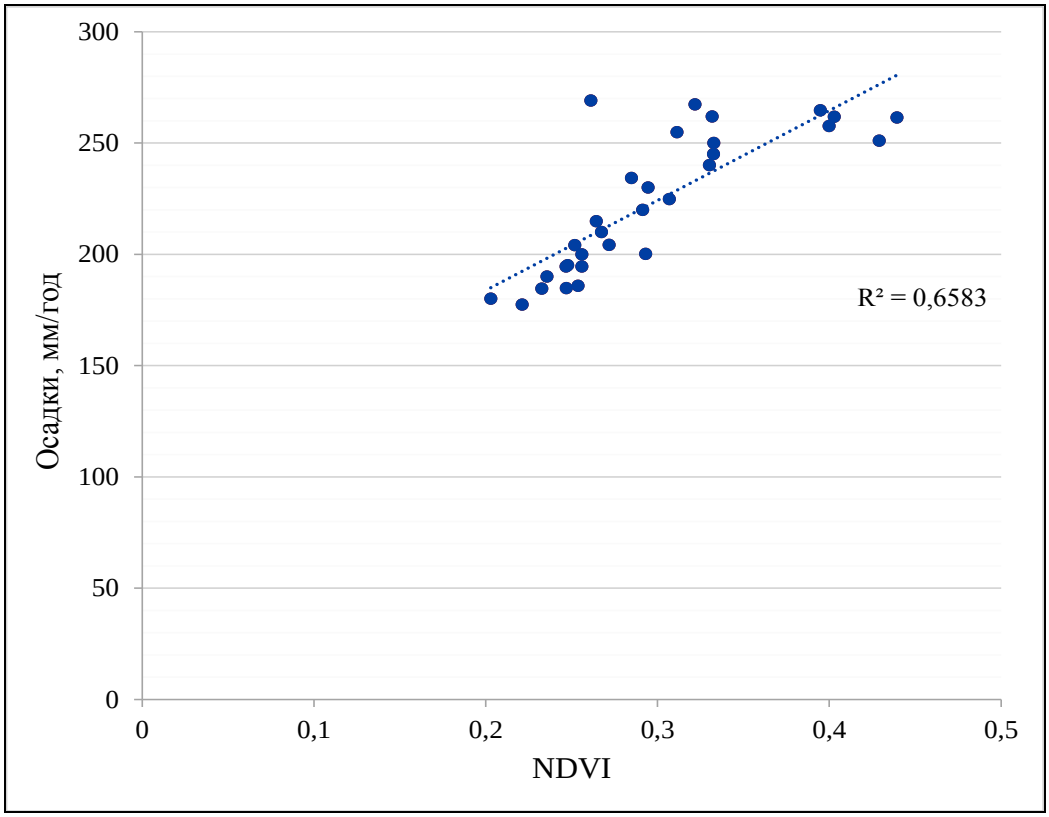


Рис. 6. График зависимости индекса NDVI от количества осадков на территории песков Нарын

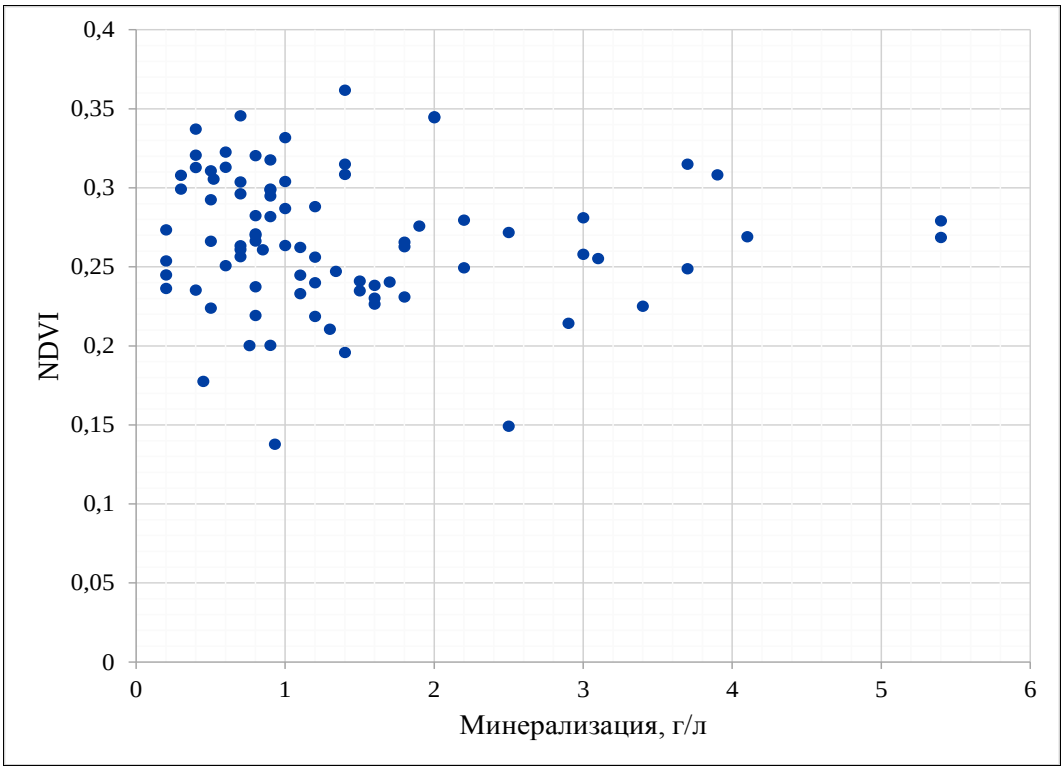


Рис. 7. График зависимости индекса NDVI от минерализации подземных вод на территории песков Нарын

Выводы

Данный анализ позволил оценить растительность весьма засушливой территории Северного Прикаспия с применением данных ДЗ и вычисленного на их основе вегетационного индекса NDVI.

Результаты анализа NDVI на территории исследований показывают, что площади со значением индекса от 0,15 до 0,25 и от 0,25 до 0,35 позволяют проследить распространение пресных и слабоминерализованных подземных вод. Площади с NDVI <0,15 позволяют идентифицировать нерастительные объекты - соры и водные объекты.

Полученные данные необходимы для проведения гидрогеологического районирования территории песчаного массива «Нарын».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абсаметов М.К., Шагарова Л.В. «Развитие космических исследований земной поверхности методами дистанционного зондирования» // Труды международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гидрогеологии и инженерной геологии на современном этапе», Алматы 2013. - С. 143-145.

[2] Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. - №3. - 2009. - С. 28-32.

[3] Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. - М.: Техносфера, 2010. - 582 с.

[4] Meijerink A.M.J. Remote Sensing Applications to Groundwater. With contributions by D. Bannert, O. Batelaan, M.W. Lubczynski, T. Pointet, IHP-VI, Series on Groundwater. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). No.16.

[5] Сыдыков Ж.С. Подземные воды Каспийского нефтегазоносного региона (формирование, ресурсы и использование). - Алматы: КазгосИНТИ, 2001. - 386с.

[6] Маккавеев А.А., Сотников А.В., Сыдыков Ж.С. Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан. // Москва, Недра, 1971 г., 522 стр., УДК: 551.49 (574.1).

[7] Crippen, R. E. (1990) «Calculating the Vegetation Index Faster», Remote Sensing of Environment, vol 34., pp. 71-73.

[8] Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., and Deering, D. W. (1973) «Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS», Third ERTS Symposium, NASA SP-351, vol. 1, pp.309-317.

[9] Bannari, A., H. Asalhi, and P. Teillet. «Transformed Difference Vegetation Index (TDVI) for Vegetation Cover Mapping» in Proceedings of the Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '02, IEE International, Volume 5 (2002).

[10] Huete, A. «A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)». Remote Sensing of Environment 25 (1988): 295-309.

[11] Qi, J. et al., 1994, «A modified soil vegetation adjusted index», Remote Sensing of Environment, Vol. 48, No. 2, 119-126.

[12] Pinty, B., and M. Verstraete. GEMI: a Non-Linear Index to Monitor Global Vegetation from Satellites. Vegetation 101 (1992): 15-20.

[13] Haboudane, D., et al. «Hyperspectral Vegetation Indices and Novel Algorithms for Predicting Green LAI of Crop Canopies: Modeling and Validation in the Context of Precision Agriculture». Remote Sensing of Environment 90 (2004): 337-352.

[14] Kaufman, Y. J., Tanre, D. (1992) «Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS», in Proc. IEEE Int. Geosci. and Remote Sensing Symp. '92_, IEEE, New York, 261-270.

[15] GIS-Lab: NDVI - [теория] и практика / Интернет-ресурс. - Режим доступа: http://gis-lab.info/qa/ndvi.html.

[16] USGS.gov / Science for a changing world // Интернет-ресурс. - Режим доступа: https://earthexplorer.usgs.gov/.

[17] Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System (LAADS) DAAC / Интернет-ресурс. - Режим доступа: https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov.

[18] Справочник по климату Казахстана. Многолетние данные 1971-2000 гг. РГП «Казгидромет». - Алматы, 2004.

Канафин К.М., Шагарова Л.В.

Вегетациялық индексін қолданып «Нарын» құмды массивын гидрогеологиялық зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада Нарын құмдары аумағындағы (Солтүстік Каспий), тұщы және сәл ащы жер асты суларының көрсеткіші ретіндегі өсімдіктер жағдайларын бағалаудағы қашықтық зондтау деректерін пайдалану қарастырылған. Осы мақсатта Landsat-8/OLI және Terra/MODIS ғарыштық суреттерын өңдеу негізінде вегетациялық индексін есептеу қолданылған. Индексті суретті өңдеуі мен визуализациясы ГИС-технологияларын қолданып орындалған.

Түйін сөздер: гидрогеология, қашықтық зондтау, ғарыштық сурет, Солтүстік Каспий, Нарын құмдары, өсімдіктердің вегетациялық индексі.

Kanafin K.M., Shagarova L.V.

Application of vegetation index in hydrogeological investigations of sandy massive «Naryn»

Summary. This article discusses the use of remote sensing data for assessing the state of vegetation as an indicator of fresh and slightly saline groundwater in the Naryn sands (Northern Caspian). For this purpose, Landsat-8/OLI and Terra/MODIS satellite images are processed with the calculation of vegetation indices. Processing and visualization of the index image was carried out using GIS-technologies.

Key words: hydrogeology, remote sensing, space images, Northern Caspian, Naryn sands, vegetation index.

УДК 911.2

T.R. Taukenov, K.M. Dzhanaleeva, Zh.S.Yerzhanova
L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
talgattaukenov@gmail.com

DANGEROUS MANIFESTATIONS OF THE CHANNEL AND EROSION PROCESSES IN THE BUKTYRMA RIVER BASIN NEAR THE SETTLEMENTS

Abstract. The article considers the causes of dangerous channel and erosion processes in the Buktyrma river basin near the settlements, identified the main features of interpretation, for which eroded areas of rivers are recognized by using satellite images. Examples are given of survey of the areas of the rivers Buktyrma, Belaya Berel (Berel village), Belaya (Beloe village) and Berezovka (Mayak village) using the methods of space exploration of the Earth.

Key words: dangerous manifestations of the channel and erosion processes, types of channel processes, erosion of river banks, interpretation of space images.

Т.Р. Таукенов, К.М. Джаналеева, Ж.С. Ержанова
(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
Астана, Казахстан talgattaukenov@gmail.com)

ОПАСНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ РУСЛОВЫХ И ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ВБЛИЗИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ БАССЕЙНА РЕКИ БУКТЫРМА

Аннотация. В статье рассмотрены причины опасных русловых и эрозионных процессов в бассейне реки Буктырма вблизи населенных пунктов, определены основные признаки дешифрирования, по которым размываемые участки рек распознаны по космическим снимкам. Приведены примеры обследования участков рек Буктырма, Белая Берель (село Берель), Белая (село Белое) и Березовка (село Маяк) с применением методов космического исследования Земли.

Ключевые слова: опасные русловые и эрозионные процессы, типы русловых процессов, размыв берегов рек, дешифрирование космических снимков.

Опасные русловые и эрозионные процессы в бассейне реки Буктырма проявляются в подтоплении и возникновении угрозы размыва водным потоком приречных территорий, осваиваемых населением для жилой, хозяйственной застройки и строительства курортно-оздоровительных комплексов.

Общая длина реки Буктырма - 336 км, площадь бассейна равна 12 660 км^2. Вся территория бассейна реки Буктырма лежит в административных границах Катон-Карагайского и Зыряновского районов Восточно-Казахстанской области. В состав Катон-Карагайского района входят 13 сельских округов, на территориях которых располагаются 50 сельских поселений. Административным центром является село Улкен Нарын. Численность населения по состоянию на 1 января 2016 г. в Катон-Карагайском районе составляла 25 745 человек. В состав Зыряновского района входят 3 поселковых и 2 городских администраций, в которых находятся 47 сельских и 2 городских населенных пункта. Административным центром является город Зыряновск. Численность населения по состоянию на 1 января 2016 г. в Зыряновском районе составляла 71 229 человек [1]. Наиболее заселенными в бассейне реки Буктырма являются долины крупных рек в предгорных равнинах. Населенные пункты располагаются по берегам рек Буктырма, Чиндагатуй, Белая Берель, Черновая, Сарымсак, Кауриха, Белая, Собачье, Язовая, Бобровка, Ячменка, Черневая, Хамир, Березовка и Тургусун.

Все поверхностные водотоки бассейна реки Буктырма имеют растянутое многопиковое половодье с гребенчатым ходом уровня и расхода воды, приходящееся обычно на апрель – июнь. Подъем уровня в половодье составляет от 0,7 до 7,0 м. Продолжительность половодья объясняется последовательностью таяния снегов на различных высотах и наложением дождевых паводков (весенние дожди). В летне-осенний период (июль – октябрь) наблюдаются короткие дождевые паводки с высотой подъема уровня до 0,5 – 1,0 м, зимой (ноябрь – март) колебания уровня незначительны. Годовой сток воды в реках горных районов распределяется неравномерно. В течение трех весенних месяцев (апрель, май, июнь) происходит 60 – 70% годового стока воды, в летне-осенний период 20 – 30%, и лишь 10% приходится на зимний период. В соответствии с этим, наиболее активно эрозия речных берегов проявляется в весенний период, причем, чем выше уровни подъема воды в реках, тем активнее эрозия. В бассейне реки Буктырма много озер имеющие площадь от 1 до 5 км^2. Наиболее крупными являются озера Бухтарминское, Маралье, Черновое, Косколь, Рахмановское и Язовое. В области современного оледенения развиты многочисленные моренные озера, достигающие в поперечнике до 0,5 км [2]. Они представляют потенциальную опасность, так как при определенных режимных условиях могут являться источником формирования селевых потоков.

Скорость размыва берегов рек бассейна реки Буктырма обусловлена, прежде всего, гидрологическим режимом рек (высокие паводковые расходы, высокий уровень воды, связанный с суммой осадков холодного периода и, соответственно, увеличение скорости течения потока). Кроме того, это прямая зависимость от общей увлажненности территории. Активизации процесса эрозии способствует постоянный контакт уреза воды с быстроразмокаемыми породами подошвы береговых уступов. Эрозионный процесс на участках рек вблизи населенных пунктов развивается либо с некоторым запозданием, а в большинстве случаев, синхронно воздействию факторов, его обуславливающих [3]. В дельтовой части данное явление также обусловлено повышением базиса эрозии, в связи с созданием Буктырминского водохранилища в 1960 – 1965 годы и накоплением наносов в устьевой части реки, которое продолжается и в настоящее время [4].

К гидрологическим факторам, определяющим интенсивность переформирований, относятся условия прохождения руслоформирующих расходов воды и затопляемость поймы. Активная фаза русловых переформирований в естественных условиях достаточно продолжительная. Во время прохождения половодья и паводков высока вероятность прорыва вершин излучин проток или соединения соседних проток, что приводит к перераспределению расходов воды, активизации одних и отмиранию других рукавов. Межгодовая интенсивность переформирований русла определяется в первую очередь водностью половодья. Этот же фактор увеличивает мощность карчехода, возникающего из-за размыва пойменных берегов на вышерасположенных участках реки, который, в свою очередь, приводит к развитию заломов древесной растительности [5]. Такие локальные факторы на реках бассейна Буктырмы зачастую являются самостоятельной, весьма значительной и труднопредсказуемой причиной переформирования их русел. Учет этих факторов крайне важен при правильном прогнозе русловых переформирований рек бассейна Буктырмы.

Основным геолого-геоморфологическим фактором, требующим учета при оценке и прогнозе размывов берегов рек бассейна Буктырмы, является строение долин и пойменных массивов. Межгорные котловины бассейна заполнены неустойчивым валунно-галечным материалом. В качестве заполнителя руслообразующего аллювия в большинстве случаев выступает крупнозернистый песок и мелкий гравий [6].

Предыдущие исследования в области оценки развития русловых деформаций и их влияния на объекты жизнедеятельности населения включали дешифрирование и анализ по разновременным и разномасштабным космическим снимкам признаков типов русловых процессов. Например, Sujit Mandal для разработки методики количественной оценки размыва берегов реки Ганг в районе города Мальда (Индия, Западная Бенгалия) использовал методы комических исследовании Земли. Исследователем на основе разновременных космических снимков Landsat за 1973 – 2011 годы был выявлен характер смещения берегов реки и ее протоков, а также проведена оценка потерь площадей сельскохозяйственных угодий [7]. Chao Yang и соавторы исследовали деформаций русла реки Янцзы под воздействием антропогенных факторов в районах городов Xinchang, Ouchicou и Jianli. Авторами космические снимки Landsat за 1983–2013 годы были использованы для количественной оценки размыва берегов реки на разных участках и опрделения пространственно-временных показателей русловых деформаций реки [8]. Slavoljub Dragi´cevi´ и соавторы для моделирования плановых деформаций русла и размывов берегов реки Kolubara (Сербия) за период 1930-2016 годы проводили комплексный анализ кадастровых карт и аэрофотоснимков, а также данных геодезических изысканий с помощью геоинформационных систем. Авторами в результате проведенного анализа получены количественные

данные изменения морфологических характеристик поймы реки, скорости и объемов размывов берегов во времени [9]. Mohamed E. Hereher исследовал береговую эрозию западной части дельты реки Нил на основе космических снимков Landsat [10]. LI Anlong и соавторы проводили анализ прибрежного изменения реки Хуанхэ на основе космических снимков Landsat. Исследования ученых показали, что закономерность эволюции береговой линии ярко наблюдается на участке дельты, свободной от хозяйственной деятельности человека, и носит циклический характер. С учетом результатов исследования были предложены рекомендации по защите береговых участков реки [11].

В данной работе по разновременным космическим снимкам с высоким пространственным разрешением были выявлены участки проявления опасных русловых и эрозионных процессов вблизи населенных пунктов бассейна реки Буктырма. В качестве дешифровочных признаков использованы изменения размеров и положения русел, русловых форм и береговых линий рек, приводящие непосредственно к разрушению территорий населенных пунктов, коммуникаций и инженерно-хозяйственных объектов. В ходе исследования космические снимки были приведены к единой системе координат, с помощью программы ArcGIS совмещены и выявлены смещения контуров [12]. Для разработки дешифровочных признаков выявления размываемых участков рек и установления их причин определены типы русловых процессов с использованием классификации речных русел равнинных рек Н.Е. Кондратьева и соавторов [13], а также классификация речных русел горных рек З.Д. Копалиани и В.В. Ромашина [14].

В результате проведенного исследования по космическим снимкам были обследованы всего 74 населенных пункта бассейна реки Буктырма, где в 31 из них выявлены признаки угрозы размывов. К ним относятся следующие населенные пункты: Аршаты, Берель, Жамбыл, Средигорное, Кайынды, Енбек, Урыль, Черновая, Шынгыстай, Катон-Карагай, Язовая, Коробиха, Белое, Усть-Язовая, Парыгино, Тургусун, Шумовск, Кутиха, Путинцево, Баяновск, Быково, Богатырево, Малеевск, Зубовск, Зыряновск, Черемушки, Маяк, Соловьево, Андреевка и Ново-Калиновск. В зависимости от количества, длины и ширины размываемых участков берегов для каждого населенного пункта определена степень опасности русловых и эрозионных процессов. В данной статье далее будут показаны на примере участков рек Буктырма, Белая Берель (село Берель), Белая (село Белое) и Березовка (село Маяк) методы определения по космическим снимкам размываемых участков берегов вблизи населенных пунктов.

Село Берель. Расположено в устье реки Белая Берель при впадении ее в Буктырму. Через село проходит автомобильная трасса село Улкен Нарын — санаторий Рахмановские Ключи. Перераспределение стока воды между существующими рукавами, а также развитие новых рукавов рек Буктырма и Белая Берель являются основной причиной размыва территории села. За период 2004 – 2015 годы береговой уступ реки Буктырма в южной части села на участке № 1 максимального размыва отступил на 15 м, за этот же период береговой уступ реки Белая Берель в западной части села на участке № 2 отступил на 10 м. Общая протяженность размываемых берегов составляет в западной части села 2,75 км, в южной части – 2 км. Таким образом, ежегодно возрастает угроза обрушения участков дорог и мостов села, а также обрушения жилых и хозяйственных построек (Рисунок 1).

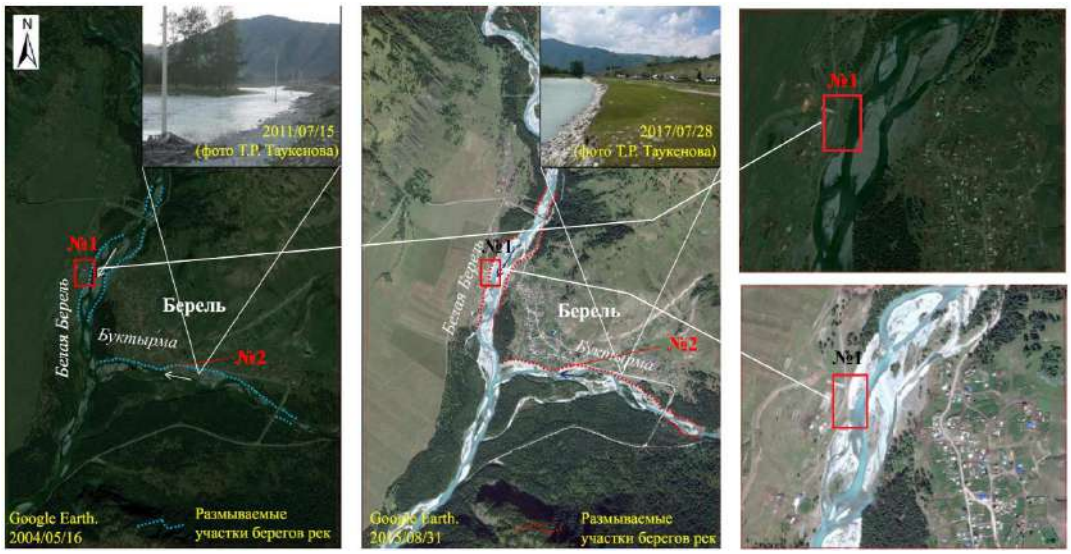


Рис 1. Фрагмент космического снимка села Берель

Село Белое. Река Белая протекает по центру села Белое, где горный поток из узкой горной долины выходит на широкую межгорную котловину и начинает извиваться и разветвляется на рукава. На берегах излучин реки видны следы размывов береговых уступов. За период 2004 – 2017 годы береговой уступ реки Белая на участках максимальных размывов №1 и № 2 отступила на 5,8 м и 5,4 м соответственно. Общая протяженность размываемого левого берега составляет 0,90 км, а правого берега – 1 км. Таким образом, ежегодно возрастает угроза обрушения жилых домов, и хозяйственных построек села, а также участков дорог и автомобильного моста, который соединяет две части села (Рисунок 2).

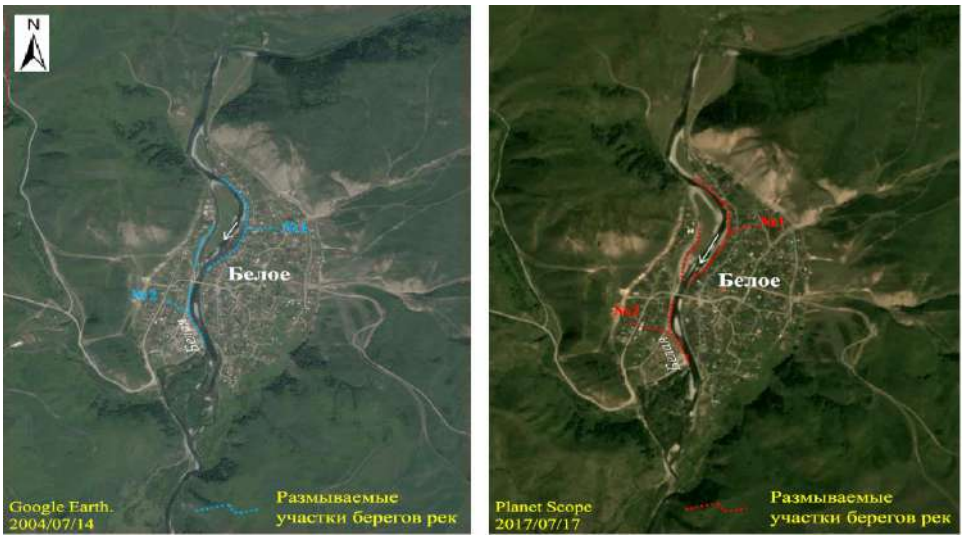


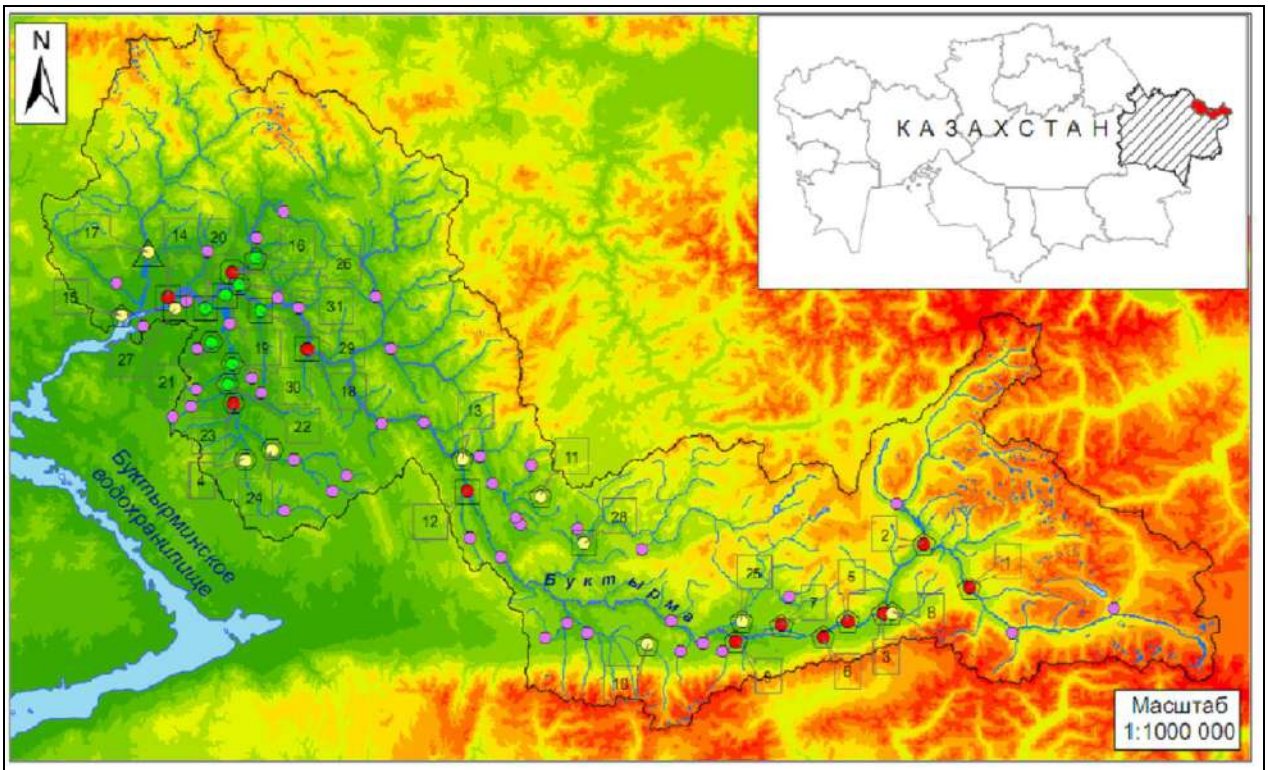
Рис. 2. Фрагмент космического снимка села Белое

Село Маяк. Река Березовка протекает по восточной части села Маяк. На космических снимках *хорошо выделяются участки с различным характером извилистости. Например, для участка реки выше по течению характерны округлые меандры, а ниже по течению более крупные угловатые, что свидетельствуют об изменении во времени характера размыва берегов реки.* Меандрирование реки на данном участке является основной причиной размыва территории села. По снимкам также на отдельных участках реки выявлены следы небольших размывов на общем протяжении около 0,96 км. За период 2007 – 2016 годы береговой уступ реки Березовка на участках максимальных размывов №1 и № 2 отступила на 1,7 м и 0,8 м соответственно. На уровне центральной части села видно спрямление излучины реки, которое является признаком о замедлении размыва берега на данном участке реки. (Рисунок 3).



Рис. 3. Фрагмент космического снимка села Маяк

Таким образом, полученные с помощью космических снимков данные по всем участкам рек с опасными проявлениями русловых и эрозионных процессов были проанализированы и нанесены на карту с определением уровня опасности для населенных пунктов (Рисунок 4). Карта построена на основе цифровой модели рельефа SRTM с помощью инструментов Spatial Analyst геоинформационной системы ArcGIS 10.3 [15].



№	Населенный пункт	Река	№	Населенный пункт	Река	№	Населенный пункт	Река	№	Населенный пункт	Река
1.	Аршаты	Буктырма	9.	Шынгыстай	Буктырма, Коктерек	17.	Кутиха	Тургусун	25.	Черновая	Черновая
2.	Берель	Буктырма, Белая Берель	10.	Катон-Карагай	Сарымсак	18.	Быково	Буктырма	26.	Путинцево	Хамир
3.	Жамбыл	Буктырма	11.	Язовая	Язовая	19.	Малеевск	Буктырма	27.	Баяновск	Протока Буктырмы
4.	Средигорное	Буктырма	12.	Коробиха	Буктырма	20.	Зубовск	Буктырма Березовка	28.	Белое	Белая
5.	Кайынды	Буктырма	13.	Усть-Язовая	Буктырма	21.	Зыряновск	Березовка	29.	Богатырево	Буктырма
6.	Енбек	Буктырма	14.	Парыгино	Буктырма, Тургусун	22.	Черемушки	Березовка	30.	Маяк	Березовка
7.	Кызылжулдыз	Буктырма	15.	Тургусун	Буктырма Топушка	23.	Соловьево	Березовка	31.	Ново-Калиновск	Протока Буктырмы, Хамир
8.	Урыль	Буктырма	16.	Шумовск	Хамир	24.	Андреевка	Правая Березовка			

Рис. 4. Карта опасности русловых и эрозионных процессов для населенных пунктов

В условиях высокой неустойчивости рек бассейна реки Буктырма угрозы для населенных пунктов, расположенных по берегам рек, связаны как с размывами берегов, так и с затоплением и подтоплением прилегающих территорий. При обосновании систем защиты населенных пунктов возникает ряд типовых проблем, связанных с оценкой размывов берегов и факторов, их определяющих.

В результате проведенного исследования выявлен ряд населенных пунктов в бассейне реки Буктырма, для которых существует реальная угроза разрушения жилых и хозяйственных построек с разными уровнями опасности их проявления. В 12 населенных пунктах наблюдаются угрозы русловых и эрозионных процессов с высоким, в 11 – средним, в 8 – низким уровнем опасности.

Полученные результаты данного исследования могут быть применены в мониторинге опасных русловых и эрозионных процессов, а также в работах по предотвращению опасного влияния зон русловых деформаций на объекты жизнедеятельности населения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сайт Комитета по статистике Министерства национальной экономике РК http://stat.gov.kz

[2] Болдырев В.И. Реки восточного Казахстана // Природные условия и естественные ресурсы Восточного Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1978. – С. 106-120

[3] Varis O., Kummu M. The major central Asian River Basins: An assessment of vulnerability // Water resources development. – 2012. - Volume 12. – #3. – P. 433-425.

[4] Митрофанова А.Н., Калита Р.Ш. Оценка рисков опасных экзогенных процессов в береговой зоне Буктырминского водохранилища и озера Жайсан // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2012. – №6. – С. 57-63.

[5] Чалова С.Р., Леман В.Н., Чалова А.С. Опасные русловые процессы и среда обитания лососевых рыб на Камчатке. – М.: Изд-во ВНИРО, 2014. — 240 с.

[6] *Чигринец Л.Ю., Азнабакиева М.М.* Оценка эрозионной деятельности рек казахстанской части Горного Алтая с использованием данных о твердом стоке // Материалы международной научно-практической конференции КазНУ им. аль-Фараби «Современные тенденции и закономерности в развитии географической науке РК». – Алматы: «Қазақ университеті», 2010. – С. 127-134.

[7] Sujit Mandal. Assessing the instability and shifting character of the river bank Ganga in Manikchak Diara of Malda district, West Bengal using bank erosion hazard index (BEHI), RS & GIS // European Journal of Geography. – 2017. – Volume 8. – #4:6. – P. 6-25.

[8] Chao Yang, Xiaobin Cai, Xuelei Wang, Ranran Yan, Ting Zhang, Qing Zhang and Xiaorong Lu. Remotely Sensed Trajectory Analysis of Channel Migration in Lower Jingjiang Reach during the Period of 1983 – 2013 // *Remote Sensing.* – 2015. – Volume 7. – #12. – P. 241-256.

[9] Slavoljub Dragi´cevi´c, Mirjana Pripuži´c, Nenad Živkovi´c, Ivan Novkovi´c, Stanimir Kostadinov, Marko Langovi´c, Boban Milojkovi´c, Zoran ˇ Cvorovi´c. Spatial and Temporal Variability of Bank Erosion during the Period 1930 – 2016 : Case Study – Kolubara River Basin (Serbia) // Water. – 2017. – Volume 9. #748. – P. 150-167.

[10] Mohamed E. Hereher. Mapping coastal erosion at the Nile Delta western promontory using Landsat imagery // Environ Earth Sci. – 2011. – Volume 64. – #4. – P. 1117-1125.

[11] LI Anlong, LI Guangxue, CAO Lihua, Zhang Qingde, Deng Shenggui. The coastal erosion and evolution of the Yellow River Delta abandoned lobe // Journal of Geographical Sciences. – 2004. – Volume 14. – # 4. – P. 465-472.

[12] Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: «Академия», 2004. – 336 с.

[13] Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 272 с.

[14] Копалиани З.Д., Ромашин В.В. Проблемы русловой динамики горных рек // Труды Государственного гидрологического института. – 1970. №183. – С. 81-98.

[15] Djokic D., Zichuan Ye. DEM Preprocessing for Efficient Watershed Delineation // ESRI. – 2004. – Volume 20. – #1. – P. 305-314.

Т.Р. Таукенов, К.М. Джаналеева, Ж.С. Ержанова

Бұқтырма өзені алабында елді-мекендердің маңында қауіпті арналық және эрозиялық үрдістердің білінуі.

Түйіндеме. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде Бұқтырма өзені алабынның 74 елді-мекені қарастырылды, олардың 31-інде шайылу қауіпінің белгілері табылды. Арналық үрдістердің типтері және қауіптілік деңгейлері анықталды. Арналық және эрозиялық үрдістердің елді-мекендерге қауіптілігі картасы жасалды.

Кілт сөздер: қауіпті арналық және эрозиялық үрдістер, арналық үрдістердің типтері, өзендер жағаларының шайылуы, ғарыштық суреттерді бажайлау.

T.R.Taukenov, K.M.Dzhanaleeva, Zh.S.Yerzhanova

Dangerous manifestations of the channel and erosion processes in the Buktyrma river basin near the settlements.

Summary. As a result of the study, 74 settlements of the Buktyrma river basin were surveyed, where 31 of them identified signs of erosion threat. Determined the types of channel processes and the degree of their danger. The map of the risk of channel and erosion processes was made for settlements .

Key words: dangerous manifestations of the channel and erosion processes, types of channel processes, erosion of river banks, interpretation of space images.

УДК 502.31

Г.С. Сатбаева, О.Б. Тлеуберлина
(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ: ҚАЛЫПТАСУЫ ЖӘНЕ ДАМЫТУ ЖОЛДАРЫ

Түйіндеме: Мақалада Қазақстан Республикасында экологиялық білімнің негізін қалайтын негізгі бағыттары көрсетілген. Экологиялық білім мен сананы қалыптастыру арқылы жас ұрпақты отансүйгіштікке, табиғатты сүюге, табиғат заңдарына бағынуға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: экология білім, экологиялық сана, білім беру жүйесі, қауіпсіздік, экологиялық тәрбие.

Қазіргі таңда, экологиялық дағдарыстың шиелінісуі адамзат баласының өмірі мен тұрмыс-салтына кері ықпал етуде, сондықтан экологиялық дағдарыстан шығудың бір жолы ретінде – экологиялық білім мен тәрбиені тереңнен қалыптастыру.

Қазақстан Республикасында экологиялық білім тұжырымдамасы ҚР БҒМ Министрлігінің №697 Бұйрығымен 2002 жылы 25 қыркүйекте және ҚР ҚОҚ Министрлігінің №229 Бұйрығымен 2002 жылы 24 қыркүйекте бекітілген. Қабылданған тұжырымдама Қазақстан – 2030 Стратегиясына сәйкес Қазақстан Республикасының Экологиялық қауіпсіздігі туралы тұжырымдамасын жүзеге асырудағы ҚР Үкіметінің іс-шаралар жоспарын орындау үшін экологиялық білімнің негізін қалаушы негізгі құжат болып табылады. Тұжырымдама қоғамның әлеуметтік саласын экологияландыру және экологиялық дүниетанымын қалыптастыру, халықтың экологиялық сауаттылығын арттыруды қарастырады.

Жалпылама және үздіксіз экологиялық білім беру мен тәрбиелеу, қоршаған ортаны қорғау саласындағы құқықтық және экологиялық бағыттылығы жайында ҚР Экологиялық қауіпсіздік туралы тұжырымдамасында, ҚР Экологиялық кодексінде, Білім туралы ҚР Заңында, табиғи және техногенді төтенше жағдайлар туралы ҚР Заңында, ҚР мемлекеттік қызметі туралы ҚР заңында және басқа Үкімет қаулыларында бекітілген. Сонымен қатар, ҚР Экологиялық Кодексінің 7 бөлімінде «экологиялық білім беру мен ағартудың мақсаты тұрақты даму принциптеріне негізделген азаматтардың белсенді өмірлік ұстанымын және қоғамдағы экологиялық мәдениетті қалыптастыру болып табылады» деп көрсетілген.

Экологиялық білімнің тиімді жүйесі қоғам мен экономиканың тұрақты дамуын қамтамасыз ететін негізгі құрал. Сондықтан, экологиялық білім түсінігі БҰҰ Қоршаған ортаны қорғау туралы бағдарламасы және ЮНЕСКО–мен бірлесіп енгізілген. Экологиялық білімнің жалпы стратегиясы білім, ғылым және мәдениет мәселелері бойынша БҰҰ деңгейінде жүзеге асырылады. ЮНЕСКО өзінің стратегиялық міндеті «білімнің ғаламдық жүйесін» құру деп есептейді[1-3].

1977 жылы Тбилисиде қоршаған ортаны қорғау саласындағы білім беру бойынша үкіметаралық конференция болды, ондағы маңызды жаңалық ретінде экологиялық білім мен тәрбие критерийлерін қалыптастыруды айтуға болады. 1992 жылы Рио-де-Жанейрода өткен БҰҰ Қоршаған орта және Даму конференциясында Тбилиси конференциясының шеңбері кеңейтіліп, әлемдік қауымдастықтағы экологиялық жағдай сипатталды. Осы конференцияда «тұрақты дамудағы білім» деген жаңа халықаралық түсінік пайда болып, ғылыми термин айналымына енді.

21-ғасыр Күн тәртібінде «адамның құқығының негізін қалайтын – білім» деп көрсетіледі. Мұнда білім тұрақтылықты қамтамасыз етуге қажетті өмір сүру салты, мінез-құлықты, құндылықтарды, білімді өзгертуге бағытталған негізгі механизм ретінде танылады. 1996 жылы БҰҰ Тұрақты даму комиссиясы білім саласындағы арнайы бағдарламаны жасады. 2001 жылдың мамыр айында БҰҰ бас

хатшысы Йоханнесбургтегі тұрақты даму бойынша Бүкіләлемдік Саммитке дайындық шеңберінде «тұрақты дамудағы халықты ақпараттандыру және насихаттау» деп аталатын баяндамасында «Білім - өмірді өзгертетін, қайта құратын, түзейтін үдеріс» ретінде қарастырды. Бұл жаңа көзқарас адамды өмірге қалай қайта дайындауға, кепілденген жұмысбастылық мәселелерін шешуге, қоғамның тез өзгеретін талаптарына, технологиялық өзгерістерге бейімделуге дайын болуына жағдай жасайды.

1998 жылы Данияның Орхусс қаласында өткен «Еуропадағы қоршаған орта» атты министрлердің 4-ші конференциясында БҰҰ ЕЭК қоршаған ортамен байланысты мәселелер бойынша қоғамның шешім қабылдау үрдістеріне қатысуы, сотқа жүгінуі және ақпараттарға оңай қол жеткізуі туралы конвенция қабылданды (Орхусс конвенциясы). 2001 жылдың қараша айында Конвенция өз күшіне енді. Экологиялық білім, тәрбие, ағарту жүйесінің дамуы және жетілуі Орхусс конвенциясының – экологиялық ақпаратқа оңай қол жеткізуі деп аталатын бөлімімен тікелей байланысты. 2003 жылы Киевте өткен «Еуропадағы қоршаған орта» атты Министрлердің 5-ші конференциясында экологиялық білім мен тәрбие Еуропалық экологиялық саясат басымдылығы ретінде жаңа түсінікпен толықтырылды.

2002 жылдың 21-22 маусымында Душанбеде АҚШ қоршаған ортаны қорғау агенттігі және Алматы қаласындағы ЮНЕСКО-ның аймақтық кеңсесінің қолдауымен Орталық Азия аймақтық экологиялық орталығы (ОААЭО) Тәжікстан Республикасының табиғат қорғау Министрлігімен бірлесе отырып, Орталық Азиядағы экологиялық білім туралы семинар өткізіліп, онда «экологиялық білім - әлемнің тұрақты даму үлгісіне өтуін қамтамасыз ететін басым бағыттардың бірі» ретінде қарастырылады [4.5.6.7].

Экологиялық білім жүйесі үздіксіз білім жүйесіне жатады. Үздіксіз білім – толассыз, тоқтаусыз, аяқталмайтын, өміршең білім. Үздіксіз білім адамның дүниеге келгеннен басталып, соңғы күніне дейін жалғасын табатын үрдіс, қазіргі «өмір бойы білім алу» қағидасы білімнің үздіксіздік идеясының заңды жалғасы.

Экологиялық білім қоршаған орта туралы жүйелік білімдерді, табиғат қорғау қызметтерін жетілдіруді көрсетеді, жалпы алғанда, экологиялық мәдениетті қалыптастырады.

Экологиялық білімнің басты міндеті экологиялық жауапкершілікке тәрбиелеу. Экологиялық тәрбие өте күрделі үрдіс болғандықтан екі жақты сипат алады. Мұнда экологиялық тәрбие беруші (отбасында ата-ана, балабақшада тәрбиеші, мектепте мұғалім, ЖОО-да оқытушы) және тәрбиеленуші қатысады. Осы жерде В.Г.Грецованың «отбасында жағымды тәрбиені қалыптастыруда қолданылатын тәсілдерді, білімдерді, табиғатпен қарым-қатынас кезінде қолдану да өз тиімін береді» деген пікірі мен Е.В.Субботскийдің «қоршаған орта, табиғат жайындағы ұғымдармен баланы тәрбиелеу отбасынан басталып, өмір бойы жалғасын табуы тиіс» деген көзқарастарын келтіруге болады [8].

Жалпы, экологиялық білім беру деңгейлерін келесідей кезеңдермен бөліп көрсетуге болады: 1 – жанұялық және мектепке дейінгі кезең; 2 – мектеп кезеңі; 3 – ЖОО кезеңі; 4 - ЖОО-нан кейінгі кезең (кәсіби біліктілікті арттыру, мамандарды қайта дайындау және т.б.).

Мектепке дейінгі кезең бұл үздіксіз экологиялық білім мен тәрбие жүйесінің алғашқы кезеңі. Осы кезеңде бала (жанұяда, балабақшада) табиғат жайындағы алғашқы білімдерді балаларға арналған табиғат жайындағы кітаптардан (табиғатпен үйлесімді байланыс жасаудың ғасырлар бойы жинақталған дәстүрін көрсететін ертегі, аңыз, шежірелер), мультфильмдерден, кинолардан меңгереді. Ата-анасымен серуендеуге шыққан бала табиғаттағы әрбір заттардың (ағаш, жапырақ, көк шөп, құс, жәндік) рөлі мен орнын білмегенімен де, оларды қызықтап, ұстап көруге тырысады, табиғаттың сұлулығы мен әсемдігіне назар аударады. Бұл кезең баланың табиғатты танудағы, экологиялық дүниетанымын қалыптастырудың алғашқы кезеңі. Балабақшада бала табиғатпен байланысты алғашқы өлең, тақпақ, әндерді үйренеді. Табиғат жайында суреттер салып өзінің танымдық қабілеттілігін кеңейтеді.

Бала табиғатпен тығыз байланысқан жүйені сезіну үшін өзара байланысқан үш шарттар орындалуы керек:

- Тәрбиелеушілердің экологиялық білімдерінің болуы, экологиялық білім элементтерін бала санасына жеткізе білуі;
- Баспа және видео визуальды құралдың балаға түсінікті болуы (экологиялық әліппе, видеофильмдер);
- Тірі табиғатпен байланыс жасау, табиғат аясына серуендеу.

Қазақ халқының тарихына көз жүгіртсек, ата-бабамыз бала тәрбиесіне, соның ішінде экологиялық тәрбиеге өте үлкен мән берген. Табиғатты тереңнен зерттей отырып адам табиғаттың бір бөлшегі екендігін ұлттық тәрбие негізінде бала бойына жеткізе білген. Қазақ халқының зерделеп айтқан әрбір ұлағатты сөзінен, ой-тұжырымдарынан табиғатқа үлкен құрметпен қарағанын байқауға болады. Кейіннен Кеңес Одағы жылдарында ата-бабамыздың ұрпақтан-ұрпаққа жалғасқан ұлттық тәрбиесіне көңіл аз бөлініп, ұмытыла бастады, әсіресе экологиялық білім мен тәрбие адам санасынан тыс қалды. Осының нәтижесінде адам баласы табиғаттан алшақтап, оның заңдылықтарына бағынбай, «табиғат адамды емес, адам табиғатты басқару керек» деген пікірлер қалыптасты. Тәуелсіздікке қол жеткеннен кейін қазақ халқының ұмыт қалған ұлттық мұралары, салт-дәстүрлері қайта жаңғыртыла бастағанымен, адам санасында экологиялық білім мен тәрбиеге қарағанда экономикалық сана басымдылық танытты. Сондықтан да, экологиялық тәрбие берудің ұмыт қалған тәжірибелерін қайта пайдаланудың қазіргі және болашақ ұрпақ үшін маңызы зор.

Әсіресе, «отбасы-балабақша-мектеп» жүйесінде экологиялық білім мен тәрбие берудің маңызы өте жоғары. Мұнда басым рөлді ұлттық шығармашылық атқарады. Қазақ халқының табиғи орта және оның құрамдас бөліктеріне байланысты айтылатын өсиетті сөздері, мақал-мәтелдері, өлең-жырлары, шежіре-дастандары баланың саналы, адамгершілігі мол, табиғатты аялап, ерекше күтіммен қарауға мүмкіндік береді. Халқымыздың көнеден келе жатқан «ақты (сүт, айран, қымыз т.б.) жерге төкпе», «нанды аяқпен баспа», «бұтақты сындырма», «гүлді, шөпті жұлма» секілді тыйым сөздері арқылы баланы жаман әдет, жағымсыз әрекеттерден, табиғатқа зиян келтіруден бойын аулақ ұстауға үйреткен. Өйткені «табиғатқа қастандық жасау өзіңе қастандық жасағанға тең» екендігін халқымыз ежелден білген. Халық шығармашылығына көз салатын болсақ, әрбір дүниеге байланысты айтылатын мағынасы үлкен, батырлық, саналылыққа, ұқыптылық пен шешендікке, тазалық пен адалдыққа бағыттайтын ұлағатты сөздерін кездестіруге болады. Мысалы, жер ,су көздеріне байланысты «суды сапырма, суға дәретке отырма, түкірме», «жер таянба», «жерді тоқпақтама» секілді тыйым сөздері жер, су көздерінің адам үшін маңызы зор екендігін аңғартса, жануарларға байланысты айтылатын «малды теппе, ұрма, боқтама», «құмырсқаның ұясын бұзба», «ордалы жыланның ұясын бұзба», «түнде мал санама», «өрмекшіні өлтірме», «аққуды атпа» сияқты тыйым сөздер жануарлар дүниесін қорғауға шақырады, ал «жалғыз ағашты кеспе», «желге қарсы түкірме» «айға қарап дәрет сындырма», «ауылға атпен шауып келме» деген ырым сөздер баланы ізгілікке, имандылыққа, адамгершілікке тәрбиелейді. Қазақ халқының ұлттық мұрасындағы әрбір ырым, тыйым сөздер, мақал-мәтелдер, ұлағатты ұғымдар арқылы бала тәрбиесіне үлкен мән бергендігін байқауға болады. Ата-бабамыз өмірден түйген ой-тұжырымдарын, тәжірибелерін қағидалары мен тағылымдарын өрелі сөзбен өрнектеп, мақал-мәтелдермен, шешендік сөздермен, бата-тілектермен жеткізе білген. Атап айтқанда, «жаздың бір күні, қыстың мың күні», «сәуір болмай, тәуір болмас», «не ексең соны орасың», «ұяда не көрсең, ұшқанда соны ілерсің», «жаңа ай жарылқа, ескі ай есірке», «қыз өссе-елдің көркі, гүл өссе – жердің көркі», «отан-отбасынан басталады», «ер еліне, гүл жеріне» т.б. сол сияқты мақал-мәтелдерден баланы патриоттық, еңбексүйгіштік, отанды қорғау, елін, жерін құрметтеуге баулығанын байқауға болады. Жазы-қысы далалық өмірде тіршілік еткен халқымыз өздері тұрған өлкенің табиғи ерекшілігі мен құпиясын терең білгендігі сондай айсыз түнде жұлдызға қарап жол тауып, көз аштырмас боранда жердің шөбіне қарап ел тауып, құс, жан-жануар, құрт-құмырсқа тіршілігіне зер салып, ауа-райын күні бұрын болжап, ерте бастан қамын жасап отырған. Мысалы: «тауық биікте қонақтаса жаңбыр болады», «құмырсқа илеуін биіктеу жерге салса су тасқыны болады», қызара батқан күн желдің, ашық сары болып батқан күн – жаңбырдың белгісі», «көктемде күн көп күркіресе егін мол болады» және т.б [9.10.11].

Табиғатты тіршіліктің тірегі ретінде танып, оны аялап, құрметтеген халқымыз, табиғатқа деген сезімін өлең, ән, күймен, қолөнер шеберлігімен ұштастыра білген. Әшекейлеп ою-өрнектерді ою, оған табиғаттың тылсым және көркем бейнелерін, табиғат үдерістері мен заттарын бейнелеп салуы да осының айғағы.

Міне, қазақ халқының табиғатты танудағы, құбылыстар мен үдерістердің құпияларына, ерекшеліктеріне тереңнен ұмтылуы барысында жинақтаған тәжірибелерін күнделікті отбасы-бала тәрбиесінде қолданып, адам-табиғаттың бір бөлшегі екендігін жеткізе білуінің өзі экологиялық тәрбиенің өте ерте кезден қалыптасқандығын аңғартады. Сондықтан болар, республикада экологиялық білім мен тәрбиені «отбасы-балабақша-мектеп» жүйесінен бастау керек.

Экологиялық білім берудегі екінші кезең - мектеп кезеңі. Оның өзін екіге бөліп қарастыруға болады: бастауыш мектеп және жоғары мектеп (орта мектеп). Бастауыш мектепте оқушыға адам мен табиғат арасындағы үйлесімділік туралы негізгі ұстанымдарды қалыптастыру және табиғатқа деген адамгершілік этикалық қатынасты анықтау тәсілдері үйретіледі. Оған қоса оқушы қоршаған ортаны қорғау туралы тәжірибелік жұмыстардың бастапқы тәжірибелерін игере бастайды.

Оқушылардың экологиялық тәрбиелілігі әр түрлі әдістер арқылы тексеріледі. Көрнекіліктерді пайдалану, сынып тақтасы (сұрақтарға жауапты сурет түрінде салып беру, өсімдіктің, жануарлар мен құстардың дене мүшелерін құрастыру, тірек сызба арқылы көрсету т.б.), оқушыларды топ-топқа бөліп жарыстыру, белгіленген уақыт бойынша ақылдасып, белгі көрсету арқылы жауап беру. Мұндай әдістер оқушылардың теориялық материалды меңгеру деңгейін анықтау, көрнекіліктерді пайдалану арқылы ойын мен жаттығу түрлерін орындату олардың белсенділігін арттырып, көңіл-күйін көтеріп, өтілген материалды меңгерудегі жетістіктерін дәлелдейді.

Орта мектепте оқушы бойына экологиялық мәдениетті саналы түрде игеруді, салауатты өмір салты, мәдениеті және өмірге қажетті сапалы табиғи ортаның жойылу қаупін түсінуге негізделген ұтымды экологиялық қызметтердің мәдениетін қалыптастыру керек. Мұндағы басты талап - баланы тұлға ретінде саналы экологиялық жауапкершілікке тәрбиелеу.

Үшінші кезең – ЖОО кезеңі. Жоғары оқу орындарында білім жүйесін экологияландыру маңызды рөл атқару керек. ЖОО өндіріс, басқару саласына қажетті мамандарды даярлап шығарады. Олай болса, болашақ мамандардың санасына «табиғат-қоғам-адам» жүйесінің үйлесімді әрекеттесуінің принциптерінің негізін қалыптастыру қажет. Себебі, қоғамдағы барлық іс-әрекеттер қоршаған табиғи ортамен тығыз байланысқан жағдайда ғана жүзеге асырылады. Біздің тұтынатын тауарларымыз, өндіретін өнімдеріміз, тамағымыз барлығы – да табиғаттан алынады. Экономикалық қажеттілікті қанағаттандыру нәтижесінде қоршаған ортаға теріс ықпал етудің салдары артып отыр. Егерде экономикалық қажеттіліктерді қанағаттандыруда экологиялық ерекшеліктерді ескермесек, онда болашақта биосфераға үлкен қауіп төніп тұрғаны белгілі. Сондықтан білім жүйесін экологияландыру арқылы теориялық білім жинақтаған болашақ жас маман кез-келген өндіріс, басқару саласында табиғатпен үйлесімді қарым-қатынасқа түсуді көздейді. Болашақ жас маман тек табиғатты қорғауды, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануды ғана емес, қоршаған ортаның өзгерістерін болжамдап, шешуді, басқаруды, өз іс-әрекеттерінің салдарын бағалап отыруды меңгеруі тиіс. ЖОО экологиялық білім берудің теориялық және практикалық негіздерін жетілдіру ғаламдық, әмбебаптық, кешенділік, үздіксіздік, пәнаралық, интегральдық, кәсіби бағыттылық принциптеріне негізделуі керек.

Маңызды рөлді ЖОО-нан кейінгі білім алады. Біліктілікті арттыру, мамандарды дайындау және қайта дайындау орталықтары әртүрлі семинар, тренинг, конференция өткізу арқылы тұрақты түрде экологиялық білім, дағды, әдеттерді үнемі жаңартып, байытып отыру керек. Осы кезеңде ерекше қорғалатын табиғи аумақтар (ЕҚТА) экологиялық білім мен тәрбиені насихаттауда қосатын үлестері өте зор [12]. Сондықтан болар, шетелдік тәжірибелердің басым көпшілігінде экологиялық тәрбиені ЕҚТА шеңберінде тереңнен дамыту қолға алынған. ЕҚТА экологиялық санаға ықпал ететін әртүрлі әдістер қолданылады, бірақ жеткіліксіз. Сондықтан да қазіргі тұрақты даму жағдайында ЕҚТА шеңберінде экологиялық білімді насихаттау жолдарын жан-жақты қарастыру керек.

Экологиялық мәселелерді шешу бір ғана маман иесімен шешу мүмкін еместігін тарих дәлелдеді. Қойылған мақсатқа ұтымды қол жеткізу үшін немесе экологиялық қауіпсіздікті көтеру үшін әлеуметтік немесе мәдени статусынан тыс барлық адамдардың белсенді қатысуы қажет етіледі. Сондықтан болар, көптеген зерттеушілер экологиялық білімді биосферамен адамның бірлігі туралы көзқарасты білдіретін тұтынушылық емес дүниеге көзқарасты қалыптастыру қажет деп есептейді [13.14.15]. Әрине мұндай тәсілдер гуманитарлық, жаратылыстану, техникалық салалардағы өзара келіспеушіліктерді жойып, пәнаралық байланысты дамытуға мүмкіндік беретіні анық.

Қазақстан Республикасында экологиялық білім мен тәрбие беруді теориялық және практикалық тұрғыдан қарастырған ғалымдар, атап айтсақ, Ә.С.Бейсенова, Ж.Б.Шілдебаев, К.А.Сарманов, Н.С.Сарыбеков, Ж.К.Тілешова, Г.С.Оспанова, Г.Бозшатаева, т.б. жетерлік. Дегенмен де тұрақты дамуға негіздей отырып, экологиялық білім беру мен тәрбиені қалыптастыру тек мамандардың ғана емес, қоғамда тіршілік ететін әрбір жеке тұлғалардың да міндеті болуға тиіс. Экологиялық білім мен тәрбиені жетілдіру барысында қоғамды экологияландыру үдерісі жүзеге асырыла бастайды. Қоғамды экологияландыру – бұл адамның табиғатпен үйлесімділігіне қол жеткізуге бағытталған қоғам көзқарасының жаңа жүйесін қалыптастыру үдерісі.

Экологиялық білім жалпы білім беру жүйесінің бөлігі болып табылады, дегенмен, оны дамыту үшін нормативтік-құқықтық, ғылыми, оқу-әдістемелік, ақпараттық, материалдық-техникалық компоненттерді қамтамасыз ететін арнайы шараларды жасауды талап етеді.

Сондықтан, Қазақстан Республикасында экологиялық білім жүйесін тұрақты даму саласымен тығыз байланыстырып, дамыту үшін келесідей маңызды бағыттар орын алуы қажет:

- экологиялық білімнің қашықтан оықту жүйесін ұйымдастырып, дамыту.
- экологиялық білім саласындағы мамандар мен сарапшылардың мәліметтік базаларын құру және шетелдік экологиялық білім беру орталықтарымен тығыз қарым-қатынас орнату;
- республиканың әрбір аймақтарында экологиялық білім беру орталықтарын жергілікті және ұлттық деңгейде ұйымдастыру және экологиялық білім берудің озық тәжірибелерін ендіру.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сатбаева Г.С. Әлеуметтік экология және тұрақты даму. –Алматы, Издательство Экономика, 2009. 208

[2] http://www/agenda 21 century. United Nations Conference on Enviromental and Development. Rio de Janeiro, 3-14 June 1992

[3] Интернет-ресурсы: www: aarhus.kz Орхусс Конвенциясы.

[4] Мифтахов М.Н. Совершенствование экологического образования в ВУЗЕ // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 6 – С. 61-61

[5] Недюрмагомедов Г.Г. Экологическое образование школьников в учебной деятельности. Махачкала, 2008

[6] A Handbook for Teachers School of Sustainable Development. –Kyrgystan. 2003. 175p.

[7] Реза Хаджипур. Обучение граждан экологическому образованию. – Тегеран Издательство «САБЗ», 2010. 150с

[8] Шаушекова Б К Өлкетану жұмыстарында қазақ халық педагогикасы құралдары арқылы оқушылардың экологиялық мәдениетін қалыптастыру. Қарағанды, 2007

[9] http://www.dialog.kz - Современный Казахстан — устойчивое развитие и стратегическая перспектива

[10] www.nature.kz - Доклад о ходе осуществления стратегия ЕЭК ООН для образования в интересах устойчивого развития в Республике Казахстан

[11] Примеры реализации Конвенции по доступу к информации, участию общественности в принятии решений и доступу к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды в Центральной Азии – Алматы: Региональный экологический центр Центральной Азии, 2005 – 100 с.

[12] Сатбаева Г.С. Қорықтағы экологиялық білім беру мен табиғат қорғау шараларын насихаттау // «Қазіргі қоғам және экологиялық білім: бағалылығы, кәсіптік ориентациясы, іс-әрекеттері» атты ғылыми-әдістемелік конференция, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ. – Алматы, 2004. – Б.364-366.

[13] Ердаков Л.Н., Чернышова О.Н. Экологические аксиомы, или учить экологию, чтобы выжить. «Место обитания» Журнал об экологии для жителей города. №1, Новосибирск: 2008. С.50-57

[14] «Environmental Issues for the “90s: A Handbook for Journalists.» Logan Robert A., Wendy Gobbons and Stacy Christiansen. P. 3

[15] Джугарян. О.А. Основы экологии и природопользования. Смоленск. 2000. - 151с.

Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.

Экологическое образование в Республике Казахстан: формирование и пути развития

Резюме: В статье изложены основные направления экологического образования в Республике Казахстан. Формирование экологического образования может призвать молодое поколение патриотизму, любви к природе и соблюдение законов природы.

Ключевые слова: экологическое образование, экологическое сознание, образовательные системы, безопасность, экологическое воспитание.

Satbayeva G.S., Tleuberlina O.B.

Ecological Education in the Republic of Kazakhstan: Formation and Development Paths

Summary: The article outlines the main directions of environmental education in the Republic of Kazakhstan. The formation of ecological education can call the younger generation to patriotism, love of nature and observance of the laws of nature.

Key words: ecological education, ecological consciousness, educational systems, safety, ecological education.

U.D.C. 614.2(574.11)

K.D. Duisebaeva, A.B. Abilova, L.B. Kenespayeva, G.G. Mazhitova
(Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
E-mail: Kulzada.Duisebayeva@ kaznu.kz)

ANALYSIS OF RELATIONS BETWEEN THE CONDITIONS OF ACCOMMODATION AND THE STATUS OF HEALTH OF THE POPULATION OF THE WEST KAZAKHSTAN REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: The article considers the medical and geographical features of the diseases of the West Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan, as well as the patterns of geographical spread of human diseases and the factors that cause these diseases. The focus of any medical and geographic problem is always the environment-health relationship; therefore direct examination of the health of the population is associated with territorial differentiation. Therefore, the task of organizing and conducting a systematic medical and ecological health of the population and environmental factors (a complex of natural, technogenic and socio-economic factors), identifying areas with a strained ecological situation and risk groups among the population, that is, identifying cause-effect relationships between the state of health of the population and the impact of human environmental factors on the basis of a systematic analysis and assessment of the risk to public health. The main results of scientific research (scientific, practical): identified the main diseases in the West Kazakhstan region, characterized the factors that affect the incidence of this area. As a consideration of this problem, it is proposed to identify the main causes of diseases, as well as the factors that cause them, the essence of this problem is revealed.

Keywords: West Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan, factors, disease, health, population, territory, medical and geographic features, technogenic, socio-economic, cause-effect relations.

Introduction

The solution of the medical aspects of environmental protection, disease prevention and health promotion is one of the most pressing problems in the world.

This is defined by WHO's global strategy "Health for all", the European Charter on Environment and Health, which has identified the main goal of sustainable economic development of states as a desire to stop the decline in health through environmental degradation and to prevent negative effects on the environment and health in the future. This Charter and the program of action on environment and health protection were adopted by 29 European countries, the Commission of the European Community and 179 governmental and international organizations, it was fully supported by Kazakhstan, becoming one of the states that adopted the plan of action of the global strategy "Health for All" [1].

For the Republic of Kazakhstan is especially important the solution of the problems of ecological rehabilitation of the territories, primarily aimed at preserving the health of the population. This is due to the fact that a number of epicenters of medical and environmental disasters have been formed on the territory of the Republic, a significant number of cities and regions have been affected by industrial emissions.

State policy in the social sphere in recent years is characterized by the recognition of the need to strengthen the health of the population, as the main factor of economic growth and ensuring national security of the country. Factors determining health have a diverse, interdepartmental nature.

The health of the population, regardless of the social and political order of society, is, was and will remain one of the main indicators of social well-being, normal economic functioning of the society, favorable ecological and epidemiological situation of the state.

Since health indicators reflect the degree of social and economic comfort of a society and its well-being, health is considered as the leading system-forming factor of national security [1].

The current situation in the medical and geographic system is one of the most important characteristics of the development of society and the standard of living, which largely depends on socioeconomic conditions and environmental factors. At present, the influence of natural, anthropogenic, socio-economic and medical-sanitary factors on the formation of the medical-geographical situation in the West Kazakhstan region has not been sufficiently studied [2].

Recently, the incidence rate of the population of Western Kazakhstan (according to the official statistics of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan) continues to be high in major groups of diseases. This is due to the impact of a number of factors, among which the important is the impact of natural, anthropogenic and socio-economic conditions unfavorable for the life and health of the population.

The structure of medical geography as a research area integrates the data of many sciences to solve the complex problem of anthropological and environmental assessment of environmental quality in connection with its impact on public health. Nosogeography (geography of diseases) studies the geographical distribution of individual diseases, medical landscape studies - the impact on human health of landscapes, as well as the environmental consequences of anthropogenic impacts on natural complexes. Medical geography studies the medical and geographical characteristics of the territories of individual states.

All sections of medical geography permeate the geographic approach, which makes it possible to consider the links in the environment-health system in a spatial aspect. In this case, the spatial aspect will be considered on the example of the West Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan.

Object of study: health of the population of the West Kazakhstan region.

Subject of study is the population of the West Kazakhstan region in the aspect of territorial differentiation of the relevant indicators in connection with the factors of the geographical environment.

Study area. The region borders with five regions of the Russian Federation : in the north with Orenburg, in the south-west with Astrakhan, in the west with the Volgograd and Saratov regions, and in the north-west with Samara. Thus, the length of the outer boundaries is 1,532 km. Within the country area adjacent to Aktobe and Atyrau regions. It is connected with them by railway lines, automobile, water and air transport [2].

The territory of the region is 151,3 thousand sq.km, which is 5,6% of the territory of the republic.

The permanent population of the region as of January 1, 2016 was 636,9 thousand people, of which 317,2 thousand people live in urban areas or 49,8% of the total population, in rural areas – 319,7 thousand people or 50, 2% [3].

The average population density in the region (per 1 sq. km of the territory) is 4,2 people.

Administratively the region is divided into 12 rural areas and the city of Uralsk.

A significant part of the region is located between two rivers - the Volga and the Ural, along the Ural river it has access to the Caspian Sea, and from there along the Volga - to the Northern and Black seas. The region is located in the heart of the Eurasian continent. It is divided into two parts of the world (Europe and Asia) by the Ural river.The Ural have long been considered a transit route between Asia and Europe, it was here that one of the branches of the Great Silk Road passed.

The relief of the territory of the region provides, basically, a flat territory, which decreases from the northeast to the southwest, and is divided into five large geomorphological regions. According to the peculiarity of the relief in the territory of the region, the following areas are singled out: Obshchy Syrt , Emba and Pre-Ural Plateau, Caspian Lowland, etc. In the south, within the Caspian lowland, there are sand massifs of Narynkum: Kokuzenkum, Akkum, Karagandykum and others. The highest point of the region, Ichka mountain, its height at sea level is 259 m [4].

Many domestic authors note that the West Kazakhstan region is characterized by an unfavorable ecological situation, which is due to the location in this region of large oil and gas and industrial enterprises that significantly pollute the environment. Operation of this enterprise is associated with emissions of hydrogen sulfide, sulfur dioxide, nitrogen oxides into the environment. The population in areas with oil industry, becoming ill, acquires various chronic diseases, leading to further disability of the body. In analyzing the morbidity of workers and the population of nearby settlements, an increase in disability has been revealed in the recent period.

According to the results of the studies and medical examinations, respiratory, skin, subcutaneous, nervous system, anemia, cardiovascular disease, genitourinary system diseases are the most important in the structure of disability. The main cause of death was respiratory diseases. For example, the Karachaganak oil and gas condensate field, located in the West Kazakhstan region, releases into the atmosphere compounds containing lead, cadmium, zinc, iron, cobalt, vanadium, polluting soil, vegetation, agricultural products and water sources. In the settlements of the region over the last 10 years, the demographic indicators of population health have worsened, reflected in a decrease in the birth rate, in the growth of the overall mortality of the population, and in a sharp decline in reproduction. A particularly serious problem of ecological catastrophe is in the settlements of Berezovka and Tungush [5].

Methods of research and data: bibliographic, statistical, system, comparative, official materials of state statistics bodies: the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, the Agency of Statistics of the Republic of Kazakhstan, the Statistics Department of the West Kazakhstan region. Literary sources on the theoretical and methodological problems of medical geography and demographic situation in the Republic of Kazakhstan. Thirdly, the materials of specialized scientific journals (“Izvestiya RAN”, “Vestnik KazNU”, “Vestnik KazNMU”, etc.). Internet resources.

Results and analysis: The study must be said that the incidence of West Kazakhstan region remain high. The main diseases prevalent in the region are respiratory diseases, which is 16562,5 per 100,000 people for 2015. Diseases of the digestive and circulatory system are also distinguished, i.e. heart disease (Table 1) [3].

Table 1. **Diseases of the West Kazakhstan region for the period 2010-2015 [3].**

Years	Population, thousand people	Diseases							
		Infectious diseases	Neoplasms	Diseases of the blood	Diseases of the endocrine system	Diseases of the nervous system	Diseases of the eye	Diseases of the respiratory system	Diseases of the digestive system
2010	608,3	2051,5	573,3	3230,9	719,8	1120,1	2242,4	18908,8	2640,8
2011	612,6	1798,5	465,1	2817,3	724,6	1064,7	2160,4	18655,0	2448,1
2012	617,7	1975,5	408,4	1543,2	710,5	1076,9	1992,2	17685,1	2439,3
2013	624,1	2012,1	371,7	1433,2	631,1	866,8	1716,2	17815,4	2518,5
2014	629,9	1816,2	414,6	1334,2	699,5	856,0	1600,6	17296,1	2711,4
2015	636,9	1712,0	493,3	1751,5	660,5	929,1	1837,2	16562,5	3047,1

The main factors that determine and influence health according to the World Health Organization are:
1. biological (heredity, type of higher nervous activity, constitution);
2. natural (climate, landscape, flora, fauna, etc.);
3. the state of the environment;
4. socio-economic;
5. level of development of health care.

Biological factors. Heredity and environment act as etiological factors and play a role in the pathogenesis of any human disease, but the share of their participation in each disease is different, and the more the share of one factor, the less the contribution of the other. The overwhelming number of common diseases, especially diseases of mature and advanced age. The main etiological factor is the adverse effect of the environment, but the realization of the effect of the factor depends on the individual genetic predisposition of the organism. Hereditary diseases caused by a pathological mutation, however, they require a specific environmental impact. Relatively few forms of pathology, in the emergence of which an exceptional role is played by the environmental factor. Genetic factors in this case affect its outcome [5].

Medical support. It is with this factor that most people associate their hopes for health, but the share of responsibility of this factor is unexpectedly low. Medicine is a system of scientific knowledge and practical activities aimed at strengthening, prolonging the life of people, preventing and treating human diseases.

In medical prophylaxis of morbidity, three levels are distinguished: first level prevention is targeted at the whole contingent of children and adults, its task is to improve the state of their health throughout the life cycle. Medical prevention of the second level is engaged in revealing the indicators of the constitutional predisposition of people and the risk factors of many diseases, predicting the risk of diseases by a combination of hereditary characteristics. That is, it is not focused on the treatment of specific diseases, but on their secondary prevention. Prevention of the third level, or prevention of diseases, sets as its main objective the prevention of recurrence of diseases in patients on a general population scale.

State of the environment. Human, as a living system, is an integral part of the biosphere. The human impact on the biosphere is associated not so much with its biological as with labor activity. It is known that technical systems have a chemical and physical effect on the biosphere through the following channels: through the atmosphere (use and isolation of various gases violates natural gas exchange) through the hydrosphere (pollution by chemicals and oil of rivers, seas and oceans) through the lithosphere (use of minerals, pollution soils with industrial wastes, etc.).

The human organism is in many respects connected with the other components of the biosphere - plants, insects, microorganisms, etc., that is, its complex organism enters the general cycle of substances and

obeys its laws. Continuous inflow of atmospheric oxygen, drinking water, food is absolutely necessary for the existence and biological activity of human. The human organism is subject to daily and seasonal rhythms, responds to seasonal changes in the temperature of the environment, the intensity of solar radiation, etc. Thus, studies conducted in the United States have shown that more than half (51.2%) of human health depends on the image life. The second important factor is human genetic data, including heredity. From this factor, health depends on one fifth (20.4%). Almost the same weight (19.9%) on health affects the state of the environment [6]. The development of health care has an impact on the health of the population, but its role is generally somewhat lower - only 8.5%. Therefore, the problem of lifestyle is key in studying the dynamics of public health [7].

Conclusions. In recent years, the level of the incidence of the population, associated with adverse environmental effects, is not decreasing. This is due to the fact that many negative factors continue to act.

As a result of the research, the main factors affecting the health of the population of the West Kazakhstan region are environmental factors. They can be divided into:

✓ Physical factors: solar radiation and other physical effects of cosmic origin, temperature,

humidity, speed and air pressure, temperature of the enclosing surfaces (radiation temperature from building structures, soil, equipment, etc.), noise, vibration, ionizing radiation, illumination, electromagnetic waves and others.

✓ Chemical factors: natural and human-made chemical elements and compounds (contaminants) that form part of air, water, soil, food, building materials, clothing, footwear, various household and interior items, household electrical appliances, industrial equipment,

✓ Biological factors: harmless and harmful microorganisms, viruses, worms, fungi, various animals and plants and products of their vital activity [7].

Physical, chemical and to a certain extent, biological factors can be both natural and artificial (anthropogenically-technogenic) origin, more often there is an effect on the human body of these factors. First of all, this is an unsatisfactory natural water quality, mainly - their increased mineralization. Aridization of climate leads to an increase in respiratory and skin diseases. Situated on the border with Russia (Astrakhan region) and Kazakhstan (West Kazakhstan region) the Kapustin Yar missile military test site affects oncological diseases and neoplasms [8].

To neutralize the impact of unfavorable natural and anthropogenic conditions on the level of morbidity, health status of the population and improvement of the current situation, it is necessary to involve the social adaptation of the population, an important part of which is the system of organization of public health and social security, raising the standard of living of the inhabitants of the republic [9-12].

To eliminate these problems and optimize the ways to improve the health of the population, it is necessary to conduct a comprehensive study of the probabilities of occurrence and spread of diseases of the population, depending on the manifestation of various environmental factors.

REFERENCES

[1] Concern about the future of Europe. Population health and environment in the WHO of European region.- WHO, 1994.

[2] B.V. Shkurinsky. The study of the territorial differentiation of the incidence of the population (on the example of the West Kazakhstan region) // Organization of the territory: statics, dynamics, management: materials of the VI All-Russian Scientific-Practical Conference /BSPU named after M. Akmulla, USC RAS. - Ufa: Publishing house of the Bashkir State Pedagogical University, 2009. - 113-115 p.

[3] Official website of the Ministry of Healthcare of the Republic of Kazakhstan // mz.gov.kz.

[4] Guide to medical geography / Ed by. A.A. Keller and others. St. Petersburg: Hippocrates, 1993. 352 p.

[5] E.L.Chesnova Physical Culture. Textbook for students. Supreme. Institutions / MDect Media / Moscow / 160 p - 127 p.

[6] Bolshakov A.M., Cherepov E.M., Akimova E.I. On the comprehensive hygienic assessment of the state of the environment and its impact on the health of the population of the region. 1999 - №2 - c47-49.

[7] The methodology of evaluation of health risks when exposed to chemical, physical and biological factors for determining safety of products (goods). – M.: Humanite media, 2014. – 120 p.

[8] Vyaltsina N.E., Boev V.M., Vereshchagin N.N. et al. Evaluation of the contribution of environmental factors to the formation of the demographic situation at the regional level // Hygiene and Sanitation. M-2009. № 4. P. 20-22.

[9] The state program of development of public health services of the Republic of Kazakhstan "Salamatty Kazakhstan" for 2011-2015. - 120 s.

[10] Sexton K. Needman L.L. Pirkle J.L. Human biomonitoring of environmental chemicals // American Scientist. – 2004. – Vol. 92. – P. 38–45.

[11] Quantication of the Health Effects of Exposure to Air Pollution // Report of WHO Working Group. — Bethoven, 2000.

[12] Kulmanov M.E., Slazhneva T.I., Korchevsky A.A., Orazgaliyev B.D. Implementation of the program "Prevention" for the improvement of the environment and health promotion of the population of the Pavlodar region // Healthcare of Kazakhstan .- 1994.- N 4.- P.11-13.

Дуйсебаева К.Д., Абилова А.Б., Кенеспаева Л.Б., Мажитова Г.Г.

Анализ связей между условиями проживания и состоянием здоровья населения Западно-Казахстанской области Республики Казахстан

Аннотация: В статье рассматриваются медико-географические особенности заболеваний Западно-Казахстанской области Республики Казахстан, а также закономерности географического распространения болезней человека и факторы, обусловливающие эти болезни. В центре внимания любой медико-географической проблемы всегда лежит взаимоотношение среда – здоровье, поэтому непосредственное изучение заболеваемости населения связано с территориальной дифференсацией. Отсюда чрезвычайно актуальной является задача организации и проведения систематического медико-экологического изучения здоровья населения, контроль факторов окружающей среды (комплекса природных, техногенных и социально-экономических), выделение районов с напряженной экологической ситуацией и групп риска среди населения, то есть выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека, на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения. Основные результаты научного исследования (научные, практические): выявлены основные заболевания и болезни на территории Западно-Казахстанской области, охарактеризованы факторы, влияющие на заболеваемость данной области.

Ключевые слова: Западно-Казахстанская область Республики Казахстан, факторы, болезнь, здоровье, население, территория, медико-географические особенности, техногенные, социально-экономические, причинно-следственные связи.

Дуйсебаева К.Д., Абилова А.Б., Кенеспаева Л.Б., Мажитова Г.Г.

Қазақстан республикасы батыс қазақстан облысы тұрғындарының денсаулық жағдайлары мен өмір сүру үрдісі «шарттары» арасындағы байланысты талдау

Мақалада Қазақстан Республикасы Батыс- Қазақстан облысы бойынша «кеселдердің» аурулардың медициналық географиялық ерекшеліктері, сонымен қатар адамдардағы аурудың географиялық таралу заңдылықтары мен кеселді тудырушы факторлар қарастырылған. Медициналық-географиялық мәселелер қоршаған орта мен денсаулық арақатынасына негізделген, сондықтан тұрғындардың денсаулығын қарастыру территориялдық дифференциациялаумен «саралаумен» тікелей байланысты. Осы орайда, тұрғындардың денсаулығына қоршаған орта факторларының (табиғи, техногенді, әлеуметтік-экономикалық факторлардың кешенді түрде) әсер етуі жағдайларын жүйелі түрде қарастыруды ұйымдастыру, сонымен қатар экологиялық ахуалы мүшкіл аудандарды және тұрғындар ішіндегі қауіпті топтарды анықтау, яғни тұрғылықты халық денсаулығы мен адамның өмір сүру ортасының оның денсаулығына тигізер қауіп себебін, әсер етуші факторларды жүйелі түрде сараптаулар жүргізу арқылы анықтау көкей кесті өзекті мәселе. Ғылыми зерттеудің негізгі нәтижелері: Батыс-Қазақстан олысы территориясындағы негізгі кеселдер мен ауру түрлері анықталды, осы өңірдегі ауырулардың болуына әсер етуші факторлар қарастырылды.

Түйін сөздер: Батыс-Қазақстан облысы Қазақстан Республикасы, факторлар, ауру, кесел, денсаулық, тұрғындар, территория, медициналық-географиялық ерекшеліктер, техногенді, әлеуметтік-экономикалық, себеп-салдарлық байланыс.

УДК 338.1(574)

A.A. Tokbergenova, A.M. Temirali
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
E-mail:temirali.akbota@mail.ru)

THE ECONOMICAL DEVELOPMENT FEATURES OF THE SOUTH KAZAKHSTAN REGION

Abstract. This work analyzed the current economic development of the South Kazakhstan region and its four main regions by using modern geoinformatic methods in cartographic data. The purpose of our study is to analyze the influence of the South Kazakhstan region on the economic situation of the republic and the future development strategy. The actuality of the proposed article is related to the main economic centers of the South-Kazakhstan region as well as

determining their effectiveness and productivity. In the course of the work were used the main software components of the geographic information system (GIS) (ArcGis 10.3), a convenient operating system and office packages (mainly MS Office). As a result, using a technology of geoinformation systems and satellite images, were created maps with GRP indicators of the South- Kazakhstan region and a map of regional development strategies.

Keywords: Economy, development strategy, GRP, geographic information system (GIS), software components.

А. А. Тоқбергенова, А.М.Темірәлі
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан)

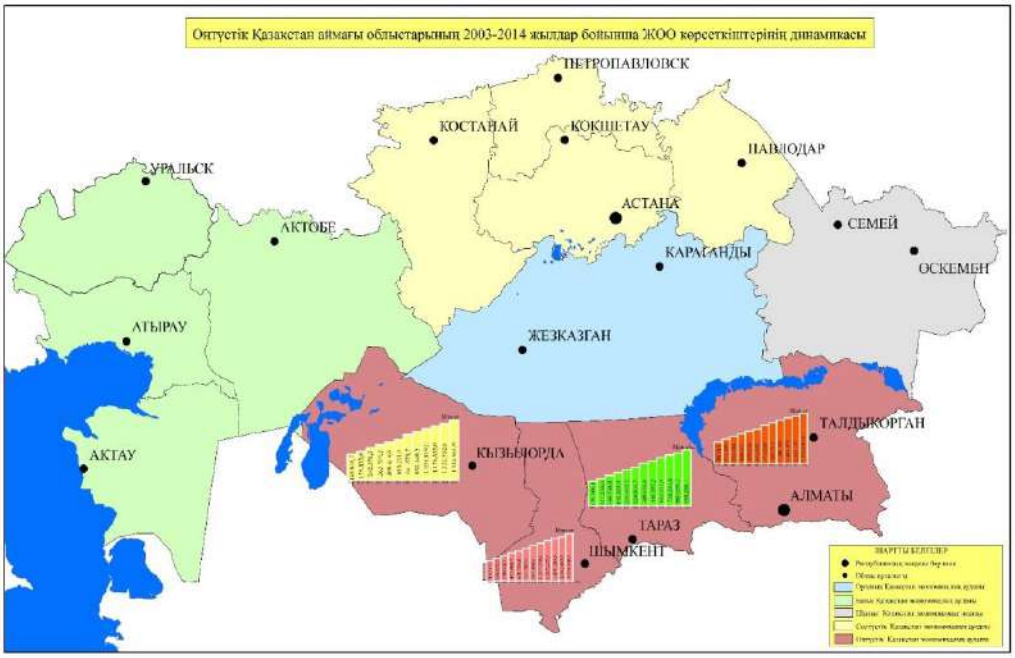
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНДАҒЫ ШАРУАШЫЛЫҚТЫҢ ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Түйіндеме. Бұл мақалада Оңтүстік Қазақстан аймағындағы еліміздің төрт алпауыт облысының бүгінгі таңдағы экономикалық дамуына аумақтық талдау жасалып нәтижесінде алынған мәліметтерді картографиялауда заманауи геоақпараттық әдістерін қолдану жүзеге асырылды. Осы мақаланы жазу барысында Оңтүстік Қазақстан аймағының қазіргі таңда республикамыздың экономикалық жағдайына ықпалы мен болашақ даму стратегиялары талданды.Ұсынылып отырған жұмыстың өзектілігі Оңтүстік Қазақстан аймағындағы басты шаруашылықтың орталықтарын талдай келе бүгінгі таңда оларды жандандырудың тиімділігі мен өнімділігін айқындау. Географиялық ақпараттық жүйе (ГАЖ) технологияларын қолданып, ғарыштық түсірілімдерді пайдаланып, Оңтүстік Қазақстан аймағының ЖӨӨ-і көрсеткіші, сонымен бірге,аймақтың даму стратегиясының картасы құрастырылды.Жұмыс барысында географиялық ақпараттық жүйенің (ГАЖ) негізгі бағдарламалық компоненттері (ArcGis 10.3), қолайлы операциялық жүйе және офистік пакеттер (негізінен MS Office) қолданылды.

Түйін сөздер: шаруашылық, стратегиялық даму, ЖӨӨ, ГАЖ, өндіріс, бағдарламалық компоненттер.

Кіріспе. Оңтүстік Қазақстан аймағы (Алматы, Жамбыл, Оңтүстік Қазақстан, Қызылорда облыстары) шаруашылық салаларының ішінде кен өндіруге, өңдеуге, ауыр, жеңіл және тамақ өнеркәсіптеріне ауыл шаруашылығына маманданған. Ауданда мұнай, газ, фосфорит, барит, түсті металл, тас көмір, вермикулит, тальк, асбест, темір, хром, кварц құмы, гипс, селитра ас тұзы кендері таралған.[5] Оңтүстік Қазақстан экономикалық аймағының табиғи климат жағдайы ауыл шаруашылығына өте қолайлы. Оңтүстік Қазақстан экономикалық ауданы Қазақстанның басты суармалы егіншілікті ауданы. Мұнда үнемі суаруды қажет ететін техникалық дақылдардан мақта, қант қызылшасы, күріш, дәнді дақылдар өсіріледі.

Оңтүстік Қазақстан экономикалық ауданы Қазақстан бойынша бірден бір мақта өсіретін аудан. Мақтадан жеңіл өнеркәсібіне қажетті талшықтан басқа, шитті мақта майы алынады.Бұл аудан еліміздегі ауыл шаруашылығы жалпы өнімінің 30 пайызын береді. Мұндағы ауыл шаруашылығына жарамды жерлер 48,3 млн га құрайды оның 2,7 млн га шабындық жерлер.[6] Мұнда дәнді дақылдар, көкөніс, картоп өсіріледі. Қызылорда облысы күріш дақылын өсіруге маманданған, еліміздегі 85-87 % күріш өнімін өндіреді. Республика бойынша мақта дақылын өсіруге табиғат жағдайы қолайлы бірден –бір аймақ Оңтүстік Қазақстан облысы болып табылады. [1] Осы облыстың бүкіл өнімінің 40 пайызын мақта өнімін құрайды. Бұл ауданда жалпы Республика бойынша 40 пайыз мұнай өнімдерін, 16 пайыз химия өнеркәсіп өнімдерін, 16 пайыз цемент өнімдерін, 70 пайыз құрылыс кірпіш өнімдерін өндіреді.Оңтүстік Қазақстанда өнеркәсіптен түсті металлургия, химия, мұнай өңдеу, машина жасау, металл балқыту, құрылыс материалдары, жеңіл және тамақ өнеркәсіп салалары дамыған. Қаратау және Жоңғар Алатауы тау қойнауындағы полиметалл қазба байлығы негізінде Ащысай полиметалл комбинаты, Текелі қорғасын-мырыш, Шымкент қорғасын зауыттары салынды. [7] Ауданда түсті металлургия өнеркәсібімен тығыз байланысты химия өнеркәсібі дамуда. Қаратау фосфоритіне негізделген Қаратау кен-химия комбинатының еліміздің экономикасы үшін маңызы зор. Жамбыл облысының Қаратау жотасындағы Жаңатас, Көкжал, Ақсай, Көксу, Шолақтау, Шайлыбұлақ кен орындарында фосфориттің 2,6 млрд тоннадан аса қоры бар екені анықталған.



Сурет-1.Оңтүстік Қазақстан аймағы облыстарының 2003-2014 жылдарға арналған ЖӨӨ көрсеткіштерінің динамикасы.

Зерттеу аймағы.Қазіргі таңда Қызылорда облысында ел экономикасына табыс алып келетін бірнеше индустриалды жоспарлар құрылды.2017 жылы неміс компаниясымен бірге Қызылорданың индустриялық аймағында құны 253 млн доллар болатын ферроқорытпа зауытын салуды жоспарлап отыр.[10] Оның техникалық-экономикалық негіздемесі дайын және сәйкес инфрақұрылымы жүргізілген. Кәсіпорын жылына 160 мың тоннаға дейін құрамында алюминиі аз ферросилиция өндіретін болады(сурет 2). Зауыт отандық ғалымдар жасақтаған инновациялық технологиямен жұмыс істейтін болады. Оның үстіне өндіріс ошағының энергия сыйымдылығы өте жоғары болғандықтан, екінші кезеңде қуаттылығы 150 МВт газтурбиналық электр станциясының құрылысы жоспарланған.Сондай-ақ, облыста мұнай саласына және уранға арнап компонажды цемент өндіретін зауыт салу қарастырылған. Цемент мұнай мен газ өнеркәсібінде бұрғылау кезінде ұңғымалардың жер асты суларының енуінен оқшаулау үшін пайдаланылады.[2] Сондай-ақ, Мемлекет басшысының тапсырмасымен «Самұрық-Қазына» әл-ауқат қоры Шалқия кен орнында құны 419 млн доллар болатын кен-байыту комбинатын салу туралы шешім қабылданған еді. Кәсіпорын 66 мың тоннаға дейін қорғасын концентратын және шамамен 230 мың тонна мырыш концентратын шығаратын болады. Кәсіпорынға 340 маман алынып қойылды. Бұдан өзге, облыста құны 253 млн доллар болатын ферроқорытпа зауытының құрылысы басталады, сәйкес ТЭН әзірленіп қойылды. Кәсіпорын жылына 160 мың тонна төмен алюминий ферросилициясын шығарады деп жоспарланып отыр. Аталған компонент барлық металлургиялық өнеркәсіпте көшбасшы қоспа ретінде жоғары сұранысқа ие. [9] Жетікізілім географиясы Қытайдан бастап Еуропаға дейінгі аумақты қамтиды. Қажетті кадрлар дайындау мақсатында биылғы жылдың өзінде шамамен 130 мың маман Мәскеу болат және қорытпа институтына, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық университетіне, Сәтпаев атындағы ҚазҰТУ-ға оқытуға жіберілді.

Нәтижелері. 2018 жылы Тау-кен байыту комбинатының құрылысы аяқталған соң, өндірістік нысанда 1,5 мың жұмыс орны құрылады.Екі кезектен тұратын тау-кен байыту комбинатының құрылысы бойынша- Комбинаттың бірінші кезектегі құрылысы аясында жылына 2 млн тонна кенге дейін, екінші кезең аясында 2019 жылдан бастап - жылына 4 млн тонна кенген дейін өндіру және өңдеу жоспарланған. Облыс ванадий, мыс, сирек кездесетін металдар қорына ие болғандықтан, металлургиялық кластер құру бойынша жұмысты бастады.

Үкімет арнайы Жол картасын бекітті. Жоғары технологиялы заманауи металлургия облысымыз үшін мұнайдың баламасы бола алады деп күтілуде.Жобаны жүзеге асыру металл мырышын және қорғасын коксын алуға және қорғасын алуды 55% дейін арттыруға мүмкіндік береді деп күтілуде.



Сурет - 2. Оңтүстік Қазақстан аймағы облыстарының экономикасының даму келешегі

Өңір арқылы өтетін Батыс Еуропа - Батыс Қытай халықаралық автомагистралінің құрылысы, Қазақстан мен Ресейдің 10 өңіріндегі Қытайдан Санкт-Петербургке дейінгі ең үлкен жол бөлігі. Бізде 812 шақырым.Қызылорда облысы арқылы өтетін жолмен жылына 30 млн тонна жүк тасымалдана бастайды, бұл өңірдің дамуына мультипликативтік әсер бермек.Жалпы бұрын,облыс аумағымен Ұлы Жібек жолының солтүстік тармағы өтіп жатты. ҚР Үкіметінің 3.09.2012 жылы №1134 Қаулысымен бекітілген Бас жоспарда, Шымкент қаласын жақын маңдағы қалалар мен елді мекендерді қамтитын орталық ретінде дамыту көзделген. Сонымен қатар, қалаға жақын орналасқан Сайрам, Төлеби, Ордабасы аудандарындағы 145,0 мыңға жуық халқы бар 40 елді мекен қала шекрасына қосылды. ҚР «Өңірлерді дамыту» бағдарламасына сәйкес изохрон тәсілі бойыша (1,5 сағат ішінде көлікпен қол жетімділік) агломераця аймағының орталығы ретінде Шымкент қаласы, Сайрам, Төлеби, Ордабасы, Бәйдібек, Түлкібас, Қазығұрт аудандары, Арыс қаласы енгізілген.Шымкент агломерациясы аумағындағы халық санының үлесі Республика халық санының 8,5 пайызын құрайды (1,4 млн.адам).[3] Шымкент агломерациясының ауқымын даму коэффициентінің (7,4) жоғары екенін ескере келе, республика бойынша агломерциялық дамудың 1-ші деңгейіне Астана, Алматы қалаларынан кейін Шымкент қаласы енгізілген.Шымкент қаласы бүгінде еліміздің экономикасына елеулі ықпал етуде. Қалада «КІОТІ» брендімен бірлесіп трактор шығаратын зауыт салу жоспарлануда. Сондай-ақ, Ордабасы ауданында болат құю зауыты ашылатын болады деп жоспарлануда.Өндіріс орнында жылына 150 мың тонна болат құйылып,құрыш табақтары мен су сорғы корпустары шығарылады.Зауыт құрылысын «Karlscrona LC AB»серіктестігі жүргізуде.Жылына 6500дана тиегіш сорғы мен дискілік айналма бекітпелер шығаруға мүмкіндігі бар. «Karlscrona LC AB»ЖШС-ң автоматтандыру деңгейі жоғары болғандықтан 40 адам жұмыспен қамтылған. Өнімнің 90%-ы-«ҚазАтомӨнеркәсіп» уран өндіру кәсіпорындары мен ОҚО,Алматы,Маңғыстау,Атырау су арналары алады.10%-ы Қырғызстан,Өзбекстан,Тәжікстанға экспортталмақ.Жобаның орындалу мерзімі 2018жылға жоспарланды.

Тараз қаласында қазіргі кезде тек туризм саласы емес,экономикалық табыс көзі бірнеше жаңа индустриалды жобалар құрумен байланысты болып отыр. Солардың бірі, «Тараз құбыр зауыты»ЖШС-жалпы сомасы 2млрд.424млн тг полиэтилендік құбыр шығаратын зауыт құрылысын салу жобасын жүзеге асыруды жоспарлап отыр.Құрылыс жұмыстарын жүргізу үшін Тараз қаласының оңтүстік –батыс бөлігінің Қызылабад елді мекенінен 11 га жер телімі бөлінді.

Сонымен қатар, Алматы облысының экономикаға маңызы оның өнеркәсіп салаларының жандануымен байланысты. Солардың бірі- Ақсу ауданында 2015 жылы салынып басталған гранит зауыты.Қазіргі кезде ол айына 205-300куб гранит өндіріп отыр, 100адам жұмыспен қамтылған.Бүгінде өндірген гранитті Текелі,Алматы,Талдықорғандағы зауыттарға тасымалдап жатыр.

Мемлекеттік даму бағдарламасында қаланың мәдени-әлеуметтік инфрақұрлымын дамыту арқылы Түркістанды заманға сай жабдықталған туристік орталыққа айналдыру жоспарланған. Қожа Ахмет Яссауй кесенесі ғимаратының шетелдік инвестицияның және мамандардың күшімен Венеция

хартиясы қағидаларына сай қалпына келтіруден өткізілген. Тәуелсіздік алған жылдардан бергі уақытта Түркістанға келіп, сәждеге бас июді міндет санайтын бауырлас Түркия елінің мемлекет басшыларының салған дәстүрлі жолы 2015жылы жалғасын тапты. Тарқатып айтсақ, Реджеп Тайып Ердоған мырзаны Елбасымыз Нұрсұлтан Назарбаев Түркістанда қарсы алып, Мемлекет басшылары осындағы Түркия тарапынан салынған мешіттің лентасын қиған. Ер Түріктің бесігі саналатын Түркістанда туризм саласы соңғы екі, үш жылда айтарлықтай дамып келеді. Осы жылдың өзінде киелі қалаға келіп, тарихи мекендерге зиярат етушілердің қатары миллионға жуықтады. Бұл көрсеткішті жергілікті басшылық «Батыс Қытай – Батыс Еуропа» автодәлізінің салынуымен байланыстырады.Еліміздің аумағынан өтетін «Жаңа Жібек Жолы» тармақтарының тартымды болуына ЮНЕСКО-ның Бүкіләлемдік мұрасына енген Қожа Ахмет Ясауи кесенесі, Тамғалы петроглифтері, Сарыарқа мен Солтүстік Қазақстан көлдері, сайын далалары, Қорғалжын және Наурызым қорықтары және аталмыш әлемдік мұраға жуырда ғана қабылданған Қаялық, Қарамерген, Талғар, Ақыртас, Құлан, Қостөбе, Өрнек және басқа тарихи-мәдени нысандармен қатар, жақын болашақта қабылданатын өзге тарихи мұралардың да өлшеусіз үлес қосатыны даусыз.

Қазақстан аумағынан өтетін «Жаңа Жібек Жолы» еліміздің көлік-транзиттік және логистикалық әлеуетін ғана көтеріп қоймай, ел экономикасын нығайта түсетін туризм саласының гүлденуіне де қомақты серпін беретіні көрініп тұр.

Қорытынды. Оңтүстік Қазақстан аймағының құрамындағы Онтүстік Қазақстан, Алматы,Жамбыл, Қызылорда облыстары еліміздегі табиғаты қолайлы, экономикалық жағдайы дамып келе жатқан бірден бір аймақ. Аймақ тарихи қалаларға өте бай және бүгінде бұл қалалардың қазіргі туризмді дамытуға мүмкіндігі бар. Тек қана бұл аймақтың туризм инфрақұрылымын дамытуға жергілікті және мемлекеттік биліктен баса көңіл бөлінуі тиіс. Бұл аймақтың экономикасы да қазіргі таңда қарқынды даму үстінде. Қызылорда облысында мұнай мен газдың кен қоры аймақтың дамуына үлкен үлес қосуда. Сонымен қатар, бұл аймақ күріш дақылының 85-87 пайызын береді. Оңтүстік Қазақстан облысы Қазақстан бойынша мұнай өңдейтін үш зауыт болатын болса, соның бірі – Шымкент мұнай өңдеу зауыты, республика мұнай өнімдерінің 50 пайызын өндіреді. Климаттық жағдайы мақта өсіруге қолайлы, Оңтүстік Қазақстан облысында бүкіл өндірілген өнімнің 40 пайызын береді. Жамбыл облысында Қазақстан бойынша фосфор өнімдерінің 100 пайызын өндіреді және Оңтүстік энергетикалық қауіпсіздік сақтау үшін Амангелді газ кеніші іске қосылған.Алматы облысы мен Жамбыл облысының табиғаты негізінен, қант қызылшасы мен жүгері өсіруге мамандаған. Мысалы, Алматы облысы, Шамалған ауданында жүгеріні терең өңдеу нәтижесінде крахмал сірнесін алу да және мұны көрші Қырғызстан мен Өзбекстан, Сібір аймақтарына экспортқа шығарып отыр.Сондай-ақ,аймақтардың болашақ даму стратегиялары мемлекетіміздің экономикасына оң нәтижесін береді деп күтілуде.

Жалпы қорыта келгенде, Оңтүстік Қазақстан аймағы тарихи құндылықтарға, рекреациялық орталықтарға бай және өнеркәсібі дамыған ірі аудан. Бұл аймақтың Қазақстан Республикасы үшін алатын орны бөлек.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қазақстанның өңірлері: //ҚР статистикалық агенттігінің ресми сайты. http://stat.gov.kz

[2] ҚР министрлігінің ресми сайты https://primeminister.kz

[3] Нүсіпова Г.Н, Байсұлтанова Г.М. Қазақстан халқының демографиялық үрдістерінің өзгерістері(санақ жылдары бойынша)//Серия географическая.Алматы. «Қазақ университеті», 2003.-53бет

[4] Оңтүстік Қазақстан облысының 2016 жылғы әлеуметтік-экономикалық және демографиялық негізгі қорытындысы.// www.ontustik.gov.kz

[5] Әлеуметтік –экономикалық жаңғырту-Қазақстан дамуының басты бағыты.//Елбасының Қазақстан халқына жолдауы.Егемен Қазақстан, 2015.28қаңтар. -8-9 бет.

[6] Аймақтың экономикалық әлеуеті: ғалымдардың үлесі. //Егемен Қазақстан 2016жыл, 2 наурыз.-3-5 бет.

[7] Назарбаев Н.Ә.«Қазақстан-2050»стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа бағыты» атты Қазақстан халқына жолдауы.//Егемен Қазақстан, 2015жыл.-11б

[8] Қызылорда облысының 2016жылға әлеуметтік-экономикалық негізгі қорытындысы. www.kyzylorda.gov.kz

[9] Жамбыл облысы әкімшілігінің ресми сайты: www.zhambyl.zhetisu.gov.kz

[10] Программа развития Алматинской области на 2016-2020 годы. Алматы облысы әкімдігінің ресми сайты. www.zhetysu.gov.kz

Токбергенова А.А. Темирали А.М

Особенности экономического развития Южно-Казахстанской области

Резюме. В статье анализируется текущее экономическое развитие Южно-Казахстанского региона и его четырех основных областей с использованием современных методов геоинформации в картографических данных.Целью нашего исследования является анализ влияния Южно-Казахстанского региона на экономическое положение республики и будущее стратегии развития.Актуальность предлагаемой статьи связана с основными экономическими центрами Южно –Казахстанского региона так же с определением их эффективности и производительности. В ходе работы были использованы основные программные компоненты географической информационной системы (GIS) (ArcGis 10.3), удобная операционная система и офисные пакеты (в основном MS Office).В результате с использованием технологии геоинформационных систем и спутниковых снимок была подготовлена карта с индикаторами ВРП Южно-Казахстанского региона а также карта стратегий регионального развития.

Ключевые слова*:* экономика,стратегическое развитие, ВРП, ГИС, программные компоненты.

Tokbergenova A.A, Temirali A.M

The economical development features of the South Kazakhstan region

Summary.This work analyzed the current economic development of the South Kazakhstan region and its four main regions by using modern geoinformatic methods in cartographic data. The purpose of our study is to analyze the influence of the South Kazakhstan region on the economic situation of the republic and the future development strategy. The actuality of the proposed article is related to the main economic centers of the South-Kazakhstan region as well as determining their effectiveness and productivity. In the course of the work were used the main software components of the geographic information system (GIS) (ArcGis 10.3), a convenient operating system and office packages (mainly MS Office). As a result, using a technology of geoinformation systems and satellite images, were created maps with GRP indicators of the South- Kazakhstan region and a map of regional development strategies.

Keywords: Economy, development strategy, GRP, geographic information system (GIS), software components.

УДК 550.46

Sh. Arynova[1], L. Rikhvanov[2], B. Soktoev[2], N. Korogod[3]
(S. Toraighyrov Pavlodar state university, Pavlodar, Kazakhstan
National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia
Pavlodar state pedagogical university, Pavlodar, Kazakhstan
E-mail: shinar_uzh@mai.ru)

GEOCHEMICAL INFORMATIVE CARBONATE FORMATIONS IN ECOLOGICAL STUDIES

Abstract. The article presents data on the chemical composition formed during the boiling of water of carbonate formations that inherit the hydrogeochemical characteristics of water used for drinking purposes. The geochemical specificity of anthropogenic carbonate deposits of the Pavlodar region is manifested in elevated concentrations of uranium, tantalum, and silver. There is a significant relationship between the content of uranium in water and scale. The scale of the Pavlodar region is characterized by the maximum content of hafnium, tantalum, uranium relative to other carbonate formations of the previously studied territories. There is a significant relationship between the content of uranium in water and scale. According to the maps of the distribution of uranium in the scale, a number of areas with the highest concentrations are allocated, namely, Kachirsky, Uspensky, Lebyazhensky, city administration of Pavlodar, Aksu.

Key words: water use, geochemistry, uranium, water quality, scale.

Ш.Ж. Арынова[1], Л.П. Рихванов[2], Б.Р. Соктоев[2], Н.П. Корогод[3]
[1]Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Павлодар, Казахстан
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия
[3]Павлодарский государственный педагогический университет, Павлодар, Казахстан

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ АНТРОПОГЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Аннотация. В статье представлены данные о химическом составе, образующихся при кипячении воды карбонатных образований, которые наследуют гидрогеохимические особенности воды, используемой в питьевых целях. Геохимическая специфика антропогенных карбонатных отложений Павлодарской области проявляется в повышенных концентрациях урана, тантала, серебра. Накипь Павлодарской области отличается макси-

мальным содержанием гафния, тантала, урана относительно других карбонатных образований ранее изученных территорий. Прослеживается значимая связь между содержанием урана в воде и накипи. Согласно картам распределения урана в накипи, выделяется ряд районов с максимально высокими концентрациями, а именно Качирский, Успенский, Лебяженский, г.а Павлодара, Аксу.

Ключевые слова: водопользование, геохимия, уран, качество вод, накипь.

Постановка вопроса

Качество питьевых вод зависит от проявлений естественных геохимических аномалий и антропогенного воздействия, которые оказывают значительное влияние на здоровье человека [1-4].

85% хозяйственно-питьевого водоснабжения обеспечивается за счет подземных вод в соответствии с геолого-гидрогеологическими и физико-географическими условиями Павлодарской области. Остальное водоснабжение приходится на поверхностные воды, представленные стоком реки Иртыш [5,6].

По химическому составу воды Павлодарской области относятся к типу пресных нейтральных гидрокарбонатных натриево-магниево-кальциевых среднежестких вод (средняя минерализация 0,8 г/л, pH – 7-8, жесткость – 3,3 мг-экв) [7].

Питьевая вода в бытовых условиях подвергается неоднократному кипячению, приводящему к образованию на стенках посуды накипи, которая используется в нашем исследовании, как довольно информативная и депонирующая среда, отражающая геохимические особенности воды.

Геохимическая информативность накипи подтверждена многочисленными исследованиями на территории Томской, Иркутской, Челябинской областях, в Алтайском крае и Байкальском регионе [8-11].

Достаточно обширный аналитический материал позволил оценить геохимическую особенность объекта исследования на территории Павлодарской области, которая включает в себя природно-техногенные комплексы разнопланового характера.

Материалы и методы

Во всех административных районах Павлодарской области отобраны более 200 проб антропогенных карбонатных образований в соответствии с рекомендациями, изложенными в патенте «Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды» [12].

Пробоподготовка включала в себя несколько этапов: сушка в комнатной температуре, истирание в агатовой ступке до состояния порошка, упаковывание в алюминиевую фольгу по 100 мг. Элементный состав карбонатных образований исследован инструментальным нейтронно-активационным методом на исследовательском ядерном реакторе. Для каждой пробы учитывались несколько характеристик: вид посуды, в которой кипятилась вода, глубина колодца в сельских населенных пунктах, по возможности временные рамки образования накипи.

Содержание урана в воде определялось с помощью люминесцентного метода и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Результаты и их обсуждение

Анализ данных по элементному составу антропогенных карбонатных отложений позволяет выделить ведущую группу элементов, которая состоит из натрия, кальция, железа, стронция, бария, цинка, минимальные концентрации которых превышают единицы мг/кг.

Распределение кальция и брома в антропогенных карбонатных образованиях по территории Павлодарской области является равномерным (данные коэффициента вариации (V) <50%), такие элементы как скандий, хром, мышьяк, серебро, барий, лантан, церий, рубидий, стронций, торий и уран неравномерное (V от 50 до 100%), крайне неравномерное – натрий, железо, кобальт, сурьма, цезий, гафний, цинк, тантал, золото, сурьма, европий, иттербий и тербий (V > 100%).

Используя литературные данные и исследования, которые были проведены ранее, нами была выделена региональная специфика антропогенных карбонатных образований Павлодарской области, которая проявляется в повышенном содержании гафния, тантала, урана (рисунок 1).

Сравнение элементного состава антропогенных карбонатных образований территории исследования с природным аналогом (травертин), позволило выделить высокое содержание большинства изученных химических элементов, кроме стронция, кальция и серебра.

В составе карбонатных отложений в большинстве своем накапливаются легкие лантаноиды, кроме накипи некоторых городских проб, Щарбактинского, Актогайского и Баянаульского районов

Карбонатные образования области характеризуются как высокоурановые, что в дальнейшем подтвердится лабораторными исследованиями воды и пространственным распределением урана в накипи.

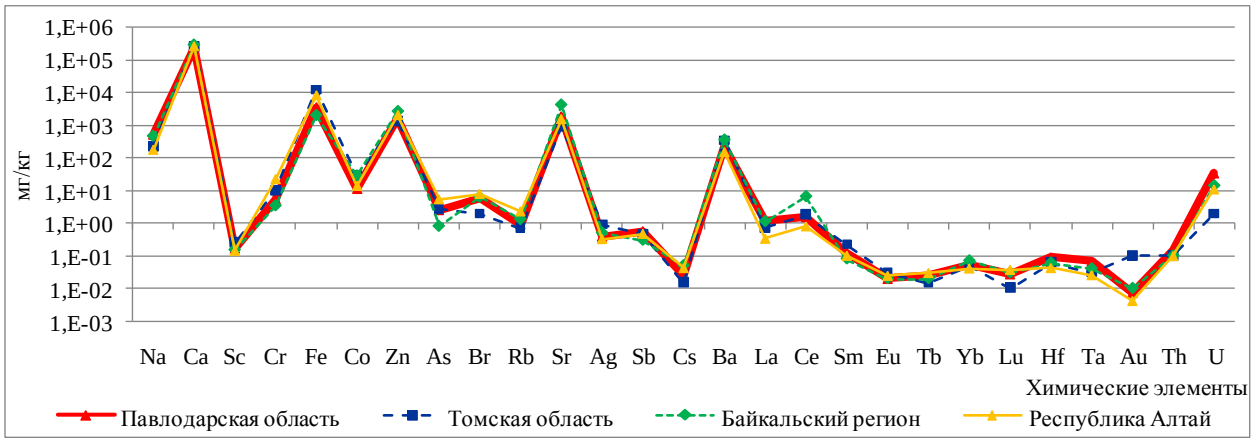


Рис. 1. Сравнительная характеристика элементного состава антропогенных карбонатных образований Павлодарской области с ранее изученными территориями

Нами выполнен расчёт коэффициента концентрации относительно среднего содержания химических элементов в накипи вод озера Байкал. Геохимическая специализация антропогенных карбонатных отложений изучаемой территории проявляется в повышенном концентрировании тантала, серебра, урана. Необходимо отметить, что цинк в накипи является сквозным элементом, поскольку характерен для карбонатных образования для всех ранее изученных территорий (Байкальский регион, Томская область, Алтайский край), кроме того во всех районах Павлодарской области, его коэффициент концентраций превышает 10. Карбонатные образования Иртышского района отличается наибольшим количеством аномально встречающихся элементов, в особенности редких и редкоземельных элементов.

Спектр химических элементов накипи г.а. Аксу характеризуется ярко выраженной золото-серебряной ассоциацией, который обусловлен местонахождением в этом районе Майкаинского рудного поля, месторождения полиметаллических руд Алпыс.

Кроме того, карбонатные образования села Первомайск, Качирского района отличаются высоким содержанием урана (479 мг/кг).

Пространственное распределение урана в карбонатных образованиях по территории крайне неравномерное, что обусловлено как природными (озерные впадины с высокими содержанием радионуклидов, буроугольные бассейны), так и антропогенными источниками (Семипалатинский испытательный полигон) поступления элемента. Согласно изучениям радиоэлемента в донных отложениях и водных источниках «Волковгеологией» определены потенциальные радиоэкологически опасные зоны, которые нашли свое отражение на карте пространственного распределения урана в карбонатных отложениях (рисунок 2).

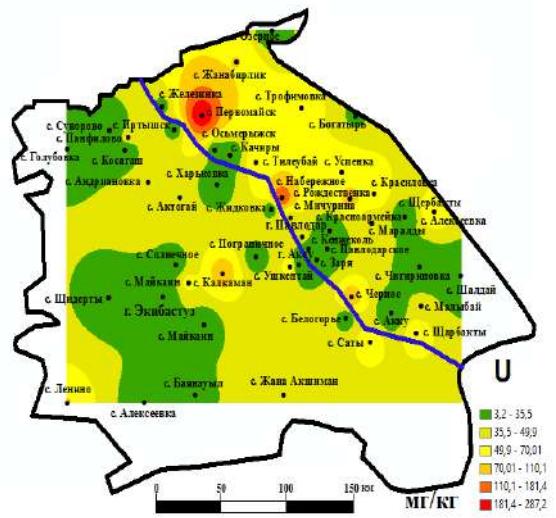


Рис. 2. Пространственное распространение урана в антропогенных карбонатных образованиях в Павлодарской области, мг/кг

Один из важных этапов исследования заключался в определении содержания урана в воде и накипи, что обусловлено его высокой химической токсичностью [13-15].

Качество питьевых вод определяли по данным изучения урана в воде. Количественное содержание радиоэлемента определено двумя аналитическими методами лазерно-люминесцентным и масс-спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой, что позволило выделить 3 группы районов. В первой группе содержание металла в воде более 20 мкг/л. Во второй группе на уровне 10-20 мкг/л. В третьей группе районов содержание элемента меньше 10 мкг/л. Содержание урана в воде достаточно высокое по отношению к его предельно-допустимой концентрации в России (15 мкг/л) и США (32 мкг/л). При концентрации радиоэлемента в питьевой воде около 18 мкг/л его среднее содержание в антропогенных карбонатных образованиях 30-40 мг/кг. Значимая связь между концентрацией U в карбонатных отложениях и воде установлена как по данным лазерно-люминесцентного анализа ($r_{\lambda=0,05}$= 0,8), так и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой ($r_{\lambda=0,05}$= 0,7).

Предыдущими исследованиями [8] на примере U хорошо показано, что между его содержанием в воде и в карбонатных отложениях Томской области есть значимая связь ($r_{\lambda=0,05}$= 0,62).

При проведении лабораторных исследований, описанных в работе [9] показано, что U может концентрироваться при кипячении воды, причем его содержание увеличивается на 2 порядка – до 0,2 мг/дм^3, что превышает его оценочный санитарно-гигиенический уровень в питьевой воде более чем в 10 раз.

Определенная значимая связь лишь показывает, что процесс кипячения воды не всегда позволяет избавиться от нежелательных компонентов, а иногда способствует наоборот концентрированию элементов, что может представлять потенциальную опасность здоровью человека.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Sengupta P. Potential health impacts of hard water // International journal of preventive medicine. - 2013. - 4(8). - P. 866-875

[2] Эльпинер Л.И. Медико-экологические аспекты современной гидрогеологии //Вода: химия и экология. – 2016. – № 01. – С. 30-35.

[3] Fawel J, Nieuwenhuijsen. Contaminants in drinking water. Environmental pollution and health // British medical bulletin. - № 68(1). - 2003. – P. 199-208.

[4] Puzanov A.V., Baboshkina S.V., Likhodumova I.N. The peculiarities of macro- and microelemental composition of drinking water in the North Kazakhstan oblast'as an environmental factor affecting human health // The regional workshop. Strengthening the Collaboration between the AASA Clean Water Programme and the IAP Water Programme. - Barnaul. - P.71-75.

[5] Шаймерденов Н.Р. Водные ресурсы Павлодарской области. – Павлодар, 2002. –132 с.

[6] Хамзина Ш.Ш., Шарипова З.М., Омарова Г.М. Водные ресурсы Павлодарской области, их охрана и рациональное использование. – Павлодар: ИнЕУ, 2013. – 248 с.

[7] Арынова Ш.Ж. Элементный состав солевых отложений из природных пресных вод как индикатор экологической безопасности водопользования: автореф. дис. … канд. геол.- мин. наук. – Томск, 2017. – 22 с.

[8] Монголина Т.А. Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатор природно-техногенного состояния территории: автореф. дис. … канд. геол.- мин. наук. – Томск, 2011. – 21 с.

[9] Соктоев Б.Р. Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона): автореф. дис. … канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2015. – 22 с.

[10] Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Соктоев Б.Р. Особенности химического состава солевых отложений подземных питьевых вод Республики Алтай // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т.324. – №1. – С. 190-195.

[11] Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Барановская Н.В. Солевые образования – индикатор загрязнения среды при геохимическом мониторинге // II Международная научно – практическая конференция / Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде. – Семипалатинск, 2002. – Т.2. – С. 426-432.

[12] Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды: патент Рос. Федерация № 2298212; заявл. 04.07.2005; опубл. 27.04.2007, Бюл. № 12, – 6 с.

[13] Нефрология: руководство для врачей: в 2 т. / под ред. С.И. Рябова.– Санкт-Петербург: СпецЛиТ, 2013. – Т.2. – 232 с.

[14] Kurttio P., Harmoinen A., Saha I., Salonen L., Karpas Z., Komulainen H., Auvinen A. Kidney toxicity of ingested uranium from drinking water //American journal of kidney diseases. - 2006. - P. 972-982.

[15] Hodgson A., Pellow P.G.D., Stradling G.N. Influence of Nephrotoxicity on Urinary Excretion of uranium. - Chilton: HPA, 2007. – 32 p.

Арынова Ш.Ж., Рихванов Л.П., Соктоев Б.Р., Корогод Н.П.

Қоршаған ортаны зерттеудегі антропогендік карбонатты түзілімдердің геохимиялық ақпараттылығы

Резюме. Қақты зерттеуге сәйкес, Павлодар облысының жалпы ерекшелігі анықталды, онда антропогендік карбонаттардың құрамында 3 элементтің қатысуымен сипатталады. Уранның құрамы суға және қаққа тәуелді екені анықталды. Судағы уранның мөлшері 17,7 мкг/л болса, онда оның орташа концентрациясы 30-40 мг/кг аралығында болады. Бұл шкаладағы қақтың шектеулі деңгейі болуы мүмкін, онда оның судағы шоғырлануы реттеуші талаптардан асып түседі. Павлодар облысының карбонатты түзілімдерінің геохимиялық спектрі әр елді мекенге тән химиялық элементтермен ұсынылған.

Түйін сөздер: су пайдалану, геохимия, уран, судың сапасы, ауқымы.

Arynova Sh., Rikhvanov L., Soktoev B., Korogod N.

Geochemical informative carbonate formations in ecological studies

Summary. According to the study of scale, the general specificity of the Pavlodar region was revealed, for which a presence in anthropogenic carbonate formations - 3 elements is typical. The dependence of uranium content in water and scale is established. If the uranium content in water is 17.7 μg / l, its average concentration in the scale varies between 30-40 mg / kg. This may be the limiting level of descaling, in which its concentration in water exceeds regulatory requirements. The geochemical spectrum of carbonate formations of the Pavlodar region is represented by chemical elements specific for each locality.

Key words: water use, geochemistry, uranium, water quality, scale.

ӘӨЖ 504.06

Г.С. Сатбаева
(Нархоз университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-САНИТАРЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІ

Түйіндеме. Мақалада қоршаған ортаның санитарлық-экологиялық жай-күйі баяндалған. Қоршаған ортаның санитарлық жай-күйін анықтайтын негізгі факторлар қарастырылған. Сонымен қатар, қоршаған орта жағдайын жақсартудың бірнеше бағыттары қарастырылып отыр.

Тірек сөздер: экология, санитарлық жай-күйі, гигиеналық талаптар, қоршаған орта.

Республикасындағы қоршаған ортаның жай-күйі және халық денсаулығы - бүгінгі таңда үкімет алдында тұрған маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Себебі, қоғамның әлеуметтік-экологиялық және экологиялық дамуы мемлекеттің дұрыс әрі тиімді шешім қабылдауымен тығыз байланысты.

Экологиялық ортаның жай–күйі адам денсаулығының салауаттылығын, мекен ету ортасының тазалығын, санитарлық талаптардың сәйкестігін анықтайтын бірден-бір фактор.

Қоршаған ортаның қолайлы санитарлық жай-күйіне санитарлық-гигиеналық талаптардың орындалуы және сақталуы, санитарлық-эпидемияға қарсы іс-шаралардың жүзеге асырылуы, азаматтар мен заңды тұлғалардың санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық саладағы Қазақстан Республикасының заңдылықтарын сақтауға талпынысы, қоршаған ортаның ластануының алдын-алу шаралары нәтижесінде қол жеткізуге болады.

Қазақстан Республикасында қабылданған Кодекстің 2 тарау 4 бабында «халықтың санитариялық-эпидемиологиялық саламаттылығын қамтамасыз ету денсаулық сақтау саласындағы мемлекеттік саясат қағидаттарының бірі ретінде көрініс табады [1].

Қоршаған орта нысандарындағы қауіпті және зиянды уытты заттардың құрамы туралы санитарлық-гигиеналық нормативтерді әзірлеу барысында ғалым-гигиенистер олардың экологиялық жүйелерге ықпал ету мүмкіндігін ескереді (өсімдіктер, жануарлар, су, ауа және т.б.). Мысалы, химиялық заттардың шекті мүмкін шамасы шаруашылық-тұрмыстық және коммуналдық-тұрмыстық мақсатта пайдаланылатын топырақ, су, атмосфералық ауаға ғана емес, балық шаруашылығы мақсатындағы су қоймаларына да әзірленеді. Топырақтың, сумен жабдықтау жүйелерінің ластануын болдырмас үшін және зиянды қалдықтардан қоршаған ортаны қорғау мақсатында генетикалық өзгерген микроағзаларды пайдалана отырып, осындай қалдықтарды зарарсыздандыратын экологиялық қауіпсіз биотехнологияны әзірлеп ендіреді.

Сондықтан да санитарлық-гигиена экологиялық талаптардың орындалуына елеулі ықпал етеді. Санитарлық-гигиеналық талаптарды әзірлеу келесідей бөлімдерден тұрады (1-сурет).



1-сурет. Санитарлық-гигиеналық талаптарды әзірлеу

Ескерту: әдебиеттер негізінде құрастырылған [2-5].

Жалпы алғанда, санитарлық–гигиеналық талаптар жалпы теориялық, жалпы медициналық, сауықтыру, емдеу салаларымен тығыз байланысты. Сонықтан да санитарлық-гигиеналық талаптарды анықтаумен айналысатын маман қоршаған ортаның табиғи және антропогендік, физикалық, химиялық және биологиялық факторларының сандық және сапалық сипаттамасын толыққанды білу үшін іргелі пәндерді (физика, химия, биология, математика, статистика) жетік меңгеруі керек. Қоршаған орта жағдайы туралы дәрігер-гигиенист энергетика министрлігінің, су шаруашылығы, балық шаруашылығы комитеттерінің, Казгидрометтің және т.б. аспаптық-зертханалық зерттеу нәтижелеріне сүйенеді.

Жалпы гигиена Гигия құдайының атымен аталған. Бұл атаудың пайда болу тарихы Эскулапе туралы аңызбен тікелей байланысты. Ал 1863 жылы В.И. Даль гигиенаны – «денсаулықты сақтау, қорғау шеберлігі немесе біліктілігі, зияннан қорғау әдісі» деп көрсеткен.

Ал эпидемиология түсінігі медицинада эпидемия туралы ғылым ретінде қалыптасып дамыған. Алғашқы мәліметтер Гиппократтың еңбектерінде жазылған. Ол әртүрлі орындардағы эпидемияның дамуы туралы мәліметтерді жинақтай отырып, эпидемиялық конституция түсінігін енгізген болатын. Одан кейінгі зерттеулерді итальян дәрігері Фракастро (1478-1553жж), ағылшын дәрігері Сайденгам (1627-1689жж), 19 ғасырда В. П. Малахов, 20-ғасырда Л. Пастер, П. Эрлих, Д.И. Ивановский, Н.Ф. Гамалей және т.б. жүргізген Мысалы, Е.Н. Павловский эпидемиологиялық зерттеулерді жүргізе отырып, адам баласындағы жұқпалы ауруларды тудыратын жабайы жануарлар, ал оны қоршаған ортада тараттатындар ұшатын жәндіктер деген қорытынды жасаған [6].

Санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық талаптар уақыт өте келе қоршаған орта элементтеріне де қолданыла бастады. Себебі, қоршаған ортаның жай-күйі адам денсаулығының жақсаруына немесе төмендеуіне тікелей байланысты.

Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2000 жылдың 9-маусымында №878 қаулысымен «Қазақстан Республикасының қоршаған орта гигиенасы туралы іс-қимылдар ұлттық жоспары» қабылданып бекітілген болатын. Қазақстан Республикасында қоршаған ортамен байланысты мұндай ұлттық жоспардың қабылдануының басты себебі мынада: 1994 жылы Хельсинкиде қоршаған орта министрлері мен денсаулық сақтау министрлерінің екінші конференциясы өтеді. Осы конференцияда әр елден келген өкілдерге өз мемлекеттерінде 1997 жылға дейін қоршаған орта гигиенасы туралы іс-қимыл ұлттық жоспарын әзірлеу жүктеледі. Бұл жоспардың басты мақсаты қоршаған ортаны қорғау және денсаулық сақтау секілді екі секторды тығыз байланыстыру болатын. Ал 1995 жылы Софияда өткен «Еуропадағы қоршаған орта» конференциясында қоршаған орта гигиенасы туралы іс қимыл ұлттық жоспарының маңыздылығын атап өтеді және оны әзірлеумен жүзеге асырудың қажеттілігін көрсетеді [7].

Осыған орай Қазақстан Республикасы да Хельсинкиде өткен конференция негізінде Қазақстан Республикасының қоршаған орта гигиенасы туралы іс қимыл жоспарын әзірледі. Бұл жоспар 1995 жылы қабылданған Қазақстан Республикасының Ата Заңының 31-бабына сәйкес негізделеді, себебі Ата Заңымызда «Мемлекет адам өмірі мен денсаулығы үшін қолайлы қоршаған ортаны қорғау мақсатын қояды» делінген.

Қоршаған орта гигиенасы туралы іс-қимыл ұлттық жоспарын әзірлеу барысында ұлттық деңгейдегі әлеуметтік-экологиялық мәселелер ескерілді. Осыған орай әрбір ведомстволар мен министрліктер денсаулық сақтау министрлігіне (қазіргі таңда денсаулық сақтау жөніндегі комитет) үш ай сайын есеп беріп отырады.

Қазақстан Республикасының аумағында халықтың мекен ететін ортасы мен еңбек ортасында оңтайлы санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық жағдайларды құру өзекті мәселелер қатарына жатады. Әрине әлі күнге дейін су мен жабдықтау, су құбырлары, қатты тұрмыстық және өндірістік қалдықтарды бөлек жинау, алшаққа орналастыру, жою, зарарсыздану; атмосфералық ауаға адам денсаулығына зиянмен қауіп төндіретін заттардың шығарылуы және тасталуы секілді өткір мәселелер күн тәртібінен түспей тұр. Уытты және кәдеге жаратылмайтын қалдықтарды көметін полигондардың аздығынан көптеген өнеркәсіптік қалдықтар сол өнеркәсіптің аумағында жинақталуда [8-11].

Қоршаған ортаның қолайсыз факторларының адам денсаулығына кері әсерінің нәтижелері әлеуметтік және өндірістік ортада жиі байқалып келеді. Қазақстан Республикасы аумағында қабылданған қоршаған орта гигиенасы туралы ұлттық жоспардың толық орындалуы және жүзеге асырылуы әлі де жоғары деңгейде емес [12].

Жалпы қоршаған ортаның гигиенасы туралы іс-қимыл жоспарын жүзеге асырудың басты міндеттері қоршаған табиғи, әлеуметтік, өндірістік ортаны қорғау және халықтың денсаулығын сақтау мен санитарлық сауаттылығын нығайту.

Осыған орай, Қазақстан Республикасының қоршаған ортасының гигиенасын сақтау және одан әрі жетілдіру барысында бірқатар басым бағыттарды қарастыру керек. Атап айтқанда:

1) Таза ауыз су мен қамтамасыз ету, себебі таза сапалы ауыз су халық денсаулығын нығайтудың және сақтаудың маңызды кепілі.

2) Қоршаған ортаға теріс ықпал ететін зиянды әрі қауіпті заттардың шығарылуын, тасталуын санитарлық тұрғыдан қадағалау және қауіпсіздігін қамтамасыз ету;

3) Топырақтың, судың, ауаның санитарлық қауіпсіздігін бақылау;

4) Тағам өнімдерін санитарлық-гигиеналық талаптарға сай болуын қатаң бақылау;

5) Төтенше қаупі бар өңірлерде, аймақтарда эпидемияға қарсы іс-шараларды ұйымдастыру және жүзеге асырылуын қатаң қадағалау;

6) Еңбек ортасының санитарлық-гигиеналық талаптарға сай болуын тексеріп, қадағалап, бақылап отыру;

Халықтың санитарлық-гигеналық және эпидемиологиялық сауаттылығын көтеру және халық арасында ол жайындағы ақпараттарды насихаттап отыру [13-15].

Қоршаған орта гигиенасы туралы ұлттық жоспарды іске асырудың соңғы мақсаты – жасыл экономика міндеттерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Себебі, баламалы энергия көздерін пайдалану арқылы қоршаған ортаға келетін жүктемені азайту бір жағынан қоршаған ортаның сауығуына мүмкіндік берсе, екінші жағынан халық денсаулығының жақсаруына, нығаюына ықпалын тигізеді.

Қоршаған орта гигиенасын сақтау және уақытылы орындау біршама әлеуметтік-экономикалық тиімге қол жеткізуге мүмкіндік береді, атап айтқанда: өлімнің, аурудың төмендеуі, өмір жасының ұзақтығы, азаматтардың еңбек етуге деген қабілеттерінің жақсаруы, қоршаған ортаға келетін антропогендік жүктеменің төмендеуі, ауыз су сапасының талапқа сай келуі, халық арасында жұқпалы аурулардың таралу деңгейінің азаюы, таза сапалы тағамдармен қамтамасыз ету және т.б.

Қоршаған орта жағдайының санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық талаптарға сай келуін үнемі және үздіксіз қадғалап бақылап отыру үшін негізгі басым бағыттарды анықтап алу қажет. Әрине бұл бағыттардың орындалуы көбіне мемлекет тарапынан қатаң бақылауға алынуы тиіс.

Қоршаған орта жағдайының санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық жағдайын бағалаудың бағыттарын бірнеше бөліктерге бөліп қарастыруға болады.

1. Уытты, зиянды, қауіпті қалдықтардың қоршаған ортаға тасталуын төмендету.
2. Қоршаған ортадағы зиянды факторлардың адам ағзасына кері әсерін төмендету, жою.
3. Қоршаған ортаның ластануынан келетін қауіпті болдырмас үшін алдын-алатын профилактикалық іс-шараларды әзірлеп жүзеге асыру.
4. Қазақстан Республикасының өңірлерін санитарлық-гигиеналық аудандастыру.
5. Қоршаған ортаның санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық нормативтерін жүзеге асыру және қосымша нормативтерді бекіту.
6. Қазақстан Республикасы аумағында қандай да бір шаруашылық және басқа да іс-әрекеттерді жоспарлау және жүзеге асыру барысында қабылданған шешімдердің санитарлық сараптама талаптарына сай болуын қадағалау.
7. Республика аумағында өндірілетін және шет мемлекеттерден келетін кез-келген химиялық және биологиялық заттарға, құрылыстық материалдарға, иондық сәуле тарату көздеріне, өндірістік құрал-жабдықтарға, заманауи технологиялар мен техникаларға, санитарлық сараптаманы жүзеге асыру қажеттілігі. Себебі, жоғарыда аталғандардың барлығы дерлік қоршаған орта ғана емес, адам денсаулығына да кері ықпалын тигізеді.
8. Су ресурстары соның ішінде ауыз сумен байланысты жұқпалы және жұқпайтын аурулардың алдын-алу.Мұнда ең алдымен жаңа су көздерін іздестіру қажет. Осындай жаңа су көздерін іздестіру және пайдалану халықтың сумен жабдықталу мәселелерінің шешімін табуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ластанған су көздері арқылы таралатын жұқпалы аурулардың алдын-алудың санитарлық және эпидемияға қарсы іс-шараларын жүргізу қажет.
9. Адам денсаулығына шудың, дірілдің, электромагниттік өрістің әсерін қарастыру және осы құбылыстармен ластану әсерін зерттеу. Мұндай жағдайда заманауи технологиялық құралдарды пайдалана отырып, атмосфералық ауадағы уытты заттардың шығарындыларын қысқартуды қамтамасыз ету.
10. Қалдықтарды бөліп жинау әдісін жүзеге асыру жөніндегі нормативтік базаны жетілдіру қажет. Әсіресе тұрмыстық қатты қалдықтарды бөліп жинау үдерісін халық арасында кеңінен насихаттау қажет.

11.Республика аумағында болуы мүмкін жер сілкінісі, су тасқыны, қар көшкіні және т.б. табиғи апаттардың әсерінен қоршаған ортаның санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық жағдайының өзгеруін болжамдау.

Қоршаған ортаның экологиялық жағдайын жақсартудағы санитарлық талаптың заңдық сақтау механизмдерін жетілдіру қажет. Біздің пікірімізше, ондай заңдық механизмдерге мыналарды жатқызуға болады:

- Мемлекеттік тұрғыдан жүргізілетін санитарлық нормалау;
- Мемлекет тарапынан жүргізілетін мемлекеттік санитарлық бақылауды күшейту;
- Адам өмірі мен денсаулығына, қоршаған ортаға айрықша қауіп төндіруі мүмкін және санитарлық-гигиеналық талаптарға жауап бермейтін өнімдерді, қызметтерді және бұйымдарды сертификаттау;
- Химиялық, физикалық және биологиялық заттардың адам өмірі мен денсаулығы үшін потенциалдық қауіптілігін мемлекеттік тіркеуден өткізу;
- Қоршаған ортаға және адамдар арасында әлеуметтік-гигиеналық мониторингті жүргізу және жүзеге асыру;
- Қоршаған ортаның экологиялық сауаттылығын жақсарту мақсатында зерттеулерді жүргізу;
- Халық арасында таралған немесе таралуы мүмкін жұқпалы аурулар және олардың таралуы жөнінде, жүргізілетін санитарлық іс-шаралар, гигиеналық тәрбиелеу және жаппай оқыту туралы халықты уақытылы ақпараттандыру.
- Халықтың санитарлық-гигеналық және эпидемиологиялық қолайлы жағдайын қамтамасыз ету саасындағы заңдарды, санитарлық қағидаларды, нормативтерді бұзғаны үшін жауапкершілікке тарту.

Шағын және ірі қалаларды, ауылдық елдімекендердің құрылысын жоспарлау және жүзеге асыру барысында олардың адам денсаулығы мен қоршаған ортаға, мекен ету ортасына факторлардың теріс әсерін алдын-алу және жою жөніндегі іс-шараларды жүзеге асыру қажет.

Қазақстан Республикасы өңірлері аумағының қала құрылысын жоспарлауда, жобалау нормаларын әзірлеуде, қоғамдық орталық орындарын,, тұрғын аудандарды, азаматтық, өнеркәсіптік, өндірістік, ауылшаруашылық мақсаттағы құрылыстардың жобаларын, өнеркәсіп орындарында санитарлық-қорғаныш зоналарын жоспарлау жөніндегі іс-шараларды әзірлеуде және жүзеге асыру барысында санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық талаптардың сақталуын қатаң бақылауға алу қажет. Себебі мұндай жағдайда санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық нормативтердің толыққанды сақталуы сол жерде мекен ететін халықтың денсаулығына кері әсерін тигізіп қана қоймай, қоршаған ортаның бірқатар факторларында кері өзгерістерді туындатуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Халық денсаулығы және денсаулық сақтау жүйесі туралы ҚР 2009 жылғы 18 қыркүйектегі №193 Кодексі

[2] Коммунальная гигиена/ под ред. Гончарук Е.И. – Киев, 2006.-792с.

[3] Пивоваров Ю.П. и др. Гигиена и основы экологии человека. – М.:»Академия», 2004.-528с

[4] Bardov V.G. Hygiene and ecology. –Ukraine.:ADHE, 2009.-150p

[5] Санитария и гигиена питания/ учбеное пособие. –Кемерово, 2005.-108с.

[6] Banerjee D., Chakraborty S.K., Bhattacharya S. Gangopadhyay A. Evaluation and analysis of road traffic noise in Asansol: An industrial town of eastern India // International Journal of Environmental Research, Public Health. 2008. -Vol. 5.(3)- P.165 -171

[7] Қазақстан Республикасының қоршаған орта гигиенасы туралы іс-қимылдар ұлттық жоспары» 2009 9 маусым №878

[8] «Су көздеріне, шаруашылық-ауыз су мақсаты үшін су жинау орындарына, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға,суды мәдени-тұрмыстық пайдалану орындарын және су объектілерінің қауіпсіздігіне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидасы 2015 жыл 16 наурыз, №209

[9] "Санитарно-эпидемиологические требования по охране поверхностных вод от загрязнений" от 28.06.2004 г. N 506.

[10] Черкинский С.Н. «Руководство по гигиене водоснабжения». – М.- 1975.

[11] «Су көздеріне, шаруашылық-ауыз су мақсаты үшін су жинау орындарына, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға,суды мәдени-тұрмыстық пайдалану орындарын және су объектілерінің қауіпсіздігіне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптар» санитариялық қағидасы 2015 жыл 16 наурыз, №209

[12] Интернет-ресурс: http: //www.stat.gov.kz «Бүгінгі Қазақстан» кітапшасы / Астана қаласы, 2015

[13] Интернет-ресурс: http: //www.stat.gov.kz «Қазақстан өңірлері» кітапшасы / Астана қаласы, 2015

[14] Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің тұтынушылардың құқықтарын қорғау комитетінің «Санитариялық-эпидемиологиялық сараптама және мониторинг ғылыми—практикалық орталығы» РМҚК деректері бойынша

[15] Аумақтардың экологиялық ахуалын бағалау критерийлері 2015 жыл 30 сәуір №10928

Сатбаева Г.С.

Санитарно экологическое состояние окружающей среды

Резюме. В статье рассматрено санитарно-экологическое состояние окружающей среды. Рассматривается основные факторы санитарно-экологического состояния окружающей среды. А также, представлены направления по улучшению состояния окружающей среды.

Ключевые слова: экология, санитарное состояние, гигиенические требования, окружающая среда.

Satbayeva G.S.

Sanitary-ecological state of the environment

Summary. The article considers the sanitary-ecological state of the environment. The main factors of the sanitary-ecological state of the environment are considered. And also, directions for improving the state of the environment are presented.

Key words: ecology, sanitary condition, hygienic requirements, environment.

УДК 621.31(075)

R.S. Akhambaev, A. Muratkyzy
(Kazakh National Research Technical University after K.I.Satpaev
Almaty, Republic of Kazakhstan
aiym.muratkyzy@mail.ru)

DEVELOPMENT OF FILTER COMPENSATION DEVICE NONLINEAR CONSUMERS OF REACTIVE CAPACITY

Abstract. Loading reactive power of electric networks negatively affects the operation of power supply systems: their capacity decreases, creates additional energy losses, leads to voltage drop and worsens the work of other consumers. With linear consumers of reactive power, its compensation is provided by devices equipped with capacitors. Increasing use of nonlinear elements (electronic keys) in consumers of electric energy leads to the formation of higher harmonics in power supply systems, which worsens the operation of traditional reactive power compensation devices and many electric energy consumers. In this regard, this work is aimed at improving reactive power compensation devices, it is timely and relevant.

Keywords: Filter compensating devices, higher harmonics, reactive power, nonlinear load.

Р.С. Ахамбаев, А. Мұратқызы
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан
aiym.muratkyzy@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРОКОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИ НЕЛИНЕЙНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЯХ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Аннотация. Загрузка реактивной мощностью электрических сетей негативно сказывается на работе систем электроснабжения: уменьшается их пропускная способность, создает дополнительные потери энергии, приводит к падению напряжения и ухудшает работу других потребителей. При линейных потребителях реактивной мощности ее компенсация обеспечивается устройствами оснащенными конденсаторами. Возрастающее использование в потребителях электрической энергии нелинейных элементов (электронных ключей) приводит к формированию высших гармоник в системах электроснабжения, что ухудшает работу традиционных устройств компенсации реактивной мощности и многих потребителей электрической энергии. В этой связи данная работа направлена на совершенствование устройств компенсации реактивной мощности, является актуальной и своевременной.

Ключевые слова: Фильтокомпенсирующие устроиства, высшие гармоники, реактивная мощность, нелинейная нагрузка.

Интенсивное развитие силовой полупроводниковой преобразовательной техники и ее использование в тиристорных электроприводах переменного и постоянного тока, вентильных преобразователях для электротермических и электротехнологических установок различного назначения привело к ухудшению показателей качества электроэнергии, проблемы с качеством электроэнергии проявляются с отклонениям напряжения, тока или частоты, вызывающих неисправность чувствительного оборудования. Интеграция инверторных подключений, а также неуклонный рост нелинейные нагрузки привели к возникновению гармонической проблемы в энергосистеме. Нелинейные нагрузки и переключаемые устройства под напряжением синусоидальными источниками или линейными нагрузками и коммутируемыми устройствами с

несинусоидальными источниками, создают гармоники в распределительных системах, а также к снижению естественного коэффициента мощности в сетях промышленного электроснабжения.

Особенно заметно это проявляется в колебаниях напряжения (они могут достигать величины более 20 % в сети 10 кВ) и частоты питающей электрической сети. Это обуславливается резким изменением как активной (колебания частоты), так и реактивной (колебания напряжения) мощности. Кроме того, работа установок сопровождается большими искажениями напряжения, происходящими из – за коммутации вентилей. Преобразование постоянного тока в переменный ток приводит к введению гармоники низкого порядка в энергосистему [1].

Таким образом, преобразовательные агрегаты являются крупными потребителями реактивной мощности, режим потребления которых имеет особенности, связанные с нелинейностью и нестабильностью параметров нагрузки.

Анализ характеристик не линейных потребителей реактивной мощности. Гармоники влияют на качество электроэнергии и увеличивают потери системы до 20%, из которых 27% могут быть отнесены к гармоникам. Недавние исследования показывают, что дополнительные потери мощности в распределительных сетях могут находиться в диапазоне 4-8,5% для различных уровней гармоник. Потери системы распределения варьируются в зависимости от нелинейных нагрузок и могут достигать 110% при 100% гармонических нагрузках. Общими проблемами качества электроэнергии являются временное или установившееся напряжение или отклонения частоты, такие как импульсные или колебательные переходные процессы, провисания напряжения, набухания, гармоники, мерцания и дисбалансы. Проблемы с качеством электроэнергии создают дискомфорт для потребителей и экономические потери для отраслей. Переходные процессы переключения конденсаторов, гармоники искажают полезность синусоидальной формы сигнала. Гармоники создаются нелинейными нагрузками и коммутируемыми устройствами, которые обычно составляют 40% полезной нагрузки. Гармоники деформируют трансформаторы и влияют на высокочастотные контроллеры, тогда как переходные процессы и провисания напряжения влияют на оборудование защиты и управления [2].

Потребление реактивной мощности преобразовательными агрегатами обусловлено в основном двумя причинами: естественным коммутационным процессом и искусственной задержкой момента открытия вентиля в целях регулирования выпрямленного напряжения. Именно эти факторы создают сдвиг тока в цепях вентилей относительно напряжения, понижают коэффициент мощности в сетях, питающих выпрямители, и повышают потребление реактивной мощности.

Жесткая связь между постоянным током на входе инвертора и его переменным током на выходе имеет своим следствием то, что, несмотря на уменьшение выпрямленного напряжения и соответствующее уменьшение мощности на выходе выпрямителя потребляемый им из сети ток сохраняет значение, пропорциональное выпрямленному току. При включении выпрямителя и малом значении его выпрямленного напряжения или при резком уменьшении этого напряжения происходит наброс реактивной мощности на сеть, что в случае значительной мощности нагрузки сопровождается провалом напряжения в сети и вредно отражается на остальных ее потребителях.

Эффективный способ компенсации реактивной мощности преобразовательных установок – создание компенсационного преобразовательного агрегата с искусственной коммутацией, который генерирует реактивную мощность.

При прохождении токов высших гармоник по элементам системы электроснабжения возникают дополнительные потери активной мощности и электроэнергии. Наибольшие дополнительные потери активной мощности имеют место в трансформаторах, двигателях и генераторах. В ряде случаев эти потери могут привести к недопустимому перегреву обмоток электрических машин и во всех случаях приводят к дополнительным потерям электрической энергии.

Токи, потребляемые из питающей сети вентильными преобразователями, имеют обычно искаженную форму, а основная гармоника тока сдвинута по фазе в сторону отставания по отношению к напряжению питания. Это означает, что в питающей сети появляются высшие гармоники тока и, кроме того, из сети потребляется реактивная мощность. Это ведет к возрастанию потерь электроэнергии в питающей сети и к ухудшению качества энергии, подводимой к другим потребителям.

Таким образом, наличие высокого уровня гармонических составляющих в системах электроснабжения промышленных предприятий приводит к следующим отрицательным явлениям:

– появлению дополнительных потерь активной мощности и электроэнергии в элементах сети;

– снижению коэффициента мощности;

– ограничению области применения конденсаторных батарей вследствие возможности появления резонансных или близких к ним режимов на частотах высших гармоник;

– ускорению старения изоляции электрооборудования;

– появлению высших гармоник тока в сети выпрямленного напряжения;

– существенному увеличению погрешности счетчиков для учета активной и реактивной энергии, а также измерителей токов и напряжений;

– вредному действию на коммутацию трехфазных коллекторных двигателей;

– неправильному действию некоторых видов релейных защит, ухудшению качества, а в некоторых случаях к сбоям в работе систем контроля, автоматики, телемеханики и связи[3].

Одним из наиболее перспективных способов уменьшения токов и напряжений высших гармоник в сетях промышленных предприятий является применение силовых фильтров высших гармоник, представляющих собой последовательное соединение индуктивного и емкостного сопротивлений, настроенных в резонанс на фильтруемую гармонику.

Разработка фильтрокомпенсирующего устройства. Известно, что наиболее экономичным средством для компенсации реактивной мощности являются конденсаторные батареи. Это объясняется их преимуществами перед другими средствами компенсации реактивной мощности, а именно: возможность применения как на низком, так и на высоком напряжении; малые потери активной мощности (0,0025–0,005 кВт/кВар); наименьшая удельная стоимость (за 1 кВар) по сравнению с другими компенсирующими устройствами; простота эксплуатации (ввиду отсутствия вращающихся и трущихся частей); простота производства монтажа (малая масса, отсутствие фундамента); возможность использования для установки любого сухого помещения [8].

Но в сетях с повышенным содержанием высших гармоник, генерируемых нелинейными нагрузками, применение обычных средств компенсации реактивной мощности, рассчитанных на синусоидальные токи и напряжения, связано с техническими трудностями.

Исследование процесса работы конденсаторных установок при наличии высших гармоник в питающей сети, особенно при работе вентильных преобразователей, представляет важное практическое значение для определения возможности применения конденсаторных батарей в системах электроснабжения промышленных предприятий [4].

Практика работы промышленных предприятий свидетельствует о том, что батареи конденсаторов, работающие при несинусоидальном напряжении, в ряде случаев быстро выходят из строя в результате вспучиваний и взрывов. Причиной разрушения конденсаторов является перегрузка их токами высших гармоник, которая возникает, как правило, из–за того, что конденсаторные батареи изменяют частотные характеристики систем и способствуют возникновению резонанса токов. При подключении батареи конденсаторов к шинам подстанции, питающей мощную вентильную нагрузку, какое бы ни было значение емкости батареи, всегда найдется такая группа гармоник, при которых конденсаторы вступают в режим резонанса токов (или близкий к нему) с индуктивностью сети.

На основании указанного выше можно сделать вывод о том, что в сетях со специфическими нагрузками (к ним относят нелинейные, несимметричные и резкопеременные нагрузки) существуют определенные особенности компенсации реактивной мощности, которые заключаются в следующем:

1. Из–за низкого коэффициента мощности потребителей и резкопеременного характера нагрузки необходимо осуществлять компенсацию как постоянной, так и переменной составляющей реактивной мощности. Компенсация постоянной составляющей реактивной мощности необходима для улучшения $\cos(\varphi)$ и для уменьшения отклонений напряжения в питающей сети. Компенсация переменной составляющей реактивной мощности преследует цель уменьшения колебания напряжения в питающей сети;

2. Из–за быстрых изменений потребляемой реактивной мощности необходимо применение быстродействующих компенсирующих устройств, способных изменять регулирующую реактивную мощность со скоростью, соответствующей скорости наброса и сброса потребляемой реактивной мощности. Необходимое быстродействие таких компенсирующих устройств можно ориентировочно определить как $dQ/dt = 100–2000$ МВар/с;

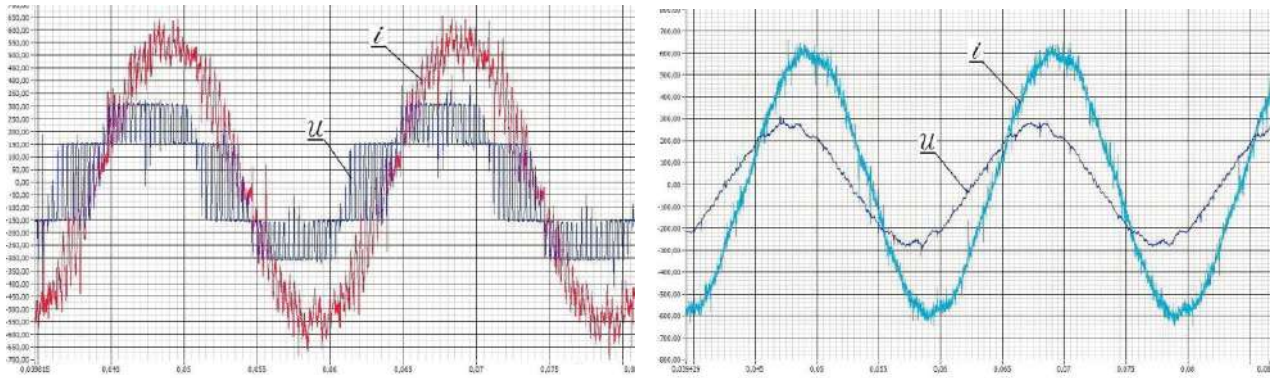
3. Из–за неравномерного потребления реактивной мощности по фазам необходимо и пофазное управление компенсирующими устройствами;

4. Ограничивается применение батарей конденсаторов для компенсации постоянной составляющей реактивной мощности в сети с резкопеременной вентильной нагрузкой. Это обусловлено наличием в сети высших гармоник тока и напряжения при работе нелинейных нагрузок. Высшие гармоники приводят к значительным перегрузкам батарей конденсаторов по току.

Таким образом, непосредственное применение батарей конденсаторов в целях компенсации реактивной мощности в сетях с вентильными нагрузками проблематично. В каждом конкретном случае необходим расчет токовой перегрузки батарей резонансной группой гармоник. В некоторых случаях такие расчеты необходимо производить до гармоник достаточно высокого порядка, особенно при малых емкостях конденсаторных батарей [5].

При анализе фильтров инверторов на первом этапе и в практических приложениях учитывают только мощность по основной гармонике, т.к. суммарная реактивная мощность, создаваемая высшими гармониками, существенно меньше реактивной мощности, создаваемой основной гармоникой в том же элементе фильтра [4].

Анализ гармонического состава импульсного напряжения на выходе инвертора в заданном диапазоне регулирования амплитуды первой гармоники напряжения инвертора и величины нагрузки при различных видах модуляции показывает, что гармоники выходного напряжения имеют наихудший состав при минимальном коэффициенте регулирования. Поэтому величина коэффициента гармоник выходного напряжения фильтра в значительной части диапазона регулирования оказывается меньше заданного, на рисунке 1 а показаны входного фазного тока и напряжения фильтра, а на рисунке 1 б фазные токи и напряжения на выходе фильтра.



а б

Рис. 1. Фазные токи и напряжения фильтра: а – входные, б - выходные

Основными техническими средствами компенсации реактивной мощности и улучшения спектров токов и напряжений на преобразовательных подстанциях являются: синхронные компенсаторы; тиристорные компенсаторы реактивной мощности; пассивные фильтрокомпенсирующие устройства; активные фильтры; параметрические источники тока; выпрямительные агрегаты с повышенными энергетическими показателями [6].

Во всем мире проводятся исследования и разработка статических (в основном тиристорных) компенсаторов реактивной мощности. Зачастую на эти же устройства дополнительно возлагаются функции фильтрации высших гармоник и снижения степени несимметрии питающих напряжений.

Повышенное внимание в настоящее время уделяется также совершенствованию схемных решений, методам расчета и вопросам практического применения фильтрокомпенсирующих устройств.

Новым направлением повышения качества напряжения в электрических сетях является использование активных силовых фильтров. Такие фильтры могут быть построены на базе схем типа инвертор тока с импульсной модуляцией интервалов проводимости вентилей; управляемых с помощью высокочастотной импульсной модуляции индуктивностей и емкостей; обращенного инвертора напряжения и др. В результате могут быть реализованы фильтры с перестраиваемыми параметрами и адаптивные фильтры, при необходимости и соответствующей установленной мощности решающие и проблему компенсации реактивной мощности [7].

Принципиальная схема фильтрокомпенсирующего устройства приведена на рисунке 2.

Схема содержит: фильтры высших гармоник Ф1 – Ф2; батарей статических конденсаторов с реакторами Р2; компенсаторы реактивной мощности с реакторами Р1; систему регулирования.

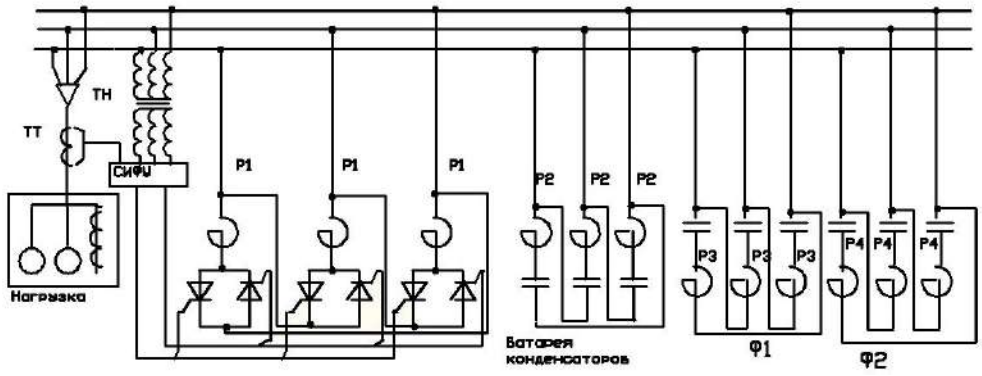


Рис. 2. Принципиальная схема фильтрокомпенсирующего устройства

В фильтрокомпенсирующих устройствах компенсация гармоник настраивается путем расчета и подбора реакторов и конденсаторов. В стационарном блоке конденсаторов последовательно с каждым конденсатором включены реакторы, ограничивающие зарядные токи. Использование индукторов и конденсаторов в нагрузках или в подаче источники уменьшают гармоники тока и напряжения на 40 – 50%. Если мы используем RLC типа с таким же несинусоидальным источником, то гармоники тока и напряжения дополнительно уменьшает на 70-75%. Увеличение искажений сигналов потери реактивной мощности из-за уменьшения истинного коэффициента мощности. Ниже коэффициент мощности, реактивные и искажающие потери мощности.

Эти блоки настроены на максимальную компенсацию реактивной мощности. В этом случае при снижении потребления реактивной мощности будет перекомпенсация реактивной мощности, что приведет практически к таким же негативным последствиям, как и при недокомпенсации. Регулируемый блок реактивной мощности автоматически потребляет реактивную энергию и сохраняет баланс потребления и генерации реактивной мощности.

Передача и компенсация реактивной энергии в питающую сеть от источников постоянного тока поясняется схемой, приведенной на рисунке 3.

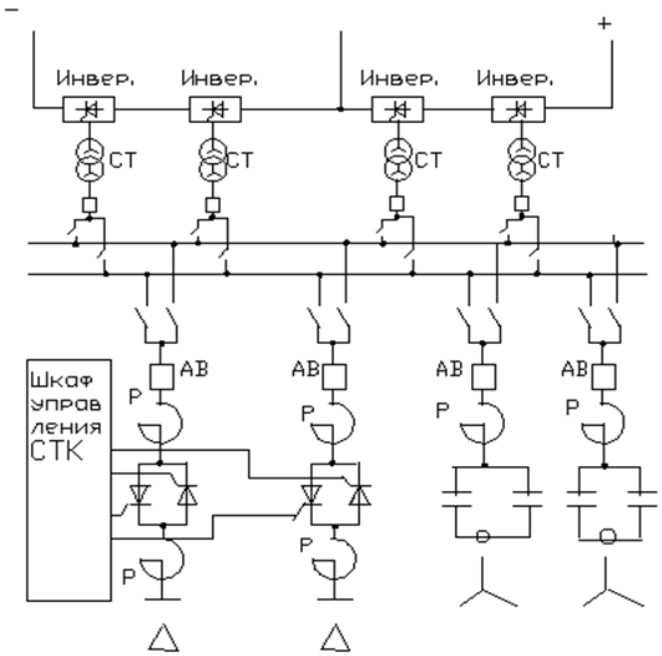


Рис. 3. Передача и компенсация реактивной от источников постоянного тока

Инверторами могут быть управляемые выпрямители в системах ТП-Д, работающие в режиме торможения, инверторы, работающие в системах АВК и др. При работе этих схем в инверторном режиме в питающую сеть передается нелинейная реактивная мощность. Между напряжением и током в сети получается сдвиг по фазе и передача реактивной энергии в сеть. Фильтрокомпенсирующие устройства работают так же, как и в предыдущей схеме.

Существенную роль в решении указанной выше проблемы способны сыграть индуктивно–емкостные преобразователи, в частности, параметрические источники тока. При преобразовании потребляемой из питающей сети энергии переменного тока в энергию стабилизированного постоянного тока в условиях изменения напряжения на нагрузке в широких пределах, когда в обычных преобразователях наблюдаются набросы реактивной мощности и заметные искажения сетевого тока, параметрический источник тока резко снижает указанный отрицательный эффект.

Из анализа работы фильтрокомпенсирующих устройств следует, что они должны выполнять следующие функции: ограничение токов в конденсаторных батареях на допустимом уровне; улучшение cos(φ) в сети (уменьшаются перетоки реактивной мощности, улучшается эффективность использования электроэнергии и, как следствие, снижаются затраты); подавление гармоник сети; решение проблемы резонанса между индуктивностями и емкостями в системе; увеличение производительности и срока службы оборудования на производстве вследствие контроля за качеством напряжения.

Достоинством проектируемого устройства является плавное регулирование генерируемой в систему реактивной мощности, что достигается за счет использования в качестве регулирующих элементов тиристорных преобразователей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] A. Kalair, N. Abas, A.R. Kalair, Z. Saleem, N. Khan //Review of harmonic analysis, modeling and mitigation techniques. Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 78, October 2017, Pages 1152-1187

[2] Kharlov NN, Borovikov VS, Ushakov VY, Tarasov EV, Bulyga LL. //Calculation of steady non-sinusoidal modes and electric power losses in complex electrical networks. In: Proceedings of the 2016 IEEE International Power Electron. Motion Control Conference, IEEE, p. 336–41.

[3] Липкин Б.Ю. //Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для учащихся техникумов. – М.: Высшая школа, 1981.376 с.

[4] Под общ. ред. А.А. Федорова. //Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2т. Т.1. Электроснабжение / – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 568с.

[5] Добрусин Л.А. //Широкополосные фильтрокомпенсирующие устройства для тиристорных преобразователей // Электричество. – 1985. – №4. – с. 27-30.

[6] Красник В.В. //Автоматические устройства по компенсации реактивной мощности в электросетях предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 136с.

[7] Ахамбаев Р.С., Кругликов А.П.. //Система компенсации реактивной мощности. Международных сатпаевских чтений. – Электронное издание. Алматы: КазНИТУ, 2016- с.6-8.

[8] Ахамбаев Р.С., Кругликов А.П.. //Система компенсации реактивной мощности. Международных сатпаевских чтений. – Электронное издание. Алматы: КазНИТУ, 2016- с.6-8.

[9] Бортник И.М., Буряк С.Ф., Ольшванг М.В., Таратута И.П. //Статические тиристорные компенсаторы для энергосистем и сетей электроснабжения //Электричество. – 1985. – №2 – с. 13-19.

[10] Под ред. И.И. Карташева. //Статические компенсаторы реактивной мощности в электрических системах: Пер. тематического сб. рабочей группы Исследовательского Комитета №38 СИГРЭ – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 174с.

[11] Кругликов А.П. Силовые преобразователи энергии. – Алматы: КазНТУ, 2008- 200 с

[12] Ахамбаев Р.С., Кругликов А.П.. Система компенсации реактивной мощности. Международных сатпаевских чтений. – Электронное издание. Алматы: КазНИТУ, 2016- с.6-8.

[13] Хохлов Ю.И. Компенсированные выпрямители с фильтрацией в коммутирующие конденсаторы нечетнократных гармоник токов преобразовательных блоков. – Челябинск: ЧГТУ, 1995. – 355с.

[14] G.Brewer, I.Welch, C.Horwill, H.Thanawala, D.Young. Применение статических компенсаторов реактивной мощности на английской подстанции электропередачи постоянного тока Англия - Франция 2000 МВт. Передачи и вставки постоянного тока высокого напряжения, М. Энергоатомиздат, 1988.

[15] В.И. Кочкин, О.П. Нечаев Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях энергосистем и предприятий. М.: Изд-во НЦ ЭНАС. 2000 г.

Ахамбаев Р.С., Мұратқызы А.

Реактивтік қуаттың бейсызықты тұтынушыларға арналған фильтокомпенсациялы құрылғыны әзірлеу

Түйіндеме. Электр желілерінің реактивті электр қуатымен жүктелуі электрмен қамтамасыз ету жүйелеренің жқмысына кері әсерін береді, олардың өткізу қабілетін төмендетеді және кернеу құлдырауына әкеледі, нәтижесінде қосымша энергия шығыны туындап және басқа да тұтынушылардың өнімділігінің төмендеуіне әсер етеді. Реактивті қуатты қарымталауда сызықтық тұтынушылар конденсаторлармен жабдықталған. Сызықты емес элементтері электр энергиясының тұтынушылардың пайдаланылуы өсуде (электрондық кілттер) дәстүрлі реактивті қуаты өтемақы құрылғыларды және электр энергиясының көптеген тұтынушылардың жұмысын нашарлатуы жабдықтау жүйелеріндегі жоғары гармоника қалыптастырылуына әкеледі. Бұл жұмыс реактивті қуатты қарымталаушы құрылғыларды жақсартуға бағытталған, және өзекті болып табылады.

Түйін сөздер: Фильтокомпенсациялаушы құрылғылар, жоғарғы гармоникалар, реактивті қуат, сызықтық емес жүктеме.

UDC 54.057

[1]Zh.T.Kuli, [2]Zh.B. Omarova

([1]Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan
[2]Kazakh National Technical Research University after K.I.Satpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan
E-mail: Kuliev.zhan@mail.ru)

INDICATORS OF QUALITY OF CEMENT, QUALITY OF CEMENT CLINKER

Abstract. Analyzing the cement sector of heavy production of the Republic of Kazakhstan, it can be concluded that this sector of heavy industry is developing, although it has some negative sides. One of such parties is that domestic cement in the market is replaced by cement of the Russian Federation and China which make 42% of world volume of this construction material. The reason lies in the relative cheapness and quality of cement.

Kazakhstan's accession to the WTO places even greater demands on us in relation to the quality observed in the manufacturing sector. The world trade organization, as a major world organization, regulates economic and trade relations between the participating countries. In connection with the state programs of economic development and the decisions of the President of the Republic of Kazakhstan, directly related to the construction of concrete highways and residential complexes, the relevance of my thesis takes on a larger scale.

Key words. Cement clinker, cement, cement concrete.

Cement is a mineral binder which is a fine inorganic material. It is immediately mixed with water (water solution with additives) forms a dough, which at the end of a certain time is grabbed and hardens during hydration, finding a hardness comparable to the hardness of granite.

Hydration occurs due to the interaction of calcium silicate $CaSiO^3$. The sum of the mass fractions of reacting calcium oxide (CaO) and silicon dioxide (SiO^2) in the cement must be at least 50% by weight. Portland cement is by far the most common type of cement.[1]

Cements are classified according to the following features:

View clinker on the material composition of cement;

Strength (marks);

• Rate of hardening;

Setting time;

• Special property.

1. In clinker and material composition of the cements are divided into:

Portland cement (without mineral additives);

*Portland cement with additives (with active mineral additives no more than 20%);

• Portland slag cement (with additives granulated slag more than 20%);

Pozzolan Portland cement (with pozzolana additives more than 20%).

2. Cements based on calcium aluminate cement clinker:

Alumina cement (Al^2O^3 more than 30 and less than 60%);

High alumina cement (more than 60% Al^2O^3).

3. On durability cements are divided into the groups specified in table 1.
4. They are divided into General construction and special.
5. At the rate of hardening cements are divided into:
Normal hardening (normalized strength for 28 days);
Slow hardening cements (strength does not reach 28-day normalized strength);
Fast hardening (with normalized 3-day strength equal to 55% of 28-day strength). [2]

Table 1. **Cement strength groups**

Strength group (grades)	The requirements for the final standard compressive strength, in MPa, when tested with the use of	
	Of diffraction sand	Single fraction sand
High-strength	45 and more	50 or more
Ordinary	From 25 and less than 45	From 30 and less than 50
Low voltage	Less than 25	Less than 30

Pozzolan materials (P,Q) are natural substances that are silicate or aluminosilicate in composition, or a combination thereof. Pozzolan materials do not solidify when mixed with water, but in a crushed state and in the presence of water they react at normal ambient temperature with dissolved calcium hydroxide ($Ca(OH)^2$) and form the gaining strength silicates and calcium aluminates. Pozzolans are composed of reactive silicon dioxide (SiO^2) and aluminum oxide (Al^2O^3).

Granulated blast furnace slag-a substance formed by rapid cooling of molten slag of the proper composition, formed by melting iron ore in a blast furnace. Granular blast furnace sludge consists of at least 2/3 of the amount of magnesium oxide (MgO) and silicon dioxide (SiO^2), calcium oxide (CaO) by weight).[3]

Cement strength class is a characteristic that determines the beginning of hardening and the strength value at the end of a certain period of time. This value has its own designations: R-cement, with a high value of initial strength and N-with normal initial strength. The class may be indicated by the colour of the packaging, labels and the colour of the letters of the cement symbols.

Kazakhstan cement has high performance and mainly produced Portland cement, 10 plants operate, with a total capacity of 10.74 million tons of products per year (2013).

Cement and other binding substances (except cement clinker) are included in the unified list of products and services subject to mandatory certification according to the decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated April 20, 2005 №367.

Indicators of quality of Portland cement (state standard GOST 10178-85)

The brand of cement			300	400	500
Tensile strength, MPa(kg*s / cm2)	bending age, d	3	_		
		28	4,4(45)	5,4(55)	5,9(60)
	Under compression in age, d	3	_		
		28	29,4(300)	39,2(400)	49,0(500)

The quality of the cement clinker is characterized by parameters such as the content of oxides (chemical composition), the quantitative value of the modules that determine the ratio between the amounts of the main oxides in percent; the structure of the cement clinker, the content of basic and secondary minerals, the size of mineral crystals.[4]

The standard strength of cement is compressive strength determined after 28 days, which must meet the requirements set out in table 2.

Table2. **Mechanical and physical property requirements defined as characteristic values**

Strength class	Compressive strength, MPa				The initial setting time, mine	Extension, mm
	Strength at an early age		Standard strength			
	2 сут	7сут	28 сут			
32,5 N	-	≥16.0	≥32,5	≤52,5	≥75	≤10
32,5 R	≥10,0	-				
42,5 N	≥10,0	-	≥42,5	≤62,5	≥60	
42,5 R	≥20,0	-				
52,5 N	≥20,0	-	≥52,5	-	≥45	
52,5 R	≥30,0	-				

Cement strength class is a characteristic that determines the beginning of hardening and the strength value at the end of a certain period of time[5]. This value has its own designations: R-cement, with a high value of initial strength and N-with normal initial strength. The class may be indicated by the colour of the packaging, labels and the colour of the letters of the cement symbols.

Kazakhstan cement has high performance and mainly produced Portland cement, 10 plants operate, with a total capacity of 10.74 million tons of products per year (2013)

Cement and other binding substances (except cement clinker) are included in the unified list of products and services subject to mandatory certification according to the decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated April 20, 2005 №367.

The main indicators of cement quality, take Portland cement, are shown in table 3. Each brand has its own indicators with established lower and upper limits. The grade as well as a class of cement has not less important role at an assessment of quality of cement[6].

Table 3. **Indicators of quality of Portland cement (state standard GOST 10178-85)**

The brand of cement			300	400	500
Tensile strength, MPa (kg * s/cm2)	At a bend in age, day	3			
		28	4,4(45)	5,4(55)	5,9(60)
	At compression at the age of, days	3			
		28	29,4(300)	39,2(400)	49,0(500)

The quality of the cement clinker is characterized by parameters such as the content of oxides (chemical composition), the quantitative value of the modules that determine the ratio between the amounts of the main oxides in percent; the structure of the cement clinker, the content of basic and secondary minerals, the size of mineral crystals[7].

Hydraulic module (primary module) - an indicator of the composition of the cement clinker. This numerical value is equal to the ratio of calcium oxide (%) to the amount of acid oxides, also in (%). The main index is equal to (SiO2общ–SiO2своб)+(Al2O3общ–Al2O3своб).

In modern cement clickers this indicator varies in the range of 1.7-2.4. The full characteristics of the clinker necessary to have two indicators: "Alumina and silica modules".

The silicate module is an indicator numerically equal to the ratio between the amount of silica (%), which managed to react with other oxides, and the total content of alumina and iron oxide (%) in the cement clinker[8]. Silicate modulus equal to (SiO2общ–SiO2своб)/(Al2O3–Fe2O3). The silicate module indicates the ratio of mineral silicates and reacted melts (the aluminate component of any cement clinker). The numerical value of the module in a Portland cement can vary in the range of 1.7 to 3.5. For sulphate-resistant cements this module is numerically equal to 4, can be more[9]

Calcium sulfate is added to other components of cement in the process of its preparation. Calcium sulfate can be used in the form of: gypsum (calcium sulfate dihydrate, CaSO4*2H2O), semi-hydrate (CaSO4*1/2H2O), anhydrite calcium sulfate anhydrite or any mixture thereof [10]. Gypsum and anhydrite are natural minerals, and calcium sulfate is a byproduct of certain industrial processes.

Alumina module is an indicator numerically equal to the ratio between the amount of alumina and the amount of iron oxide in the cement clinker. Alumina module is equal to Al2O

These indicators affect the quality of cement clinker and everyone is very important in the production of cement. If the level of silicate module is increased, the raw material mixture is difficult to sinter, in the future, the cement can slowly grab and harden, but at a long time can show high strength. If the value of the cement alumina module is less than the established parameters, it will have a high resistance to mineral solutions[11].

Alumina modulus is increased when the cement hardens quickly, but at the same time have low strength. The high content of Cao will give firmness to the final product. Currently, the quality of the clinker depends on such pousadela, as the saturation factor KN, silicate ,alumina modules.

Portland cement clinker is a material that should consist, at a minimum, on 2/3 of calcium silicate (3CaO*SiO2 and 2CaO*SiO2),the Remainder consists of aluminum oxide and iron, formed clinker phases, and other constituents. Clinker obtained in the form of granules, whose dimensions are numerically equal to 10-20 or 50-60 mm, depending on the production technology and the type of furnace (shaft furnace, rotary furnace). Microstructure of clinker represents a polyphase, complex mixture of fine-grained and includes crystalline and less glassy phase.

Clinker composition may include various additional oxides (MgO, TiO2, SO3, Cr2O3, MnO2, sodium oxide Na2O, phosphorus oxide P2O5). Increased silica content leads to a low rate of hardening[12]. With an increased content of aluminum oxides, cement acquires a high rate of solidification in the early stages. The content of sulfur oxide in clinker is necessary to regulate and control the setting time (1.5-3.5% of the total weight of clinker).

Titanium dioxide (TiO2) – an additional ingredient in clinker (0.5%) is needed to regulate the crystallization of clinker minerals. Titanium helps to increase the strength of cement.

Manganese oxide in clinker (1-2%) does not significantly affect the physical and mechanical properties of cement.

Alkalis (sodium oxides Na2O and potassium K2O)-additional components clinker (0,5-1% of the total weight of the clinker).The amount of potassium oxide exceeds the content of sodium oxide by an order of magnitude[13]. If the content of these alkalis in clinker exceeds 1% or more, it will lead to unstable parameters of cement setting time and can significantly affect the color of the concrete surface (fading). During firing, it is necessary that all the alkali react with CaO.

Alit, Belit are the fundamental carriers of binding properties of Portland cement. Portland cement, in turn, has a high proportion of alite. Now let's analyze the mineral composition of clinker.

Alit (3CaO*SiO2) is the most important component of all cement clinkers (except special clinkers). His soderazhanie clinker amounts to approximately 50-70% of the total mass. Short formula Alita looks so C3S. Its content in the clinker can be determined by experimental means and by chemical analysis. It determines the strength of concrete after 28 days[14]. Crystals have a hexagonal or rectangular shape, it is possible to notice at polishing of a shelf and reflection of light. Alite density-3.15 g / cm3. A stable temperature of Alita kept in the range of 1200-1250 to 1900-20700C. At low temperature it decomposes into Belite and calcium oxide dwuhvalentnoe and high temperature melts. The shape of alit crystals affects the strength of Portland cement, it is important to maintain the prismatic and hexagonal shape.

Belite (2CaO*SiO2) is an important component of cement clinker. The short formula looks like C2S.The percentage content in clinker is 20-30%.Its peculiarity - a slow reaction with water, so after 28 days does not affect the mechanical properties of concrete. But after more time, it increases the strength of the final product. Hydraulic activity of Belite depends on a number of parameters (the value of crystals, density, presence of inclusions). The hair density is 2.97 g/cm3. Cement has increased strength in the presence of crystals of size 20-50 microns [4]. Belit withstand temperatures from 21300S to 14250C.

The aluminate phase (3CaO*Al2O3) is one of the components of the clinker (5 to 10% of the total mass of clinker). It is distinguished by the feature of quick response with water, gypsum and other reagents are added to regulate the setting speed.

Alyumoferritnoy phase (4CaO*Al2O3*Fe2O3)-the next phase in the cement clinker (5-15% of the total mass of clinker). And depending on the composition of clinker, the rate of setting can vary within the parameters of alite and Belite. When elevated levels of the mineral silicate and of a mineral flux depends on the name of the clinker can be called Alito-aluminate or another[15].

REFERENCES

[1] GOST R 30515-2013 Cements. General specifications.

[2] CT RK EN 197-1-2011 Composition, specifications and criteria for conventional cements.

[3] Butt, Y. M., Sychev M. M. Chemical technology of binding materials.- M.: "Highest school", 1980.- 455p.

[4] Miryuk O. A. Binding agents. Lecture course.- Ore: RII, 2015.- 36p.

[5] ST RK 2062-2010 Cement. Test method. Determination of strength.

[6] GOST 10178-85 Portland Cement and slag Portland cement. Technical conditions.

[7] GOST 55224-2012 Cements for the transport construction. Technical conditions.

[8] Larionov 3.M., Nikitina L. V., L. V. Garshin Phase composition, microstructure and strength of cement stone and concrete. M.: Stroyizdat, 1977, - 252p.

[9] Boldyrev A. S., Dobuzhinsky V. I., Rekitar Ya. Technical progress in the building materials industry. M.: Stroyizdat, 1980.- 358p.

[10] CT RK GOST R 54194-2013 Resources.Cement production. The best available energy efficiency technologies.

[11] Boganov A. I. Mechanical equipment of cement plants. M: Stroyizdat,1985.- 225p.

[12] Technical regulation "safety Requirements for reinforced concrete and concrete structures".2008 year № 1198.

[13] V. A. Duda Cement.-M., Stroyizdat,1981.- 232p.

[14] Saikiran S. A. Binders: Production of construction material, products and design.2008-16C.

[15] GOST 27120-86 Furnaces of chemical plants with rotating drums of General purpose. General technical requirements.

Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.

Цемент және цемент клинкерінің сапа көрсеткіштері.

Түйіндеме. Цемент сумен араласқанда қатаятын қасиеті бар (яғни қамыр тәрізді пластик, күйден қатты күйге ауысатын) кальций силикаты мен кальций алюминатынан құралады. Цемент тің кейбір түрі ауада қатаяды. Ал, енді бір түрлері тек тұздардың, қышқылдардың судағы ерітіндісімен араластырғанда ғана байланыстырғыштық қасиетке ие болады

Кілттік сөздер:цемент клинкер, цемент, бетон.

Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.

Показатели качества цемента и цементного клинкера.

Резюме. Цемент - минеральное вяжущее вещество, которое является тонкоизмельченным неорганическим материалом. Он при непосредственном смешивании с водой (раствор воды с добавками) образует тесто, которое по истечению определенного времени схватывается и твердеет в процессе гидратации, обретая при этом твердость сопоставимый с твердостью гранита.

Ключевые слова: цементный клинкер, цемент, бетон.

УДК 656.1.03

Kozbagarov R.A., Utebayev A.A.

FEATURES OF THE DYNAMICS OF THE WALKING MOVER FOR LOADING AND UNLOADING TRUCKS

Abstract. Based on research, developed a dynamic model of adaptive chetyrehjadernogo mover and this model is the analysis of true motion of the frame of the propeller. The main parameters of the locomotor apparatus, safe working and transport speed of 15 km/h and the limit of adaptability speed of 0.2 - 0.35 m for the irregularities of the ground.

Keywords: Truck, chetyrehrjadnye movers, loading and unloading the car, walking mechanism

Р.А. Козбагаров, А.А. Утебаев

(Сәтбаев университеті, Алматы, Республика Казахстан, ryctem_1968@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ШАГАЮЩЕГО ДВИЖИТЕЛЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ МАШИН

Аннотация. На основе исследований разработана динамическая модель четырехрамного адаптивного движителя и по этой модели произведен анализ истинного движения рамы движителя. Определены основные параметры опорно-двигательных аппаратов, безопасная рабочая транспортная скорость 15 км/час и установлен предел адаптивности хода 0,2 ÷ 0,35 м по неровностям опорной поверхности.

Ключевые слова: Тележка, четырехрамный движитель, погрузочно-разгрузочные машины, шагающий механизм.

За последние годы для механизации погрузочно-разгрузочных работ созданы и эксплуатируются ряд новых высокопроизводительных машин и оборудования. Известны электро- и автопогрузчики, различные разгрузочные машины для штучных и сыпучих грузов, а также различные штабелирующие и другие перегрузочные средства, которые позволяют осуществить комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ на транспорте [1-12].

Существующие погрузочно-разгрузочные машины могут работать только на твердом и ровном основании с уклонами не более 1:10. Покрытие пола рекомендуется асфальтовое или асфальтобетонное, что требует значительных материальных затрат на их сооружение. Основание пола в складах также твердое покрытие или утрамбованный грунт, усиленный щебнем или шлаком. Передвижение погрузочно-разгрузочных машин по железнодорожным путям опасны, так как возможно их боковое и поперечное опрокидывание, а также существенно снижается надежность транспортирования перевозимого груза.

На практике этой категории машин зачастую приходится работать в ухудшенных или в стесненных условиях (внутри транспортных средств и складов), при этом перемещать груз по неровной опорной поверхности.

Одним из направлений развития ходового оборудования погрузочно-разгрузочных и строительно - дорожных машин является создание новых конструкций движителей, которые обеспечивали бы устойчивую ПРТСР при отсутствии специальных покрытий для их перемещения.

Поэтому обоснование основных параметров и совершенствование конструкций движителей погрузочно - разгрузочных машин с повышенной проходимостью является актуальной темой, решение которой имеет важное значение для развития погрузочно - разгрузочных машин.

Движители наземных транспортных средств, в основном, снабжены колесным опорно-двигательным устройством. В некоторых случаях, с целью уменьшения удельного давления на грунт используют гусеничные опоры, которые незначительно увеличивают проходимость в условиях бездорожья. Оба вида движителя непосредственно отталкиваются от опорной поверхности независимо от того, ровная она или имеет неровности. В условиях рельефной неровности дороги все её воздействия передаются непосредственно раме движителя и, следовательно, к экипажной части транспортных средств. В результате, создается автоколебательная система «машина - грунт». Создаваемая вибрация снижает комфортность езды на транспортных средствах, увеличивает износ всех агрегатов машины, снижает срок службы узлов и деталей. Например, зерновые комбайны на полях не выдерживают месячный период работы. Ежегодно капитальный или средний ремонт требуют тракторы и различные сельскохозяйственные машины, а также погрузочно-разгрузочные машины. Межремонтные сроки грузовых автомобилей, используемые в условиях бездорожья, в три и более раза сокращается по сравнению с автомобилями, используемыми на магистральных дорогах.

Понятие комфортности езды на транспортных средствах в общем виде характеризует качество езды, при котором экипажная часть транспортных средств не испытывает никаких нежелательных воздействий со стороны, а перемещается только в том направлений куда действует сила тяги двигателя, также как например, воздушный лайнер в воздухе. Для того чтобы количественно оценить понятие комфортность езды, можно ввести безразмерный коэффициент комфортности езды, который обратно пропорционален числу степеней подвижности механизма движителя транспортных средств, при его движений по пересеченной местности, то есть по бездорожью.

Четырехколесная тележка гусеничного транспорта состоит из четырех колес и общей рамы, число звеньев механизма тележки равна пяти, то есть $n = 5$, а каждое колесо с рамой соединяется одноподвижным шарниром, поэтому число одноподвижных кинематических пар равно четырем, то есть, $P_1 = 4$. Кроме того, каждое колесо с поверхностью земли образует пятиподвижную кинематическую пару, то есть, $P_5 = 4$. Тогда число подвижности механизма движителя тележки равно:

$$W = 6n - 5P_1 - P_5 = 6 \cdot 5 - 5 \cdot 4 - 4 = 6.$$

При движении тележки воздействия случайных неровностей управляют этими шестью степенями подвижности и передают экипажной части. При этом коэффициент комфортность езды равен:

$$K = \frac{1}{W} = \frac{1}{6} = 0{,}166,$$ то есть удобство езды 16,6%.

Механизм движителя автомобиля отличается от движителя тележки тем, что ведущие полуоси связаны с дифференциалом, поэтому два ведущих колеса вместе с дифференциалом образуют жесткую систему, как цилиндр, вращающийся относительно рамы. Тогда $n = 4$, $P_5 = 2$, $P_4 = 1$, $P_1 = 3$. Поэтому:

$$W = 6n - 5P_1 - 2P_4 - P_5 = 6 \cdot 4 - 5 \cdot 3 - 2 - 2 = 5$$

$$K = \frac{1}{W} = \frac{1}{5} = 0{,}2$$

удобство езды 20%.

Механизм вертикально ориентированного велосипеда имеет три степени подвижности, так как число подвижных звеньев $n = 3$ (рама и два колеса), рама с колесами образует одноподвижную пару, то есть $P_1 = 2$, а оба колеса с поверхностью опоры образуют двухподвижную пару, так как рама вертикально ориентирована (образует плоскую систему), то есть $P_2 = 2$. Тогда:

$$W = 3n - 2P_1 - P_2 = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 2 - 2 = 3$$

Следовательно, $K = \frac{1}{W} = \frac{1}{3} = 0{,}333$***, то есть удобство езды 33,3%.***

Движитель железнодорожных транспортных средств (неподрессорная часть) в виде рельса и колеса имеет две степени подвижности, так как колесо катится вдоль рельса и одновременно оно перемещается поперек рельса или, как говорят, виляет за счет ширины колеса, то есть $W = 2$.

Следовательно, $K = \frac{1}{W} = \frac{1}{2} = 0{,}5$ и удобство езды 50%.

Все указанные виды движителей, как было видно из анализа, полностью не изолируют экипажную часть движителя от случайных воздействий со стороны опорных поверхностей. Тогда как, в природе все живые организмы перемещаются за счет конечностей и полностью могут изолировать свое тело от неровностей опоры, за счет удлинения или укорачивания длины ног, то есть они способны адаптироваться на неровности опорной поверхности. Отсюда видно, что для обеспечения полной комфортности езды в условиях бездорожья нужно использовать шагающий движитель, способный адаптироваться к условиям бездорожья [13, 14].

Многоприводные механизмы опорно-двигательных аппаратов указанную проблему решают полностью, но они тихоходные и не обеспечивают нужной грузоподъемности транспортных средств. Самое главное то, что они крайне ненадежны в условиях автономной работы в среде, где приходится работать, допустим, автотранспорту. Поэтому, шагающие движители транспортных средств должны работать надежно от одного привода и выполнять все функции ходьбы на конечностях.

На рисунке 1 показана одна из схем одноприводного движителя, который состоит из рамы 1, двухплечного приводного кривошипа OAA_1 и ползунов B и B_1, связанных с плечами кривошипа с помощью шатунов AB и A_1B_1, образуя шестизвенный кривошипно-ползунный механизм. Ползуны связаны с механизмами опор. Коленные шарниры a и a_1 управляются с помощью концевых упоров, установленных на раме и в момент приземления жестко соединяют ползун с голенью, образуя жесткую опору различной длины.

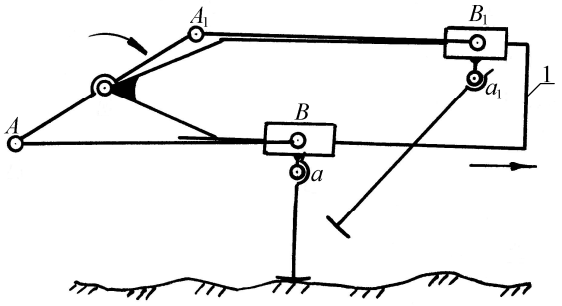


Рис. 1. Схема одноприводного движителя

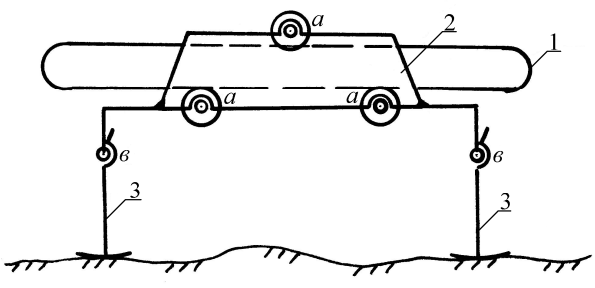


Рис. 2. Схема трехопорного движителя

Число степеней подвижности механизма равно единице, то есть $W = 1$. Поэтому $K = \frac{1}{W} = \frac{1}{1} = 1$, то есть удобство 100%.

В настоящее время достаточно много всевозможных решений конструктивных схем механизмов шагающих движителей. Но, однако, не все решения близки для практической реализации. Во многих работах решена только часть проблемы. Первая попытка обобщения всех этих решений была сделана казахстанскими учеными [2- 6, 14, 15].

Наиболее важным в этом направлении были разработаны основные требования, предъявляемые любым конструктивным схемам шагающих движителей. Любое техническое решение шагающего движителя, которое претендует на разработку конструкции для практической проверки, должно одновременно отвечать следующим требованиям:

1. Вес экипажной части должен восприниматься только конструкцией опорной части движителя;
2. Количество опорных ног должно обеспечивать статическую и динамическую устойчивость машины;
3. Обеспечивать плавный поворот машины;
4. Обеспечивать адаптацию к неровностям опорной поверхности;
5. Обеспечивать независимость формы траектории стопы от удлинения или укорачивания опорных ног;
6. Обеспечивать реверсивность хода;
7. Работать как от привода, так и в виде прицепа;
8. Все механизмы движителя должны работать от одного привода (от одного двигателя);
9. Обеспечивать высокую транспортную скорость и большую грузоподъемность;
10. Опорная часть опорно-двигательного аппарата должна быть неподвижной относительно опорной поверхности при движении рамы движителя.

Анализ известных конструктивных схем шагающих устройств из патентного и литературного фондов, с помощью вновь разработанного метода сравнения на квадртно-координатной сетке, показывает, что пока еще не разработана конструкция шагающего движителя, отвечающего всем 10 требованиям одновременно. Такой анализ дает возможность провести целенаправленный поиск рациональных схем шагающих движителей транспортных средств, а также разработать обобщающий принцип образования схем шагающих механизмов.

Анализируя различные принципы образования шагающих механизмов, установлена самая рациональная конструктивная схема движителя, отвечающая всем указанным требованиям.

Для выполнения первого требования основная рама 1 движителя (рисунок 2), на который устанавливается экипажная часть, должна опираться на опорный механизм, который состоит из полурамы 2, перемещающегося вдоль основной рамы с помощью своих роликов «*а*» и опоры 3. При рабочем ходе полурама (ползун) 2 и опоры «*а*» жестко зафиксированы в шарнирах «*в*» и неподвижны относительно земли, а основная рама перемещается вдоль полурамы. При холостом ходе опоры 3 поднимаются с помощью возвратных пружин, а полурама 2 перемещается вдоль основной рамы, осуществляя перестановку опоры. В этот момент вес экипажной части и основной рамы удерживается другим подобным опорным механизмом. Таким образом, вес движителя непосредственно опирается на неподвижный опорный механизм, а привод движителя не испытывает силы веса.

Для выполнения второго требования количество опор 3 на одной полураме нужно увеличить до четырех (рисунок 3).

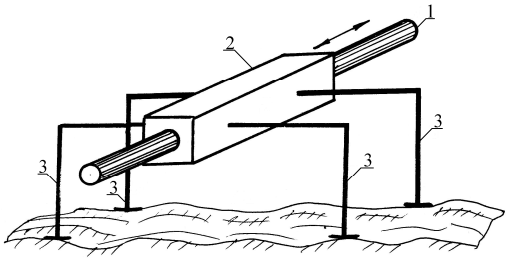


Рис. 3. Схема четырехопорного движителя

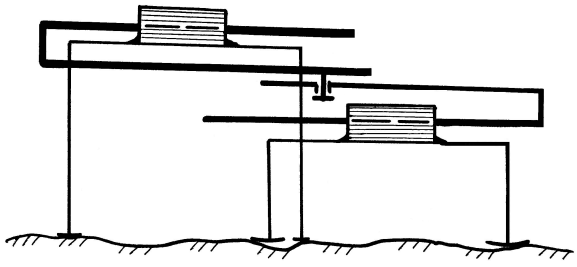


Рис. 4. Схема четырехопорного сочлененного движителя

Для выполнения третьего требования, то есть для плавного поворота, нужно построить четырехрамный сочлененный движитель, состоящий из двух опорных комплектов (рисунок 4). При этом, две основные рамы будут соединены между собой шарнирно в средней части. Созданный рулевым управлением вращающий момент будет вращать основную раму, вдоль которой совершает холостой ход полурама (ползун) поднятые опоры «*а*». Повернутый в момент холостого хода одна из основных рам, относительно другой изменяет дальнейшее направление движения при приземлении её опоры.

Для выполнения четвертого требования опорный механизм выполняется адаптирующимся к неровностям опорной поверхности. Это достигается без дополнительного привода, путем использования концевых ограничителей, установленных на основной раме и возвратных пружин. Могут быть принципиально различные схемы таких механизмов опор. Один из них челночный механизм опоры (рисунок 5).

Вдоль основной рамы 1 перемещается полурама (ползун) 2 с помощью двигательного механизма, который на рисунке 5 не показан. Двухплечное коромысло 5 (бедренное звено), в средней части шарнирно установлено на полураме 2; нижнее его плечо соединено шарнирно с голенным звеном 6, которое снабжено секторной зубчатой головкой. По нижнему плечу коромысла перемещается ползун 3, имеющий клин. Ползун 3 подвижно соединен с полурамой с помощью шатуна 4.

В процессе движения полурамы 2 верхнее его плечо упрется об ограничитель «*с*» рамы 1 и коромысло 5 из наклоненного положения (пунктирная линия) переходит в вертикальное положение растягивая возвратную пружину 7. При этом ползун 3 перемещаясь вдоль нижнего плеча коромысла, своим клином входит в паз зубчатого сектора голени и коленный шарнир «*а*» жестко связывает голень с бедренным звеном. В результате, опорный механизм жестко связывается с полурамой. Движение двигательного механизма не сможет перемещать полураму, так как она уперта в поверхность земли. Поэтому, движение передается к основной раме 1, то есть основная рама перемещается вдоль полурамы 2. В процессе поворота двухплечного коромысла голень 6 столкнется о выступ опорной поверхности и повернется относительно коленного шарнира «*а*». В момент схвата коленного шарнира голень относительно коромысла 5 остается наклоненной и, следовательно, общая высота опоры станет меньше, то есть нога укорочена. Каждый опорный механизм аналогично увеличивает или укорачивает свою высоту в зависимости от неровностей опорной поверхности.

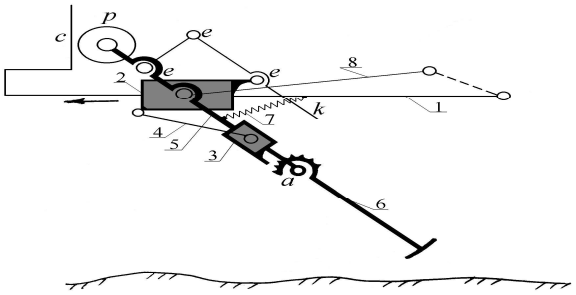


Рис. 5. Схема механизма челночного типа

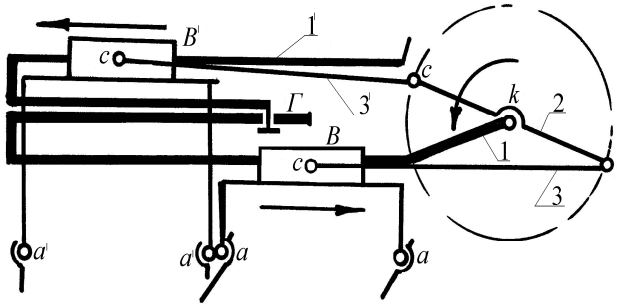


Рис.6. Четырехрамная база движителя

Пятое требование выполняется само по себе, так как траектория конца голени создается не одним механизмом. Двигательный механизм воспроизводит только прямолинейную траекторию, а опорный осуществляет подъем или опускание голени в конце возвратного движения.

Шестое и седьмое требования выполняются с помощью дополнительных устройств, которые не усложняют конструкцию.

Восьмое требование выполнено самой конструкцией опорно-двигательного аппарата, который не требует дополнительного привода. Все необходимые движения ходьбы выполняются одним приводом, то есть общим двигателем. Наиболее важное, девятое требование возможность обеспечения высокой транспортной скорости и большой грузоподъемности выполнена достаточно надежно по сравнению с известными конструктивными схемами движителей и шагающих аппаратов.

Десятое требование неподвижность стопы голени вызвано из необходимости точного адаптирования к неровностям опорной поверхности и уменьшения затрат энергии на трение. Как было вид-

но из конструкции опорных механизмов, это требование выполнено.

Таким образом, вырисовывается принципиальная конструктивная схема одноприводного движителя транспортных средств. Эта схема состоит из четырехрамной (шарнирно сочлененной) базы, на полураме которой устанавливаются опорные механизмы, которые возвратно-поступательно перемещаются вместе с полурамами (ползунами) под действием общего двигательного механизма.

Принципиальным отличием этого движителя от всех известных движителей является то, что ведущим звеном привода (двигательного механизма) является сама основная рама с экипажной частью. Контактирующие с опорной поверхностью, элементы являются неподвижной частью движителя в процессе езды. Поэтому те случайные возмущения передающиеся от опорной части отсутствуют.

Рассмотрим четырехрамную базу этого движителя. Составная рама (шарнирно сочлененная рама) вместе с двигательным механизмом движителя показана на рисунке 4, которая состоит из двух основных рам 1 и 1′, которые соединены между собой шарниром «*Г*» горизонтального вращения, из двух полурам *B* и *B*′, перемещающиеся соответственно вдоль направляющей основных рам 1 и 1′, из двуплечьего кривошипа 2, который средним шарниром подвижно соединен с основной рамой 1, а две плечи шарнирно связаны с шатунми 3 и 3′ одинаковой длины, которые соответственно соединены с полурамами *B* и *B*′. Шарниры «*a*» и «*a*′» полурам *B* и *B*′ будут соединяться с механизмами опор. (Опорные механизмы могут иметь различные конструкций, поэтому их рассмотрим отдельно).

Механизм четырехрамного движителя работает следующим образом.

Вращательное движение кривошипа 2 через шатуны 3 и 3′ передается к полурамам *B* и *B*′, которые возвратно-поступательно перемещаются вдоль направляющих основных рам 1 и 1′ в противоположных направлениях. При установке к этим полурамам опорных механизмов, которые поочередно образуют жесткую систему с полурамами, обеспечивают непрерывность перемещения основной рамы 1 и 1′ относительно опорной поверхности.

Для поворота движителя основные рамы должны будут поворачиваться относительно друг друга. Это будет возможным только в том случае, если кривошип 2 будет лежать в горизонтальной плоскости, то есть ось вращения кривошипа должна быть параллельной с осью вращения шарнира «*Г*» основных рам. Поэтому кривошип 2 на рис 6 должен располагаться своей плоскостью параллельно опорной поверхности, то есть оси шарниров *c*, *k* и *Г* должны располагаться параллельными. На схеме (рисунок 6) для наглядности кривошип 2 и оси указанных шарниров показаны в другой плоскости. Основные рамы 1 и 1′, соединенные в шарнире «*Г*», еще связаны возвратными пружинами (на схеме не показаны) для предотвращения самопроизвольного движения друг относительно друга. Кроме того, в шарнире «*Г*» размещается пара зубчатых колес рулевого управления.

При вращении одной из этих колес вращающий момент передается к основной раме, опорный механизм которой в данный момент совершает холостой ход, то есть переставляет опоры. Так изменяется направление движения основной рамы 1–1′.

В результате анализа работы предложенных опорно-двигательных аппаратов установлен предел адаптивности хода 0,2 ÷ 0,35 м по неровностям опорной поверхности. Габаритные размеры при исследовании движителя взято из габаритов существующих мобильных грузоподъемных машин.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тимофеев Г. А. и др. Теория механизмов и механика машин: учебник для вузов. - Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 566 с.

[2] Таран М.В., Козбагаров Р.А. Строительные машины и оборудование. Учебно-методическое пособие. - Алматы: КазАТК, 2012.–143 с.

[3] Копенов Б.Т., Козбагаров Р.А. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Технология и механизация погрузочных и разгрузочных работ» для специальности 5В090100 -«Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта». Алматы: КазАТК, -2013. 32 с.

[4] Есенгалиев М.Н., Жусупов К.А., Таран М.В., Козбагаров Р.А. Транспорт и средства механизации. Учебно-методическое пособие. - Алматы: КазАТК, 2013.–226 с.

[5] Козбагаров Р.А., Махабаева А.Т., Камзанов Н.С. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства дорог» для специальности 5В071300 -«Транспорт, транспортная техника и технологии». Алматы: КазАТК, -2013. 52 с.

[6] Козбагаров Р.А., Даулеткулова А.У., Дайнова Ж.Х., Камзанов Н.С. Строительные, путевые машины и оборудование. Учебно-методическое пособие. -Алматы: КазАТК, 2015.–297 с.

[7] Lilov L., Loren M. Dynamic analysis of Multirigid – Body System Based on the Gauss Principle // ZAMM. 2007. 57. – P. 137-152.

[8] Bejczy A.K. Robot Arm Dynamics and Control, NASA-JPL Tech. Memo Rep., 1974.

[9] Crandall S.H., Karnopp D.C., Kurtz E.F. ET al Dynamics of Mechanical and Electromechanical Systems, McGraw – Hill, New-York, 1968. – P. 335.

[10] Vukobratovic M. et al., Analysis of Energy Demand Distribution with Anthropomorohic System, Trans. ASME, Dec. (1973).

[11] Peltola A. Designers of Forest Machinerery Challenged by Changing Attitudes / Advanced Technology in Forest Operations/ Oregon, 1994. – P. 217-222.

[12] Kikki R. Plustech Opetti Harvesterin Kavemaan / Koneyrittaja № 4, 1995. – P. 45-76

[13] Джиенкулов С.А., Бекенов Т.Н. Методика оценки показателей устойчивости самоходных колесных машин на повороте //Труды Междунар. Научно-технич. конф. молодых ученых. – Алматы: Каз НТУ, 2001. – С.26-29.

[14] Алиев Е.М. Анализ конструкций четырехрамного механизма движителей мобильных грузоподъемных машин. «Наука и мир» Международный научный журнал, Волгоград, 2016 г. №2 (42) , С. 20-22.

[15] Муратов А.М. и др. Динамические модели опорных механизмов шагающих транспортных средств // Магистраль № 3 – Алматы: 2015. – С. 75 – 76.

Козбагаров Р.А., Утебаев А.А.

Тиеу-түсіру машиналарының адымдаушы қозғағышының динамикасының ерекшеліктері

Түйіндеме. Төртрамалы бейімді қозғағыштың динамикалық моделі талдау негізінде әзірленді және осы модель бойынша қозғағыштың рамаларының шынайы қозғалысына талдау жүргізілді. Тірек-қозғалыс аппараттарының, қауіпсіз жұмысты көлік жылдамдығы 15 км/сағ негізгі өлшемдері және тіреу беткейінің релефтігі бойынша бейімделуі барысы 0,2 - 0,35 м шегі белгіленді.

Түйін сөздер. Арба, төртрамлы қозғағыштар, тиеп-түсіру машиналары, адымды механизм

Kozbagarov R.A., Utebayev A.A.

Features of the dynamics of the walking mover for loading and unloading trucks

Summary. Based on research, developed a dynamic model of adaptive chetyrehjadernogo mover and this model is the analysis of true motion of the frame of the propeller. The main parameters of the locomotor apparatus, safe working and transport speed of 15 km/h and the limit of adaptability speed of 0.2 - 0.35 m for the irregularities of the ground.

Keywords: Truck, chetyrehrjadnye movers, loading and unloading the car, walking mechanism

УДК621.372

M.T. Iskakova, A.U. Kalizhanova

Computer-aided design systems that implement information modeling technology

Abstract. The article considers innovative approaches to design, which are extremely important for the entire construction complex. Also, modern approaches to designing a building are considered.

Keywords: BIM-technologies, modeling, automation, design, objects, construction, model, operation.

М.Т. Искакова[1,2], А.У. Калижанова[1,2]
([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
Алматы, Республика Казахстан)

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЮ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Резюме. В статье рассмотрены современные и инновационные подходы в проектировании зданий, как информационное моделирование,в результате которого формируется информационная модель здания. На каждой стадии проектирования зданий существует определенная информационная модель, которая является отражением объема обработанной на этот момент информации о здании, и имеет важное значение для строительного комплекса.

Ключевые слова:BIM-технологии, моделирование, автоматизация, проектирование, объекты,строительство, модель, эксплуатация.

В модернизированном обществестроителям и архитекторамсложноэффективно обрабатывать прежними средствами неуклонно возрастающий поток информации, сопровождающей само проектирование. Результат проектирования также насыщен информацией, которую надо хранить в удобной в форме для использования. Даже после того, как здание уже спроектировано и построено, поток такой информации не прекращается, поскольку новый объект, вступая в стадию эксплуатации взаимодействует с городской инфраструктурой и окружающей внешней средой. Так же, с вводом в эксплуатацию запускаются и внутренние процессы жизнеобеспечения сооружения, которыеначинаютсяс жизненного цикла здания.

Такой информационный поток окружающего нас современного мира привел к появлению концепции информационного моделирования зданий.Первоначально в проектной среде получив широкое и успешное практическое применение при создании новых объектов, эта концепциядовольно быстро перечеркнула установленные рамки, и сейчас информационное моделирование зданий значит намного больше, чем просто новый метод в проектировании.

Иным подходомк руководствованию жизненным циклом объекта, а также к оснащению, возведению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания, включая его экономическую составляющую, является деформировавшееся отношение к сооружениям и иной взгляд на окружающий мир.

Информационное моделирование зданий, что в переводе BuildingInformational Modeling,получившая аббревиатуру BIM – это процесс, в результате которого формируется информационная модель здания.Получается так,что аббревиатура BIM используется сразу в двух случаях. Это-для процесса и для модели. Как правило, путаницы не возникает, поскольку всегда есть взаимосвязь. Но если ситуация все же становится спорной, надо помнить, что процесс – первичен, а модель – вторична, то есть BIM – это прежде всего процесс.

На каждой стадии проектирования информационного моделирования существуетопределеннаяинформационная модель, которая является отражением объема обработанной на этот момент информации о здании. К тому же, доскональной информационной модели здания отсутсвует, поскольку есть возможность всегда дополнитьмодель новой информацией.

Информационноемоделирование-это процесс осуществляемый человеком, который на каждом своем этапе решает какие-то поставленные перед ним задачи. А результатом решения этих задач является информационная модель здания.

В свою очередь, информационное моделирование зданий –сравнительно молодое, новое и постоянно развивающееся явление. Процесс развития BIM весьма далек до своего логического завершения, так как во многом его содержание определяется не теоретическими умозаключениями, а повседневной практикой.

Другими словами, информационная модель здания – это база данных о сооружении, регулируемая с помощью предназначенной компьютерной программой. Эта информация в первую очередь предназначена для принятия конкретных проектных решений,расчета узлов и компонентов здания. А так же предсказания эксплуатационных качеств объекта, создания проектной документации, составления смет и строительных планов,заказа и изготовления материалов, оборудования и управления эксплуатацией в течение всего жизненного цикла объекта.

Такое определение в наибольшей степени соответствует сегодняшнему подходу к концепции BIM многих разработчиков компьютерных средств проектирования на основе информационного моделирования зданий.

Эта технология имеет еще одно качество, которое предоставляет разные способы проводить исследования практически по всем направлениям. Например,планировка, внутреннее обустройство и оснащение, экологичность,энергопотребление, принцип проектирования и возведения и другими аспектами проектно-строительной деятельности. Для этих целей создается некая теоретическая компьютерная конструкция, в нужной степени имитирующая исследуемую ситуацию.В дальнейшем на эту конструкцию можно оказывать компьютерное воздействие, как изменение ее параметров и анализируются полученные результаты.

Безусловно, что при проектировании сооружений всегда рассматриваются различные варианты конструкции, оснащения и т. п., и выбирается самый подходящий из них. Но отличие исследовательской

модели от «обычной» BIM заключается в том, чтоисследовательская информационная модель здания или Research BIM (RBIM), с самого начала предназначена для исследования каких-то общих аспектов проектирования, оснащения или функционирования зданий и может не соответствовать никакому конкретному сооружению вообще.RBIM – это еще одна функция BIM, выводящая технологию информационного моделирования зданий далеко за рамки обычного проектирования.

Для визуализации информационной модели конструкций здания можно использовать приложение BIMx, которое является свободным приложением для использования, предназначенное для:

- обнаружения несоответствий и конфликтов, возникающих между элементами;
- объединения информационных моделей зданий, создаваемых проектировщиками разных специальностей;
- обеспечения высокого уровня взаимодействия для всех участников проектирования.

Чтобы не заполнять лишней информацией модель для просмотра участков или элементов конструкций можно фильтровать и изолировать ненужные объекты модели, что очень удобно строителям. При укладке верхней или нижней арматуры видно только эти элементы.В приложении показан очень наглядный пример (рис.1).

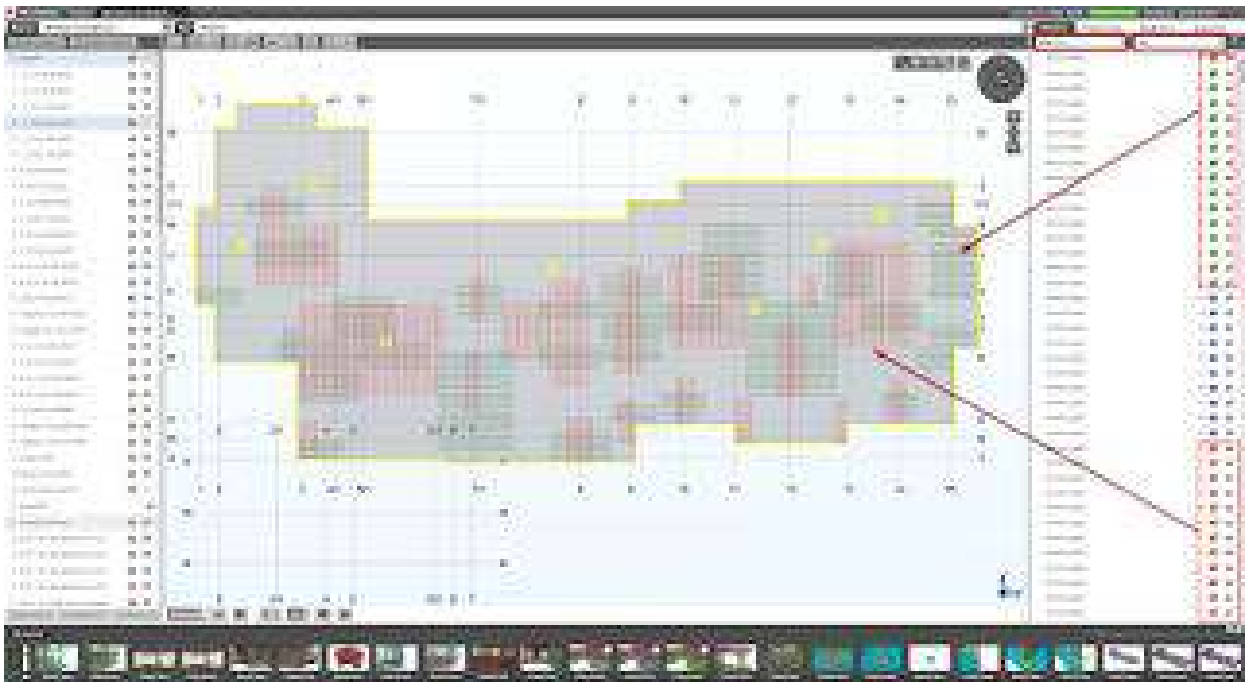


Рис. 1. Отображение только нижней дополнительной арматуры фундаментной плиты

Кроме этого в любой момент можно получить всю необходимую информации по любому объекту модели, вплоть до отдельного арматурного стержня (рис.2).

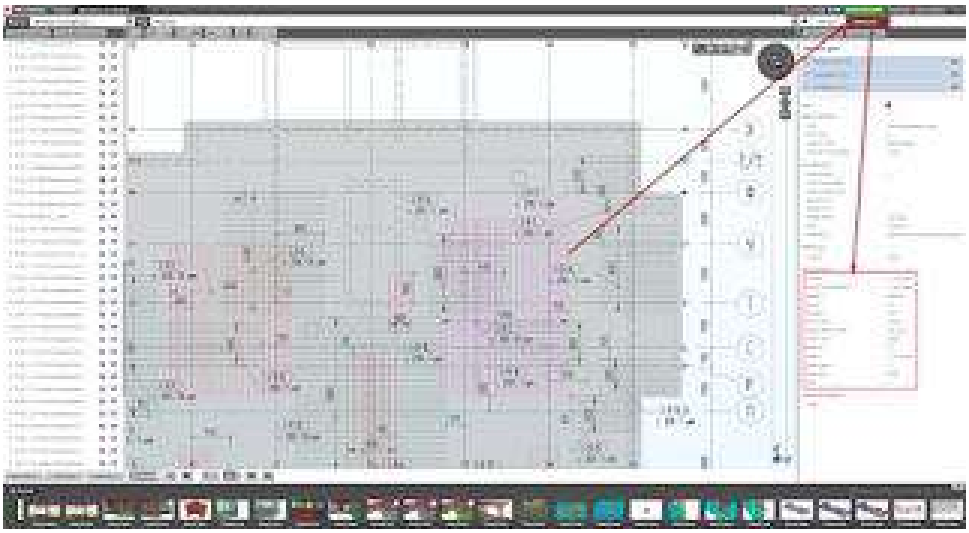


Рис. 2. Получение информации от отдельного арматурного стержня

Также можно совместить 3D-модель и чертёж для более наглядного представления сложных мест, в примере процесс армирования следующих видов: совмещение (рис.3), перекрытия (рис. 3.1), армирование пилона (рис. 3.2).

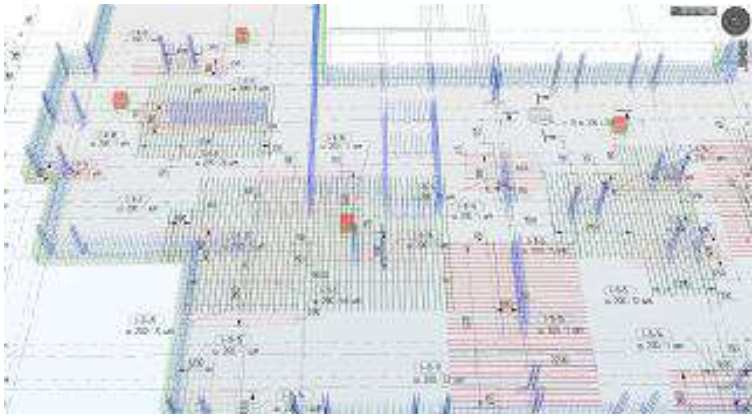


Рис. 3. Совмещение чертежа нижнего армирования и 3D-модели

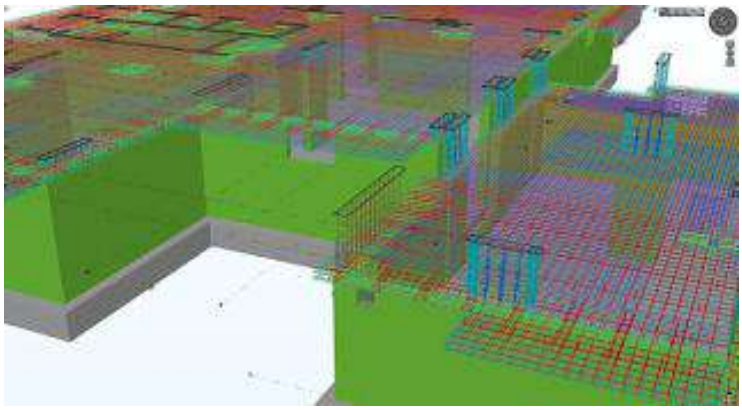


Рис. 3.1. Армирование перекрытия над техническим подпольем

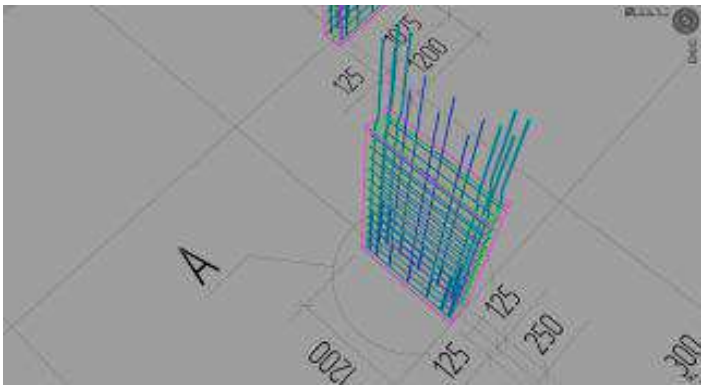


Рис. 3.2. Армирование пилона

Исходя из исследовательской работы видно, что внедрения BIM технологии в нашей стране будет огромным плюсом. При ее использовании намного уменьшаются сроки проектирования здания, увеличивается эффективность эксплуатации готового здания и многое другое. Поскольку эта система создана людьми и получаемая информация исходит от людей, а людям свойственно ошибаться, в модели все равно будут встречаться ошибки. Эти ошибки могут появляться непосредственно при внесении данных, при создании BIM-программ, даже при работе компьютеров. Но этих ошибок возникает принципиально меньше, чем в случае, когда человек сам манипулирует информацией. К тому же , BIM имеет гораздо больше внутренних уровней контроля корректности данных. Так что сегодня BIM — это лучшее из того, что есть на сегоднешний день.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Белоконев Е.Н., Абуханов А.З., Чистяков А.А. Основы архитектуры зданий и соружений: Учеб.пособ. - Р-н-Д, 2005.

[2] Беляков, С. И. Перспективы развития производственного потенциала строительных предприятий в современных условиях / С. И. Беляков // Недвижимость. Экономика. Управление. - 2009. - № 1. - С. 54-57.

[3] Бикбау, М. Я. Новые комплексные технологии строительства жилья / М. Я. Бикбау // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2011. - № 1. - С. 30-32 ; № 2. - С. 37-39.

[4] Благовещенский Ф. А., Архитектурные конструкции. [учебник по специальности "Архитектура"] - 2007

[5] Блэзи В., Справочник проектировщика. Строительная физика. [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Строительство". полноцветное издание] - 2012 (Мир строительства. 10, 11)

[6] Еремин, К. И. Анализ риска несущих конструкций покрытий стальных каркасов одноэтажных промышленных зданий / К. И. Еремин, С. А. Матвеюшкин // Промышленное и гражданское строительство. - 2011. - № 3. - С. 16-17.

[7] Заборов В.И., Ващук Д.Б., Клячко Л.Н. Инструкция по проектированию и расчету шумоглушения строительно-акустическими методами на предприятиях черной металлургии. Челябинск, Всесоюзный научно-исследовательский институт охраны труда и техники безопасности черной металлургии. 1979.

[8] Ильичев В. Ю. Основы проектирования экобиозащитных систем: Учебное пособие /В. Ю. Ильичев, А. С. Гринин; Под ред. А. С. Гринина. -М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. -207 с.

[9] Инновационные компьютерные технологии по ценообразованию в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. - 2009. - № 8. - С. 42-44.

[10] Исаев М. И. Теория коррозионных процессов. Учебник. - М.: Метал-лургия, 1997. - 344 с.

[11] Казаков Ю. Н., Строим дом быстро и дешево. [как я сам за 1 год построил коттедж всего за S46 тыс. вместо покупки у подрядчика-риелтора за полмиллиона]- 2009 (Современный домострой)

[12] Калугин, Ю. Б. Расчет календарных планов работ с вероятностными временными параметрами / Ю. Б. Калугин // Известия вузов. Строительство. - 2011. - № 10. - С. 51-59 : табл. - Библиогр.: с. 58-59.

[13] Пакидов О.И. Основы BIM: Информационное Моделирование для строителей. Набережные Челны, 2014 г.

[14] Талапов В. Технология BIM: расходы на внедрение и доходы от использования.

[15] Талапов В. «Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий».

[16] Отчёт McGraw Hill Construction Report. 2014 г.

[17] Король М.Г. Экономический эффект от внедрения информационного моделирования, 2013 г.

[18] Ильин В.В. История стандартизации BIM.
[19] Четверик Н. Затраты на BIM-технологии в проектировании оправдываются высокой эффективностью. 2014 г. http://zanostroy.ru/articles/1975/266.html#x
[20] Епифанов, В. А. Инвестиционное обеспечение бизнес-проектов в производственно-строительной сфере России / В. А. Епифанов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2009. - № 6. - С. 76-77.

Искакова М.Т., Калижанова А.У.

Ақпараттық модельдеу технологиясын енгізетін автоматтандырылған жобалау жүйелері

Түйіндеме. Мақалада инновациялық жобалау тәсілдері, олардың бүкіл құрылыс кешені үшін маңыздылығы қарастырылған. Сонымен қатар ғимаратты жобалаудың заманауи тәсілдері қарастырылған.

Кілтік сөздер: BIM-технологиялары, модельдеу, автоматтандыру, жобалау, объектілер, құрылыс, модель, операция.

Iskakova M.T., Kalizhanova A.U.

Computer-aided design systems that implement information modeling technology

Summary. The article considers innovative approaches to design, which are extremely important for the entire construction complex. Also, modern approaches to designing a building are considered.

Keywords: BIM-technologies, modeling, automation, design, objects, construction, model, operation.

УДК 622.276.72

M.E. Zhumabekov, M.N. Mukhtarova, K.E. Nurgalieva, G.A. Baymahanov, A.K. Danlybaeva
(al- Farabi Kazakh National University, Physics and Technology Faculty, Almaty, Kazhakstan.
E-mail: www_madi.kz@mail.ru)

QUALIFICATION OF QUALITY MANAGEMENT IN ENTERPRISES

Abstract. In the article, the basics of quality management are based on the ISO and TQM standards concepts. These standards specify common basic principles and different application areas. TQM modeling is the transition from quality management to quality management at the enterprise. This, in turn, increases the economic and social efficiency of the enterprise.

Key words: Quality Management, QMS, Quality Management System, ISO, TQM.

М.Е. Жұмабеков, М.Н. Мухтарова, К.Е. Нұрғалиева, Г.А. Баймаханов, А.К. Данлыбаева
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Физико-техникалық факультеті,
Алматы, Республика Казахстан.
Е-майл: www_madi.kz@mail.ru)

КӘСІПОРЫНДАРДАҒЫ САПА МЕНЕДЖМЕНТІН ЖЕТІЛДІРУ

Андатпа. Мақалада ИСО және TQM стандарттар концепцияларын негізге ала отыра сапа менеджментінің негізгі тәсілдеріне зерттеулер келтіріледі. Айтылған стандарттарда ортақ базалық принциптер мен әртүрлі қолдану бағыттары көрсетілген. TQM моделін құрастыру дегеніміз сапа менеджментінен кәсіпорындағы сапа менеджментіне көшуді білдіреді. Бұл өз кезегінде кәсіпорынның экономикалық және әлеуметтік тиімділігін арттырады.

Кілттік сөздер: сапа менеджменті, СМЖ, сапа менеджмент жүйесі, ИСО, TQM.

ХХ ғ. екінші жартысында сапа менеджментінің концептуальді дамуы үлкен қарқынға ие болды. Осыған байланысты, концепциялар мен практика жүзінде сынамадан өткен тәсілдер көбейді. Осылардың ішіндегі алдыңғы қатарлы кең ауқымды және доминанттылыққа ие тәсілдер 9000 сериялы халықаралық ИСО стандарттары мен жалпы сапа менеджменті (TQM) концепцияларына сүйенген болатын. Аталған стандарттар мен концепциялар көптеген жылдар бойы әлемдегі алдыңғы қатарлы өндірістік орындарда практикалық қолданыста болған.

ИСО стандарттары ТМД елдеріне 80 жылдары алғаш енгізіле бастаса, ал TQM концепциялары 90 жылдардың екінші жартысында қызығушылық артқан болатын. Дәл осы тарихи жағдайлар біздің

елімізде кәсіпорындағы сапа аймағында заңдылықтар алып келді. Қатаң орталықтандырылған регламентациядан кәсіпорындардағы сапа саласындағы проблемаларды өз еркімен шешу жолдарына баяу аяқ баса бастады.

Сапа менеджментідегі негізгі екі тәсілді айтпас бұрын ИСО 9000 сериясының көптеген публикация мен конференциялардағы баяндамаларда сынға ұшырап жүргенін ескеруіміз қажет. Ол стандарттар белгілі бір өндіріс саласында TQM мен салыстырғанда кері жақтары бар деген көзқарастар келтірліп жүр. Дегенмен, ИСО стандарттарын жарамсыз деуге әлі ерте. Біздің ойымызша, ИСО стандарттарына деген сыни көзқарастар конструктивті мағынаға ие. Сонымен қатар, жоғары деңгейлі халықаралық құжаттың беделін түсіру емес, шектен тыс идеализациядан сақтау жолын қарастыру бұл сыни көзқарас негізі болып табылады. Жеке жағдайларда, мамандар ИСО стандарттарын енгізу кезіндегі бірнеше кері құбылыстарды айтады. Ол әсерлер ИСО стандарттарын енгізу барсында кәсіпорынның қызметкерлерінің рәсімдерді сипаттау мен нұсқаулықтар жасауына, сапа саласындағы қызметкерлердің жұмысын шамадан тыс тексеруге және олардың іс-әрекеттерінен алшақтатуға ерекше көңіл бөледі, бұл жақсы нәтижеге қарағанда зиян нәтиже алып келеді. Дегенмен, мәселе ИСО стандарттарына негізделген тәсілдердің аздығында емес, осы тәсілдердің практика жүзінде тиянақты орындалмай қалуында. Консультациялық қызмет тәжірибесі көрсеткендей, сапа жүйесін құжаттаудың оңтайлығы, яғни жүйедегі құжаттардың саны ең аз болуы керек, бірақ оның қалыпты жұмыс істеуі үшін жеткілікті (ИСО 9004 «құжаттама көлемі практикалық қолдану саласымен шектелуі керек» деп атап көрсетеді)болуы көбінесе оның әзірлеушілерінің біліктілігіне тікелей байланысты. ISO және TQM стандарттарының концепцияларын салыстыра отырып, олардың қойылған мақсаттарындағы айырмашылықты анық көру маңызды болып табылады. Егер ИСО стандарттары ең алдымен өндірушінің тұтынушыға қажетті сапаға кепілдік беру қабілетін, алдын-ала бағалау негізінде өндіруші мен тұтынушы арасындағы нарықтық қатынастарды реттеуге арналған, ал TQM тұжырымдамасы негізінен өндірушінің бәсекеге қабілеттілігін арттыруға арналған немесе Т. Конти сөзімен айтсақ, сапа менеджментін үздіксіз жетілдіру арқылы «бәсекеге қабілетті сапаға қол жеткізу» [1]. Жобалай айтқанда, ИСО стандарттарын енгізу сапа саласындағы құрылыстың нольдік, яғни бастапқы циклы. Салынуға қажетті қабаттың бірі TQM. TQM қолдану стратегиялары: TQM философиясына негізделген сапаны басқару жүйесін әзірлеу үшін бірнеше стратегияны қолдануға болады. Ұйым өз жұмысының басым жағдайына негізделген ең қолайлы стратегияны таңдай алады. TQM элементін іске асыру стратегиясы - осы стратегияны қолдану негізгі бизнес-үдерістерді және бөлімшелердің жұмысын жетілдіру үшін сапаны басқарудың әртүрлі құралдарын пайдалануды білдіреді. Бұл стратегияны TQM философиясын жеке бөліктерін зерттеген кезде жиі ұйымдар пайдаланады. Мұндай құралдарды енгізу мысалдары сапалы шеңберді, статистикалық процестерді басқару, Taguchi әдістерін (6 сигма), сапалы функцияларды («сапалы үй») енгізу болып табылады. TQM теориясын қолдану стратегиясы - жұмыс іс жүзінде бар, осы теориялар салыстырғанда қандай кемшіліктері анықтау үшін осы сарапшылар әзірлеген теориясы және принциптері зерттеуге Деминг, Crosby, Juran және басқа да ұйымдар. Бұл стратегия сияқты сарапшылар мен сапаны басқару Гуру әзірлеген TQM ережелерін практикада жүзеге асыруға негізделген. Осыдан кейін осы кемшіліктерді жою бойынша шаралар қабылданады. TQM-ның негізгі экономикалық жағынан міндеті – өндірістегі шығындарды азайтып, кірістерді арттыру болып табылады. Бірақ, методологиялық жағынан ИСО мен TQM сапа менеджменті ортақ принциптерге негізделеді. Бұл МС ИСО 9000 сериялы 2000 жылғы жобада тиісті растауға ие. Ал, жаңа нұсқада сапа менеджментінің сегіз принципі бар екені белгілі [2]. Ол принциптердің көбісі TQM қолданылады. TQM енгізу әдістемесі. Әрбір ұйым мәдениет, басқару тәжірибесі, өнімдерді жасау немесе қызмет көрсету үшін пайдаланылатын процестерге қатысты бірегей емес. Сондықтан TQM-ті енгізудің бірыңғай тәсілі жоқ. Кәсіпорын - ұйымнан ұйымға ауысады. Дегенмен, TQM-ны енгізу әдіснамасының бірнеше негізгі элементтерін бөлуге болады:

1. Жоғары басшылық TQM-ды оқып, TQM философиясын ұстануға шешім қабылдауы керек. TQM философиясы ұйымның жұмыс стратегиясының ажырамас бөлігі болуға тиіс.

2. Ұйым өз жұмысының мәдениет деңгейін бағалауға, клиенттердің қанағаттану деңгейін бағалауға және сапа менеджменті жүйесінің жай-күйіне баға беруге тиіс.

3. Жоғарғы басшылық жұмысындағы негізгі қағидаттарды және басымдықтарды айқындауға және бұл ақпаратты ұйымның барлық қызметкерлеріне жеткізу керек.

4. TQM философиясын ұйымның жұмысына енгізудің стратегиялық жоспарын жасау қажет.

5. Ұйым тұтынушылардың басымдықты талаптарын айқындайды және олардың өнімдерін немесе қызметтерін осы талаптармен үйлестіреді.

6. Ұйым тұтынушылардың талаптарын қанағаттандыра алатын процесс картасын жасау керек.

7. Ұйым басшылығы процестерді жақсарту үшін командалардың құрылуын және жұмыс істеуін қамтамасыз етуі керек.

8. Процестерді жақсарту үшін өзін-өзі басқаратын топтарды құруды ынталандыру қажет.

9. Барлық деңгейдегі басшылық олардың жеке мысалы арқылы TQM философиясын жүзеге асыруға үлес қосуы керек.

10. Үздіксіз, күнделікті бизнес-үдерістерді басқару және оларды қалыпқа келтіру қажет. Нормаландыру белгіленген талаптардың минималды ауытқулары бар процестердің тұрақты орындалуын білдіреді.

11. TQM философиясын іске асыру жоспарын ұйымның жұмысына енгізу туралы прогресс үнемі өзгеру қажет болған жағдайда үнемі бағаланып, түзетілуі керек.

12. Қызметкерлерді процестердегі өзгерістер туралы хабардар етіңіз және қызметкерлердің жұмысын жақсарту бойынша ұсыныстар енгізу бойынша бастамасын көтермелеңіз.

ИСО стандарттарынан айырмашылығы TQM талаптары стандартталмаған. Бұл өз кезегінде кәсіпорындарда сапа саласындағы регламентацияда үлкен еркіндікке алып келеді. Дегенмен, бұл жерде де кейбір талаптарды формалау керектігі туындады. Ол талаптар«іскерлік жетістіктердің үлгісі» деп аталатын атпен белгілі және ұлттық және халықаралық сапа саласындағы критерилер өлшемдері ретінде жоғарылатылды. Бұл модельдер тұтастай алғанда кәсіпорынға, қолданылатын технологиялық процестерге және басқару жүйесіне қолданылады. Осыған орай TQM концепциясы сапа менеджменті шегінен шығады. «Бүгінде біз айтып отырған барлық нәрсе сапа менеджменті дәстүрлі ұғымына сай келмейді», - дейді белгілі американдық консалтингтік фирманың басқарушысы Брайан Джойнер [1]. Осыған сүйене ол бұл тәсілді «төртінші ұрпақ менеджменті» деп атауды ұсынған болатын. Консалтингтік компанияларының мамандары өздерінің консультациялық қызметінде түрлі жағдайларға тап болады. Солардың бірі кәсіпорын басқарушыларының ИСО стандарттарын тек сапа менеджменті түсінігі шекарасынан шығу методологиясы деп түсіну жағдайлары. Бұл жағдайлар мыналармен байланысты: өндірістегі жоспарлау мен техникалық дайындық аспектілеріндегі проблемаларды шешу, бөлімшелердегі және лауазымды тұлғалардың әрекетін реттеу, шығармашылдық әрекетті іске қосу, қоршаған ортаны қорғау, кеңсе жұмысын ұйымдастыру, іскерлік, мотивация және т.б. Біз сапа менеджментін жетілдіру барысында, еріксіз түрде жалпы кәсіпорын менеджментіне бет бұрамыз.

Осы тұста теоретикалық жоспардағы сұрақ пайда болады: жалпы кәсіпорын менеджменті немесе менеджменттің сапа менеджментімен байлансы қандай?

Менеджмент – түп төркіні америкалық сөз, бизнес және өндірістік салаларда қолданылады (мемлекеттік мекемелерде, университеттерде, әскерде – барлығында менеджерлік функциялар орындалады). Көптеген анықтамаларды ортақтастыра келе және мамандар мен ғалымдардың айтқандарына сүйене отыра, заманауи менеджментті былай түсінсек болады: бұл шексіз өзгеріп отыратын коллективті іс-әрекетті нәтижелі басқару тәсілі болып табылады. Менеджменттің негізгі мақсаты – коллективтегі әрбір жұмысшының энергиясын нақты, керекті бағытқа жұмсау болып табылады. Кеңес заманында «менеджмент» түсінігі қолданылмады, оның орнына «басқару» термині жүрді. Осы термин жүйенің құрылымдылығын, оның осы құрылымды сақтауын, әрекет ету режимін реттеуін және міндеттерді орындауын түсіндірген. Классикалық тұрғыда «басқару» категориялары «менеджмент» категорияларына қарағанда нысандарының ауқымы кең.

Сонымен, «менеджмент» және «басқару» түсініктері бірдей емес екендігі белгілі болды. Осы түсініктерді талқылаудағы маңызды айырмашылықтарды атап кетсек болды. Өкінішке орай ТМД елдерінде өндірістік деңгейде басқаруға деген жаңашылдықты қабылдауға ешкім асықпайды. Кәсіпорындардағы басқару табыс пен тиімділікке бағытталмай, мемлекет талаптарын орындауға тырысады. Әлеуметтік аспектіде «басқару» сөзі билік сөзімен ассоциацияланады. Ал, менеджменттің биліктен байланысты болуы міндетті емес. Қазіргі таңда кәсіпорын менеджменті жүйесі құрамдас бөліктерінің жалпы қабылданған жіктемесі жоқ, бұл кәсіпорын туралы басшылар мен мамандардың осы жүйе туралы, әсіресе тек қана сапа менеджменті жүйесіне қатысты болғанда, белгілі бір түсінбестікке жол ашады. Кәсіпорында жеке-дара бөлінген және басқалармен байланыста жоқ сапа менеджмент жүйесін құру тиімсіз екендігін кәсіпорындағы мамандар жақсы түсінеді. Осы тұста 80 жылдары Кеңес Үкіметінде кәсіпорынды басқару жүйесін құру негізін ГОСТ 24525.0 «Өндірістік бірлестікті жә-

не өнеркәсіптік кәсіпорындарды басқару. Негізгі ережелер» стандартына сүйенгенін айта кеткен жөн. Бұл ережелерге сәйкес кәсіпорын басқару жүйесі 6 бағытты шағын жүйеге (өнімді жеткізу, сапа, ресурс, ғылыми-техникалық даму, коллективтегі әлеуметтік даму, қоршаған ортаны қорғау), 17 функционалды шағын жүйеге (болашақ және ағымды жоспарлау, технологиялық процесстерді басқару, техникалық сынау және қадағалау, өнімді сату, т.б.) және 4 басқаруды қамтамасыз ететін шағын жүйелерге (құқықтық, ақпараттық, нормативтік және іс жүргізу) бөлінеді. 1 – кестеде ИСО 9001 сапа жүйесінің кәсіпорынға әсері көрсетілген. Осы кесте бойынша 3 негізгі оң ықпалдар талқыланады.

1-кесте. **ИСО 9001 сапа жүйесінің кәсіпорынға әсері**

Кәсіпорынға ИСО 9001 (ИСО 9004) сапа жүйесін ендіру нені береді	
1. Өнімнің немесе қызметтің табысты сатылуына ықпал етеді: өнімнің сапасын және бәсекеге қабілеттігін арттырады; тұтынушының қажеттілігін өтейді, нарықтық мүмкіндігін кеңейтеді, қоғам алдында фирманың имиджін жақсартады. 2. Менеджмент мәдениетін және басқару деңгейін арттырады. Міндеттерді орындауда реттілікті, қызметкерлердің түсіністігін, олардың мотивациясын, уақыт пен ресурстарды тиімді пайдалануды жақсартады. 3. Өнімдерді немесе қызметтерді әзірлеуде, өндіруде, қолдануда экономикалық тиімділікті қамтамасыз екетді; қателік кеткенде шығындарды азайтады; қателіктер санын азайтады; қалдықтарды азайтады; қолдану барсындағы шығындарды үнемдейді.	Мүдделі тараптарға артықшылықтар Тұтынушылар мындай өнім алады: талаптарға сай, сенімді, жөндеуге келетін, қажет кезде табылатын; Ұйым қызметкерлері тұрақты жұмыстан пайдаға ие болады; жалақының тұрақтылығы және өсімі; жұмыс жасау жағдайының жақсаруы; жұмысқа қанағаттану; қауіпсіздік шараларының жақсаруы; моральді ахуалдың жақсаруы; Меншік иелері мен инвесторлар: құйылған капиталдан пайданың артуы; нарықтағы орынның кеңеюі және ұйым жұмысының жақсару нәтижесіне ие болады. Жабдықтаушылар мен серіктестер сұраныстың тұрақтылығы мен артуынан пайдаға ие болады. Заңнамалық және нормативті талаптардың орындалуы; қоршаған ортаға кері әсерлердің болмауы; қауіпсіздіктің артуы қоғам үшін маңызды болып табылады.

Бүгінгі күні сапа менеджмент жүйесі кәсіпорындарда толықтай әзірленген кіші жүйе, ол әлемде ИСО 9000 сериялы стандарттары арқылы мойындалды. Осыған байланысты дәл осы кіші жүйе кәсіпорындағы сапа жүйесінің интеграциялануының негізгі ядросы болуға тиісті. Сонымен қатар, ИСО стандарттар методологиясы басқа да шағын жүйелерді құруға қатыса алады. Оның айқын дәлелі ретінде ИСО 14000 сериялы стандарттарына регламенттелген экологиялық менеджменттің жүйесін айтсақ болады.

ИСО стандарттарының интеграцияланған сапа менеджменті жүйесін құру үшін пайдаланылуы мүмкін қандай негізгі ережелері бар? Біздің ойымызша, бұлар: кәсіпорындағы менеджменттің жалпы саясатын қалыптастыру мен құжаттау; жүйені кіші жүйелерге, элементтерге және негізгі қызметіне (функцияларына) құрылымдау; жүйеде жауапкершілікті және билікті нақты бөлу; тіке емес, басқарудағы көлденең байланыстарға назар аудару; әкімшілік иерархияның төменгі қабаттарына құқықтар мен міндеттерді беру; шағын жүйеде енгізілген барлық басқару рәсімдерін құжаттау; жүйеде анықталған немесе әлеуетті сәйкессіздіктердің себептерін жою жөнінде шаралар қабылдау; басқару жүйесінің аудиті; жалпы басқаруды үздіксіз жетілдіру. Сапа менеджментінің шағын жүйесін кәсіпорындардағы менеджмент жүйесінің негізі деп көптеген мамандар айтады. Бүгінгі таңда кәсіпорындарда ешқандай жеке дара сапа жүйесі болмауы тиіс, тек сапа басқару принциптеріне негізделген бірыңғай сапа менеджменті болғаны жөн [3]. Соңғы он жылдықта сапа менеджментінің дамуы кәсіпорындардағы менеджментке қарағанда жақсы қарқынмен дамып келді. Бұл сапа менеджменті проблемаларын шешудің жоғары тиімді әдістерін, сондай-ақ EOQ сарапшыларының пікірінше, «кәсіпкерлікті дамыту мен кәсіпорындардың бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін тамаша негіз болып табылатын сапа принциптеріне негізделген модельдерді (TQM модельдері) шешуге мүмкіндік берді» [4]. В.Эдвардс Деминг, Джозеф М.Джуран и Филип Б.Кросби TQM теориясының дамуына айрықша үлестер қосты. Олар сапаға деген тәсілді кәсіпорын деңгейінде қолдану керектігін атап өткен болатын. Шын-

дығында да TQM модельдерінің жасалуы сапа менеджментінен кәсіпорындағы сапа менеджментіне ауысуды білдіреді.

Сапаның стандартталған анықтамасына сәйкес, кәсіпорын менеджменті сапасы кәсіпорын басшылығының оған қойылған мақсаттарға жету қабілетіне байланысты сипаттамалар жиынтығы ретінде қабылдануы керек. Әрине, кәсіпорын менеджментінің сапалы өнім немесе қызмет шығарумен қатар мына негізгі сипаттамаларды да айта кеткен жөн: бәсекелестіктің артуы, экономикалық және әлеуметтік салаларда тұрақты дамуы, ресурстардың үнемделуі, тиімді кәсіпкерлік, қоршаған ортаның қорғалуы. Кәсіпорындағы сапа менеджментінің деңгейінің көтерілуі мыналарға негізделеді: компания басшылығының иерархиясының барлық деңгейлерінде шешімдерді қабылдау сапасын жақсарту; ресурстардың ең аз шығындарымен қабылданған шешімдерді орындау; басқару процедураларының сапасын арттыру; басқару әдістерін үздіксіз жетілдіру және жаңарту.

Компаниялардағы сапа менеджментінің деңгейінің көтерілуінің ең негізгі факторы сол компания менеджерлерінің шеберлік деңгейінің көтерілуімен айқындалады. Менеджерлерді оқыту кезінде оқу программасында «Сапа менеджменті» курсы міндетті түрде боуы қажет. Менеджерлердің сапа менеджментін үздіксіз дамыту бойынша ой жүйріктігі де өте маңызды. Сапа менеджменті – бір саладағы кәсіпорындардың бір- бірінен айырмашылығын көрсететін негізгі ерекшелік болуы тиіс. Компаниялардағы менеджмент сапасының артуы белгілі бір сандық өзгерістерге алып келеді. (сападан санға өту). Кәсіпорындағы өнім (қызмет) сапасын арттыруға деген іс-әрекеттер нарықтық кеңеюге, өндірістің артуына, өндірістің өзіндік құнын төмендетуге, пайданың артуына және инвестициялардың өсуіне, тұтынушылардың, кәсіпорындардың, акционерлердің және тұтастай алғанда қоғамның әл-ауқатын арттыруға алып келеді.

Бұл аксиоманың мәні сапаны жақсартуға жұмсалатын қаражаттың өзін-өзі ақтайтындығы және экономикалық эффектілікті арттыратындығы.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Порто О, Кэри Дж. Стремление к совершенству. Непрерывный поиск повышения качества можно сравнить лишь с новой промышленной революцией // Бизнес уикенд - 1992. - № 11.

[2] Чаика И.И. Стандарты ИСО серии 9000 версии 2000 г. // Методы менеджмента качества. -2000. - № 1.

[3] Анттила Ю. Интеграция управления качеством с новаторской структурой управления бизнесом // Стандарты и качество. - 1999. - № 7.

[4] Конти Т. Модели ВУК или модели бизнеса? Избранные труды 40-го конгресса ЕОК. Сб. трудов, 1997 - С 43-53

[5] Гродзенский С.Я. Управление качеством: Учебник / С.Я. Grodzensky. - Москва: Проспект, 2015г. - 200 г. в.

[6] Дремина М.А. Проектный подход к разработке и внедрению систем менеджмента качества: Монография / М.А. Дремина, В.А. Копнов А.А. Станкин .- Санкт-Петербург.: Лан, 2015. - 304 в.

[7] Заика И.Т. Документирование системы менеджмента качества: Учебник / I.T. Заика Н.И. Гителсон. - Москва: КноРус, 2013. - 186 г. в.

[8] Минько А.А. Управление качеством. / А.А. Минько. - Санкт-Петербург: Питер, 2013. 272с.

[9] Минько Е.В. Управление качеством: учебник третьего поколения / EV. Минько, А. Минько. - СПб .: Питер, 2013. - 272 с.

[10]Дальгаард-Парк С.М., Чен Ч.-К., Джанг Дж. - Я., Дальгаард Дж. Модели совершенствования бизнеса: ограничения, размышления и дальнейшее развитие, 24, 519-38 , 2013.

[11] Гахрахани Д., Рахмати Х., Фаррохи М.Р., Фарахмандян А., Управление качеством и организационные характеристики, Американский журнал промышленной инженерии, 1, 46-50, 2013

[12]Хэллстен У., TQM как система управления, состоящая из ценностей, методов и инструментов. Журнал TQM, 12, 238-44, 2000.

[13]Гуази Н.А., Хонг С.W., Менг С.Т., Влияние сертификации ISO 9000 на практику управления качеством: сравнительное исследование, T Q M, 13, 53-67, 2002.

[14]Ботлер Л., Бендель Т., Дальгаард Д., Общее качество за пределами Северной Америки: сравнительный анализ результатов премий 33, 2, 197-215, 2013.

[15]Дальгаард-Парк С.М., Чен Ч.-К., Джанг Дж. - Я., Дальгаард Дж. Дж., Диагностика и прогнозирование движения качества - обзор по 25-летнему качеству литература (1987-2011), Общее управление качеством, 24, 1-18, 2013.

Жұмабеков М.Е., Мухтарова М.Н., Нұрғалиева К.Е., Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К.

Кәсіпорындардағы сапа менеджментін жетілдіру

Түйіндеме. Мақалада ИСО және TQM стандарттар концепцияларын негізге ала отыра сапа менеджментінің негізгі тәсілдеріне зерттеулер келтіріледі. Айтылған стандарттарда ортақ базалық принциптер мен әртүрлі

қолдану бағыттары көрсетілген. TQM моделін құрастыру дегеніміз сапа менеджментінен кәсіпорындағы сапа менеджментіне көшуді білдіреді. Бұл өз кезегінде кәсіпорынның экономикалық және әлеуметтік тиімділігін арттырады.

Кілттік сөздер: сапа менеджменті, СМЖ, сапа менеджмент жүйесі, ИСО, TQM.

Жумабеков М.Е., Мухтарова М.Н., Нургалиева К.Е., Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К.

О совершенствовании менеджмента качества на предприятии

Резюме. Приведены исследования основных подходов менеджмента качества на основе стандартов и концепции качества, т.е. сопоставление концепции стандартов ИСО и TQM. В данных стандартах показаны общие базовые принципы, но разные целевые назначения. Создание моделей TQM означает переход от менеджмента качества к качеству менеджмента предприятия, что повышает экономические и социальные эффекты предприятия.

Ключевые слова: менеджмент качества, СМК, система менеджмента качества, TQM, ИСО.

УДК 622.276.72

G.A. Baymakhanov, A.K. Danlybaeva, A.B. Yurgabay.
(Al-Farabi Kazakh National university Almaty, Kazakhstan.
E-mail: aydana1394@mail.ru)

PROBLEMS AND IMPROVEMENTS MANAGEMENT OF QUALITY IN CONSTRUCTION

Abstract. The necessity of introduction and use of the ISO 9001 quality management system in the construction industry is given. The definition of the system, principles and fundamentals of its application technology are given. Comparative characteristics of certification and licensing of the construction industry are given in terms of their criteria and management technology. It is shown about the effectiveness of using the principles of quality management in the organizations of the construction industry, the ways of increasing the efficiency of work are shown.

Key words: management system, construction works, ISO, certification, economic efficiency.

Г.А. Баймаханов, А.К. Даңлыбаева, А.Б. Ырғабай
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ҚҰРЫЛЫС САЛАСЫНДАҒЫ САПА БАСҚАРУ ПРОБЛЕМАЛАРЫ МЕН ДАМУЫ

Аңдатпа. Құрылыс саласында ИСО 9001 сапа менеджменті жүйесін енгізу және пайдалану қажеттілігі келтірілген. Жүйені, оны қолдану қағидалары және негіздері пайдалануын көрсетілген. Құрылыс саласындағы сертификаттау мен лицензиялаудың салыстырмалы сипаттамалары мен критерийлері мен басқару технологиялары бойынша дерек берілген. Құрылыс индустриясының ұйымдарында сапа менеджменті қағидаларын қолданудың тиімділігі туралы, оның тиімділігін арттыру жолдары көрсетілген.

Түйінді сөздер: басқару жүйесі, құрылыс жұмыстары, ISO, сертификаттау, экономикалық тиімділік.

Адамзат өркениетінің экономикалық мүмкіндіктері өсуі мен дамығаны сияқты, тұтыну нарығының сұраныстары да айтарлықтай өсті. Біріншіден, сұранысқа сәйкес өндіруші күштерді дамытудағы негізгі вектор тауар шығарылған өнім мөлшері жатса, қазіргі уақытта мұндай вектор - олардың сапасы. XX ғасырдың 50-ші жылдарынан бері «Сапа менеджмент» жөніндегі арнайы ғылым құрылды және үнемі дамып келеді, қазіргі заманғы тұжырымдамасы «Жалпы сапа менеджменті» (TQM жүйесі) болып табылады /1/.

Сапа басқарудың негізгі құралдарының бірі стандарттау болып табылады, ол сондай-ақ оның дамуының ұзақ эволюциялық жолынан өтті: өндірушінің стандартынан олардың өнімдеріне дейін, оның сипаттамаларын ИСО 9000 сериялы халықаралық сапа стандарттарына дейін қалыптастыру, олар өнімге емес, өндіруші ұйымның сапа менеджменті жүйесіне (СМЖ) қойылатын талаптарды белгілейді. Сонымен бірге, талаптар кез-келген ұйым мен кез-келген өнім үшін әмбебап /2/.

ИСО 9000 стандарттары үнемі жетілдіріліп және 5-6 жылда бір рет қайта шығарылады. Бірінші шығарылым - 1987 жыл. Екінші шығарылым - 1994 жыл. Үшінші шығарылым - 2000 жыл. Қазақстанда стандарттар үш негізгі стандартты қысқартумен ұлттық деңгейде тіркелген: ҚР СТ ИСО

9000:2001. Сапа менеджменті жүйесі. Негізгі ережелер мен сөздік. ҚР СТ ИСО 9001: 2001. Сапа менеджменті жүйесі. Талаптар. ҚР СТ ИСО 9004: 2001. Сапа менеджменті жүйесі. Өнімділікті жақсарту бойынша ұсыныстар.

Бұл стандарттар отандық экономиканың тәжірибесін қоса алғанда, сапаны басқару саласындағы үздік әлемдік тәжірибені қамтиды.

Құрылыс индустриясындағы экономикалық реформалар екі негізгі бағытта реформаланып жатыр:Мемлекеттік жоспарлаудан және әкімшілік басқару жүйесінен өтуге, мемлекеттік меншікке негізделген өндіріс құралдарын, нарықтық жүйеге, жеке меншік және ұжымды қоса алғанда, меншік нысандарының көптігі негізінде; Жаһандық экономикалық жүйеге интеграциялау /3/.

Реформалау процесінде әлемдік қауымдастықтың талаптарына сәйкес заңнамалық және нормативтік базалар өзгеруде және жетілуде. Бұл құрылыс 2-кезеңді бөліп көрсетуге болатын қайта құруды жүзеге асыратын мемлекеттік саясат: 1 кезең (XX ғасырдың 90-ы жылдарынан - XXI ғасырдың басы) - жаңа ұйымдық-құқықтық нысандарға көшу арқылы құрылыс кешенінің ұйымдарын мемлекеттік иеліктен алу және шағындау. 2-кезең (XXI ғасырдың басы - қазіргі уақытқа дейін) - құрылыс индустриясы ұйымдарының құқықтық және нормативтік басқару функцияларын мемлекеттік атқарушы билік құрылымынан (әкімшілік реформа аясында бір мезгілде реформалаумен) жаңадан құрылған мемлекеттік емес және өзін-өзі реттейтін ұйымдарға беру /4/.

Құрылыс сапасын басқаруға қатысты екінші кезеңнің негізгі кезеңдері: құрылыс қызметін мемлекеттік лицензиялау және «Техникалық реттеу туралы» заң қабылданды т.б.

Берілген мәлімет, әрине, құрылыс аясында белгілі, бірақ бұл баяндауда логиканы түсіндіріп, құрылыстағы реформа нақты мақсаттылық екенін көрсетеді. Ал реформа, практиктер мен ғалымдар арасында өте жоғары деңгейде сынға ұшырады /4/.

Сынақтың негізгі себебі құрылыс жұмыстарының міндетті мемлекеттік лицензиясын жоюға байланысты құрылыс сапасының күрт төмендеуінен қауіптену және бұл қауіп негізсіз емес. Мәселе мынада, лицензиялауды жою ҚР СТ ИСО 9001:2001 негізінде сапа менеджменті жүйесінің (СМЖ) құрылыс кешенінде ұйымдарды әзірлеу, енгізу және сертификаттау үшін массалық процестің логикалық тұрғыдан негізделуі керек, өйткені әлемдік тәжірибе осы жүйелердің сенімділігі мен тиімділігін көрсетеді. Бұл ҚР СТ ИСО 9001: 2001 ұлттық стандартын тіркеу кезінде есептеу болып табылады /5/.

Алайда құрылыс ерекшеліктеріне байланысты ИСО 9001: 2001 стандарты көп жағдайда құрылыс саласында көптеген мамандарға түсініксіз. Сондықтан аумақтық деңгейде ИСО 9000 стандарттарын жаппай зерттеу бойынша курстар ұйымдастырылды. Бірақ бұл курстар төмендегі себептер бойынша тиімсіз болды: курстардың тұжырымдамасы өте аз қабылданды /6/.

Өйткені, стандарттарды зерделеу қара бастың қамы емес, түпкі мақсатты игеру мен шешуге, яғни сіздің ұйымыңыз үшін СМЖ әзірлеуге және сертификациялауға арналған құрал ғана; стандартты зерттеу құрылыс индустриясы үшін нақты байланыстырусыз оның мәтінін есте сақтауға дейін қысқартылды; курстар негізінен, өз жұмысының сипаты бойынша сапа мәселелермен айналыспайтын тыңдаушылармен (ұйым қызметкерлері) жұмыс істеді /7/.

Бұдан басқа, «Техникалық реттеу туралы» заң қабылданды, соның ішінде ИСО 9001: 2001, барлық стандарттарды қолдану ұйымның ерікті іс-әрекеті болып табылады. Мұндай жағдайда құрылыс ұйымдарының СМЖ-ін жаппай дамыту үдерісі олардың сертификаттаудан басқа ешқайда кетпегендігі анық.

Шынында да, стандарттарға салыстырмалы талдау көрсеткендей, кейбір өнеркәсіп стандарттарында талаптар жоқ: СМЖ процестік және жүйелік тәсілдемелер; өмірлік циклдік процестердің тұрақтылығын және құрылыс өнімінің сапасын бағалау мен ескерудегі статистикалық әдістерді қолдану; еңбек сапасына материалдық ынталандыру /8/.

Осылайша, біз лицензиялауды жою және құрылыстағы ұйымдардың СМЖ жаппай сертификаттау арасындағы уақытша және ұзақ ұйымдық алшақтықтың фактісін айта аламыз. Бұл алшақтықта құрылыс-монтаж жұмыстарының сапасы үшін негізгі қауіп бар.

СМЖ ерікті сертификаттау жағдайында осы кемшіліктер азаяды ма немесе көбейе ме деген сұрақтар туындайды. Бұл, біздің ойымызша, құрылыс ұйымдарының көшбасшыларының мәселені түсінуіне байланысты болады - бұл оларға СМЖ-не сертификат беріп, уақытты, еңбек

пен ақшаны алуға мүмкіндік береді /9/. Бұны түсіну үшін, ИСО 9001: 2001 немесе басқа да нормативтік құжаттарға сәйкестігі үшін аккредиттелген органдарға СМЖ сертификаттау шарттарын мұқият оқып, лицензияны және сертификатты алу рәсімдерін салыстыру қажет, және осы салыстырудан бастап, СМЖ сертификатының құны лицензияның құнымен анықталады, оны алудың құны туралы шешім қабылдайды /10/.

Бүгінгі күнде құрылысшылар мұндай сертификаттауды лицензиялауға айырбастайды деген түсінікке ие. Бірақ бұл жартылай ғана дұрыс. Осы екі процесті лицензия және сәйкестік сертификатын салыстыру 1 кестеде келтірілген.

1-кесте. **Лицензия және Сәйкестік сертификатын салыстыру**

Лицензия	**Сәйкестік сертификаты**
1. Міндетті болып табылады, бірақ ол формалды сипатқа ие, атап айтқанда: лицензиялаушы ұйым лицензиялау орталығына орталықтың тізбесіне құжаттардың пакетін, оның ішінде орындалатын жұмыстардың сапасын бақылау жүйесі туралы ақпаратты береді, тапсырыс берушінің пікірлерін, қадағалау органдарын, сапаны бақылау жөніндегі мамандандырылған ұйымдарды қолдану. Бұл ақпарат тізбесі лицензиялау орталығының нұсқаулығында көрсетілген. Тізімге ескерту беріледі: лицензиялау органының сапа менеджменті (бақылау) жүйесі туралы бұйрығына сәйкес ИСО 9001: 2001 талаптарына сәйкес әзірленуі және енгізілуі керек. Осы құжаттарды талдау негізінде өтініш берушіге 5 жыл мерзімге лицензия беріледі. Бұл жағдайда ұйымдағы сапаны басқару бойынша нақты жұмыс жағдайы тексерілмейді. Нұсқаулықта айтылғандай, ол тараптардың өзара келісімі бойынша ғана еленбейді. Ұйымды лицензиялау процесі қысқа мерзімге созылады, бұл процесс барысында, не болмаса кейінгі уақытта ұйымда сапаны басқарудың белгіленген тәжірибесіне әсер етпейді. Ұйымның аппараты бұл процессті сезінбейді, себебі ол бір орындаушыға қатысты.	1. Сертификаттау мен лицензиялау арасындағы негізгі айырмашылық сапа менеджменті жүйесін сертификаттау болып табылады. Сертификаттаудың осы түрінің үдерісі әлдеқайда көп уақытты алады. Ол келесі қадамдардан тұрады: Жүйенің құжаттамасын стандарт талаптарына сәйкестігін тексеру. Қажет болған жағдайда құжаттама сертификаттау орталығының ескертулеріне сәйкес түзетіледі; осы кезеңнің соңында, яғни құжаттаманың жарамдылығын анықтау, оны практикада жүзеге асырудың толықтығын тексеру. Сонымен қатар, қызметкерлерді оқытуға, жүйенің құжаттамасын меңгеруге және оның жұмысының нақты тиімділігіне ерекше көңіл бөлінеді. Осы қадамнан сәтті өту үшін, ұйым қажет болған жағдайда аппараттың құрылымын әр сапалы қызмет көрсетуші қызметкердің функциялары мен міндеттерін нақтылауы, қызметкерлерге арналған тренингтер өткізу және жүйе ұсынған құжаттарды, әсіресе, жазбаларды енгізуі керек
2. Лицензияның қолданылу мерзімі аяқталғаннан кейін, оны ұзарту одан да ресми болып табылады, өйткені сапаны басқару саласында ұйымның жоспарлы тексерулер жүргізілмейді. Шындығында, егер ұйым ұсынатын құжаттар алдыңғы лицензияның құжаттарына нұқсан келтірмесе, лицензиялар автоматты түрде жаңартылады. Сирек, айрықша жағдайларда, тексерулер ұйым туралы елеулі шағымдар түскен кезде жасалады. Бірақ, егер аудит ұйым жұмысының сапасынан елеулі бұзушылықтар анықтаса да, лицензиялау орталығының лицензиялауы оны алу құқығына ие емес, себебі ол мұны сот арқылы ғана жасай алады.	2. Алғашқы екі типтегі сертификаттау процесі лицензиялау процесіне ұқсас, бірақ, ұйым ұсынған құжаттама және құрылыс алаңдарындағы жұмыс процесі сертификаттау орталығының мамандары сертификаттау кезінде тексереді. Ұйымның сапасын міндетті түрде жоспарлы тексерумен сертификат 3 жылға беріледі, ал сертификатты жаңарту кезінде басқару жүйесінің нақты тиімділігі ескеріледі. Беруші орган мерзімді жоспарлы сапаны бақылауды жүзеге асыруы керек. Егер сертификаттау шарттары бұзылса, сертификаттаушы орган куәлікті сотсыз жоя алады және берілген сертификаттардың мемлекеттік тізіліміне тиісті жазба жасалады.
3. Жоғарыда айтылған тұжырымға сүйенсек, құрылыс тәжірибесімен расталады, бұл міндетті лицензия - жұмыс сапасын қамтамасыз ету үшін ұйымның ең төменгі сыйымдылығының болуы ғана, бірақ сапа кепілдігін қамтамасыз етпейді	3. Ерікті түрде жүзеге асырылады. Құрылыс келесідей объектілерде жүргізіледі: құрылыс материалдары; құрылыс-монтаждау жұмыстары мен қызметтері; Сапа менеджменті жүйесі.

Жоғарыда айтылғандардан, сертификаттау процесінің өзі құрылғының сапасын жақсартуға әсер етеді және нәтижесінде өнім сапасын жақсартады.

Жоғарыда келтірілген салыстырудан сәйкес сапа менеджменті жүйесіне сәйкестік сертификаты тұтынушыларға ұйымнан өндірілген өнімдердің сапасына шынайы кепілдік береді, сол себепті мерді-

гердің бағасы әлдеқайда жоғары. Ол ұйымның «Әрқашан тұтынушылардың талаптарына сай келетін өнімдерді және сәйкес міндетті талаптар» (ИСО 9001:2001 Қолдану аясы) мүмкіндіктерін көрсетеді /11/.

Бір кездері жетекші құрылыс ұйымдары құрылыс кешені ұйымдарын жұмыстар мен қызметтерді, сондай-ақ сапа менеджменті жүйелерін сертификаттауға шақырды, дегенмен бұл «ИСО 9001: 2001 негізіндегі сапа менеджментті тиімді және толыққанды басқару жүйесін құру және көптеген құрылыс ұйымдарын сертификаттау объективті түрде өте қиын» /12/.

СМЖ құрылыс ұйымдарын сертификаттау үдерісін жылдамдату үшін не қажет және не істеуге болады? Осы мәселе бойынша қорытынды жасай аламыз: құрылыс ұйымдары үшін ағымдағы кезеңде нақты консультацияларда және әрбір құрылыс ұйымы үшін жүйелік құжаттаманы әзірлеуге қатысу сияқты ИСО 9001: 2001 стандартын зерделеуде ғана емес, сонымен қатар нақты көмек қажет. Сонымен бірге, тапсырма құжаттардың көлемі бойынша мүмкіндігінше қысқа болуы тиіс, бірақ сонымен бірге мазмұны мен нысаныда түсінікті болуы керек /13/.

Ұйымда сапа менеджменті жүйесін енгізуді (жай ғана ресми емес) жүзеге асыруға қажет қадамдар:

1. СМЖ сұрақтарымен айналысуы үшін, топты құрыңыз немесе жеке орындаушыны тағайындаңыз.

2. Сапа бағдарламасын әзірлеу және аяқтау, соның ішінде ұйым үшін (департаменті, белгілі бір жобаны әзірлеушілер тобы) «Сапа бойынша нұсқаулық». Бағдарлама мен нұсқаулықта ИСО 9001-2015 санатындағы бөлімдер және осы бөлімдердің түсіндірілуі болуы керек. Олар ұйымның осы ұйымның нақты жағдайларында немесе жобаның шеңберінде стандарттар талаптарына сәйкес келуге дайын екендігін мәлімдейді.

3. Бағдарламалық қамтамасыз етуді немесе автоматтандырылған жүйелерді жасау және құру процестерін реттейді. Ол үшін жобаны әзірлеуге, сынауға және іске асыруға, жобаны ұйымдастыру мен басқаруға, сапаны қамтамасыз ету мен келісімшарттық жұмыстарды орындауға байланысты барлық іс-әрекеттерді тағайындауды ұйымдастыру туралы (немесе нұсқау) стандарттарды әзірлеу қажет.

4. Жобаның өмірлік циклінің әр кезеңінде орындаушылардың және басқарманың жауапкершілігі мен есептілігін реттейді.

5. ИСО 9001 стандартының шеңберінде СМЖ сәйкестігі туралы құжаттарды тексеруге және өз пікірін білдіруге тиісті лицензиясы бар консалтингтік компанияға әзірленген құжаттар топтамасын ұсыну. Ескертулерді түзету және сертификат алу.

6. Белгіленген нормативтік құжаттарды қатаң сақтау арқылы, жобаның жұмысын жалғастыру /14/.

Компанияның тұрақты жұмысын ұйымдастыруда сапа менеджменті жүйесінің құндылығын мойындай отырып, СМЖ енгізудің жанама артықшылықтары туралы ұмытуға болмайды: Орындалған және сертификатталған жүйе көптеген тендерлерге қол жеткізуге мүмкіндік береді және клиенттермен өзара әрекеттесу кезінде бәсекелік артықшылық болып табылады.

Сонымен қатар, бірқатар тапсырыс берушілер тек қана жарамды сертификаттардың көшірмесін ғана емес, сондай-ақ ұйымның бизнес-үдерістерін реттейтін құжаттарды рәсімдейді. Бұрын міндетті болып табылатын ГОСТ және СНиП ерікті қолдану жағдайында құрылыстың сапасы туралы алаңдаушылық өсіп жатыр және құрылыс ұйымдары, құрылыстық басқарушылар, мердігерлер немесе құрылыс материалдарының жеткізушілері секілді тапсырыс берушілердің талаптары өсіп келеді. Компанияның ИСО 9001 талаптарына сәйкестігі ұйымның сапа менеджменті, ұзақ мерзімді перспективада жұмыс жасайтын және тұрақты серіктес бола алатындығын көрсететін кәсіпорынның сенімділігі мен кәсіпорынның тұрақтылығын көрсетеді /15/.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Лукманова И.Г. Концептуальная модель системы управления качеством на предприятиях строительной отрасли // Промышленное и гражданское строительство. 2001. - № 4. - С. 41-44.

[2] Нежникова Е.В. Проблемы создания и функционирования систем менеджмента качества // Фундаментальные исследования. 2013. - № 6. - С. 958-962.

[3] Шилкина А.Т., Савкин А.Г. Управление рисками в системе менеджмента качества промышленного предприятия: Региональный аспект// Фундаментальные исследования. -2015. - № 7-4. -С. 857-862.

[4] Огвоздин В.Ю. Управления качеством. Основы теории и практики: Учебное пособия . – М.:Дело и сервис, 1999-255с.

[5] Шишкин И.Ф., Станякин В.М. Квалиметрия и управления качеством: Учебное пособия . – М.: Изд-во ВЗПИ,1992-255с.

[6] Осипов Б.В., Мировская Е.А. Математические методы и ЭВМ в стандартизации и управления качеством. – М.: Изд-во стандартов,1990-168с

[7] Левина Н.Б. Условия применения средневзвешенных показателей при оценке качества продукции . – М.: Изд-во стандартов, 1983-163с.

[8] Окрепилов В.В. Управления качеством: Учебник для вузов. – 2-ое изд., доп. и перераб . – М.: Экономика, 1998-639с.

[9] Управления качеством: Учебник для вузов/Под ред. С.Д. Ильенковой . – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1999-242с.

[10] Шор Я.Б. Об интегральной оценке качестве продукции . – М.:надежность и контроль качества, 1973-242с.

[11] Робертсон А. Управления качеством/Пер. С англ. – М.:Прогресс, 1974-253с.

[12] Никифоров А.Д. и др. Инженерные методы обеспечения качества в машиностроении: Учебное пособия. – М.: Изд-во стандартов,1987-384с.

[13] Солод Г.И. Основы квалиметрии: Учебное пособия. – М.: Изд-во МГИ, 1991-84с.

[14] Стандартизация и управление качеством продукции: учебник для вузов, – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000-487с.

[15] Мишин В.М. Управление качеством: Учебное пособия для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000-303с.

Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К., Ыргабай А.Б.

Проблемы и развитие управления качеством в строительной отрасли

Резюме. Приведена необходимость внедрения и использования в строительной отрасли системы менеджмента качества стандарта ИСО 9001. Дано определение системы, принципы и основы ее технологии . Приведены сравнительные характеристики сертификации и лицензирования строительной отрасли их критерии и технология управления. Показана эффективность использования принципов управления качеством в организациях строительной отрасли, показаны пути повышения эффективности работы.

Ключевые слова: система менеджмента, строительные работы, ИСО, сертификация, экономическая эффективность.

Baymakhanov G.A., Danlybaeva A.K., Yurgabay A.B.

Problems and improvements management of quality in construction

Summary. The necessity of introduction and use of the ISO 9001 quality management system in the construction industry is given. The definition of the system, principles and fundamentals of its application technology are given. Comparative characteristics of certification and licensing of the construction industry are given in terms of their criteria and management technology. It is shown about the effectiveness of using the principles of quality management in the organizations of the construction industry, the ways of increasing the efficiency of work are shown.

Key words: management system, construction works, ISO, certification, economic efficiency.

УДК 621.395

E. S. Vituleva, S. T. Baypakbayeva, I. E. Suleimenov
([1]Satpaev University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: lizavita@list.ru
[2]AUES University, Almaty, Kazakhstan)

ALGORITHM OF MACROSCOPIC INFORMATION RECORDING IN DISTRIBUTED SYSTEMS

Abstract. An algorithm for recording information in distributed environments, including unordered ones, is proposed in the article. Its distinctive feature is macroscopic (simultaneous) impact on all elements of the system, but the proposed algorithm ensures each bit is to be written into a strictly defined cell. The algorithm, among other things, proves the existence of recording information possibility in nanoscale structures, chaotically moving relatively to each other. The implementation of the algorithm is provided by the use of cells that change the logical state under external influence. The nature of the control action can be of any kind that in the long run it allows you to write information into molecular and supramolecular structures using variations of a given thermodynamic variables type.

Key words: molecular programming, nanoscale structures, memory cells, logical variables, controlled drug delivery systems, nanotechnologies

[1]Е. С. Витулёва, [2]С. Т. Байпакбаева, [2]И. Э. Сулейменов
([1]Сатпаев университет (E-mail: lizavita@list.ru)
[2]Алматинский университет энергетики и связи)

АЛГОРИТМ МАКРОСКОПИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

Аннотация. Предложен алгоритм записи информации в распределенные среды, в том числе неупорядоченные. Его отличительной особенностью является макроскопическое (одновременное) воздействие на все элементы системы, однако предложенный алгоритм обеспечивает запись каждого бита в строго определенную ячейку. Алгоритм, в том числе, доказывает существование возможности записи информации в наномасштабные структуры, хаотически перемещающиеся друг относительно друга. Реализация алгоритма обеспечивается за счет использования ячеек, изменяющих логическое состояние при внешнем воздействии. Природа управляющего воздействия может быть любой, что в перспективе позволяет записывать информацию в молекулярные и надмолекулярные структуры с помощью вариаций термодинамических переменных заданного вида.

Ключевые слова: молекулярное программирование, наномасштабные структуры, ячейки памяти, логические переменные, системы контролируемого ввода лекарственных препаратов, нанотехнология

В последние десятилетия проводились активные изыскания в области создания средств контролируемой доставки лекарственных препаратов [1,2]. Адресная доставка препарата к поврежденному органу позволяет снизить общую токсическую нагрузку на организм пациента, исключить нежелательные побочные действия и т.д. [1,2]. В последнее время для этой цели все чаще предлагается использовать различные наноструктурированные системы [3,4]. Такие системы, как и их макроскопические аналоги – полимерные гидрогели [2] – могут быть сделаны стимул-чувствительными [4-6], то есть выделять лекарственный препарат в определенном диапазоне термодинамических переменных, характеризующих температуру среды, ее кислотность, ионный состав и т.д. Соответственно, использование стимул-чувствительных полимеров и наноструктурированных систем позволяет нацеливать носитель препарата на орган, характер патологии которого отвечает определенному набору термодинамических величин.

Такого рода реакция на изменение внешних условий может рассматриваться как простейшая форма «распознавания» носителем лекарственного препарата физико-химического образа пораженного органа или клетки. Уместно подчеркнуть, что физико-химические свойства используемых веществ позволяют сделать такую реакцию близкой к скачкообразной [6,7]. (С радиотехнической точки зрения аналогом таких систем, очевидно, является триггер – система, способная находится в двух различных стабильных состояниях.)

Дальнейшие шаги в этом направлении де-факто связаны с усложнением процедуры распознавания, а также с модификациями реакции носителя на характеристики среды организма, что достигается за счет усложнения дизайна наносистем [8,9]. Уже стоит вопрос о непосредственном использовании наномасштабных нейронных сетей [10], а также вопрос о создании программируемых наноструктур [11,12] – своего рода нанороботов, выполняющих заданные последовательности операций, возможные функции которых обсуждались еще в [13]. Подчеркнем, что в текущей литературе обсуждается также и вопрос об энергетике функционирования наномаштабных систем [14], что делает использование термина «нанороботов» еще более правомочным.

С этой точки зрения перспективными являются системы на основе гидрофильных полимеров, для которых характерны гистерезисные свойства [15]. Действительно, любая система, обладающая петлей гистересиза, может использоваться как ячейка памяти. Наличие ячеек памяти, как показывает аналогия с радиотехническими системами, является непременным условием для реализации любой программируемой системы. Следовательно, одной из основных проблем, возникающих на пути практической реализации программируемых наноструктур, является обеспечение записи информации в наномаштабные системы, в частности, записи самой программы, обеспечивающей выполнение заданной последовательности операций. Следовательно, вопрос о совершенствовании супрамолекулярных систем, используемых для контролируемой доставки лекарственных препаратов, можно рассматривать, в том числе, и отталкиваясь от аналогии с радиотехническими системами, что и составляет основу концепции молекулярного программирования [16], предполагающей разработку наномасштабных систем, способных выполнять операции по заданной программе.

Данная аналогия, разумеется, не является полной. А именно, любые наномасштабные системы в растворе находятся в тепловом движении, поэтому по отношению к ним не приходится говорить об аналогах радиоэлектронных схем, в которых жестко фиксировано направление течения тока по сигнальному проводу. Следовательно, возникает общая задача, связанная с адресацией записи информации в ячейки памяти, способные хаотически перемещаться друг относительно друга.

В данной работе доказано, что существует алгоритм, обеспечивающий запись информации в микро- и наномасштабные структуры при помощи макроскопических воздействий. Конечной задачей разработки такого рода алгоритмов является запись информации в молекулярные структуры за счет изменения по заданному закону термодинамических переменных (температуры среды, ее кислотности и т.д.).

Один из таких алгоритмов основывается на использовании совокупности ячеек памяти, различающихся по порогу срабатывания. Следует еще раз подчеркнуть, что молекулярные системы, являющиеся аналогом триггера, т.е. способные находиться в двух различных устойчивых состояниях, известны. К ним относятся, например, любая макромолекула термочувствительного полимера (или ее фрагмент), обладающая гистерезисными свойствами [16].

Радиотехническим аналогом такой системы является совокупность бистабильных элементов (рис.1), на все входы которых одновременно подается один и тот же сигнал по общей шине данных (общая шина данных соответствует одновременному изменению термодинамической паременной). Задача состоит в том, чтобы обеспечить адекватную адресацию, т.е. запись строго определенной последовательности логических символов именно использую общую шину данных, что является аналогом изменения термодинамических переменных, которое также протекает одновременно для всех элементов системы.

Будем считать, что изменение состояния элемента (точнее, инверсия логической переменной, характеризующей состояние выхода) имеет место, если сигнал, поступающий на его вход, превышает порог срабатывания (по амплитуде). Будем также считать, что порог срабатывания элемента с номером n+1 рассматриваемой совокупности отличается на дискретную величину от порога срабатывания элемента с номером n:

$$U_{n+1} = U_n + \delta U \qquad (1)$$

Реакцию системы в целом на входной импульс определенной амплитуды иллюстрирует рис.1. Рисунок подчеркивает, что если амплитуда импульса превышает порог срабатывания для элементов с номером 1 по номер n включительно, то логическая переменная, характеризующая состояние выхода каждого из этих элементов, будет инвертирована.

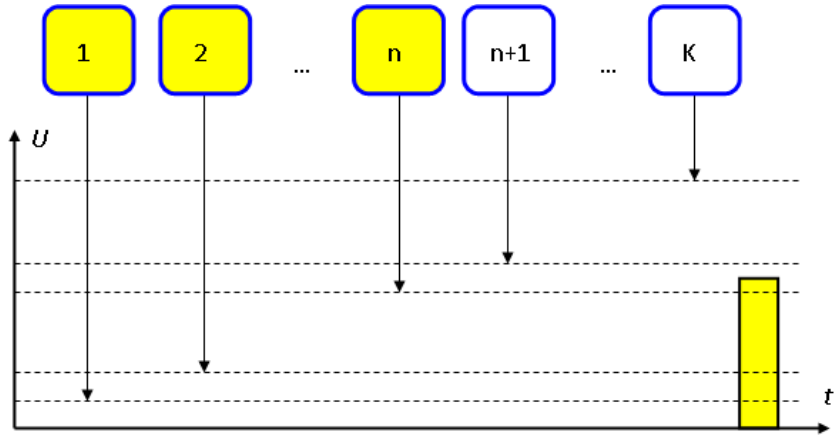


Рис. 1. Реакция совокупности бистабильных элементов с дискретно отличающимися порогами срабатывания на внешний импульс.

Покажем, что существует простой алгоритм записи произвольной последовательности логических переменных в такую систему ячеек.

Предположим, что требуется осуществить запись следующей последовательности

$$s_1, s_2, s_3, \dots, s_K \tag{2}$$

где s_i – логические переменные .

Будем использовать следующие обозначения для последовательности импульсов, обеспечивающих запись информации в рассматриваемую систему ячеек.

- A_i есть логическая переменная, отражающая наличие импульса с амплитудой, обеспечивающей инверсию состояния ячеек с номерами с первого по i-тый включительно, в последовательности сигналов, обеспечивающих запись информации;

- $A_1, A, A_3, \dots, A_K$ есть последовательность, описывающая профиль сигнала, обеспечивающего запись информации в рассматриваемую совокупность ячеек; рис. 2 иллюстрирует характер описания профиля сигнала при помощи данной последовательности;

- L_i есть оператор, описывающий изменение состояния ячеек, составляющих рассматриваемую систему, при воздействии на нее импульса, отвечающего логической переменной A_i.

Тогда воздействие импульса, отвечающего логической переменной A_i, на состояние системы в целом описывается следующим выражением

$$L_i(s_1, s_2, \dots, s_i, s_{i+1} \dots, s_K) = (A_i + s_1, A_i + s_2, \dots, A_i + s_i, s_{i+1} \dots, s_K) \tag{3}$$

где произведения логических переменных, стоящих под знаком скобки, подчиняются обычным правилам оперирования с логическими переменными

$$\begin{cases} 1 + s_n = 1, & s_n = 0 \\ 1 + s_n = 0, & s_n = 1 \end{cases} \tag{4}$$

для случая, когда $A_i = 1$; если $A_i = 0$, значения логических переменных s_n остаются неизменными.

Запись (4) подчеркивает также, что при ненулевом значении переменной A_i имеет место инверсия состояния ячеек с номером $n \leq i$.

Инвертируем последовательность (2)

$$s_K, s_{K-1}, s_{K-2}, \dots, s_1 \tag{5}$$

Это заведомо можно сделать, так как воздействие управляющих импульсов на все ячейки системы происходит одновременно.

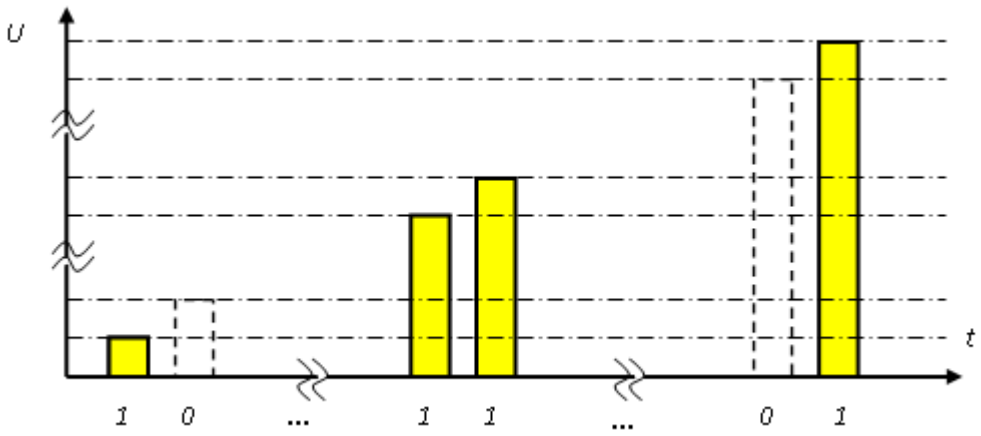


Рис. 2. Соответствие профиля управляющего сигнала и последовательности логических переменных A_i.

Воздействие последовательности импульсов различной амплитуды на рассматриваемую систему описывается следующим произведением.

$$(A_K L_K, A_{K-1} L_{K-1}, \dots, A_1 L_1)(s_K, s_{K-1}, \dots, s_1) \tag{6}$$

Примем, что в исходном состоянии все ячейки находятся в состоянии, отвечающему логическому нулю. Тогда, задача о записи заданной последовательности логических переменных $(s_K, s_{K-1}, \dots, s_1)$ сводится к отысканию последовательности $(A_K, A_{K-1}, \dots, A_1)$ такой, что

$$(A_K L_K, A_{K-1} L_{K-1}, \dots, A_1 L_1)(0, 0, \dots, 0) = (s_K, s_{K-1}, \dots, s_1) \quad (7)$$

Будем решать задачу (7) пошагово. На состояние ячейки с номером К может повлиять только импульс максимальной амплитуды. В соответствии с записью (7) этот импульс поступает на входы ячеек последним.

Обозначим через

$$\left(s_K^{K-1}, s_{K-1}^{K-1}, \dots, s_1^{K-1}\right) \quad (8)$$

последовательность импульсов, которая формируется на такте с номером $K-1$. Поскольку изначально предполагается, что все ячейки находятся в состоянии $s_n = 0$, то выражение (8) можно переписать в форме

$$\left(0, s_{K-1}^{K-1}, \dots, s_1^{K-1}\right), \quad (9)$$

так как все предыдущие импульсы не могут изменить состояние ячейки с максимальным значением порога срабатывания.

Следовательно, на основании соотношения (7) можно записать следующее уравнение на логические переменные, составляющие последовательность (9)

$$A_K L_K\left(0, s_{K-1}^{K-1}, \dots, s_1^{K-1}\right) = (s_K, s_{K-1}, \dots, s_1) \quad (10)$$

Из соотношения (10) немедленно следует, во-первых, что

$$A_K = s_K \quad (11)$$

а, во-вторых, что

$$s_n^{K-1} + A_K = s_n \quad (12)$$

Или

$$s_n^{K-1} = s_n + A_K \quad (13)$$

где принято во внимание, что при любом значении логической переменной A_i имеет место

$$A_i + A_i = 0 \quad (14)$$

Таким образом, на следующем шаге решения уравнения (7) можно рассматривать последовательность, фактически содержащую число элементов на единицу меньше

$$A_{K-1} L_{K-1}\left(0, s_{K-2}^{K-2}, \dots, s_1^{K-2}\right) = (s_{K-1} + A_K, s_{K-2} + A_K, \dots, s_1 + A_K) \quad (15)$$

В соотношении (15) принимается во внимание, что до прихода импульса с амплитудой, отвечающей оператору L_{K-1}, состояние элемента с номером $K-1$ заведомо отвечает условию $s_{K-1} = 0$, так как на вход каких-либо элементов системы еще не поступал импульсов, способных изменить его состояние (все они обладали недостаточной амплитудой). Следовательно,

$$A_{K-1} = s_{K-1} + A_K \tag{16}$$

$$s_n^{K-2} + A_{K-1} = s_n + A_K, \quad n \le K-2 \tag{17}$$

или

$$A_{K-1} = s_{K-1} + s_K \tag{18}$$

$$s_n^{K-2} = s_n + A_K + A_{K-1}, \quad n \le K-2 \tag{19}$$

Используя соотношения (11) и (18), выражение (19) можно переписать в виде

$$s_n^{K-2} = s_n + s_{K-1}, \quad n \le K-2 \tag{20}$$

где также принимается во внимание, что

$$s_i + s_i = 0 \tag{21}$$

Действуя далее по индукции, можно видеть, что искомые коэффициенты, описывающие последовательность импульсов, обеспечивающих запись информации в рассматриваемую систему ячеек, выражаются формулой

$$A_{m-1} = s_{m-1} + s_m \tag{22}$$

Формулы (11) и (22) представляют собой решение уравнения (7), т.е. составляют алгоритм, позволяющий осуществить запись произвольной последовательности логических переменных в совокупность бинарных ячеек рассматриваемого типа.

Вывод. Существует возможность реализовать запись информации с адресацией за счет одновременного воздействия на все без исключения ячейки памяти системы. Это создает необходимые предпосылки для реализации систем молекулярного программирования, в которых запись заданной программы в наноструктуры обеспечивается за счет изменения термодинамических переменных по заданному закону.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Allen, T. M., & Cullis, P. R. (2004). Drug delivery systems: entering the mainstream. Science, 303(5665), 1818-1822.

[2] Сулейменов, И. Э., Будтова, Т. В., Искаков, Р. М., Батырбеков, Е. О., Жубанов, Б. А., Бектуров, Е. А. (2004). Полимерные гидрогели в фармацевтике: физико-химические аспекты. Алматы: Санкт-Петербург: Эверо. 234 с.

[3] Rocas, P., Cusco, C., Rocas, J., & Albericio, F. (2018). On the Importance of Polyurethane and Polyurea Nanosystems for Future Drug Delivery. Current drug delivery, 15(1), 37-43.

[4] Mura, S., Nicolas, J., & Couvreur, P. (2013). Stimuli-responsive nanocarriers for drug delivery. Nature materials, 12(11), 991.

[5] Liu, J., Huang, Y., Kumar, A., Tan, A., Jin, S., Mozhi, A., & Liang, X. J. (2014). pH-sensitive nano-systems for drug delivery in cancer therapy. Biotechnology advances, 32(4), 693-710.

[6] Park, J. H., von Maltzahn, G., Ong, L. L., Centrone, A., Hatton, T. A., Ruoslahti, E. & Sailor, M. J. (2010). Cooperative nanoparticles for tumor detection and photothermally triggered drug delivery. Advanced Materials, 22(8), 880-885.

[7] Khutale, G. V., & Casey, A. (2017). Synthesis and characterization of a multifunctional gold-doxorubicin nanoparticle system for pH triggered intracellular anticancer drug release. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 119, 372-380.

[8] Davaran, S., Ghamkhari, A., Alizadeh, E., Massoumi, B., & Jaymand, M. (2017). Novel dual stimuli-responsive ABC triblock copolymer: RAFT synthesis, “schizophrenic” micellization, and its performance as an anticancer drug delivery nanosystem. Journal of colloid and interface science, 488, 282-293.

[9] Li, J., Qiao, Y., & Wu, Z. (2017). Nanosystem trends in drug delivery using quality-by-design concept. Journal of Controlled Release, 256, 9-18.

[10] Chude-Okonkwo, U. A., Malekian, R., Maharaj, B. T., & Vasilakos, A. V. (2017). Molecular Communication and Nanonetwork for Targeted Drug Delivery: A Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 19(4), 3046-3096.

[11] Wang, T. W., Yeh, C. W., Kuan, C. H., Wang, L. W., Chen, L. H., Wu, H. C., & Sun, J. S. (2017). Tailored design of multifunctional and programmable pH-responsive self-assembling polypeptides as drug delivery nanocarrier for cancer therapy. Acta biomaterialia, 58, 54-66.

[12] Chen, F., Bai, M., Cao, K., Zhao, Y., Cao, X., Wei, J., & Zhao, Y. (2017). Programming Enzyme-Initiated Autonomous DNAzyme Nanodevices in Living Cells. ACS nano, 11(12), 11908-11914.

[13] Ергожин Е.Е., Зезин А.Б., Сулейменов И.Э., Мун Г.А. Гидрофильные полимеры в нанотехнологии и наноэлектронике (монография) / Библиотека нанотехнологии, Алматы-Москва: LEM, 2008, 214 с.

[14] Suleimenov, I. E., Guven, O., Mun, G. A., Uzun, C., Gabrielyan, O. A., Kabdushev, S. B. & Nurtazin, A. (2017). Hysteresis Effects During the Phase Transition in Solutions of Temperature Sensitive Polymers. Eurasian Chemico-Technological Journal, 19(1), 41-46.

[15] Сулейменов И.Э., Панченко С.В, Ердаулетова М.А. Молекулярное программирование: аналогия с радиотехническими системами // Известия НТО «Кахак», 2015, № 4(51) С.77-84

[16] Song, P., Kuang, S., Panwar, N., Yang, G., Tng, D. J. H., Tjin, S. C., & Wang, Z. L. (2017). A Self-Powered Implantable Drug-Delivery System Using Biokinetic Energy. Advanced Materials, 29(11).

Витулёва Е.С., С.Т. Байпақбаева, И.Э. Сүлейменов

Таратылған жүйедегі ақпаратты макроскопиялық түрде жазба жазу алгоритмі

Түйіндеме. Таратылған жүйедегі макроскопиялық түрде жазба жүргізу алгоритмі ұсынылған сонымен бірге реттелмеген түрі де сипатталған. Мұның ерекшелігі макроскопиялық ықпалдың барлық элементтерге әсер етуі, алайда ұсынылып отырған алгоритм әрбір биттің тек қана белгілі бір ұяшыққа жазылуын қамтамасыз етеді. Бұл алгоритм сонымен бірге ақпаратты жазудың наномасштабты құрылымдарға жазуға болатының дәлелдейді, және ақпараттың бір-біріне байланысты хаос түрінде саластырмалы қозғалады. Алгоритмнің жүргізілуі сыртқы әсерден логикалық қалыпын өзгеруі нәтижесінде, ұяшықтарды қолдану арқылы жүзеге асады. Басқаратын әсердің табиғаты әртүрлі болуы мүмкін, және де берілген түрдегі термодинамикалық ауысымдар көмегімен болашақта ақпаратты молекулярлы немесе аса молекулярлы құрылыммен жазуға болады.

Түйінді сөздер: молекулярлы бағдарламалау, наномасштабты құралымдар, жады ұяшықтары, логикалық ауыспалы шамалар, дәрілік препараттарды енгізудің басқару жүйесі, нанотехнология

УДК 622.69:658.512.22(574)

A.T. Bakesheva, T.I. Irgibaev

STUDY OF THE CONSEQUENCES OF GROWTH OF MICROCRACKS ON THE PROCESS OF DESTRUCTION OF MAIN GAS PIPELINES

Abstract. This article discusses the appearance of various defects in the main gas pipelines, in particular cracks, which lead to the destruction of the pipeline material at the macroscopic level.

Keywords: The main gas pipeline, defect, analysis, microcrack, corrosion, accident.

А.Т. Бакешева, Т.И. Иргибаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, aigulm.145@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ РОСТА МИКРОТРЕЩИН НА ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Аннотация. Рассматриваются дефекты магистральных газопроводов, которые влекут за собой большие финансовые затраты и экологические последствия. Также приведены примеры аварий, возникающих по причине коррозии металла трубопровода. Рассмотрены результаты технического расследования аварий на западно-казахстанских магистральных газопроводах, которые определили причины разрушения труб в Казахстане. Главная из них связана тем, что грунты в этой местности имеют высокую коррозионную активностью.

Были изучены микротрещины, которые со временем перерастают и ускоряют процесс образования коррозионного растрескивания под напряжением. Данный вид повреждения газопроводов является одним из наиболее опасных видов разрушения металлических трубопроводов и представляет острую проблему мировой газотранспортной

системы. Полагаясь на полученные акты технического расследования и металла разрушившихся газопроводов в УМГ «Интергаз Центральная Азия», проводимых ОАО «Газпром» было обнаружено, что газопроводы Республики Казахстан подвержены коррозионному растрескиванию под напряжением. Это является особенностью газотранспортной системы Казахстана. Были выделены два способа решения данной проблемы и предложены роботизированные средства внутритрубной диагностики технологических трубопроводов, разработанные в России, которые позволяют исключить погрешность, вносимую человеческим фактором.

Ключевые слова: Магистральный газопровод, дефект, анализ, микротрещина, коррозия, авария.

Стабильность поставки газа потребителям в Республике Казахстан, неразрывно связана с надёжностью и безопасностью работы единой системы газопроводов компании «Интергаз Центральная Азия».

На сегодняшний день в газовой отрасли страны в эксплуатации задействованы магистральные газопроводы с преобладанием труб большого диаметра.

Для Казахстана транспортировка природного газа имеет важное стратегическое и экономическое значение. В связи с этим приоритетным в деятельности Акционерного общества «Интергаз Центральная Азия» является развитие транзитных мощностей газотранспортной системы в целях обеспечения увеличения объемов международного транзита природного газа, также более эффективного использования имеющихся активов трубопроводной системы, которая проходит по территории Республики Казахстан [1].

Но одной из важнейших проблем развития газовой промышленности во всем мире является повышение уровня эксплуатационной надежности магистральных газопроводов с целью поставки запланированных объемов газа отечественным и зарубежным потребителям.

Поскольку все исследуемые магистральные газопроводы выполнены в подземном исполнении, то на протяжении всего срока их эксплуатации поддерживается непрерывное воздействие окружающего грунта на трубу через её защитное изоляционное покрытие. Магистральные газопроводы, отличаются от других металлических конструкций большой протяженностью, и тем, что проложены и эксплуатируются в разных климатических зонах и различных почвенно-грунтовых условиях [6,7,8].

Поэтому при длительной эксплуатации, несомненно, происходит процесс старения трубного металла. Это объясняется снижением защитных свойств изоляционных покрытий, накоплением и развитием дефектов в трубопроводах и в их сварных соединениях.

К таким дефектам относятся повреждения (как сквозные, так и несквозные) узкой формы в виде трещин. Они обычно имеют:

1. Угол близкий к 90 градусам и направление в сторону поверхности стенки трубы.
2. Расслоение металла и образование параллельных слоев.
3. Отсутствие сплошности металла большой длины в направлении прокатки.
4. Металлическое отслоение, имеющее различную толщину и величину.
5. Разрыв металла, имеющий различную раскрытую форму. Он окисленный и располагается сверху или под углом в сторону прокатки.
6. Содержание в трубе неметаллических веществ.

Все эти дефекты связаны с производственным металлургическим браком. Но дефекты образуются также и в результате транспортировки труб, их прокладки и эксплуатации. Они классифицируются следующим образом:

1. Сверхнормативное уменьшение толщины стенок металла на значительной территории трубопровода.
2. Единичные и локальные дефекты на поверхности газопроводной трубы.
3. Линейные дефекты протяженной формы.

В частности, дефекты трубопровода, связанные с трещинами, очень важны, потому что сбои могут иметь действительно большие экономические и экологические последствия.

Это связано с тем, что микротрещины сливаются и образуют более крупные трещины, которые превращаются в быстрорастущую магистральную трещину. Магистральная трещина приводит к разрушению материала на макроскопическом уровне. Срок существования конструкций под нагрузкой существенно снижается и может составлять от нескольких месяцев до десятка лет, после чего отработавший материал заменяется новым.

Поэтому оценка этих дефектов очень важна с точки зрения обеспечения безопасной эксплуатации.

Доля аварий, возникающих по причине коррозионного износа, составляет по разным оценкам от 25 до 45%. Так, **29 июля 1995 году г**азопровод компании "Transcanada" взорвался и загорелся неподалеку от Рапид-Сити, к северу от Брэндона. В результате образовался кратер, глубиной в пять метров. Один сотрудник компании "Transcanada" получил незначительные травмы. Причиной инцидента была названа коррозия труб.

Одним из таких примеров является разрыв трубы с выбросом газа и последующим воспламенением в Казталовском районе Западно-Казахстанской области на газопроводе САЦ 4-1, принадлежащем ЗАО "Средняя Азия - Центр" в 2004 году, а также разрыв газопровода Ташкент - Алматы на юге Казахстана в 2010 году который произошел по причине коррозии металла трубопровода. Это в первую очередь связано с тем, что грунты в этом районе в основном представлены тяжелыми глинами, удерживающими влагу длительное время, щелочными солончаками и суглинками, отличающимися высокой коррозионной активностью. В этой ситуации борьба с коррозионными процессами является весьма актуальной [3,12].

Сотрудниками Уфимского государственного нефтяного технического университета ССП «Центр сервиса трубопроводных систем» совместно с московскими сотрудниками НПП «Техносфера-МЛ» были обследованы западно-казахстанские магистральные газопроводы такие, как МГ «СОЮЗ», МГ «САЦ». По полученным актам технического расследования аварий и инцидентов было проанализировано и установлено, что причиной разрушения труб в РК явились свищи, коррозия, дефекты сварных швов и резьбовых соединений, механические повреждения.

Но одним из самых опасных дефектов магистральных трубопроводов является коррозионное растрескивание под напряжением (КРН). КРН является одним из наиболее опасных видов коррозионного разрушения металлических материалов, происходящих путем зарождения роста трещин под воздействием растягивающих напряжений и коррозионно-активной среды. Данный вид разрушения для магистральных трубопроводов с подземной прокладкой является опасным и это объясняется тем, что процесс контролируемых условий эксплуатации происходит без видимого нарушения — до момента достижения развивающейся трещиной критического размера, за которым следует аварийный разрыв газопровода, сопровождающийся взрывом и воспламенением газа. Магистральный трубопроводный транспорт включает в себя многокилометровые линейные участки газопроводов и компрессорные станции (КС), которые стоят друг от друга на расстоянии около 100 км.

Разрушения газопроводов по причине развития КРН происходили, как правило, на линейных участках, которые располагаются в безлюдной местности, и практически не наблюдались на компрессорных станциях. Они покрывались сетью коротких продольных трещин. Вместе с тем основные параметры процесса КРН - характеристики внешней коррозионной среды, технология производства и металлургическое качество используемых труб — существенно не отличаются между собой, будь то линейный участок магистрального газопровода или компрессорная станция. Это означает, что по отношению к процессу КРН трубопроводы КС, так же как и линейные участки, имеют потенциальную опасность.

На газопроводах в США КРН происходило при высоком значении pH грунта (более 9), аналогичная ситуация наблюдалась в Австралии, Иране, Ираке, Италии, Пакистане и Саудовской Аравии [2]. Впоследствии этот вид КРН назвали карбонат-бикарбонатным, или классическим, в отличие от «неклассического» КРН, зарегистрированного позднее, в девяностые годы, при авариях на магистральных газопроводах в северной части США, Канаде и в нашей стране.

На (рис.1а) приведен фрагмент и указаны параметры коррозионного растрескивания под напряжением в районе нижней образующей газопровода. Обнаружено, что КРН представляет скопление продольных поверхностных трещин длиной до 4-х и глубиной до 0.2 мм в начальной, зарождающейся стадии возникновения и роста. Для сравнения на (рис.1б) для участка КРН речь идет о более развитых дефектах длиной до 18 мм и глубиной до 2 мм.

Трещины зарождаются на внешней поверхности трубопровода в пределах 5 - 7 часов условного циферблата. Появление магистральной трещины при ее раскрытии или вследствие их группирования в очаге разрушения, а также за счет образования свищей при сквозном поражении стенки трубы может привести к аварии на трубопроводе. Трещины развиваются хрупко от внешней поверхности трубы (под углом около 90º) и, как правило, с вязким механическим доломом (под углом около 45º). Механические свойства стали при КРН не изменяются[9].



Рис. 1. Примеры обнаруженных участков стресскоррозии

Процесс коррозионного растрескивания имеет несколько стадий (рис.2), которые можно разделить на два условных этапа: зарождение и развитие дефекта. Граница между данными этапами является условной и определяется чувствительностью применяемого средства контроля[10].

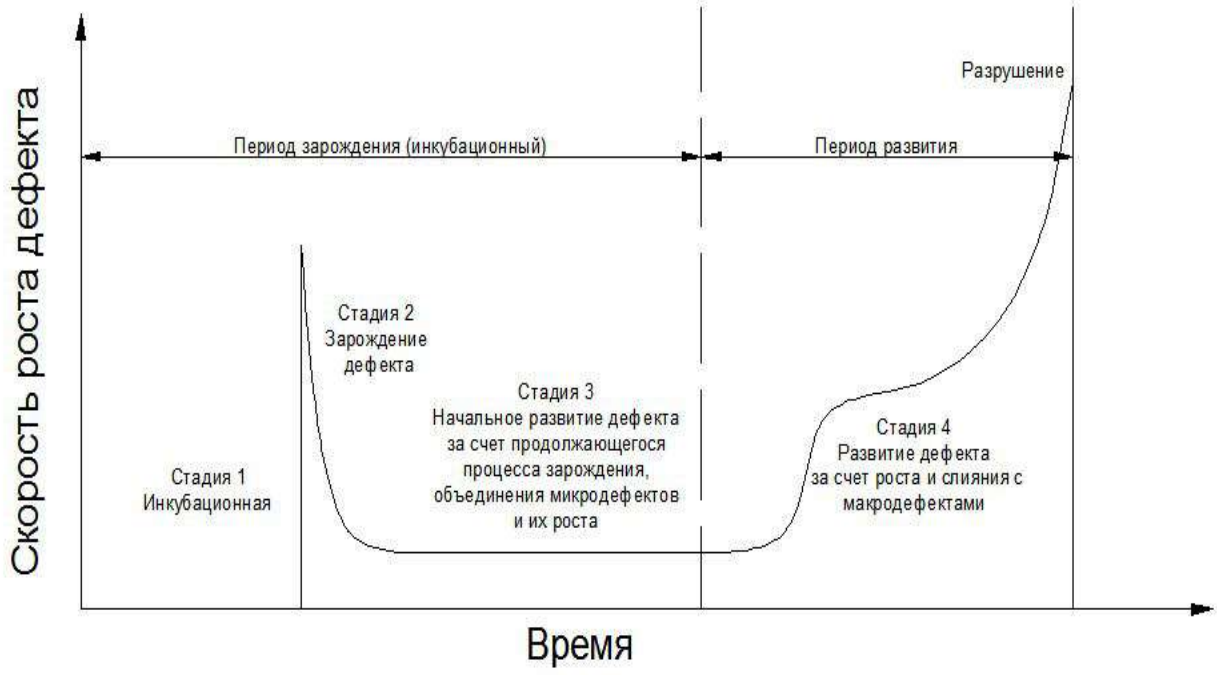


Рис. 2. Изменение скорости роста дефекта КРН

Так же можно отметить, что большинство аварий по причине КРН, как правило, происходит в 20 км зоне за компрессорной станцией по ходу газа. Металл трубы в этой зоне кроме контакта с грунтовым электролитом на участках повреждения изоляционного покрытия подвергается дополнительному воздействию повышенной температуры газа, которая интенсифицирует электрохимические процессы, а также высокому уровню вибрации, который может при определенных условиях стать причиной зарождения стресс-коррозионных трещин.

В частности, по результатам обследования разрушения на КС «Макат» 80-е были обнаружены и коррозионные язвы и КРН одинаковой глубины. Разрушение произошло по коррозионным трещи-

нам, а не язвам, в связи с тем, что коэффициент интенсивности напряжения последних значительно ниже, чем у трещин, и они также имели меньшую протяженность.

Проанализированные акты технического расследования и металла разрушившихся газопроводов непосредственно в УМГ «Интергаз Центральная Азия» «Атырау», а также отказы магистральных газопроводов на наличие признаков КРН, которые проводились в соответствии с «Инструкцией по обследованию и идентификации разрушений, вызванных коррозионным растрескиванием под напряжением (КРН)» ОАО «Газпром» показали, что в очаговой области разрушения обнаружены хрупкие трещины (угол 90º), раскрытые в процессе развития аварии. Глубина хрупкой составляющей трещины – около половины стенки трубы. Длина хрупкой составляющей – более 180 мм. Это в соответствии с Инструкцией и расчетами показывает, что наличие такой трещины привело к развитию обследованного разрушения.

На основании таких показаний было выяснено, что газопроводы РК подвержены КРН. При этом коррозионные трещины присутствуют на участках с интенсивной общей коррозией. Это является спецификой РК.

По итогам технического расследования, было выделено два участка газопровода, подверженных КРН: Макатский (первые км после компрессорной с меловым грунтом) и Индерский. Внимания требует также обследование Джангалинского участка, т.к. в актах технического расследования присутствует ряд необходимых признаков КРН.

Можно выделить два основных подхода к решению существующей проблемы. Один, из которых будет заключаться в совершенствовании методов диагностики и регистрации повреждений, развивающихся в процессе эксплуатации газопроводов, а второй – в установлении и предотвращении причин образования критических дефектов.

В настоящее время регулярное проведение внутритрубной дефектоскопии является эффективным способом определения технического состояния газопроводов и предотвращения возможных аварий [11]. Тем не менее, желательно проводить внутритрубную инспекцию специализированным для КРН дефектоскопом определенных участков линейной части магистрального газопровода. Также можно предложить роботизированные средства внутритрубной диагностики технологических трубопроводов КС, которые являются основой для достоверного выявления дефектов КРН. На сегодняшний день в Российской Федерации существуют и разрабатываются роботы ВТД КС, представленные на (рис 3.)



Рис. 3. Роботизированные средства диагностики
а) робот-трактор ЗАО «КТПИ «Газпроект»; б) робот-сканер на магнитных колесах ЗАО «Интроскан-технолоджи».

Управление современными средствами внутритрубной диагностики производится по технологии Wi-Fi и позволяет обойтись без катушки с кабелем, что освобождает место для полноценного диагностического оборудования (повышение достоверности) и дополнительных аккумуляторных батарей (увеличение пробега).

В ближайшей перспективе вероятность выявления дефектов КРН роботизированными средствами диагностики приблизится к вероятности выявления дефектов при диагностическом сопровождении капитального ремонта трубопроводов, когда проводится диагностирование внешней поверхности трубы при снятом изоляционном покрытии. Важно отметить, что использование роботов позволяет исключить погрешность, вносимую человеческим фактором. Дело в том, что идентификация дефектов КРН при капитальном ремонте трубопроводов КС ведется вручную с использованием визуально-измерительного, вихретокового и магнитопорошкового методов неразрушающего контроля и в первую очередь зависит от квалификации дефектоскописта [13].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рабочий проект «Капитальный ремонт МГ «БГР-ТБА» на участке 649-729 км II-нитки» разработан в соответствии с заданием на проектирование АО «Интергаз Центральная Азия» и другими документами, переданными заказчиком в составе исходных данных.

[2] Гареев А. Г., Насибуллина О. А., Ризванов Р.Г. //Изучение коррозионного растрескивания магистральных газонефтепроводов // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». - 2012. - № 6.

[3] Хасанов Р.Р.// ФГБОу ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Российская Федерация, Журнал «Нефтегазовое дело», 2014 г. С.97-102.

[4] «Инструкция по обследованию и идентификации разрушений, вызванных коррозионным растрескиванием под напряжением (КРН)» ОАО «Газпром».//1984.-18 С.

[5] Гареев А.Г., Абдуллин И.Г. Патент России № 2058545. Способ определения времени эксплуатации сооружения в условиях коррозионного карбонатного растрескивания.

[6] Ланчаков Г.А., Зорин Е.Е, Степаненко А.И. Работоспособность трубопроводов// - М.: Недра, 2003. - 292с.

[7] Мазур И.И., Иванцов О.М. Безопасность трубопроводных систем// - М.: ИЦ «Елина», 2004. - 1104с.

[8] Гутман Э.М., Зайнуллин Р.С., Шаталов А.Т. и др. Прочность газопромысловых труб в условиях коррозионного износа // - М: Недра, 1984. - 75с.

[9] Созонов П.М., Кузьмин А.Н., Жуков А.В., Шагалова К.А., Гущин Д.А. Выявление и оценка степени опасности стресс-коррозионных дефектов объектов магистральных трубопроводов с применением метода акустической эмиссии на предприятиях ПАО "Газпром" ООО "Газпром трансгаз Югорск" (Югорск, Россия) *//Журнал "Территория "НЕФТЕГАЗ" - 2015. - №12*

[10] Cheng Y.F. Stress corrosion of pipelines// Hoboken: John Wiley & Sons Publishing. - 2013. – 257 p.

[11] М. А. Рыжков, А. В. Лун-Фу, Д. Э. Акопян и др. О причинах образования продольных трещин на участке магистрального газопровода // XIII Международная научно-техническая Уральская школа-семинар молодых ученых — металловедов. II Международная научная школа для молодежи «Материаловедение и металлофизика легких сплавов». — Екатеринбург, 2012. — С. 124-125.

[12] https://oilcapital.ru/news/transport/04-04-2012/

[13] Ангалев А.М., Комплексный подход к решению проблемы коррозионного растрескивания под напряжением на трубопроводах компрессорных станций ОАО «Газпром» //«Территория нефтегаз» - 2015. - № 4 - С.52-60.

[14] http://vniigaz.gazprom.ru

[15] https://neftegaz.ru

[16] http://rgk-palur.ru

Бакешева А.Т., Иргибаев Т.И.

Магистралдық газқұбырының бұзылу үрдісіне микрожарықтардың өсуі әсерінің зардаптарын зерделеу

Түйіндеме. Бұл мақалада магистралдық газқұбырындағы әртүрлі ақаулардың пайда болуын қарастырады, атап айтқанда, құбырөткізгіш материалының макроскопиялық деңгейде бұзылуына әкелетін жағдайлар.

Түйін сөздер: Магистральдық газқұбыры, ақау, талдау, микрожарық, тоттану, апат.

Bakesheva A.T., Irgibaev T.I.

Study of the consequences of growth of microcracks on the process of destruction of main gas pipelines

Summary. This article discusses the appearance of various defects in the main gas pipelines, in particular cracks, which lead to the destruction of the pipeline material at the macroscopic level.

Keywords: The main gas pipeline, defect, analysis, microcrack, corrosion, accident.

УДК 519.768.2, 519.768.4

A. Karibayeva, D.Rakhimova, B.Abduali, D.Amirova

ANALYSIS OF MACHINE TRANSLATION OF KAZAKH LANGUAGE

Abstract: in this paper will consider linguistic data of machine translation of Kazakh language, namely consider creating bilingual dictionary and parallel corpora, the task of disambiguation, structural transformation of sentences and automatic generation of three-level transfer rules.

Keywords: machine translation, Apertium, linguistic resources, parallel corpora, lexical selection, structural transfer rules

[1]А.С. Кәрібаева, [2]Д.Р Рахимова, [1]Б.А Абдуали, [1]Д.Т Әмірова
([1] Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
[2] Институт вычислительных технологий, Алматы, Республика Казахстан,
a.s.karibayeva@gmail.com)

АНАЛИЗ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА

Аннотация На сегодняшний день различают такие виды машинного перевода: машинный перевод на основе правил, статистический, гибридный и нейронный. Каждая из вышеперечисленных видов имеет свои собственные технологии и методологии. В данной статье будет рассматриваться машинный перевод на основе правил на платформе Апертиум, а также использование статистического и гибридного похода в машинном переводе на основе правил. Рассмотрены важные задачи и проблемы машинного перевода казахского языка. В статье показаны ход создания лингвистических данных системы машинного перевода, создание параллельных корпусов и автоматизированная обработка корпусов, решения задачи лексической многозначности при помощи комбинированной технологии на основе модели продукционных правил и модели максимальной энтропии, структурное преобразование для перестановки конструкции предложении для казахско-английской (и обратно), казахско-русской (и обратно) языковых пар. Анализ системы проведен с целью использования созданных данных и технологии для внедрения в нейронный машинный перевод казахского языка.

Ключевые слова: машинный перевод, Апертиум, лингвистические данные, параллельные корпуса, лексический выбор, структурные трансферные правила, автоматическая генерация чанков.

Введение

Сегодня используется около 7000 языков, 2000 из которых описаны как «находящиеся под угрозой исчезновения». Используя наиболее широко используемый машинный переводчик, Google Translate, в качестве эталона, становится совершенно ясно, что индустрия переводов в целом очень далека от достижения цели полной автоматизации. В настоящее время Google Translate может переводить только на 80 языков, также и на казахский язык. Проблема машинного перевода казахского языка на различные ведущие мировые языки, такие как английский, русский, французский и т.д., а также и обратного машинного перевода является актуальной практически для всех отраслей экономики Казахстана. Первоочередными задачами для информационного взаимодействия населения Казахстана с зарубежными партнерами и внутри страны определены взаимодействия по трем языкам: казахскому, английскому и русскому. В связи с этим актуальным являются исследования и разработка систем машинного перевода промышленного качества с казахского языка на английский и русский языки и обратно.

Казахский язык очень богат своей лексикой, морфологии и синтаксисом. Каждая из этих разделов науки связана с определёнными проблемами машинного перевода. Синтаксис связан с решением проблемы структурного преобразования, лексика и морфология с морфологической сегментацией, с решением задачи лексической и морфологической многозначности и.т.д.

На сегодняшний день различают такие виды машинного перевода: машинный перевод на основе правил (rule-based MT), статистический (statistical MT), гибридный и нейронный. Каждая из вышеперечисленных видов имеет свои собственные технологии и методологии. В данной статье будет рассматриваться машинный перевод на основе правил на платформе Апертиум[1], а также использование статистического и гибридного похода в машинном переводе на основе правил.

Научная значимость этой статьи заключается в организации и проведений исследований, направленных на создание эффективных технологий машинного перевода промышленного качества с казахского языка на английский и русский языки (и обратно) на базе платформы Апертиум. Машинный перевод с казахского языка на английский и русский языки (и обратно) могут быть применены в различных отраслях при переводе документаций и текстовых материалов с казахского на английский (русский) языки и обратно.

Предыдущие работы

Научная литература для чтения и изучения является главным источником работы. В книге Дэниел Журавски, Джеймс Х. Мартин "Speech and Language Processing" 1[2]. Об обработке естественных языков, которая полностью охватывает лингвистическую технологию на всех ее уровнях с помощью современных технологии. Данная книга является одной из самых популярных и, безусловно, полезных для профессионалов в области вычислительной лингвистики. Книга состоит из 5 разделов и 25 глав. В первом разделе рассматриваются слово и его компоненты, последующие разделы посвящены таким темам как речь, синтаксис и семантика. К каждой модели во всех главах приведены подробное описание, примеры и показаны ее преимущества и недостатки. Книга охватывает такие темы как регулярные выражения, информационный поиск, контекстно-свободная грамматика, объединение, исчисление предикатов первого порядка, скрытая Марковская модель, модель максимальной энтропии и другие модели вероятности, риторическая теория структуры и другие.

Исследование проблемы лексического выбора рассматривались в следующих нижеуказанных работах: Фрэнсис М. Тайерс, Фелипе Санчез-Мартинез, Микель Л. Форкада 1[3] представили метод обучения модели максимальной энтропии для выполнения лексического выбора в системах машинного перевода, основанного на правилах. Авторы используют формализм максимальной энтропии для лексического выбора как у Бергера (1996) и Маречека (2010), но вместо подсчета фактических событии лексического выбора в аннотированном корпусе, он считает дробные вхождения этих событий по оценке модели целевого языка.

Фрэнсис М. Тайерс, Фелипе Санчез-Мартинез, Хуан Антонио Пэрез-Ортиз, Микель Л. Форкада 1[4] представили три подхода, основанные на корпусе, способных выводить лингвистические данные. Они используются в системе машинного перевода Апертиум с поверхностным трансфером. Первым двум подходам необходим одноязычный корпус целевого языка и некоторые части машинного перевода для тренинга моделей, которые затем используются в исходном языке. После тренинга, при выполнении ими соответствующих задач как части всей процедуры перевода, обе модели работают только с информацией из входного языка. Третий подход использует небольшой параллельный корпус для автоматического выведения структурных правил трансфера.

Дэвид Маречек и другие 1[5] предложили модель, состоящую из классификаторов множества максимальной энтропии: отдельный классификатор обучается для каждой леммы входной стороны.

В ходе проведения аналитического обзора области лексического выбора для более эффективного решения поставленной задачи была разработана комбинированная технология решения задачи лексического выбора на основе модели продукционных правил и модели максимальной энтропии, которая была интегрирована в систему машинного перевода Апертиум. Экспериментальная часть, а также полученные результаты описаны в следующем разделе.

Вопросы автоматического вывода структурных правил машинного перевода на основе обработки параллельных корпусов рассмотрены в следующих работах: Пробст в 2005 году создал метод извлечения трансферных правил из ограниченных двуязычных сегментов 1[6]. В 2006 году Кассели и другие исследователи создали метод извлечения из параллельного корпуса поверхностных правил трансфера и двуязычных словарей 1[7].

Метод автоматической генерации правил, используемый в данном исследовании, был создан Виктором М. Санчез-Картагена, Хуан Антонио Пэрез-Ортиз, Фелипе Санчез-Мартинезом. Для использования данного метода для англо-казахской пары языков были разработаны дополнительные модули и алгоритмы, так как данный метод не был раннее использован для системы машинного перевода с трехуровневым трансфером (эксперименты проводились для испанско-португальской и англо-испанской пары языков).

Задачи и проблемы машинного перевода казахского языка

В машинном переводе лингвистические данные имеют важную роль, поэтому построения и развития лингвистических данных (словарей и правил) является центральной задачей для направления машинного перевода. В машинном переводе с одного естественного языка на другой существуют

различные подходы: подход на грамматических правилах и подход на статистических моделях. Для машинного перевода как для подхода на грамматических правилах, так и для подхода на статистических моделях критически важным являются словари и правила перевода. Поэтому построение и развитие словарей и правил машинного перевода представляют собой важнейшую проблему машинного перевода. Следует отметить, что в случае подхода на статистических моделях, словари и правила собираются на основе статистической обработки корпусов большого объема. А для подхода на грамматических правилах, словари и правила создаются на основе опыта разработчиков, или на основе автоматизированной обработки корпусов.

Создание лингвистических данных (словарей и правил) для машинного перевода для англо-казахской пары само по себе является актуальным так, как в настоящее время это признается как вычислительным лингвистическим ресурсом, также как и лингвистические корпуса, которые являются объектами естественных языков. В данной работе будет представлено разработка лингвистических данных, которые созданы впервые как лингвистический ресурс с свободным/открытым кодом (free/open source).

Таблица 1. **Количество записей, состояние в словарях**

Типы словарей	Количество записей
Англо-казахский двуязычный словарь	33 387
Словари правил англо казахской пары языков	1 109
Казахско-русский двуязычный словарь	31 283
Словари правил казахско-русский пары языков	839

Одной из следующих важных задач в области вычислительной лингвистики, особенно для машинного перевода, является создание параллельных многоязычных корпусов. В лингвистике, корпус (во множественном числе допустимы две формы: корпусы и корпуса) — это подобранная и обработанная по определённым правилам совокупность текстов, используемых в качестве базы для исследования языка. Они используются для статистического анализа, проверки статистических гипотез, подтверждения лингвистических правил в данном языке. Корпус может содержать тексты одного языка (одноязычные корпусы) или нескольких языков (многоязычные корпусы). Многоязычные корпусы, которые были созданы специально для сопоставительного сравнения, называют параллельными корпусами.

Параллельные корпуса являются основным источником для построения машинного перевода статистического и нейронного направлений. Параллельные корпуса используются и в машинном переводе, основанном на грамматических правилах, для решения задач, связанных с решением многозначности, а также для автоматической генерации правил, машинного перевода. Параллельные корпуса строятся из параллельных текстов переводов, выполняемых профессиональными переводчиками. Из этого следует, что создание параллельных текстов переводов представляет очень трудоемкую процедуру. Поиск и предварительная подготовка параллельных корпусов из параллельных электронных текстов, располагаемых в Интернете также представляет непростую задачу. В таблице 2 показаны характеристики собранных корпусов.

Таблица 2. **Характеристики собранных казахско-английских корпусов**

Корпус	Количество пар предложений	Количество слов казахской части	Количество слов английской части
OPUS	4 480	19 892	27 839
New World Bible	32 358	548 258	824 398
Lab IIS	5 925	112 658	157 313
Akorda	24 148	341 154	456 689
TED	6 120	54 965	79 320
Всего:	73 031	1 076 927	1 545 559

До настоящего времени параллельных ресурсов казахского языка для машинного перевода казахско-английской пары языков не существовало. В результате выполненных работ был создан новый лингвистический ресурс – англо-казахский параллельный корпус объемом 73 031 предложений.

Одной из следующих главных задач обработки текстов является задача лексического выбора, которая связана с задачей разрешения лексической многозначности. Она заключается в правильном выборе значения слова или термина в соответствии с контекстом, в котором они использовались. В настоящее время существует две группы способов решения лексической многозначности при машинном переводе. Первая группа – это группа методов решения, основанная на использовании продукционных правил. Вторая группа – это методы, основанные на статистической семантике контекста переводимого слова. Каждый из этих методов имеют свои достоинства и недостатки. Возможно и комбинирование методов из этих двух групп. В данной работе предлагается использование комбинированного метода решения задачи лексического выбора для казахско-английской пары языков.

Структурное преобразование предложения в машинном переводе казахского языка является одной из интересных задач. Перестановка частей речи на прямую зависит от языка. Казахский язык имеет конструкцию предложений “субъект-объект-глагол”, при переводе на русский и английский это конструкция меняется на “субъект-глагол-объект”. Вопросы, касающиеся структурного преобразования предложений при машинном переводе, основанном на грамматических правилах, можно разделить на две группы: синтаксические структурные преобразования, а также преобразования морфологических структур в синтаксические структуры (и наоборот). Вторая группа преобразований обычно встречается, когда производится перевод с языков с более сложной морфологией на языки с менее сложной морфологией, например, с агглютинативного языка на флективный, в частности, с казахского языка на английский языки (и наоборот). Назовем данную вторую группу структурных преобразований «морфологическими чанк-преобразованиями».

Данный подход к выводу правил «морфологических чанк-преобразований» может выполняться двумя методами: методом автоматической генерации структурных правил преобразования на основе малых параллельных корпусов с дальнейшим интегрированием в систему машинного перевода 1[8] и методом, основанном на определении полной системы окончаний одного из языков из пары языков, используемых в машинном переводе 1[9]. Предлагаемые подходы к выводу полной системы правил «морфологических чанк-преобразований» были рассмотрены для казахско-русской и казахско-английской пары языков машинного перевода.

Трудности использования подхода, основанного на выравнивании текстов параллельных корпусов, для автоматического формирования структурных правил машинного перевода заключаются в следующем:

- Для получения достаточно полного множества правил машинного перевода требуется обработка очень большого объема параллельных корпусов;
- Существуют трудности в адаптации существующих методов для разно уровневых языков, таких как, казахский и английский языки.

В данной работе использовался подход к автоматическому конструированию правил машинного перевода, позволяющий генерацию полной системы правил структурного преобразования класса «морфологические структуры – фразовые структуры». Также, в данной статье использовалась дополнительная модель для автоматического определения фраз в правилах для трёхуровневого трансфера.

Результаты

На основе технологии системы Апертиум были разработаны лингвистические данные, системы продукционных правил для решения задачи лексического выбора для казахско-английской пары (англо-казахской) и казахско-русской (русско-казахской) пары языков. Естественно, система продукционных правил для каждого исходного языка каждой пары языков является уникальной так, как учитывает особенности контекста многозначного слова казахского языка как исходного языка и особенности контекста многозначного слова целевого языка как исходного языка. Однако, следует отметить, что возможности систем продукционных правил ограничиваются знаниями разработчиков. Поэтому была разработана модель, алгоритм и программа максимальной энтропии для решения данной задачи в дополнение к системе продукционных правил и оформлен в виде отдельного программного модуля. По существу, для каждого направления перевода создан отдельный модуль данных для дан-

ной программы. Данные модули данных были обучены для казахско-английской пары, англо-казахской, казахско-русской и русско-казахской пары языков.

Для более эффективного решения задачи лексического выбора для вышеупомянутых языков разработанные системы продукционных правил лексического выбора были интегрированы с разработанными модулями максимальной энтропии в виде последовательной схемы: если для решения нахождения перевода многозначного слова не находится продукционного правила, то включается модуль максимальной энтропии.

Комбинированная технология лексического выбора дала хорошие результаты по сравнению с использованием моделей продукционных правил и максимальной энтропии по отдельности. Для эксперимента использовались несколько параллельных корпусов для определения перевода. Эти корпусы и результаты по ним представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Результаты экспериментов использования интегрированной технологии лексического выбора на корпусах**

Название корпусов	Языковая пара	Общее количество предложений	Правильность нахождения перевода, %
LabIIS	казахско-английская	2 047	85
	англо-казахская	2 047	72
Akorda	казахско-английская	24 148	88
	англо-казахская	24 148	76
LabIIS + Akorda	казахско-английская	26 078	87
	англо-казахская	26 078	76

Как видно из таблицы 3, чем больший объем корпуса, тем точнее становится определение правильного перевода неоднозначных слов.

В таблице 4 показаны результаты автоматической генерации структурных правилс оценкой BLUE.

Таблица 4. **Оценка качества перевода**

Типы фраз для оценки	BLEU	униграмма	биграмма	триграмма
Фраза по умолчанию (LRN)	6,07	27,16	9,41	3,87
Определенные фразы (NP, VP, etc.) и улучшенные шаблоны	10,26	39,71	18,06	8,89

Как видно из таблицы 4, добавление этапа определения фраз улучшила качество перевода на 4%, для униграмм она повысилась на 12,55, для биграмм на 8,65 и для триграмм на 5,02.

Таблица 5. **Сравнение правил, написанных вручную и сгенерированных**

Правила	Входная структура	Чанк	Перевод
Написанные вручную	тәтелер	^noun<SN><nom><pl>{ ^aunt<n><3>$}$	aunts
Сгенерированные по структуре из системы окончаний	тәтелер	^__S-K__<NP>{^aunt<n><pl>$}$	aunts

Как видно из таблицы 3.5, перевод, полученный с помощью правил, сгенерированных приложением и рукописных правил, одинаковый. Но генерирование правил по полной системе окончаний казахского языка позволяет получить полную систему правил быстрее, чем в случае ручного написания правил.

Разработаны базы данных одноязычных и двуязычных словарей машинного перевода англо-казахской и казахско-русской пар языков системе Апертиум: англо-казахский двуязычный словарь - 33 387; казахско-русский двуязычный словарь - 31 283.

Разработаны базы данных одноязычных корпусов и двуязычных параллельных корпусов для казахско-английской и казахско-русской пары языков с использованием программ автоматического формирования корпусов из Интернета: двуязычный корпус казахско-английской пары объемом 73 031 пар предложений, двуязычный корпус казахско-русской пары объемом 30 544 пар предложений, одноязычный корпус казахского языка объемом около 365 000 слов, одноязычный корпус английского языка объемом около 1 545 559 слов, одноязычный корпус русского языка объемом около 1 076 927 слов.

Вышеупомянутые системы машинного перевода являются открытыми/свободными, которые можно скачать с github 1[10] и 1[11].

Примеры переводов для англо-казахской (и обратно), казахско-русской (и обратно) системы машинного перевода можно посмотреть в 1[12], 1[13] .

Заключение и будущие работы

В данной статье были рассмотрены система машинного перевода с казахского языка и на казахский язык на платформе Апертиум, а также разработанные технологии на основе статистического подхода для улучшения точности и качества перевода.

Планируется дальнейшее использование лингвистических данных и разработанных технологии машинного перевода на основе правил для создания нейронного машинного перевода для казахского языка, так как на сегодняшний день

ЛИТЕРАТУРА

[1] Апертиум. –URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Apertium(дата обращения: 12.03..18)

[2] Daniel Jurafski, James H. Martin. Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition (2nd Edition) Pearson Prentice Hall, 2008.

[3] Tyers F. M., Sánchez-Martínez F., Forcada M. L. Unsupervised training of maximum-entropy models for lexical selection in rule-based machine translation //Proceedings of the 18th Annual Conference of the European Association for Machine Translation. – 2015. - P. 145-153.

[4] Francis M. Tyers, Felipe Sanchez-Martınez, Juan Antonio Perez-Ortiz, Mikel L. Forcada Integrating corpus-based and rule-based approaches in an open-source machine translation system. //Proceedings of METIS-II Workshop: New Approaches to Machine Translation, a workshop at CLIN 17 - Computational Linguistics in the Netherlands ((Leuven, Belgium, 11/01/2007)). – 2007. - P. 73-78.

[5] Mareček D., Popel M., Žabokrtský Z. Maximum entropy translation model in dependency-based MT framework //Proceedings of the Joint Fifth Workshop on Statistical Machine Translation and MetricsMATR. – Association for Computational Linguistics, 2010. – P. 201-206.

[6] Probst K. Automatically Induced Syntactic Transfer Rules for Machine Translation under a Very Limited Data Scenario: Doctoral dissertation, Carnegie Mellon University. – Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 2005. – 297 p.

[7] Caseli H.M., Maria das Graças V.N., Forcada M.L. Automatic induction of bilingual resources from aligned parallel corpora: application to shallow-transfer machine translation // Machine Translation. – 2006. – 20(4). – P. 227-245.

[8] Sánchez-Cartagenaa V.M., Pérez-Ortiza J.A., Sánchez-Martínez F. A generalised alignment template formalism and its application to the inference of shallow-transfer machine translation rules from scarce bilingual corpora. //Computer Speech & Language. - July 2015. – Vol. 32, Issue 1. – P. 46–90.

[9] Tukeyev U.A. Automaton models of the morphology analysis and the completeness of the endings of the Kazakh language // Proceedings of the international conference “Turkic languages processing” TURKLANG-2015. – Kazan, Russia, 2015. – P. 91-100.

[10] Англо-казахская(и обратно) система машинного перевода на платформе Апертиум с открытым/исходным кодом. – URL: https://github.com/apertium/apertium-eng-kaz/tree/d0c1573176212fa59abf30d1857af5e584795ea3 (дата обращения: 12.03.18)

[11] Казахско-русская(и обратно) система машинного перевода на платформе Апертиум с открытым/исходным кодом. – URL: https://github.com/apertium/apertium-kaz-rus/tree/b36d94c15512e7a1590ddccac115d147111d41f8 (дата обращения: 12.03.18)

[12] Регрессионный тест для англо-казахской пары языков. – URL: http://wiki.apertium.org/wiki/English_and_Kazakh/Regression_tests (дата обращения: 12.03..18)

[13] Регрессионный тест для казахско-русской пары языков. – URL: http://wiki.apertium.org/wiki/Kazakh_and_Russian/Regression_tests (дата обращения: 12.03..18)

Кәрібаева А.С., Рахимова Д.Р., Абдуали Б.А., Әмірова Д.Т.

Анализ машинного перевода казахского языка

Түйіндеме: мақалада қазақ тілінің машиналық аудрамасының линвистикалық мәліметтерін, дәлірек айтқанда екітілді сөздіктер мен параллельді корпусарды құру, көпмағыналылық мәселесін шешу, сөйлемді құрылымдық түрлендіру мен чанктерді автоматты генерациялаудың үш деңгейлі трансферлік ережелері қарастырылады.

Кілттік сөздер: машиналық аударма, Апертиум, лингвистикалық мәліметтер, паралелльді корпустар, лексикалық таңдау, құрылымдық трансферлік ереже

Karibayeva A., Rakhimova D., Abduali B., Amirova D.

Analysis of machine translation of Kazakh Language

Summary: in this paper will consider linguistic data of machine translation of Kazakh language, namely consider creating bilingual dictionary and parallel corpora, the task of disambiguation, structural transformation of sentences and automatic generation of three-level transfer rules.

Keywords: machine translation, Apertium, linguistic resources, parallel corpora, lexical selection, structural transfer rules

УДК 621.878.11

Р.А. Козбагаров, Р.Қ. Керимбеков
(Сәтбаев университеті, Алматы, Республика Казахстан, ryctem_1968@mail.ru)

РУЧНАЯ ПОЛИРОВАЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНАЯ МАШИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Аннотация. На основе исследований даны практические рекомендации по проектированию и конструированию рабочих органов машин с циклоидальным движением. Они реализованы при создании экспериментального образца полировально-шлифовальной машины для объемных поверхностей, для создания этих новой машины с циклоидальными рабочим органами дана оценка эффективности. По всем основным показателям машины с циклоидальным движением рабочих органов превосходят аналоговые машины в среднем на 15% и выше.

Ключевые слова: Рабочие органы, шлифовальная машина, планетарно-роторное движение, циклоидальные движение.

В строительно-монтажных работах [1] широкое применение находят работы по очистке металлоконструкций от коррозии, противокоррозионных и лакокрасочных покрытий, при резке труб и профильного материала, снятию и зачистке фасок под сварку труб, листового и профильного металла, зачистке поверхностей, сварных швов, грата, снятию заусенцев и наплывов на металле, шлифованию и полировке металлических изделий и строительных материалов, включая мрамор, гранит, керамику, дерево и др.

Для выполнения перечисленных работ в различных отраслях народного хозяйства применяют механические, эрозионные, химические и термические способы обработки металлов.

Механический способ очистки поверхностей щетками из стальной проволоки позволяет удалять только разрыхленный поверхностный слой окалины, ржавчины и грязи, метод пескоструйной очистки поверхностей сопряжен с дополнительными вредностями для работающих, методы химической и термической обработки требуют стационарного оборудования и малоподвижны. Все они не обеспечивают широкого диапазона выполняемых работ и практически не находят применения в строительно-монтажных работах.

Наибольшее применение в строительстве и в промышленных предприятиях находит механический способ обработки материалов методом шлифования с использованием ручных шлифовальных машин, рабочими насадками которых служат абразивные круги, эластичные диски, металлические щетки, войлочные, фетровые и хлопчатобумажные круги.

Шлифовальные машины в строительстве применяют при выполнении арматурных, сварочных, санитарно-технических, электротехнических, плотнично-опалубочных, штукатурных, облицовочных, столярных работ, при устройстве и обработке полов, при монтаже стальных и железобетонных конструкций, технологического оборудования.

Широкое использование шлифовальных машин объясняется их легкостью и удобством маневрирования, а также малым реактивным моментом на корпусе машины из-за небольшого объема стружки, снимаемой за один оборот абразивного круга, высокой производительностью труда за счет повышения оборотов абразивного круга.

По конструктивному исполнению шлифовальные машины делят на прямые, угловые, торцовые, с гибким валом, а по принципу работы – на радиально-шлифовальные, плоско- и ленточно-шлифовальные.

На объектах строительства наиболее применимы радиально-шлифовальные ручные машины. Основным параметром ручных радиально-шлифовальных машин является диаметр шлифовального круга.

Но для повышения эффективности применения комплексной механизации работ в строительстве необходимо постоянно совершенствовать машины и оборудование. В настоящее время существующие высокопроизводительные строительные машины имеют рабочие органы, которые совершают вращательные движения, т.е. рабочие органы (РО) у них роторного типа (а сами машины непрерывного действия).

Развитие техники в целом и ручных машин в частности подчиняется строгим закономерностям. Вначале, в течение длительного времени происходит количественное изменение параметров машины – увеличиваются размеры РО, повышается мощность двигателя и т.п. При исчерпывании возможностей количественного изменения параметров машины происходит качественный скачок – появляются принципиально новые конструкции машин, отличающиеся и принципом действия, и новой схемой выполняемого ими технологического процесса.

Одним из важнейших направлений повышения качества строительных машин, в частности ручных машин, является широкое использование в их конструкциях гидро- и электропривода для исполнительных механизмов, что обеспечивает возможность перехода на частичную и комплексную автоматизацию строительных процессов.

В настоящее время в странах СНГ выпускаются более двух тысяч наименовании машин и оборудования, в том числе высокопроизводительные ручные машины многоцелевого применения с электронным регулированием скорости и другие. Однако, циклоидальное (планетарно-роторное) движение (ПРД) для исполнительных механизмов строительных машин практически не применялся не только в странах СНГ, но и в мировой практике. Это связано с высокими требованиями к качеству изготовления планетарных передач и их монтажу.

Планетарные зубчатые механизмы за последние годы находят все большее применение на практике не только как механизмы, передающие движение от двигателя к машине, но и как исполнительные механизмы, у которых используются движение сателлитов или непосредственно, или в соединении с шарнирным механизмом.

Точки сателлитов планетарных механизмов описывают так называемые сателлитные кривые; если с сателлитом связать исполнительный рабочий орган машины, то, очевидно, проектируя соответствующим образом механизм, можно придать рабочему органу машины движение по требуемой траектории. На сателлите можно разместить и несколько рабочих органов: в этом случае получим более сложные кривые, состоящие из разных отрезков.

Как правило, планетарные механизмы обеспечивают возможность получения больших передаточных отношений при сравнительно меньших габаритах по сравнению с другими типами зубчатых механизмов.

В этих машинах в качестве рабочих инструментов используются шлифовальные круги, вращающиеся вокруг горизонтальной оси, либо диски с торцевой рабочей поверхностью, вращающейся вокруг вертикальной оси.

Применение в ручных машинах для механической обработки различных поверхностей вращающихся вокруг одной оси инструментов традиционной круглой формы не позволяет осуществлять обработку непосредственно угловых участков. Обработка в таких труднодоступных местах осуществляется обычно с помощью ручного инструмента с использованием малопроизводительного ручного физического труда.

В связи с этим является актуальной необходимость разработки и создания таких машин, применение которых позволило бы эффективно, с минимальными затратами ручного труда выполнять отделочные работы как на основной поверхности, так и в труднодоступных местах.

В числе основных технических требований к создаваемой машине были следующие:

1) машина должна быть многоцелевой и при необходимости, за счет установки соответствующего инструмента обеспечивать качественную шлифовку поверхности покрытий, как на основной площади, так и в труднодоступных местах;

2) машина должна иметь сравнительно небольшие габариты, размеры и массу;

3) питание машины должно осуществляться от однофазной сети переменного тока промышленной частоты 50 Гц.

В основном варианте (рисунок 1) конструкции машина [2,3] состоит из планетарного механизма с рабочим инструментом, электродвигателя с включателем и токопроводящим кабелем и рукоятки управления.

Если рабочий инструмент машины для механической обработки различных поверхностей выполнить с треугольным профилем, то при движении все его три вершины будут описывать одну и ту же линию – гипотрохоиду, практически совпадающую с контуром квадрата, что и было положено в основу при разработке кинематической схемы машины для механической обработки различных поверхностей в угловых участках.

Форма гипотрохоиды и количество ее ветвей зависят от величины производящего радиуса a (a – расстояние от центра производящего круга до

производящей точки) и величины радиусов направляющей окружности R и производящего круга r. Если радиусы относятся как целые числа, отличающиеся на единицу, например $\frac{R}{r}=\frac{z+1}{z}=\frac{3}{2},\frac{4}{3},\frac{5}{4}$ и тд., то каждая из соответствующих гипотрохоид образует плоскую фигуру, у которой $z + 1$ конгруэнтных ветвей и столько же вершин (треугольник, четырехугольник, пятиугольник). В зависимости от величины параметра формы $c=\frac{a}{r}$ ветви гипотрохоиды могут быть вогнутыми, выпуклыми или иметь прямолинейные участки.

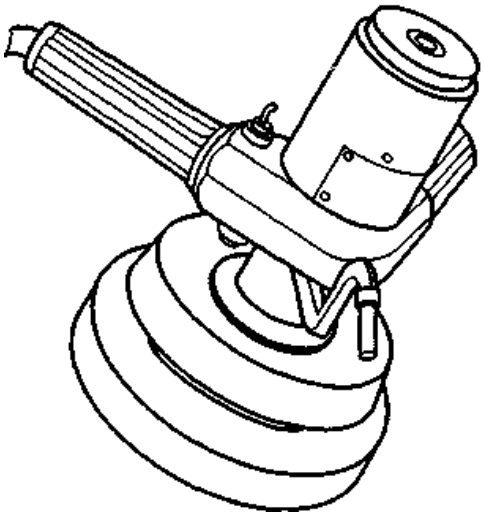
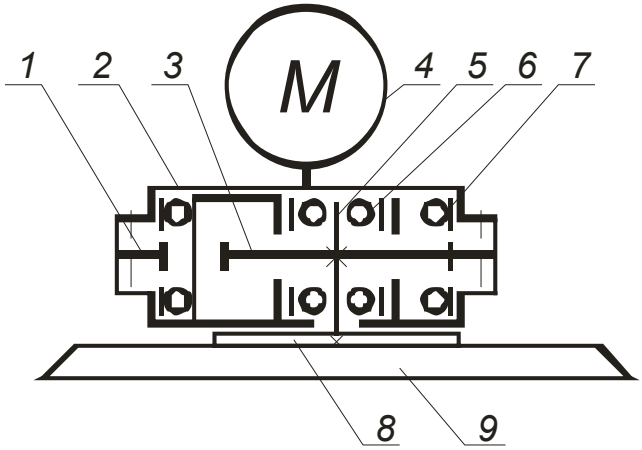


Рис. 1. Ручная полировально-шлифовальная машина

Среди множества вариантов отношений $\frac{R}{r}$ и $\frac{a}{r}$ наиболее целесообразны и, с точки зрения их использования в кинематических схемах машин для обработки различных поверхностей в угловых участках, являются варианты отношений $\frac{R}{r}=\frac{z+1}{z}=\frac{4}{3}$ и $c=\frac{a}{r}=2{,}5$.

Кинематическая схема машины (рисунок 2) реализуется с помощью планетарного механизма. Планетарный механизм выполнен в виде цилиндрической головки и содержит центральное зубчатое колесо *1* с внутренними зубьями, входящими в зацепления с зубьями шестерни *3*. Отношение радиуса делительной окружности шестерни принято равным 4/3. Передаточное отношение планетарного ме-

ханизма при ведущем водиле – 3. Водило *2* установлено в корпусе планетарного механизма на подшипниках *7*. С водилом жестко связан вал электродвигателя *4*. Шестерня *3* жестко связана с валом *5*, установленным на подшипниках *6* в цилиндрической расточке водила *2*. Расточка расположена эксцентрично по отношению к оси вращения водила. На конце вала *5* закреплена планшайба *8* с рабочим инструментом *9*.



1 – зубчатое колесо; 2 – водило; 3 – шестерня; 4 – электродвигатель; 5 – вал;
6 и 7 – подшипники; 8 – планшайба; 9 – рабочий инструмент

Рис. 2. Кинематическая схема экспериментальной ручной машины

Профиль инструмента имеет форму правильного треугольника с выпуклыми сторонами (рисунок 3). Центр его совпадает с осью вращения шестерни. Отношение расстояния от центра инструмента до любой из его вершин к радиусу шестерни равно 2,5.

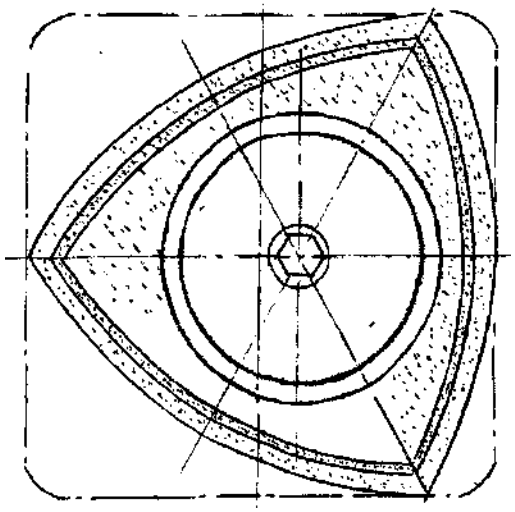


Рис. 3. Профиль рабочего инструмента

Рабочий инструмент отличается от известных тем, что контур кромки его рабочей поверхности совпадает с контуром внутренней огибающей семейства трохоид. Рабочая кромка инструмента может быть выполнена в виде правильного треугольника, стороны которого образованы дугами окружности с центрами, расположенными в противоположных сторонах к вершинам треугольника. Возможны и другие варианты расположения режущих кромок, в частности они могут быть расположены радиально или под некоторым углом к радиусу.

Шлифовальный инструмент треугольной формы (см. рисунок 3) выполнен из абразивного материала. В качестве абразива в нем использовано измельченное стекло, а в качестве связующего бакелитовая смола. Характерным для этого абразивного материала является то, что при шлифовке он не

забивается опилками (не засаливается), а, изнашиваясь, слой за слоем, как бы обновляется, то есть самозатачивается.

Инструмент расположен в консольной части машины, имеющей высоту 8 мм и вылет 22 мм, что позволяет обрабатывать труднодоступные участки.

Машина работает следующим образом: при включении электродвигателей вращение с его вала передается на водило 2 планетарного механизма. В результате этого шестерня 3, вращаясь вокруг двух параллельных осей, совершает планетарное движение. Вместе с шестерней планетарное плоскопараллельное движение совершает совместно связанный с нею рабочий инструмент 9. При указанных выше кинематических особенностях и геометрических параметрах планетарной передачи и инструмента каждая из его вершин описывает одну и ту же линию – гипотрохоиду, практически совпадающую с контуром квадрата. Инструмент вписанный в этот контур, движется внутри него, благодаря чему представляется возможным обрабатывать покрытие в угловых участках.

При шлифовке пола многочисленные зерна абразива, работая как микрорезцы, внедряются в поверхность покрытия, образуя микроцарапины многократно пересекающиеся друг с другом под различными углами, в результате чего снимается значительный слой, улучшается качество обработки (чистота поверхности), повышается производительность процесса шлифования.

Как показали результаты лабораторных испытаний, производительность экспериментального образца при высоком качестве обработки составила 3 $м^2$/ч. Есть основания считать, что при работе с инструментом с большой зернистостью абразива производительность возрастает.

Машина легко управляема, ею удобно обрабатывать поверхность в угловых и труднодоступных участках.

Таким образом, на базе разработанного экспериментального образца представляется возможным создать высокоэффективные машины для механической обработки различных поверхностей, как на основной площади, так и в труднодоступных местах.

Экономический эффект от внедрения такой машины в ремонтно-строительное производство обусловлен сокращением трудовых затрат на 20…30% и повышением производительности и качества обработки поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Добронравов С.С., Парфенов Е.П. Машины и механизмы для отделочных работ. – М.: Высшая школа, 2015. – 272с.

[2] Кабашев Р.А., Ли С.В. Новые рабочие органы строительных машин с планетарно-роторным приводом. // Научно-технический сб.: Новости науки Казахстана. Сб. №1 – Алматы: КазГосИНТИ, 2016. – С.82-86.

[3] Козбагаров Р.А. и др. Строительные, путевые машины и оборудование. Учебно-методическое пособие. -Алматы: КазАТК, 2015.–297 с.

Козбагаров Р.А., Керимбеков Р.Қ.

Бет өңдеуге арналған жылтыратып - тегістейтін қолдық машинасы

Түйіндеме. Зерттеу негізінде циклоидті қозғалыстағы машиналардың жұмыс органдарын жобалау және салу бойынша практикалық ұсыныстар берілген. Олар циклоидті жұмыс орагндарымен осы жаңа машинаның тиімділігін бағалау үшін жазықты өлшемді беттерге эксперименттік үлгідегі ажарлап-тегістеу машинасын жасау кезінде енгізіледі. Барлық негізгі көрсеткіштерге сәйкес жұмыс органдарының циклоидтық қозғалысы бар машиналар аналогтық машиналарды орташа 15% және одан жоғары деңгейден асып түседі.

Негізгі сөздер: Жұмыс органдары, тегістеу машинасы, планетарлы-роторлы қозғалысы, циклоидті қозғалысы.

Kozbagarov R.A., Kerimbekov R.K.

Hand polishing and grinding machine for surface treatment

Summary. On the basis of research, practical recommendations for the design and construction of the working bodies of machines with cycloidal motion are given. They are implemented when creating an experimental sample polisher-grinding machine for three-dimensional surfaces, to assess the effectiveness of this new machine with cycloidal working tools. According to all the main indicators, machines with cycloidal movement of working organs surpass analog machines by an average of 15% and higher.

Keywords: Working organs, grinding machine, planetary-rotary motion, cycloidal motion

ӘӨЖ 621.01

T. Sharatbekov, A. Zhauyt
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: tanat--95@mail.ru, ali84jauit@mail.ru

NUMERICAL MODELING OF TWO-STEP CYLINDER TRANSMISSION

Abstract. In this paper, a dynamic calculation of a digital two-stage cylindrical transfer model is considered. In the beginning, all methods were tested empirically, and four options were calculated for estimating the wear coefficient. At a wear rate of $\mu_0 = 0$, the teeth are not damaged, and in three other variants of the wear coefficient values, the teeth of the gear wheel are damaged. The dependence of the surface stresses on the contact of the gear teeth on the speed of rotation of the gear wheel was calculated and this was taken into account as the main factor in the evaluation between individual variants. This method is an effective tool in the design of digital models, and allows you to determine the problem of the emergence of emergencies in real conditions.

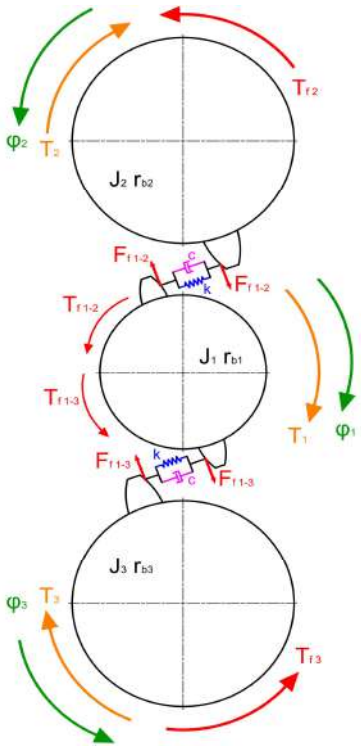
Keywords. Gear, numerical simulation, Lagrange equation, coefficient of wear.

Т. Шаратбеков, Ә. Жауыт
(Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ЕКІ САТЫЛЫ ЦИЛИНДРЛІ БЕРІЛІСТІ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа. Бұл мақалада екі сатылы цилиндрлі берілістің динамикалық есебін сандық модельдеу қарастырылған. Бастапқыда барлық әдістер тәжірибелік тәсілмен тексеріліп, тістің тозу коэффициентінің төрт нұсқасы есептелінді. Тозу коэффициенті μ_0=0 болғанда тіс зақымдалмайды, ал тозу коэффициентінің қалған үш нұсқасында тісті доңғалақтың тістері әр түрлі жағдайда зақымдалады. Тісті доңғалақтың жанасу бетіндегі беттік кернеу есептеледі және жеке нұсқалар арасында ең көп бағаланатын фактор ретінде салыстырылды. Соңында, бұл зерттеу әдісі сандық модельдеуді дамыту (жобалау) кезеңінде пайдалы құрал болып табылатынын, сондай-ақ тестілеу сатысында төтенше жағдайдың туындаған проблемасын анықтауға мүмкіндік беретінін дәлелдейді.

Түйін сөздер. Тісті беріліс, сандық модельдеу, Лагранж теңдеуі, тозу коэффициенті.



1-сурет. Екі сатылы цилиндрлік тісті берілістің серпімді моделі

Кіріспе

Төменде келтірілген модель (1-суретке қараңыз) екі сатылы цилиндрлі беріліс модельнің жеңілдетілген нұсқасын көрсетеді. Қарастырылып отырған есепте бір жетекші дөңгелектен тұратын екі сатылы цилиндрлі берілістің бірінші кезеңін ұсынады (бір кіріс дөңгелегі және екі шығыс дөңгелегінен тұрады) [1]. Бұл модель инерция моменті J_1, J_2 және J_3 сондайақ үш тісті дөңгелектен тұрады. Тісті дөңгелектің ауыспалы қаттылығын көрсететін моделденген серпімді элементі $k_g(t)$ және тұрақты серпімділікті көрсететін серпімді элементі c_g. Жоғарыда келтірілген модель ілініс үйкелісіне арналған. Ілінистің үйкеліс күші F_f, ал айнымалы үйкеліс моменті T_f, оған кері бағытта жұмыс жасап турған бұралу моменті T. Жүйедегі кіріс және шығыс буындарындағы бұралу моменті мен айналу жылдамдығы тұрақты болады деп қарастырылады.

Берілген модел бойынша тістің бұрыштық ауытқуына байланысты үш жалпылама координата бар (1-суретке қараңыз): $q_1 = \varphi_1$, $q_2 = \varphi_2$ $q_3 = \varphi_3$

Жоғарыда келтірілген жүйенің еркіндік қозғалыс дәрежесі үш ке тең болғандықтан, Лагранж теңдеуінің саныда үш ке тең болады.

Қозғалыс теңдеуі (I)

Лагранж теңдеуін келесі түрде жазамыз:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial q_1}\right)-\frac{\partial L}{\partial q_1}+\frac{\partial D}{\partial q_1}=Q_1 \tag{1}$$

Лагранж туындысы:

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_1}=J_1\cdot\dot{\varphi}_1 \tag{2}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_1}\right)=J_1\cdot\ddot{\varphi}_1 \tag{3}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_1}=-k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_2}\cdot\varphi_2\right)\cdot r_{b_1}-k_{g_{1-3}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_3}\cdot\varphi_3\right)\cdot r_{b_1} \tag{4}$$

Функцияның туындысы:

$$\frac{\partial D}{\partial \dot{\varphi}_1}=c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_2}\cdot\dot{\varphi}_2\right)\cdot r_{b_1}+c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_3}\cdot\dot{\varphi}_3\right)\cdot r_{b_1} \tag{5}$$

Жалпылама күш Q_1 келесі формула бойынша анықталады:

$$\begin{aligned}Q_1=T_1-r_{f_1}\cdot\left[k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_2}\cdot\varphi_2\right)+c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_2}\cdot\dot{\varphi}_2\right)\right]\cdot\mu_{1-2}+\\+r_{f_1}\cdot\left[k_{g_{1-3}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_3}\cdot\varphi_3\right)+c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_3}\cdot\dot{\varphi}_3\right)\right]\cdot\mu_{1-3}\end{aligned} \tag{6}$$

Беріліс үшін қозғалыс теңдеуін аламыз:

$$\begin{aligned}J_1\cdot\ddot{\varphi}_1+k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_2}\cdot\varphi_2\right)\cdot r_{b_1}+c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_3}\cdot\dot{\varphi}_3\right)\cdot r_{b_1}+\\+c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_2}\cdot\dot{\varphi}_2\right)\cdot r_{b_1}+c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_3}\cdot\dot{\varphi}_3\right)\cdot r_{b_1}=\\=T_1-r_{f_1}\cdot\left[k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_2}\cdot\varphi_2\right)+c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_2}\cdot\dot{\varphi}_2\right)\right]\cdot\mu_{1-2}+\\+r_{f_1}\cdot\left[k_{g_{1-3}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_3}\cdot\varphi_3\right)+c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_3}\cdot\dot{\varphi}_3\right)\right]\cdot\mu_{1-3}\end{aligned} \tag{7}$$

Қозғалыс теңдеуі (II)

Лагранж теңдігін келесі түрде жазамыз:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial q_2}\right)-\frac{\partial L}{\partial q_2}+\frac{\partial D}{\partial \dot{q}_2}=Q_2 \tag{8}$$

Лагранж туындысы:

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_2}=J_2\cdot\dot{\varphi}_2 \tag{9}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_2}\right)=J_2\cdot\ddot{\varphi}_2 \tag{10}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_2}=k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_2}\cdot\varphi_2\right)\cdot r_{b_2} \tag{11}$$

Функцияның туындысы:

$$\frac{\partial D}{\partial \dot{\varphi}_2}=-c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_2}\cdot\dot{\varphi}_2\right)\cdot r_{b_2} \tag{12}$$

Жалпылама күш Q_2 келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_2=-T_2+r_{f_2}\cdot\left[k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\varphi_1-r_{b_2}\cdot\varphi_2\right)+c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\dot{\varphi}_1-r_{b_2}\cdot\dot{\varphi}_2\right)\right]\cdot\mu_{1-2} \tag{13}$$

Беріліс үшін қозғалыс теңдеуін аламыз:

$$J_2 \cdot \ddot{\varphi}_2 - k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) \cdot r_{b_2} - c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right) \cdot r_{b_2} = \\ = -T_2 + r_{f_2} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_2} \cdot \varphi_2\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_2} \cdot \dot{\varphi}_2\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \quad (14)$$

Қозғалыс теңдеуі (III)

Лагранж теңдігін келесі түрде жазамыз:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial q_3}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_3} + \frac{\partial D}{\partial q_3} = Q_3 \quad (15)$$

Лагранж туындысы:

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_3} = J_3 \cdot \dot{\varphi}_3 \quad (16)$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}_3}\right) = J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 \quad (17)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi_3} = k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_3} \cdot \varphi_3\right) \cdot r_{b_3} \quad (18)$$

Функцияның туындысы:

$$\frac{\partial D}{\partial \dot{\varphi}_3} = -c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_3} \cdot \dot{\varphi}_3\right) \cdot r_{b_3} \quad (19)$$

Жалпылама күш Q_2 келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_3 = -T_3 + r_{f_3} \cdot \left[k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_3} \cdot \varphi_3\right) + c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_3} \cdot \dot{\varphi}_3\right)\right] \cdot \mu_{1-3} \quad (20)$$

Беріліс үшін қозғалыс теңдеуін аламыз:

$$J_3 \cdot \ddot{\varphi}_3 - k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_3} \cdot \varphi_3\right) \cdot r_{b_3} - c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_3} \cdot \dot{\varphi}_3\right) \cdot r_{b_3} = \\ = -T_3 + r_{f_3} \cdot \left[k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \varphi_1 - r_{b_3} \cdot \varphi_3\right) + c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \dot{\varphi}_1 - r_{b_3} \cdot \dot{\varphi}_3\right)\right] \cdot \mu_{1-3} \quad (21)$$

Динамикалық қозғалыс теңдеулері екінші реттік дифференциалдық қарапайым теңдеулер болып табылады. MATLAB жүйесіне пайдалану мүмкіндігі болуы үшін бірінші реттік қарапайым дифференциалдық теңдеулер түріне келтіру тиіс [2]. Бұл келесі алмастыру арқылы жүзеге асырылады:

$$\nu_1 = \varphi_1, \quad \nu_2 = \dot{\varphi}_1, \quad \nu_3 = \varphi_2, \quad \nu_4 = \dot{\varphi}_2, \quad \nu_5 = \varphi_3, \quad \nu_6 = \dot{\varphi}_3 \quad (22)$$

Уақытқа тәуелді жаңа айнымалыларды саралаудан кейін:

$$\dot{\nu}_1 = \dot{\varphi}_1, \quad \dot{\nu}_2 = \ddot{\varphi}_1, \quad \dot{\nu}_3 = \dot{\varphi}_2, \quad \dot{\nu}_4 = \ddot{\varphi}_2, \quad \dot{\nu}_5 = \dot{\varphi}_3, \quad \dot{\nu}_6 = \ddot{\varphi}_3 \quad (23)$$

Соңында, төмендегідей жаңа айнымалыларды аламыз:

$$\nu_1 = \varphi_1, \ \nu_2 = \dot{\varphi}_1, \ \dot{\nu}_2 = \ddot{\varphi}_1, \ \nu_3 = \varphi_2, \ \nu_4 = \dot{\varphi}_2, \ \dot{\nu}_4 = \ddot{\varphi}_2, \ \nu_5 = \varphi_3, \ \nu_6 = \dot{\varphi}_3, \ \dot{\nu}_6 = \ddot{\varphi}_3 \quad (24)$$

Айнымалыларды ауыстыратын (18) теңдеулерден мынадай теңдеулерді аламыз:

$$J_1 \cdot \dot{\nu}_2 + k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) \cdot r_{b_1} + k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_3} \cdot \nu_5\right) \cdot r_{b_1} + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right) \cdot r_{b_1} + \\ + c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_3} \cdot \nu_6\right) \cdot r_{b_1} = = T_1 - r_{f_1} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right)\right] \cdot \mu_{1-2} + \\ + r_{f_1} \cdot \left[k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_3} \cdot \nu_5\right) + c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_3} \cdot \nu_6\right)\right] \cdot \mu_{1-3} \quad (25)$$

$$J_2 \cdot \dot{\nu}_4 - k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) \cdot r_{b_2} - c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right) \cdot r_{b_2} = \\ = -T_2 + r_{f_2} \cdot \left[k_{g_{1-2}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_2} \cdot \nu_3\right) + c_{g_{1-2}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_2} \cdot \nu_4\right)\right] \cdot \mu_{1-2} \quad (26)$$

$$J_3 \cdot \dot{\nu}_6 - k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_3} \cdot \nu_5\right) \cdot r_{b_3} - c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_3} \cdot \nu_6\right) \cdot r_{b_3} = \\ = -T_3 + r_{f_3} \cdot \left[k_{g_{1-3}}(t) \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_1 - r_{b_3} \cdot \nu_5\right) + c_{g_{1-3}} \cdot \left(r_{b_1} \cdot \nu_2 - r_{b_3} \cdot \nu_6\right)\right] \cdot \mu_{1-3} \quad (27)$$

Жоғарыдағы теңдікті, теңдеулер жүйесі ретінде жазуға болады:

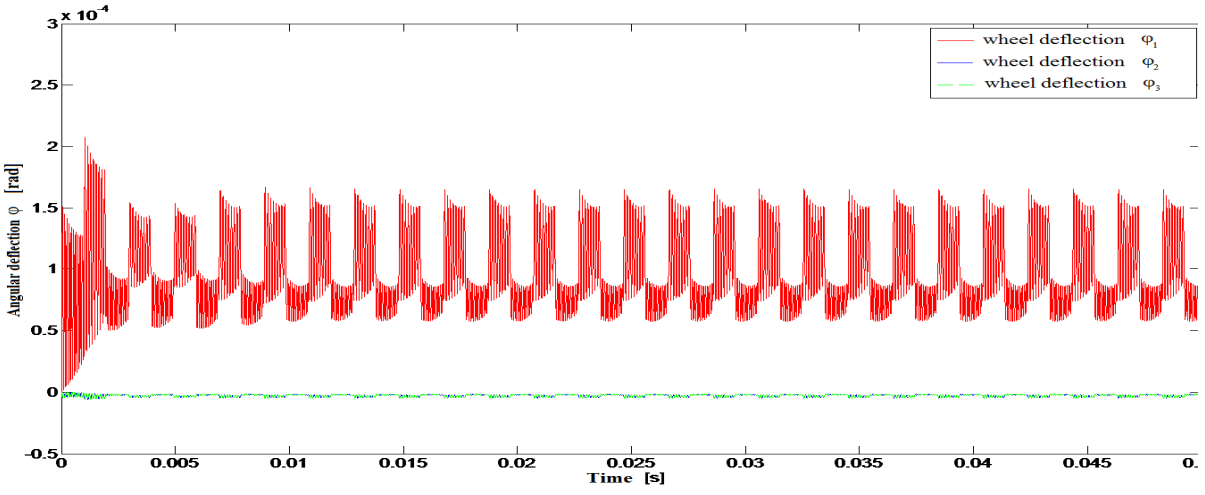
$$\begin{cases} \nu_2 = \dot{\nu}_1 \\ \dot{\nu}_2 = \dfrac{1}{J_1}\begin{cases} T_1 - r_{f_1}\cdot\left[k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_2}\cdot\nu_3\right) + c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_2}\cdot\nu_4\right)\right]\cdot\mu_{1-2} + \\ + r_{f_1}\cdot\left[k_{g_{1-3}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_3}\cdot\nu_5\right) + c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_3}\cdot\nu_6\right)\right]\cdot\mu_{1-3} + \\ + k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_2}\cdot\nu_3\right)\cdot r_{b_1} - k_{g_{1-3}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_3}\cdot\nu_5\right)\cdot r_{b_1} + \\ + c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_2}\cdot\nu_4\right)\cdot r_{b_1} - c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_3}\cdot\nu_6\right)\cdot r_{b_1}\end{cases} \\ \nu_4 = \dot{\nu}_3 \\ \dot{\nu}_4 = \dfrac{1}{J_2}\begin{cases} -T_2 + r_{f_2}\cdot\left[k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_2}\cdot\nu_3\right) + c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_2}\cdot\nu_4\right)\right]\cdot\mu_{1-2} + \\ + k_{g_{1-2}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_2}\cdot\nu_3\right)\cdot r_{b_2} + c_{g_{1-2}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_2}\cdot\nu_4\right)\cdot r_{b_2}\end{cases} \\ \nu_6 = \dot{\nu}_5 \\ \dot{\nu}_6 = \dfrac{1}{J_3}\begin{cases} -T_3 + r_{f_3}\cdot\left[k_{g_{1-3}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_3}\cdot\nu_5\right) + c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_3}\cdot\nu_6\right)\right]\cdot\mu_{1-3} + \\ + k_{g_{1-3}}(t)\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_1 - r_{b_3}\cdot\nu_5\right)\cdot r_{b_3} + c_{g_{1-3}}\cdot\left(r_{b_1}\cdot\nu_2 - r_{b_3}\cdot\nu_6\right)\cdot r_{b_3}\end{cases} \end{cases} \quad (28)$$

Қозғалыс нәтижесінде жүйе теңдеулерін шешу үшін бастапқы шарттар ретінде анықталады:

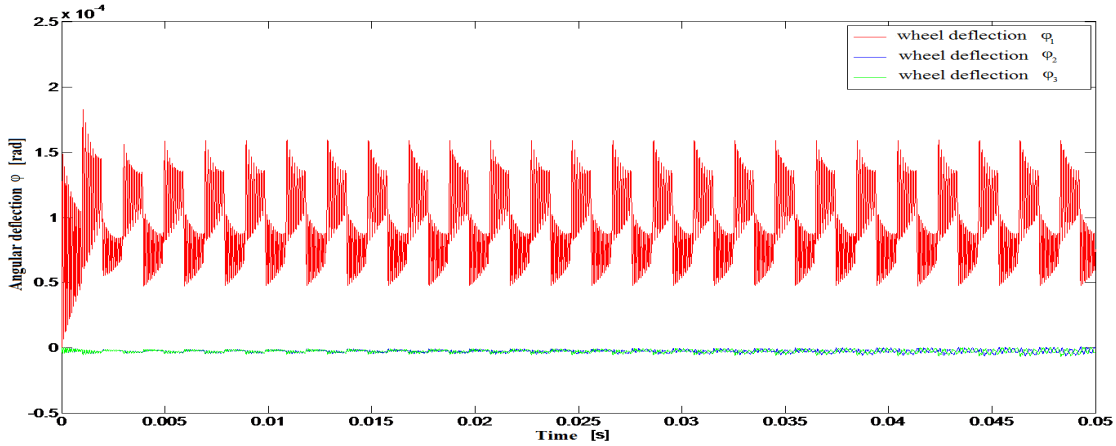
$$\begin{aligned} \nu_1\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_2\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_3\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_4\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_5\big|_{t=0} &= 0 \\ \nu_6\big|_{t=0} &= 0 \end{aligned} \quad (29)$$

Нәтижелерге қол жеткізу

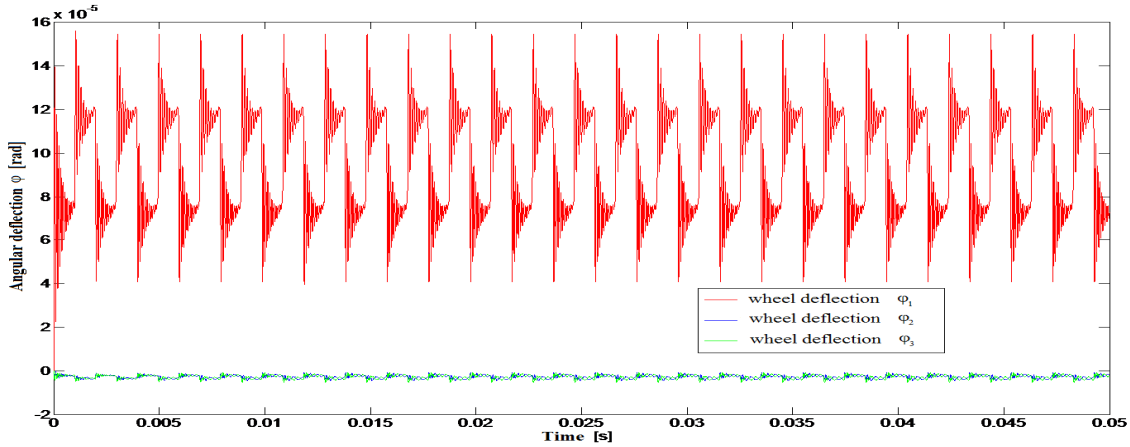
Цилиндрлі берілістегі тістердің тербелісі және тістер арасында туындайтын үйкеліс мәселесін шешуге арналған динамикалық модельдің дифференциалдық теңдеулер жүйесін MATLAB бағдарламасында пайдаланып нәтижелерге қол жеткізуге болады [3]. Талдау үш қимыл жағдайында және үйкеліс коэффициентінің үш мәніне сәйкес $(\mu = 0.05)$. Дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін (18) үйкеліске қатысты оңайлатылған екі сатылы берілістің (1-суретке қараңыз) динамикалық есебінің шешімі φ_1, φ_2 және φ_3 тісті дөңгелектердің бұралу бұрышна тәуелді болып табылады.



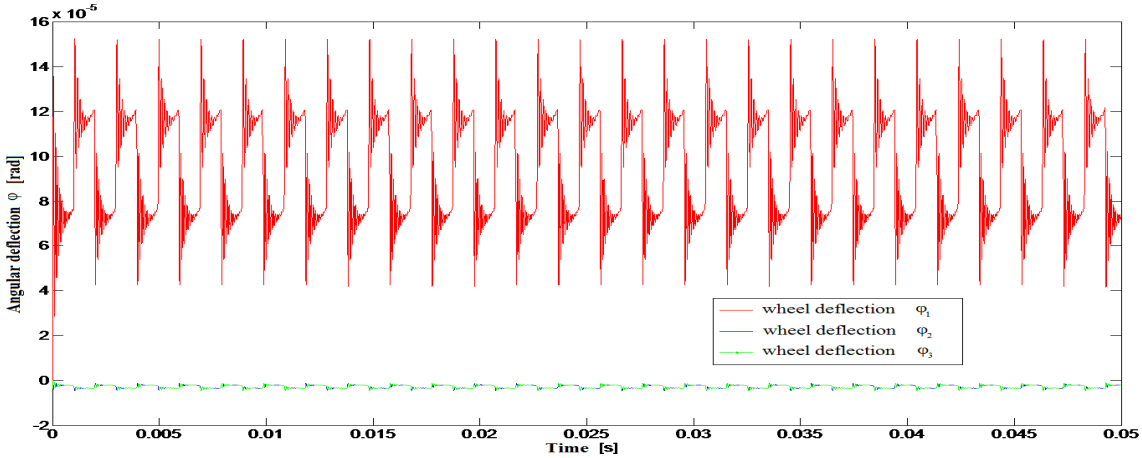
2-сурет. 1, 2 және 3 дөңгелектердің тістер дірілі үшін: $\mu = 0.05$, $c_{g-2} = c_{g-3} = 100$ N.s/m



3-сурет. 1, 2 және 3 дөңгелектердің тістер дірілі үшін: $\mu = 0.05$, $c_{g-2} = c_{n-3} = 300 \div 200$ N.s/m



4-сурет. 1, 2 және 3 дөңгелектердің тістер дірілі үшін: $\mu = 0.05$, $c_{g-2} = c_{g-3} = 1200 \div 600$ N.s/m



5-сурет. 1, 2 және 3 дөңгелектердің тістер дірілі үшін: $\mu = 0.05$, $c_{g-2} = c_{g-3} = 1200$ N.s/m

Қорытынды

Жоғарыда (2-5 суреттер) діріл диаграммалары түрінде есептеулердің нәтижелері келтірілген. Талдау үшін үйкеліс коэффициентінің тұрақты мәні $(\mu = 0.05)$ деп қабылданды. Алғашқы талдау

жұмыста қарастырылған екі сатылы цилиндрлік беріліс үшін алынған жеңілдетілген екі жақты беріліс үшін алынған динамикалық коэффициентінің шамасын және K_V мәнін салыстыру үшін пайдаланылды $(\mu = 0.05)$. Анализдер тістердің тербелісі және K_V мәніндегі үйкеліс әсерін зерттеу үшін қолданылды. Талдау келесі мәндер үшін қабылданды:

1. $c_{g-2} = 100$ N.s/m $\quad c_{g-3} = 100$ N.s/m
2. $c_{g-2} = 300$ N.s/m $\quad c_{g-3} = 200$ N.s/m
3. $c_{g-2} = 1200$ N.s/m $\quad c_{g-3} = 600$ N.s/m
4. $c_{g-2} = 1200$ N.s/m $\quad c_{g-3} = 1200$ N.s/m

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Kamil Rehak, Ales Prokop. Numerical simulation of single stage gearbox with tooth damage. Vibroengineering procedia, Vol. 7, 2016, pp. 88-92.

[2] Baurzhan Tultayev, Algazy Zhauyt, Aksholpan Kopesbayeva, Alma Auezova, Gani Balbayev, Beibit Shingissov. Numerical check of a planetary drives for wind mills. *Journal of Vibroengineering,* Vol. 18, Issue 7, pp. 4155-4163, 2016.

[3] Beibit Shingissov, Gani Balbayev, Shynar Kurmanalieva, Algazy Zhauyt, Zhanar Koishybayeva. Numerical check of a 2DOF transmission for wind turbines. *Journal of Vibroengineering PROCEDIA,* Vol. 6, pp. 25-29, 2015.

[4] Шаратбеков Т. Т., Қосболов С. Б., Жауыт Ә. Екі цилиндрлі төрт тактылы іштей жану қозғалтқышы (ІЖҚ) механизмінің динамикалық анализі. Тезисы трудов. Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие горно-металлургического комплекса» (18-19 мая 2017 г.) Алматы. Б. 122-125, 2017

[5] Жауыт Ә, Шаратбеков Т. Т. *Баспақ автоматтың динамикалық анализі. ҚазҰТУ хабаршысы*, №3(121), Б. 237-242, 2017

[6] С.Б. Қосболов, Ә. Жауыт. Тербелмелі қондырғы буындарының серпімділігін зерттеу. *ҚазҰТУ хабаршысы*, №2(120), Б. 261-266, 2017

[7] С.Б. Қосболов, Ә. Жауыт. Тербелмелі қондырғының қозғалысын және кернеулік-деформациялық күйін зерттеу. *ҚазҰТУ хабаршысы*, №2(120), Б. 287-292, 2017

[8] Жауыт Әлғазы, Алтыбаев Ш. М. ІІІ класты механизмнің күш анализі. *ҚазҰТЗУ хабаршысы*, №4(116), Б. 281-286, 2016

[9] Салмен Н. Б., Қосболов С. Б., Жауыт Ә. Бойлық-Соғу механизмінің динамикалық анализі. Труды Международных Сатпаевских чтений «Конкурентоспособность технической науки и образования» І Том, Б. 296-300, 2016

[10] Жауыт Әлғазы. Төртбуынды жалғастырғыш-нүктелі қисық механизмнің синтезі. Труды Международных Сатпаевских чтений «Конкурентоспособность технической науки и образования» І Том, Б. 153-156, 2016

[11] Қажыбаева М. Ж., Қосболов С. Б., Жауыт Ә. Бетонсорғыш механизмінің динамикалық анализі. Труды Международных Сатпаевских чтений «Конкурентоспособность технической науки и образования» І Том, Б. 211-216, 2016

[12] A. Zhauyt, S. Kosbolov, B. Shingissov, A. Alymbetov, A. Telesheva, O. Karabashev, A. Tashkenbayev. Synthesis of Four-Link Basic Kinematic Chains [BKC] With Spherical Pairs for Spatial Mechanisms. *Mediterranean Journal of Social Sciences.* Vol.5, No23 November, p. 2627-2637, 2014

[13] S. Kosbolov, A. Rakhmatulina, N. Imanbaeva, A. Zhauyt. Optimal design of leading kinematical chain of eight linked planar load lifting linkage. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, Vol 5, No 23 November, p. 2656-2660, 2014

[14] Skanderbek Joldasbekov, Sayat Ibraev, Algazy Zhauyt, Aiman Nurmagambetova, Nurbibi Imanbaeva, Modular synthesis of plane lever six-link mechanism of high class. *Middle-East. J. Sci. Res*., №21 (12), p. 2339-2345, 2014

[15] Batyrkhan Kyrykbaev, Dariga Tuganbaeva, Algazy Zhauyt. The Partial Discretization Method of Differential Equations in Solving the Task on the Flexible Elastic Rotationally Symmetric Round Plate Flexure. *Middle-East. J. Sci. Res*., №22 (6), p. 802-808, 2014

[16] Musayev Janat, Adilkhanov Yerzhan, Zhauyt Algazy. Investigation of a Wedge Shock Absorber Trucks Freight Cars Using Universal Mechanism. *Middle-East. J. Sci. Res*., №22 (9), p. 1405-1410, 2014

Шаратбеков Т., Жауыт Ә.

Цифровое моделирование двухступенчатой цилиндрической передачи

Резюме. Рассмотрен динамический расчет цифровой модели двухступенчатый цилиндрической передачи. В начале все методы проверялись опытным путем. Рассчитали четыре варианта оценки коэффициента износа. При μ_0=0 зубья не подвергаются повреждению, а при трех других вариантах значений коэффициента износа они подвергаются повреждению. Рассчитаны зависимость поверхностных напряжений при соприкосновении

зубьев зубчатого колеса от скорости вращения зубчатого колеса и этот иснос учитывался как основной фактор при оценке между отдельными вариантами. Этот метод является эффективным инструментом при проектирование цифровых моделей, и позволяет определить проблему возникновения чрезвычайных ситуации в реальных условиях.

Ключевые слова. Зубчатые передачи, цифровое моделирование, уравнение Лагранжа, коэффициент износа.

Sharatbekov T., Zhauyt A.

Numerical modeling of two-step cylinder transmission

Summary. In this paper, a dynamic calculation of a digital two-stage cylindrical transfer model is considered. In the beginning, all methods were tested empirically, and four options were calculated for estimating the wear coefficient. At a wear rate of $\mu_0 = 0$, the teeth are not damaged, and in three other variants of the wear coefficient values, the teeth of the gear wheel are damaged. The dependence of the surface stresses on the contact of the gear teeth on the speed of rotation of the gear wheel was calculated and this was taken into account as the main factor in the evaluation between individual variants. This method is an effective tool in the design of digital models, and allows you to determine the problem of the emergence of emergencies in real conditions.

Keywords. Gear, numerical simulation, Lagrange equation, coefficient of wear.

УДК 621. 383

E.S. Vitulyova, S.T. Bajpakbaeva, I.EH. Sulejmenov

DESIGN OF FOLDABLE KEYBOARDS BASED ON PHOTOELECTRIC SOLAR PANELS

Abstract. There is a new type of keyboard with an optical encoding proposed, based on a reversible optical contact between a lightguide element, where the optical signal is transmitted, and a photoelectric receiver, represented by a photoelectric solar panel. The proposed keyboard with an optical encoding, as well as the earlier suggested modifications, based on the usage of the photoelectric panels, simultaneously executes two functions: data input and charging gadgets. The difference is that this type is foldable. When unfolded, it can have one of the two configurations: “solar panel” configuration and “keyboard” configuration, which ensures convenient use in both of the abovementioned modes. The purpose of the keyboard of this type is equipping smartphones for convenient data input.

Key words: data input system, optical encoding, green energetics, photoelectric panel.

Е.С. Витулёва[1], С.Т. Байпакбаева[2], И.Э. Сулейменов[2]
([1]Сатпаев университет, Алматы, Республика Казахстан, E-mail: lizavita@list.ru
[2]Алматинский университет энергетики и связи)

КОНСТРУКЦИЯ СКЛАДЫВАЮЩИХСЯ КЛАВИАТУР НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ

Аннотация. Предложена новая разновидность клавиатуры с оптической кодировкой, основанная на обратимом оптическом контакте между световодным элементом, по которому распространяется оптический сигнал и фотоприемником, в качестве которого используется солнечная фотоэлектрическая панель. Предлагаемая клавиатура с оптической кодировкой, как и ранее предложенные модификации, основанные на использовании фотоэлектрических панелей, параллельно выполняет две функции: ввод информациии подзарядку гаджетов. Отличие состоит в том, что данная разновидность является складывающейся. В раскрытом виде она может иметь одну из двух конфигураций: конфигурация «солнечная панель» и конфигурация «клавиатура», что обеспечивает удобство эксплуатации в обоих указанных выше режимах. Назначением клавиатуры данного типа является комплектация смартфонов для обеспечения удобства ввода информации.

Ключевые слова: система ввода информации, оптическая кодировка, зеленая энергетика, фотоэлектрическая панель.

Известны многочисленные попытки реализовать коммерчески привлекательную схему клавиатуры с оптической кодировкой, в том числе и в РК [1,2]. Обзор ранее предлагавшихся клавиатуры такого типа представлен в [3]. Там же отмечается, что такого рода системы пока не имеют коммерческого успеха в силу причин экономического характера.

Известно также, что экономические причины сдерживают также развитие зеленой энергетики, в частности, стоимость одного киловатт-часа, вырабатываемого при помощи фотоэлектрических панелей, пока что заметно превосходит аналогичный показатель при производстве электроэнергии с

использованием углеводородного сырья [4-7]. Отталкиваясь от этих соображений, в [8,9] была предложена концепция малой зеленой энергетики. В соответствии с нею, фактическая стоимость электроэнергии, получаемой с использованием возобновляемых источников, может быть существенно уменьшена за счет того, что генерирующие компоненты устройств параллельно выполняют дополнительные функции. Примером реализации этой концепции является клавиатура с оптической кодировкой, в которой солнечная фотоэлектрическая панель одновременной служит и для генерации энергии, и выступает в качестве приемника модулированного изучения оптического диапазона, кодирующего клавиши [8,9]. Соответственно, такая клавиатура может эксплуатироваться в двух режимах (режим ввода информации и режим подзарядки гаджета). В режиме ввода информации изделие позволяет пользователю работать со смартфоном в том же режиме, что и с обычной qwerty-клавиатурой.

Для идентификации строк в матрице кнопок используется сегментированная солнечная панель. Идентификация столбца в этой матрице осуществляется за счет использования набора световодных элементов. Свет направляется в каждый из световодных элементов поочередно, что соответствует поочерёдному опросу столбцов клавиатуры. При нажатии на соответствующий участок световодного элемента часть излучения за счет светорассеяния поступает на солнечную панель, расположенную в том месте, где находится данный сегмент световодного элемента [8,9]. Это позволяет идентифицировать (Рис.1) нажатие клавиши, находящейся на пересечении заданного столбца (световодный элемент) и заданной строки (сегмент фотоэлектрической панели).

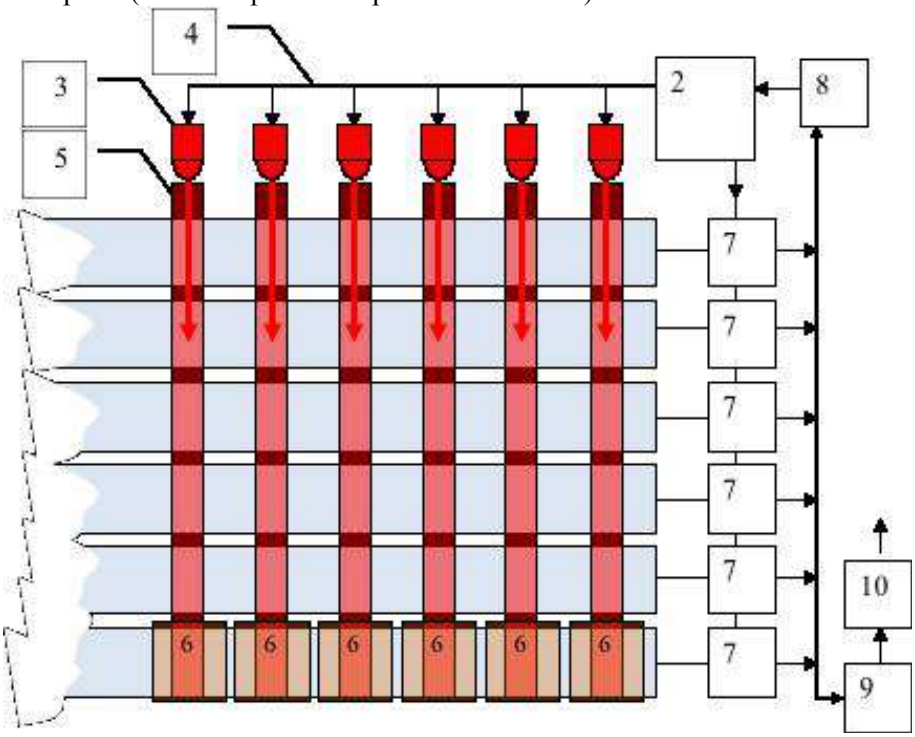


Рис. 1. Функциональная схема клавиатуры с оптической кодировкой, на основе сегментированной солнечной фотоэлектрической панели.

Клавиатура с оптической кодировкой рассматриваемой модификации (рис. 1) содержит следующие узлы. 1 – сегментированные элементы солнечной панели (полосы, число которых совпадает с числом рядов стандартной QWERTY-клавиатуры); 2 – управляющий элемент схемы на базе микроконтроллера, параллельно обеспечивающих идентификацию зажатых клавиш; 3 – светодиоды, включаемые поочередно в целях обеспечения развертки во времени для идентификации столбца, к которому относится зажатая клавиша; 4 – шину питания/управления светодиодов; 5 – световоды, представляющие собой полые полимерные трубки, обеспечивающего возникновение оптического контакта; 6 – кнопки (клавиши), нажатие на которые приводит к возникновению оптического контакта между световодом и солнечной фотоэлектрической панелью; 7 – коммутирующие электронные ключи, обеспечивающие идентификацию строки, к которой относится зажатая клавиша; 8 – коммутирующий ключ, обеспечивающий передачу регистрируемого сигнала на контроллер в режиме «Клавиатура»; 9 – коммутирующий ключ, обеспечивающий подзарядку аккумуляторной системы в режиме «Подзарядка»; 10 – аккумуляторная система, обеспечивающее питание как самой клавиатуры, так и иных гаджетов.

Существенно, что в качестве световодного элемента может использоваться полая трубка, выполняемая из прозрачного полимерного материала. Такой элемент не является световодом в классическом смысле, но его использование является допустимым, так как оптический сигнал передается на небольшое расстояние (порядка 10 см).

Схема работает следующим образом. Приемниками излучения оптического диапазона служат сегменты солнечной фотоэлектрической панели (1). Работа всей схемы в целом обеспечивается узлом управления на основе микроконтроллера (2), который, в частности, обеспечивает подачу тактируемых сигналов на светодиоды (3). Свет от каждого из светодиодов (3) направляется в световоды (4). Оптический контакт возникает при нажатии пользователем на одну из кнопок клавиатуры (6). Такты, формируемые светодиодами, фактически соответствуют развертке матрицы, формируемой кнопками клавиатуры.

Конструкцию складной клавиатуры, построенной на описанном выше принципе, иллюстрируют рис. 2 –8, размеры основных деталей показаны на рис.2. Изделие представляет собой шкатулку, выполняемую из двух частей; клавиатура может находится как в сложенном состоянии (рис 3), так и в двух раскрытых состояниях. Рис 4 – клавиатура раскрывается вокруг центральной петли. В таком положении она используется для набора текста и других подобных действий.

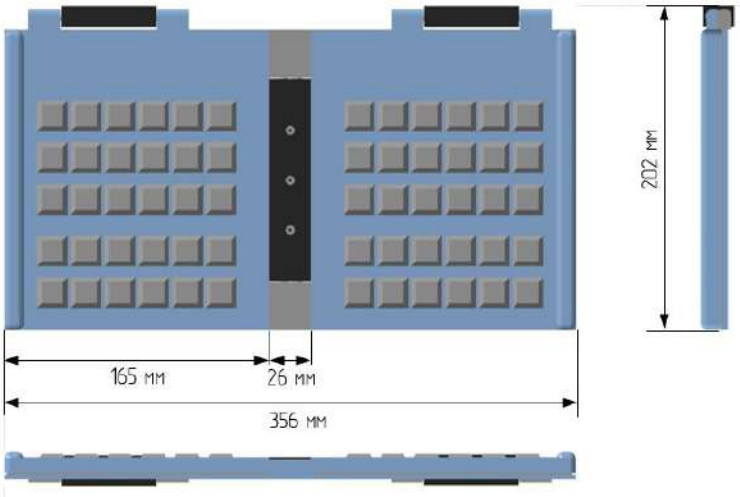


Рис. 2. Размеры складывающей клавиатуры предложенного типа

Для перехода в режим солнечной панели обе части клавиатуры перекидываются в обратное положение с помощью двух дополнительных петель. В таком положении клавиатура устанавливается на любую поверхность, находящуюся под прямыми солнечными лучами. Подчеркнем, что реализация такого подхода становится возможной только потому, что между солнечной панелью и системой кодирования клавиш отсутствует механический контакт.

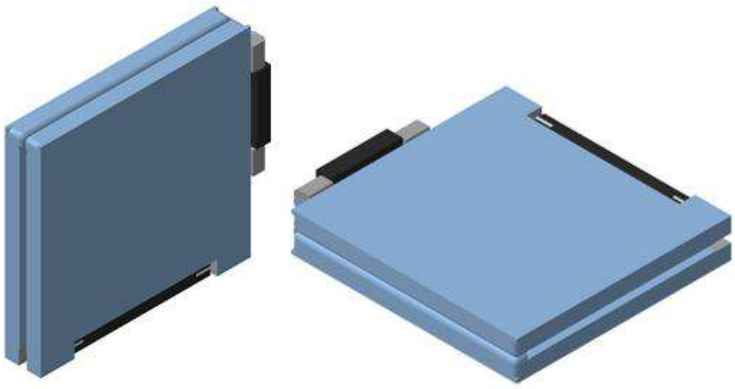


Рис. 3. Клавиатура в сложенном состоянии («шкатулка»)

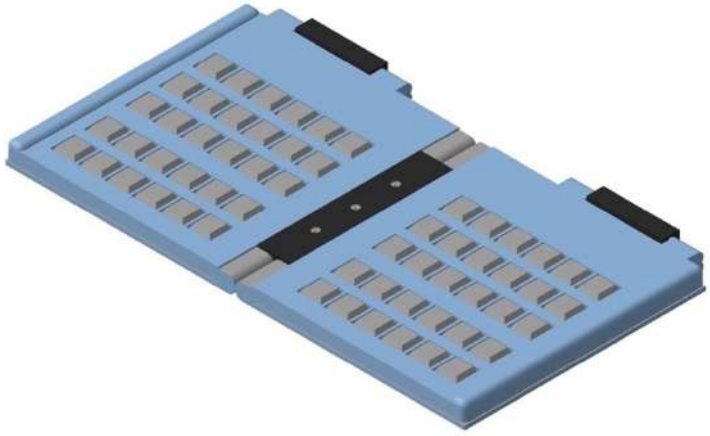


Рис. 4. Клавиатура в положение для набора текста

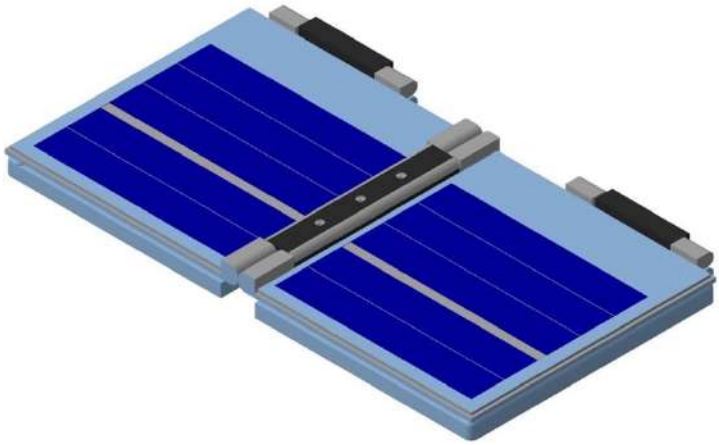


Рис. 5. Клавиатура в режиме солнечной панели

А именно, схема рис. 1 реализуется безотносительно того, как именно световоды контактируют с фотоэлектрической панелью. В частности, допустимо смонтировать световодную систему отдельно от той части, в которую входит фотоэлектрическая панель. Для обеспечения оптического контакта достаточно наложить их друг на друга не закрепляя. Именно это и позволяет реализовать конструкцию-«перевертыш», которая может находится в двух раскрытых положениях. Для наглядности на рис. 6 отдельно показан чертеж основания клавиатуры с вмонтированной фотоэлектрической панелью и механическими деталями крепления.

Отсутствие необходимости в стационарном контакте между фотоэлектрической панелью и световодной системой является основным преимуществом клавиатуры предлагаемого типа, которая легко переводится из одного режима эксплуатации в другой. В частности, это предоставляет дополнительные возможности для проникновения на рынок, так как для клавиатуры такого типа целесообразно разработать специальные сумки, рюкзаки и пр., что обеспечивает дополнительные потребительские преимущества, в том числе, и для изделий такого рода.

Конструкция петель, используемых для сборки клавиатуры, показана на рис. 7 и 8.

Сборка клавиатуры осуществляется в соответствии со схемой рис. 9. Она включает в себя следующие основные элементы:

- Основание клавиатуры (1), рис.6;
- Нижнее и верхнее крепление для световодов (2);
- Световодная система (3);
- Резиновая клавиша (4);
- Верхняя крышка (5), в которой предусматривается место для размещения электронной платы.

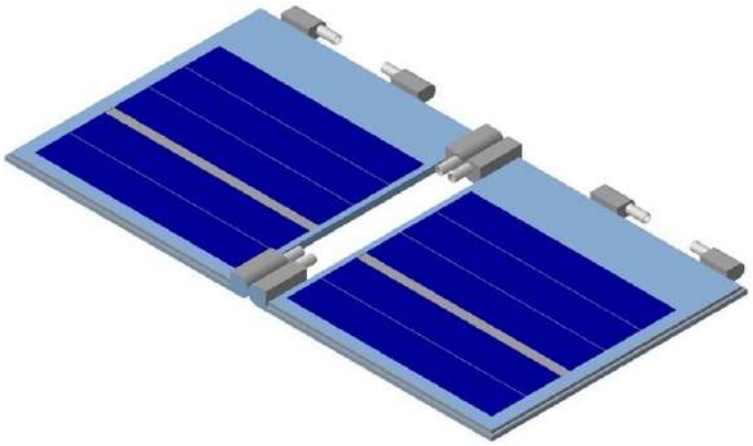


Рис. 6. Основание клавиатуры с солнечной панелью

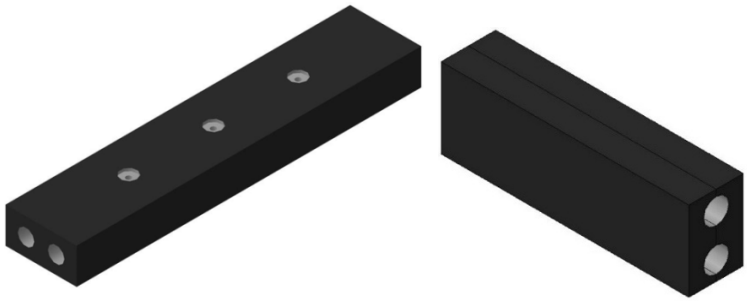


Рис. 7. Двусоставные петли, используемые для сборки складной клавиатуры

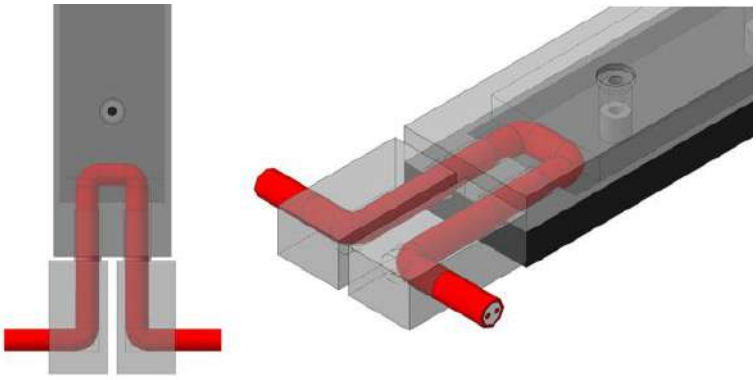


Рис. 8. Схема электропроводки в двусоставных петлях

Подчеркнем, что световодную систему не обязательно собирать из отдельных трубок. Существует возможность штамповать такую систему как целое с помощью специальных форм из листового полимерного материала, именно этот вариант и показан на рис. 9.

Таким образом, принцип работы клавиатуры с оптической кодировкой, основанный на использовании солнечных фотоэлектрических панелей и световодных элементов, деформирующихся при механическом нажатии, действительно позволяет реализовать изделие такого рода. При этом отсутствует необходимость в жесткой фиксации световодной системы по отношению к фотоэлектрической панели, что позволяет реализовать конструкцию, которая легко преобразуется от конфигурации «клавиатура» (режим ввода информации) к конфигурации «солнечная панель» (режим подзарядки гаджета).

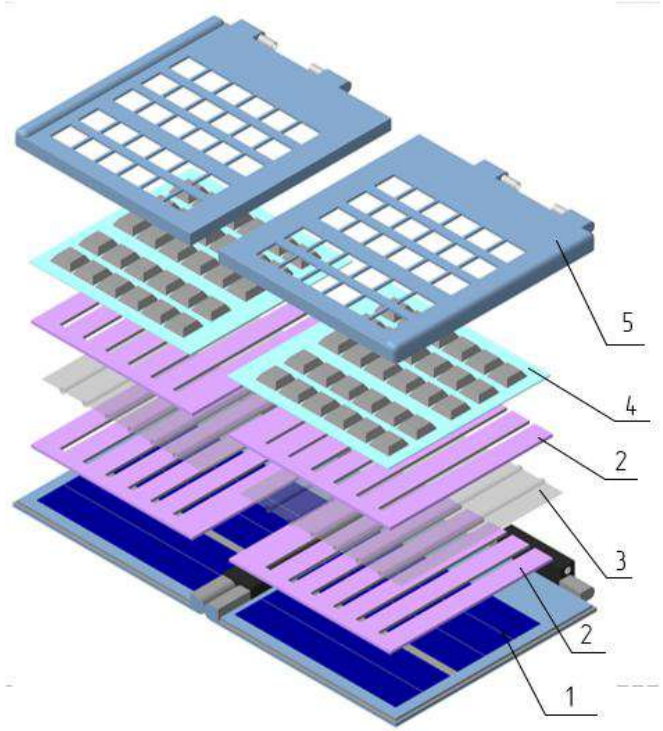


Рис. 9. Схема сборки складывающейся клавиатуры с оптической кодировкой

ЛИТЕРАТУРА

[1] Конструкция клавиатуры для сотового телефона на основе полимерных гидрогелей / И. Сулейменов, Е. Житник, С. Панченко, И. Игликов // Известия научно-технического общества КАХАК. — 2012. — № 39. — С. 76—84.

[2] Новые подходы к разработке клавиатур для сотовых телефонов / А. Байкенов, С. Панченко, Д. Дюсенгалиева, П. Обухова // Известия научно-технического общества КАХАК. — 2012. — № 39. — С. 58—63.

[3] Системы ввода информации: проблемы и перспективы / Г. Мун, И. Сулейменов, С. Панченко, З. Седлакова, А. Бакиров, И. Игликов. — Алматы: PrintExpress, 2016. — С. 239.

[4] Jackson, T., & Victor, P. (2011). Productivity and work in the ‘green economy’: Some theoretical reflections and empirical tests. Environmental Innovation and Societal Transitions, 1(1), 101-108.

[5] Chandel, M., Agrawal, G. D., Mathur, S., &Mathur, A. (2014). Techno-Economic Analysis of Solar Photovoltaic power plant for garment zone of jaipur city. Case Studies in Thermal Engineering, 2, 1-7.

[6] Midilli, A., Dincer, I., & Ay, M. (2006). Green energy strategies for sustainable development. Energy Policy, 34(18), 3623-3633.

[7] Yi, H. (2014). Green businesses in a clean energy economy: Analyzing drivers of green business growth in US states. Energy, 68, 922-929.

[8] S.T. Baipakbayeva. Possible-strategy of small green energy concept introduction in the Republic of Kazakhstan // Proc. 3rd Annual International Academic Conference of IASS 2017, Ho Chi Minh City, Vietnam 8-12 November – V.1. – P. 257-268. – 2017.

[9] I.E. Suleimenov , O.A. Gabrelielyan, D.B. Shaltykova, G.A. Mun, S.T. Baipakbayeva, S.V. Panchenko, A. Nurtazin. Energy efficiency of society in post-soviet states as a socio – economic problem // «Future energy: innovation scenarios and methods of their implementation» WSEC -2017, Astana 19-20 June. – V.3 – P. 64-69. - 2017.

Витулёва Е.С., Байпакбаева С.Т., Сулейменов И.Э.

Күн фотоэлектрлік панельдеріне негізделген жиналмалы пернетақтаның конструкциясы

Түйіндеме. Жарық өткізгіш элементі ішінде қайталанатын оптикалық түйісу негізіндегі пернетақтаның жаңа түрі ұсынылған. Жарық өткізгішпен оптикалық сигнал өтіп, фотоқабылдағыш рөлін күн фотоэлектрлік панелі орындайды. Оптикалық кодтаумен ұсынылған пернетақта, алдында көрсетілген жаңа модификациялық фотоэлектрлік панельдеріне негізделген пернетақталар сияқты, екі функцияның рөлін атқарады: ақпаратты енгізу және гаджеттерді зарядтау. Берілген пернетақтаның өзгелерден айырмашылығы мен ерекшелігі - жиналмалылығында. Жиналмаған жағдайында пернетақта екі конфигурация түріне ие бола алады: күн панелі конфигурациясы және пернетақта конфигурациясы. Бұл ерекшелік эксплуатация кезінде, яғни айтылған екі

режимде жұмыс істеу кезінде қолайлылықпен қамтамасыз етеді. Берілген пернетақтаның басты мақсаты смартфондардың комплектациясы ретінде пайдаланып, ақпарат енгізу жұмыстарын қолайлы қылу.

Түйінді сөздер: ақпаратты енгізу жүйесі, оптикалық кодтау, жасыл энергия, фотоэлектрлік панель.

Vitulyova E.S., Bajpakbaeva S.T., Sulejmenov I.EH.

Design of foldable keyboards based on photoelectric solar panels

Summary. There is a new type of keyboard with an optical encoding proposed, based on a reversible optical contact between a lightguide element, where the optical signal is transmitted, and a photoelectric receiver, represented by a photoelectric solar panel. The proposed keyboard with an optical encoding, as well as the earlier suggested modifications, based on the usage of the photoelectric panels, simultaneously executes two functions: data input and charging gadgets. The difference is that this type is foldable. When unfolded, it can have one of the two configurations: "solar panel" configuration and "keyboard" configuration, which ensures convenient use in both of the abovementioned modes. The purpose of the keyboard of this type is equipping smartphones for convenient data input.

Key words: data input system, optical encoding, green energetics, photoelectric panel.

УДК 637.54

A.A. Zheldybayeva, M. Army
(Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan,
runia_@mail.ru)

PRODUCT CHARACTERISTICS AND STUDY OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION AND SAFETY OF MEAT QUALITY DICHI

Abstract. Nonconventional types of meat become attractive to the meat industry, restaurant business and consumers as new, exclusive, eco-friendly and exotic types of meat and meat products. As kryakva meat easily usvoyaemy, rich with full-fledged proteins, an exotic product and delicacy, on his basis it is possible to develop a product of a functional purpose, and in this regard relevance of research is research of a chemical composition and safety of meat of a kryakva.

In the article, the chemical, amino-acid and fatty-acid cocaques of cranberries are studied, an opaque leptic estimate is presented, the characters indicating the absence of meat of wild birds are described. And a comparative analysis of the norm on ND and the actual value of the wild bird and domestic duck is given.

Key words: game meat, mallard meat, domestic duck meat, fatty acid composition, amino acid composition.

А.А. Жельдыбаева, М. Армия
(Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан,
runia_@mail.ru)

ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЯСА ДИЧИ

Аннотация. Нетрадиционные виды мяса становятся привлекательными для мясной индустрии, ресторанного бизнеса и потребителей как новые, эксклюзивные, экологичные и экзотичные виды. Так как мясо кряквы легко усвояемый, богатый полноценными белками, экзотический продукт и деликатес, на его основе можно разработать продукт функционального назначения, и в связи с этим актуально исследование химического состава и безопасности, а также химического состава, функциональных свойств и безопасности нового продукта на его основе.

В статье исследованы химический, аминокислотный и жирнокислотный состав мяса кряквы, проведена органолептическая оценка, определены показатели безопасности мяса дикой птицы. Приведен сравнительный анализ нормы по НД и фактических значении дикой птицы и домашней утки.

Ключевые слова: мясо дичи, мясо кряквы, мясо домашней утки, жирнокислотный и аминокислотный составы.

В настоящее время особое внимание уделяется проблеме полноценного питания населения в Казахстане. Ведущими специалистами Казахстана в области здорового питания решается задача поиска новых технологий, экологически безопасных и экономически эффективных, позволяющих создавать продукты нового поколения, содержащих в себе достаточное количество необходимых чело-

веческому организму полезных компонентов. Одним из перспективных вариантов развития мясной отрасли может стать производство нетрадиционных видов мясного сырья. В том случае, если рынок уже насыщен продуктом, одним из вариантов входа в рынок является предложение нового продукта. Следует отметить богатство огромной территории нашей страны с точки зрения добычи такого экзотического сырья, как мясо диких животных. Согласно исследованиям российских ученых формирование подобной отрасли могло бы принести неоспоримую пользу, позволив стране использовать её конкурентные преимущества [1].

Мясо диких животных считается продуктом деликатесным, поэтому чаще всего рекомендуется для применения в ресторанном бизнесе. Дичь – товар эксклюзивный и дорогой. Поэтому престижность этого блюда и его диетические качества (особенно экологическая чистота мяса животных, которые обитают в охотничьих хозяйствах далеко от цивилизации) способствуют тому, что спрос на дичь в мире повышается.

Одним из решений данной задачи является комплексное использование белков животного происхождения. Эффективным источником мясного сырья может стать мясо таких животных, как дикая птица (кряква), обитающие на территории Казахстана. Население различных регионов страны в качестве источников питания широко применяют мясо нетрадиционных видов животного сырья, получаемых при выращивании и добыче таких птиц, как кряква. Ассортимент продуктов из мяса диких животных крайне ограничен.

И в связи с этим, изучение биохимического состава, функциональных свойств и безопасности мяса диких птиц является актуальным.

Экспериментальные исследования проводились в Алматинском технологическом университете на кафедре «Безопасность и качество пищевых продуктов» и в аккредитованной научно-исследовательской лаборатории университета.

Исследован химический состав и органолептические, физика-химические показатели, а также показатели безопасности исследуемых объектов.

Разделка тушек дикой птицы (кряквы) производилась по ГОСТ 21784-76 - Мясо птицы (тушки кур, уток, гусей, индеек, цесарок).

Оценка качества мяса дикой и домашней утки была проведена по ГОСТ 21784-76 [2], а оценка качества безопасности мяса была проведена согласно требованиям технического регламента ТР/ТС 021-2011 [3]. К исследуемым объектам мы отнесли тушки взрослых птиц.

Согласно требованиям ГОСТ 21784-76, по упитанности и качеству обработки тушки всех видов птиц подразделяют на первую и вторую категории.

При оценке тушек птиц, мясо домашней утки отнесли к первой категории, а мясо дикой утки ко второй категории, показатели которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Характеристка упитанности и качества исследуемых объектов**

Показатели	Виды птиц	
	Мясо домашней утки (1-ая категория)	Мясо дикой утки (2-ая категория)
Упитанность (наличие мышечной ткани и покожного жира) Нижняя часть	Мышечная ткань хорошо развита. Грудные мышцы и киль грудной кости образуют округлость. Киль грудной кости слегка выделяется. Отложения подкожного жира на груди, животе и в виде сплошной полосы на спине, а также имеются значительные отложения жира в области живота.	Мышечная ткань удовлетворительно развита. Киль грудной кости выделяется и вместе с грудными мышцами образует угол без впадин по его сторонам. Незначительные отложения подкожного жира в области нижней части спины. Жироотложении нет.
Запах	Свойственно запаху свежего мяса данной птицы	Свойственный запах мясу дичи
Цвет: Мышечная ткань Кожа Подкожный жир и жир в области живота	Светло розовый Имеет желто розовый оттенок Светло желтый	Темно красный Имеет темно красный оттенок Желтый

Состояние кожи	Кожа чистая, без порывов, без ссадин, без пятен и кровоподтеков	На коже допускаются небольшие ссадины и пятна, а также небольшие порывы в 3 мм
Состояние костной ткани	Костная ткань без полома и искривлении	Допускаются небольшие поломы крыльев и пальцев
Запах и прозрачность бульона	Прозрачный, запах свойственный, цвет светло корчневый	

Изучение химического состава мяса птиц было проведено общепринятыми классическими методами: содержание влаги определяли с помощью высушивания навески по ГОСТ 9793-74; жира — по ГОСТ 23042-86 с использованием экстракционного аппарата Сокслета; количество белка — фотометрическим методом по Кьельдалю (ГОСТ 25011-81); энергетическую ценность высчитывали по формуле; измерение концентрации водородных ионов (pH) производили потенциометрическим методом.

По результатам исследований мясо дикой утки по сравнению с контрольной показало, что белка содержится больше, а подкожного жира меньше и соответственно энергетическая ценность чуть ниже. По химическому составу мясо дикой утки не отстает от мяса домашней Мясо домашней утки нежное, с большим содержанием жира мясо. Из литературы известно, что состав каждой мышечной ткани разного места тушки птицы бывает разным. И поэтому мы исследовали химический состав грудной мышечной ткани и окорочку.

Исследуя химический состав мышечной ткани грудной части и окорочки дикой и домашней утки, мы получили результаты которые указаны в таблице 2 и 3.

Таблица 2. **Химический состав мышечной ткани окорочков дикой и домашней утки**

№ п/п	Объект исследования	pH	Белок,%	Жир, %	Углеводы, %	Вода, %	Эн. ценность, кДж
1	Мясо домашней утки	6,1	15	28,5	0, 88	64,26	372,2
2	Мясо дикой утки	6,4	10,05	4,19	0,79	63,25	82,67

pH показатель домашней и дикой утки, как указано в таблице, равны 6,1 и 6,4, что соответствует норме, указанной в стандартах. Влажность окорочек домашней утки составляет - 64,26, а дикой составляет - 63,25, сравнительно влажность мяса дикой утки ниже чем мясо домашней утки, что показывает соответственно сухость мяса дикой утки. Содержание белка составляет в мясе домашней утки - 15, а в дикой - 10,05. Содержание жира в мясе домашней утки составляет - 28,5, а в дикой утке 4,19, соответственно энергетическая ценность мяса домашней утки выше чем мяса дикой утки.

Исследован химический состав мышечной ткани грудной части.

Таблица 3. **Химический состав мышечной ткани грудной части дикой и домашней утки**

№ п/п	Объект исследования	pH	Белок,%	Жир, %	Углеводы, %	Вода, %	Эн. ценность, кДж
1	Мясо домашней утки	6,2	19,01	32	0,88	62,26	289,08
2	Мясо дикой утки	6,6	20,5	3,19	0,79	61,25	119,71

pH показатель домашней и дикой утки, как указано в таблице, равен к 6,2 и 6,6, что соответствует норме, указанной в стандартах. Влажность окорочков домашней утки составляет - 62,26, а дикой - 61,25, сравнительно влажность мяса дикой утки ниже, чем мясо домашней утки, что показывает соответственно сухость мяса дикой утки. Содержание белка составляет в мясе домашней утки - 19,01, а в дикой - 61,25. Содержание жира в мясе домашней утки составляет - 30, а в дикой 3,19, соответственно энергетическая ценность мяса домашней утки выше чем, мяса дикой утки.

Как показали исследования, мясо дичи отличается более высоким содержанием белков и более низким содержанием жира по сравнению с контролем. Мясо дичи, в сравнении с мясом домашней

утки, содержит меньше межмышечного жира, вследствие чего имеет более низкую энергетическую ценность.

Определение аминокислотного состава осуществляли методом гидролиза образца до аминокислот и последующим количественным определении образовавшихся аминокислот на аминокислотном анализаторе YL-9100-Pinnacle PCX, определение жирнокислотного состава - методом разделения метиловых эфиров жирных кислот, полученных из липидов БАД, с помощью газожидкостной хроматографии.

В работе приводится сравнительный анализ химического состава мяса дикой и домашней утки. Мясо птицы является хорошим источником полноценного белка, отличается низким содержанием соединительной ткани, меньшим, чем в говядине и свинине, что способствует более легкому перевариванию и усвоению. Химический состав мяса дичи представлен в сравнении с традиционным видом мяса птицы [2] (таблица 1).

Анализ аминокислотного состава (таблица 3) показал более высокое содержание незаменимых аминокислот лейцина, изолейцина, лизина. По количественному соотношению аминокислот мясо изучаемых видов дичи выгодно отличается от мяса домашних животных и птиц. Прежде всего, это связано с более высоким содержанием триптофана, которого в мясе фазана на 0,3 и 0,64 % (у самца и самки соответственно) больше, чем в контроле.

Таблица 3. **Аминокислотный состав мяса дичи, г/100 г белка**

Показатели	Наименование сырья		Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г белка
	Кряква	Мясо утки (1-я категория) **контроль**	
Незаменимые кислоты:			
Суммарно	38,49	37,28	
Валин	5,38	4,85	5
Изолейцин	4,57	4,19	4
Лейцин	8,32	8,09	7
Лизин	8,34	8,40	5,5
Метионин	2,68	2,34	3,5
Треонин	4,34	4,46	4
Триптофан	1,63	1,10	1
Фениланин	3,23	3,85	6
Заменимые аминокислоты:			
Суммарно	48,67	49,20	
Аланин	5,67	6,67	-
Аргинин	7,45	7,16	-
Аспарагиновая кислота	8,65	8,88	-
Гистидин	1,76	1,83	-
Глицин	7,34	7,01	-
Глутаминовая кислота	16,88	16,69	-
Оксипролин	0,92	0,96	-
Соотношение триптофан/оксипролин	1,80	1,14	

По содержанию незаменимых аминокислот белки мяса птицы соответствуют эталонному белку яйца куриного, что свидетельствует об их высокой биологической ценности. Суммарное количество заменимых аминокислот в мясе дичи было меньше, чем в контроле, сумма незаменимых аминокислот существенно не различалась и находилась в пределах ошибки опыта. Чем выше соотношение триптофан/оксипролин, тем больше в мясе полноценных белков и выше биологическая ценность мяса. Белковый качественный показатель мяса дичи выше чем в контроле в среднем на 0,37-0,60 усл. ед. В липидах мяса содержится высокий уровень насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. Содержание насыщенных жирных кислот превышает почти в два с половиной раза количество ненасыщенных жирных кислот (таблица 4).

Среди насыщенных жирных кислот мяса дичи преобладают пальмитиновая и стеариновая кислоты. Содержание пальмитиновой кислоты в мясе дичи, по сравнению с мясом домашней утки больше в 2 - 4 раза, что указывает на невысокие сроки годности охлажденного мяса дичи и склонности к прогорканию.

Таблица 4. **Жирнокислотный состав мяса дичи, г/100 г.**

Показатели	Наименование сырья	
	Кряква	Мясо утки (1-я категория) **контроль**
Насыщенные	7,68	10,32
В том числе: С12:0 (лауриновая)	<0,001	0,04
С14:0(миристиновая)	0,3	0,37
С16:0(пальмитиновая)	4,28	7,01
С 18:0 (стеариновая)	3,1	2,9
Мононенасыщенные		
С18:1 (олеиновая)	5	14,04
Полиненасыщенные	3,81	6,58
С18:2 (линолевая)	3,49	6,29
С18:3(α-линоленовая)	0,32	0,29
Жирные кислоты (сумма)	16,49	30,94
Соотношение кислот: Насыщенные/ Полиненасыщенные	2	1,6

Экспериментальные исследования проводили с помощью ниже приведенных методов, позволяющих на основе комплекса показателей получить характеристику сырья и готового продукта:

Содержание влаги. Содержание влаги в растительной добавке определяли высушиванием навески до постоянной массы в сушильном шкафу до температуры 1300 - 1350 С по ГОСТ 5900 - 73 [5].

Органолептические показатели. Органолептические показатели мяса дикого гуся определяют по ГОСТ 7702.0 - 74 [6].

Визуально определяют внешний вид тушек. Осматривая поверхность тушки, отмечают цвет кожи, её сухость. При осмотре серозной оболочки грудобрюшной полости отмечают её увлажненность, блеск и возможное ослизнение. Консистенцию мяса птицы определяют надавливанием пальцем на поверхность мышечной ткани, наблюдая за скоростью выравнивания ямки. Запах определяют в поверхностном слое тушки, грудобрюшной части и на разрезе в глубинных слоях. Отдельно определяют запах растопленного внутреннего жира. Чтобы определить запах глубинных слоев, ножом разрезают мышцы, и особое внимание обращают на части мышечной ткани, прилегающей к костям. Для определения запаха жира берут не менее 20 г внутренней жировой ткани, измельчают ножницами, вытапливают в химических стаканах на водяной бане. Помешивая охлажденный жир стеклянной палочкой, определяют его запах. Если определить запах трудно, то несколько капель жира растирают на предметном стекле или на ладони. Состояние мышц на разрезе. Грудные и тазобедренные мышцы разрезают поперек мышечных волокон. Затем определяют цвет мышечной ткани при дневном рассеянном свете. К поверхности среза прикладывают фильтровальную бумагу и отмечают увлажненность мышечной ткани. Для определения липкости прикасаются пальцем к поверхности мышечной ткани. Качество бульона определяют после варки вырезанных из поверхностного и более глубоких слоев тазобедренных мышц кусков исследуемой тушки. Устанавливают запах бульона в момент появления первых паров.

Микробиологические показатели сырья. В работе использовали стандартные методы микробиологических показателей согласно ГОСТ 30519 - 97 [7].

Определяли следующие показатели:

общее количество микроорганизмов в 1 $см^3$ продукта;

наличие бактерий кишечной палочки;

наличие бактерий рода протеус;

Органолептическая оценка мяса дичи показала, что консистенция охлажденного мяса упругая, запах характерен для свежего мяса. Мясо диких животных и дичи отличается нежной консистенцией, сочностью, более выраженным ароматом по сравнению с контролем.

Бульон, полученный после варки, прозрачный, с небольшим количеством мелких жирных капель на поверхности, без пены, не густой, запах более выражен в сравнении с куриным бульоном. Бульоны из дичи вызывают усиленное выделение пищеварительных соков и, следовательно, способствуют лучшему усвоению пищи.

По аромату и вкусу мясо оленины, прошедшее кулинарную обработку, при дегустации ассоциируется с говядиной, мясо дикого кабана – со свининой. Бульон, полученный после варки мяса, прозрачный, без пенки, запах более выражен в сравнении с бульоном из традиционного мясного сырья.

Максимальная оценка продуктов их мяса дичи по пятибалльной шкале составила 4,8 балла, что соответствует нормативным требованиям к органолептическим показателям мясных продуктов из традиционных видов мяса. Максимальная оценка продуктов из мяса дичи по пятибалльной шкале составила 4,9 балла, т.е. мясо дичи соответствует нормативным требованиям по органолептическим показателям мясных продуктов.

Определения солей тяжелых металлов проводилось по стандартным методикам, для определения ртути использовались – ГОСТ 26927-86 [8], для мышьяка - ГОСТ 26930-86 [9], для олова - МЕСТ 26932-86 [10], для кадмия - МЕСТ 26933-86 [11]. Результаты исследований показателей тяжелых металлов приведены в таблице 5.

Таблица 5. **Показатели токсичных элементов мяса дикой утки**

Показатели	Норма по НД	Фактическое значение
Токсичные элементы: не более, мг/кг		
Ртуть	0,03	Не обнаружено
Мышьяк	0,1	Не обнаружено
Кадмий	0,05	0,02
Олово	0,5	0,04
Радионуклиды: не более, мк/кг		
Цезий-137	200	8,24

По результатам исследований солей тяжелых металлов, как ртуть и мяшьяка не обнаружено, а показатели солей кадмия и свинца не превышали нормы, указанной в ТР ТС 021/2011. Из радионуклеидов количество цезия-137 также не превышало нормы, указанной в НД.

Были исследованы микробиологические показатели объектов исследований, результаты которых указаны в таблице 6.

Таблица 6. **Микробиологические показатели мяса дикой утки**

Микробиологические показатели:	Норма по НД	Фактические значения
КМАФАиМ, КОЕ/г, $см^3$ не более	$1*10^3$	$5*10^2$
БГКП (колиформы) 0,1 г/$см^3$	Не допускается	Не обнаружено
Сульфитредуцирующие клостридии 0,1 г/$см^3$	Не допускается	Не обнаружено

В результате исследований КМАФАиМ в мясе дикой утки равен $5*10^2$, что не превышает нормы, указанной в нормативной документации. БГКП и сульфитредуцирующие клостридии в мясе дикой птицы не были обнаружен.

Вывод. В результате вышеуказанных исследовании показано, что мясо дикой утки или кряковны по энергетической ценности и качеству является полноценным видом мяса, и не уступает по качеству мясу домашней утки. Поэтому оно используется как ценное сырье в приготовлении диетических блюд или прдукции функционального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Рагимова Т.Р. Разработка технологии фирменного блюда из мяса дикой птицы, обогащенного растительными добавками. Дис. магист. тех. наук. –Баку, 2015. –80 с.

[2] Цикин, С.С. Разработка технологии и оценка свойств натуральных замороженных полуфабрикатов из мяса диких животных и дичи: Автореф. дисс.. канд. биол. наук. Орел, 2012. - 24с.

[3] ГОСТ 21784-76. Мясо птицы. Технические условия. Москва, Государственный комитет РФ по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. -10с.

[4] ГОСТ 25011-81 Мясо и мясные продукты. Метод определения белка. Москва, Государственный комитет РФ по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. -9 с.

[5] ГОСТ 7702.1-74 Мясо птицы. Методы химического и микроскопического анализа свежести мяса. Москва, Государственный комитет РФ по управлению качеством продукции и стандартам, 1991.-10с.

[6] ГОСТ 10444.2-94 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества Staphylococcus aureus. Методы микробиологического анализа: Сб. ГОСТов. - М.: Стандартинформ, 2010, -8 с.

[7] ГОСТ 10444.7-86 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов. Методы микробиологического анализа: Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2010, -12 с.

[8] ГОСТ 10444.9-88 Продукты пищевые. Метод определения Clostridium perfringens. Продукты пищевые, консервы. Методы микробиологического анализа: Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2010, -12 с.

[9] ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения ртути. Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002, -24с.

[10] ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002, -11 с.

[11] ГОСТ 26934-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002, -12 с.

[12] ГОСТ 26935-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения олова. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. Сырье и продукты пищевые. Методы определения токсичных элементов: Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002, -6 с.

[13] ГОСТ 29185-91 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества сульфитредуцирующих клостридий. Продукты пищевые, консервы. Методы микробиологического анализа: Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2010, -10 с.

[14] ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов» Технический регламент Таможенного Союза, от 9 декабря 2011 г. №880.

[15] ТР ТС 034/2012 «О безопасности мяса и мясных продуктов» Технический регламент Таможенного Союза, от 9 октября 2012 г. №68.

Zheldybayeva A.A., Army M.

Product characteristics and study of the biochemical composition and safety of meat quality dichi

Summary. Nonconventional types of meat become attractive to the meat industry, restaurant business and consumers as new, exclusive, eco-friendly and exotic types of meat and meat products. As kryakva meat easily usvoyaemy, rich with full-fledged proteins, an exotic product and delicacy, on his basis it is possible to develop a product of a functional purpose, and in this regard relevance of research is research of a chemical composition and safety of meat of a kryakva.

In the article, the chemical, amino-acid and fatty-acid cocaques of cranberries are studied, an opaque leptic estimate is presented, the characters indicating the absence of meat of wild birds are described. And a comparative analysis of the norm on ND and the actual value of the wild bird and domestic duck is given.

Key words: game meat, mallard meat, domestic duck meat, fatty acid composition, amino acid composition.

Жельдыбаева А.А., Армия М.

Жабайы құс етінің тауарлық сипаттамасы және биохимиялық құрамы мен сапа қауіпсіздігін зерттеу

Резюме. Дәстүрлі емес ет түрлері ет индустриясына, ресторан бизнесі мен тұтынушыларға жаңа, эксклюзивті және экзотикалық ет пен ет өнімдері ретінде қызығушылық тудырып келеді. Жабайы үйрек еті жеңіл сіңірілетін, толыққанды ақуыздарға бай, экзотикалық өнім және деликатес болғандықтан, оның негізінде жаңа функционалды мақсаттағы өнім жасап шығаруға болады. Осыған байланысты зерттеу жұмысының өзектілігі жабайы үйрек етінің химиялық құрамын және қауіпсіздігін зерттеу болып табылады.

Мақалада жабайы үйрек етінің химиялық, аминқышқылдық, майқышқылдық құрамы зерттеліп, органолептикалық бағалауы жүргізілді және қауіпсіздік көрсеткіштері анықталды. Сонымен қатар жабайы үйрек пен үй үйрегі етінің нормативті құжат бойынша нормасы мен нақты мәнінің салыстырмалы талдауы келтірілген.

Кілттік сөздер: жабайы үйрек еті, барылдауық үйрек еті, үй үйрегінің еті, майқышқылды құрамы, аминқышқылды құрамы.

УДК 637.54

K.M. Vishnyakova, G.O. Bugubaeva
Institute of Food safety, Almaty Technological , Almaty, Kazakhstan.
E-mail: kamillasaifutdiniva3@mail.com, kamillochka.95@bk.ru

LOSE RADIOACTIVITY OF HONEY BEES

Abstract. For realization of honey, the same as and other foodstuffs, needed certificate and obligatory laboratory zooexamination on absence of causative agents of illnesses et al, dangerous for a health and life of man, indexes. Honey is not only food stuff but also medicinal means most cheap, effective and harmless for an organism. Monosaccharides and enzymes, being in honey, positively influence on every organ of human organism. Diabetics, in turn, can without fear accept honey, if he does not contain a saccharose (in the common people - sugar). But most people with a mistrust behave to honey, as to medicine and fears are here ununderstanded.

On markets honey is investigated on three indexes: to the diastase number, humidity and radiation.

In this article we will consider the indexes of radiation in to honey, ways of hit and influence on composition and properties of honey, and similarly influence of honey, exposed to the radiation.

Key words: honey, radiation, certification of honey, reducing sugars, radionuclides, γ-and β-rays, radiolysis.

К.М. Вишнякова, Г.О. Бугубаева
(Алматинский технический университет, Алматы, Республика Казахстан,
Bugub@ mail.ru, kamillasaifutdinova3@gmail.com)

ПОРАЖЕНИЕ РАДИАКТИВНЫМИ ИЗЛУЧЕНИЯМИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

Аннотация. Для реализации мёда, так же, как и других продуктов питания, необходимо ветсвидетельство и обязательная лабораторная ветсанэкспертиза на отсутствие возбудителей болезней и других, опасных для здоровья и жизни человека, показателей. Мёд – не только продукт питания, но и лекарственное средство наиболее дешевое, эффективное и безвредное для организма. Моносахариды и ферменты, находящиеся в меде, положительно влияют на каждый орган человеческого организма. Диабетики, в свою очередь, могут без опасения принимать мед, если он не содержит сахарозы (в простонародье – сахара). Но большинство людей с недоверием относятся к меду, как к лекарству и опасения здесь не беспочвенны. На рынках мед исследуют по трем показателям: диастазному числу, влажности и радиации.

В данной статье мы рассмотрим показатели радиации в меду, пути попадания и влияние на состав и свойства меда, а так же воздействие меда, подвергшемуся радиации, на организм человека.

Ключевые слова: мёд, радиация, сертификация мёда, редуцирующие сахара, радионуклиды, γ- и β-лучи, радиолиз.

Для пчеловодов сертификация мёда создала множество проблем. Во-первых, центры стандартизации и метрологии (ЦСМ), занимающиеся сертификацией, можно найти не в каждом районе. Во-вторых, провести сертификацию в торгово-промышленной палате невозможно из-за бюрократизма и заорганизованности данного учреждения. В-третьих, стоимость такой услуги составляет не малые деньги.

Сертификация проводится с ГОСТом 31262-2004 и 26929-94, в основе которых лежит исследование по радиации и диастазному числу. Как известно, в процессе хранения меда, его качество не убывает, а диастазное число и количество радионуклидов резко падает. Это говорит о том, что на несвежесобранный мед сертификат не будет соответствовать его качеству. Ученные требуют исследовать мед не по диастазе, а по ферменту инвертазы, разрушение которого соответствует снижению целебных свойств меда.

Все организмы на Земле существуют в условиях природного радиационного фона, который обуславливается геологической структурой местности и Космосом, поэтому радиацию не стоит считать совсем чуждой для организмов, она, наоборот, содействует развитию живого мира. Есть ученые, которые считают, что даже небольшой природный фон обладает мутагенным эффектом. Облучение в больших дозах слишком опасно, поскольку нарушает жизненно важные процессы и имеет канцерогенное влияние.

Во время чернобыльской аварии в Болгарии проведено множество измерений радиации местности. На пасеках, возле и внутри пчелиных ульев, радиоактивность оказалась очень высокой. При

приближении зонда к стенке улья прибор зашкаливало. В самом меду не наблюдалось ничего особенного, а соты с пергой показывали сильное гамма-излучение (от 10 до 100 раз больше внешнего фона). Так же высокая радиоактивность была обнаружена у расплода, поскольку личинки вскармливали «радиоактивной» пергой.

Нам известно, что пчелы устроены так, что во время полета их волоски и хитиновая оболочка захватывают на себя пыльцевые зерна цветков и осуществляется опыление растений. При радиоактивном загрязнении природы пчела вместе с пыльцой притягивает к себе и радиоактивные частицы. Следственно, пчелы вносят в улей радиоактивные загрязнения в огромных количествах.

При заготовке перги, из-за аккумуляции радиоактивных изотопов, суммарная радиация сильно возрастает. В результате чего в ульях возникают мощные ионизирующие излучения, которые воздействуют на яйца, личинки и все микроорганизмы в гнезде.

Известно, что во время чернобыльского загрязнения в районе Варны, пчелы несколько дней не влетали из своих ульев, несмотря на хорошую погоду и цветущую акацию. Судя по происходящему, они почувствовали, что в природе произошло что-то неладное, и попытались обезопасить себя.

К осени радиация в ульях почти исчезла, так как радиоактивная перга была израсходована для питания расплода и, появилось новое поколение пчел. Как известно, в пчелиных ульях может скапливаться огромное количество радиоактивных изотопов, но пчелы довольно быстро освобождают свое жилище от них. Но, тем не менее, сильные внутриульевые ионизирующие излучения вряд ли проходят без последствий в пчелиных экосистемах.

Действие ионизирующих излучений на медоносных пчел отличается разнообразием и специфичностью, определяя, прежде всего, степень облучения особей, вместе с этим определенные дозы радиации оказывают влияние на изменение одних жизнеобеспечивающих показателей и не затрагивают другие особенности отдельных особой и семей в целом.

При изучении влияния разной интенсивности ионизирующего излучения на медоносных пчел показало, что приемлемой дозой в практических целях воздействия гамма-лучей является 1500Р, при которой не снижается уровень жизни пчел, а также не меняется их поведение, но в это же время повышается устойчивость к нозематозу рабочих пчел.

В ходе исследований было доказано, что продолжительность жизни однодневных и пятидневных пчел сокращается с увеличением дозы облучения. У однодневных пчел большая радиочувствительность, чем у пятидневных, что связано с различием в биохимическом и физиологическом состоянии организма особей разных возрастов.

Мутации не создают новые виды, но без них в живой природе невозможны какие-либо изменения. На заметное разнообразие биологических видов действовали и другие факторы: время, природные катаклизмы, полное исчезновение видов, появление новых экониш, географическая изоляция и т.д. одна из важных ролей мутации является то, что она дает шанс некоторым организмам получить очень быстрое развитие.

Мировые запасы углеродов (уголь, нефть, газ) не безграничны и с каждым годом их добывать становится все труднее, поэтому от атомной энергетики в ближайшее время мы отказаться не сможем. Отсюда вытекает проблема – как защититься от радиации в случае форс-мажора?

Какими бы не были старания архитекторов при проектировании электростанций, радиация все равно время от времени умудряется просочиться через защитные сооружения и пройти в окружающую среду, как это было на Чернобыле (26 апреля 1986 года) и Фокусиме (11 марта 2011 года). Рентген-сканеры в аэропортах, на проходных «современных» заводов, телевизоры, компьютерные мониторы дают пусть и небольшую, но все же, дозу радиации.

Живая клетка на 60-70 % состоит из воды. Поток частиц ионизирующего излучения, проникая в организм, взаимодействует, в первую очередь, с водой, что приводит к ее радиационному разложению – этот процесс называется радиолизом воды.

В общих чертах этот процесс можно объяснить так:

- Радиация ионизирует воду – «разрывает» молекулу воды и «вырывает» из нее электрон;
- Этот электрон соединяется с другой молекулой воды и превращается в гидратированный электрон, который способен с легкость вступать в химические реакции;
- Положительно заряженная молекула воды, потерявшая электрон, начинает взаимодействовать с окружающими ее молекулами, в результате чего образуются свободные радикалы – соединения, так же, обладающие высокой активностью;

● В результате взаимодействия радикалов образуется перекись водорода, которая обладает окислительными свойствами.

Таким образом, под действием радиации в клетках живых организмов образуются чужеродные химические соединения. Продукты радиолиза разрушают молекулярные структуры клеток, прерывают нормальное течение внутриклеточных процессов. Итог – нарушается функционирование клеток, и при определенных дозах они гибнут.

Одно из средств от радиации – мёд, который является хорошим сорбентом. В результате исследования доказано, что радиация не передается живым организмам вместе с медом, подвергшемуся облучению, максимум он теряет свою биологическую активность.

После случившихся катастроф на АЭС, было подмечено, что при сильном облучении пчелы либо погибали, либо продолжали жить без каких-либо генетических изменений. Люди же, которые регулярно употребляли продукты пчеловодства, были менее подвержены радиации.

Пчелиные продукты легко усваиваются организмом, защищают от вредных воздействий радиации, очищают организм от радионуклидов, и это все, не говоря о вкусовом разнообразии меда. При нахождении в зоне повышенной радиации рекомендуется принимать по одной ложке меда, растворив ее в теплой воде, по несколько раз в день.

Мед сохраняет радиоактивный фон в пределах нормы, так как травы, с которых пчелы собирают мед, сами по себе не накапливают радиацию и здесь варьируют законы химии и биологии.

Подвести итог можно таким образом: пчелы приспосабливаются и к неблагоприятным экологическим условиям. Основную массу токсических веществ, пчелы задерживают в своем организме, а продукт выдают практически чистый – ради потомства. Крайне редко встречаются образцы меда, которые загрязнены токсическими веществами. В 99% случаев – мёд чистый!

Вывод. Как видно мёд, полученный в зоне повышенной радиации, имеет меньше полезных свойств, нежели мёд, полученный в отдаленных от радиации районах. Мед – один из редких продуктов питания, который благоприятно воздействует на организм в большей или меньшей мере, несмотря на загрязненность окружающей среды и воздействие климата. Единственный минус в том, что люди, пытаясь выгадать свою пользу, добавляют в мед различные добавки в виде сахаров, антибиотиков, дрожжей, усилителей вкуса, чем разрушают природную структуру мёда и уменьшают его полезные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кузьминых А.П. Пчеловодству учись у пчел. - Литературно-художественное издание, 2013 год. - 152 стр.ил.

[2] Корж В.Н. Полный справочник пчеловода. – Книжный клуб «Клуб семейного досуга», Харьков; Белгород, 2010 – 217с.

[3] Vereschaka I. To a question on influence of radiation on bees. – The 34-th international congress of bee keeping, August 1519, Lausanne, Sweden. Apimonder, Bucharest, Romania, page 451.

[4] С.Ангелов. Радиация и пчелы //Научно-производственный журнал «Пчеловодство» ISSN 0369-8629. – август 2014. - №5 – 199 с.

[5] Гост 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.

Vishnyakova K.M., Bugubaeva G.O.

Lose radioactivity of honey bees

Summary. For realization of honey, the same as and other foodstuffs, needed certificate and obligatory laboratory zooexamination on absence of causative agents of illnesses et al, dangerous for a health and life of man, indexes. Honey is not only food stuff but also medicinal means most cheap, effective and harmless for an organism. Monosaccharides and enzymes, being in honey, positively influence on every organ of human organism. Diabetics, in turn, can without fear accept honey, if he does not contain a saccharose (in the common people - sugar). But most people with a mistrust behave to honey, as to medicine and fears are here ununderlying.

On markets honey is investigated on three indexes: to the diastase number, humidity and radiation.

In this article we will consider the indexes of radiation in to honey, ways of hit and influence on composition and properties of honey, and similarly influence of honey, exposed to the radiation.

Key words: honey, radiation, certification of honey, reducing sugars, radionuclides, γ-and β-rays, radiolysis.

Вишнякова К.М., Бугубаева Г.О.

Бал араларының радиоактивті сәулелермен зақындалуы

Түйіндеме. Іске асыру үшін бал сияқты және басқа да азық-түлік қажет куәлік және міндетті зертханалық ветсанэкспертиза болмауы ауруларын қоздырғыштардың және басқа да қауіпті көрсеткіштер өте көп. Бал - бой үшін тиімді және қиянатсыз дәрілік тәсіл еңарзан тек продукт нәр. Балда болатын моносахаридтер және ферменттер салмақты адамның бойдың бас-басы органына деген әсер етеді. Диабетиктер, өз кезегінде, болуы мүмкін қауіп жоқ қабылдауға бал, егер ол құрамында сахароза (тендерде қант). Бірақ адамдардың көпшілігі сенімсіздікпен балға жататын, бекер емес.

Базарларда бал үш көрсеткіш бойынша зерттейді: диастаз саны, ылғалдылығы мен радиация.

Осы мақалада біз балдың ішінде радиацияның көрсеткіштерің қарастырамыз, түсу жолдары және әсері құрамы мен қасиеттері, бал, сондай-ақ әсер бал ұшыраған радиацияның адам ағзасына әсері.

Түйін сөздер: бал, радиация, сертификаттау бал, редуциялық қанттар, радионук лидтер, γ - және β-сәулелері, радиолиз.

UDC 532.517.4

D. Zhabagin, R. Uskenbayeva, K. Basiri
(The International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: dastan.zhabagin@gmail.com)

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND ITS SECURITY ISSUES

Abstract: Blockchain technology has the characteristics of decentralization, de-trust, transparency and openness and undeniable. It is widely used in the design and implementation of cryptocurrencies. At the same time, these good features can also be used to solve development challenges in other areas. The article firstly elaborates the basic concepts of the blockchain, and summarizes the key technologies of the existing blockchain. Then, by analyzing the problems exposed in the application of the existing blockchain and the defects in the technology itself, the security problems in the blockchain are discussed. Finally, article concludes on the application of the blockchain technology, development prospects and problems to be solved.

Keywords: blockchain; cryptocurrency; consensus mechanism; privacy protection; hash function

Introduction

With the rapid development of bitcoin market, cryptocurrency and the blockchain technology it uses have gradually become the hotspots of research and application in various fields. As an important application technology in the fields of finance and finance in the future, the security of blockchain technology has become increasingly prominent. With the substantial increase in computing power, the existing power of blockchain technology will face more and more risks. However, hidden in the huge economic benefits behind its application fields will make the blockchain technology more and more challenged by security. Therefore, the research of the blockchain technology is becoming a research hotspot at home and abroad. The Linux Foundation launched the Hyperledger project in 2015 to build an open platform for blockchain technology research and advance research in this area. As an important method to construct finance in the future, it is very important to study the security of blockchain technology.

Blockchain key technologies

Blockchain technology has not yet been clearly defined. Yuan Yong et al. [1] defined blockchain technology as a decentralized infrastructure and distributed computing paradigm, and pointed out its characteristics of decentralization, time-series data, collective maintenance, programmability and security. Xie Hui et al [2] described a blockchain technology as a distributed, decentralized, de-trusted technical solution, which is a new distributed data storage technology. It is generally accepted that blockchain technology includes blockchain structures and other distributed techniques for data recording, processing, and proofing, as well as cryptographic techniques.

Blockchain

The blockchain is a data chain composed of ordered data blocks. Each data block contains a timestamp and a tag that points to the previous data block. The idea of making a data chain from data chunks was proposed in 1991, but did not attract much attention. In 2009, Nakamoto [3] used blockchain for the construc-

tion of bitcoin. With the popularization of bitcoin, the blockchain extracted from Bitcoin and its related technologies have drawn wide attention from industry and academia.

Byzantine Fault Tolerance (BFT)

Pease et al. [4] explored the possibility of a fault-tolerant system agreeing on the number of different faults and defined the concept of interactive consistency and proved that when the number of failed nodes is greater than or equal to one-third of the total number of nodes When it is impossible to reach a consensus of expectations. Lamport et al. [5] then used the Byzantine Generals Problem to give a more vivid description of the above and discussed a number of situations where agreement could be reached.

The existing Byzantine systems are mainly divided into state machine Byzantine system and Quorum Byzantine system [6]. The state machine Byzantine system requires that all servers execute the requests in the same order and eventually have the system maintain the same state together. The Quorum Byzantine system does not strictly enforce the order of execution of the requests, but requires the system to respond quickly to the requests.

In some digital currencies or other platforms or systems where blockchain technology is applied, the BFT algorithm is used as a consensus mechanism. Among them, the PBFT algorithm [7] is a more efficient design in the BFT algorithm, which can tolerate less than one-third Byzantine failure nodes in the total number of system nodes and reduce the communication overhead. Schwartz et al. [8] proposed the Ripple Protocol Consensus Algorithm (RPCA), which can tolerate less than one-fifth the number of Byzantine nodes in total nodes. Deceptive transactions will only be accepted if the Byzantine node exceeds four-fifths of the total number of nodes. The Ripple protocol with this consensus algorithm completes a consensus within seconds [9].

Merkle Hash Tree

Merkle [10] first proposed this mechanism when using this tree structure as a solution to certifying digital signatures, called the tree signature. Moreover, similar hash tree structure is widely used in public key distribution [11]. Because of its lower storage cost, it can be used for convenient and efficient verification, and for the first time, Nakamoto [3] introduced this tree structure into the construction of digital currency for establishing a hash index of transaction records and demonstrate the location of the transaction in the block. The Merkle tree is a binary tree that has a hash value as a node. The hash value of each leaf node corresponds to a fragment of the original data. The hash value of the parent node is calculated from the hash values of the left and right child nodes and is calculated to the root node in this way. The verification process of a small fragment in the original data is equivalent to proving whether the leaf node corresponding to the small fragment exists in the hash tree of a known root node.

Proof of Work (PoW)

Nakamoto [3] used a workload proof algorithm as a consensus mechanism in bitcoin. Nodes compete for a set of transactions of their choice to first calculate a hash less than the size of the target hash. Calculate the nodes that meet the required hash value, and make up the data blocks formed by the calculated hash values and the related transaction sets and broadcast them to other nodes. Other nodes check the data block, such as whether the transaction is valid and the hash value is calculated correctly. If the check is passed, the node adds the data block to the blockchain and reaches a consensus. Blockchain does not produce bifurcation depending on the difficulty of calculating the target hash value, the current computational difficulty is designed for the whole network ten minutes to produce a block.

Zero-knowledge Proof

Goldwasser et al. [12] proposed the idea of zero-knowledge proof for the first time in the eighties of the last century and defined it as a proofing method that does not need to provide any knowledge other than the validity of disambiguation. The classic problem in zero-knowledge proof is the cave model, which requires that B believe A knows how to open the door to the cave without revealing the way to open the door to B. In blockchain technology and some related applications, non-interactive zero-knowledge proofs are one of the ways to ensure anonymity.

Security issues

The characteristics of blockchain technology de-centralization, de-trust, distributed, transparent data provide a new solution to the financial system construction and even the development of various fields. However, these excellent characteristics of the blockchain also have some security problems.

Consensus algorithm attacks

In the decentralized blockchain technology, each network node that is willing to maintain the blockchain has a complete backup of the blockchain ledger, and consensus nodes in the network implement consensus algorithms to jointly record the books. The correct blockchain network in the network, which is maintained by most network nodes book.

In the workload proof algorithm, there are 51% computational attacks. If a node or a group of nodes has mastered more than 51% of the entire network, they have the ability to move the currently working blockchain to another blockchain that contains malicious activity, the whole network of nodes in this malicious blockchain to continue to work. Since the amount of work used by bitcoin proves that the security of the algorithm depends on the amount of computational load it consumes, 51% computational attacks were once considered difficult to achieve. With the advent of the mine, however, a mine named GHash.IO had 51% of the entire network in June 2014; therefore, the 51% threat of cyber-attacks persisted and is likely to occur.

There is a "no interest at stake" issue in the proof of entitlement algorithm. According to the proof of entitlement algorithm, when a fork occurs, the node will vote on these bifurcations to decide which of the bifurcations to become the main chain. However, the voting node may make decisions that affect the original judgment because of receiving bribes or the like privately, resulting in a bias on the choice of forking.

In other BFT algorithms that solve the Byzantine problem, the consensus node makes the correct judgment as to the number of malicious nodes in the network. Currently, Ripple Labs control the majority of servers running RPCA. If the number of servers running from the outside world increases, once the Byzantine node exceeds the threshold, it may impede the Ripple network's transaction, or even forced to accept malicious transactions.

Blockchain Privacy Protection

In many digital currencies represented by bitcoin, such as blockchain, blockchain is transparent to network nodes. That is, any one node can get all the information on the blockchain. To protect the privacy of users, Bitcoin uses the addresses generated by random numbers and asymmetric encryption algorithms instead of the real user identity. These addresses, also known as kana, appear to hide the user's real identity, but lose their anonymity as long as they are directly or indirectly associated with the real world.

For example, Alice has two bitcoin addresses, addr1 and addr2, and 1BTC in each address. For some reason, Alice wants to merge the changes into one address. Alice will create a transaction to pay for itself. The output of the transaction is addr3. After the deal was credited to the blockchain, Alice hoped to buy a book worth 2BTC over an e-commerce platform in the network. Then this will create a transaction from addr3 to the business address and be credited to the blockchain. At this point, the transaction paid to the merchant is linked to the order information that Alice left on the e-commerce platform that contains real personal information (name, address, phone, etc.). If you can get both the order information Alice left on the e-commerce platform and transaction information in the blockchain, you can see that addr3 is owned by Alice. In addition, by tracing addr3's transaction chain on the blockchain, one can determine that the owner of addr1 and addr2 has some relationship with Alice.

Based on similar ideas, Reid et al. [13] used techniques such as context discovery and flow analysis to analyze the topological structure of Bitcoin networks over different time periods to find a so-called bitcoin thief. Ron et al. [14] analyzed historical transaction data in bitcoin networks, found some static attributes in the transaction topology, summed up the transaction characteristics shared by users in bitcoin transactions, and separated huge amounts in the network transaction.

In view of this, in order to achieve better anonymity, Miers et al proposed Zerocoin in [15]. Zerocoin has expanded on the Bitcoin network, adding the process of coinage. Its essence is to confuse bitcoin between users, making it impossible to analyze Bitcoin's transaction topology. The user's coinage process is the process of converting his bitcoin to Zerocoin. When the user needs to spend these bitcoin, then redeem Bitcoin, Zerocoin will be held to convert to bitcoin. To ensure anonymity, the information before and after Bitcoin exchange cannot have any connection. In order to hide the identity of both parties to the transaction, Zerocoin uses a double discrete logarithm to prove ownership of the currency. However, double discrete logarithm will bring a lot of computational overhead. Therefore, Ben-Sasson [16] suggested using zk-SNARKs instead of the existing proof methods. Danezis et al. [17] demonstrated that zk-SNARKs could significantly reduce Zerocoin's verification overhead.

Whether it be the original Zerocoin protocol or later improvements, its extended use in Bitcoin networks may facilitate economic crimes such as money laundering, but there is also a fixed value of money

that users can not directly go through with Zerocoin Trading and other shortcomings; therefore, BenSasson et al. [18] proposed Zerocash, which not only supports the direct transaction of arbitrary value of the currency, but also the transaction information size and certification time also dropped significantly. Zerocash uses the zk-SNARKs proposed in [16, 17] as the zero-knowledge proof method, placing transactions and coins on the blockchain, and both parties prove or reclaim the currency with zero knowledge.

Hash collision

In the existing blockchain structure, the hash value is an important parameter to ensure that the blockchain cannot be tampered with. If data blocks with the same hash value but different contents can be constructed, tampering can occur on the data block. If there are enough nodes to jointly tamper with it, it will be very hard for other nodes to judge which data block is correct.

Todd [19] released long-term bonuses for the SHA-1, SHA-256 and RIPEMD 160 collisions at Bitcoin Talk in September 2013. Among them, SHA-1 and Bitcoin using Git version control system, and SHA-256 and RIPEMD160 used to generate bitcoin lock and unlock scripts. To receive this bonus, participants need to submit two messages with different values, but the two messages have the same message digest. The bonus is unpaid, but it does not mean that the hash functions involved in Bitcoin are safe.

The SHA-1 algorithm has been warned of risks, and on February 23, 2017, researchers at the Centrum Wiskunde & Informatica Institute in Amsterdam, the Netherlands, and Google Inc. used the improved Shattered algorithm to find and publish an example of a SHA-1 hash Collision example [20]. This means SHA-1 no longer has good security and needs to be replaced by a more secure hash algorithm.

Programming safety

Blockchain technology usually relies on mathematical methods to establish the trust relationship [2], in the application process requires the preparation of more complex procedures. Thus in the mathematical logic, even the programming language used in the loopholes in the blockchain technology will pose a threat.

On August 15, 2010, a transaction containing 92233720368.54277039 BTC was found on block 74638 of the Bitcoin blockchain, and these bitcoins were only sent to two Bitcoin addresses [20]. The reason for this attack is due to a large integer overflow vulnerability in bitcoin code. To invalidate the deal, bitcoin core developers developed a bitcoin patch version and started a hard fork. After the competition in 33 blocks, the patch version of the blockchain became the main chain, eliminating the impact of the original loopholes.

Application of blockchain technology

As early as the nineties of the last century, there was a wave of research on e-cash. However, electronic money such as Brands still stays in a central stage where accounts are managed by a bank-like agency. In Bitcoin, through the application of blockchain, distributed technology and consensus mechanism, the whole network node replaces the function of the bank. Because there is no need to establish trust between the nodes in the network, this technique is quickly borrowed from other kinds of cryptocurrencies. So far, bitcoin-like cryptocurrencies have reached more than 200 species.

Blockchain technology in addition to the field of cryptocurrency has been a large-scale applications, but also in some other areas have been some applications.

In the financial field, Ripple proposed RPCA Consensus Algorithm and used blockchain technology to set up a platform for global banks to solve trading problems. Real-time interbank banking and real-time tracking of funds reduced the inter-bank settlement cost.

In the field of cryptography, Fromknecht et al. [12] improved the PKI PKI using the blockchain technology and proposed Certcoin. Certcoin publishes the public key and identity owned by each entity on the public blockchain for tracking entity operations and public key changes. However, in Certcoin, any action made by an entity on a PKI is public. For the purpose of privacy protection, Louise et al. [14] proposed a privacy-based PKI design based on blockchain technology. Users can choose whether to disclose their identity information and the public keys they used before according to their own needs.

In the area of data processing, Healthcare Data Gateways [16] is a healthcare data sharing architecture designed using blockchain technology that allows patients to easily own, control and share their own healthcare data. Keeping patients private while making health care systems smarter. And the introduction of secure multi-party computing, so that untrustworthy third parties to the medical and health data processing, without undermining the protection of patient privacy. However, MedRec assigned the role of miners to realistic researchers, public health managers, etc., and let miners maintain data and network incentives equivalent to the integration and anonymization of medical data. But the right to disclose personal data is still in the hands of patients or data providers. Zyskind et al. [17] utilized the distributed characteristics of blockchain

technology to build a distributed personal data protection system to protect user personal data. This system uses blockchain technology as automatic access control management instead of trusted third parties.

More generally, Ethereum is a programmable platform that leverages blockchain technology and P2P networks to allow developers to develop systems that have features such as trading, warranties, notarization, etc., Chain technology used in more areas.

Prospects

With the continuous development of blockchain technology, its application fields are also getting broader. Swan explored the blueprint for the development of blockchain and proposed the concepts of blockchain 1.0, blockchain 2.0 and blockchain 3.0. Among them, the block chain 1.0 refers to the cryptocurrency or its related digital payment system, and the block chain 2.0 includes the smart contracts implemented in the chain applied in the fields of finance, market, finance and the like. The concept of blockchain 3.0 is the application of blockchain in other broader fields, such as management, medical health, and basic services and so on.

Compared with the industry's blitz on blockchain technology, academic research on the blockchain lags behind. In particular, there is a lack of further research on the security of the blockchain protocol itself. In the consensus algorithm used in the blockchain technology, the existing consensus mechanism has the problem of large amount of computation or the problem of limited number of malicious nodes. This requires the design of a new consensus mechanism, making the blockchain technology has been very good in terms of efficiency and security.

Many of the existing blockchain technologies and their applications do not well design blockchain access control. However, in the era of blockchain 3.0, the disclosure of data on the chain will be controllable, such as medical data and government information; therefore, it is particularly important to add access control policies to blockchain technology. The combination of blockchain technology with existing access control policies is also a matter that needs urgent attention.

Conclusion

Blockchain technology, as a new technology applied in the field of cryptocurrency, is receiving more and more attention from academia and industry. How to expand the blockchain technology in other areas, and how to apply more efficient and safer technology in the blockchain is a problem that needs further study. This article briefly introduces the concept and basic technology of blockchain technology, analyzes and summarizes the possible security problems existing in the existing blockchain technology, in order to provide some positive inspiration for the research and development of blockchain technology.

REFERENCES

[1] YUAN Yong, WANG Feiyue.Development Status and Prospects of Blockchain Technology .// Acta Automatica Sinica. – 2016. – Vol. 42 (4). – P. 481-494.

[2] Xie Hui, Wang Jian.Study on Blockchain Technology and Its Application // Information Network Security. - 2016. – Vol. 9 (9). – P. 192-195.

[3] Satoshi N. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system // Consulted. – 2009. – P. 1-4. Pease M,Shostak R, Lamport L.Reaching Agreement in the Presence of Faults // Journal of the ACM // 1980. – Vol. 27(2). – P. 228-234.

[4] Lamport L,Shostak R,Pease M.The Byzantine Generals Problem // Acm Transactions on Programming Languages & Systems. – 1982. – Vol 4(3). – P. 382-401.

[5] Fan Jie, Yi Letian, Shu Jiwu.A Review of Byzantine System Technology Research // Journal of Software. - 2013 (6). – P. 1346-1360.

[6] Miguel O T D C. Practical Byzantine Fault Tolerance // ACM Transactions on Computer Systems. – 2001. – Vol. 20(4). – P. 398-461.

[7] Schwartz D, Youngs N, Britto A, et al. The Ripple Protocol Consensus Algorithm[EB/OL]. https://ripple.com/

[8] Armknecht F, Karame G O, Mandal A, et al. Ripple: Overview and Outlook // Trust and Trustworthy Computing. – 2015. – P. 163-180.

[9] Merkle R C. A Certified Digital Signature // Advances in Cryptology — CRYPTO' 89 Proceedings. – NY: Springer,1989. – P. 218-238.

[10] Merkle R C. Protocols for Public Key Cryptosystems // IEEE Symposium on IEEE Security and Privacy. – 1980. – P. 122-122.

[11] Goldwasser S., Micali S., Rackoff C. The knowledge complexity of interactive proof-systems // Siam Journal on Computing. – 1989. – Vol. 18(1). – P. 186-208.

[12] Reid F., Harrigan M. An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System // IEEE Third International Conference on Privacy. Security. Risk and Trust. IEEE. – 2012. – P. 1318-1326.

[13] Ron D., Shamir A. Quantitative Analysis of the Full Bitcoin Transaction Graph // Financial Cryptography and Data Security. Springer Berlin Heidelberg, 2012. – P. 6-24.

[14] Miers I.,Garman C., Green M. et al. Zerocoin: Anonymous Distributed E-Cash from Bitcoin // Security and Privacy. IEEE. – 2013. – P. 397-411.

[15] Ben-Sasson E. Universal and affordable computational integrity [EB/OL].[2017-04-01]. https://www.youtube.com/ watch? v=CjUNj8ow6UE&list =PL8hxk6hqV_vkcsn0JSnLXX pQuChHsG8c

[16] Danezis G., Fournet C., Kohlweiss M., et al. Pinocchio coin: building zerocoin from a succinct pairing-based proof system[J].Workshop on Language Support for Privacy Enhancing Technologies. – 2013. – Vol. 1. – P. 27-30.

[17] Ben-Sasson E, Chiesa A, Garman C, et al. Zerocash: Decentralized Anonymous Payments from Bitcoin // IEEE Symposium on Security and Privacy. IEEE Computer Society. – 2014. – P. 459-474.

[18] Todd P. BitcoinTalk[EB/OL].[2017-04-01]. https://bitcointalk.org/

[19] Stevens M, Bursztein E, Karpman P, et al. The first collision for full SHA-1[EB/OL].[2017-04-01]. http://marcstevens.nl/research/papers/SBKAM17-SHAttered.pdf

Жабагин Д., Ускенбаева Р., Басири К.

Технология блокчейн и проблемы безопасноти

Түйіндеме: Blockchain технологиясы орталықсыздандыру, ашықтық және ашықтық сипаттамаларына ие. Ол криптографиялық валютаның дамуы мен жүзеге асырылуында кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, бұл функцияларды басқа салалардағы даму проблемаларын шешу үшін де пайдалануға болады. Мақалада бұғаттаудың негізгі тұжырымдамалары сипатталған, сонымен қатар қолданыстағы блоктаулардың негізгі технологияларын жинақтаған. Содан кейін қолданыстағы блоктық жүйелерді пайдаланудан туындайтын проблемаларды талдау және технологияның өзіндік кемшіліктері талқыланып, осы технологиядағы қауіпсіздік мәселелері талқыланады. Қорытындылай келе, мақала блокацин технологиясы, даму перспективалары және шешілуі қажет проблемалар туралы қорытынды жасайды.

Түйін сөздер: блокчейн, криптографиялық валюта, консенсус механизмі, құпиялылықты қорғау, хэш функциясы.

Жабагин Д., Ускенбаева Р., Басири К.

Технология блокчейн и проблемы безопасности

Резюме: Технология Blockchain имеет характеристики децентрализации, прозрачности и открытости. Она широко используется при разработке и внедрении криптовалюты. В то же время эти функции также могут быть использованы для решения задач развития в других областях. В статье сначала излагаются основные понятия блокчейна, а также обобщаются ключевые технологии существующих блокчейнов. Затем, анализируя проблемы, возникающие при применении существующих блокчейнов и дефекты самой технологии, обсуждаются проблемы безопасности в данной технологии. В заключении, в статье делается вывод о применении технологии blockchain, перспективах развития и проблемах, которые необходимо решить.

Ключевые слова: блокчейн, криптовалюта, механизм консенсуса, защита конфиденциальности, хэш-функция

UDC 532.517.4

T. Abdrakhmanov, G. Khasenova
(The International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: abdrakhmanov.t.e@gmail.com)

INTERFACIAL PHENOMENA AND CONDITIONS AT THE BOUNDARY GAS/LIQUID DURING THE SIMULATION OF LIQUID FUELS FLOWS (PETROLEUM)

Abstract. This work is devoted to an important research from the point of view of modern combustion physics of the problem of numerical modeling of atomization, ignition and combustion of liquid fuel at various pressures. The need for a detailed study of the physicochemical processes taking place in the combustion of liquid fuels is determined by the increased requirements for the efficiency of various technical devices, the accuracy of the prediction of ignition, the burning rate and is due to modern environmental requirements for environmental protection. The efficiency of various technical devices, in particular internal combustion engines, is largely based on the results of a fundamental study of the processes of physics and combustion chemistry.

Key words: modeling, atomization, combustion, petroleum.

The combustion speed is determined by such process, which is the slowest. In the situation of the combustion of uniform homogeneous mixtures of fuel-oxidant (air), this process is kinetics of chemical reactions. However in case of heterogeneous mixtures such processes are physical processes, vaporization and the mixing. The model of the combustion process of heterogeneous mixtures, in which an assumption was made that there is a mutual interaction of the phase gaseous and liquid and processes controlling the combustion are the slowest processes, was worked out [1-3].

With reference to liquid fuels, the slowest process is decomposition process of the liquid phase. Combustion processes of liquid fuels are relative to boundary layer, which then is relative to the speed and the character of the flow of the stream of gases. The flow can be laminar, transient or turbulent. The speed of the stream of gases intensifies combustion processes. The speed and the kind of the stream of gases influence the thickness of boundary layer. The influence of pressure on combustion processes of liquid fuels multiples, and is connected with the influence of the speed of the stream of gases, and is depend on the kind of the fuel. The increase in pressure intensifies combustion processes in phase gaseous, but at the same time decreases intensity decomposition of the liquid phase, which controls the combustion. The increase in pressure causes decreasing of the distance to the flame front from surface of the fuel, which increases the heat stream delivered to surface of the fuel and intensifies decomposition process (vaporization) of the fuel.

The intensification decomposition process of the fuel connected with pressure increase moves away the flame front from surface of the fuel. In these three situations as a result the opposed influence of the pressure and decomposition of the liquid phase can appear. The flame front can decrease distance, increase distance or to stay in the same distance to surface of the liquid fuel. The majority of previous models concerning the combustion of liquid fuels assumed that the fuel was homogeneous, the combustion has a constant character, the temperature on border surface of phases is boiling temperature of liquid. The influence of the radiation, diffusion, changes of pressure, changes of physical characteristics and chemical fuel, air and exhaust gases were neglected. Two situations: the combustion under conditions of the lack of the convection and conditioned appearances of the convection can be distinguished.

Image phenomena appearing in combustion of liquid fuels is the boundary-layer with perpendiculars to surface of the separation of phases with mass addition. Equation of heat balance for the single droplet under conditions of described is dependence (1) [4-6]:

$$r_c^2 \frac{d}{dr}\left(\lambda \frac{dT}{dr_c}\right) + 2r_c\lambda \frac{dT}{dr_c} - \frac{mh_1}{4\pi}\frac{d\left(c_{pg}T\right)}{dr_c} = 0. \qquad (1)$$

At assumption constant value of the c_{pg}, the dependence on the temperature distribution in gas phase of the combustion zone has a form (2):

$$\frac{T_f - T}{T_f - T_0} = \frac{\exp\left(-\frac{\dot{m}c_{pg}r_c}{4\pi\lambda\lambda_0 r_f}\right) - \exp\left(-\frac{\dot{m}c_{pg}r_c}{4\pi\lambda\lambda_0 r_f}\right)}{\exp\left(-\frac{\dot{m}c_{pg}r_c}{4\pi\lambda l_b r_f}\right) - \exp\left(-\frac{\dot{m}c_{pg}}{4\pi\lambda\lambda_0}\right)}. \qquad (2)$$

At assumption that in the liquid phase appears no chemical reactions, the balance of energy is described by the equalization (3):

$$\dot{m}h_c = 4\pi\lambda r_c\left(\frac{dT}{dr_c}\right). \qquad (3)$$

Solution of equations (2) and (3) gives for mass-rate of the droplet combustion:

$$\dot{m} = \frac{4\pi r\lambda}{c_{pg}\left(r_f - r\right)}\ln\left[1 + \frac{\lambda_c c_{pg}}{\lambda h}\left(\mathrm{T}_f - T_c\right)\right]. \qquad (4)$$

The equation (5) represents the linear speed of the surface displacement of the drop of the fuel depending on the speed of gases, the pressure, the kind of the fuel, the temperature of the flame, the heat value, physical characteristics and chemical of the stream of gases with reference to the laminar flow.

$$l_l = l_b + 0.2\psi_l \,\mathrm{Pr}^{-0.67}\left(\frac{\mu_g}{R_g T_f}\right)^{0.5} c_{pg}\frac{T_f - T_0}{\rho_c\left[c_c\left(T_c - T_\infty\right) - Q_c\right]}\left(\frac{\nu p}{d}\right) \text{ for } \mathrm{Re}_d < \mathrm{Re}_{dcr}. \quad (5)$$

The equation (6) represents the linear speed of the displacement surface of the drop of the fuel depending on the speed of gases, the pressure, the kind of the fuel, the temperature of the flame, the heat value, physical characteristics and chemical of the stream of gases in reference to the turbulent flow.

$$l_l = l_b + 0.03\psi_l \,\mathrm{Pr}^{-0.67}\frac{\mu_g{}^{0.2}}{\left(R_g T_f\right)^{0.8}} c_{pg}\frac{T_f - T_0}{\rho_c\left[c_c\left(T_c - T_\infty\right) - Q_s\right]}\frac{\left(\nu p\right)^{0.8}}{d^{0.2}} \text{ for } \mathrm{Re}_d > \mathrm{Re}_{dcr}. \quad (6)$$

The speed decomposition liquid phases under conditions of the lack of the convection one can define from the well-known dependence (7) for the speed of the combustion of the drop of the fuel. It is worth to underline that constant speed of the combustion of the drop is in the narrow range and approximately value at the combustion of the drop in air is approximately 10^{-6} m^2/s.

$$d_b^2 = d_0^2 - kt. \quad (7)$$

The thickness of boundary layer σ is defined with reference to the laminar flow as result of solution of equations of the boundary layer and is described by dependence (8):

$$\sigma_l = 5\,\mathrm{Re}_d^{-0.5}\,\mathrm{Pr}^{-0.33}\,d \text{ for } \mathrm{Re}_d > \mathrm{Re}_{dcr}. \quad (8)$$

The thickness of boundary layer σ with reference to the flow turbulent is defined on the basis of Prandtl hypotheses on the universal profile of the speed, from the equation (9):

$$\sigma_l = 5\,\mathrm{Re}_d^{-0.5}\,\mathrm{Pr}^{-0.33}\,d \text{ for } \mathrm{Re}_d < \mathrm{Re}_{dcr}. \quad (9)$$

The carried out measurement of the parietal thickness of layer under conditions of model at applying of the laser-equipment LDV PDPA showed that the close relationship existed between thickness of boundary layer and with the combustion rate of liquid fuels, washed with the stream of gases.

Model considers processes occurring in liquid and gas phase particularly heterogeneous processes decomposition individual phase components, as and processes occurring in gas phase which affect processes decomposition of the liquid phase. These processes refer to real conditions, when combustion appears in combustion chamber, at the fuel injection to the combustion chamber, when appears intensive relative to gases movement of droplets. Droplets, due to heavy inertia with reference to gas stream, are not carried off by the gas stream, especially with reference to turbulent flow, large velocity differences of the gas stream and droplets occur. If decomposition rate of droplets from liquid to gas phase is less than combustion rate, flame quenching takes place. However both own observations, as and other authors show that the combustion rate can be indeed intensified at occurring turbulent stimulation of the gas stream in the combustion chamber.

Injection of velocity, turbulence and cavitation effects are main features, which the atomization process is depended on these. Nevertheless, breakup process is commonly accepted that is driven by (Kelvin-Helmholtz instability) aerodynamic stripping of larger droplets to smaller droplets or (Rayleigh-Taylor instability) disintegration of larger droplets into smaller ones due to the effect of normal stresses. For gaseous and liquid fuels, we use different approaches. However, in this section we mostly focus on WAVE model approach, as well as TAB and stochastic model approaches also have essential place in modeling. In Figure 1

there are presented primary and secondary breakup models shows two kind of continuity breakup models, which there fuel flows and then has three regimes like dense, intermediate, dilute [7-12].

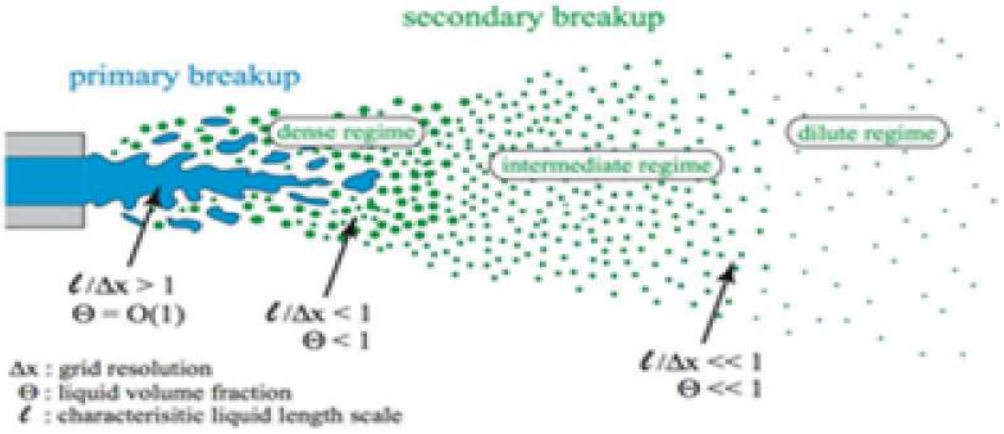


Figure 1. Primary and secondary breakup models

To describe the droplet breakup process in term of the critical deformation of the oscillating droplet is used for modeling this process in KIVA II code. $y = 2e/r_d$ is the normalized radial droplet deformation, where e-the extension of the droplet radius from its equilibrium position, r_d is the droplet radius.

The time evolution of this quantity is described by the forced, damped linear harmonic oscillator:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{2\rho_2 U_m^2}{3\rho_1 r_d^2} - \frac{8\sigma}{\rho_1 r_d^3} y - \frac{5\mu_1}{\rho_1 r_d^2}\frac{dy}{dt}, \tag{10}$$

where the external forcing comes from the relative motion of the drop, the restoring force is surface tension and the damping force is the fluid dynamic viscosity, μ_1. The solution for $y(t)$ can be found analytically, and breakup is modelled by assuming that $y = 1$ at the moment of breakup.

The Sauter Mean Radius (SMR), S, of the droplets at the moment directly after breakup can be found from the conservation of droplet energy during breakup

$$S = \frac{r_p}{\frac{7}{3} + \rho_1 r_p^3 \left(\frac{dy}{dt}\right)_{bu}^2 / 8\sigma},$$

where r_p is the radius of the parent droplet and $(dy/dt)_{bu}$ is the value of dy/dt at breakup, i.e. when $y = 1$. Unlike the WAVE model, the TAB model produces a distribution of droplet sizes after breakup, given by

$$f(r_d) = \frac{3}{S}\exp\left(-\frac{3r_d}{S}\right). \tag{11}$$

The results predicted by the TAB model in O'Rourke & Amsden, for modelling fuel sprays, agree well with the experimental results of Hiroyasu & Kadota. This model, however, over-predicts the rate of breakup and tends to under-predict the droplet size close to the injector. It was modified by Tanner to enable it to describe breakup at larger Weber numbers, which is the dominating mechanism in the primary breakup region of liquid jets.

First, let us remind ourselves with the background of modern engineering approaches in turbulence modelling, namely, the Kolmogorov's homogeneous isotropic statistically stationary turbulence at a high Reynolds number. On the basis of a simple scenario of energy transfer from the large energetic unstable eddy

to scales on which this energy is dissipating into molecular motion, and employing the dimensionality analysis, this theory gives universal relations between parameters of turbulence. Thus, we start by characterizing typical velocity fluctuation $u' = \Delta_l u$ and the velocity increment between two points lying at the distance l_{turb} much smaller than the geometric spatial scale of flow $L \gg L_{turb}$.

Kolmogorov assumed that the energy decay rate is independent of this distance and l is also independent of the viscosity of fluid. Denoting this rate by ε, as a sole parameter of turbulent cascade, the Kolmogorov's scenario reads [13]:

$$\frac{(\Delta_l \mathrm{u})^3}{l_{turb}} = \langle \varepsilon \rangle_{l_{turb}} = \varepsilon, \tag{12}$$

where $\varepsilon_{l_{turb}}$ is the averaged decay rate of kinetic energy estimated at spatial scale l_{turb}.

On the other hand, on smallest spatial scales $\eta \ll l_{turb}$. The molecular viscosity should also be a parameter of energy transfer, along with ε. Then, again employing dimensionality analysis $l_{turb} \sim \eta$, we have:

$$l_{\min} = l_{\min}(\nu, \varepsilon) \equiv \eta \Rightarrow \eta \propto \left(\frac{\nu^3}{\varepsilon} \right)^{\frac{1}{4}}, \tag{13}$$

$$\Delta_\eta u \propto (\varepsilon \nu)^{\frac{1}{4}} \Rightarrow \mathrm{Re}_\eta \Rightarrow \frac{(\Delta_\eta \mathrm{u})\eta}{\nu} = 1. \tag{14}$$

That results in the following scaling law:

$$\mathrm{Re}_L = \frac{(\Delta_L \mathrm{u})\mathrm{L}}{\nu} = \mathrm{Re}_\eta \left(\frac{L}{\eta} \right)^{\frac{4}{3}} \Rightarrow \frac{L}{\eta} \propto \mathrm{Re}_L^{\frac{3}{4}}. \tag{15}$$

Two others corollaries from this are as follows.

Representing $l_{turb} \sim \frac{1}{k}$, the density of turbulent energy in the space of wave numbers is [14]:

$$E(\mathrm{k}) \propto \varepsilon^{\frac{2}{3}} k^{\frac{-5}{3}}. \tag{16}$$

Denoting the turbulent energy by K, one yields the expression for turbulent viscosity [15]:

$$\varepsilon \approx \frac{\Delta_L u^3}{L} \equiv \frac{K^{\frac{3}{2}}}{L},$$

$$\varepsilon \approx \nu_T \frac{\Delta_L u^2}{L^2} \equiv \nu_T \frac{K}{L^2}, \tag{17}$$

$$\nu_T = C_\mu L K^{\frac{1}{2}}.$$

These simple relations give rise to modern engineering approaches in turbulence modelling. Hereafter we will apply two of them: RANS with K K-epsilon, and LES. The first approach is based on the Reynolds

Averaged Navier-Stokes equations (RANS). All scales of turbulence, from L to η, are simulated in this approach. The second approach, referred to as Large Eddy Simulation (LES), integrates the filtered Navier-Stokes equations, with the width of filter comparable to the typical mesh size Δ [16].

Then only subgrid turbulent scales are simulated in this approach, from Δ to η. The approach referred to as Direct Numerical Simulation (DNS) integrates the unfiltered Navier-Stokes equations; this approach employs the grid comparable to η, and is prone to resolve all turbulent sales. According to above written scaling, higher the Reynolds number is, higher is the spectrum of scales to be resolved, and consequently, higher the mesh density to be employed. The model of primary atomization of liquid fuels is shown in the Figure 2 [17]. And in Figure 3 there are shown two-phase flow of diesel fuel.

Stochastic particles are injected one after another, thus yielding the random geometry of the liquid core; each particle trajectory ends after a length of time determined by kinetic energy transfer from the gas flow to the liquid.

The statistics of the core surface are used to obtain the size and position characteristics of the drops surrounding the core, sampled with the total mass rate equal to inflowing liquid mass rate. LES is used to simulate the gas flow and is conditioned by the presence of the liquid core. The blobs formed around the core are dragged along by such a conditioned flow of gas and subject to secondary atomization and coalescence, both modeled by an inter-droplet collision mechanism.

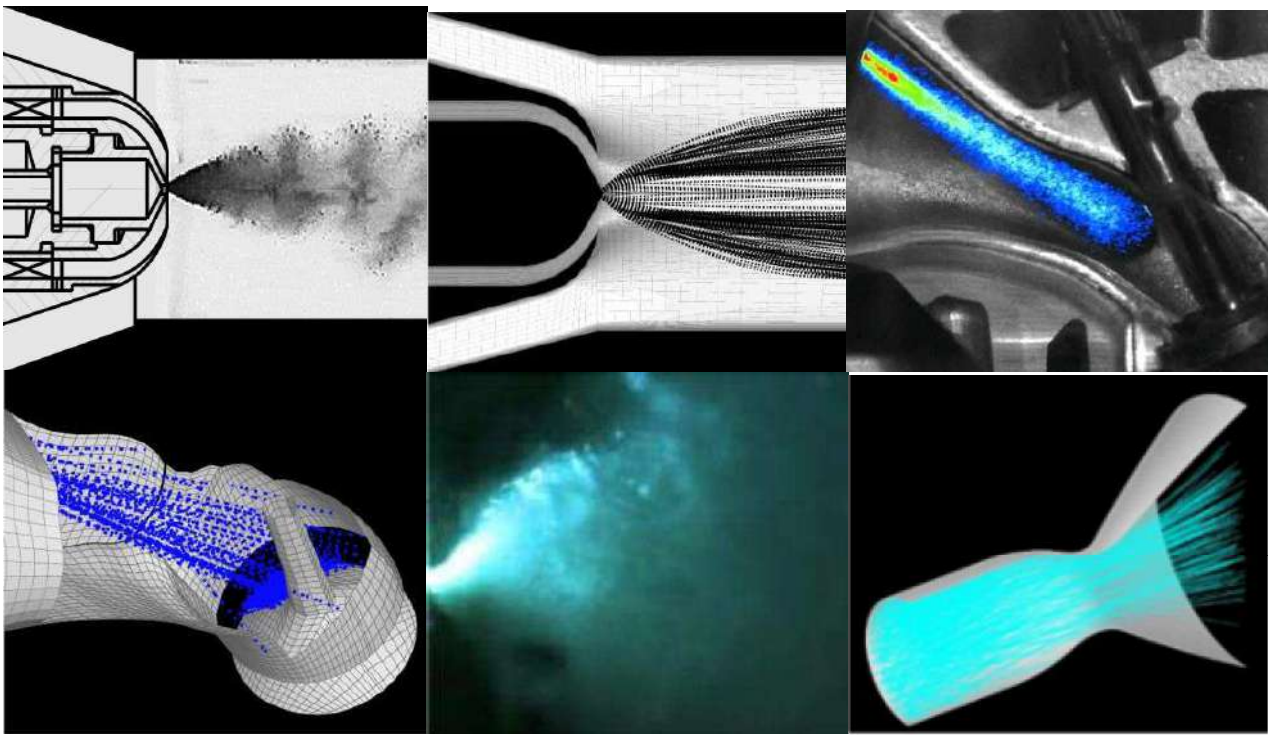


Figure 2. Deformation and secondary atomization of droplets in technical two-phase flows

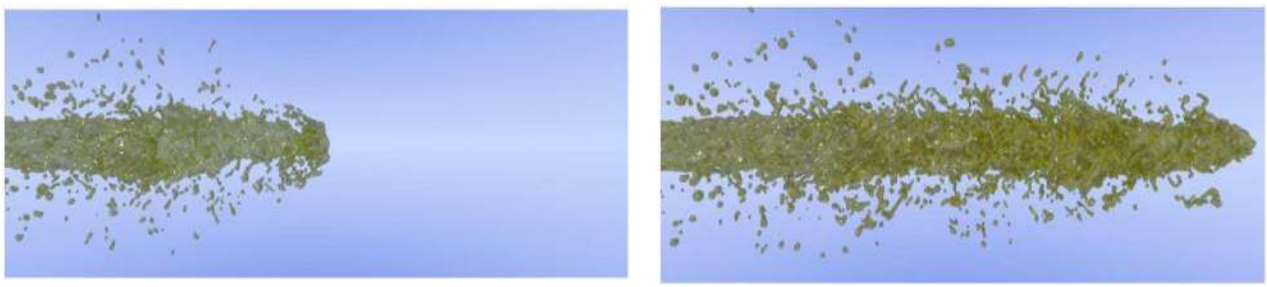


Figure 3. Two successive snapshots of the turbulent atomization of a liquid diesel

Figure 4 shows simulation results for an atomizing liquid jet injected at different velocities into high-speed (140 m/s) co-flowing gas. Evidently, this approach cannot reproduce the real filamentary structure of an atomizing spray. However, the results of such statistical simulation agree with physical intuition: increasing the parameter $M = \frac{\rho_g u_g^2}{\rho_l u_l^2}$ causes the liquid core to shorten and the diameter of drops around the core to decrease. What is more, the predicted far-field of the spray has length scales in reasonable agreement with measurements [18].

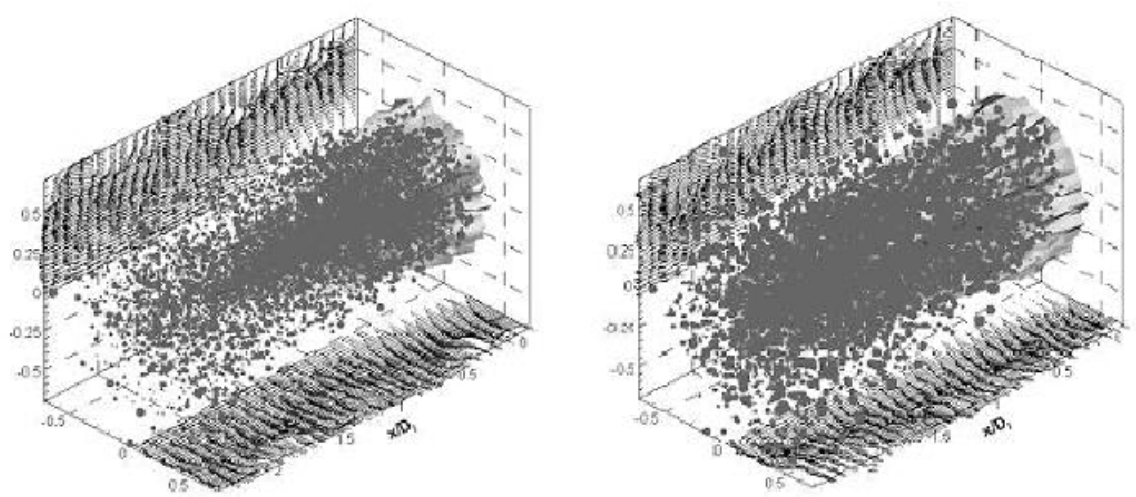


Figure 4. LES of the gas flow (velocity of injection u_g= 140 m/s)

When the liquid is in contact with the gas, it forms an interface layer. The thickness of this layer is of order of typical radius of the intermolecular cohesion ($\sim 10^{-7}$ cm for simple molecules). In this layer, molecules interact not only with molecules in the liquid but also with neighboring molecules in the gas, which leads to difference in averaged free energy of molecules depending on proximity to the interface layer. For the molecules inside the liquid bulk, forces from all directions may cancel each other out, and the molecules may remain at near equilibrium. The molecules that are at the surface are pulled into the liquid bulk. Therefore the surface layer is under intensive agitation; the molecules at the surface are continuously replaced through their motion into the bulk. The statistical result of such molecular agitation is the surface tension, providing specific physical properties of the interface layer, in difference with the interior of the liquid bulk.

Starting from the pioneer studies of Gibbs, the interface layer is considered as a zero mass elastic membrane (similar to infinitely thin soap film) of surface area Σ that resists stretching and has a tendency to contract. Along with the volume V, the surface area Σ represents the new independent parameter in thermodynamics of heterogeneous systems. The thermodynamic force related to Σ is referred to as the surface tension σ. Its classical definition is as follows. The work needed to increase Σ on $d\Sigma$ during a process at constant temperature and volume, and without chemical reactions, is [19]:

$$\delta W = d F_\Sigma = \sigma d\Sigma, \tag{18}$$

where F_Σ is the free energy. It is seen that σ characterizes equilibrium between liquid and gas, and is defined by free energy available per unit surface area. An equilibrium shape of the interface (at equal temperatures and chemical potentials in both liquid and gas) is defined by the Laplace equation:

$$P^{(l)} - P^{(g)} = 2\sigma k \tag{19}$$

where $P^{(l)} - P^{(g)}$ is the pressure imbalance between liquid and gas, usually referred to as the interfacial pressure or the Laplace pressure, and k is the mean curvature in the given point of interface.

The variation of the surface tension with increasing temperature is inversely proportional to the absolute temperature:

$$\left(\frac{d\sigma}{dT}\right)_{\Sigma} = -\frac{L}{T}, \tag{20}$$

where L is the latent heat of formation of the unit surface. In classical thermodynamics, it is shown by analogy with the Carnot cycle, in which thin soap film was stretching first at the constant temperature, then stretched adiabatically, and further this soap film was contracted first at the constant temperature, and then adiabatically. More extended empirical correlations for σ can be found in the literature. In the following, we will use the constant surface tension, and those extended correlations are not given in our manuscript.

If the area of the interface is significant (formation of liquid drops in air, or small gas bubbles in water), the effects of surface tension should be taken into account. In 1508, Leonardo de Vinci considered a drop formation from an arrow liquid column running down(as it takes place in the case of a dripping faucet, for example) [20]. His reasoning was as follows. Falling liquid is accelerating due to the gravity, and the mass conservation in the liquid cylinder requires its retraction. Once the radius of liquid column is small enough, the drop is pinched off. The question was: what is the length of the column, when the drop is pinched off. If the final velocity at the moment of drop's detachment is $\mathrm{v} = \sqrt{2gx}$,the radius of the column is h, and the flow rate is $Q = \pi h^2 \mathrm{v}$, the answer is: $x = \frac{Q^2}{\left(\pi h^2\right)^2 2g}$. Using for example the typical properties for the liquid glass column, $\pi h^2 \approx 10^{-5}\, cm^2$, $Q \approx 1 ml/s$, the value of x becomes unrealistically big: $x = 10^5\, m$. The resolution of this paradox was given by Laplace in 1805, and more precisely by Rayleigh theoretically and by Plateau (experimentally) in 1873. According to Laplace, the surface tension acts in two ways: effectively, it resists to the column retraction, as an elastic membrane, but once the cylindrical shape reached the critical radial curvature, the surface tension will drive this retraction, and will prompt the drop's formation.

REFERENCES

[1] 1 Pope S. Turbulent Flows. – Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 771 p.

[2] Leonard A. Energy cascade in large-eddy simulations of turbulent fluid flows // Advances in Geophysics. – 1975. – Vol. 18. – P. 237-248.

[3] Piomelli U. Large eddy simulation: achievements and challenges // Progress in Aerospace Science. – 1999. - Vol. 35 (4). – P. 335-362.

[4] Smagorinsky J. General circulation experiments with the primitive equations // Monthly Weather Review. – 1963. – Vol. 91. – P. 99–164.

[5] De Villiers E., Gosman A., Weller H. Large eddy simulation of primary diesel spray atomization // SAE Technical paper. – 2004. - Vol.1, №1. – P. 3-8.

[6] Sussman M., Smereka P., Osher S. A Level Set Approach for Computing Solutions to Incompressible Two-Phase Flow // Journal of Computational Physics. – 1994. – Vol. 114. – P. 146-159.

[7] Herrmann M., Gorokhovski M. An outline of a LES subgrid model for liquid/gas phase interface dynamics // Proceedings of the 2008 CTR Summer Program. – Stanford, 2008. - P. 171-181.

[8] Befrui B., Corbinelli G., D'Onofrio M., Varble D. GDI multi-hole injector internal flow and spray analysis // SAE Technical Paper. – 2011. – Vol. 8, issue 1. – P. 1-11.

[9] Desjardins O., Pitsch H. A spectrally refined interface approach for simulating multiphase flows // J. of Computational Phys. – 2009. – Vol. 228. – P. 1658–1677.

[10] Prosperi B., Helie J., Bazile R. PIV measurements of injection pressure effect on gas entrainment in GDI engines // 21st Annual Conference on Liquid Atomization and Spray Systems. – Mugla, 2007. – P. 1115-1121.

[11] Delay G., Bazile R., Charnay G., Nuglisch H. Temporal dependency of air entrainment to liquid flow rate variations for gazoline direct injection sprays // International Symposia on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics. – Lisbon, 2004. – P. 1-11.

[12] Dahlander P., Lindgren R. Multi-hole injectors for DISI engines: nozzle hole configuration influence on spray formation // SAE International Journal of Engines, 2009. – Vol. 1, issue 1. – P. 115-128.

[13] Weller H. G., Tabor G., Jasak H., Fureby C. A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques // Computers in physics. – 1998. – Vol.12, issue 6. – P. 620-631.

[14] Apte S. V., Mahesh K., Gorokhovski M., Moin P. Stochastic modeling of atomizing spray in a complex swirl injector using large eddy simulation // Proceedings of the Combustion Institute. – 2009. – Vol.32. – P. 2257-2266.

[15] Wood A., Wigley G., Helie J. Analysis of Multi-hole GDI Injectors under Flash Boiling Conditions //17th International Symposium on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics. – Lisbon, 2014. – P. 1-10.

[16] Radhakrishnan S., Bellan J. Influence of computational drop representation in LES of a mixing layer with evaporating drops // Computers & Fluids. – 2012. – Vol. 58. – P. 15-26.

[17] Rosin P., Rammler E. The laws governing the fineness of powdered coal // Journal of the Institute of Fuel. – 1933. – Vol. 7. – P. 29–36.

[18] Khan M.M., Helie J., Gorokhovski M., Wood A., Wigley G., Kashdan J., Dumas J.P., Mojtabi M., Guibert P. Numerical analysis of multihole gasoline direct injection sprays // 12th Triennial International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems (ICLASS 2012). - Heidelberg, 2012. – P. 1-12.

[19] Wigley G., Mojtabi M., Williams M., Pitcher G, Nuglisch H. The Effect of Fuel Properties on Liquid Breakup and Atomization in GDI Sprays // 10th International Congress on Liquid Atomization and Spray Systems (ICLASS, 2006). – Kyoto, 2006. – Vol.6. – P. 53-62.

[20] Mojtabi M., Chadwick N., Wigley G., Helie J. The effect of flash boiling on breakup and atomisation in GDI sprays // Proceedings of the 22nd European Conference on Liquid Atomization and Spray Systems. - Como Lake, 2008. – P. 1-9.

Абдрахманов Т., Хасенова Г.

Сұйық отындардың (мұнай) ағысын модельдеу барысындағы фаза аралық құбылыстар мен сұйық/газ шекарасындағы шарттар

Түйіндеме. Аталған жұмыс заманауи жану физикасы көзқрасы тұрғысынан түрлі қысымдардағы сұйық отынның бүрку, тұтану және жану процестерін сандық модельдеу мәселесіне арналған. Сұйық отындарды жағу барысында орын алатын физика-химиялық процестерді мұқият зерттеу түролі техникалық құрылғылардың тиімділігіне қойылатын талаптардың жоғары болуына, тұтануды дәл болжауға, жану жылдамдығына және қоршаған ортаға қойылатын заманауи талаптарға негізделген. Түрлі техникалық құрылғылардың жұмысының тиімділігі, оның ішінде іштен жану қозғалтқыштары көпшілік жағдайда жану физикасы мен химиясы процестерін іргелі зерттеу нәтижелеріне негізделген.

Түйін сөздер: модельдеу, бүрку, жану, мұнай.

Абдрахманов Т., Хасенова Г.

Межфазные явления и условия на границе газ/жидкость при моделировании течении жидких топлив (нефти)

Резюме. Данная работа с точки зрения современной физики горения посвящена важному исследованию задачи численного моделирования процессов распыла, воспламенения и горения жидкого топлива при различных давлениях. Необходимость детального изучения физико-химических процессов, протекающих при сжигании жидких топлив, обусловлена повышенными требованиями к эффективности различных технических устройств, точности прогноза воспламенения, скорости горения и обусловлена современными экологическими требованиями к охране окружающей среды. Эффективность работы различных технических устройств, в частности двигателей внутреннего сгорания, во многом основана на результатах фундаментального исследования процессов физики и химии горения.

Ключевые слова: моделирование, распыл, горение, нефть.

B.V. Fedorov ,D.R. Korgasbekov, A. Sharauova
(Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Republic of Kazakhstan)

COMPARATIVE EVALUATION OF POWER COSTS WHILE DESTRUCTING THE WELL OF THE WELL WITH PDC PIECES AND SHARROWS

Abstract: In the article, calculations are made to determine the drilling speed and the cost of power for fracturing the well bottom in soft rocks with roller bits and PDC bits, each of these rock-cutting tools working in its optimal mode. A comparative evaluation of the calculation results showed that the speed of drilling in soft rocks to the PDC bits is 2 times higher, and the power costs for slaughter destruction are practically the same for both tools. It follows that the use of PDC bits in soft rocks is much more effective than roller bits, and the latter have a much lower resistance.

Key words: comparison, power, destruction, slaughter, well, roller cone bits, PDC bits.

УДК 622.244

Б.В. Федоров, Д.Р. Коргасбеков, А.Шарауова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ МОЩНОСТИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ ДОЛОТАМИ PDC И ШАРОШЕЧНЫМИ ДОЛОТАМИ

Аннотация: Приведены расчеты на определению скорости бурения и затрат мощности на разрушения забоя скважины в мягких породах шарошечными долотами и долотами PDC, причем каждый из упомянутых породоразрушающих инструментов работая в своем оптимальном режиме. Сравнительная оценка результатов расчета показала, что скорость бурения в мягких породах долотам PDC в 2 раза выше, а затраты мощности на разрушения забоя практически одинаковы для обоих инструментов. Отсюда следует, что применение долот PDC в мягких породах значительно эффективней шарошечных долот, к тому же последние обладают значительно меньшей стойкостью.

Ключевые слова: сравнение, мощность, разрушение, забой, скважина, шарошечные долота, долота PDC.

В работе [1] нами аналитически выведена зависимость начальной скорости ϑ_0 разрушения забоя скважины долотами PDC в *следующем виде:*

$$\vartheta_0 = \frac{(f\cos\gamma - \sin\gamma)Cg \cdot n}{f^2 0.62 P_ш K_1 Rg \operatorname{tg}\gamma}, \quad (1)$$

где f - коэффициент трения на контакте " алмазный резец - порода забоя"; можно принять f =0,3;

γ - угол резания; для снижения растягивающих напряжений в алмазном слое вооружения долот PDC угол ɣ выполняют тупым и по величине равным $\gamma \approx 20^0$.

Cg - общая осевая нагрузка на долото, kH.

n - частота вращения, об/мин.

$P_ш$ – твердость породы по штампу, МПа.

K_1 - коэффициент, учитывающий расположение алмазно-твердосплавных элементов лопастях долота "вразбежку" (не вплотную); можно принять K=0.8;

Rg - радиус торцевых лопастей долота.

Приняв наиболее характерные величины в формуле (1).

(f =0,3; $\gamma \approx 20^0$) её можно записать в следующем виде:

$$\vartheta_0 = \frac{K_0 Cg \cdot n}{K_1 P_ш Rg}, \quad (2)$$

где $K_0 = \frac{f\cos\gamma - \sin\gamma}{f^2 0.62 \cdot \operatorname{tg}\gamma} \approx 2.9$. K_1=0,8.

Так как K_0 и K_1 являются конструктивными параметрами долота PDC, то окончательно можно записать

$$\vartheta_0 = 3{,}6\frac{Cg \cdot n}{P_ш R_g}, \quad (3)$$

Анализ формулы (3) показывает, что при бурении конкретной горной породы долотом PDC заданного диаметра, ($P_ш$=const; Rg=const) производительность проходки прямо пропорциональна осевой нагрузке на породоразрушающий инструмент Cg и частота его вращения n.

Сравним начальную механическую скорость бурения ϑ_0 для шарошечных долот [2]:

$$\vartheta_0 = K(0{,}1Cg - 2)^d n^\alpha, \text{ м/ч.} \quad (4)$$

где К - коэффициент, зависящий от физико-механических свойств горных пород и типа долота

α, - коэффициенты зависящие от категории твердости породы и удельного расхода бурового раствора [2].

Как следует из (4), при использовании шарошечных долот начальная скорость проходки растет с повышением осевой нагрузки и частоты вращения, причем вариации коэффициентов d и α отражают в каждом конкретном случае различную интенсивность влияния каждого технологического параметра на величину ϑ_0.

Вычисление начальных скоростей бурения обоими типами долота приведем с учетом особенностей их технологического режима: рациональной осевой нагрузкой для долот PDC в мягких породах является 2-4 кН на 1 см диаметра долота [3], для шарошечных долот рациональной осевой нагрузкой на забой в мягких породах является нагрузка 6-8 кН на 1 см диаметра долота [4] т.е. примерно в 2-2,5 раза больше.

Частоту вращения обоих инструментов можно принять одинаковой и равной 90 об/мин. Расход бурового раствора для PDC долот q=1,0-1,2 л/с на 1см диаметра долот [3], для шарошечных долот q=1,3-2 л/с.

Для сравнительной оценки эффективности использования шарошечных долот и долот PDC рассмотрим следующий пример:

бурение осуществляется диаметром Д=215,9 мм в мелкозернистом, пористом песчанике с контактным цементом, для которого твердость по Л.А. Шрейнеру $Р_Ш$ =700 МПа. Параметры рационального технологического режима для обоих типов долот указаны в таблице 1.

Таблица 1. **Параметры технологического режима шарошечных долот и долот PDC**

Тип долота	Диаметр бурения Д, мм	Частота вращения долот n, об/мин	Осевая нагрузка Cg, кН	Расход бурового раствора Q, л/с
PDC	215,9	90	80	22-25
Шарошечное долото, тип М3	215,9	90	160	28-32

Для долота PDC начальная скорость бурения ϑ_0 вычисляется по формуле (3)

$$\vartheta_{0\,PDC} = 3.6\frac{80 \cdot 10^3 \cdot 90 : 60}{700 \cdot 10^6 \cdot 0{,}2159 : 2} = 20{,}6\ \text{м/ч}$$

Для шарошечного долота начальная скорость бурения ϑ_0 рассчитывается по формуле (4). Для мягкой породы в принятом расходе бурового раствора коэффициенты К, α и d, входящие формулу, соответственно равны:

К=0,072; α=0,65; d=0,75 (таблицы 1,2,3 на стр. 38,39 работы [2]).

Подставляя соответствующие данные в (4), получим для шарошечного долота: ϑ_0=0,072(0,1·160-2)^{0,75} 90^{0,65}=9,71 м/ч.

Таким образом начальная скорость бурения в однородной мягкой породе при использовании долот PDC в 2 раза выше, чем при применении шарошечных.

Сравним теперь мощность, затрачиваемую на разрушение забоя скважины, при использовании долот обоих типов.

Мощность, затрачиваемую на разрушение забоя долотами PDC, можно вычислить по формуле для резцовой коронки [5]:

$$N_{кр} = \frac{mh\delta\pi(R^2 - r^2)n \cdot 0.736}{450000}, \text{кВт} \qquad (6)$$

где m - число резцов коронки;

h - глубина внедрения резца в породу, см;

δ - критическое сопротивление породы дан/см^3.

R, r - наружний и внутренний радиусы коронки, см

n - частота вращения долота, об/мин.

Получив r=0; получим формулу для лопастных долот, какие фактически считаются долота PDC.

С учетом того, что π·0,736=2,31, формула (6) преобразуется в следующий вид:

$$N = \frac{2.31\delta_{сж}hR^2n}{450000}, \qquad (8)$$

Глубина внедрения h вооружения долот PDC (алмазно-твердосплавные пластинки) определяется из формулы (3) путем исключения частоты вращения n, что фактически означает, что полученную в примере начальную скорость ϑ_0 долот PDC необходимо разделить на n=1.51 сек$^{-1}$. Тогда h= ϑ_0 /n=0.00571 м/сек : 1,5 1/сек=0.0038 м=0,38см.

С учетом того, что слабые песчанки имеют величину $\delta_{сж} = 700$ даН/см^2 радиус долота R=21,5:2=10,75 см, при подстановке соответствующих величин в (8) получим:

$$N = \frac{2.31 * 700 * 0.38(10.75)^2 * 90}{450000} = 14.2 \text{ квт}$$

Мощность необходимая для разрушения забоя скважины шарошечным долотом, определяется по известной формуле [6]:

$$N_{рш} = C \cdot 10^{-5} Cg^{1.3} n D^{0.4}, \quad (9)$$

где С коэффициент учитывающий твердость горной породы; для мягкой породы С=2,6;

D - диаметр долота, мм.

Осевая нагрузка Cg и частота вращения “n” долота имеют те же разномерности, что и в формулах (3), (4).

Подставляя соответствующие данные в (9), получили $N_{рш} = 2,6 \cdot 10^{-5}(160)^{1.3}90(215,9)^{0.4} \approx 14,7$ квт.

Сравнение некоторых технологических параметров долот PDC и шарошечных долот позволяет сделать следующие выводы:

- в мягких породах скорость бурения долотами PDC в 2 раза выше аналогично по показателя для шарошечных долот.

- мощности, потребные для разрушения забоя скважины, при использовании долот обоих типов практически одинаковы.

Вместе с тем, показано [1], что в мягких породах стойкость долот PDC значительно (в несколько раз) превышает аналогичный показатель шарошечных долот. Расчеты стоимости 1 м бурения по основным эксплуатационным затратам показали, что, несмотря на высокую стоимость долот PDC, последние обеспечивают большую эффективность (меньшую стоимость 1 м скважины).

Поэтому область эффективного долот PDC - бурение мягких и частично средних по твердости пород, где наиболее ярко проявляется преимущество этого сравнительно нового породоразрушающего инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Федоров Б.В., Хузина Л.Б., Ратов Б.Т., Шарауова А.Б. Моделирование процесса углубления скважины долотами PDC. Алматы, Журнал: «Нефть и газ», №4(100), 2017. С. 77-85.

[2] Левицкий А.З. Использование данных геолого-технологического контроля для оптимизации бурения. М: ВНИИОЭНГ, 1987. С. 51

[3] В.И. Балаба, И.К. Бекбулатов, Г.И. Вышегородцева и др. Буровой породоразрушающий инструмент. М: Изд. Центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2013, 247 с.

[4] Федоров Б.В. Бурение скважин. Алматы: изд. Центр КазНИТУ имени Сатпаева, 2016. 364 с.

[5] В.С. Казьмин Справочник по геологоразведочному бурению на нефть и газ. М: гостоптехиздат. 1986. 487 с.

[6] Р.А. Ганджумян, А.Г. Калинин, Н.И. Сердюк Расчеты в бурении. М: РГГУ, 2007, 668 стр.

[7] Федоров Б.В., Шарауова А., Аубакиров М.Т. О модели буримости нефтегазовых скважин долотами PDC на месторождении Узень. «Вестник КазНИТУ» № 1, с. 84-90. 2017г. ISSN - 1680 - 9211

[8] Инновационный патент № 30969. Буровой снаряд для отбора керна из нефтегазовых скважин/ Авторы: Сабиров Болатхан Файзуллаевич, Ниязов Талап Ахмаджонович, Федоров Борис Владимирович, Коргасбеков Дархан Рахметоллаевич, Ратов Боранбай Товбасарович, 15.03.2016

[9] Fedorov B., Ratov B., Sharauova A. Development of the model of petroleum well boreability with PDC bore bits for Uzen oil field (the Republic of Kazakhstan) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies / ISSN 1729-3774 (p. 16–22) DOI: 10.15587/1729-4061.2017.99032

[10] Федоров Б.В., Аубакиров М.Т., Шарауова А.Б. О модели буримости нефтегазовых скважин долотами PDC на месторождении Узень Ж.Вестник КазНИТУ, вып 1, 2017г.

[11] Fedorov B., Ratov B., Sharauova A. Development of the model of petroleum well boreability with PDC bore bits for Uzen oilfield (the Republic of Kazakhstan). Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Engineering technological systems. 3/1 (87) 2017, p.16-23.

[12] Танатаров Т.Т., Билецкий М.Т. Основы научных исследований и оптимизации в бурении Алматы: РИК, 1999.

[13] Ганджумян Р.А. Математическая статистика в разведочном бурении. М.: Недра, 2013г.

[14] Калинин А.Г., Оганов А.С. и др. Строительство нефтегазовых скважин. Том 1.М: Изд. Центр РГУ нефти газа имени И.М.Губкина, 2013, 690с.

[15] Булатов А.И., Макаренко А.А. Справочник инженера по бурению. КН-1-4.М: Недра, 1993-1996-112-120с.

Федоров Б.В., Қоргасбеков Д.Р., Шарауова А.

PDC қашауымен және шарошкалы қашаумен ұңғы түбін бұзу кезінде кететін күштің шығынын салыстырмалы бағалау

Түйіндеме: Бұл мақалада жұмсақ таужынысын талқандайтын шарошкалы қашау және PDC қашауымен кететін жылдамдығы мен қуаты шығындар есептеулер көрсетіп, әрбір оның оңтайлы режимде жұмыс тау жынысын бұрғылау құралдары. Есептеу нәтижелерін салыстырмалы бағалау тау жыныстарындағы бұрғылау жылдамдығының екі құралы үшін бірдей екенін көрсетті. Демек, жұмсақ таужынысында PDC қашаулары шарошкалы қашауға қарағанда әлдеқайда тиімді, ал екіншілері әлдеқайда төмен қарсылыққа ие.

Түйінді сөздер: салыстыру, күш, жою, ұңғыма, шарошкалы қашау, PDC қашауы.

Fedorov B.V., D.R. Korgasbekov, Sharauova A.

Comparative evaluation of power costs while destructing the well of the well with pdc pieces and sharrows

Summary: In the article, calculations are made to determine the drilling speed and the cost of power for fracturing the well bottom in soft rocks with roller bits and PDC bits, each of these rock-cutting tools working in its optimal mode. A comparative evaluation of the calculation results showed that the speed of drilling in soft rocks to the PDC bits is 2 times higher, and the power costs for slaughter destruction are practically the same for both tools. It follows that the use of PDC bits in soft rocks is much more effective than roller bits, and the latter have a much lower resistance.

Key words: comparison, power, destruction, slaughter, well, roller cone bits, PDC bits.

УДК 656.22.05(574)

G. V. Muratbekova, A. A. Aikinbaev

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INTERVAL REGULATION OF TRAFFIC TRAFFIC IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: The development of interval regulation of train traffic in the Republic of Kazakhstan is an innovative step in the development of rail transport. A new stage in the development of IRDP systems in Kazakhstan should take into account the specifics of modern requirements for rail transport, which is faced with the task of further increasing the carrying capacity and capacity, safety of train traffic on trunk lines, which can be achieved through the development of railway transport infrastructure.

Key words: interval control of train traffic, throughput and carrying capacity, automatic blocking, radio channel.

Г.В. Муратбекова , А.А. Айкынбаев
(Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация: Развитие интервального регулирования движения поездов в Республике

Казахстан - это инновационный шаг в развитии железнодорожного транспорта. Новый этап в развитии систем ИРДП в Казахстане должен учитывать особенности современных требований к железнодорожному транспорту, перед которым ставится задача по дальнейшему повышению провозной и пропускной способности, безопасности движения поездов на магистральных линиях, что может быть достигнуто за счет развития инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: интервальное регулирование движения поездов, пропускная и провозная способность, автоматическая блокировка, радиоканал.

Системы интервального регулирования движения поездов (ИРДП) предназначаются для обеспечения возможности ведения поездов машинистами с относительно малыми интервалами без

столкновений, с помощью их пространственного разграничения и ограничения скорости движения поездов сверху в зависимости от расстояния между поездами. Система ИРДП (СИРДП), являясь одной из основных подсистем транспортной системы, может ограничивать эффективность всей транспортной системы. Это влияние усиливается, по сравнению с другой подсистемой, в связи с тем, что СИРДП является системой ограничительного типа, т. е. выполнение ею своих функций связано с ограничением минимального расстояния между поездами и максимальной скорости движения поезда, а также включением принудительного автоматического торможения, в случае, если машинист не снизил скорость поезда до требуемой системой величины. Для обеспечения технологических процессов движения поездов и их интервального регулирования были разработаны:

- комплекс автоматической блокировки (АБ) и автоматической локомотивной сигнализации с непрерывной передачей информации на локомотив о количестве свободных впереди поезда блок-участков (АЛСН), как способ ИРДП, а затем и как устройство;

- принципы разграничения поездов (тремя блок-участками при трехзначной и четырьмя при четырехзначной АБ);

- графический метод расстановки путевых проходных светофоров, включающий в себя построение или кривых времени или чаще кривых скорости с нанесением на них минутных засечек;

- аналитические методы определения наличной пропускной способности и решения задач ИРДП на основе формул, полученных из условия рассмотрения движения поезда, как условно - равномерного с некоторой усредненной скоростью или как условно-равноускоренного.

В конце XIX века с появлением путевых датчиков непрерывного типа рельсовых цепей началось применение автоматической блокировки. По перегону, разделённому на блок -участки, осуществляется одновременное движение несколько попутно следующих поездов, что значительно повышает использование его пропускной способности. Однако при автоблокировке по мере возрастания скорости и интенсивности снижается безопасность движения поездов, т. к. при ней возможен проезд проходного светофора с красным огнём. Поэтому в СССР в конце 40-х — нач. 50-х гг. применяли автостоп. Эта система обеспечивала передачу в кабину машиниста информации о показаниях проходного светофора, при потере бдительности машинистом осуществлялось принудительное экстренное торможение поезда. Наибольшая интенсификация работы железных дорог достигается при сочетании автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН) с автостопом. В нашей стране эту систему ИРДП начали применять в 1949.

При увеличении интенсивности и скорости движения поездов, а также их веса и длины непрерывно возрастает роль АЛСН, последовательно расширяются её функции: однократная и многократная проверка бдительности машиниста, одноступенчатый и многоступенчатый контроль скорости. При этом возрастают задачи автоматически локомотивной сигнализации по обеспечению безопасности движения поездов. В результате система АЛСИ из дополнительной становится основной, и на базе её организуются системы ИРДП без проходных светофоров с центральным размещением аппаратуры на станциях. Технический комплекс ИРДП состоит из трёх подсистем: устройств на перегоне, на станции и на участке, оборудованном диспетчерской централизацией. Система ИРДП на перегоне включает автоматическую, полуавтоматическую блокировку, АЛСН. Она управляет проходными светофорами в соответствии с информацией, получаемой от путевых датчиков перегона. Система ИРДП на станции — электрическая централизация стрелок и сигналов — обычно работает в полуавтоматическом режиме, т. к. выбор маршрута и перевод стрелок осуществляются с участием дежурного по станции. Система ИРДП может работать в автоматическом режиме при использовании системы автоматическими системами опознания номеров поездов и применения средств вычислительной техники для создания системы станционного автодиспетчера.

В силу геостратегического потенциала Казахстана и системообразующей роли

транспортной инфраструктуры в экономике корпоративная стратегия национального транспортно - логистического оператора АО «НК «Қазақстан темір жолы» является важной составляющей страновой стратегии модернизации. Процесс перевозок на железнодорожном транспорте требует постоянного повышения показателей его качества; (сохранность и своевременная доставка грузов, комфортность для пассажиров и т.д.), а также повышения: надёжности технических средств, улучшения показателей пропускной способности линий и безопасности движения.

КТЖ с начала 2000-х годов интенсивно сотрудничают с ведущими мировыми компаниями — изготовителями железнодорожной техники, стремясь модернизировать инфраструктуру и обновить парк подвижного состава, чтобы уменьшить расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание и вывести железнодорожную сеть на качественно более высокий уровень. Большое внимание КТЖ уделяют внедрению современных систем управления движением поездов на базе радиоканала. Эти системы позволяют увеличить пропускную и провозную способность железных дорог, эффективность использования всех технических средств железнодорожного транспорта, особенно локомотивов и вагонов, повысить перерабатывающую способность сортировочных и грузовых станций, безопасность движения поездов, а также улучшить условия труда работников, связанных с движением поездов.

В декабре 2012 г. на линии Узень — Болашак длиной 153 км, примыкающей к границе с Туркменистаном, впервые в мире была введена в опытную эксплуатацию система интервального регулирования движения поездов на основе радиоканала. Следующим проектом внедрения СИРДП-Е стала новая линия Жетыген — Алтынколь, которая проходит от границы с Китаем к узловой станции Жетыген, расположенной на магистрали Алматы — Астана. Этот комплексный проект предусматривал наряду с оборудованием линии аппаратурой систем микропроцессорной централизации (МПЦ) EBILock 950 и СИРДП-Е строительство диспетчерской централизации. Однопутная линия Жетыген — Алтынколь длиной 298 км со смешанным грузовым и пассажирским движением включает пять станций и 10 разъездов, а также 36 переездов. В зону действия МПЦ входят 410 стрелок и 417 светофоров. Внедрение СИРДП-Е на линии Жетыген — Алтынколь осуществлялось в два этапа. На первом этапе линия была оборудована МПЦ с интегрированной полуавтоматической блокировкой (ПАБ) со светодиодными светофорами на станциях. Для контроля свободности пути на станциях установлены системы счета осей компании Bombardier. На втором этапе поверх МПЦ с ПАБ была наложена радиоблокировка с подвижными блок-участками. Такой подход имеет ряд преимуществ: появляется возможность приступить к эксплуатации линии, не дожидаясь оснащения всех локомотивов бортовыми системами безопасности (БСБ) СИРДП-Е; кроме того, ПАБ выполняет функции резервной системы на случай выхода из строя системы радиосвязи. В настоящее время существует проблема, заключающаяся в том, что часто имеются либо избыточные, весьма существенные по величине, затраты на устройства ИРДП, либо повышенные эксплуатационные затраты при сбоях в движении поездов. Последние могут иметь место, как при существующем графике движения, так и при попытке организовать движение с меньшим интервалом. Решение этой проблемы позволит получить следующие эффекты:

- при заданных затратах на устройства ИРДП минимизировать дополнительные расходы, обусловленные сбоями в движении поездов из -за недостатка ресурса системы по пропускной способности;

- при заданной чувствительности СИРДП к задержке в движении поезда минимизировать затраты на устройства интервального регулирования.

Система интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала считается очень перспективной, особенно с учетом ее низких эксплуатационных расходов и возможности наращивания пропускной способности без дополнительных затрат на инфраструктуру.

Ввод системы беспроводного управления движением составов создает техническую основу с целью трансформации к дальнейшему поколению методов автоблокировки, созданных на координатных правилах промежуточного управления движением поездов. Переключение к методам управление передвижением составов с применением приёма передачи по радиоканалу позволяет значительно уменьшить число устройств на перегонах и увеличить пропускную способность за счет сжатия интервалов попутного движения и расширения грузоподъемности поездов вследствие отказа от ограничения тягового тока изолирующие стыки и дроссель - трансформаторы.

Выводы: С целью развития интервального регулирование железнодорожных поездов Казахстана активно используется опыты соседних стран как Россия, Китай и стран с развитой железнодорожной структурой как Япония и Франция. На данный момент необходимо обеспечить поэтапное развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта с интервальным регулированием на базе радиоканалов для организации движения поездов. Система интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала считается очень перспективной, особенно с учетом ее низких эксплуатационных расходов и возможности наращивания пропускной способности без

дополнительных затрат на инфраструктуру. В результате ожидается кардинальный рост показателей эффективности производственных процессов на основе современных технологических платформ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов. Общий курс: учеб. Пособие: в 2т. / А.А. Казаков и др.; под ред. А.А. Казакова. - М.: «Транспорт», 1995 Т. 3. - 320 с.

[2] Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте**.** Общий курс: учеб. Пособие: в 2т. / Л.А. Кондратьева и др,; под ред. Л.А. Кондратьева. - М.: «Маршрут», 2003 Т. 1. - 432 с.

[3] Государственная программа развития и интеграции инфраструктуры транспортной системы Республики Казахстан до 2020 года, утверждена Указом Президента РК от 13 января 2014 года № 725.

[4] Новые устройства автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта. - Екатеринбург Тильк И.Г; : УрГУПС, 2010. - 168 с.

[5] Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковицкий, К. В. Гончаров. - Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж. -д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. - 207 с.

[6] Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах / А. Б. Бойник, С. В. Кошевой, С. В. Панченко и др. - Харьков: УкрГАЖТ, 2005. - 256 с.

[7] Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, В. М. Лисенкова - М.: ГОУ, 2009. - 160 с.

[8] Железнодорожный путь: Учебник для вузов ж.д.трансп. 3-е изд., перераб. / Шахунянц Г.М. : И доп.-М.: Транспорт, 1987год.

[9] Устройство и содержание железнодорожного пути. Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы. Уразбеков А.К., Олжабаев К.А. -Алма-Ата: АлИИТ,1990 год.

[10] Автоматика и телемеханика на перегонах. Учебное пособие. Ведерников Б.М. КазАТК, Алматы, 2009, 109 с.

[11] Автоматическая и полуавтоматическая блокировка. Учебное пособие. Ведерников Б.М. КазАТК, Алматы, 2009, 132 с.

[12] Сигнальная авторегулировка. Учебное пособие. Ведерников Б.М. КазАТК, Алматы, 2009, 92 с.

[13] Автоблокировка, локомотивная сигнализация и автостопы. Казаков А.А., Казаков Е.А. Москва, Транспорт, 1980, 360 с.

[14] Перегонные системы автоматики. Виноградова В.Ю., Воронин В.А., Казаков Е.А., Швалов Д.В., Шухина Е.Е. - Москва, Маршрут, 2005. - 292 с.

[15] Релейные и микроэлектронные системы интервального регулирования движения поездов. Федоров Н.Е. - Самара, СамГАПС, 2006. - 163 с.

Муратбекова Г. В., Айкынбаев А. А.

Қазақстан Республикасында поездардың интервалді реттелуін дамытудың негізгі аспектілері

Түйіндеме: Қазақстан Республикасындағы теміржол көлігін дамытудағы аралық реттеу - теміржол көлігі саласындағы инновациялық қадам болып табылады. желілердің өткізу қабілетін және әлеуетін одан әрі жоғарылату үшін, Қазақстанда аралық реттеу жүйелерін дамытудың жаңа кезеңі - теміржол көлігінің қазіргі заманғы талаптарының ерекшеліктерін ескере отырып, және олардың инфрақұрылымын дамыту арқылы қол жеткізуге болады.

Негізгі сөздер: поезд қозғалысының аралық бақылауы, өткізгіштік және өткізу қабілеті, автоматты блоктау, радиоарна.

Muratbekova G. V., Aikinbaev A. A.

Prospects for the development of interval regulation of traffic traffic in the republic of Kazakhstan

Summary: The development of interval regulation of train traffic in the Republic of Kazakhstan is an innovative step in the development of rail transport. A new stage in the development of IRDP systems in Kazakhstan should take into account the specifics of modern requirements for rail transport, which is faced with the task of further increasing the carrying capacity and capacity, safety of train traffic on trunk lines, which can be achieved through the development of railway transport infrastructure.

Key words: interval control of train traffic, throughput and carrving capacitv, automatic blocking, radio channel.

УДК 681.3.06

A.Zh. Burlibayev
(Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan
aimurat.burlibayev@gmail.com)

VERIFICATION OF TECHNICAL SYSTEMS BY METHOD OF VERIFICATION OF THE MODEL

Abstract. Formal verification is the methods and methods of formal proof (or refutation) of the fact that the model of a verifiable system satisfies a given formal specification.

For the verification of technical systems, the properties of their behavior must be expressed formally by logical statements, which will ensure a simple, concise and unambiguous recording of them. The usual logic of utterances is inadequate for the formulation of statements about the behavior of technical systems, that is, about changing their states in time. For the specification of such properties, logical assertions are necessary, the truth of which depends on time.

Keywords: Distributed algorithms, Parallel program, Model Checking, Verification.

Temporal logics are logics in which the truth value of logical formulas depends on the time at which the values of these formulas are calculated.

Most often, three temporal logics are considered:

- extended temporal logic of branching time (CTL *, Extended Computational Tree Logic);
- temporal logic of linear time (LTL, Linear Time Logic);
- Temporal logic of branching time (CTL, Computational Tree Logic).

LTL and CTL are subsets of CTL *; these logics are used, mainly, in the field of verification of technical systems. Both logics are interpreted (ie their formulas take a true or false value) on the Kripke structure - a nondeterministic finite system of transitions that is convenient for representing the dynamics of the behavior of discrete systems. LTL considers all calculations of the Kripke structure as a set of infinite trajectories of the behavior of the system. The formulas of this logic are constructed from atomic statements connected by logical operations and temporal operators. CTL considers possible options for developing computations in each state of infinite trajectories. Both logics can be used to formulate assertions about the behavior of technical systems. There are properties that are expressible in one logic and ineffable in another.

Temporal logic formulas proved to be the most convenient means for setting the required properties of the behavior of reactive systems, a class of information systems whose main function is to maintain interaction with the environment, and not to transform information [1]. Stopping such systems is usually associated with a breakdown or collision (lockout) and is an error. Operational systems, communication protocols, schedulers, controllers, parallel interactive programs, logical control systems, drivers are examples of reacting systems. Verification of the reacting system can not be reduced to checking the relationship between the input and output after the system arrives at the final state: such systems have an initial state, but do not have a final state, they generally should not stop.

Model checking is a collection of models, techniques and algorithms that allow to verify that the formula of temporal logic expressing some property of the behavior of a dynamical system in time is fulfilled (is true) on the model of a system with a finite number of states (Kripke structure).

The method of verification model checking implements the following steps:

1. For the system being verified, an adequate Kripke model is built. Variants of the behavior of a real system are represented by a scan (the calculation tree) of the constructed Kripke structure;

2. Using variables and parameters of the verifiable system, the atomic predicates of the Kripke structure that are of interest to the developer are expressed - logical expressions that can take on values

"True" or "false" in every state of the system;

3. The property under test is expressed by the formula □ of temporal logic using atomic statements, temporal operators and path quantifiers;

4. Using a fully automated procedure, it is checked the truth of the assertion that □ is true for the constructed Kripke structure. The formal system model, as a rule, is much simpler than the system being checked, it is an abstraction in which the most essential characteristics of the system should be reflected. There are verification tools (both commercial and distributed freely) that implement model checking algorithms for LTL (for example, Spin), CTL (for example, SMV, NuSMV). Verification packages automate all

verification stages, including freeing the user and the need to manually build the Kripke structure of the verifiable system. The model of a verifiable system is described in the input language package. With the help of certain algorithms, the verification package automatically builds the Kripke structure of each of the component modules of the given system, builds their composition, and automatically performs the verification process-testing the feasibility of the specified temporal formula on the Kripke structure. If the formula is not satisfied, the package can issue a counterexample showing the behavior of the system that violates the property being tested.

The model validation algorithms perform the calculation of the set of states of the Kripke structure on which the given formula of temporal logic is executed. An increase in the number of components of a verifiable system or an increase in the number of variables exponentially increases the number of states in the Kripke structure. This effect, called the "explosion of the number of states," limits the use of conventional model checking algorithms. Early verification systems implementing model checking algorithms could work with transition systems consisting of 10^4–10^5 states [2].

Developed implicit or symbolic algorithms that use an efficient method of representing discrete data sets and relationships in the form of Boolean functions in the form of Binary Decision Diagrams (BDDs) - canonical representations of Boolean functions that are often significantly more compact than representations in standard ways , - allow to increase the number of states of verifiable systems to astronomical values. For logic circuits and programs, very effective systems of symbolic verification have been developed, which led to the possibility of using model checking verification algorithms for real systems developed by industry and made verification the stage of technology of development of industrial systems. Early algorithms of symbolic verification could be applied to systems with more than 1020 states, further modifications of them allow working with models containing more than 10120 states [3, 4].

The justification of the property verification algorithms expressed by the temporal logic CTL formulas is the definition of these formulas by means of fixed points (largest and smallest) operators on the set of states of the Kripke structure. Tarski's theorem provides algorithms for computing the largest and least fixed points of such operators. These calculations can be implemented either by explicit algorithms working with each element of the processed sets, or by implicit (symbolic) algorithms working with Boolean BDD functions representing these sets.

There are other approaches to solving the problem of "explosion of the number of states", besides symbolic algorithms: composite verification, reduction of partial orders, verification "on the fly." Although none of the developed techniques are universally applicable, instrumental verification systems are built on the basis of each of them.

One of the areas of application of the model checking method is the task facing the author - verification of memory coherence protocols. Methods for finding errors in devices that implement such protocols based on random data simulation are ineffective. Errors can occur only when long sequences of events occur, such as cache misses and receiving messages by various parts of the system. Since the number of such sequences is combinatorial, the probability of their occurrence during simulation with random data sharply decreases as their length increases. In the literature, examples of verification of coherence protocols are provided, for example, verification using symbolic methods using the SMV protocol tool Gigamax [5, 6] and Futurebus + [2, 7]. When verifying the protocols, a number of problems arise. It is necessary to resolve issues related to the adequacy of the actual system of the created protocol model. It is necessary to verify the correctness of the implementation of the verifiable protocol. For complex protocols, the model checking method can be successfully applied only to a small number of caches in the system. However, in principle, protocols are designed to work with any number of cache memories, so the search and application of methods for proving the correctness of protocols in the presence of any number of caches can also be implemented.

REFERENCES

[1] Karpov Yu.G. MODEL CHECKING. Verification of parallel and distributed software systems. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2010 - 560 p.

[2] E. M. Clarke, O. Grumberg, D. Peled. Model Checking. / / MIT Press, 1999 - 314 pp.

[3] J.R. Burch, E.M. Clarke, K.L. McMillan. Symbolic Model Checking: 1020 States and Beyond, 1990.

[4] J.R. Burch, E.M. Clarke, D.E. Long, K.C. McMillian, D.L. Dill. Symbolic Model Checking for Sequential Circuit Verification, 1993.

[5] K.L. McMillan. Symbolic Model Checking: An Approach to the State Explosion Problem, Ph.D. Thesis. // Carnegie Mellon University, 1992.

[6] K.L. McMillan, J. Schwalbe. Formal Verification of the Gigamax Cache Consistency Protocol, 1997.
[7] E. M. Clarke, O. Grumberg, H. Hiraishi, S. Jha, D.E. Long, K.L. McMillan, L.A. Ness. Verification of the Futurebus + Cache Coherence Protocol, 1993.
[8] Карпов Ю.Г. ПРОВЕРКА МОДЕЛИ. Проверка параллельных и распределенных программных систем. - Санкт-Петербург: BHV-Петербург, 2010 - 560 с.
[9] Э. М. Кларк, О. Грумберг, Д. Пелед. Проверка модели. / / MIT Press, 1999 - 314 с.
[10] J.R. Burch, E.M. Clarke, K.L. Макмиллан. Проверка символической модели: 1020 государств и на последующий период, 1990 год.
[11] J.R. Burch, E.M. Clarke, D.E. Лонг, K.K. McMillian, D.L. Укроп. Проверка символьной модели для последовательной проверки цепи, 1993.
[12] K.L. Макмиллан. Проверка символической модели: подход к проблеме взрыва государства, к.т.н. Тезис. // Университет Карнеги Меллона, 1992.
[13] K.L. Макмиллан, Дж. Швальбе. Формальная проверка протокола согласования кэш-памяти Gigamax, 1997.
[14] Э. М. Кларк, О. Грумберг, Х. Хираиши, С. Джа, Д.Е. Лонг, К.Л. McMillan, L.A. Ness. Проверка протокола согласования Futurebus + Cache Coherence, 1993.

Бурлибаев А.Ж.

Тексеру модельдер әдістері бойынша техникалық жүйелерді тексеру

Түйіндеме. Ресми түрде растау - тексерілетін жүйенің моделі нақты ресми ерекшеліктерді қанағаттандыру фактісін ресми түрде дәлелдеудің (немесе жоққа шығарудың) әдістері мен әдістері.

Техникалық жүйелерді тексеру үшін олардың мінез-құлық қасиеттері формальды логикалық мәлімдемелер арқылы көрсетілуі керек, бұл олардың қарапайым, қысқаша және бірқалыпты жазылуын қамтамасыз етеді. Жай логикалық уақыт өз өзгерту үшін, техникалық жүйелерді мінез-құлық туралы есептілікті қалыптастыру үшін жеткіліксіз болып табылады. Осындай қасиеттерді көрсету үшін логикалық бекіту қажет, шындық уақытқа байланысты.

Түйінді сөздер: Үлестірілген алгоритмдер, паралелльді программа, модельді тексеріс, верификация.

Бурлибаев А.Ж.

Проверка технических систем по методу проверки модели

Резюме. Формальная верификация – приемы и методы формального доказательства (или опровержения) того, что модель верифицируемой системы удовлетворяет заданной формальной спецификации.

Для верификации технических систем свойства их поведения должны быть выражены формально логическими утверждениями, которые обеспечат простую, лаконичную и недвусмысленную их запись. Обычная логика высказываний является неадекватной для формулировки утверждений о поведении технических систем, то есть об изменении их состояний во времени. Для спецификации таких свойств необходимы логические утверждения, истинность которых зависит от времени.

Ключевое слова: Распределенные алгоритмы, параллельная программа, Model Checking, верификация.

УДК 004.056.5

[1]D.D. Tananova, [2]M.M. Magzom
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan,
tananova.dana@gmail.com)

ABOUT SOME METHODS OF AUTHENTICATION IN INFORMATION SYSTEMS

Abstract. The article considers the basic means of protection that allow to establish the authenticity of a person for gaining access to an automated system, by comparing the identifier communicated to them and the presented confirming factor. It is proposed to use various authentication methods and asymmetric encryption algorithms, which provide information security when working with the information system. Authentication methods ensure the security of both information resources, access to which is requested by the user, and the secret parameters of the user himself. Taking into account the distribution of information services, their scaling in multiplatform environments and intensive implementation in the electronic government of the Republic of Kazakhstan, the development and research of authentication methods is an urgent task.

Keywords: one-factor authentication, hashing, storage of passwords, 2FA, FIDO.

Д.Д. Тананова[1], М.М. Мағзом[2]
([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан,
[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК
Алматы, Республика Казахстан, tananova.dana@gmail.com)

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье рассмотрены основные средства защиты, позволяющие установить подлинность лица для получения доступа к автоматизированной системе, путем сопоставления сообщенного им идентификатора и предъявленного подтверждающего фактора. Предлагается использовать различные методы аутентификации и алгоритмы ассиметричного шифрования, которые обеспечивают информационную безопасность при работе с информационной системой. Методы аутентификации обеспечивают безопасность как информационных ресурсов, доступ к которым запрашивается пользователем, так и секретным параметрам самого пользователя. С учетом распространения информационных сервисов, их масштабирования в мультиплатформенных средах и интенсивного внедрения в электронное правительство Республики Казахстан, разработка и исследование методов аутентификации является актуальной задачей.

Ключевые слова: однофакторная аутентификация, хеширование, хранение паролей, 2FA, FIDO.

Введение

Сегодня можно наблюдать значительный рост передачи и обработки персональных данных из разных источников, и этот огромный объем данных сохраняется в различных информационных системах и средах. Существует множество угроз безопасности для конфиденциальных данных, которые обрабатываются и хранятся в таких системах. Несмотря на то, что известны некоторые меры, которые применяется для борьбы с угрозами, по-прежнему проблемы информационной безопасности беспокоят как IT-специалистов, так и простых пользователей.

Идентификация и проверка подлинности играет важную роль в обеспечении безопасности данных от несанкционированного доступа. Безопасность данных в различных информационных системах при обеспечении доступа к ним одна из основных проблем, стоящая перед специалистами в области информационной безопасности. Решение этой проблемы формируется из комплекса процедур, одна из них – безопасная аутентификация.

Аутентификация – процедура проверки подлинности, когда одна из сторон на самом деле является именно тем, за кого она себя выдает. Для этого одна из сторон, запрашивающая доступ к информации, должна подтвердить факт обладания некоторой информацией, которая может быть доступна только ей одной (пароль, ключ и т.п.).

Как правило, в большинстве систем до сих пор используется однофакторная аутентификация, то есть с применением лишь одного секретного параметра, например, пароля пользователя. Несмотря на известные проблемы безопасности, пароли по-прежнему остаются наиболее популярным методом аутентификации конечного пользователя.

Многофакторная аутентификация стала альтернативным способом повышения безопасности, требуя от пользователя предоставления более одного коэффициента аутентификации, а не только пароля. Для начала рассмотрим традиционные методы аутентификации.

Аутентификация путём ввода секрета

Один из способов аутентификации в системе состоит во вводе вашего пользовательского идентификатора, в просторечии называемого «логином» (англ. *login* — регистрационное имя пользователя) и пароля — неких конфиденциальных сведений. Достоверная (эталонная) пара логин-пароль хранится в специальной базе данных.

Простая аутентификация имеет следующий общий алгоритм:

1. Субъект запрашивает доступ в систему и вводит личный идентификатор и пароль.
2. Введённые неповторимые данные поступают на сервер аутентификации, где сравниваются с эталонными.
3. При совпадении данных с эталонными аутентификация признаётся успешной, при различии — субъект перемещается к 1-му шагу.

То есть для входа в свой аккаунт или учетную запись пользователю достаточно ввести логин и один пароль. Эти данные относятся к фактору знания – то, что мы придумываем и знаем сами. По-

добная схема хоть и обеспечивает определенную степень безопасности и защищенности, но не является 100% гарантией возможности избежать взлома [1].

Еще одна схема, обеспечивающая определенную степень безопасности и защищенности – это биометрическая идентификация. В биометрических идентификаторах используются статические методы, основанные на физиологических характеристиках человека, т. е. на уникальных характеристиках, данных ему от рождения (рисунки папиллярных линий пальцев, радужной оболочки глаз, капилляров сетчатки глаз, тепловое изображение лица, геометрия руки, ДНК), и динамические методы (почерк и динамика подписи, голос и особенности речи, ритм работы на клавиатуре). Биометрические системы контроля доступа удобны для пользователей тем, что носители информации находятся всегда при них, не могут быть утеряны либо украдены. Биометрический контроль доступа считается более надежным, т.к. идентификаторы не могут быть переданы третьим лицам, скопированы. Отдельным биометрическим фактором может служить манера использования мыши. Помимо этого, поведенческая биометрия охватывает большое число факторов, не связанных с компьютером, — походка, особенности того, как человек поднимается по лестнице.

Существуют также комбинированные системы идентификации, использующие несколько характеристик, что позволяет удовлетворить самые строгие требования к надежности и безопасности систем контроля доступа.

О хранении паролей пользователей

При использовании системы аутентификации по секрету, важным является организация безопасного хранения и проверки введённых пользователями секретных параметров, например паролей. Одним из используемых подходов является хранение хэшей паролей.

Хэширование, или хэш-функция — одна из основных составляющих современной криптографии. Это функции, предназначенные для «сжатия» произвольного сообщения или набора данных, записанных, как правило, в двоичном алфавите, в некоторую битовую комбинацию фиксированной длины, называемую сверткой [2].

Хеширование паролей является одним из самых основных соображений безопасности, которые необходимо принимать во внимание при разработке приложения, принимающего пароли от пользователей. Без хеширования, пароли, хранящиеся в базе вашего приложения, могут быть украдены, например, если ваша база данных была скомпрометирована, а затем немедленно могут быть применены для компрометации не только вашего приложения, но и аккаунтов ваших пользователей на других сервисах, если они не используют уникальных паролей.

Применяя хеширующий алгоритм к пользовательским паролям перед сохранением их в своей базе данных, вы делаете невозможным разгадывание оригинального пароля для атакующего вашу базу данных, в то же время сохраняя возможность сравнения полученного хеша с оригинальным паролем.

Важно заметить, однако, что хеширование паролей защищает их только от компрометирования данных в хранилище, но не обязательно от вмешательства вредоносного кода в всю систему, при котором злоумышленник может получить доступ к хэшам паролей.

Одним из решений является «криптографическая соль» (salt), которая представляет собой данные, которые применяются в процессе хеширования для предотвращения возможности разгадать оригинальный ввод с помощью поиска результата хеширования в списке заранее вычисленных пар ввод-хеш, известном также как "радужная" таблица.

Более простыми словами, «соль» – это кусочек дополнительных данных, которые делают ваши хеши намного более устойчивыми к взлому. Существует много онлайн-сервисов, предоставляющих обширные списки заранее вычисленных хешей вместе с их оригинальным вводом. Использование соли делает поиск результирующего хеша в таком списке маловероятным или даже невозможным.

Однако, учитывая другие факторы, в том числе и человеческие [3], хранение пароля всё же может быть не безопасным.

Согласно исследованиям [4], выявлены следующие особенности применения паролей:

- Сложные пароли не всегда безопасны – пароли могут удовлетворять критерий сложности и по-прежнему считаться слабыми из-за словарей паролей.
- Пароли не уникальны – пользователи повторно используют пароли, а новые словари паролей содержат все ранее скомпрометированные пароли.

- Пароли следуют шаблонам – в большинстве случаев первые 100 шаблонов могут взломать большинство паролей.
- Взлом паролей достаточно легок – в зависимости от аппаратных ресурсов, для перебора большинства паролей может потребоваться от нескольких секунд до нескольких минут.
- Часто пароли разделяются между пользователями – люди делятся паролями, используют одинаковые пароли и дублируют пароли между разными информационными системами.
- Пользователи редко меняют пароли – для «удобства» работы пользователи часто отключают политику истечения срока действия паролей, особенно у учетных записей руководителей, например, директоров организации.

В [5] показано, что около 70% кибер-инцидентов вызвано человеческими ошибками при соблюдении правил информационной безопасности.

Связи с этим, исследование, разработка и внедрение новых комплексных методов аутентификации и авторизации является актуальной задачей.

Современные методы двухфакторной аутентификации

Двухфакторная аутентификация (2FA, two factor authentication) — это метод идентификации пользователя в каком-либо сервисе (как правило, в Интернете) при помощи запроса аутентификационных данных двух разных типов, что обеспечивает двухслойную, а значит, более эффективную защиту аккаунта от несанкционированного проникновения. На практике это обычно выглядит так: первый рубеж — это логин и пароль, второй — специальный код, приходящий по SMS или электронной почте. Реже второй «слой» защиты запрашивает электронную цифровую подпись, специальный USB-ключ или биометрические данные пользователя. Суть подхода очень проста: чтобы куда-то попасть, нужно дважды подтвердить тот факт, что вы — это вы, причем при помощи двух «ключей», одним из которых вы владеете, а другой держите в памяти.

С момента появления 2FA прошло уже достаточно много времени, большинство крупных интернет-сервисов, такие как финансовые информационные системы, широко ее используют. Например, сегодня уже невозможно представить онлайн платежи без подтверждений и авторизации, например, через SMS.

Одним из приоритетных средств защиты информации при использовании методов двухфакторной аутентификации остаётся применение асимметричных алгоритмов шифрования и ЭЦП. Рассмотрим основные методы криптографии с открытым ключом и некоторые особенности их применения.

В криптосистеме с открытым ключом, в отличие от симметричной, используются два ключа: открытый и закрытый (закрытый хранится в секрете). Открытый ключ используется для проверки ЭЦП и для шифрования сообщений. Закрытый ключ – для генерации ЭЦП и для расшифрования сообщений [6].

На сегодняшний день известны несколько эффективных и надёжных ассиметричных алгоритмов шифрования с открытым ключом. Опишем основные из них.

Сегодня большинство информационных систем и решений на рынке используют алгоритм асимметричного шифрования RSA [7]. В основе криптостойкости алгоритма RSA лежит вычислительно сложная задача факторизации произведения двух простых больших чисел. Для шифрования используется простая операция возведения в степень по модулю N. Для расшифрования же необходимо вычислить функцию Эйлера от числа N, для этого необходимо знать разложение числа n на простые множители. В RSA открытый и закрытый ключ состоит из пары целых чисел. Закрытый ключ хранится в секрете, а открытый ключ сообщается другому участнику, либо где-то публикуется.

Другим популярным алгоритмом, применяющим отличающийся от RSA подход для обеспечения шифрования, является ECC (Elliptic Curve Cryptography), основанный на использовании эллиптических кривых над конечными полями [8]. Надёжность и криптостойкость эллиптической криптографии основана на трудности решения задачи ECDLP (Elliptic Curve Discrete Logarithm Problem – задача дискретного логарифма на эллиптической кривой), суть которой заключается в отыскании целого числа по известным точкам на кривой. Самым главным отличием ECC от RSA является размер ключа по сравнению с криптографической стойкостью. ECC способен обеспечить ту же самую криптостойкость, что и система RSA, но с ключами гораздо меньшего размера [9]. К примеру, 256-битный ECC-ключ эквивалентен 3072-битным ключам RSA, которые длиннее, чем распространённые сегодня 2048-битные ключи. Самые защищенные симметричные алгоритмы, применяемые в современных

системах передачи данных (к примеру, AES), используют как минимум 128-битные ключи, вследствие чего переход к асимметричным ключам выглядит наиболее рациональным шагом. Небольшой размер ключей делает ECC идеальным выбором для устройств с ограниченными ресурсами хранения или обработки данных, которые все чаще встречаются в сфере IoT.

Одно из хорошо зарекомендовавших себя решений для 2FA с применением асимметричной криптографии, например, основывается на протоколе FIDO [10]. Двухфакторная аутентификация согласно FIDO выполняется в несколько этапов:

1. Этап регистрации в информационной системе с использованием 2FA. При добавлении нового пользователя в систему генерируется пара ключей в соответствии выбранным алгоритмом ассиметричного шифрования: открытый и закрытый ключи. Закрытый ключ сохраняется на устройстве аутентификации пользователя, например, на его смартфоне или USB-ключе. Открытый ключ передается для дальнейшего хранения в информационной системе, в которой происходит регистрация. Данный открытый ключ ассоциируется с учетной записью добавленного пользователя.
2. Этап аутентификации в информационной системе с использованием 2FA. При попытке аутентификации пользователя целевая информационная система создаёт и передаёт вычислительную задачу (challenge) на устройство аутентификации пользователя. Программное или аппаратное обеспечение на стороне пользователя решает данную задачу, шифрует и подписывает решение с помощью ЭЦП, применяя созданный на первом этапе закрытый ключ. Доступ к данному закрытому ключу может быть защищён паролём, хранимым только на стороне пользователя. Решение отправляется в целевую информационную систему, которая проверяет как само решение, так и его подлинность на основе ЭЦП, используя сохранённый ранее открытый ключ. При успешной проверке, пользователь получает доступ к ресурсу.

Таким образом, доступ к информационной системе обеспечивается через стойкий криптографический алгоритм с открытым ключом. При этом уязвимый секрет пользователя, например его пароль или ПИН-код, не передаётся по сети.

Заключение

Применение средств криптографии с открытым ключом для аутентификации пользователей хорошо зарекомендовало себя с точки зрения безопасности, однако данные криптографические алгоритмы требуют выполнения ресурсоемких вычислений, что особенно важно при использовании носимых устройств для аутентификации и в сетях IoT. Основные сложности с производительностью вызывает работа с блоками данных большой разрядности при шифровании [9,11].

Принимая во внимание повсеместное распространение носимых и внедряемых устройств (например, таких как «умные» часы, электросчетчики, различные датчики с подключением к сети Интернет и другие), которые требуют обеспечения криптографической защитой, необходимо учитывать, что многие устройства имеют не очень большие объёмы памяти, работают от внутренних элементов питания и ограничены по объёму обрабатываемых данных. В связи с чем, актуальны задачи по разработке оптимизированных вариантов алгоритмов шифрования и эффективной их реализации.

Особенности эллиптической криптографии практически незаменимы при использовании ассиметричного шифрования в мобильных устройствах: телефонах, смартфонах, карманных компьютерах и др., которые обладают недостаточной вычислительной мощностью для работы с длинными ключами.

Также одним из направлений является исследование и разработка алгоритмов шифрования с применением системы остаточных классов (СОК) [12,13]. СОК позволяет создавать эффективную аппаратную реализацию криптографических систем, использующие публичную схему обмена ключами [14], что расширяет возможности применения программно-аппаратных средств аутентификации, в том числе и при использовании 2FA.

Приведем основные преимущества, которые позволяют эффективно использовать СОК в некоторых областях вычислительной техники: это отсутствие переноса разрядов в сложении и умножении, а также отсутствие распространения ошибок. Отсутствие переноса означает, что все операции могут выполнятся параллельно по основаниям системы. В настоящее время СОК часто применяется при разработке эффективных и высокопроизводительных процессоров специального назначения.

В Институте информационных и вычислительных технологий КН МОН РК выполняются научно-исследовательские работы по проекту грантового финансирования «AP05132469 «Разработка программно-аппаратных средств для криптосистем на базе непозиционной системы счисления». Одной из задач данного проекта является разработка схемы устройства умножения полиномов по модулю неприводимых полиномов для программно-аппаратной реализации криптографических систем на основе СОК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://ru.wikipedia.org/ Аутентификация

[2] http://www.volpi.ru/umkd/zki

[3] W. Glaspie, Henry & Karwowski, Waldemar. (2018). Human Factors in Information Security Culture: A Literature Review. 269-280.

[4] 35% of Users Have Weak Passwords; the Other 65% can be Cracked // https://blog.preempt.com/weak-passwords, LinkedIn Revisited - Full 2012 Hash DumpAnalysis//https://blog.korelogic.com/blog/2016/05/19/linkedin_passwords_2016

[5] HM Government 2015 information security breaches survey // https://www.pwc.co.uk/assets/pdf/2015-isbs-executive-summary-02.pdf

[6] Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тесты на языке Си. – М.: ТРИУМФ, 2003. – 816 с.

[7] R.L. Rivest , A. Shamir , L. Adleman, A Method for Obtaining Digital Signatures and Public-Key Cryptosystems, Communications of the ACM, 21, 1978, P.120-126.

[8] D. Hankerson, A. Menezes, and S.A. Vanstone, Guide to Elliptic Curve Cryptography, Springer-Verlag, 2004.

[9] Gura N. ‘‘Comparing Elliptic Curve Cryptography and RSA on 8-bit CPUs’’ Proc. 6th Int’l Workshop Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES 04) LNCS 3156. – Springer, 2004. – P. 119-132.

[10] FIDO Alliance // https://fidoalliance.org/about/what-is-fido/, 2018.

[11] Kumar S. Elliptic Curve Cryptography for Constrained Devices, doctoral dissertation, Electrical Engineering and Information Sciences. – Bochum: Germany; Ruhr University, 2006.

[12] Калимолдаев М.Н., Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е., Бегимбаева Е.Е., Магзом М.М. История развития системы остаточных классов в компьютерной технике // Вестник КазНИТУ. - Алматы, 2017. – №2. – С. 416-419.

[13] R. Biyashev, M. Kalimoldayev, S. Nyssanbayeva, M.Magzom, Development of an encryption algorithm based on nonpositional polynomial notations // Proceedings of the International Conference on Advanced Materials Science And Environmental Engineering (AMSEE 2016). - Chiang Mai, Thailand, June 26-27, 2016. - P.243-245.

[14] Schinianakis D., Stouraitis T. Residue Number Systems in Cryptography: Design, Challenges, Robustness // Secure System Design and Trustable Computing, Springer, 2016. – P. 115-162.

Тананова Д.Д., Мағзом М.М.

Ақпараттық жүйелердегі аутентификацияның кейбір әдістері туралы

Түйіндеме. Мақалада автоматтандырылған жүйеге қол жеткізу үшін оған хабарланған идентификатор мен ұсынылған дәлелдеуші факторды салыстыру арқылы тұлғаның жеке басын анықтайтын негізгі қорғауыш құралдар қарастырылды. Ақпараттық жүйесімен жұмыс істеу барысында ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін аутентификация мен ассиметриялық шифрлеу алгоритмдерінің түрлі әдістерін қолдану ұсынылады. Аутентификация әдістері қолданушы ретінде рұқсат сұратқан ақпараттық ресурстардың, сондай-ақ қолданушының құпия параметрлерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Ақпараттық қызметтердің таралуын, мультиплатформалық орталарда олардың ауқымдылығын және Қазақстан Республикасының электрондық үкіметінде қарқынды енгізуді ескере отырып, аутентификация әдістерін зерттеу және әзірлеу өзекті мәселе болып табылады.

Түйінді сөздер однофакторная аутентификация, хеширование, хранение паролей, 2FA, FIDO.

Tananova D.D., Magzom M.M.

About some methods of authentication in information systems

Summary. The article considers the basic means of protection that allow to establish the authenticity of a person for gaining access to an automated system, by comparing the identifier communicated to them and the presented confirming factor. It is proposed to use various authentication methods and asymmetric encryption algorithms, which provide information security when working with the information system. Authentication methods ensure the security of both information resources, access to which is requested by the user, and the secret parameters of the user himself. Taking into account the distribution of information services, their scaling in multiplatform environments and intensive implementation in the electronic government of the Republic of Kazakhstan, the development and research of authentication methods is an urgent task.

Keywords: one-factor authentication, hashing, storage of passwords, 2FA, FIDO.

УДК: 661.66:620.5

T.K. Kuanyshbekov, M.A. Tulegenova, N.R. Guseinov, G. Beall, A.M. Ilyin
(National nanotechnological laboratory of open type, Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Republic of Kazakhstan
e-mail: kuanyshbekov_17@mail.ru)

SYNTHESIS OF GRAPHENE BY DIFFUSION METHOD ON NICKEL

Summary. In this paper, we present results on the production of graphene and few-layer graphene nanostructures by a diffusion method on nickel. The production of graphene and few-layer graphene nanostructures by the diffusion method was carried out under vacuum conditions, with resistive heating of nickel. The growing method presented by us makes it possible to control the process of graphene formation by changing parameters such as temperature, time and thickness of nickel. Data are given on the time dependence of the diffusion process (τ) on the thickness of nickel (L) and temperature (T). The samples obtained were investigated by optical and electron microscopy, also by Raman spectroscopy. The results of the experiment are in good agreement with the theoretical Arrhenius relation, which, confirms the diffusion nature of the process.

Key words: carbon, graphene, few-layer graphene, diffusion.

Т.К. Куанышбеков, М.А. Тулегенова, Н.Р. Гусейнов, Г. Билл, А.М. Ильин

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА ДИФФУЗИЕЙ ГРАФИТА

Аннотация. В данной работе представлены результаты по получению графена и малослойных графеновых наноструктур диффузионным методом на никеле. Получение графена и малослойных графеновых наноструктур диффузионным методом проводились в условиях вакуума, при резистивном нагреве никеля. Представленный нами метод выращивания позволяет контролировать процесс формирования графена путем изменения таких параметров как температура, время и толщина никеля. Приведены данные по зависимости времени процесса диффузии (τ) от толщины никеля (L) и температуры (T). Полученные образцы были исследованы с помощью оптической и электронной микроскопией, а также Раман спектроскопии. Результаты эксперимента хорошо согласуются с теоретическим соотношением Аррениуса что, подтверждает диффузионную природу процесса.

Ключевые слова: углерод, графен, малослойный графен, диффузия.

1 Введение

До настоящего времени благодаря своим физико-механическим свойствам графен привлекает широко распространенное внимание, а также представляет огромный потенциал для различных научных и практических применений. Графен характеризуется как двумерный лист sp^2 – гибридизованных атомов углерода, расположенных в гексагональной решетке [1].

Одним из важных процессов является синтез графена. Под синтезом графена подразумевается получение графена желаемого размера, чистоты, кристалличности применяя различные способы [2]. Наиболее часто используемыми методами для синтеза графена являются механическое расщепление [3]; эпитаксиальный рост; химическое осаждение из паровой фазы (CVD); электрохимическое отшелушивание [2,3,4,5,6].

Для получения графена методом механического расщепления тонкие слои высокоориентированного пиролитического графита помещают между липкими лентами и отщепляют раз за разом плёнки графита пока не будет получен тонкий слой [1].

Следующим одним из важных методов является эпитаксиальный рост графена, где на монокристаллическом карбиде кремния (SiC) выращивается графен [4]. В данном методе silicon carbide (SiC) нагревается под температурой около 1200 °C в условиях вакуума, в результате чего происходит сублимация атомов Si, образую за собой углеродные слои на SiC, которые могут быть двухслойным, многослойным или монослойным [5].

В методе CVD графен выращивается непосредственно на различных подложках переходных металлов, таких как Ni, Cu, Co, Au и Ru путем насыщения углерода при воздействии различных газообразных углеводородов, такие как метан, этилен, ацетилен и бензол при высокой температуре [6].

Отличием CVD процессов холодной от горячей стены в том, что камера горячей стены нагревается внешним источником энергии, при этом температура везде относительно постоянна, а подложка нагревается излучением от нагретых стенок камеры. В реакторе системы холодной стены образец нагревается следующими различными способами: пропусканием тока через образец, с помощью нагревателя который контактируется с подложкой, индукцией, а стены камеры находятся при комнатной температуре [7].

Следующим методом получения графена является электрохимическое отшелушивание графита. В данном методе применяются такие электроды как высокоориентированный пиролитический графит, графит, Cu, Pt. В электрохимическом расслоении одним из важных процессов является выбор электролита так, как от него зависит повышения переноса заряда и функционализация получаемых графеновых листов. Были исследованы многие различные электролиты для электрохимического расщепления, включая HBr, HCl, HNO_3 и H_2SO_4, и наиболее часто используемыми являются кислотные электролиты, содержащие H_2SO_4 и щелочной электролит KOH разбавленный с дисцилированной водой, которые идеально подходит для расщепления графита [8,9,10]. Чтобы получить графен с помощью данного метода сначала в раствор вставляются два электрода из графита или другие виды и на них подается около 10 В напряжение, затем интеркалирующий ион в растворе проникая между слоями графита отслаивает их на малослойные графеновые листы, после чего для отделения частиц графита от графена раствор подвергается центрифугированию либо для улучшения расщепления применяют ультразвук, а потом в конце раствор высушивается [11, 12].

Учитывая недостатки выше перечисленных методов, нами был предложен способ получения малослойных графеновых структур и графена на никелевой подложке, суть которого заключалась в диффузии углерода через никелевую фольгу. Данный метод реализуется в условиях высокого вакуума при резистивном нагреве никелевой фольги с плотно прижатым пиролитическим графитом с одной стороны.

Диффузия углерода в различных материалах были опубликованы в работах J. Cermak, L. Kral (Диффузия углерода в аустените замещающего сплава) [13]; Irina V. Belova and Graeme E. Murch (Углеродная интерстициальная диффузия в γ-Fe) [14]; P. Wernera; H.-J. Gossmann, D.C. Jacobson, Murray Hill, U. Go¨sele (Углеродная диффузия в кремнии) [15]; D.E. Jiang and Emily A. Carter (Растворение и диффузия углерода в феррите и аустените из первых принципов) [16];

Диффузия и растворение углерода в никеле рассмотрены в работах J. J. Lander, H. E. Kern, и A. L. Beach (Коэффициент растворимости и диффузии углерода в никеле: скорости реакции никель-углеродных сплавов с оксидом бария) [17]; B. S. Berry (Диффузия углерода в никеле) [18]; A.Wiltner, Ch.Linsmeier, and T.Jacob (Углеродная реакция и диффузия на Ni (111), Ni (100) и Fe (110): Кинетические параметры рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и анализ функциональной теории плотности) [19];

2 Экспериментальная часть

В данной работе нами была исследована диффузия углерода через никелевую фольгу. В качестве исходного материала нами были использованы пиролитический графит фирмы NTMDT , никелевая фольга с частотой 99,99 %.

Чтобы подтверждать диффузионную природу процесса и определить коэффициент концентрационной диффузии мы рассматривали теоретическое соотношение Аррениуса.

$$D=D_{0exp}\left(-\frac{E_\alpha}{kT}\right) \quad (1)$$

где D — коэффициент диффузии [м²/с]; E_α — энергия активации [Дж]; k— постоянная Больцмана [Дж/К]; T — температура [К]. Среднее расстояние, которое частица проходит за время τ оценивается соотношением

$$L = \sqrt{D \cdot \tau} \quad (2)$$

Например, при температуре около 900 ^{0}C значение коэффициента концентрационной диффузии оценивается величиной $8{,}23*10^{-12}$ m^2/c. В таблице 1 приведены значения параметров процесса.

Таблица 1. **Таблица зависимости времени процесса *(τ)* от толщины подложки (L) и температуры (T)**

L (μm)	T (°C)	t (c)
40,2±4,2	903,7±5,5	182,31±22,40
60,5±3,4	900,5±6,4	431,64±7,05
80,3±3,8	902,7±4,0	736,32±25,69

Нами предложена методика выращивания графена, малослойного графена диффузионным методом на никелевой фольге в высоковакуумной камере. Суть данной методики в том, что при резистивном нагреве плотно прижатый пиролитический графит с никелевой фольгой диффундируется через никелевую фольгу и на обратной стороне поверхности формируется графен и малойслойные графеновые слои.

На рисунке 2 показана схема получения графена на никеле диффузионным методом.

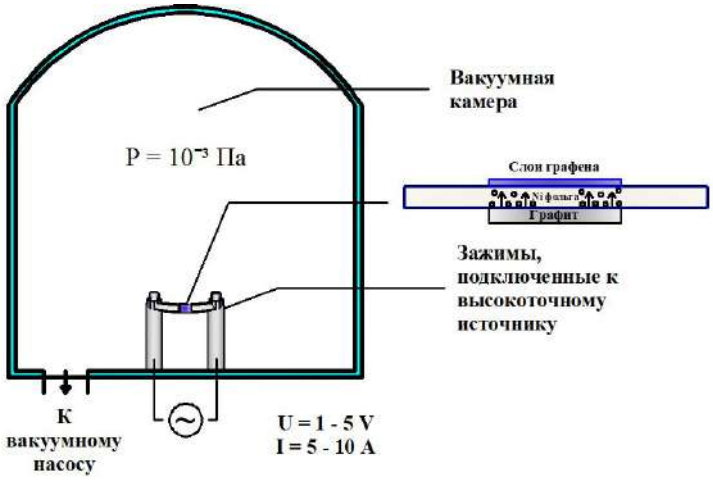


Рис. 2. Получение графена на никеле диффузионным методом

Прежде чем получить графен или малослойный графен диффузионным методом на никеле сначала проделали эксперимент по получению графитового слоя. Чтобы выполнить данный эксперимент мы взяли тонкую никелевую фольгу с толщиной около 40 μm, с размером 35*5 мм и пиролитический графит. Пиролитический графит плотно прижали с никелевой фольгой и в условиях высокого вакуума нагревали достаточно высокой температурой около 900 °C до образования графитового слоя с другой стороны никелевой фольги.

На рисунке 1 приведена микрофотография графитового слоя снятая на электронном микроскопе.

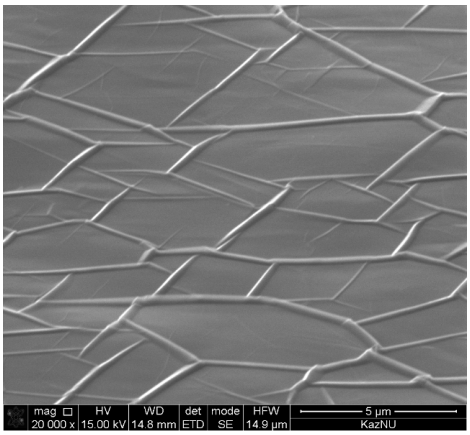


Рис. 1. Микрофотография графитового слоя

Данный рисунок отчетливо показывает складки, морщины на поверхности графитового слоя выращенного диффузионным методом на никелевой фольге.

После выращивания графитового слоя диффузионным способом поверхность никелевой фольги становиться, деффектным и появляются складки. Согласно известным литературным данным в процессе выращивания графеновых наноструктур взаимодействие между подложкой и графеном сильно влияет на формирование морщин, складок и пульсаций из-за противоположной полярности коэффициентов теплового расширения (КТР) графеновых наноструктур и металла [20]. Морщины, складки чаще возникают из-за эффекта теплового стресса и сжатия при охлаждении графена, графеновых наноструктур.

Следующим процессом нашей экспериментальной части является получение графена, малослойного графена диффузионным методом на никелевой фольге. Для получения графена или малойслойного графена нами использованы те же исходные материалы, которые были применены по получению графитового слоя диффузионным процессом. В данном эксперименте толщина никелевой фольги варьировалась от 40 до 80 μm, температура резистивного нагрева была 900°C, а время получения определенного слоя графена зависло от размеров никелевой фольги и от температуры (таблица 1).

На рисунке 3 показана никелевая фольга до диффузии и после

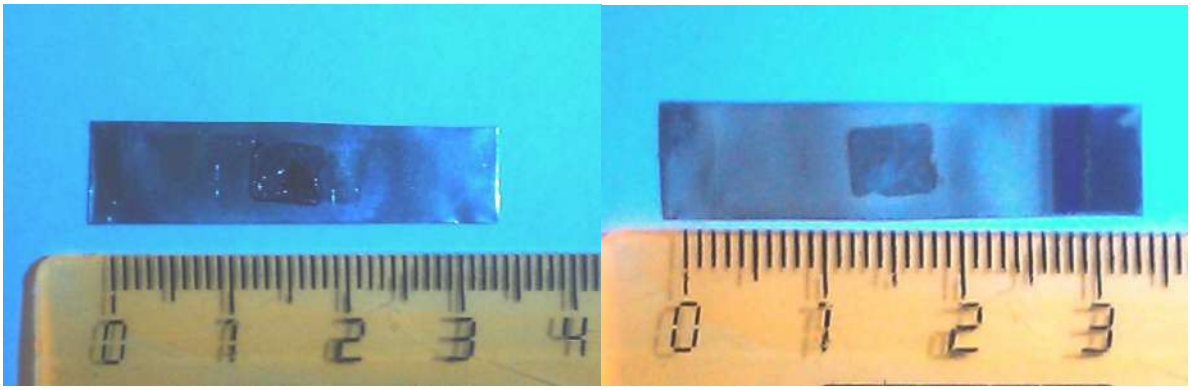


Рис. 3. Никелевая фольга до диффузии и после.

На рисунке 4 показана микрофотография графена полученная диффузионным методом на никеле при температуре 900 °C.

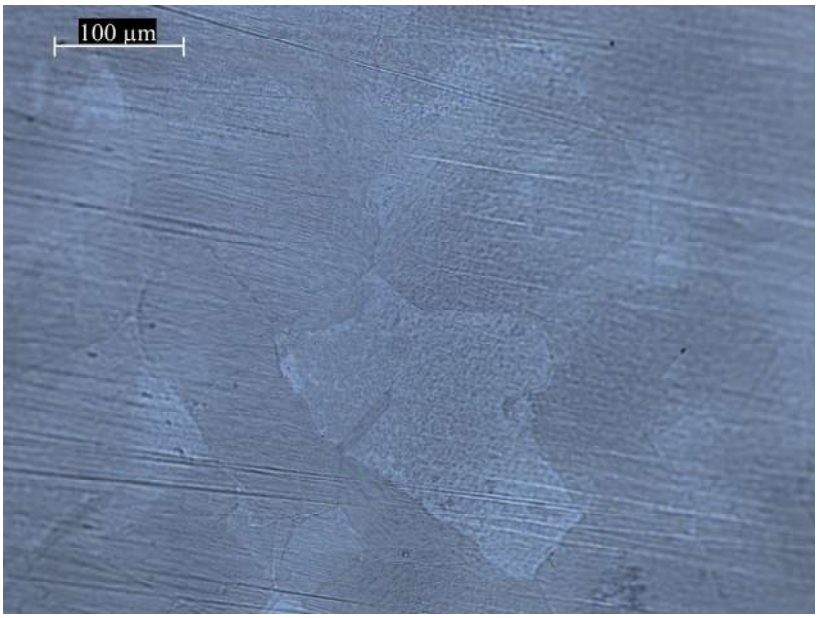


Рис. 4. Микрофотография полученного графена диффузионным методом при температуре 900°C.

На микрофотографии, отчетливо видно выращенные графен и малослойные графеновые листы на подложке никеля диффузионным методом. По данному рисунку можно увидеть зерна никелевой подложки и границы, на которых выросли малойслойные графеновые листы, также возможность роста большего размера графеновых листов независимо от морфологии поверхности подложки и от малых центров зародышеобразования. Согласно работе [23] на поверхности Ni (111) количество центров зародышеобразования роста графена крайне мало, что является важным фактором роста крупных однодоменных кристаллов графена. Согласно литературным данным диффузия углерода в Ni (111) может произойти в основном через зерен и их границы или в других дефектных местах в графеновом слое [24,25,26].

При анализе с помощью оптической микроскопии был оценен средний размер зерна никеля и малослойного графена. Он составил 10*15 μm^2, а анализ на Раман спектроскопии подтвердил наличие малослойного (Few Layer Graphene) графена на полученном образце.

На рисунке 5 приведен Раман спектр графена полученного диффузионным методом на никеле. Основными модами Рамановской спектроскопии графена, малослойного графена являются D, G, 2D пики. D линия (disorder, defects) данный пик соответствует дефектам внутри решетки углерода. D мода возникает вследствие разупорядоченности структуры графена и находится в области 1370 $см^{-1}$. G – пик расположен в области 1583 $см^{-1}$ и возникает благодаря E_{2g} моде в Г точке, также G – пик возникает вследствие растяжения связи С-С графитовых материалов и характерен для всех sp^2 углеродных систем. В раман спектре 2D – пик расположен в диапазоне 2500-2800$см^{-1}$ и с помощью данного пика можно определить количество слоев графена [27, 28].

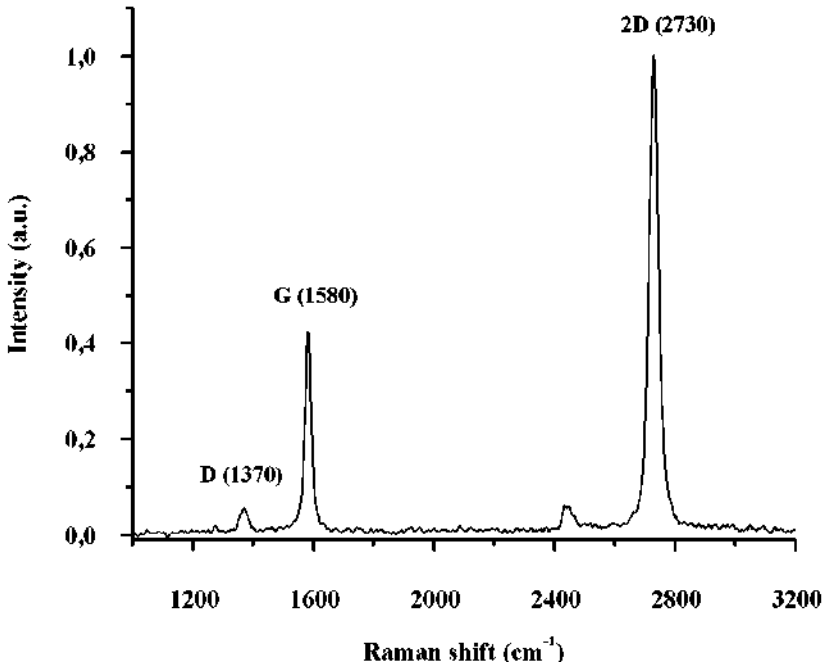


Рис. 5. Рамановский спектр графена полученных диффузионным методом при температуре 900° С.

Согласно работе [29] количество слоев графена определяется соотношением интенсивностей пиков I_{2D}/I_G. Отношение I_{2D}/I_G ~ 2-3 характерно для монослойного графена, для двухслойного графена $2 > I_{2D}/I_G > 1$ и для многослойного $I_{2D}/I_G < 1$ [29, 30]. Исходя из соотношения интенсивностей пиков I_{2D}/I_G комбинационного рассеяния спектров Рамана, можно сделать вывод, что полученный нами графен диффузионным методом на никелевой фольге является двухслойным (рисунок 5).

3 Заключение

Нами было исследовано получение графена на никеле диффузионным методом. В ходе работы были решены следующие задачи: изучены особенности получения графена на никеле диффузионным методом; определены наиболее оптимальные параметры процесса для данного метода; полученные образцы были исследованы с помощью оптической микроскопии и Раман спектроскопии.

Полученные результаты данного метода показывает возможность контроля над процессом формирования графена путем изменения таких параметров как температура, время и толщина никеля. При этом теоретический предельный возможный размер формирующегося графена ограничен только размерами реакционной камеры. Результаты эксперимента хорошо коррелирует с теоретическим соотношением Аррениуса что, подтверждает диффузионную природу процесса.

Благодарность

Статья выпущена при поддержке гранта МОН РК «ИРН: AP05130413».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Novoselov, K.S., Geim, A.K., Morozov, S.V., Jiang, D., Zhang, Y., Dubonos, S.V., Grigorieva, I.V., and Firsov, A.A. (2004) Science, 306, 666.

[2] Synthesis of graphene Md. Sajibul Alam Bhuyan1 • Md. Nizam Uddin1 • Md. Maksudul Islam2 • Ferdaushi Alam Bipasha3 • Sayed Shafayat Hossain

[3] K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, I.V. Grigorieva, and A.A. Firsov, Science, 306, 666, 2004.

[4] Shivaraman, Sh., R.A. Barton, X. Yu, J. Alden, L. Herman, M. Chandrashekhar, J. Park, P.L. McEuen, J.M. Parpia, H.G. Craighead and M.G. Spencer, 2009. Free-Standing Epitaxial Graphene. Journal of nano Letter, 9: 3100-3105.

[5] Berger, C., Song, Z.M., Li, T.B., Li, X.B., Ogbazghi, A.Y., Feng, R., Dai, Z.T., Marchenkov, A.N., Conrad, E.H., First, P.N., De Heer, W.A.: Ultrathin epitaxial graphite: 2D electron gas properties and a route toward graphene-based nanoelectronics. J. Phys. Chem. B 108(52), 19912–19916 (2004). doi:10. 1021/jp040650f

[6] Reina, A., Jia, X.T., Ho, J., Nezich, D., Son, H., Bulovic, V., Mildred Dresselhaus, S., Kong, J.: Large area, few-layer graphene films on arbitrary substrates by chemical vapor deposition. Nano Lett. **9**(1), 30–35 (2009). doi:10.1021/nl801827vCrossRefGoogle Scholar

[7] Keun Soo Kim, Yue Zhao, Houk Jang, Sang Yoon Lee, Jong Min Kim, Kwang S. Kim, Jong-Hyun Ahn, Philip Kim, Jae-Young Choi, and Byung Hee Hong. Large-scale pattern growth of graphene films for stretchable transparent electrodes. Nature, 457(7230):706–710, 02/05 2009.

[8] K. Parvez, R. Li, S.R. Puniredd, Y. Hernandez, F. Hinkel, S. Wang, X. Feng, K. Mu¨ llen, ACS Nano 7 (2013) 3598.

[9] C.Y. Su, A.Y. Lu, Y. Xu, F.R. Chen, A.N. Khlobystov, L.J. Li, ACS Nano 5 (2011) 2332.

[10] N. Liu, F. Luo, H. Wu, Y. Liu, C. Zhang, J. Chen, Adv. Funct. Mater. 18 (2008) 1518.

[11] Singh V V et al 2012 Adv. Funct. Mater. 22 2352–62

[12] Ching-Yuan Su,† Ang-Yu Lu,†,‡ Yanping Xu,† Fu-Rong Chen,‡ Andrei N. Khlobystov,§ and Lain-Jong Li†,*

[13] Cermak, J; Kral, L, 2014: Carbon diffusion in carbon-supersaturated ferrite and austenite. Journal of alloys and compounds 586, p. 129 – 135, https://www.ceitec.eu/carbon-diffusion-in-carbon-supersaturated-ferrite-and-austenite/p111157

[14] I. V. Belova; Graeme E. Murch, Carbon Interstitial Diffusion in γ-Fe

The Open-Access Journal for the Basic Principles of Diffusion Theory, Experiment and ApplicationDiffusion Fundamentals 2 (2005) 48.1 - 48.2 https://www.researchgate.net/publication/265809648_Carbon_Interstitial_Diffusion_in_g-Fe

[15] P. Werner Carbon; H.J. Gossmann; D. C. Jacobson, Diffusion in silicon, Appl. Phys. Lett., Vol. 73, No. 17, 26 October 1998 http://www-old.mpi-halle.mpg.de/mpi/publi/pdf/2502_98.pdf ;

[16] D. E. Jiang and Emily A. Carter, Carbon dissolution and diffusion in ferrite and austenite from first principles, PHYSICAL REVIEW B 67, 214103 (2003) http://www.academia.edu/4907305/Carbon_dissolution_and_diffusion_in_ferrite_and_austenite_from_first_principles.

[17] J. J. Lander, H. E. Kern, and A. L. Beach Solubility and Diffusion Coefficient of Carbon in Nickel: Reaction Rates of Nickel-Carbon Alloys with Barium Oxide, Journal of Applied Physics 23, 1305 (1952); Published Online: June 2004, https://doi.org/10.1063/1.1702064;

[18] B. S. Berry Diffusion of carbon in nickel, Journal of Applied Physics 44, 3792 (1973); Published Online: October 2003, https://doi.org/10.1063/1.1662846;

[19] Wiltner A1, Linsmeier Ch, Jacob T.; Carbon reaction and diffusion on Ni(111), Ni(100), and Fe(110): Kinetic parameters from x-ray photoelectron spectroscopy and density functional theory analysis. J Chem Phys. 2008 Aug 28; 129(8): 084704. doi: 10.1063/1.2971177;

[20] Obraztsov, A.; Obraztsova, E.; Tyurnina, A.; Zolotukhin, A. Chemical vapor deposition of thin graphite films of nanometer thickness. Carbon 2007, 45, 2017–2021.

[21] W. Zhu, et al. Nano Lett. 12 (7) (2012) 3431.

[22] N. Liu, et al. Nano Res. 4 (10) (2011) 996.

[23] Genki Odahara [a], □, Shigeki Otani [b] , Chuhei Oshima [a], Masahiko Suzuki [c], Tsuneo Yasue [c], Takanori Koshikawa [c]. In-situ observation of graphene growth on Ni(111). Surface Science
https: //www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039602811000987

[24] Zsolt Fogarassy, Mark H. Rümmeli. Surface Science 314 (2014) 490–499 1 Dominantly epitaxial growth of graphene on Ni (111) substrate
http://real.mtak.hu/14016/1/ApplSurfSci_Dominantly_314_490.pdf

[25] I. Gierz, T. Suzuki, R.T. Weitz, D.S. Lee, B. Krauss, C. Riedl, U. Starke, H. Höchst, J.H. Smet, C.R. Ast, K. Kern, Electronic decoupling of an epitaxial graphene monolayer by gold intercalation, Physical Reveiw B 81 (2010) 235408-235408-6.

[26] L. Huang, Y. Pan, L. Pan, M. Gao, W. Xu, Y. Que, H. Zhou, Y. Wang, S. Du, H.J. Gao, Intercalation of metal islands and films at the interface of epitaxially grown graphene and Ru(0001) surfaces, Appl.Phys.Let. 99 (2011) 163107-163107-3.

[27] A. C. Ferrari and D. M. Basko, "Raman spectroscopy as a versatile tool for studying the properties of graphene," Nat. Nanotechnol. 8, 235–246 (2013).

[28] A. Eckmann, A. Felten, A. Mishchenko, L. Britnell, R. Krupke, K. S. Novoselov, and C. Casiraghi, "Probing the nature of defects in graphene by Raman spectroscopy," Nano Lett. 12, 3925–3930 (2012).

[29] Ferrari, A. C.; Meyer, J. C.; Scardaci, V.; Casiraghi, C.; Lazzeri, M.; Mauri, F.; Piscanec, S.; Jiang, D.; Novoselov, K. S.; Roth, S.; Geim, A. K. Phys. Rev. Lett. 2006, 97, 187401.

[30] Van Tu Nguyen1 , Huu Doan Le2 , Van Chuc Nguyen1 , Thi Thanh Tam Ngo1 , Dinh Quang Le1 , Xuan Nghia Nguyen1 and Ngoc Minh Phan1. Synthesis of multi-layer graphene films on copper tape by atmospheric pressure chemical vapor deposition method. Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol. 4 (2013) 035012 (5pp).

Куанышбеков Т.К., Тулегенова М.А., Гусейнов Н.Р., Билл Г., Ильин А.М.

Графенді графиттің диффузиясы арқылы алу

Түйіндеме. Осы жұмыста графен және аз қабатты графендік наноқұрылымды никельде диффузиондық әдіс арқылы алу ұсынылған. Графенді және аз қабатты графенді никельде диффузиондық әдіспен алу резистивтік қыздыру арқылы вакуумде жүзеге асырылды. Ұсынылған өсіру әдісімен температура, уақыт және никельдің қалыңдығы сияқты параметрлерді өзгерту арқылы графеннің қалыптасуын бақылауға болады. Диффузия үрдісінің уақыты (τ) никельдің қалыңдығы (L) және температураға (T) байланыстылығы көрсетілген. Алынған үлгілер оптикалық және электрондық микроскопта, сонымен қатар Раман спектроскопияда зерттелді. Эксперименттің нәтижелері Аррениустың теориялық қатынасымен сәйкес келеді, диффузиондық үрдістің табиғатын нақтылап тұр.

Kuanyshbekov T.K., Tulegenova M.A., Guseinov N.R., Beall G., Ilyin A.M.

Synthesis of graphene by diffusion method on nickel

Summary. In this paper, we present results on the production of graphene and few-layer graphene nanostructures by a diffusion method on nickel. The production of graphene and few-layer graphene nanostructures by the diffusion method was carried out under vacuum conditions, with resistive heating of nickel. The growing method presented by us makes it possible to control the process of graphene formation by changing parameters such as temperature, time and thickness of nickel. Data are given on the time dependence of the diffusion process (τ) on the thickness of nickel (L) and temperature (T). The samples obtained were investigated by optical and electron microscopy, also by Raman spectroscopy. The results of the experiment are in good agreement with the theoretical Arrhenius relation, which, confirms the diffusion nature of the process.

Key words: carbon, graphene, few-layer graphene, diffusion.

УДК 004.42

O. Mamyrbaev, T. Zhakupbekov

ASSEMBLY OF BIOMECHANICAL PROSTHETICS HAND PRINTED ON 3D PRINTER

Abstract: This article describes the need for prosthetics, the history of prostheses, modern technologies of prosthetics. In addition, this article tells about the contribution of 3D printing in the modern prosthesis and its future capabilities, what equipment is used in modern and inexpensive prostheses. This article also mentions the methods of controlling the bionic prosthesis and the principle of building and assembling a bionic arm**.**

Keywords: Bionic arm, Prosthesis, EMG, Arduino, 3D printer.

О.Ж. Мамырбаев, Т.Е. Жакупбеков
(РГП «Информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК
timur.zhakupbekov@gmail.com)

СБОРКА БИОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА РУКИ, НАПЕЧАТАННОГО НА 3D ПРИНТЕРЕ

Аннотация: В статье показана необходимость протезирования, истории протезов, современных технологиях протезирования. Кроме того, отмечен вклад 3D-печати в современный протез и его будущих возможностях, какое оборудование используется в современных и недорогих протезах. Так же упоминаются методы управления бионическим протезом и принцип построения и сборки бионической руки.

Ключевые слова: Бионическая рука, 3D-печать, протез, ЭМГ, Ардуино, 3D принтер.

Потеря конечности или паралич части тела вносит существенные изменения в образ жизни человека. Такие инциденты делают жертв не только физически бессильными, но и делают их психологически хрупкими, потому что они должны зависеть от других людей. Однако любая такая часть тела, которая тормозит их повседневную деятельность, если ее можно заменить или поддержать протезом, может принести положительные моменты в их жизни. Поскольку они смогут делать много простых движения в повседневной жизни без поддержки других людей, это, несомненно, сделает их умственно и морально сильными.

Согласно официальной статистике министерства здравоохранения, ежегодно через процедуру ампутации конечностей проходят около 250-300 казахстанцев. За последние два года в нашей стране 555 человек лишились конечностей, 19 из них- дети.

История протеза восходит к древней египетской цивилизации. Протезы были разработаны для функции, косметического внешнего вида и психо-духовных чувств целостности. Самый ранний пример - мумия в Каирском музее, на которой ампутирована правая нога и заменена протезом из кожи и дерева. Самым ранним письменным свидетельством протеза считается Риг Веда, древняя индусская коллекция ведических санскритских гимнов, в которой говорится история Воина-королевы Вишпла, которая потеряла ногу в бою и была снабжена протезом, изготовленным из железа, чтобы позволить ей вернуться в бой [1].

В 218 году до н.э. римский генерал Маркус Сергий выдержал ампутацию правой руки. Рука из протеза была сделана из железа, чтобы он мог держать щит, и он вернулся в битву. Было время, когда протез был сделан только для раненых воинов. Разработанный протез может содержать только щит. В протезе не было других функций. Эпоха Возрождения считается появлением протеза. Хотя протез обычно делали из железа, стали, меди и дерева, постепенное медицинское открытие привело к заботе о рабочем протезе. В 1508 году у немецкого наемника Гоца фон Берлихингена была пара технически продвинутых железных рук. Руки могут быть сделаны функциональными, установив их естественной рукой и перемещаясь, расслабляя серию выпусков и пружин, будучи подвешенными кожаными ремнями.

Протез давно является важной областью исследований и разработок в человеческой цивилизации. В последнее время многие компании пытаются разработать лучший протез с лучшей функциональностью, а внешний вид протеза не был приоритетом. Тем не менее, появление протеза нельзя пренебрегать, потому что внешность способствует психологии и обеспечивает моральную поддержку пациента с ампутированными конечностями. Хотя многие компании производят протезные конечности, у них по-прежнему не хватает функциональности для большинства простых движений в повседневной жизни. Протезированная бионическая рука, на рынке, очень дорогая и стоит от 25 000 до 100 000 долларов США. Появление 3D-печати сделало прототипы протеза проще, быстрее и дешевле. Это также сделало протез доступным для широкого круга людей, поскольку они могут проектировать протез в соответствии с их потребностью. Благодаря технологии 3D-печати, изготовить бионическую руку можно сделать более легко, без особых технических знаний[2].

Кроме того, при наличии более дешевых микропроцессоров и аппаратного и программного обеспечения с открытым исходным кодом протез может быть более доступным для многих. Наличие дешевых миоэлектрических датчиков, с помощью которых протез можно контролировать мышцами, не только упростило протезы, но и обеспечило их более удобную работу.

Следовательно, эволюция информатики и технологии делает протезы и бионические технологии более функциональными, доступными, прочными, удобными для пользователя и реалистичными.

Ранняя история 3D-печати может быть прослежена до 1986 года, когда Чарльз «Чак» Hull запатентовал одну из самых ранних 3D-печатных машин - Stereolithography machine. Аналогичным образом, 1988 год ознаменовался еще одним годом для изобретения другой технологии 3D-печати, известной как Fused Deposition Modeling. В течение примерно 20 лет 3D-печать тихо развивалась и развивалась за стенами. Поскольку вышеупомянутые изобретатели, связанные с двумя из изобретений, приступили к разработке и продвижению своих изобретений, эти два изобретения процветали за закрытыми дверями в качестве выдающихся технологий в области трехмерной печати и быстрого протезирования.

Однако в 2005 г. д-р Гордон начал сообщество разработчиков с открытым исходным кодом, проект RepRap, целью которого было сделать 3D-печать доступной для более крупного глобального сообщества. Три участника этого проекта, Бет Петитис, Адам Майер и Зак «Хокен» Смит основали свою собственную трехмерную полиграфическую компанию под именем MakerBot в 2009 году. Эта компания запустила первые полностью собранные 3D-принтеры. Появление 3D-принтера вызвало революцию не только в быстром прототипировании, но, как ожидается, принесет еще одну индустриальную революцию. Эта технология производства присадок была применена в таких отраслях промышленности, как аэрокосмическая, автомобильная, биомедицинская технология и многие другие. Одним из примеров 3D-печати, используемой в обрабатывающей промышленности, является General Electric, где производство присадок используется для производства высококонцентрированных турбин [3].

Бионические протезы рук имеют ограниченную функциональность и не имеют прочности. Разработанные протезы руки не смогли выполнить простые движения в повседневной жизни. Более того, все разработанные бионические руки не функционируют как антропометрическая рука.

Тем не менее, людям, которые не могут выполнять свою функцию из-за инсульта или ампутации, могут помочь эти руки, оснащенные ограниченной функциональностью. Включение бионических рук таким пациентам для оказания им помощи в выполнении основных движений, такие как захват, защемление и несколько других жестов сигнала, сделают их физически независимыми в некоторой степени. Кроме того, это будет способствовать их морально и психологически спокойствию.

3D-принтер преобразует цифровой дизайн, разработанный с программным обеспечением для компьютерного проектирования (CAD) в физический объект. Используя компьютерное моделирование, цифровая модель разрабатывается и подается в 3D-принтер с помощью программного обеспечения. Объект, смоделированный с использованием CAD и 3D-печатных результатов, обеспечивает высокую точность измерений. Кроме того, гибкость 3D-печати перед печатью модели даже может быть проверена на наличие ошибок и исправлена.

Перед печатью 3D-модели мы должны подготовить ее с помощью процедуры, называемой slicing. Нарезка - это процесс, который выполняется с помощью программного обеспечения, где 3D-модель нарезана на горизонтальные слои (3DPrinting 2016). После того, как 3D-модель нарезана слоями, информация о слоях загружается на 3D-принтер, и объект готов к 3D-печати по слоям [4].

Существуют различные типы процессов и технологий 3D-печати. Эти технологии в основном отличаются тем, как строятся слои для создания конечной формы объекта. Основными типами технологий 3D-печати являются:

- Стереолитография (SLA)
- Цифровая обработка света (DLP)
- Моделирование сплавленного осаждения (FDM)
- Селективное лазерное спекание (SLS)
- выборочное лазерное плавление (SLM)
- Электронная плавка (EBM)
- Изготовление ламинированных объектов (LOM) (3D-печать с нуля 2016)

На веб-странице «3D-печать с нуля», посвященной 3D-печати, типы технологий трехмерной печати были объяснены следующим образом.

Стереолитография (SLA)

Это один из старейших методов в истории 3D-печати. Этот метод запатентован Чарльзом Халлом, соучредителем 3D Systems, Inc. в 1986 году. В этой технологии устройство Stereolithograph (SLA) преобразует жидкий пластик в твердые трехмерные объекты. CAD-файл преобразуется в файл, который может распознать печатная машина, то есть формат Standard Tessellation Language (STL). 3D-принтеры SLA работают с жидким пластиком, который затвердевает после некоторого времени и образует сплошной объект. Части, построенные с использованием этой трехмерной технологии,

обычно имеют гладкие поверхности, но ее качество очень зависит от качества используемой машины SLA.

Для создания бионической руки используется Arduino UNO, платформа для прототипов с открытым исходным кодом. Эта платформа с открытым исходным кодом используется для создания проектов электроники. Arduino состоит из оборудования и программного обеспечения микроконтроллера. Микроконтроллер представляет собой программируемую печатную плату, а программная среда IDE (Integrated Development Environment) используется для написания компьютерной логики на микроконтроллере. В отличие от большинства предыдущих программируемых печатных плат, Arduino не нуждается в отдельном оборудовании для загрузки нового кода на плате. Коды можно загружать с помощью USB-кабеля. Arduino также использует упрощенную версию C ++, которая упрощает программирование. Arduino нарушает необходимость всей сложной конфигурации электронных компонентов в более простой и легкодоступный пакет [5].

Поскольку Arduino - это оборудование с открытым исходным кодом, мы можем найти разновидности плат Arduino. Рисунок 1 представляет собой Arduino Uno. Большинство Arduinos имеют большинство следующих компонентов:

• Питание (USB / Barrel Jack)

• Штырьки (5 В, 3,3 В, GND-Ground, Аналоговые, Цифровые, ШИМ-импульсы с модуляция, AREF-аналоговые ссылки)

• Кнопка сброса

• Индикатор питания

• Светодиодные индикаторы TX RX

• Основная ИС (ATmega)

• Регулятор напряжения

•

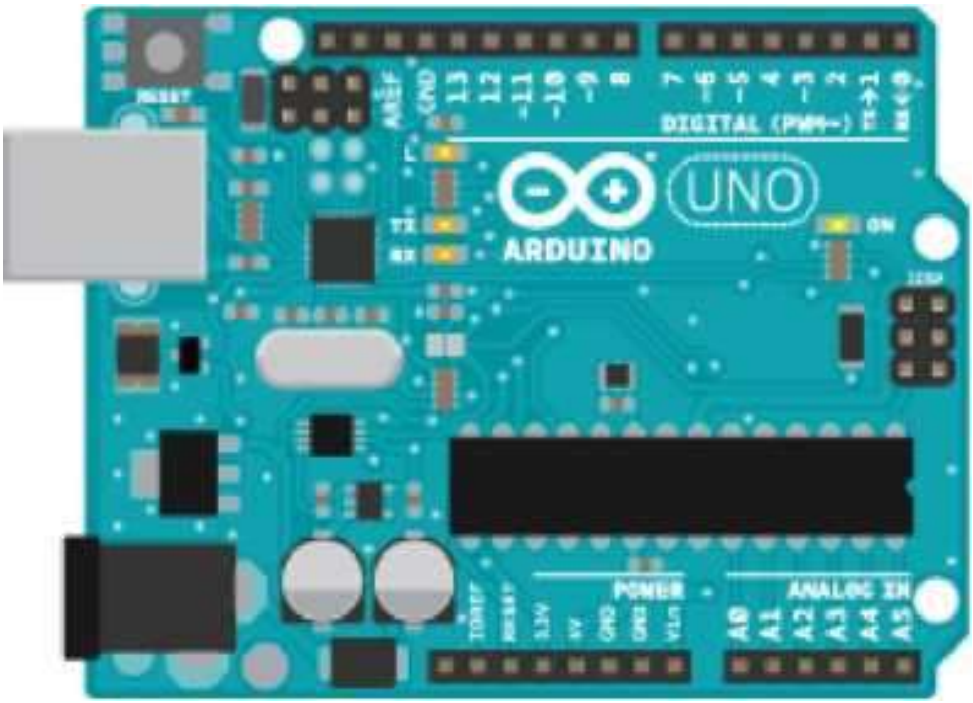


Рис. 1. Arduino Uno.

Использование сигналов электромиограммы (ЭМГ) является одним из лучших способов управлять протезной рукой по командам пользователей. Электрический потенциал, генерируемый мышечными клетками, может быть изучен, и сигналы, обнаруженные электромиограммой, могут использоваться для управления искусственной рукой [6].

Сигналы ЭМГ представляют собой биомедицинские сигналы, полученные при сокращении и расслаблении мышц. ЭМГ-сигналы собираются с поверхности кожи с помощью электродов. Сырые сигналы ЭМГ имеют адекватную информацию о деятельности мышц.

Сигналы ЭМГ имеют характеристики, которые полезны при работе с протезными устройствами.

Внутренние характеристики и структура присутствуют в сигналах ЭМГ, что позволяет прогнозировать движения пользователей. «Миоэлектрический сигнал - это электрический импульс, который вызывает сокращение мышечного волокна в теле». Значительные характеристики миоэлектрических сигналов заключаются в том, что их амплитуды составляют от 0,1 до 10 мВ, а их ширина полосы частот от 20 Гц до 500 Гц [7]. Тем не менее, миоэлектрические сигналы являются шумными, поскольку окружающие мышечные ткани усиливают нежелательный сигнал к информации. Между тем, алгоритмы могут быть разработаны для фильтрации сигналов, нормализации и устранения шума.

Как правило, миоэлектрические сигналы получают путем размещения трех электродов на коже. Два электрода помещаются для генерации разности напряжений между ними, когда происходит миоэлектрический сигнал. В то время как третий электрод помещается в нейтральную область, выход которой используется для отмены шума, который может помешать сигналу, собранному с других двух электродов. Для обработки выходного сигнала используется устройство, называемое дифференциальным усилителем. Выход усилителя имеет более высокое напряжение, и это более высокое напряжение может использоваться для управления электронными устройствами.

Движение рук протезных рук основано на совместном механизме сцепления. Когда двигатель постоянного тока вращается, стальная проволока, соединенная с катушкой, вращается вокруг катушки. Так как провод прикреплен к нижней части пальца, обмотка провода на катушке двигателя приводит к потянув пальца. Когда нижняя часть пальца вытягивается, это инициирует вытягивание верхней части, потому что соединение соединяет нижнюю часть пальца с верхней частью пальца [8]. Связывание помогает переносить тянущую силу провода на верхнюю часть пальца и помогает согнуть палец и создать прочную сильную силу, с помощью которой различные протезы и действия могут выполняться протезной рукой показанной на рисунке 2.



Рис. 2. Бионическая рука, напечатанная на 3D принтере

Кроме того, после механизма вытягивания или, можно сказать, после движения, палец должен идти в режиме расслабления или в обратном направлении. Это достигается за счет обратного движения двигателя постоянного тока. Это ослабляет провод, следовательно, помогает резиновой ленте, прикрепленной на задней стороне пальца, чтобы отвести палец в исходное положение или режим релаксации [9-10].

Более того, две из приведенных выше объединенных действий приведут к разным жестам и действиям. Для выполнения жестов требуется контролируемое движение двигателей постоянного тока. Это достигается с помощью надлежащей аппаратной конфигурации и программирования.

Заключение

Разработка прототипа бионической руки - сложный проект. Этот проект является ступенью для будущей эволюции протеза. По мере того как в мире продвигается искусственный интеллект, есть еще больше возможностей для протезирования платформы. Однако этот проект вращается только вокруг рудиментарного развития протезной руки.

Проект можно рассматривать как демонстрацию сотрудничества между более дешевыми технологиями: 3D-печать, аппаратное обеспечение с открытым исходным кодом и программное обеспечение Arduino для производства более дешевой используемой системы. Задачи проекта начинаются и продолжаются от проектирования до операции. Протезная рука запрограммирована до самого высокого предела настроенных электронных компонентов. Пользовательский интерфейс был разработан с помощью Arduino IDE, а также с использованием Visual Basic .NET. Физический интерфейс также был разработан с использованием коммутатора. Цель всех этих интерфейсов - продемонстрировать различные методы, доступные для связи с протезом, а также для удобства пользователя.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Nicholas Thayer and S.Priya. 2011, “Design and implementation of a dexterous anthropomorphic robotic typing (DART) hand”, Smart Mater. Struct.20(2011) 035010(12pp), doi:10.1088/0964-1726/20/3/035010.

[2] Cipriani, C., Zaccone, F., Stellin, G., Beccai, L., Cappiello, G., Carrozza, M.C., and Dario, P., 2006, “Closed-loop Controller for a Bio-inspired Multi-fingered Under actuated Prosthesis”, Proc. of the 2006 IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Orlando, FL, USA, May pp. 2111-2116.

[3] Hoshino, K., and Kawabuchi, I., 2006, “Dexterous robot hand with pinching function at fingertips”, Proc. of the 1st IEEE/RAS Int.Conf. on Biomedical Robotics and Biomechatronics, BioRob 06, Pisa, Italy, February 20-22.

[4] R.Borjas and W.Flores, “Developing a Human Prosthesis using a 3D printer in Honduras,” in IEEE Thirty Fifth Central American and Panama Convention (CONCAPAN XXX), Tegucigalpa, 2015.

[5] J.T.Belter, J.L.Segil, A.M.Dollar and W.F.Richard, “Mechanical design and performance specifications of anthropomorphis prosthetic hands: A review, “Journal of Rehabilitation Research & Development, vol. 50, no. 5, pp. 599-618, 2016.

[6] ANG Xin-qing, LIU Yi-wei, JIANG Li, YANG Da-peng, LI Nan, LIU Hong, HUANG Hai. Design and Control of a Coupling Mechanism-Based Prosthetic Hand. *J. Shanghai Jiaotong Univ. (Sci.)*, 2010, 15(5): 571-577

[7] Mahmoud Tavakoli *, Rafael Batista and Lucio Sgrigna. The UC Softhand: Light Weight Adaptive Bionic Hand with a Compact Twisted String Actuation System. http://www.mdpi.com/2076-0825/5/1/1/htm

[8] Mahmoud Tavakoli ∗, Baptiste Enes, Joana Santos, Lino Marques, Anibal T. de Almeida. Underactuated anthropomorphic hands: Actuation strategies for a better functionality. *Robotics and Autonomous Systems* 74 (2015) 267–282

[9] U.K. Prosthetics Services, “Upper Limb Amputations” Amputee Statistical Database for U.K.: 2005/06.

[10] M. Zecca, S. Micera, M. Carrozza, and P. Dario, “Control of multifunctional prosthetic hands by processing the electromyographic signal,”

[11] Crit. Rev. Biomed. Eng., vol. 30, no. 4–6, pp. 459–485, 2002.

[12] S. Micera, M. Carrozza, L. Beccai, F. Vecchi, and P. Dario, “Hybrid bionic systems for the replacement of hand function,” Proc. IEEE, vol.94, no. 8, pp. 1752–1762, Aug. 2006.

[13] R. Merletti, A. Holobar, and D. Farina, “Analysis of motor units with high-density surface electromyography,” J. Electromyogr. Kinesiol. vol. 18, no. 6, pp. 879–890, 2008.

[14] K. Nishihara, H. Kawai, T. Gomi, M. Terajima, and Y. Chiba, “Investigation of optimum electrode locations by using an automatized surface electromyography analysis technique,” IEEE Trans. Biomed. Eng., vol.55, no. 2, pt. 1, pp. 636–642, Feb. 2008.

[15] A. Holobar, D. Farina, M. Gazzoni, R. Merletti, and D. Zazula, “Estimating motor unit discharge patterns from high-density surface electromyogram,” Clin. Neurophysiol., vol. 120, no. 3, pp. 551–562, 2009.

Мамырбаев О.Ж., Жакупбеков Т.Е.

3D принтерде басылған қолдын биомеханикалық протезын құрастыру

Түйіндеме. Бұл мақалада протездеу қажеттілігі, протездер тарихы, протездеудің заманауи технологиялары туралы баяндалады. Бұдан басқа, осы мақалада заманауи протезге 3D басып шығару және оның болашақ мүмкіндіктері, заманауи және қымбат емес протездерде қандай жабдық қолданылғаны сипатталады. Бұл мақалада бионикалық протездерді басқару әдісі және бионикалық қолды құрастыру және құрастыру принципі туралы айтылады.

Түйінді сөздер: биомеханикалық қол, 3D басып шығару, протездеу, эмг, Arduino, 3D принтер.

Zhakupbekov T., Mamyrbaev O.

Assembly of biomechanical prosthetics hand printed on 3d printer

Summary: This article describes the need for prosthetics, the history of prostheses, modern technologies of prosthetics. In addition, this article tells about the contribution of 3D printing in the modern prosthesis and its future capabilities, what equipment is used in modern and inexpensive prostheses. This article also mentions the methods of controlling the bionic prosthesis and the principle of building and assembling a bionic arm.

Keywords: Bionic arm, Prosthesis, EMG, Arduino, 3D printer.

UDC 621.391

[1] Z.M. Abdiakhmetova, [2] Zh.M. Nurmukhanova, [3]S.T. Mukhambetzhanov
([1]al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[*]e-mail: zukhra.abdiakhmetova@gmail.com
[2]S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University,
Almaty, Kazakhstan
[3]Atyrau State University named after H. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan)

USE OF NEURAL NETWORKS FOR EARLY PRE-CLINICAL DIAGNOSTICS OF HEART DISEASES

Abstract. The main cause of death in different countries are heart diseases. Therefore, the problem of early preclinical diagnosis of these diseases at the origin is acute. ECG analysis is widely used to diagnose many cardiac diseases. Since the majority of clinically useful information in the ECG is found in the intervals and amplitudes determined by its significant points (characteristic peaks and wave boundaries), the development of accurate and reliable methods for automatic ECG delineation is a matter of great importance, especially for the analysis of long records.

This article presents an intelligent system for the interpretation of electrocardiographic signals of cardiac valves based on the wavelet transform method. The model of the neural network of wavelet packets developed by us is used. The productivity of the developed system was estimated in 2000 samples. The test results showed that this system was effective when using wavelet transform methods. The correct rate of classification was about 91 percent for abnormal and normal subjects.

The aim of the study is to develop a neural network based on the wavelet transform method for early preclinical diagnosis of diseases, and paroxysmal atrial fibrillation of the heart.

At present, the problem of processing fuzzy data, short high-frequency low-amplitude signals is difficult to solve. Since, for example, if the ECG is visually monitored, the probability of obtaining a human error is high, every 10-result is interpreted with an error. In this connection, it became necessary to search for new methods for predicting signal propagation in various directions of science.

The problems of extracting information from the electrophysiological signal that can not be obtained by visual analysis of the record, as well as the problems of automation of traditional algorithms of medical analysis are relevant in connection with the lack of research in this field [1].

Key words: machine learning, neural networks, electrocardiogram, wavelet transformation.

Introduction

An artificial neural network is a mathematical model, as well as its software or hardware implementation, built on the principle of the organization and functioning of biological neural networks - nerve cell networks of a living organism. This concept arose when studying the processes occurring in the brain, and when trying to simulate these processes. The first such attempt was the neural networks of W. McCulloch and W. Pitts. After the development of learning algorithms, the resulting models began to be used for practical purposes: in forecasting problems, for pattern recognition, in control tasks, etc. An artificial neural network is a system of connected and interacting simple processors (artificial neurons). Such processors are usually quite simple (especially in comparison with processors used in personal computers). Each processor of such a network only deals with the signals it periodically receives, and the signals it periodically sends to other processors. And, nevertheless, being connected to a suficiently large network with controlled interaction, such separately simple processors together are able to perform rather complex tasks [2].

- From the point of view of machine learning, a neural network is a special case of methods for pattern recognition, discriminant analysis, clustering methods and so on.
- From the mathematical point of view, the training of neural networks is a multi parameter problem of nonlinear optimization.
- From the point of view of cybernetics, the neural network is used in problems of adaptive control and as algorithms for robotics.
- From the point of view of the development of computer technology and programming, a neural network is a way of solving the problem of efiective parallelism.

And from the point of view of artificial intelligence, the artificial neural network is the basis of the philosophical trend of connectivism and the main direction in the structural approach to study the possibility of constructing (modeling) natural intelligence using computer algorithms. Neural networks are not programmed in the usual sense of the word, they are trained. The possibility of learning is one of the main advantages of neural networks over traditional algorithms. Technically, training is to find the coeficients of connections between neurons. In the process of learning, the neural network is able to detect complex dependencies between input data and output, and also perform generalization. This means that in case of successful learning the network will be able to return the correct result based on data that was not available in the training sample, as well as incomplete and / or "noisy partially distorted data [3].

Materials and methods

Most of the signals encountered in practice are represented in the time domain. And for most signal processing applications this view is not the best. In many cases, significant information is hidden in the frequency domain of the signal. To get the frequency representation, use the Fourier transform. The conversion formula is presented below [4-9]:

$$\widetilde{f(\omega)} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int f(x) e^{-ixt} dx \quad (1)$$

$i = \sqrt{-1}$
x – time
ω – frequency
$f(x)$ – initial signal
$\tilde{f}(\tilde{x})$– transformed signal

The method of wavelet transformation, in which the original discrete signal is decomposed into approximating and detailing values on different scales [10-14]. The wavelet transform method is based on the Fourier transform, but unlike it, thanks to this method, we were able to view the time-frequency representation of the signal.

The signal must be decomposed into sums of the product in the following form:

$$W(u,\alpha) = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \int f(t) \varphi \left(\frac{t-u}{\alpha}\right)^{*} dt \quad (2)$$

$$\varphi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-j\omega\tau} e^{-t/2\sigma^2} \quad (3)$$

where $\varphi(t)$ - mother Morlet wavelet,
$W(u,\alpha)$ – Wavelet transform,
α – scale coefficient,
u – shift coefficient,
$f(t)$ – signal.

For example, if we consider the decomposition of the level 6 signal, medium values are discarded at each level and the detail values are remembered, at the very last level we have an average of level 6 and all the details of the previous levels [15].

For the experience, we studied the results of ECG images of 5300 patients from January 2017 to December 2017. P wave extension is associated with relapses of atrial fibrillation. Other studies have emphasized the importance of studying the morphology of P-waves, in predicting the recurrence of atrial fibrillation. Of these, 1100 patients had the first episode, and 1200 had a relapse episode of atrial fibrillation. Patients were observed for 12 months and classified into three groups, depending on the number of relapses of atrial fibrillation per year according Figure 1:

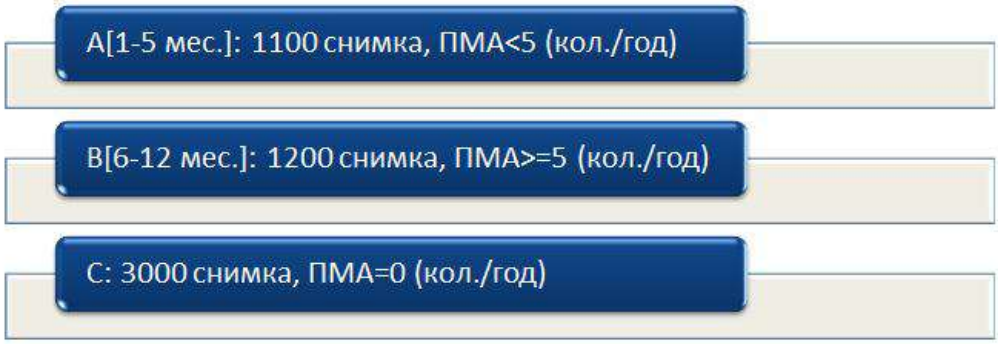


Figure 1. Study groups

As a result of training, the neural network showed the following results – the network learned to recognize the disease, but in the early stages of its emergence to identify some signs was not able to. The application of the wavelet transform method distributed the group with early signs of the disease to the group of patients as in Figure 2:

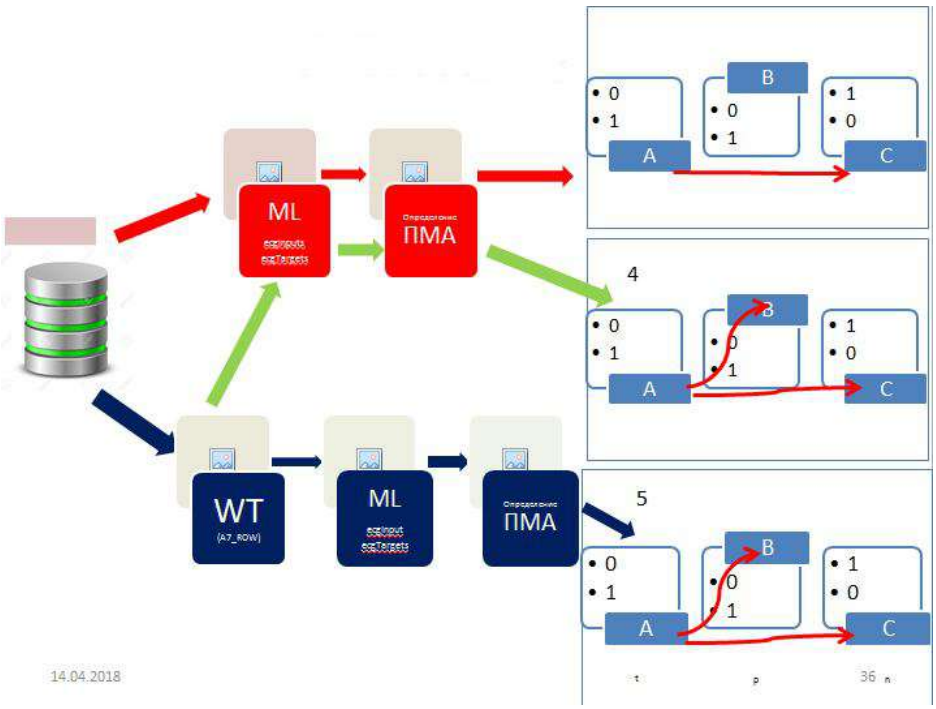


Figure 2. Model of data processing

The neural network was trained based on 70 percent of the data from this database, 15 percent for validation, and the remaining 15 percent for network testing and the result of training on Figure 3:

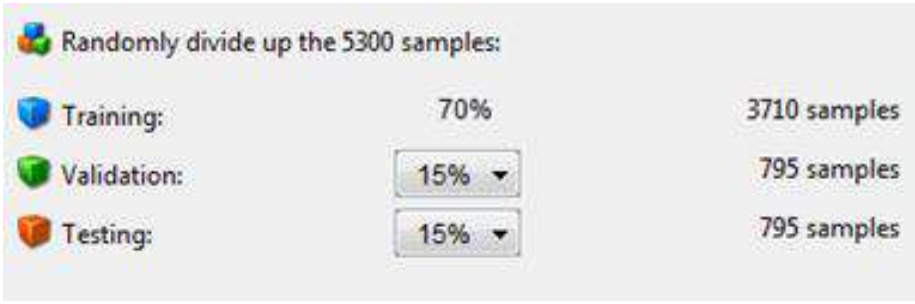


Figure 3. Learning process

Main results

The accuracy of the algorithm is defined by the classical concept of confusion matrix [16] on Figure 4:

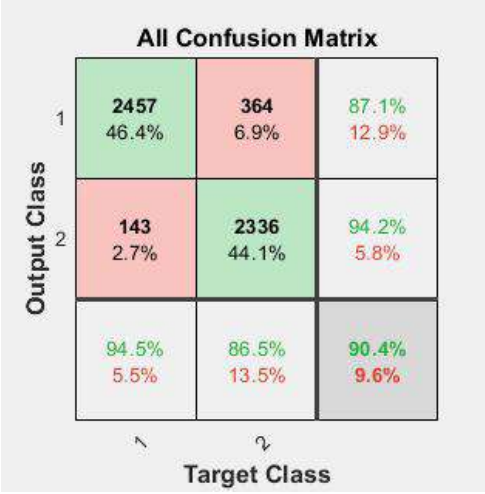


Figure 4. Accuracy of the algorithm

TP - the experiment considers that the proof refers to class 0, and the algorithm also FP - experiment 1, algorithm 0. FN-experiment 0, algorithm 1. On the basis of this matrix, the precision was taken by 2000 data of ECG on the contiguity schedule, the accuracy was 0.904.

Conclusion

An algorithm for digital data processing based on the wavelet transform method is developed;
Software modules have been developed for applying wavelet analysis to electrocardiogram (ECG) data;
A software module was developed and implemented to solve the main problems based on the built and trained neural network.

REFERENCES

[1] Chazov M. Guide to Cardiology in four volumes. Practice - 2014.
[2] Dobesi I. Ten lectures on wavelets. Izhevsk. - 2001. - P.464.
[3] www.wikipedia.org/wiki
[4] Gautam Apoorv, Maninder Kaur ECG Analysis using Continuous Wavelet Transform (CWT). // IOSR Journal of Engineering. -2012. -Vol.2(4), - P. 632-635.
[5] Grigoriev D.S., Spitsyn V.G. The application of a neural network and discrete wavelet transform for the analysis and classification of electrocardiograms // Proceedings of Tomsk Polytechnic University. - 2012. Vol.321, - P. 57-61.
[6] Hafizah H.,Lai L., Fatt Eficient ECG Signal Classification Using Sparsely Connected Radial basis Function Neural Network // 6th WSEAS International Conference on Circuits systems, Electorics,control and signal processing,Cairo,Egypt, 2007, PP.412-416.
[7] Ivanko E.O. , Ivanushkina N.G.,Synecop Yu.S. Multi-level analysis of electrocardiograms for the detection of late atrial potentials //Electronics and communications. - 2009. Vol.2, - P. 160-164.
[8] Kamel Hussein Rahoum, Rabab Hamed Muhammad, Hesham Fathi Ali Hamed, Mona Abdel Baset Abo-Eldahaâ Heart Diseases Detection Based on Analysis and Diagnosis of Electrocardiogram Using Wavelet Transform and Prediction of Future Complications // Clinical Medicine Journal. Vol. 3, No. 3, 2017, P.15-24. 15-29
[9] Krug P.G. Neironnye seti i komputery // Moscow. fi MEI. fi 2002. fi P.176.
[10] Monakhova O.A Chislennyy metod obrabotki elektrokardiosignalov na osnove veyvletnykh preobrazovaniy: dissertatsiya ... kandidata fiziko-matematicheskikh nauk : 05.13.18 - Saratov, 2009 - 152 c.
[11] Open MIT ECG Database 2012. - http://www.physionet. org/cgi-bin/atm/ATM (date of the application 14.11.2017).
[12] Rob MacLeod, Brian Birchler ECG Measurement and Analysis //Electronics and communications. - 2014.

[13] Richard S. Sutton, Andrew G. Barto Reinforcement Learning: An Introduction The MIT Press Cambridge, Ìassachusetts London, England 2015.

[14] Sasikala P., R.S.D. WahidaBanu Extraction of P wave and T wave in Electrocardiogram using Wavelet Transform // International Journal of Computer Science and Information Technologies. - 2011. Vol.2(1), - P. 489-493.

[15] K.Venkata Lakshmi Narayana Wavelet based QRS detection in ECG using MATLAB //Innovative Systems Design and Engineering. - 2011. Vol.2, - P. 60-69.

Абдиахметова З.М.,Нурмуханова Ж.М., Мухамбетжанов С.Т.

Use of neural networks for early pre-clinical diagnostics of heart diseases

Түйіндеме. Бұл мақалада вейвлет түрлендіруі әдісіне негізделген жүрек қалқаншаларының электрокардиографиялық сигналдарын түсіндірудің зияткерлік жүйесі келтірілген. Біз әзірлеген вейвлет пакеттердің нейрондық желісінің моделі қолданылады. Құрылған жүйенің өнімділігі 5300 үлгі негізінде бағаланды. Сынақ нәтижелері бұл жүйенің вейвлет түрлендіруі әдістерін қолданғанда тиімді екендігін көрсетті. Қалыпты және қалыпты емес тақырыптар бойынша дұрыс жіктеу коэффициенті шамамен 91 пайызды құрады.

Түйінді сөздер: машиналық оқыту, нейрондық желілер, электрокардиограмма, вейвлет түрлендіруі.

Абдиахметова З.М.,Нурмуханова Ж.М., Мухамбетжанов С.Т.

Use of neural networks for early pre-clinical diagnostics of heart diseases

Резюме. В этой статье представлена интеллектуальная система для интерпретации электрокардиографических сигналов сердечных клапанов на основе метода вейвлет-преобразования. Используется модель нейронной сети вейвлет-пакетов, разработанная нами. Производительность разработанной системы оценивалась на 5300 образцах. Результаты испытаний показали, что эта система эффективна при использовании методов вейвлет-преобразования. Правильная скорость классификации составляла около 91% для ненормальных и нормальных объектов.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронные сети, электрокардиограмма, вейвлет-преобразование.

УДК 004.4

S.B. Rakhmetulayeva, D.B Ashimbekova, A.B .Nurgalym, M.M,Kalapbergen
(International University of Information Technologies,
Kazakhstan, Almaty, ssrakhmetulayeva@gmail.com)

DEVELOPMENT OF CORRECTION-DEVELOPING GAMES ON THE UNREAL ENGINE FOR THE CHILDREN WITH VIOLATION

Abstract. Analysis of eye diseases, comparing them with the results of statistical data of international agencies, medical research, materials of eye institutes made it possible to obtain data for the development of corrective-developing games for children with visual impairment.

Key words: eye diseases, vision, correction, training of the visual apparatus, UnrealEngine.

С.Б.Рахметулаева, Д.Б.Ашимбекова, А.Б. Нургалым, М.М.,Калапберген
(Международный университет информационных технологий,
Казахстан, г.Алматы, ssrakhmetulayeva@gmail.com)

РАЗРАБОТКА КОРРЕКЦИОННО-РАЗВИВАЮЩИХСЯ ИГР НА ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE ДЛЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ ЗРЕНИЯ

Аннотация Анализ глазных заболеваний, сопоставление их с результатами статистических данных международных агентств, медицинскими исследованиями, материалами глазных институтов позволили получить данные для разработки коррекционно-развивающие игры для детей с нарушением зрения.

Ключевые слова: заболевания глаз, зрение, коррекция, тренировки зрительного аппарата, UnrealEngine.

Заболевания глаз у детей занимают третье место среди самых распространенных болезней школьников. Они причиняют массу неудобств, ограничивают деятельность ребенка и могут приносить ущерб здоровью. Своевременное диагностирование заболевания является залогом успеха в лечении. Существует множество процедур для профилактики и лечения глазных заболеваний, требую-

щих затрат. В данной статье мы опишем программу коррекционно-развивающих работ для детей с нарушениями зрения, которую мы предлагаем как вспомогательное средство для работы с нарушениями работы глаз. Программа находиться в процессе разработки и в будущем будет доступна для каждого и будет совершенно бесплатной. Программное обеспечение будет нацелено на улучшение зрения с помощью специальных упражнений, стимуляцию работы глазодвигательных мышц и лечение определенных нарушений зрения ребенка. Ежедневное пользование этими советами поможет улучшить зрение ребенка и предотвратит появление ухудшений.

Основываясь на информации полученной с Международного агентства по профилактике слепоты, около двести девяносто миллионов людей имеют проблемы со зрением, из которых двадцать миллионов – дети. В восьмидесяти процентов случаев заболеваний глаз есть возможность полного восстановления. Статистика показывает, что у двенадцати миллионов детей нарушения зрения легко диагностируемые и поддаются лечению. Полтора миллиона детей имеют полную слепоту. За последние двадцать лет лечение и профилактика болезней глаз существенно улучшилась во многих странах. В Казахстане ежегодно к офтальмологам обращается приблизительно один миллион жителей. Проблемы со зрением имеют даже новорожденные дети. полная потеря зрения грозит детям, рожденным раньше срока, так как именно у них часто развивается ретинопатия недоношенных. Именно это заболевание занимает первое место среди причин инвалидности по зрению у детей. Учитывая, что в Казахстане ежегодно рождается порядка 22 тысяч недоношенных детей и у 24% из них развивается этот серьезный недуг, вопрос должен решаться системно. Причинами глазных заболеваний могут выступать различные факторы (см. Рисунок 1).



Рис. 1. Проблемы нарушения зрения у детей*
* П р и м е ч а н и е: рисунок разработан авторами.

Если у вас в семье есть родственники, имеющий офтальмологические проблемы, уделить особое внимание вашим детям. Многие отклонения зрения передаются ребенку наследственным путем. Главное провести раннюю диагностику и предпринять своевременное лечение, иначе последствия могут быть неутешительными[4].

Также в Казахстане распространена глаукома. Количество больных этим заболеванием составляет около 100 тысяч человек. Глаукома занимает второе место среди причин первичной инвалидности по зрению. Так как заболевание протекает бессимптомно, в пятидесяти процентах случаев диагностируют его в запущенной стадии[4].

В Казахстане каждый десятый подросток и каждый пятый ребенок болен миопией. Данное заболевание чаще встречается у детей с близорукостью. Процент детей, страдающих миопией растет с каждым годом. Данное заболевание сейчас распространено во всем мире, и связано это с развитием школьной близорукости. Заболевания глаз проявляются так же из-за воздействия генетических факторов на органы зрения. Использование компьютеров, мобильных телефонов, планшетов и ноутбуков наносит существенный ущерб зрению, в результате чего приводит к близорукости. К концу старших классов зрение ухудшается в десять раз, нежели было при поступлении в школу[1,4].

Существует множество заболеваний глаз, как врожденных так и приобретенных. Именно детям, рожденным раньше положенного срока, грозит полная потеря зрения, которая связана с развитием ретинопатиинедоношенных. В Казахстане ежегодно рождается около двадцать тысяч недоношенных детей, и у четверти из них развивается данный недуг. Для предотвращения серьезных проблем со зрением в дальнейшем малышам требуется лазерное лечение. В основном у детей чаще встречаются такие врожденные патологии как: врожденная глаукома ,врожденная катаракта, нистагм,косоглазие , ретинопатия у недоношенных и птоз. Такие дети находятся под присмотром окулиста на протяжении четырех месяцев после рождения.У детей дошкольного возраста: амблиопия, дальнозоркость, близорукость, астигматизм. Большинство болезней зрительного аппарата проявляются и развиваются в школьном возрасте, так как в этот период возникает постепенно увеличивающаяся нагрузка на глаза. В школьном возрасте особенно важно следить за качеством зрения и делать расслабляющие упражнения. Обязательным являются плановые посещения школьного окулиста. Чаще всего у детей школьного возраста встречаются болезни как: нарушение бинокулярного зрения, снижение конвергенции, нарушение аккомодации[3].

В Казахстане существует офтальмологическая помощь для детей с проблемами зрительного аппарата, которая заключается в организации специализированных кабинетов, которые выполняю следующие функции[2, 5, 6] : профилактический осмотр детей дошкольных и школьных учреждений, выявление отклонений и патологий зрения и направление больных в офтальмологические заведения для дальнейшего лечения. Также идет внедрение новых профилактических и диагностических методов, лечение и реабилитация пациентов с нарушениями зрения.Существует глазной кабинет специализированных школьных и дошкольных заведений который ведет наблюдение за зрительными показателями детей, лечение детей для сохранения их зрительных функций, при необходимости – направление на стационарное лечение[2,3].

Не у всех есть возможность воспользоваться платными обучающими услугами для коррекции и тренировки зрительного аппарата. Мы предлагаем вам воспользоваться бесплатной программой обеспечения коррекционно-развивающей работы, разработанной специально для детей с нарушенным зрением. Целями данной программы являются специальные упражнения, которые помогут снять зрительное напряжение, избавить от тяжести в глазах, улучшить кровообращение. Также упражнения способствуют стимуляции работы глазодвигательных мышц и лечению определенных нарушений зрения. Вы получите доступ к различным профессиональным упражнениям и гимнастике глаз, а также упражнениям в аудио формате и упражнениям на время. Наша программа нацелена на улучшение зрения детей разной возрастной категории, обучении самостоятельно выполнять профилактические упражнения[2, 5, 6].

Программное обеспечение разработано в виде игры для того что бы разнообразить процесс лечения и сделать его интересным для малого поколения. Игра состоит из четырех уровней каждый уровень предназначен для определенной патологии глаза.Для создания используется движок UnrealEngine 4который разработан на языке C++. Система BlueprintsVisualScripting в UnrealEngine – это полноценная система написания скриптов геймплея, в основу которой положена концепция использования интерфейса узлового типа, позволяющая создавать элементы геймплея прямо в Unreal-редакторе. Как и многие распространённые языки скриптования, он используется для определения

объектно-ориентированные (ОО) классы или объекты в движке (см. Рисунок 2). Движок позволяет создавать игры для многих операционных систем и платформ, и это его основной плюс. Помимо выше перечисленного у него есть собственный веб-плагин. с 2015 года этот движок является полностью бесплатен и есть свободный доступ к market place и к его обновлениям.

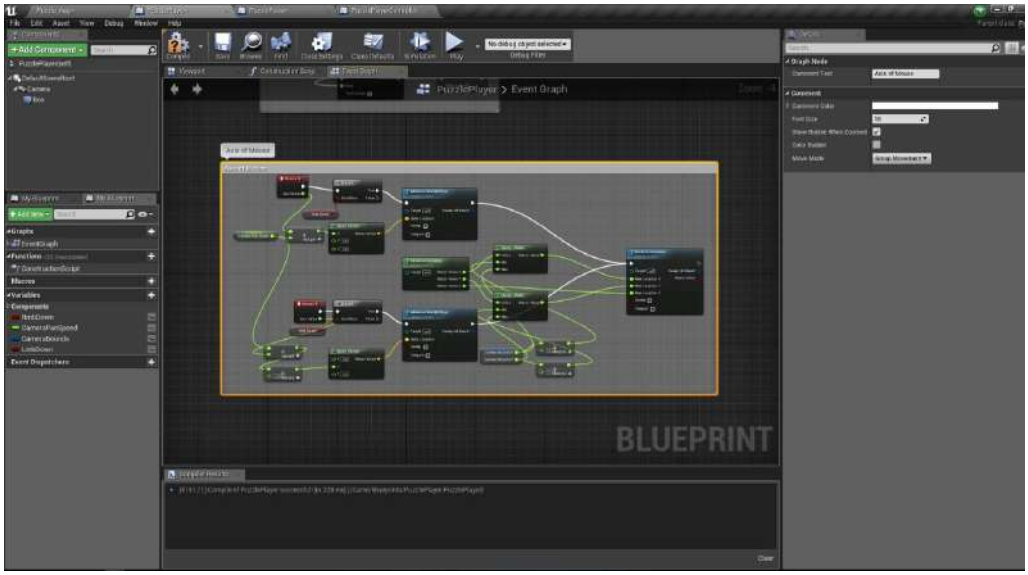


Рис. 2. Редактор Blueprint*
* П р и м е ч а н и е: рисунок разработан авторами.

Игра состоит из четырех уровней каждый уровень предназначен для определенной патологии глаза.

В игре доминируют такие сочетания цветов как желтый, красный и фиолетовый. Эти цвета лучше воспринимаются сетчаткой глаза во время лечения. Игра заключается в составлении пазлов и улучшению зрения посредством ориентации в пространстве. Таким образом путём манипуляций с фигурами и различными предметами идет хорошая тренировка глазодвигательных мышц . Для управления используется курсор мыши. В игровом процессе используются детали и цвета спектра различимого больному глазу. Привлечение детей к этой игре заключается в различных манипуляциях с красивыми и цветными, принятыми глазу фигурами. Основной игровой процесс заключается в плавном перемещении фигур по экрану с целью распознавания цветов и последующей вставкой их в ячейки нужных соответствующих цветов. Так же есть второй уровень который заключается в запоминании цветов и последовательным нажатиям нужных кнопок. На каждый уровень отводиться определенное время которое дозволено пациенту, это делается для того что бы не переутомить глаз, игра не предназначена для детей болеющих эпилепсией. Такие пациенты могут использовать такого рода упражнения только в присутствии лечащего врача.

Для того, чтобы вовремя диагностировать и не запустить заболевание глаз у вашего ребенка, обращайте внимание с раннего детства на его жалобы. Если болезнь протекает бессимптомно и ваш ребенок не жалуется на дискомфорт в глазах, посещайте офтальмологические кабинеты для диагностики и профилактики болезни. В случае выявления какого либо заболевания, незамедлительно приступайте к лечению и выполнению всех прописанных вам упражнений. Не забывайте, что даже самое безобидное отклонение зрительного аппарата может привести к непоправимым осложнениям.

Следуйте простым рекомендациям для поддержания зрения с раннего возраста ребенка. Контролируйте питание ребенка, так как недостаток витаминов и микроэлементов в организме способен привести к нарушению и ухудшению зрения. Приучайте ребенка вести здоровый образ жизни, много находиться на свежем воздухе. Защищайте глаза, находясь на солнце, при работе за компьютером или длительном чтении. Соблюдения правил личной гигиены также является важным аспектом в заботе о зрении. Существует множество инфекционных заболеваний, способных навредить вашему зрению. Делайте расслабляющие и укрепляющие упражнения для глаз, массаж. Придерживаясь данных рекомендаций, ваш ребенок сможет сохранить хорошее зрение в течении жизни.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Journal of Mobile Technology in Medicine. Mobile Virtual Reality for Ophthalmic Image Display and Diagnosis [Электронныйресурс]. – URL: www. eyeinst.kz (датаобращения: 12.02.2018).

[2] Nikola Herbison, Isabel M Ash, Daisy Mackeith, Anthony Vivian, Jonathan H Ourdy, ApostolosFakis, Sue V Cobb, Trish Hepburn, Richard M Eastgate and Richard M Gregson, 2015. Interactive stereo games to improve vision in children with amblyopia using dichoptic stimulation IS&T/SPIE Electronic Imaging.

[3] Review of Ophthalmology. Virtual reality: A New Frontier in Eye Care? [Электронныйресурс]. – URL:www.reviewofophthalmology.com (датаобращения: 11.02.2018).

[4] SurveyofOphthalmology. Virtual Reality in Ophthalmology Training [Электронныйресурс]. – URL: www.surveyophthalmol.com (датаобращения: 10.02.2018).

[5] Quartz. Seeing clearly: an entrepreneur is using virtual-reality headsets to try to cure vision disorders [Электронныйресурс]. – URL: www.qz.com (датаобращения: 10.02.2018).

[6] Джонатан Линовес, пер. с англ./Р.Н.Рагимова, Виртуальная реальность в Unity. – Мск.:ДМК ПРЕСС, 2016

[7] Dragon Age. Мир Тедаса. Том 1. - М.: Dark Horse, Белый Единорог, 2013. - 184 с.

[8] О'Брайен, С. Minecraft. Полное и исчерпывающее руководство / С. О'Брайен. - М.: Эксмо, **2016**. - 304 с.

[9] Хокинг, Джозеф Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Джозеф Хокинг. - М.: Питер, 2016. - 336 с.

[10] Робинсон, Мартин Мир игры Dead Space / Мартин Робинсон. - М.: Фантастика Книжный Клуб, 2015. - 192 с.

[11] Жарков, В. А. DirectX 10 под управлением Visual Basic 2007 для карманных компьютеров и коммуникаторов в трехмерных приложениях и играх (+ CD-ROM) / В.А. Жарков. - М.: Жарков Пресс, **2013**. - 504 с.

[12] Блейк, Дж. Харрис Консольные войны. Sega, Nintendo и битва определившая целое поколение / Блейк Дж. Харрис. - М.: Белое яблоко, 2015. - 592 с.

[13] Final Fantasy VII, VIII, IX (комплект из 3 книг). - М.: Дорлинг Киндерсли, **2013.** - 720 с.

[14] Глазные болезни. Учебник для студентов медицинских ВУЗов. С.Н.Федоров, Н.С.Ярцева, А.О.Исманкулов. Москва, 2005

[15] Глазные болезни. Учебная литература для студентов медицинских вузов. Под редакцией В.Г.Копаевой. Москва «Медицина», 2002.

Рахметулаева С.Б., Ашимбекова Д.Б., Нургалым А.Б., Калапберген М.М.

Unreal engine көмегимен көру қабілеті бұзылған балаларға арналған дамыту ойынды әзірлеу

Түйіндеме. Көз ауруларын салыстыру, олардың нәтижелерімен статистикалық деректерді халықаралық агенттіктердің медициналық зерттеулермен, материалдармен көз институттарының мүмкіндік берді деректерді әзірлеу үшін түзету-дамыту ойындары көру қабілеті бұзылған балаларға арналған.

Түйін сөздер:көз аурулары, көру, түзету, жаттығулар көру аппараты, UnrealEngine.

Rakhmetulayeva S.B., Ashimbekova D.B., Nurgalym A.B., Kalapbergen M.M.

Development of correction-developing games on the unreal engine for the children with violation

Summary. Analysis of eye diseases, comparing them with the results of statistical data of international agencies, medical research, materials of eye institutes made it possible to obtain data for the development of corrective-developing games for children with visual impairment.

Key words: eye diseases, vision, correction, training of the visual apparatus, UnrealEngine.

УДК 528.852

R. R. Mussabayev, T. Turdalykyzy

(ҚР БҒМ Ақпараттық және есептеу технологиялар институты,
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: t_tolganai@inbox.ru)

THE ISSUE, METHODS AND TECHNIQUES OF CLUSTER ANALYSIS

Abstract: To date, cluster analysis is a dynamically developing field. Since cluster analysis has more than a hundred algorithms, it has the advantage of conducting analyzes in many fields of science. It is also used in medecine, in economics, etc. At the moment, showing quick and more accurate results, clustering further widens the field of application in modern life.

Р.Р. Мусабаев, Т.Тұрдалықызы
(ҚР БҒМ Ақпараттық және есептеу технологиялар институты,
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: t_tolganai@inbox.ru)

КЛАСТЕРЛІК ТАЛДАУДЫҢ МӘНІ, ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ТӘСІЛДЕМЕЛЕРІ

Аннотация: Мақалада кластерлік талдаудың жұмыс істеу принципі қандай екендігі жайында, кластерлерлеу әдістері, кластерлік талдау мәселесіне қолданылатын тәсілдемелердің түрлері туралы айтылған. Кластерлік талдаудың иреархиялық және иреархиялық емес әдістері жайында қысқаша шолу жасалынды. Сондайақ, кластерлік талдауды әр салада қолдану кезінде анықталған артықшылықтары мен олардың кемшіліктері жөнінде әңгімеленді.

Түйін сөздер: кластерлер, классификация, статистика, кластерлік талдау әдістері, иериархиялық

Статистикалық зерттеулерде алғашқы деректерді топтастыру классифи-кациялау есептерін шығарудың негізгі әдісі болып табылады, ал ол барлық жинақы ақпаратпен одан әрі жұмыс істеудің негізі болатынын білдіреді.

Дәстүрлі түрде бұл есеп келесі әдіспен шешіледі. Объектіні суреттейтін көпшілік белгілерден, зерттеушінің көзқарасы бойынша ең ақпараттандырыл-ғанның бірі ғана сұрыпталынады, және бұл белгінің мағынасына сәйкес топтау жасалынады.

Егер бір-бірінің арасында маңыздылық дәрежесіне сәйкес іріктелген, бірнеше белгі бойынша классификация жүргізу талап етілсе, онда ең алдымен бірінші белгі бойынша классификациялау жүргізіледі, кейін алынған класстардың әрқайсысы екінші белгі бойынша төменгі класстарға бөлінеді, және т.б. осындай әдіспен құрамдастырылған статистикалық топтастырулар-дың көпшілігі құрылады.

Классификация

Классификациялық белгілерін реттеу мүмкін болмаған жағдайларда, көп өлшемді классификациялаудың ең оңай, бастапқы белгілерінен функционалды тәуелді, осы көрсеткіш бойынша кейінгі классификацияланған - интегралдық көрсеткіш (индекс) құру әдіс қолданылады.

Осы тәсілдің дамуына факторлық талдау әдісі көмегімен алынған, бірнеше жалпылауыш көрсеткіші (негізгі құрауыш) бойынша классификациялау нұсқасы негіз болады.

Бірнеше белгілер бар болғанда классификациялық есеп кластерлік талдау әдісімен шығарылуы мүмкін, ол басқа көп өлшемді әдістерден үйретуші іріктеменің болмауымен, яғни X векторы болып есептелінетін негізгі жиынтықты үлестіру туралы априорлы ақпараттың болмауымен ажыратылады.

Классификациялық есептерді шешу үлгілерінің бір-бірлерінен айырма-шылығы көбіне «ұқсастық» және «ұқсастық дәрежесі» деген ұғымдарды қалай түсінетіндермен анықталады.

Жұмыстың мақсаты қисынға келтірілген соң, сапа белгісін, әр түрлі классификациялық үлгілерді салыстурыға мүмкіндік беретін, мақсатты атқарымды анықтауға әрекеттеніп көру керек.

Экономикалық зерттеулерде мақсатты атқарым, әдеттегідей, бір параметрін ықшамдау керек, көптеген объектерде айқындалған (мысалы, жабдық классификациясының мақсаты - уақыт пен жөндеу жұмыстарына арналған қаражат шығындар жиынтығын ықшамдайтын, топтастыру болуы мүмкін).

Есептің мақсатын нысандандыруға болмаған жағдайларда, классифика-цияның сапалық үлгісі болып мағыналық болып табылған топтарды түсіндіру мүмкіндігі бола алады.

Келесі есепті қарастырайық. n объектердің жиынтығы зерттелінсін, әрқайсысы k бойынша сипаттынатын X белгісімен өлшенген.

Бұл жиынтықты, біртекті топтарға (сыныптарға) бөлу керек. Сонымен бірге класстардың ішіндегі X-тің бөлуді өлшеу сипаты туралы априорлы ақпарат іс жүзінде жоқ болады.

Бөлу нәтижесінде алынған топтар әдетте кластерлер деп аталады, сонымен қатар таксондарнемесе бейнелер.

Кластелердің әдістерін табуды кластер-талдау (санды таксономияға немесе бейнелерді танып білу мен өз бетімен үйренуге сәйкес) деп атайды. Ең әуелі классификациялық есептің екеуінің қайсысы шешілуге тиіс екенің айқын анықтау қажет. Егер кәдімгі типтеу есебі шығарылса, онда сондай бір аймақ элементтері мүмкіндігінше бір-бірінен аз қашықтықта болу үшін бақылау жиынтығын біршама қысқа сандық топтастыру аймағына бөледі (мысалы, бір мезгілді бақылау кезінде интервалды вариациялық қатар).

Басқа типтеу есептің шығарылуы, бастапқы бақылаулардың, бір-бірінен біршама қашықтықта

жатқан, анық көрінген кластерлерлерге табиғи жіктелуін анықтау болып табылады [1].

Егер бірінші типтеу есебінің шешімі әрқашан бар болса, онда екінші қойылуда көптеген бастапқы бақылаулар кластерлерге табиғи жіктелуді таппауы мүмкін, яғни бір кластерді ғана құрайды.

Көптеген кластерлік талдаулар әдістерінің қарапайымдылығына қарамастан, кластерлік талдаудың қолданылуы тек 80-ші жылдарда, есептеу техникасының пайда болуымен және дамуымен ғана мүмкін болды. Бұл кластерлерді іздеу есебін тиімді шығару үшін көптеген арифметикалық және логикалық операцияларды талап етумен түсіндіріледі.

Тәсілдемелер

Кластерлік талдау мәселесіне үш түрлі тәсілдемені қарастырайық: эвристикалық, экстремалды және статистикалық.

Эвристикалық тәсілдеме зерттелінетін құбылыстың, түрлі шешімдерді салыстыру белгісінің формалды модельдің болмауымен ерекшеленеді. Оның негізі болып интуитивтік ойлаудан құрылған, алгоритм саналады.

Экстремалды тәсілдемеде де бастапқы модель тұжырымдалмайды, тек кластерлерге бөлудің сапасын айқындаушы белгі ғана тапсырылады. Егер зерттеу мақсаты нақты анықталған жағдайда, осындай тәсілдеме өте тиімді болып саналады. Осы жағдайда бөлінудің сапасы мақсаттың орындалуының тиімділігіне сәйкес өлшене алады.

Статистикалық тәсілдемеде кластерлік талдау есебінің шешімі болып, зерттелініп отырған үдерістің ықтималдылық үлгісі болып табылады. Статистикалық тәсілдеме кластерлік талдаумен байланысты мәселелердің теориялық зерттеулерінде тиімді болады. Сонымен қатар, ол кластерлік талдау нәтижелерін жаңғыртумен байланысты есептерді қоюға мүмкіндік береді. Бастапқы деректердің ұсыну нысандарын және жақындық өлшемдерін анықтауды қарастырайық.

Әр жолы қаралатын белгінің зерртеу объектінің өлшем нәтижесін (k) көрсететін, кластерлік талдау есептерінде бастапқы деректерді ұсынуда, әдетте тікбұрышты кесте қолданылады:

$$X = \begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{matrix}$$

Нақтылы жағдайларда объектілерді топтау, сонымен қатар белгілерді топтау да, назарды ұсына алулары мүмкін. Осы екі есептердің арасындағы айырмашылық мардымсыз болған жағдайларда, мысалы кейбір алгоритмдерді сипаттағанда, біз тек «объект» терминің ғана пайдаланамыз, бірақ осында біз «белгі» ұғымын да түсінеміз.

Х матрицасына кіретін есептік мәндер, айнымалылардың үш түріне сәйкес келеді: есептік, дәрежелік және сапалық. Есептік айнымалылар тәртіптілік қасиетімен ерекшеленеді және олардың үстінен арифметикалық операцияларды жүргізуге болады. Дәрежелік айнымалылардың мәні де тәртіпке келтірілген және оларды натурал сандармен нөмірлеп шығуға болады. Бірақ та, осы сандарды арифметикалық операцияларда қолдану орынсыз болып табылады. Сапалық деп, екі (дихотомды) не одан да көп мағынаға ие бола алатын айнымалыларды айтамыз. Осы мағынаға сапалық айнымалы мәнінің қандай да бір тәртіптілігін қамтып көрсетпейтініне сәйкес, кейбір сандарды да қоюға болады. Екі мәнің де (әдеттегідей, олар 0 және 1 сандарымен белгіленеді) ретке келтірілген деп санауға болатын, дихотомды айнымалылар ғана ерекшекшеленеді.

Бастапқы деректер кестесінің айнымалылардың бір түріне сәйкес болғаны жөн. Олай болмаса, айнымалылардың әртүрлі түрлерін айнымалылардың бір түріне келтіруге тырысады. Мысалы, барлық айнымалыларды келесі рәсімді қолданып дихотомдық айнымалыларға келтіруге болады, бұл үшін сандық айнымалыларды рангтік айнымалыларға көшіреді, бұл үшін сандық айнымалының шамаларының аймақтарын аралықтарға бөледі, содан соң осы аралықтар натурал қатар сандарымен нөмірленеді. Рангтік айнымалылар, егер олардың шамаларының реттілігін ескермеген жағдайда, автоматты түрде сапалық айнымалыларға айналады. Сандық айнымалыларға келер болсақ, оның мүмкін шамаларының әрқайсысына дихотомдық айнымалыны сәйкестендіру керек болады, ол, егер сапалық айнымалы осы шаманы қабылдаса, 1-ге тең болады, ал олай болмаса, 0-ге тең болады.

Бастапқы деректерді жазу үлгісі, оларды бір түрге келтіру, деректердің тек бір бөлігін қолдану мүмкіндігі және т.б. классификация есептерін шешуге арналған есептеу кешенінің іс жүзіндегі тиімділігін бағалау кезінде белгілі бір маңызға ие болатынын атап өтейік.

Х матрицасы бастапқы деректерді кластерлік талдау есептерінде көрсетудің жалғыз тәсілі емес. Кейде бастапқы ақпарат квадрат матрица түрінде беріледі

$$R= (r_{ij}),\ ij = 1, 2, \ldots, k,$$

Оның *r_ij* элементі *i*-ші нысанның *j*-ші нысанға жақындық дәрежесін анықтайды.

Кластерлік талдау алгоритмдерінің көпшілігі толығымен арақашықтық (немесе жақындық) матрицасынан шығады немесе оның жекелеген элементтерін есептеуді қажет етеді, сондықтан, егер деректер Х түрінде берілсе, кластерлерді іздеу есебін шешудің бірінші кезеңі нысандардың немесе белгілердің арасындағы арақашықтықты немесе жақындықты есептеу тәсілін таңдау болады (осы тұрғыда нысандар мен белгілердің арасындағы айырмашылық едәуір болады).

Белгілердің арасындағы жақындық салыстырмалы түрде жеңіл анықталады. Әдетте, белгілерді кластерлік талдаудың мақсаты факторлық талдау мақсатымен бірдей – зерттелетін нысандардың белгілі бір тұсын бейнелейтін, бір-бірімен байланысқан белгілердің топтарын бөліп алу. Осы жағдайда, жақындық өлшемдері ретінде байланыстың әртүрлі статистикалық коэффициенттері қызмет етеді.

Егер белгілер сандық болса, әдеттегі жұптық таңдамалы *r_ij,i,j = 1,2,...,k.* корреляция коэффициенттерін бағалауларды қолдануға болады. Алайда корреляция коэффициенті тек сызықтық байланысты өлшейді, сондықтан егер байланыс сызықтық емес болса, корреляциялық қатынасты қолданған жөн немесе белгілер шәкілін тиісті түрде түрлендірген жөн.

Сонымен қатар, рангтік, сандық және дихотомдық айнымалыларға анықталған байланыстың әртүрлі коэффициенттері бар.

Кластерлік талдау көптеген ғылыми зерттеулердің негізі болып табылады. Оны жүргізу кезінде автор талдау әдісін таңдау керек. Зерттеу объектісіне сегменттеу жүргізіп және шешімнің нәтижесін статикалық өзектілігін тексеру қажет. Кластерлік талдау жүргізуге арналған көптеген программалар бар.

Экономикалық әдебиеттерде кластерлік талдаудың көптеген анықтамалары бар, бірақ олардың бәрі математикалық әдістер тұтастығы болып табылады [2].

Кластерлік талдау кеңейтілген міндеттер спектірін шешу үшін қолданылады, алайда, көбінесе сегменттеу міндетінде қолданылады. Қандай әдісті қолдансақ та, сегменттеу мәселесіне арналған барлық зерттеулер тұрақты топтарды анықтауға мақсатталған.

Көптеген басқа копөлшемді талдау әдістеріне қарағанда, кластерлік талдау бірнеше салаларда паралельді түрде дамып отырды. Сол себепті, көптеген әдістерде екі немесе одан да көп атаулары бар. Бұл зерттеушілердің түсінуін айтарлықтай қиындатады, әсіресе, әртүрлі білім салаларында. Одан басқа мәселе кластерлеу әдісі мен өлшемін таңдау кезіндегі түрінің көптігі және өзара келістірумен байланысты.

Иреархиялық және иреархиялық емес талдау әдісі

Кластерлік талдау әдісін иреархиялық және иреархиялық емес деп екі түрге бөледі.

Иреархиялық кластерлік талдау негізгі әдістеріне жақын көрші әдісі, толық байланыс әдісі, орташа байланыс әдісі және Варда әдісі жатады. Сонымен қатар, центроидты әдістер және медианаы қолданатын әдістер де бар. Бірақ бұл әдістерді қолдану кейбір жағымсыз зардаптарға әкеліп соғуы мүмкін.

Иреархиялық емес әдістер иреархиялыққа қарағанда көбірек, алайда олар бір принциппен жұмыс істейді. Шын мәнінде, олар бастапқы жиынтықтың бөлшектенуінің итеративті әдістері болып табылады. Бөліну үрдісінде кезінде жаңа кластерлер қалыптасады және бұл үрдіс тоқтау ережесі орындалмайынша жалғаса береді. Өз арасында әдістер бастапқы нүктені таңдау, жаңа кластерлер қалыптасу ережесі және тоқтау ережесі болып ажыратылады. Ең жиі қолданылатын К - средних алгоритмі. Ол аналитиктің нәтиже беретін бөлшектенудегі кластерлер мөлшерін алдын ала бекітіп қояды.

Иреархиялық және иреархиялық емес әдістерді таңдау кезінде, келесі жағдайларға көңіл бөлу қажет.

Иреархиялық емес әдістер шығарылуға, метриканың қате таңдауына және т.б. қатысты аса жоғары тұрақтылықты көрсетеді. Зерттеуші нәтижелі кластерлер мөлшерін, тоқтау ережесін және негіз болса, кластердің алғашқы центрін алдын ала бекітіп алуы қажет. Соңғы жағдай алгоритм жұмысының тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Егер бұл жағдайды жасанды түрде тағайындауға негіз болмаса, иреархиялық әдісті қолдану ұсынылады. Бұл жерде, екі алгоритмге де маңызды тағы бір жағ-

дайды атап өту керек: бақылаулардың барлығын кластерлеу әрқашан дұрыс шешім бола бермейді. Талдау жасауды жалғастырудан бұрын, шығарылулардан іріктемені тазалап алған тиянақтырақ болуы мүмкін. Сонымен қатар, өте жоғары тоқтатылу критерийін тағайындамаса да болады (мысалы, тоқтатылуды бақылаулар 90% кластерленген кезде жасауға болады) [3-12].

Жоғарыда келтірілген мағұлматтан кластерлік талдауды қолдану процесі кезінде сарапшыдан бірқатар мәселелерді шешу күтілетіні анық көрінеді. Оларды келесі түрде топтастыруға болады:

1. Бастапқы деректердің өзгеруі:
- Метрика таңдау;
- Стандарттау әдісін таңдау;
- Тәуелді іріктememен қалай жұмыс істеу керектігі.
2. Шешім қабылдау:
- Неше кластер қалыптастыру;
- Кластеризацияның қай әдісін қолдану қажеттілігі;
- Барлық бақылауларды қолдану керек пе әлде, іріктемеге қарай кейбіреулерін алып тастау керек пе.
3. Алынған талдау қорытындылары.
- Алынған бөлшектеу кездейсоқ бөлшектеуден ерекшеленеді;
- Ол іріктеменің ішінде тұрақты және сенімді болады ма;
- Кластерлеу процесіне қатыспаған кластерлеулер мен айнымалылардың арасындағы өзара байланыс қаншалықты;
- Алынған нәтижелерге түсініктеме беруге болады ма [14-17].

Іс жүзіндегі мысал үшін бидай өндіруді сипаттайтын көрсеткіштерімен белгілі бір муниципалды аудандарында кластерлеу жүргізілді.

Қорытынды

Қорытындылай келгенде, көптеген мәселелерде тоқтату ережесі ары қарай есептеулерді тоқтатуды ұсынса да, алынған шешім дұрыс деуге негіз жоқ. Кластерлі талдау процедурасының қорытындылары міндетті түрде формалды және формалды емес тесттердің көмегімен тексеруді қажет етеді.

Формалды статистика жайлы айтқанда «С» статистикасының мәнін есептеп алу қажеттігін айту керек. Бірақ, көрсеткіштердің формалды есептеулерінің мәніне өте жоғары баға бермеу керек.

Кластерлі талдаудың қорытындыларын формалды емес тексеру, іріктеме кезінде алынған қорытындылар талдауынан, ішкі мәліметтерді кросс-тексеруден, бақылау ретін міндеттеуден, бақылаудың аз мөлшерде өшірілуінен және қысқа іріктемелерде кластерлі талдаудың қайталануынан тұратыны анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Загоруйко, Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н. Г. Загоруйко. – Новосибирск : ИМ СО РАН, 1999. – 270 с.

[2] Борисова, И. А. Методы решения задач распознавания образов комбинированного типа : дисс. .. канд. техн. наук : 05.13.17 / И. А. Борисова. – Новосибирск, 2008. – 126 с.

[3] Мендель, И. Д. Кластерный анализ / И. Д. Мендель. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

[4] Kaufman, L. Finding groups in data : an introduction to cluster analysis [Text] / L. Kaufman., P. J. Rousseeuw. – John Wiley & Sons, 2009. – 368 p.

[5] Миркин, Б. Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений : обзор / Б. Г. Миркин. – М.: Изд. дом Нац. иссл. ун-та«Высшая школа экономики», 2011. – 88 с.

[6] Жамбю, М. Иерархический кластер-анализ и соответствия / М. Жамбю. – М. : Финансы и статистика, 1988. – 345 с.

[7] Zhou, F. Hierarchical aligned cluster analysis for temporal clustering of human motion / F. Zhou, F. De la Torre, J. K. Hodgin // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. –2013. – Vol. 35, No. 3. – P. 582-596.

[8] Patient Characteristic Cluster Analysis Predicts Response To Therapy To Oral Treprostinil In Pulmonary Arterial Hypertension / Y. Rao, K. Shen, S. Rajagopal, K. S. Parikh // D53. The Promised Land : Clinical Studies In Pulmonary Hypertension. – American Thoracic Society, 2016. – P. A7340- A7340.

[9] Tsitsimpelis, I. Partitioning of indoor airspace for multi-zone thermal modelling using hierarchical cluster analysis / I. Tsitsimpelis, C. J. Taylor // 2015 European Control Conference (ECC 2015). – IEEE, 2015. – P. 410-415.

[10] Лагутин, М. Б. Наглядная математическая статистика / М. Б. Лагутин. – М. : П-центр, 2003. – 210 с.

[11] Yano, K. Labeling Feature-Oriented Software Clusters for Software Visualization Application [Text] / K. Yano, A. Matsuo // 2015 Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC). – IEEE, 2015. – P. 354-361.

[12] Журавлёв, Ю. И. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения / И. Ю. Журавлёв, В. В. Рязанов, О.В. Сенько. – М. : ФАЗИС, 2006. – 176 с.
[13] 13.Орехов Н. А. Математические методы и модели в экономике. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2904. - 302 с.
[14] 14.Гранберг А. Г. Статистическое моделирование и прогназирование. - М.: 15.Финансы и статистика, 1990. - 383 с.
[15] 16.www.nickartspb.ru
[16] 17.www.cyberleninka.ru

Мусабаев Р.Р., Тұрдалықызы Т.

Сущность, методы и методики кластерного анализа

Резюме: На сегодняшний день кластерный анализ является динамично развивающейся сферой. Поскольку, кластерный анализ имеет более ста алгоритмов, он обладает приемуществом проводить анализы во многих областях науки. Он также применяется в медицине, в сфере экономики и др. В данный момент, показывая быстрые и более точные результаты, кластеризация еще больше расширяет область своего примения в современной жизни.

Ключевые слова: кластерный анализ, алгоритмы, медицина, экономика.

Mussabayev R. R., Turdalykyzy T.

The issue, methods and techniques of cluster analysis

Summary: To date, cluster analysis is a dynamically developing field. Since cluster analysis has more than a hundred algorithms, it has the advantage of conducting analyzes in many fields of science. It is also used in medecine, in economics, etc. At the moment, showing quick and more accurate results, clustering further widens the field of application in modern life.

УДК 622.276.72

N.U. Maulenova, G.A. Baymaxanov, A.K. Danlybaeva
(al- Farabi Kazakh National University, Physics and Technology Faculty, Almaty, Kazhakstan.
E-mail: maulenova_nurilya@mail.ru)

ESSENCE AND DEVELOPMENT OF JAPANESE QUALITY MANAGEMENT

Abstract. In this article, the main stages of improving the quality management in Japan are analyzed. Quality management is considered as a process, the core of which is the quality of products, including the implementation of the principle of the participation of all personnel in the quality management system. Thus, the introduction and development of QMS contributes to the fact that enterprises will always be at the height of a competitive market.

Keywords: total quality management, quality management, model.

Н.У. Мауленова, Г.А. Баймаханов, А.К. Данлыбаева
(Аль- Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы,
Е-майл: maulenova_nurilya@mail.ru)

ЖАПОНДЫҚ САПА БАСҚАРУДЫҢ МӘНІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ДАМУЫ

Аңдатпа. Осы мақалада Жапониядағы сапа басқару жүйесінде барлық қызметкерлерді қатыстыру принципін іске асыра отырып, сапа басқару ядросы өнім сапасы болып табылатын процесс ретінде қарастырылады. Осылайша, СМЖ енгізу және оны дамыту, кәсіпорынның әрдәйым бәсекеге қабілетті болып, нарықтың биіктігінде болуына ықпал етеді.

Түйін сөздер: жалпы сапа менеджменті, сапаны басқару, модель.

Егер соғысқа дейінгі кезеңде Жапонияда болған ең маңызды оқиғалардың бірінде, сапа басқарудың жетілдіруіне байланысты, 1921 жылы техникалық стандарттарды орнатуды жатқызуға болса, онда соғыстан кейінгі кезеңде олардың айтарлықтай әр түрлері болды. Уақытты ескере отырып, Жапонияда сапаны басқаруға байланысты процестерді талдау кезінде әдетте үш кезеңді бөліп алады:

Бірінші кезең 40 және 30-шы жылдардағы екінші жартысын қамтиды. 1945 жылы үкіметтің бастамасымен және іскерлік топтардың қолдауымен Жапон Стандарттау Ассоциациясы құрылды - өнеркәсіптік стандарттау және өнім сапасын жақсарту мәселелерімен айналысатын қоғамдық ұйым. 1946 жылы жапон ғалымдармен инженерлер одағы құрылды, оның шеңберінде 1949 жылдан бастап сапаны бақылау жөніндегі зерттеу тобы жұмыс істейді. 1949 жылы кәсіподақ пен бірлестік, өнімдердің сапасын бақылау мәселелері бойынша бірқатар курстар мен семинарлар ұйымдастырды. 1950 жылы аға менеджерлер үшін дәрістер сериясы ұйымдастырылды. Дәрістерді сапаны бақылаудың статистикалық әдістерінің негізін қалаушылардың бірі американдық Э. Деминг оқыды.

Осы жылы Жапондық сертификаттық таңба енгізілді. 1951 жылы статистикалық бақылау әдістерін қолдануда ең жоғары табысқа қол жеткізген компаниялар үшін Э.Деминг атындағы жылдық сыйақысы ұйымдастырылды. Оның мәртебесі сол уақыттан бастап, әлі күнге дейін өте жоғары болып саналады. Осы 1951 жылы сапаны бақылау бойынша, жыл сайынғы ұлттық конференцияларды өткізу тәжірибеге енгізілді. 1954 жылы Жапонияда сапа менеджменті мәселелері бойынша дәріс оқуға Америка Құрама Штаттарының тағы бір ірі маманы Дж.Журан шақырылды. Осы дәріс циклдерінен бастап, сапаны басқару әдістерінде бұқаралық оқыту басталды. Осы дәрістер арқасында сапа қамтамасыздандыруға жапондық жуықтау ерекше сипатта болды. 1959 жылдан бастап жыл сайынғы сапа айлары мен конкурстар өткізілді, бұл конкурстар өнім сапасын жақсартуда керемет жетістікке жеткен компаниялар мен жеке тұлғаларды ынталандыруды көздейді. Бір айдың ішінде келесі маңызды іс-шаралар, сапаны бақылау бойынша ұлттық конференция, компанияларды басқаруға арналған жеке конференциялар (1963 жылдан бастап), шеберлер мен бригадаларға арналған семинарлар (1962 жылдан бастап) және сапа үйірмелері мүшелеріне арналған (1963 жылдан бастап) семинарлар ұйымдастырылды.

50-шы жылдары шетелде пайдаланылатын статистикалық сапаны бақылаудың негізгі әдістері мен құралдарын, жоғары орталықты компания басшыларына, сондай-ақ инженерлік-техникалық қызметкерлерді таныстыруға басты назар аударылды. Бұл кезеңнің ең маңызды ерекшелігі - мемлекеттің белсенді қолдауында болды. Осы жылдар ішінде бұл салада мемлекеттік саясаттың негіздері, соның ішінде мамандарды даярлау мен бақылауды ұйымдастыру, ұлттық жалпы білім беру бағдарламаларын және стандарттаудың мемлекеттік жүйесін енгізу, қатаң экспорттық бақылауды жүзеге асыру жұмыстары әзірленді. Нәтижесінде, 80-ші жылдардың басында, сапа менеджменті бойынша жетекші жапондық маман К.Исикаваның айтуынша, кейбір кәсіпорындарда барлық проблемалардың 95% -ын анықтауға және шешуге мүмкіндік беретін статистикалық бақылаудың жеті негізгі әдісі туралы айтуға болады. Бұл әдісті барлық қызметкерлер қалай пайдалану керектігін біледі. Керек болса, президенттен қарапайым қызметкерге дейін. Жоғарыда айтылған әдістерге мыналар жатады: Парето әдісі, себеп-салдар диаграммалары, гистограммалар, басқару диаграммалары, шашыраңқы диаграммалар, бақылау нәтижелерінің кестелері және тағы басқа статистикалық әдістер. Технологиялық үдерістерді реттеудің статистикалық әдістері барған сайын кеңінен таралып, бақылау шекараларын анықтауға қатысты жапондық ерекшеліктерге ие болды.

АҚШ-та ең бастысы, сипаттамалардың рұқсат етілген (статистикалық түрде есептелген) пайызы, рұқсат етілген шектерге түсуін қамтамасыз ету болып табылады. Жапондық компанияларда техникалық процестерді реттеу олардың ең үлкен тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталған, осыған байланысты сипаттамалардың шашырауындағы «құлау» барынша азайтылып, басым көпшілігін номинал мәнге максимал жеткізу болды. Осыған байланысты реттеу (бақылау шекаралары) шектері әлдеқайда қатал. Техникалық үдерістердің мұндай бақылауы үнемді болды. Осылайша, 1980-ші жылдардың соңында Sony теледидарын жөндеуге байланысты шығындардың жиынтық орташа мөлшері Сан-Диего қаласындағы компанияның филиалында өндірілген теледидарлық мониторды жөндеудегі ұқсас шығындардан үш есе аз болды.

Сапа менеджменті жүйесінің дамуының екінші сатысы 60-жылдарға келеді. Осы жылдары ұлттық тұжырымдама іске асырыла бастады: «сапа өндірістен басталады, ол өндіріст процесінде құрылады және сақталады». Бұл тұжырымдама 1949 жылы ұсынылғанына қарамастан, фирмалардың басшыларына әртүрлі бақылауға, инспекциялауға және тексеру шараларына сүйенбестен, сапасын жақсарту мәселесінде басшылардың назарын өндіріске бұруға 10 жыл қажет болды.

Үшінші кезең 70-80-ші жылдарды қамтиды. 70- ші жылы статистикалық сапа басқару жүйесінен, (TQM) тотальды сапа басқару жүйесіне өтудің объективті шарттары дайындалды. Тотальды (жалпы) сапа менеджменті келесі негізгі ережелерге негізделеді: сапаны тексеру арқылы қамтамасыз етуге болмайды, яғни техникалық бақылау функциясын қолдану арқылы қамтамасыз етілмейді, ол өнімге және оның тұжырымдамалық дамуының бірінші сатысынан ендірілуі керек. Өнім сапасына

байланысты мәселелердің тек 15-20% -ы өндіріс процестерін тікелей орындаушылардың кінәсінан туындайды, ал 80-85% басқару жүйелерінің кінәсінан туындайды. Яғни,осы ереженің жұмыс істеуі жоғары басшылықтың жауапкершілігінде. Осы проблемаларды шешу «өрт сөндіру шараларына» емес, бір мақсатқа бағытталған түзетулерді талап етеді.

Өнім сапасы кәсіпорынның барлық өндірістік және шаруашылық қызметінде қалыптасады және барлық қызметкерлер тек осы міндетке жауап берсе ғана қамтамасыз етілуі мүмкін. Басқару белсендірек болуы үшін, ол өнімдерге емес, бақылау процестеріне көбірек бағытталған болуы тиіс. 70-ші жылдардың соңында Жапония өнеркәсібі үлкен жетістікке қол жеткізе отырып, автомобильдер, теледидар, бейне және дыбыстық жабдықтар, фотокөшіру, фото және кино жабдықтары, интегралды схемалар, тұтыну электроникасы сияқты тауарлар сапасының әлемдік көшбасшысы болды.

АҚШ-тың өнеркәсіп тәжірибесін пайдалана отырып, жапон мамандары сапа менеджмент жүйесін дамытуға бірқатар негізгі толықтырулар енгізді, олар мыналарды қамтиды: тұтынушылардың өтініштерін зерттеу бойынша дәйекті, тұрақты, жұмыстан тұратын тұтынушылық тобын құру; өндірістік циклдің барлық кезеңдерінде, әсіресе өндіріс процесінің сатысында өнімнің сапасын жақсарту жөніндегі жұмысты ұйымдастыру; компоненттердің сапасын жоғарылату және өндірістік шығындарды азайту үшін тұтынушылармен ұзақ мерзімді серіктестік қарым-қатынас орнату; сапа менеджменті жүйесіне барлық қызметкерлердің қатысу принципін енгізу. Өнім сапасын басқару қызметкердің сапасы мен оның өмірінің сапасымен үздіксіз қарым-қатынаста қарастырылады, осыған сәйкес фирмалар мақсатты түрде кадрларды даярлау мен тәрбиелеуге қатысады. Әр компания өзінің оқыту және білім беру жүйесін жасайды, ал сапа менеджменті өнімнің сапасы болып табылатын процесс ретінде қарастырылады. Әрбір қызметкер - жұмыскерден менеджерге дейін - осы жұмысқа белсенді қатысуы керек. Барлық қызметкерлердің, оның ішінде қызметкерлердің интеллектуалдық әлеуетін барынша пайдалану, сапа шеңберлерінің қызметін ұйымдастыруда көрініс табады.

Мұндай топтардың негізгі мақсаты өндірістің белгілі бір саласындағы жағдайды ұжымдық талдауы және сапаны жақсарту, өндірісті жетілдіру бойынша ұсыныстарды ұсыну болып табылады. Ал,мұндай топтарды құрудың маңызды мақсаты - олардың мүшелерінің жаңа білімін алу. Жоғары сапалы өнімді жасау, өндіру және тиімді пайдаланудың алдыңғы қатарлы әдістерін қызметкерлердің барлық санаттарын оқыту мен оқытудың тиімді жүйесін ұйымдастыру болып табылады.

Сапалы өнімді насихаттаудың көздеуі, ай сайынғы сапалы айларды өткізу және шеберлер мен мастерлерге арналған конференцияларды кеңінен дамыту, өнім сапасын арттыруды мемлекеттік реттеу, мемлекеттің сапаға, оның ішінде сертификаттаудан міндетті түрде шығарылатын өнім сапасына бақылау жасауы және жоғары автоматтандырылған технологиялық процестерді өндіруге кеңінен енгізу болып табылады. Жапондардың жұмыс орнында жұмысты ұйымдастыруға ерекше және елеулі көзқарасы : жапондық сөздердің алғашқы әріптері бойынша 5 «С» қағидатын іске асыруға негізделген. 5 «С» қағидатының мағынасы мынадай: «сейри» - ұйым; «сейтон» - ұқыптылығы; «сейсо» - тазалық; «сейкецу» - таза болу; «сейсуке» - тәртіптілік;. (1- сурет Жапондық 5 С қағидаты). Атап айтқанда, тазалықты сақтау тек қана арнайы қызметкерлердің ғана емес, сондай-ақ барлық қызметкерлер мен шеберлердің жауапкершілігі болып табылады. Шеберлердің полды сүрткені, таңқаларлықтай немесе әдеттен тыс көрініс емес. Цехтағы таза пол өнім сапасын жақсарту ғана емес, сонымен қатар еңбек моралін жақсарту үшін де маңызды. Сондай-ақ, жұмыс орнына мынадай талаптар қойылады: Жұмыс істейтін жабдықты профилактикалық қызмет көрсету қызметкерлерінің міндеттеріне енгізу. 2-апталық өндірістік жоспарларға қатаң ұстану. Канбан жүйелерін пайдалану және дәл уақытында ғана. Қызметкерлерге сапаны бақылауды алдын-ала орындау құқығын беру, өз ескертулерін кезкелген билік деңгейіне жеткізу, орталықтандыру (мысалы, корпоративтік сапа комитеттерін құру арқылы) және т.б. орталықтандандырудың сапалық менеджментінде пайдалану.

Осы 5 С қағидаты сияқты, Жапондық кәсіпорындарды («бес ноль» деп аталатын) сапалandыруға қатысу мүмкіндігін беретін бағдарлама жасалынған. Ол мынадай қысқаша ережелерден тұрады:

-ақаудың пайда болуына жол бермеу;

-ақауы бар өнімді келесі кезеңге өткізбеу;

-ақауы бар өнімді алдыңғы кезеңнен қабылдамау;

-технологиялық режимді өзгертпеу;

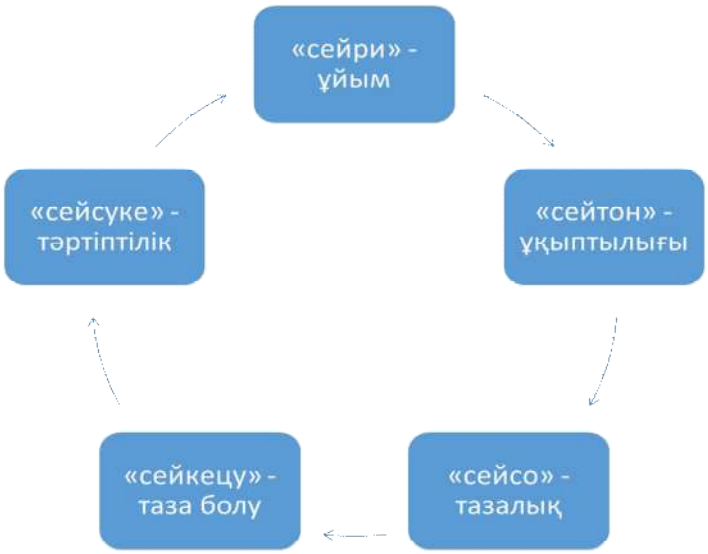
-қателерді қайталамау.

Бұл ережелер өнімді дайындау мен өнімді өндіру кезеңдерінде бөлшектеніп әрбір жұмысшыға жеткізілген. Осыған орай, Жапониядағы сапаға қатысты ең басты мәселелерді былай бөлуге болады:

-Басқару мен техника саласындағы ғылыми жаңалықтарды кеңінен қолдану.

-Басқару және сараптау мен өнімді бақылаудың жоғарғы деңгейде компьютерлендірілуі.

-Адам мүмкіншіліктерін жоғары деңгейде қолдану. Жапонияның сапа басқару жүйесі жоғары дәрежеде қолданылуы да, Жапондық қағидаттардың арқасында және бұл қағидаттар ұйым жұмысшыларына бағытталған болып табылады.



1-сурет
Жапондық 5 С қағидаты

Қорытындылай келе, СМЖ-ін кәсіпорынға енгізу әрдайым бәсекелес нарықтың биіктігінде болуына ықпал етеді деген тұжырым жасауға болады. Жапондық тауарлардың жоғары сапасы көбінесе Жапонияның «ұят мәдениетімен» қамтамасыз етіледі, яғни ақаулы өнімді шығару ұят болып есептеледі.

Жапондық автомобильдер, теледидарлар, интегралды схемалар және басқа да өнімдердің ақау болу деңгейі мен жиілігінің артуы батыс өнімдеріне қарағанда он есе аз. Бұл екі тұжырымдаманы салыстыру американдық қондырғылардың «алысты болжай алмайтындығын» көрсетеді. (1-кесте. Екі түрлі сапа тұжырымдамасын салыстырмалы бағалау) Мысалы, сапаны жақсарту үшін өндірістік жүйені немесе өндірісті қайта құру, өндірістік шығындардың қысқа мерзімді өсуіне әкеледі, бірақ ұзақ мерзімді перспективада, керісінше, оларды азайтады.

Жапондық модельмен жұмыс істейтін ұйымдар мен Американдық модельмен жұмыс істейтін ұйымдар, екі түрлі бағытта жұмыс жасайды және жұмыс туралы екі түрлі көзқараста. Американдық модельдің негізі басқарудың қатал иерархиясы, шешім қабылдаудағы жылдамдық пен дараландыру, жетекші байланыс пен бағынышты, қысқа мерзімді жұмыспен қамтамасыз ету, сондай-ақ қызметкерді материалдық ынталандыру және ілгерілету арасындағы қатаң формальды қарым-қатынастардың жұмыс істеуі оның жеке басының құндылығына байланысты. Ал, Жапондық модельде икемді және стандартты емес басқару жүйесі, консенсус негізінде топтық шешімдер қабылдау, олардың терең ойлауы, қызметкерлер арасындағы бейресми қарым-қатынас, ұзақ мерзімді жұмысқа арналған анықтамалық нүкте, сондай-ақ еңбек өтілімі арқылы бағалау сияқты аспектілер бағаланады. (2-кесте. Екі модельдің топтарының мәртебесінің негізгі сипаттамаларын салыстыру)

1-кесте. **Екі түрлі сапа тұжырымдамасын салыстырмалы бағалау**

Сапа тұжырымдамалары	
Американдық модель	Жапондық модель
1. Жоғары сапа жоғары шығындарға тең	1. Жоғары сапа төмен шығындарға тең
2. Неғұрлым жоғары сапа неғұрлым төмен өнімділікке тең	2. Неғұрлым жоғары сапа, неғұрлым жоғары өнімділікке тең
3. Сапаны бақылау сапаны бақылау инспекторының қолында	3. Жоғары сапаға қызметкерлердің ұжымы жауапты

Кестенің жалғасы

4. Үлкен өнімдерді өндіру төмен шығындарға тең	4. Кішігірім өнімдерді өндіру шығындарды төмендетеді
5. Еңбек өнімділігі, бірінші топ еңбекқорлықты ойластыратын адамдар және екінші топ өндіретін адамдарға байланысты еңбек өнімділігі артады	5. Барлық қызметкерлер ойлауы керек: ойлаушы жұмыскер ол, табыстың өнімді болуына ықпалын тигізеді
6. Шығындарда, сапада және жеткізуде әрқашан шығындар бар	6. Шығындарды, сапада және жеткізуде ешқашан шығындар болмайды
	7. Автоматтандыру еңбек шығындарын азайтады және өндіріс кемшіліктерін жояды
	8. Жоғары сапа тұтынушылық сенімін ұзақ уақытқа екеніне кепілдік береді
	9. Төмен сапа артық шығындарға тең, ал артық шығындар жаман

2- кесте. **Топтардың мәртебесінің негізгі сипаттамаларын салыстыру**

Жапон тобының мәртебесінің негізгі сипаттамасы	Америка тобының мәртебесінің негізгі сипаттамасы
Топта жұмыс істеу негізгі мақсат	Топта жұмыс істеу негізгі құрал
Өмір салты	Рационализациялануға бағыт
Табиғи өзін ұстау	Өзін ұстауды қадағалау
Әдет	Саналық
Белсенділік	Өнімділік
Сапа немесе жақсы жасау тәсілі	Арзанырақ жасау тәсілі

Жапондық модельдің тағы бір ерекшеліктерінің бірі, Жапондықтар Батыс елдері құрған ең тиімді басқару ұғымдарын қолдана алды. Оларды ұлттық ерекшеліктерге бейімдеп, олардың құндылықтарын сақтап, экономикалық ойлаудың ерекше стилін қалыптастыруға үлес қосып, жапон менеджерлері бүкіл әлемде танылған іскерлік ұйым құрудың керемет әдісін жасады. Жапондық басқару моделінде «біз бәріміз бір отбасыбыз» ережесі жұмыс істейді. Мүмкін бұл табыстың құпияларының бірі, бәлкім, осындай фирмаларда өткізілген социологиялық зерттеулермен расталады. Ұйымдастырушылар өзін-өзі ынталандыру және өзін-өзі ынталандыру жағдайын жасауға тырысады. Команда үшін мақсат қойылуы керек және оған бәрі ұйымдасқан түрде қатысуға ұмтылады. «Кәсіп» сөзі жұмыспен емес, өмір сүру жолымен анықталады. Мүмкін, бұл жапон басқару моделінің кемшіліктері, бірақ мұндай экономикалық схеманы пайдаланудың өнімділігін жоққа шығару мүмкін емес.

Жапон менеджментінің өзегін меңгеру - тар мамандандырудан бас тарту, қызметкердің әмбебап дамуы және осындай дамудың тұрақты жұмыспен қамтылуы. Фирмадағы қызметкерлердің (ротацияланы) айналуы, жұмыс барысында оқыту және т.б. тек табысқа жетуді ғана емес, кем дегенде, бар болуды қалайтын әр фирма үшін қажет . Жапон менеджментінің тағы бір маңызды ерекшелігі - өмір бойы оқытудың тұжырымдамасы болып табылады. Жапондықтар үздіксіз білім беру дағдыларын үнемі жетілдіреді деген сенімде. Үздіксіз білім алу арқылы әрбір адам өз жұмысының тиімділігін арттыра алады. Бұл өзін-өзі дамытуға итермелейді және қол жеткізілген нәтижелер, адамның моральды қанағаттануына алып келеді.

Екінші жағынан, оқытудың мақсаты - ең жауапты жұмысқа дайындаудың және қызметі бойынша алға жылжытуға дайындық. Бірақ, басқарудың батыстық көзқарасынан айырмашылығы, Жапония жаппай өндірісті жақсарту үшін кез-келген материалдық пайда күтпестен өз міндетіне ерекше мән береді. Жапондықтар шеберлікті жетілдіру, адамға үлкен рахат сыйлау әкелетініне сенімді. Бүгінгі таңда сапа менеджменті туралы сапалы білім беруді қамтамасыз ету туралы жиі айтылады, ал сапаны басқару туралы сирек айтылуда. Бірақ қамтамасыз ету және басқару - бұл бірдей емес. Шамасы, келешекте басқару басты екеніне сенімділік артылуы, сондай- ақ, белгілі бір бағытта сапалы және уақтылы өзгеруіне де сенімділік туады. Бірақ бұл сапаны басқару механизмдері мен технологияларын құруды көздейді. Бүгін біз осы мәселені кешенді шешу жолында алғашқы қадам жасаймыз. Болашақ бүгіннен басталады. Болашаққа деген қозғалыс оның көріпкелдігіне және түсінігіне тәуелді. Білім беру сапасының проблемасы түпкілікті шешілмейді. Елдің әлеуметтік-экономикалық даму тенденцияларымен анықталған білім беруді дамытудың әрбір кезеңінде жаңа жағдайлар, мүмкіндіктер

мен қажеттіліктер пайда болады. Алайда, сапа критерийлері өзгеріп отыруда, сапа басқару мәселесі күрделене түсуде, бұл мәселені зерттеу және шешу қажет.

Жапон университеттерінің пайда болу мен дамуының тарихи талдауына сүйене отырып, қазақстандық білім беру жүйесінде халықаралық академиялық және студенттік ұтқырлықты ынталандыру қажет, сондай-ақ Жапонияның СМЖ саласындағы тәжірибесі негізінде ұлттық жоғары білім беру жүйесін дамыту бойынша ұсынылған ұсыныстардың жиынтығын қолдануды ұсынамыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Гиссин В.И. Управление качеством продукции: Учебн. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2000.

[2] Исикава Каору Японские методы управления качеством. – М.:Издательство «Экономика» 1988.

[3] Лебедева И.М. Японский экономический феномен: роль государства// Проблемы теории и практики управления. – 1995. - №1.

[4] Алехина О.Ф. История менеджмента. Учебное пособие. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2005.

[5] Володина А.С. Сравнительная характеристика японского, американского и европейского менеджмента // Молодой ученый. – 2010. – №1-2. Т. 1. – С. 173-180.

[6] Коно Т. Стратегия и структура японских предприятий. – М., 1987.

[7] Попов А.В. Теория и организация американского менеджмента. – М., 1991.

[8] Удалов Ф.Е., Удалов О.Ф., Алехина О.Ф. Менеджмент: американский и японский подходы. Учебное пособие. Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 1999. – 53 с.

[9] Мишин В.М. Управление качеством: Учебное пособия для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000-303с.

[10] Робертсон А. Управления качеством/Пер. С англ. – М.:Прогресс, 1974-253с.

[11] Управления качеством: Учебник для вузов/Под ред. С.Д. Ильенковой . – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1999-242с.

[12] Погожев И.Б., Сульповар Р.Х. Обобщеные показатели качества при управлениипредприятием. – М.: Стандарты и качество,1973-235с.

[13] Аширов Д.А., Егоров А.С., «Управление карьерой в организации», М, 2006.

[14] Друкер П., «Практика менеджмента», Перевод на русский язык, издание на русском языке, оформление. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2015- 620с.

[15] Друкер П., «Менеджмент. Вызовы XXI века», 2012- 256 с.

[16] The Japan Economic Journal. Tokyo.: Nihon keizai shimbum, 04.09.1992.

Мауленова Н.У., Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К.

Сущность и развитие японского управления качеством

Резюме. В данной статье анализируются основные этапы улучшения управления качеством в Японии. Управление качеством рассматривается как процесс, ядром которого является качество продукции, включая реализация принципа участия всего персонала в системе управления каче¬ством. Таким образом, внедрение и развитие СМК способствует к тому, что предприятия всегда будет на высоте конкурирующего рынка.

Ключевые слова: тотальное управление качеством, управление качеством, модель.

УДК 621.979.6.06:631.53.027

A.E. Kairbaeva, SS. Jingilbaev, D.A. Tlevlessova, V.N. Vasilenko
(Almaty Technological University, Almaty, ul. Almaty, Kazakhstan
Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia, aika.kai@yandex.kz)

EXERGETIC ANALYSIS OF PRODUCTION TECHNOLOGY VEGETABLE OILS FROM MELON SEEDS

Abstract It is established that the processes of vegetable oil extraction are energy-intensive. It is thermodynamically considered that any energy-intensive process leads to degradation of the most useful part of the energy available for production. This study uses literary values to compare the efficiency and degradation of useful energy in oil. The task of exergetic analysis is to evaluate the degree of thermodynamic perfection of the system as a whole and to identify the stages on which there are the main exergy losses.

The exergy efficiency of the claimed technology is 6.35%, which is 1.31% higher than using the prototype technology.

Keywords: exergy, method of a cold pressing, melon seeds

[1]А.Е Кайрбаева, [1]С.С. Джингилбаев, [1]Д.А. Тлевлесова, [2]В.Н. Василенко
[1]Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан
[2]Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Россия, aika.kai@yandex.kz

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ИЗ СЕМЯН ДЫНИ

Аннотация Установлено, что процессы экстракции растительного масла энергоемки. Термодинамически считается, что любой энергоемкий процесс приводит к деградации наиболее полезной части энергии, доступной для производства работы. В этом исследовании используются литературные значения для сравнения эффективности и деградации полезной энергии в масле. Задачей эксергетического анализа является оценка степени термодинамического совершенства системы в целом и выявление этапов, на которых имеются основные потери эксергии.

Эксергетический КПД заявленной технологии равен 6,35 %, что на 1,31 % выше, чем при использовании технологии-прототипа.

Ключевые слова: эксергия, метод холодного отжима, семена дыни

Эксергия и анализ жизненного цикла являются ключевыми вопросами в оценке потенциала энергетических ресурсов [1].

Установлено, что процессы экстракции растительного масла энергоемки. Термодинамически считается, что любой энергоемкий процесс приводит к деградации наиболее полезной части энергии, доступной для производства работы[2]. В этом исследовании используются литературные значения для сравнения эффективности и деградации полезной энергии в масле Jatropha curcas при отжиме масла с учетом методов экстракции растворителями и механическими методами[3]. По данным этого исследования, из семян Jatropha curcas семена на переработку в Дж молекулы масла повышен с механической добычи, но деградирует с процессами жидкостной экстракции. Для механической добычи, общей эксергии затрачено 3006 МДж, что примерно в шесть раз меньше, чем для экстракции растворителем (18,072 МДж) на 1 тонну масла, добытой из семян Jatropha curcas. В процессе предварительной обработки семян Jatropha curcas зафиксировано полное внутреннее эксергетическое разрушение 5768 МДж, что составляет 24% от общего объема внутренней эксергии, разрушенной для процессов экстракции растворителем, и 66% для механической экстракции. Получены эксергетические КПД 79.35% и 95.93% для растворителя и механических процессов отжима масла Jatropha curcas соответственно. Таким образом, механические процессы отжима масла эксергетически эффективны, чем процессы экстракции растворителем. Возможные методы улучшения также разработаны в этом исследовании[4, 5].

Для изыскания путей повышения энергоэффективности теплотехнологических систем необходимо провести оценку уровня использования ресурсов. С этой целью используют эксергетический метод термодинамического анализа . Задачей эксергетического анализа является оценка степени термодинамического совершенства системы в целом и выявление этапов, на которых имеются основные потери эксергии.

Понятие эксергия и энергия отличаются: если энергия определяется фундаментальными свойствами материи, то эксергия характеризует пригодность энергии при текущих условиях внешней среды, с независимыми от рассматриваемой системы параметрами.

В качестве абсолютного эксергетического параметра, используемого в расчетах, выбрана эксергетическая мощность *E*, кДж/ч, учитывающая энергию материальных и тепловых потоков с учетом материального расхода потоков.

Эксергия вещества в потоке включает в себя химическую и физическую эксергию:

$$e_м = e_\mu + e_ф . \quad (1)$$

Удельная химическая эксергия включает в себя концентрационную $e_к$ и реакционную e_r, а удельная физическая складывается из деформационной e_p и термической e_T эксергии. Для контрольных по-

верхностей исследуемой технологической схемы эксергия вещества в потоке тождественна термической эксергии[6, 7]:

$$e_{мI} = e_к + e_T; \quad e_{м(I-VIII)} = e_T \tag{2.1-2.2}$$

Удельная термическая эксергия:

$$e_T = \Delta i - T_0 \Delta s, \tag{3}$$

где Δi, Δs – изменение удельной энтальпии и энтропии материального потока, кДж/кг; T_0 – температура окружающей среды, К.

Эксергия теплового потока является функцией состояния системы и окружающей среды и зависит только от текущей температуры потока:

$$e_q = \Sigma q \tau_e = \Sigma q\left(1 - T/T_0\right), \tag{4}$$

где Σq – сумма тепловых потоков, кДж/кг; τ_e – фактор Карно или эксергетическая температурная функция, равная термическому КПД цикла Карно между температурами контрольной поверхности и окружающей среды [7].

Эксергетический анализ выполнен по методике Бродянского [6, 8], в соответствии с которой теплотехнологическая система производства растительных масел (рис. 1) условно отделена от окружающей среды замкнутой контрольной поверхностью, а внутри неё с учетом теплообменных процессов выделены контрольные поверхности:

I – подготовка сырья;
II – маслопресс;
III – фильтрование;
IV – смешивание;
V – нанесение жировитаминных добавок (ЖВД);
VI – розлив масла.

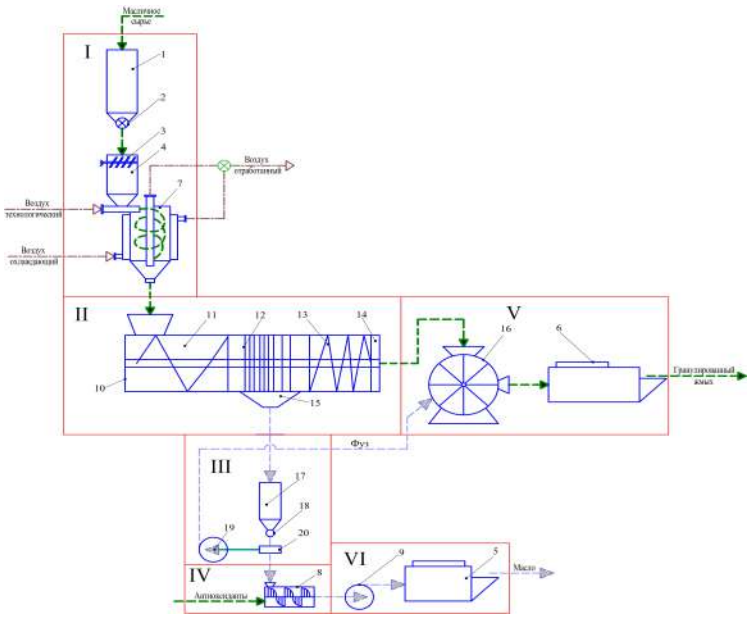


Рис. 1. Схема технологического процесса: – твердая фракция; – жидкости; – воздух и пар; – границы контрольных поверхностей. 1 – бункер для сырья; 2 – дозатор; 3 – разрыхлитель; 4 – промежуточный бункер; 5 – разливочно-упаковочный (РУ) аппарат; 6 – упаковщик жмыха; 7 – циклон; 8 – перемешивающее устройство; 9, 19 – насос; 10 – маслопресс (11 – секция измельчения; 12 – секция маслопрессования; 13 – конечная секция; 14 – гранулирующая матрица; 15 – маслосборник); 16 – аппарат для нанесения жировитаминных добавок (ЖВД); 17 – танк; 18 – дозатор; 20 – фильтр.

Схемы обмена рассматриваемой системы материальными, тепловыми и энергетическими потоками с окружающей средой, а также между контрольными поверхностями представлена на рис. 2.

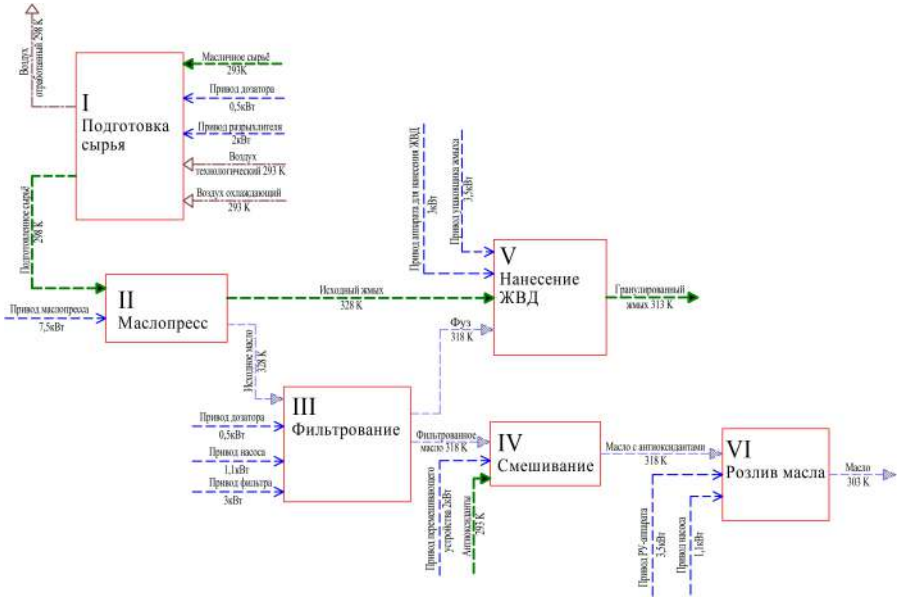


Рис. 2. Схема обмена потоками между контрольными поверхностями предлагаемой теплотехнологической системы: – твердая фракция; – жидкости; – воздух и пар; – электроэнергия; – границы контрольных поверхностей

Удельная эксергия в контрольных поверхностях, на которые была разделена исследуемая система, состоящая из классических необратимых процессов, уменьшается с течением времени, что связано с диссипацией энергии:

$$\sum e_з = \sum e_э + \sum D \ , \qquad (5)$$

где $\sum e_з$ - суммарная удельная эксергия вводимых в контрольную поверхность материальных и энергетических потоков; $\sum e_э$ - суммарная эксергия выводимых из контрольной поверхности полезных материальных и энергетических потоков; $\sum D = T_0 \cdot \Delta S$ - суммарные эксергетические потери (уравнение Гюи-Стодолы).

Соотношение (5) для рассматриваемой технологии [9,10,11] рассматривалось в виде:

$$E_1^н + E_2^н + E_3^н + E_4^н + \sum E_э^н = E_1^к + E_2^к + \sum D_i + \sum D_e \ , \qquad (6)$$

где слагаемые этих уравнений – эксергия (кДж): масличного сырья $E_1^н$, воздуха технологического $E_2^н$, воздуха охлаждающего $E_3^н$; антиоксидантов $E_4^н$; суммарной электроэнергии $\sum E_э^н$; гранулированного жмыха $E_1^к$; готового масла $E_2^к$; сумма потерь эксергии в результате необратимости процессов, происходящих внутри контрольной поверхности $\sum D_i$; сумма потерь эксергии во внешнюю среду $\sum D_e$.

Уравнение (6) отражает изменение эксергии системы за счет ввода исходного сырья и воздуха; необратимых изменений структурно-механических свойств продуктов, связанных с затратами электроэнергии на приводы оборудования; приращения эксергии продукта от механического воздействия роторов маслопресса и разрыхлителя, покрытия потерь, возникающих вследствие необратимости процессов тепловой обработки; компенсации потерь от воздействия окружающей среды.

Эксергия вводимых в систему внешних материальных потоков – масличного сырья, антиоксидантов и атмосферного воздуха, находящихся в термодинамическом равновесии с окружающей средой, равна нулю, поэтому исключается из баланса[11].

В процессе нагрева и охлаждения сырья и промежуточных продуктов в технологическом оборудовании его химическая эксергия постоянна, так как его состав в процессе переработки не претерпевает изменений. Поэтому учитывается только его удельная термическая эксергия, определяемая на основании уравнения Гюи-Стодолы:

$$e_{э.к.} = e - e_0 = h - h_0 - T_0(S - S_0) \quad (7)$$

где, e, e_0, h, h_0, S, S_0 - удельная термическая эксергия, кДж/кг, удельная энтальпия, кДж/кг и энтропия, кДж/(кг·К) продукта при текущих параметрах технологического процесса и в состоянии равновесия с окружающей средой.

Данные по теплофизическим свойствам воздуха, сырья, промежуточных и готовых продуктов взяты из справочной литературы [4-6].

Эксергию атмосферного воздуха, участвующего в процессе подготовки масличного сырья, определяли, рассматривая его как бинарную смесь, состоящую из 1 кг воздуха и X кг водяных паров:

$$e_{\text{в}} = \bar{c}_{\text{в}} \cdot (T - T_0) - \left(T_0 \cdot \bar{c}_{\text{в}} \cdot \ln\frac{T}{T_0} - R_{\text{в}} \cdot \ln\frac{p - \varphi \cdot p_S(T)}{p_0 - \varphi_0 \cdot p_s(T_0)} + X \cdot \left(h_{\text{п}} - h_{\text{п}}^0 - T_0 \cdot \left(S_{\text{п}} - S_{\text{п}}^0 \right) \right) \right), \quad (8)$$

где $\bar{c}_{\text{в}}$ – средняя удельная изобарная теплоемкость влажного воздуха между его текущим состоянием в потоке и состоянием равновесия с окружающей средой, кДж/(кг·К); p, p_0 и φ, φ_0 – полное давление, Па и относительная влажность воздуха, % в потоке и в окружающей среде; $p_S(T)$, $p_S(T_0)$ – давление насыщенного водяного пара при температуре потока и окружающей среды, Па; $h_{\text{п}}$, $h_{\text{п}}^0$ и $S_{\text{п}}$, $S_{\text{п}}^0$ – энтальпия и энтропия водяного пара при параметрах потока и окружающей среды, кДж/кг и кДж/(кг·К).

В работе рассмотрено влияние на систему внутренних D^i и внешних D^e эксергетических потерь.

В суммарное количество внутренних эксергетических потерь входят потери от конечной разности температур в результате теплообмена между сырьем и теплоносителями, электромеханические, возникающие при необратимом изменении структурно-механических свойств продукта, и гидравлические потери, обусловленные внезапным увеличением удельного объема воздуха и пара при их поступлении в рабочие камеры технологического оборудования из подводящих трубопроводов.

Потери, обусловленные конечной разностью температур между потоками, определяли по формуле:

$$D^{mo} = Q^{mo} \cdot \bar{\tau}_e, \quad (9)$$

где Q^{mo} - количество теплоты, переданное от одного потока к другому, кДж; $\bar{\tau}_e$ - среднее значение фактора Карно для двух взаимодействующих потоков.

Фактор Карно или эксергетическая температурная функция равна термическому КПД цикла Карно между температурами контрольной поверхности и условно принятой окружающей среды:

$$\tau_e = (T_{кп} - T_0) / T_{кп}, \quad (10)$$

где $T_{кп}$ - температура теплоносителя внутри контрольной поверхности, К.

Эксергетические потери вследствие падения давления воздуха при его подаче в контрольную поверхность (циклон) определяли по формуле:

$$D^{г} = g \cdot \Delta H_{г} \cdot \frac{T_{кп}}{T_{вх}} \quad (11)$$

где $T_{вх}$ – температура, К воздуха на входе в контрольную поверхность; $\Delta H_{г}$ - гидравлические потери, м.

По формуле Дарси-Вейсбаха [7] найдены гидравлические потери при входе теплоносителя в контрольную поверхность:

$$\Delta H_{г} = \xi \cdot \frac{v_{вх}^2}{2g}, \quad (12)$$

где $v_{вх}$ - средняя скорость прохождения воздуха (пара) по сечению подводящего трубопровода, м/с; ξ - коэффициент сопротивления, определяемый отношением внутреннего объема оборудования, рассматриваемого в качестве контрольной поверхности, к поперечному сечению входного отверстия.

Электромеханические потери эксергии тождественны мощности приводов технологического оборудования, используемого в процессе обработки сырья и промежуточных продуктов [12,13, 14].

Внешние потери D^e связаны с условиями сопряжения системы с окружающей средой. Они обусловлены различием температур теплоносителя и окружающей среды, несовершенством теплоизоляции оборудования.

Потери эксергии в окружающую среду, обусловленные несовершенством теплоизоляции были найдены по формуле:

$$D^e = Q_{из} \cdot \tau_e, \tag{12}$$

где $Q_{из}$ - суммарные потери тепла в окружающую среду через контрольную поверхность, кДж; τ_e - фактор Карно.

Эксергетические потери готовых продуктов технологии – гранулированного жмыха и готового масла – при выгрузке из соответствующего технологического оборудования при достижении ими термодинамического равновесия с окружающей средой были вычислены по следующей формуле:

$$D_{пр} = h_{пр} - h^0_{пр} - T_0 \cdot \overline{c} \cdot \ln \frac{T_{пр}}{T^0_{пр}} \tag{13}$$

где $h_{пр}$, $T_{пр}$ – энтальпия, кДж/кг и температура, К готового продукта, $\overline{c}$ – средняя удельная теплоемкость продуктов между их текущим состоянием в момент выгрузки и в состоянии термодинамического равновесия с окружающей средой, кДж/(кг·К).

Оценку термодинамического совершенства теплотехнологической системы производства растительного масла из семян дыни проводили по эксергетическому КПД, исходя из значения эксергии готовой продукции:

$$\eta_{экс} = \frac{\sum_{k=1}^{l} e_i^э}{\sum_{i=1}^{n} e_i^з} = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^з - \sum_{j=1}^{m} D_j}{\sum_{i=1}^{n} e_i^з}, \tag{14}$$

где $\sum_{k=1}^{l} e_i^э$ - суммарная удельная эксергия гранулированного жмыха и готового масла, кДж/кг; $\sum_{i=1}^{n} e_i^з$ - суммарная затраченная удельная эксергия (подведенная в систему извне), кДж/кг; $\sum_{j=1}^{m} D_j$ – суммарные эксергетические потери, кДж/кг.

Эксергия материальных и энергетических потоков, а также внутренние и внешние эксергетические потери, рассчитанные по формулам (7 - 13), составили эксергетический баланс теплотехнологической системы производства растительных масел (табл. 2), графически отраженный на диаграмме Грассмана-Шаргута (рис. 3). Обозначение потоков на рис. 3 представлено в табл. 1.

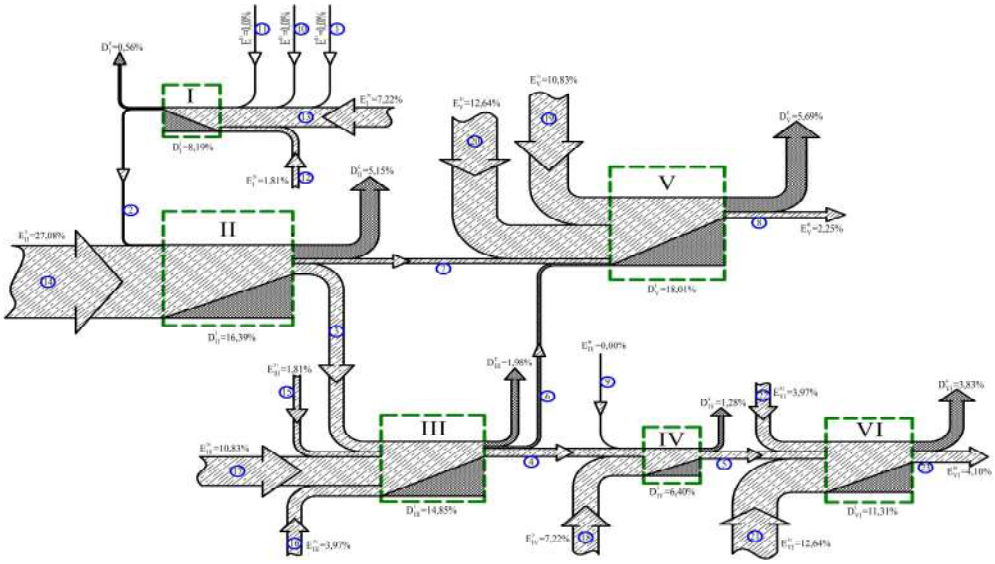


Таблица 1

Обозначения потоков на диаграмме Грассмана-Шаргута
исследуемой теплотехнологической системы

Номер на диаграмме	Наименование потока	Контрольная поверхность	
		отдает	принимает
1	Масличное сырьё	–	I
2	Подготовленное сырьё	I	II
3	Исходное масло	II	III
4	Фильтрованное масло	III	IV
5	Масло с антиоксидантами	IV	VI
6	Фуз	III	V
7	Исходный жмых	II	V
8	Гранулированный жмых	V	–
9	Антиоксиданты	–	IV
10	Воздух технологический	–	I
11	Воздух охлаждающий	–	I
12	Привод дозатора (I)	–	I
13	Привод разрыхлителя	–	I
14	Привод маслопресса	–	II
15	Привод дозатора (III)	–	III
16	Привод насоса (III)	–	III
17	Привод фильтра	–	III
18	Привод перемешивающего устройства	–	IV
19	Привод аппарата для нанесения ЖВД	–	V
20	Привод упаковщика жмыха	–	V
21	Привод разливочно-упаковочного аппарата	–	VI
22	Привод насоса (VI)	–	VI
23	Готовое масло	VI	–

Таблица 2. **Эксергетический баланс технологии производства растительных масел из семян дыни**

№ п/п	**Наименование контрольной поверхности**	Абсолютная удельная эксергия E, мДж/ч	Относительная удельная эксергия, %
1	2	3	4
I	**ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ**		
	Приход		
1	Масличное сырьё	0,00	0,00
2	Электроэнергия для привода дозатора	1,80	1,81
3	Электроэнергия для привода разрыхлителя	7,20	7,22
4	Воздух технологический	0,00	0,00
5	Воздух охлаждающий	0,00	0,00
Суммарная эксергия, подводимая к контрольной поверхности		9,00	9,03
	Расход		
6	Внутренние эксергетические потери	8,17	8,19
7	Внешние эксергетические потери	0,56	0,56
Суммарная эксергия, отводимая от контрольной поверхности		8,73	8,76
II	**МАСЛОПРЕСС**		
	Приход		
1	Электроэнергия для привода маслопресса	27,00	27,08
Суммарная эксергия, подводимая к контрольной поверхности		27,00	27,08
	Расход		
2	Внутренние эксергетические потери	16,34	16,39
3	Внешние эксергетические потери	5,14	5,15
Суммарная эксергия, отводимая от контрольной поверхности		21,48	21,54
III	**ФИЛЬТРОВАНИЕ**		
	Приход		
1	Электроэнергия для привода дозатора	1,80	1,81
2	Электроэнергия для привода насоса	3,96	3,97
3	Электроэнергия для привода фильтра	10,80	10,83
Суммарная эксергия, подводимая к контрольной поверхности		16,56	16,61
	Расход		
4	Внутренние эксергетические потери	14,81	14,85
5	Внешние эксергетические потери	1,97	1,98
Суммарная эксергия, отводимая от контрольной поверхности		16,78	16,83
IV	**СМЕШИВАНИЕ**		
	Приход		
1	Электроэнергия для привода перемешивающего устройства	7,20	7,22
2	Антиоксиданты	0,00	0,00
Суммарная эксергия, подводимая к контрольной поверхности		7,20	7,22
	Расход		
3	Внутренние эксергетические потери	6,38	6,40
4	Внешние эксергетические потери	1,28	1,28
Суммарная эксергия, отводимая от контрольной поверхности		7,66	7,68
V	**НАНЕСЕНИЕ ЖИРОВИТАМИННЫХ ДОБАВОК**		
	Приход		
1	Электроэнергия для привода аппарата для нанесения ЖВД	10,80	10,83
2	Электроэнергия для привода упаковщика жмыха	12,60	12,64
Суммарная эксергия, подводимая к контрольной поверхности		23,40	23,47
	Расход		
3	***Гранулированный жмых***	***2,24***	***2,25***
4	Внутренние эксергетические потери	17,96	18,01

5	Внешние эксергетические потери	5,67	5,69
Суммарная эксергия, отводимая от контрольной поверхности		25,87	25,95
VI	**РОЗЛИВ МАСЛА**		
Приход			
1	Электроэнергия для привода розл.-упаковочного апп-та	12,60	12,64
2	Электроэнергия для привода насоса	3,96	3,97
Суммарная эксергия, подводимая к контрольной поверхности		16,56	16,61
Расход			
3	***Масло***	***4,09***	***4,10***
4	Внутренние эксергетические потери	11,28	11,31
5	Внешние эксергетические потери	3,82	3,83
Суммарная эксергия, отводимая от контрольной поверхности		19,19	19,25
ОБЩИЙ ПОДВОД		**99,7**	100,0
ОБЩИЙ ОТВОД		**99,7**	100,0
ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ КПД, %			6,35

Полученный по формуле (11) эксергетический КПД равен 6,35 %, что на 1,31 % выше, чем при использовании технологии-прототипа [14,15]. Это говорит о повышении степени термодинамического совершенства системы за счет повышения степени энергосбережения системы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Zoya A. Antonova, Vladimir S. Krouk, Yadviga E. Pilyuk, Yuri V. Maksimuk, Larisa S. Karpushenkava, Marina G. Krivova, Exergy analysis of canola-based biodiesel production in Belarus, Fuel Processing Technology, Volume 138,2015,Pages 397-403,ISSN 0378-3820

[2] M.A. Rosen, I. Dincer, Exergy–Cost–Energy–Mass Analysis of Thermal Systems and Processes, Energy Conv.& Management, 44(10), 1633–1651, 2003.

[3] P. Erduranlı, Exergy Analysis for a Power Plant, MSc Thesis, ZKU Graduate School of Natural&Applied Sciences Dept of Mech. Eng., Zonguldak, 1997.

[4] Z. Şahin, The Research for Increasing Exergy Efficiency of Energy Plants with GasSolid Fuels, MSc Thesis, ZKU Graduate School of Natural&Applied Sciences Dept of Mech. Eng., Zonguldak, 2006.

[5] Cynthia Ofori-Boateng, Lee Keat Teong, Lim JitKang, Comparative exergy analyses of Jatropha curcas oil extraction methods: Solvent and mechanical extraction processes,Energy Conversion and Management,Volume 55,2012,Pages 164-171,ISSN 0196-8904

[6] Бродянский В.М., Эксергетический анализ и его приложения [Текст] / В.М. Бродянский, В. Фратшер, К. Михалек. – М.: Энергоатомиздат, 1988 – 288 с.

[7] Сажин, Б.С., Эксергетический метод в химической технологии [Текст] Б.С. Сажин, А.П. Булеков. – М.: Химия, 1992. – 208 с.

[8] Гинзбург, А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов [Текст] / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 290 с.

[9] Богословский, С.В. Физические свойства газов и жидкостей [Текст] / С.В. Богословский. – СПб.: СПбГУАП, 2001. – 73 с.

[10] Чубик, И.А. Справочник по теплофизическим свойствам пищевых продуктов и полуфабрикатов [Текст] / И.А. Чубик, А.М. Маслов. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 184 с.

[11] Процессы и аппараты пищевых производств. Кн. 1 / А.Н. Остриков, Ю.В. Красовицкий, А.А. Шевцов и др.: под. Ред. А.Н. Острикова. – С-Пб.: ГИОРД, 2007. – 704 с.

[12] Пономарев, А.В. Анализ термодинамической эффективности технологии комбикормов [Текст] / А.В. Пономарев, А.А. Шевцов, Л.И. Лыткина // Материалы III Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности (приоритеты развития)». – Воронеж: ВГТА, 2009. – Т. 2. – С. 319-321.

[13] Калашников, Г.В. Ресурсосберегающие технологии пищевых концентратов [Текст] / Г.В. Калашников, А.Н. Остриков. – Воронеж: Изд. Воронежского университета, 2001 – 356 с.

[14] Кайрбаева, А.Е. Ресурсосберегающее оборудование для получения растительных масел[Текст]/ Кайрбаева А.Е., Копылов М.В., Тайшибаева Э// 2nd International Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences 2nd January, 2018.-Vienna-Prague:Premier Publishing, 2018.-P. 20-29

[15] Василенко В.Н., Эксергетический анализ технологии холодного отжима растительного масла с получением гранулированного жмыха [Текст] /Василенко В.Н., Копылов М.В., Таркаев Ю.В.// вестник ВГУИТ, 2013.-№1.-С.30-37

Кайрбаева А.Е., Джингилбаев С.С., Тлевлесова Д.А., Василенко В.Н.

Қауын тұқымдарынан алынатын өсімдік май өндірісі технологиясының эксергетикалық сараптамасы

Түйіндеме. Өсімдік майын өндіру процесі энергияны қажет ететіндігі анықталды. Кез-келген энергетикалық процестің өндіріс үшін қол жетімді энергияның ең пайдалы бөлігінің деградациясына әкелетіні термодинамикалық болып табылады. Бұл зерттеу майдағы пайдалы энергияның тиімділігі мен нашарлауын салыстыру үшін әдеби құндылықтарды қолданады. Эксергиялық талдаудың міндеті тұтастай алғанда жүйенің термодинамикалық жетілдірілу дәрежесін бағалау және негізгі энерго шығындарының кезеңдерін анықтау болып табылады.

Талап етілген технологияның энерго тиімділігі 6,35% құрайды, бұл прототиптің технологиясын қолдануға қарағанда 1,31% жоғары.

Түйінді сөздер: эксергия, салқын сығымдау әдісі, қауын тұқымдары

Kairbaeva A.E., Jingilbaev SS., Tlevlessova D.A. *, Vasilenko V.N.

Exergetic analysis of production technology vegetable oils from melon seeds

Summary. It is established that the processes of vegetable oil extraction are energy-intensive. It is thermodynamically considered that any energy-intensive process leads to degradation of the most useful part of the energy available for production. This study uses literary values to compare the efficiency and degradation of useful energy in oil. The task of exergetic analysis is to evaluate the degree of thermodynamic perfection of the system as a whole and to identify the stages on which there are the main exergy losses.

The exergy efficiency of the claimed technology is 6.35%, which is 1.31% higher than using the prototype technology.

Keywords: exergy, method of a cold pressing, melon seeds

УДК 539.216:621.371

A.Sh. Nurbatyrov, D.A.Alimbetova, M.K.Ibraimov

GAS-SENSITIVE PROPERTIES OF SILICON NANOWIRES

Abstract: In this paper, the noise characteristics of silicon nanowires were investigated. It was found that when the gas is fed to the surface of silicon nanowires, the 1 / f noise level is much higher than in the background. It was also found that for different gas the noise level is different. In this work, pairs of liquids of acetonitrile, ethanol, chloroform, toluene and air humidity were studied.

Key words: silicon nanowires, electrical characteristics, flicker noise.

А.Ш. Нурбатыров, Д.А. Алимбетова, М.К. Ибраимов
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
nurbatyrovaibek@gmail.com)

КРЕМНИЙ НАНОЖІПШЕЛЕРІНІҢ ГАЗ СЕНСОРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Аннотация. Бұл жұмыста кремний наножіпшелерінің шуылдық сипаттамалары зерттелді. Кремний наножіпшелері 1/f шуылы бойынша қалыпты жағдайға қарағанда жоғары деңгейде болатыны анықталды. Сонымен қатар газ ортасына да сезімтал екендігі анықталды. Бұл жұмыста ацетонитрил, этанол, хлороформ, толуол газ орталары және ылғалдылыққа сезімталдығы зерттелді.

Түйін сөздер: кремний наножібі, электрлік сипаттамалар, фликкер шуылы.

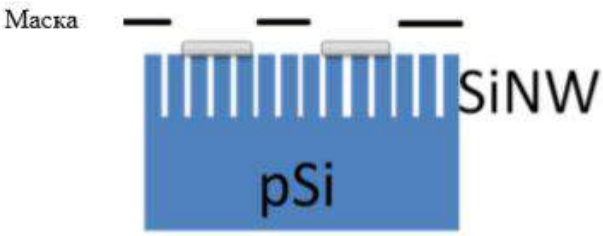
Кіріспе

Қазіргі заманғы өндірістік және ғылыми-зерттеу технологиясы қоршаған ортаның және метеорологиялық үдерістердің физикалық параметрлерін бақылау, медицинада және ауыл шаруашылығында қолдану үшін ерекше сезімтал сенсорларды құру мүмкіндіктерін іздеу және зерттеу міндетін қояды[1-4]. Наноқұрылымдық кремний бұл мақсаттарға наноөлшемді әсерлері мен олардың бірегей электр қасиеттеріне байланысты тартымды материал болып табылады[5-7]. Наноқұрылымды материалдардың беткі әсері осы көлемнің үлкен (фракталдық) бетіне байланысты басым болады, ол ылғалдылық пен газ датчиктерін жасау үшін пайдалы[8-10].

Жұмыстың мақсаты кеуекті кремний және кремний наножіпшесінің негізінде органикалық қосылыстардың жоғары сезімтал датчиктерін жасау және газ тәріздес ортаны бақылау үшін кремний наножіпшелерінің шуылдық спектрін бақылау.

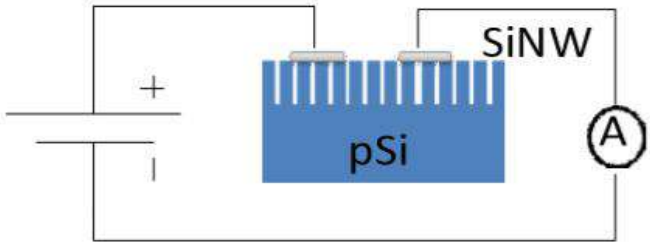
Нәтижелер және оларды талдау

Кремний наножіпшелері орналасқан қабыршақ бетіне омдық контакт орналастыру үшін төменде көрсетілген маска арқылы ионды шаңдатып тұндыру әдісі қолданылды (1-сурет).



1-сурет. Беткі төсем байланысын алу үшін ионды шаңдатып тұндыру әдісі.

1-суретте көрсетілгендей метал вакуум камерасындағы үлгіге түсіріп тұндырып қойылады. Маска диаметрі 1мм құрайтын үлгінің жоғарғы жағына орналасады[13-15]. Осылайша, қабыршақ металл қоршауға алынып және зерттелетін үлгінің қажет аймағына металл контактілері орнайды.



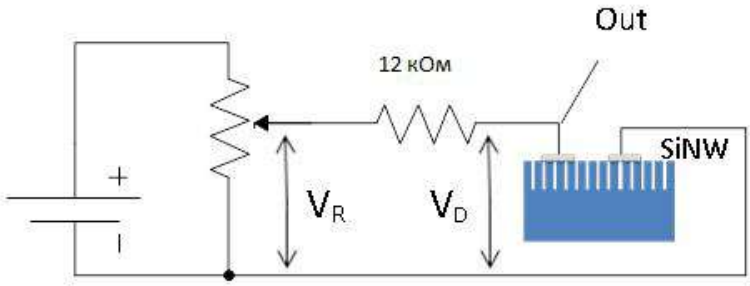
2-сурет. Тігінен бағдарланған Si наножіпшелерінің электр байланысының схемасы: беткі төсем контакт байланысы

2-суретте көрсетілген үлгінің толық кедергісін төмендегідей сипаттасақ болады:

$$R_{total}=R_{Nw}+R_{SUB}+R_{C1}+R_{C2}, \quad (1)$$

мұндағы R_{Nw} және R_{SUB} наножіпше мен төсемнің өзіндік қарқынды кедергісі болып саналады, ал R_{C1} және R_{C2} наножіпше мен металды электрод арасындағы кедергі болып саналады. Сигнал-шуыл қатынасын барынша арттыру үшін R_{SUB}, R_{C1} және R_{C2} ең аз мөлшер деңгейде болуы керек.

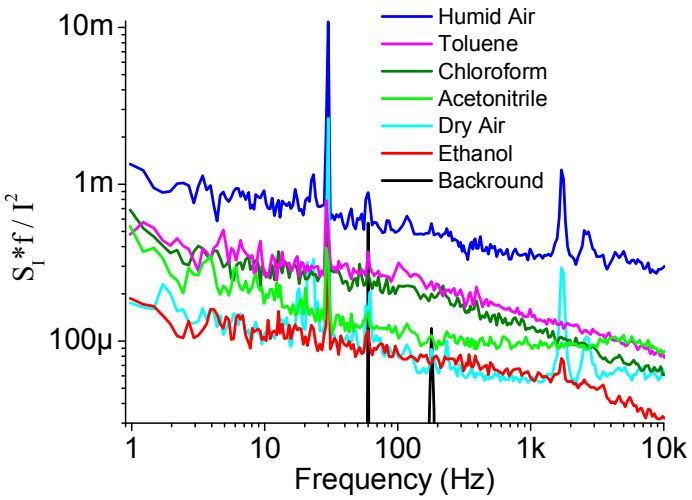
Жоғарыда көрсетілген қабыршақтың шуылдық сипаттамаларын өлшеу үшін төменде көрсетілген электрлік сұлба жиналды (сурет 3).



3-сурет. Шуылдық сипаттамаларды алу үшін құрылған электрлік сұлба

Әртүрлі газдарға бірдей эксперименттік жағдайларды жасау үшін, V_D - кернеу үлгісі, өлшеудің барлық бастапқы шарттарында 500 мВ құрады.

Кернеу көзіндегі V_R әр газды V_D байланыс функциясы ретінде жеткізу арқылы реттелді. Әрбір газбен қамтамасыз етілгеннен кейін, үлгі келесі өлшеулерге қалпына келтіріліп отырды.



Қанық көк түс – ылғалдығы жоғары ауа ортасы; күлгін түс – толуол газ ортасы; қанық жасыл түс – хлороформ газ ортасы; ашық жасыл түс – ацетонитрил газ ортасы; ашық көк түс – ылғалдығы төмен ауа ортасы; қызыл түс – этанол газ ортасы; қара түс – кремний наножіпшелер қабыршағын жалғамандағы шуылдық сипаттама

4- сурет. Кремний наножіпшелерінің әртүрлі газ ортасындағы шуылдық сипатаммасы

4-суретте корсетілгендей шуылды ток берілген, ол мына формула бойынша есептелді

$$S_I = 10^{\frac{Sv}{20}} / R_T, \qquad R_T = \frac{R_L * R_{DUT}}{R_L + R_{DUT}}. \tag{2}$$

Мұндағы R_L - дәйектілік байланысы нұсқа қарсылығына тең 9,92 кОм (Суретте 4), R_{DUT} - нұсқа қарсылығы (кремний наножіпше).

Қорытынды

Бұл жұмыста кремний наножіпшелерінің шуылдық сипаттамалары зерттелді. Ол үшін арнайы электрлік сұлбасы тұрғызылды. Кремний наножіпшелерінің шуылдық сипаттамалы қалыпты жағдайға қарағанда әлдеқайда жоғары екені байқалады. Сонымен қатар бұл шуылдық сипаттамалар әртүрлі газ ортасында өзгеше электрлік сипатқа ие болатыны айқындалды. Газ орталары айырмашылығы анығырақ болуы үшін жиілігі ескерілген тоқ бойынша шуылдық сипаттама таңдап алынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Жанабаев З.Ж., Ибраимов М.К., Сагидолда Е. Исследование электрических свойств наноструктурированных пленок пористого кремния // Известия НАН РК. – 2013. - Т. 290. - № 4. – С. 34 – 38.

[2] Ибраимов М.К., Сундетов Т.Р. Генератор хаотических сигналов на наноструктированных полупроводниковых пленках // Сборник тезисов Международной конференции студентов и молодых ученых «МИР НАУКИ». – Алматы, 2013. – С.259.

[3] Жанабаев З.Ж., Ибраимов М.К., Сагидолда Е., Алимова М.А., Шинбулатов С.А.. Электрофизические свойства наноразмерных пленок пористого кремния // Вестник КазНТУ. – 2015. – № 4. – С.554-557.

[4] Зимин С.П. Пористый кремний – материал с новыми свойствами // Соросовский образовательный журнал. – 2004. – Т. 8, №1. – С. 101 – 107.

[5] Кругляк Ю. А. Обобщенная модель транспорта электронов и тепла Ландауэра-Датты-Лундстрома в микрои наноэлектронике // ScienceRise. – 2014. – Т. 5, № 3. – Р.21-38.

[6] Муравьев В.М., Кукушкин И.В., Смет Ю., фон Клитцинг К. Миллиметровое/субмиллиметровое смешивание на основе нелинейного плазмонного отклика двумерных электронных систем // Письма в ЖЭТФ. –2009. – Т. 90, вып. 3. – С. 216-221.

[7] Жанабаев З.Ж., Ибраимов М.К., Сагидолда Е., Хамзина А.Г., Толегенова А. Нелинейные электрические свойства наноструктурированных пленок пористого кремния // Материалы 9-ой Международной конференции «Хаос и структуры в нелинейных системах. Теория и эксперимент». – Караганды, 2015. – С.343 – 347.

[8] Кожагулов Е.Т., Ибраимов М.К., Хохлов С.А., Сагидолда Е., Жексебай Д.М. Генераторы динамического хаоса на программируемых логических интегральных схемах // Вестник КазНУ, Серия физическая. – 2014. – №2(49). – С. 3 – 7.

[9] Иванов М.Т. Теоретические основы радиотехники: учебное пособие / под ред. В.Н. Ушакова. – Изд. 2-е. – М.: Высш. шк., 2008. – 306 с.

[10] Жанабаев З.Ж., Сагидолда Е., Ибраимов М.К., Сундетов Т.Р. Сверхширокополосный генератор хаоса на наностуруктурированных пленках // Сборник тезисов 8-ой Международной научной конференции «Современные достижения физики и фундаментальное физическое образование». – Алматы, 2013. – С. 217 – 218.

[11] Пат. 30680 РК. Генератор хаотических сигналов на наноразмерной пленке из пористого кремния /Жанабаев З.Ж., Асанов Г.Н., Ибраимов М.К., Сагидолда Е; опубл. 15.12.2015, Бюл. № 12. – 5с.

[12] Буслов В., Кожевников В., Куликов Д., Рембеза С. Полупроводниковые чувствительные элементы для датчиков газов и систем сигнализации // Современная электроника. – 2008. – №7. – С.22-27.

[13] Джеффри Тревис. LabVIEW для всех / Приборкомплект, ДМК, Москва, 2005. – 20 с.

[14] Владимирова В.В., Склярова Е.А. Моделирование физических процессов и явлений с помощью пакета LabVIEW //Перспективы развития фундаментальных наук: Труды V международной конференции студентов и молодых учёных – Томск, 20 – 23 мая 2008. – Томск: ТПУ, 2008. – С. 18 – 19.

[15] Кудрин А.В. Использование программной среды LabVIEW для автоматизации проведения физических экспериментов // Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 68 с.

Нурбатыров А.Ш., Алимбетова Д.А., Ибраимов М.К.

Газочувствительные свойства кремниевых нанонити

Резюме: В работе исследованы шумовые характеристики кремниевых нанонити. Было обнаружено, что при подаче газа на поверхность кремниевых нанонитей уровень 1/f шума намного выше, чем в фоновом режиме. Было также обнаружено, что при различных газовых средах уровень шума отличается. В этой работе были исследованы пары жидкостей ацетонитрила, этанола, хлороформа, толуола чувствительность к влажности.

Ключевые слова: кремниевые нанонити, электрические характеристики, фликкер шум.

Nurbatyrov A.Sh., Alimbetova D.A., Ibraimov M.K.

Gas-sensitive properties of silicon nanowires

Summary: In this paper, the noise characteristics of silicon nanowires were investigated. It was found that when the gas is fed to the surface of silicon nanowires, the 1 / f noise level is much higher than in the background. It was also found that for different gas the noise level is different. In this work, pairs of liquids of acetonitrile, ethanol, chloroform, toluene and air humidity were studied.

Key words: silicon nanowires, electrical characteristics, flicker noise.

УДК 681

F. Malikova, Azati Yakufujiang, M.T. Iskakova
(Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan)

A FOUR PARAMETERS PHOTOVOLTAIC RENEWABLE ENERGY MODEL SIMULATION USING MATLAB SIMULINK

Abstract: There is enormous potential for renewable energy in Kazakhstan. Kazakhstan has areas with high insolation that could be suitable for solar power, particularly in the south of the country, receiving between 2200 and 3000h of sunlight per year, which equals 1200–1700 kW/m2 annually.[1]. The PV module is the interface which converts light into electricity. four parameters photovoltaic model used in this paper aims to make it more accurate and relieable.This paper gives a detailed modeling of four parameters PV modeling based on Matlab Simulink software.

Key words: Renewable energy, Solar energy, PV model, Photovoltaic, Matlab Simulink

There is enormous potential for renewable energy in Kazakhstan. Solar energy , one of the most suitable renewable energy for Kazakhstan and can be widely used in the south of the country, receiving between 2200 and 3000h of sunlight per year, which equals 1200–1700 kW/m2 annually. There is a 2MW solar PV plant near Almaty and six solar PV plants are currently under construction in the Zhambyl province of southern Kazakhstan with a combined capacity of 300MW.[2]

Modeling PV panels, necessarily requires taking weather data (irradiance and temperature) as input variables. The output variables would be current, voltage, power or other.The characteristic I(V) is a non-linear equation with multi-ple parameters classified as follows: those provided by con-structors, those known as constants and the ones which must be computed. This paper counted four parameters: temperature, irradiance series resistance and parallel resistance as input variables shown as in the fig. 1

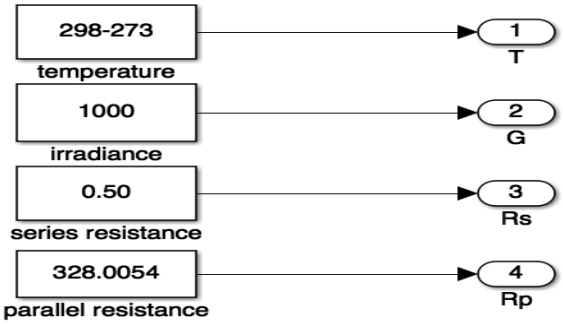


Fig. 1. four parameters of PV cell

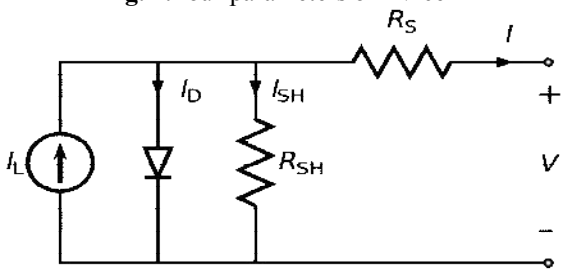


Fig. 2. The equivalent circuit of a solar cell

2.Modeling of PV module

2.1 in the fig. 2

the current produced by the solar cell is equal to that produced by the current source, minus that which flows through the diode, minus that which flows through the shunt resistor:[3][4]

$$I = I_L - I_D - I_{SH}$$

Where:

I = output current (ampere)

IL = photogenerated current (ampere)

ID = diode current (ampere)

ISH = shunt current (ampere).

ID is the diode current which is pro-portional to the saturation current and is given by the equation

$$I_{\mathrm{d}} = I_0 \left[\exp\left(\frac{V}{\mathrm{A.N_s}.V_T} \right) - 1 \right]$$

By the Shockley diode equation, the current diverted through the diode is:

$$I_D = I_0 \left\{ \exp\left[\frac{V_j}{nV_T} \right] - 1 \right\}$$

where

I0 = reverse saturation current (ampere)

n = diode ideality factor (1 for an ideal diode)

q = elementary charge
k = Boltzmann's constant
T = absolute temperature
V is the voltage imposed on the diode.

$$V_T = \mathrm{k} \cdot T_\mathrm{c}/\mathrm{q}$$

I0 is the reverse saturation or leakage current of the diode (A), VTc = 26 mV at 300 K for silisium cell, Tc is the actual cell temperature (K), k Boltzmann constant 1.381 · 10 ^(-23) J/K, q is electron charge (1.602 · 10 ^19 C). Ns: is the number of PV cells connected in series. A is the ideality factor.

The ideality factor, is considered constant and is chosen in Table 1 according to technology of the PV cell. The thermal voltage ‘‘a’’ is presented by equation

$$\mathrm{a} = \frac{\mathrm{N_S} \cdot \mathrm{A} \cdot \mathrm{k} \cdot T_\mathrm{C}}{\mathrm{q}} = \mathrm{N_S} \cdot \mathrm{A} \cdot V_T$$

2.1 Open-circuit voltage and short-circuit current of PV cell

When the cell is operated at open circuit, I = 0 and the voltage across the output terminals is defined as the open-circuit voltage. Assuming the shunt resistance is high enough to neglect the final term of the characteristic equation, the open-circuit voltage VOC is:

$$V_{OC} \approx \frac{nkT}{q} \ln\left(\frac{I_L}{I_0} + 1\right).$$

Similarly, when the cell is operated at short circuit, V = 0 and the current I through the terminals is defined as the short-circuit current. It can be shown that for a high-quality solar cell (low RS and I0, and high RSH) the short-circuit current ISC is:

$$I_{SC} \approx I_L$$

Technology	Ideality factor
Si-mono	1.2
Si-poly	1.3
a-Si-H	1.8
a-Si-H tandem	3.3
a-Si-H triple	5
cdTe	1.5
CTs	1.5
AsGa	1.3

Table 1 Ideality factor (A)

3. Determination of the parameters

In this work the four parameters that have to be evaluated are also Iph, I0, Rs, Rp.

3.1 Determination of Iph

According to Fig. 1, the output current at the standard test conditions (STC) is:

$$I = I_L - I_0 \left\{\exp\left[\frac{V + IR_S}{nV_T}\right] - 1\right\} - \frac{V + IR_S}{R_{SH}}$$

when the cell is operated at short circuit, V = 0 and the current I through the terminals is defined as the short-circuit current. It can be shown that for a high-quality solar cell (low RS and I0, and high RSH) the short-circuit current ISC is:

$$I_{SC} \approx I_L$$

Then:

$$I = I_{\mathrm{ph,ref}} - I_{0,\mathrm{ref}}\left[\exp\left(\frac{V}{\mathrm{a_{ref}}}\right) - 1\right]$$

$$I_{sc,ref} = I_{ph,ref} - I_{0,ref}\left[\exp\left(\frac{0}{a_{ref}}\right) - 1\right] = I_{ph,ref}$$

The photocurrent depends on both irradiance and temperature:

$$I_{ph} = \frac{G}{G_{ref}}(I_{ph,ref} + \mu_{sc} \cdot .\Delta T)$$

G: Irradiance (W/m 2), Gref : Irradiance at STC = 1000 W/m 2 ,

$$\Delta T = T_c - T_{c,ref} \text{ (Kelvin)}$$

Tc,ref : Cell temperature at STC = 25 + 273 = 298 K, lsc: Coefficient temperature of short circuit current (A/K), provided by the manufacturer, Iph,ref : Photocurrent (A) at STC.

3.2 Determination of Io

the voltage at open circuit (I=0,V=Voc,ref), the current at short circuit (V=0, I=Isc,ref), and the voltage (Vmp,ref) and current (Imp,ref) at maximum power ,the following equations can be written:

$$I_{sc,ref} = I_{ph,ref} - I_{0,ref}\left[\exp\left(\frac{I_{sc,ref} \cdot R_s}{a_{ref}}\right) - 1\right]$$

$$0 = I_{ph,ref} - I_{0,ref}\left[\exp\left(\frac{V_{oc}}{a_{ref}}\right) - 1\right]$$

$$I_{pm,ref} = I_{ph,ref} - I_{0,ref}\left[\exp\left(\frac{V_{pm,ref} + I_{pm,ref}R_s}{a_{ref}}\right) - 1\right],$$

The (-1) term has to be neglected because it is very smaller than the exponential term.

The reverse saturation current is defined by:

$$I_0 = DT_C^3 \exp\left(\frac{-q\varepsilon_G}{A \cdot k}\right)$$

4. Simulation of the PV model

4.1 in the Fig .3

The whole PV cell model is divided into several parts : input variables , diode characteristics (usually given by the manufactor),voltage generator ,photocurrent, leakage current at STC and Io.

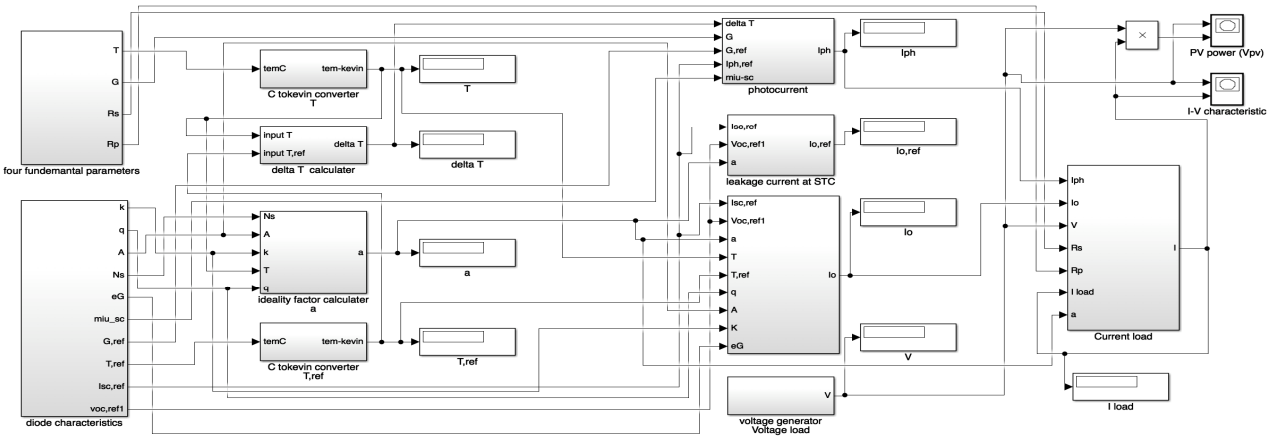


Fig.3. Overview of Whole PV cell modeling on Matlab

4.2 Matlab simulation of photocurrent

According to the 3.1 determination of Iph ,thhe formula applied to Matlab Simulink and the simulation of photocurrent as shown in the fig .4

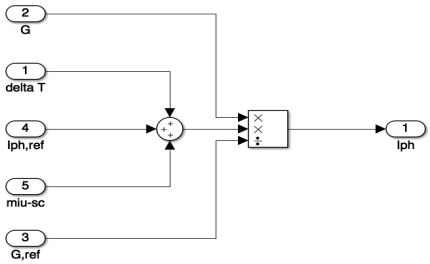


Fig 4. Simulation of photocurrent

4.3 Matlab simulation of leakage current at STC

According to the leakage current formula given blow ,the simulation of leakage current at STC given as in the fig .5

$$I_0 = I_{0,\mathrm{ref}}\left(\frac{T_c}{T_{c,\mathrm{ref}}}\right)^3 \exp\left[\left(\frac{q\varepsilon_G}{A \cdot K}\right)\left(\frac{1}{T_{c,\mathrm{ref}}} - \frac{1}{T_c}\right)\right]$$

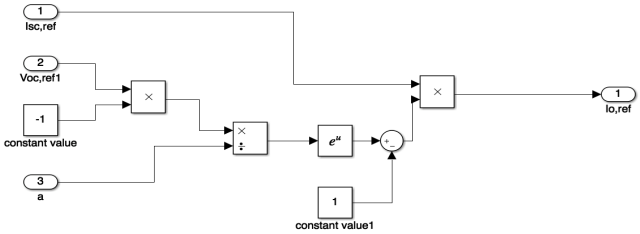


Fig 5. leakage current at STC

4.4 in the fig .6

Matlab simulation of reverse saturation current

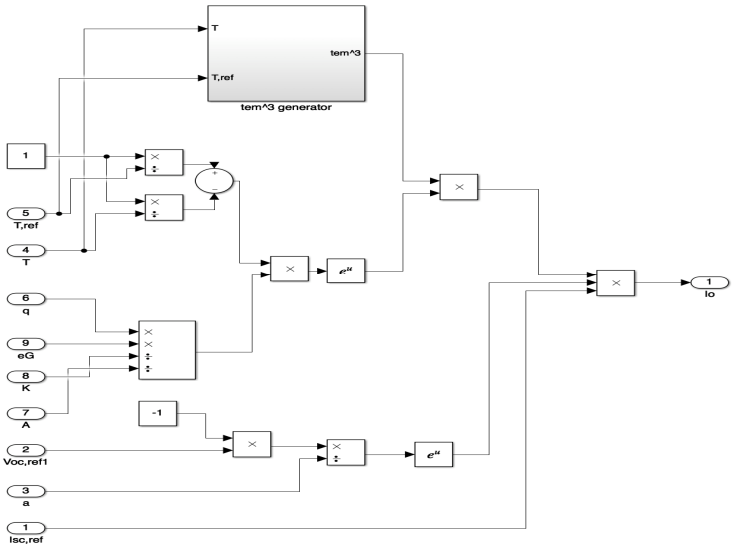


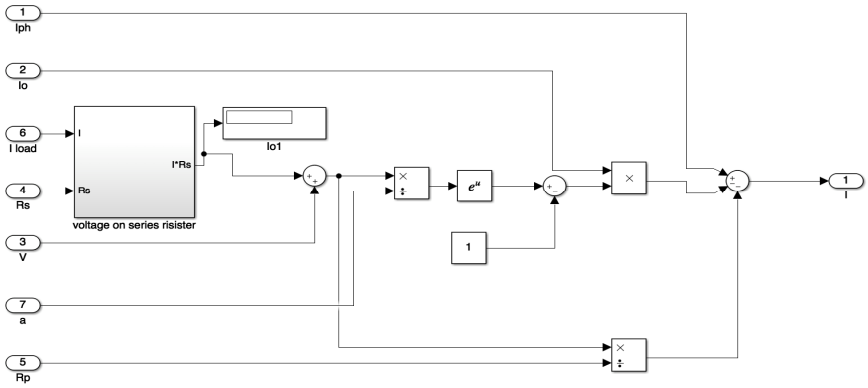
Fig 6. Detailed Io implementation

4.5 Matlab simulation of current load

According to the equation :

$$I = I_L - I_0\left\{\exp\left[\frac{V + IR_S}{nV_T}\right] - 1\right\} - \frac{V + IR_S}{R_{SH}}$$

Current load equation applied to the Matlab Simulink program and the implementation shown as in fig 7 :



Detailed current load implementation

5. Conclusions

In this article presented work is a detailed modeling and simulation of the PV cell and module. It is implemented under MATLAB/ Simulink environment; the most used software by researchers and engineers. This model is first drafted in accordance with the fundamentals of semiconductors and the PV cell technology.

REFERENCES

[1] И.В.Черных. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. 1-е издание, 2007 год, 288 стр., формат 17х24 см, мягкая обложка.

[2] В.Дьяконов. Simulink 4. Специальный справочник. Питер. 2002.- 528 с., ил.

[3] Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. - СПб.: КОРОНА принт, 2001. - 320 с., ил.

[4] Герман-Галкин С. Г. Линейные электрические цепи. Лабораторные работы. - СПб.: Учитель и ученик, КОРОНА принт, 2002. - 320 с., ил.

[5] Герман-Галкин С. Г. Спектральный анализ процессов силовых полупроводниковых преобразователей в пакете MATLAB (R 13) // Научно-практический журнал "Exponenta Pro. Математика в приложениях", 2003, № 2. С. 80 - 82.

[6] И.В.Черных. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. 1-е издание, 2007 год, 288 стр., формат 17х24 см, мягкая обложка.

[7] В.Дьяконов. Simulink 4. Специальный справочник. Питер. 2002.- 528 с., ил.

[8] Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. - СПб.: КОРОНА принт, 2001. - 320 с., ил.

[9] Герман-Галкин С. Г. Линейные электрические цепи. Лабораторные работы. - СПб.: Учитель и ученик, КОРОНА принт, 2002. - 320 с., ил.

[10] Герман-Галкин С. Г. Спектральный анализ процессов силовых полупроводниковых преобразователей в пакете MATLAB (R 13) // Научно-практический журнал "Exponenta Pro. Математика в приложениях", 2003, № 2. С. 80 - 82.

[11] Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.

[12] Дьяконов В., Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. С. Пб.: Питер, 2001. - 448 с

[13] Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. М.: Лучшие книги, 2008. — 352 с. — ISBN 978-5-93673-095-5.

[14] Васильев В.В., Симак Л.А., Рыбникова А.М. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK. Учебное пособие. — Киев: Национальный авиационный университет, 2008. — 91 с.

[15] В.Дьяконов. Компьютерная математика. Теория и практика. Нолидж. 2000.

[16] Н.Мартынов, А.Иванов. Matlab 5.x. Вычисления, визуализация, программирование. Кудиц-образ. 2000.

[17] Н.Мартынов, А.Иванов. Matlab 5.x. Пособие по программированию в системе MATLAB. МГУ. 2000.

[18] В.Потемкин. Инструментальные средства Matlab 5.x. Диалог-МИФИ. 2000.

[19] Ю.Лазарев. Matlab 5.x. BHV-Киев. 2000.

[20] В.Потемкин. Введение в MATLAB. Диалог-МИФИ. 2000.

[21] Б.Андриевский, А.Фрадков . Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB. СПб.: Наука, 1999.

Маликова Ф.И., Якуфуцзян Азати, Искакова М.Т.

Matlab simulink-тің көмегімен жаңғырған энергетикалық фотоэлектрикті моделдеудің төрт параметрі

Түйіндеме. Қазақстанда жаңартылатын энергия көздері үшін үлкен әлеует бар. Және де күндіз сағатына 2200-ден 3000 дейін, яғни жылына 1200-1700 кВт / м2 болатын күн энергиясына, әсіресе оңтүстікте күн сәулесі үшін жарамды инсоляциясы жоғары аймақтар бар [1]. PV модулі - жарық электр энергиясына түрлендіретін интерфейс. Осы мақалада қолданылған фотоэлектрлік модельдің төрт параметрі оны дәлірек және сенімді етеді. Сондай-ақ, бұл мақалада Matlab Simulink бағдарламалық жасақтамасының негізіндегі ПВ-модельдеудің төрт параметрінің егжей-тегжейлі модельдеуі берілген.

Түйінді сөздер: жаңартылатын энергия, күн энергиясы, фотоэлектрлік модель, фотоэлектрлік, Matlab Simulink

Маликова Ф.И., Якуфуцзян Азати, Искакова М.Т.

Четыре параметра фотоэлектрического возобновляемого энергетического моделирования с использованием Matlab Simulink

Резюме. В Казахстане существует огромный потенциал для возобновляемых источников энергии. В Казахстане есть районы с высокой инсоляцией, которые могут быть пригодны для солнечной энергетики, особенно на юге страны, получая от 2200 до 3000 часов солнечного света в год, что составляет 1200-1700 кВт / м2 в год [1]. Модуль PV - это интерфейс, который преобразует свет в электричество. Четыре параметра фотоэлектрической модели, используемые в этой статье, направлены на то, чтобы сделать ее более точной и надежной. А так же дано подробное моделирование четырех параметров PV-моделирования на основе программного обеспечения Matlab Simulink.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, солнечная энергия, фотоэлектрическая модель, фотоэлектрической, Matlab Simulink

УДК 665.6;504;064

Б.М. Абаильдинов, Г.С. Жуманова, А.Т. Умбетбеков
(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, guldariha123@gmail.com)

СОВРЕМЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ

Аннотация: Показаны системы очистки сточных вод двух нефтеперерабатывающих заводов, использующие различные очистные сооружения, сравнивая результаты их эффективности и влияние на окружающею среду.

Ключевые слова: сточные воды, загрязняющие вещества, нефтепереработка, водоочистка.

В нынешнее время экологическая безопасность является одной из приоритетной задачей при образований и модернизации производственных сил. Многие факторы обусловили существенный рост негативного антропогенного воздействия на состояние окружающей среды и природных ресурсов. Для уничтожения губительных последствии воздействия человека на окружающею среду, во всех отраслях промышленности требуется внедрить работоспособные технологии и использовать результаты различных опытов.

Большое внимание уделяется экологическому состоянию гидросферы. Вода часто является необходимым для выполнения различных технологических процессов. Большинство промышленных обьектов были образованы рядом с источниками воды. И одним из основных отходов различных производств являются сточные воды.

На промышленных обектах, которые занимаются переработкой нефти, в том числе на Павлодарском нефтехимическом заводе, остро стоит проблема очистки воды. Вода является важным компонентом для различных технологических установок. Наибольший расход воды наблюдается в процессе подготовки нефти, ее обессоливания и обезвоживания.

Павлодарский нефтехимический завод (ТОО «ПНХЗ») – крупнейшее предприятие на северо-востоке Казахстана по переработке нефти и производству нефтепродуктов и один из трех нефтеперерабатывающих заводов республики.

В структуру завода входят комплекс первичной переработки нефти (ЛК-6У), комплекс компаундирования и отгрузки нефтепродуктов, комплекс глубокой переработки нефти (комплекс топливный – КТ-1 по глубокой переработке мазута), комплекс переработки тяжелых нефтяных остатков. На ПНХЗ действуют установка производства водорода и переработки нефтешлама, а также крупные вспомогательные подразделения – цех водоснабжения и канализации [1].

На Павлодарском нефтехимическом заводе предусмотрены следующие виды системы водопровода и канализации:

– хозяйственно-питьевой водопровод;

– водопровод технической воды;

– сети оборотного водоснабжения;

– хозфекальные канализации;

– производственная канализация I –ой и II-ой систем;

– локальная дренажная система;

– промливневая канализация [2] .

На предприятии существуют две системы канализации – I-ая и II-ая. По 1–й системе канализации собираются, отводятся и очищаются менее загрязненные стоки (ливневый сток с территории предприятия, от установки переработки нефтешлама, паровой конденсат, дренажная вода с иловых площадок, подтоварная вода). После очистки на отдельной линии сооружений механической и биологической очистки, основной объем стоков возвращается в систему оборотного водоснабжения для восполнения потерь, и частично во II-ую систему канализации для доочистки на очистных сооружениях этой системы.

По II-ой системе канализации собираются, отводятся и очищаются более загрязненные стоки (серно-щелочные стоки, подтоварная вода из резервуаров, отстоянная вода из шламонакопителей, хозбытовые сточные воды от площадки завода и субабонентов, дренаж подземных вод площадки), которые после очистки сбрасываются в накопитель «Сарымсак».

В накопителе Сарымсак в 4 точках 2 раза в год определяются фоновые концентрации нефтепродуктов, взвешенных веществ, фенолы, сульфиды, аммоний солевой по N, нитриты, нитраты, фосфаты растворенные, солесодержание, БПК, поверхностно-активные вещества, сульфаты, хлориды, жесткость Са, жесткость Mg, pH, жесткость общая, щелочность общая [3]. Результаты анализа расчета предельно допустимого сброса загрязняющих веществ в воде пруда «Сарымсак» на период 2016–2017гг приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Результаты анализа расчета предельно допустимого сброса загрязняющих веществ в воде пруда «Сарымсак» на период 2016–2017 гг**

Наименование показателя	Фоновая концен-трация, мг/дм^3	Предельно допустимая концентрация, мг/дм^3	Фактическая концентрация, мг/дм^3	Расчетная концентрация, мг/дм^3
Взвешенные вещества	22,33	23,08	20,95	23,0
Поверхностно-активные вещества	0,40	0,50	0,52	0,90
Нитраты	4,78	45,0	19,2	86,4
Нитриты	0,24	3,3	707	6,95
Биологическое потребление кислорода, полный	7,27	6,0	17,82	17,82
Нефтепродукты	0,05	0,3	3,02	3,02
Сульфаты	1296,3	500,0	643,05	1296,3
Сульфиды	0,0	---	0,0	0,0
Фенольный индекс (летучие фенолы)	0,02	0,25	0,1	0,25
Хлориды	379,0	350,0	169,8	379,0
Аммоний солевой (по азоту)	9,9	2,6	55,18	55,18

Одним из заводов, которые используют эффективную водоочистку, является «Антипинский нефтеперерабатывающий завод». Опыт данного предприятия может пригодится для улучшения системы очистки сточных вод на Павлодарском нефтехимического завода. [5]

Очистка сточных вод «Антипинского нефтеперерабатывающего завода» состоит из следующих этапов:

I этап. Блок предварительной очистки. Сточные воды проходят предварительную очистку на песколовках и осадителях. Данный блок предназначен для защиты основных сооружений от мусора, залповых и аварийных сбросов загрязняющих веществ, регулирования неравномерности поступления исходных сточных вод.

II этап. Блок физико-химической очистки. Включает узел сепарации и узел флотации. Узел сепарации состоит из двух сепараторов. Принцип работы сепараторов позволяет одновременно отделить из стоков взвеси и нефтепродукты. За счет тангенциального ввода воды нефтепродукты собираются в центре вверху сепаратора, а взвешенные вещества - в нижней конусной части сепаратора. Отделенные нефтепродукты и взвешенные вещества насосами перекачиваются для дальнейшего обезвоживания на блок обезвоживания осадков и нефтепродуктов. Узел реагентной импеллерной флотации состоит из двух установок Separation Specialists.

III этап. Блок биологической очистки. Этот блок предназначен для очистки сточных вод по уникальным технологиям компании GE Water & Process Technologies. Данная технология использует мембранные биореакторы, которые позволяют многократно интенсифицировать процессы, исключить из схемы вторичные отстойники, удалить взвешенные вещества практически на 100%, БПК на 99% и уменьшить занимаемые площади в 4 раза по сравнению с обычными иловыми отстойниками.

IV этап. Блок глубокой доочистки. После прохождения сорбционных угольных фильтров и установок ультрафиолетового обеззараживания качество такой воды соответствует всем требованиям, предъявляемым к качеству сточной воды, сбрасываемой в водоемы рыбохозяйственного назначения. Очищенные сточные воды после доочистки сбрасываются в реку Туру. Блок глубокой доочистки состоит из узла доочистки стоков, представляющего собой двухступенчатую фильтрацию на сорбционных фильтрах и обеззараживание стоков на установках ультрафиолетового обеззараживания.

V этап. Блок обезвоживания. На узел поступают уловленные обводненные нефтепродукты и осадок с блока предварительной очистки, с узла сепарации, пена с узла флотации, активный избыточный ил с блока биологической очистки. Обводненный осадок, обводненный нефтепродукт, избыточный активный ил направляются на дальнейшую переработку в емкости для накопления и гомогенизации обводненного нефтепродукта. Антипинский нефтеперерабатывающий завод – один из крупнейших водопотребителей города Тюмени. В связи с этим на предприятии происходит постоянное совершенствование технологии производства, внедряются методы очистки сточных вод, осуществляется контроль объемов водопотребления и водоотведения, а также качества сбрасываемых сточных вод [6].

Очистные сооружения обеспечивают качество сброса в реку Туру, полностью удовлетворяющее требованиям водоемов рыбохозяйственного назначения, то есть качество сброса лучше исходной воды в Туре. Все отходы проходят необходимую обработку (обезвоживание, очистку, биодеструкцию), что позволяет повторно использовать их: уловленные нефтепродукты как углеводородное сырье, а ил и осадок – как грунт для обратной засыпки при строительных работах [7,8].

Основными загрязнителями, присутствующими в сточных водах нефтеперерабатывающего завода, являются нефтепродукты, взвешенные вещества, соли, органические загрязнения, фенолы, аммонийный азот, растворенный сероводород [9-11]. Количество сброшенных в реку Тура загрязняющих веществ в водные объекты в 2017 году приведены в таблице 2.

Сравнение эффективностей водоочистных технологии. В заводах используются водоочистные сооружения для очистки вод использованных в технологических процессах. Для очищения воды используются сложные процессы фильтрации и обработки. Но в заводах используются собственные системы, который дают различные резльтаты. В ПНХЗ используются две системы очисток. Один из них предназначен для очистки слабозагрязненной воды, которое должно возращатся на обратно на технологический процесс. Данный вид очистки выгоден для уменьшения водопользования.

Таблица 2. **Количество сброшенных в реку Тура загрязняющих веществ в водные объекты в 2017 году**

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Допустимая концентрация загрязняющего вещества на выпуске сточных и (или) дренажных вод, мг/дм3	Фактическая концентрация загрязняющего вещества на выпуске сточных и (или) дренажных вод, мг/дм3	Разрешенный сброс загрязняющего вещества в пределах норматива предельно допустимого сброса, т/квартал	Фактический сброс загрязняющего вещества в пределах норматива предельно допустимого сброса, т/квартал
1	Взвешенные вещества	27,15	3	23,9752	0,5349
2	Биологическое потребление кислорода	3	0,475	2,6496	0,0847
3	Нефтепродукты	0,05	0,0106	0,04416	0,0019
4	Сухой остаток	1000	515	883,2	91,8228
5	Хлориды	300	153	264,96	27,279
6	Сульфаты	100	33	88,32	5,8837
7	Амонин ион	0,516	0,05	0,455731	0,0089
8	Нитриты	0,15744	0,0345	0,139006	0,0061
9	Нитраты	39,87	0,13	35,2131	0,0231
10	Поверхностно-активные вещества	0,5	0,0385	0,4416	0,0068
11	Фосфаты	0,0432	0,01859	0,043196	0,0033
12	Железо общее	0,1	0,0865	0,08836	0,0154
13	Фенолы	0,001	0,0006	0,0009	0,0001

Другой вид системы очистки является основным и предназначен для сильно загрязненой воды, а также для остатков первой системы очистки, которое не возвратилось обратно на технологический процесс. Очищенная вода отправляется на изолированый пруд.

На Антипинском нефтеперерабатывающем заводе используется эшелонированый тип очистки воды. Каждый этап данной системы очистки сточных вод использует различные принципы, которые должны использоватся в определенной стадии для очистки от определенного загрязнителя.

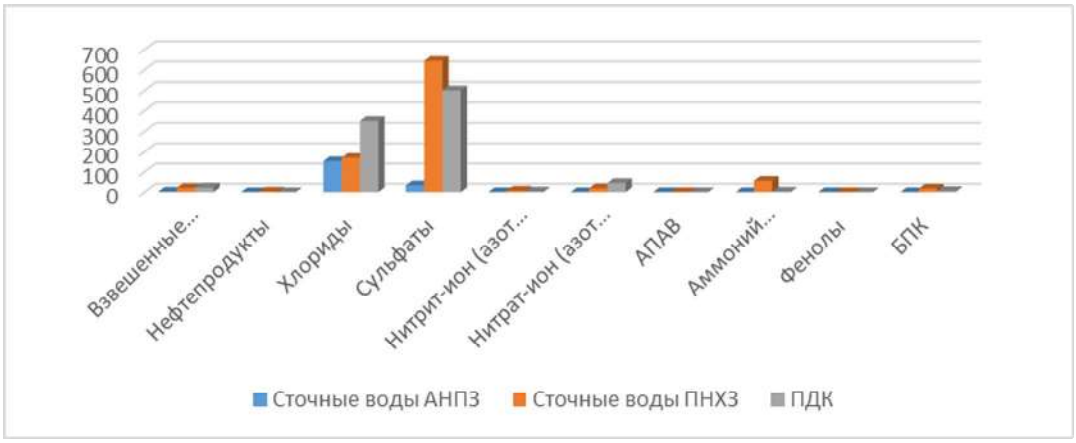


Рис. 1. Концентрации загрязняющих веществ на сточных водах Антипинского нефтеперерабатывающего завода и Павлодарского нефтехимического завода, мг/дм^3

Система очистки воды на Антипинского нефтеперерабатывающего завода работает лучше чем на Павлодарском нефтехимическом заводе. Качество очищенной воды на Антипинского нефтеперерабатывающего завода по многим параметрам превосходит очищенную воду Павлодарского нефтехимического завода. Но в отличии Антипинского нефтеперерабатывающего завода, в Павлодарском

нефтехимическом заводе не сбрасывают отработанную воду на ближайщие водоемы. Вместо этого, они сбрасывают воду в изолированый пруд «Сарымсак».

Таким образом, результаты исследования паказывает, что опыт Антипинского нефтеперерабатывающего завода в очистке сточных вод, рекомендуется внедрить системы очистки воды данного завода в Павлодарского нефтехимического завода. Несмотря на выбросы сточных вод Павлодарского нефтехимического завода на изолированый пруд, желательно очищать сточные воды до минимальной концентрации загрязняющих веществ для улучшения экологической безопасности. Так, как минимальное содержание загрязнящих веществ обспечивает малую нагрузку на природу и облегчает процесс самоочищения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1]https://www.pnhz.kz/refinery/about_refinery/

[2]Очистные сооружения промканализации. Отчет об инженерно-геологических изысканиях. – Алматы, 1977.

[3]Шайзадинова А.Е. Оспанова А.К. Нормативы загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами ТОО «ПНХЗ» в накопитель Сарымсак; ПГУ, Республика Казахстан, г. Павлодар

[4]А.И. Тихомиров. Обеспечение экологической безопасности на ЗАО «Антипинский НПЗ».

[5]Материалы с официального сайта Антипинского НПЗ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.annpz.ru

[6]Ежегодник Антипинского НПЗ [Электронный ресурс] // Официальный сайт АО «Антипинский нефтеперерабатывающий завод» – Режим доступа:http://www.annpz.ru/press_yearbook.html

[7]Пояснительная записка к плану местности к схеме системы водопотребления и водоотведения АО «Антипинский НПЗ»

[8]А.И. Тихомиров. Обеспечение экологической безопасности на ЗАО «Антипинский НПЗ».

[9]Материалы с официального сайта Антипинского НПЗ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.annpz.ru

[10]Ежегодник Антипинского НПЗ [Электронный ресурс]//Официальный сайт АО «Антипинский нефтеперерабатывающий завод» – Режим доступа:http://www.annpz.ru/press_yearbook.html

[11]Пояснительная записка к плану местности к схеме системы водопотребления и водоотведения АО «Антипинский НПЗ»

[12]Промышленность Казахстана и его регионов за 2005-2009 годы: Стат. сб. / Под ред. А.А.Смаилова.- Астана, 2010. -- 230 с.

[13]Устименко А. Нефтегазовый сектор Казахстана: итоги развития // Промышленность Казахстана. 2008. № 4(49).- С. 12-13.

[14]Сакенов М. Казахстан надежный поставщик углеводородов на мировые рынки // Промышленность Казахстана. - 2009. - № 4(55) 5(56). С. 14-18.

[15] Нурсултанова С.Н. Методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых (нефть и газ): Учеб. пособие. -- Астана: Фолиант, 2008. -- 184 с.

[16] Айгазиев А.Т. Экологические факторы эффективного использования земель. - Алматы: ОФ «БИС», 1999. - 530 с.

Абаильдинов Б., Жуманова Г.С., Умбетбеков А.Т.

Өндірістік сектордағы экологиялық қауіпсіздікті жақсартуы бойынша заманауи іс-шаралар

Түйіндеме: Әр түрлі тазартушы құралдарды қолданатын екі мұңай өңдеумен айналысатын зауыттардың тоспа суларды тазарту жүйелері көрсетілді және олардың нәтижеліктері және қоршаған ортаға әсері салыстырылды.

Кілтті сөздер: тоспа сулар, ластаушы заттар, мұңай өңдеу, су тазарту.

Abaildinov B., Zhumanova G.S., Umbetbekov A.T.

Modern measures to improve environmental safety in the industrial sector

Summary: The systems of sewage treatment of two refineries are shown, which using various treatment facilities, comparing the results of their effectiveness and impact on the environment.

Key words: wastewater, contaminants, oil refinery, water purification.

УДК 530.19 + 519.68

[1]E.Alimkulova, [1]E.Akimbekov, [1]A.Zikirina, [1]Zh. Ibataev., [1]B.Mukushev, [1]A.Musataeva, [1]N. Shakerkhan, [2]E.Mukhametkazin
([1]Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, Astana, Kazakhstan
E-mail: bazarbek1@rambler.ru
[2]Eurasian National University L.Gumilev, Astana, Kazakhstan)

RESEARCH OF THE «BINARY STAR» SYSTEM THROUGH THE MATHCAD PACKAGE

Abstract. The article presents the results of the study of binary stars by means of MathCad. Computer experiments were conducted, revealing the mechanisms of the existence of the " binary star-planet" system.

A theoretical analysis of the dynamic parameters of the " binary star" system is carried out. The essence of the concepts of reduced and effective mass is revealed. They are used when calculating the parameters of the " binary star" system. On the basis of the numerical method, computer models of the potential of the gravitational field of the " binary star" system and the level lines of the potential of this field were computed and presented. The mechanisms of existence of the " binary star-planet" system are studied and stable and unstable structures of binary stars are considered. Two types of supposed stable orbits were found: a) the first type involves the motion of a light body along a circular orbit, if it was originally located at a distance. This distance is many times greater than the distance between the components of a binary star; b) The second type of supposed stable orbits manifests itself in a situation where the light body is a satellite of one of the massive components of a binary star. In this case, the planet moves in a circular orbit relative to the nearest component of the binary star.

Key words: binary star, binary star system, MathCad, computer experiments, stable and unstable structures of binary stars.

[1]Э. Ж. Алимкулова, [1]Е.Т. Акимбеков, [1]А.М. Зикирина, [1]Ж.А. Ибатаев, [1]Б.А. Мукушев, [1]А.Б. Мусатаева, [1]Н. Шакерхан, [2]Е.С. Мухаметказин
([1]Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан,
E-mail: bazarbek1@rambler.ru
[2]Евразийский науциональный университет им. Л.Гумилева, Астана, Республика Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ДВОЙНАЯ ЗВЕЗДА» ПОСРЕДСТВОМ ПАКЕТА MATHCAD

Аннотация: В статье представлены результаты исследования двойных звезд посредством ППП MathCad. Проведены компьютерные эксперименты, раскрывающие механизмы существования системы «двойная звезда - планеты».

Ключевые слова: Двойная звезда, система «двойная звезда - планеты», ППП MathCad, компьютерные эксперименты, устойчивая и неустойчивая структуры двойных звезд.

Проведен теоретический анализ динамических параметров системы «двойная звезда». Раскрыты сущности понятий приведенной и эффективной массы, которые применяются при расчете параметров системы «двойная звезда». На основе численного метода были вычислены и представлены компьютерные модели потенциала гравитационного поля системы «двойная звезда» и линии уровня потенциала этого поля. Изучены механизмы существования системы «двойная звезда - планеты» и рассмотрены устойчивая и неустойчивая структуры двойных звезд. Были найдены два типа предполагаемых устойчивых орбит: а)первый тип включает в себя движение легкого тела по круговой орбите, если оно изначально находилось на расстоянии, во много раз превышающим расстояние между компонентами двойной звезды; б) второй тип предполагаемых устойчивых орбит проявляется в ситуации, когда легкое тело является спутником одного из массивных компонентов двойной звезды. В этом случае планета движется по круговой орбите относительно ближайшего компонента двойной звезды.

Введение

Двойные звёзды - весьма распространённые объекты во Вселенной. Эти небесные тела обращаются вокруг общего центра масс. Измерив, период обращения и расстояние между компонентами двойных звезд, можно определить или оценить физические параметры системы. Этот способ практи-

чески не требует дополнительных физико-математических расчетов, и поэтому является одним из главных методов определения масс в астрофизике. По этой причине двойные системы, компонентами которых являются чёрные дыры или нейтронные звезды, представляют большой интерес для астрофизики. [1-3].

1. Двойная звезда задача двух тел.

До недавнего времени основным объектом исследования небесной механики служило движение тел в поле центральной силы, когда масса центрального тела значительно превосходит массу тела, обращающегося по орбите. Например, движение планет вокруг Солнца или движение спутников около Земли. В этом случае массивное центральное небесное тело можно считать неподвижным, и задача сводится к определению закономерностей движения легкого небесного тела в заданном стационарном поле тяготения [4 -9].

В сегодняшний день, космическое явление, когда массы взаимодействующих тел соизмеримы, стало одним из важных направлений исследования астрофизики. При этом число взаимодействующих тел может быть равно двум или больше двух звезд. Рассмотрим систему, состоящую из двух звезд, которые обращаются вокруг общего центра масс системы. Поскольку силы взаимодействия между телами подчиняются третьему закону Ньютона, задачу двух тел можно свести к задаче о движении «виртуального» тела с массой $\mu = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$, движущегося под действием стационарной силы, равной силе взаимодействия «настоящих» тел. Масса μ называется приведенной массой. Когда два небесных тела взаимодействуют с силой тяготения, обратно пропорциональной квадрату расстояния, их движение происходит по законам Кеплера. Таким образом, оба тела движутся синхронно по эллипсам вокруг общего центра масс всей системы. Эти эллипсы являются геометрически подобными (Рис.1). В каждый момент времени эти звезды находятся на противоположных концах отрезка, проходящего через общий центр масс, и делят этот отрезок в отношении, обратно пропорциональном своим массам.

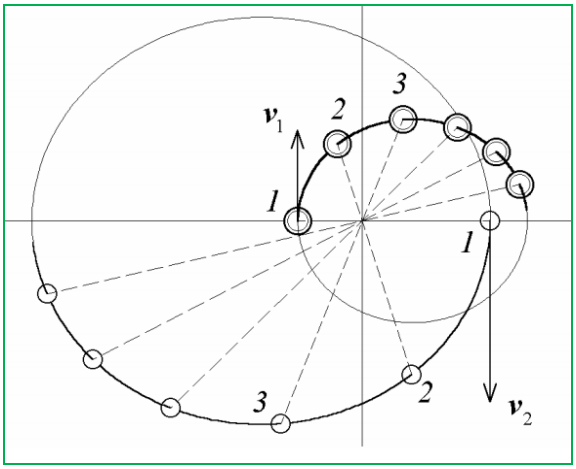


Рис. 1. Траектории компонентов двойной звезды в системе отсчета, связанной с центром масс системы.

Направление силы взаимопритяжения звезд проходит через общий центр масс двойных звезд. Каждая из звезд можно рассматривать как движущаяся не под действием силы тяготения другой движущейся звезды, а под действием центральной силы тяготения, создаваемой некоторым неподвижным источником, расположенным в общем центре масс двух звезд. Масса этого воображаемого источника носит название эффективной массы $M_{эфф}$. Расстояния звезд с массами m_1 и m_2 обозначим через r_1 и r_2 соответственно от общего центра масс системы. В этом случае, $m_1 r_1 = m_2 r_2$, и $r_1 + r_2 = (1 + m_1/m_2)\, r_1$. Последнее выражение позволяет выразить приложенную к первой звезде со стороны второй звезды силу тяготения F_1 только через расстояние r_1 первой звезды от общего центра масс:

$$F_1 = -G\frac{m_1 m_2}{(r_1+r_2)^2} = -G\frac{m_1 m_2}{r_1^2(1+m_1/m_2)^2} = -G\frac{m_1 M_{эфф}}{r_1^2} \quad \text{где} \quad M_{эфф} = \frac{m_2^3}{(m_1+m_2)^2}$$

2. Компьютерное моделирование системы «двойная звезда»

Компьютерное моделирование реализовано посредством пакета прикладных программ MathCad, что стало широко применяться при исследовании механики небесных тел [10-12].

1. Вычисление значений потенциала гравитационного поля системы «двойная звезда».

Задаем координаты центров звезд двойной системы: координаты центра первой звезды: $X_1 = 0$ и $У_1 = 0$. Координаты центра второй звезды соответственно: $X_2 = 2$ и $У_2 = 0$.

Задаем массы звезд двойной системы: $M_1 = 2$ и $M_1 = 1$. $K = M_2/M_1 = 0{,}5$

Уравнение потенциала системы «двойная звезда» выражается по формуле

$$U(x,y) = \frac{-1}{\sqrt{(X_1-x)^2+(Y_1-y)^2}} - \frac{K}{\sqrt{(X_2-x)^2+(Y_2-y)^2}}$$

На рисунке 2 и 3 представлены график потенциала гравитационного поля системы «двойной звезды» и линии уровня потенциала этого поля, полученные с помощью пакета MathCad.

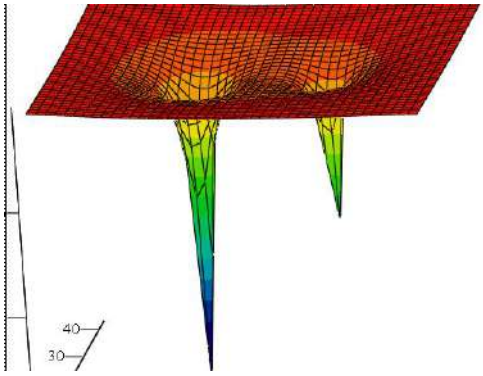


Рис. 2. Объемный график потенциала гравитационного поля системы «двойной звезды»

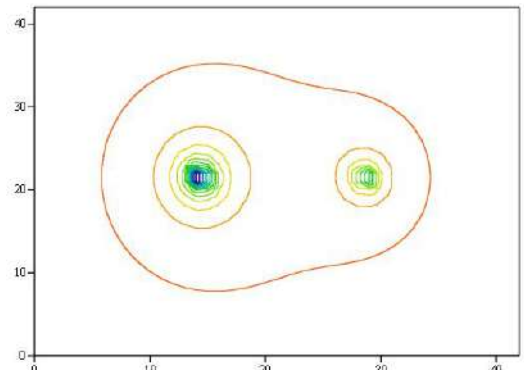


Рис. 3. Карта линий уровня потенциала гравитационного поля системы «двойной звезды»

2. ***Исследование системы «двойная звезда и планеты».*** Рассмотрим космическую изолированную систему, состоящую с двойных звезд и планет, вращающихся около центра массы этих звезд. Для этого мы будем исследовать следующую простую модель, суть которой заключается в следующем: период вращения звезд около центра масс двойных звезд много раз больше , чем период вращения планет вокруг этого центра масс. Общая масса звезд много раз больше чем масса планет. Нами проведены компьютерные эксперименты в среде ППП MathCad [13-15]. Ниже представлены результаты этих экспериментов.

1-компьютерный эксперимент. В этом эксперименте мы исследовали систему двух звезд, отношение масс которых равно $K = M_2/M_1 = 0{,}5$. Эти звезды отображены красным цветом, а планеты - фиолетовым. А суммарная масса звезд много раз больше чем масса планет ($M_1/m_{пл.}=3000$). Планетам сообщены скорости с таким расчетом, чтобы они вращались вокруг центра масс звезд по замкнутой орбите. Эта система относится к более устойчивой системе «Двойная звезда - планеты».

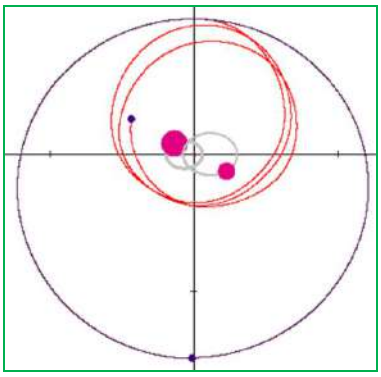


Рис. 4. Устойчивая система «Двойная звезда - планеты» $M_{звезд.} >> m_{пл.}$

2 – компьютерный эксперимент. В этом случае масса второй звезды была много раз больше массы первой звезды. А масса первой звезды была соизмеримой массами планет (M_2/M_1 =2000). На основе эксперимента мы убедились, что система «двойной звезды» превращается в систему, подобную Солнечной системе. Первая звезда вращается вокруг массивной звезды, как обыкновенная планета. Мы получили устойчивую систему «Двойная звезда - планеты» в условиях $M_2 >> M_1$.

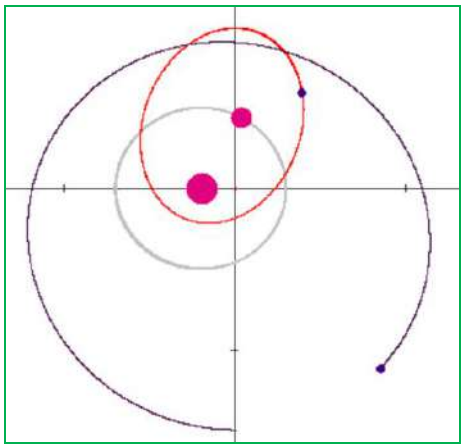


Рис. 5. Устойчивая система «Двойная звезда - планеты» в условиях $M_2 >> M_1$.

3 – компьютерный эксперимент. Изменяя параметры системы «Двойная звезда» мы получили неустойчивую структуру. Здесь отношение масс двух звезд равно $K = M_2/M_1 = 0,5$. Мы, изменяя численные значения скорости и расстояния выбранной нами планеты от массы центра двойной системы (траектория планеты выделена фиолетовым цветом) добились неустойчивой структуры. В результате эта планета после трех вращений покинула систему двойных звезд. А движение другой планеты оказалось более устойчивым.

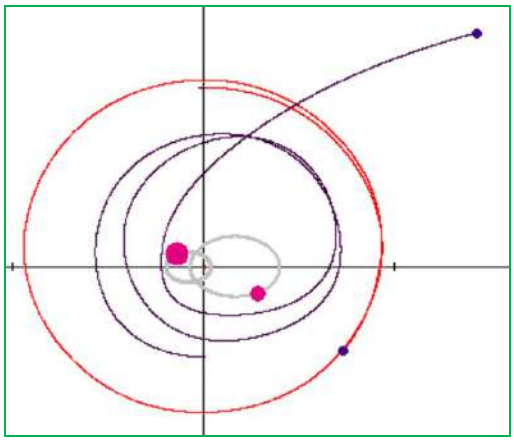


Рис. 6. Неустойчивая система «Двойная звезда - планеты»

Заключение

Проведено исследование физических параметров двойных звезд посредством ППП MathCad. В среде MathCad составлены программы, позволяющие проводить численные эксперименты. Исследованы механизмы существования системы «двойная звезда - планеты» и проанализированы устойчивая и неустойчивая структуры двойных звезд. Вычислены значения потенциала гравитационного поля системы «двойная звезда» и представлены его компьютерные модели. Были найдены два типа предполагаемых устойчивых орбит: а)Первый тип включает в себя движение легкого тела по круговой орбите, если оно изначально находилось на расстоянии, во много раз превышающим расстояние между компонентами двойной звезды. б) Второй тип предполагаемых

устойчивых орбит проявляется в ситуации, когда легкое тело является спутником одного из массивных компонентов двойной звезды. В этом случае планета движется по круговой орбите относительно ближайшего компонента двойной звезды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Липунов В. М. В мире *двойных звезд*. - М.: Наука, 1986.-208 с.

[2] Дубошин Г.Н. Небесная механика: Аналитические и качественные методы. М.: Наука, 1964.- 800 с.

[3] Лукьянов Л.Г., Ширмин Г.И. Лекции по небесной механике. Алматы. – 2009. – 227 с.

[4] Gómez G., Masdemont J. Astrodynamics Network AstroNet-II: The Final Conference Springer, 29 July 2016 - p: 325

[5] Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Үш дене туралы шектелген есеп // Вестник КазНТУ им. Сатпаева. - 2016.- №2.-С.504-510.

[6] Sahade, J. The Transfer of Mass in Close Binary Stars // Astronomical Society of the Pacific. – 1958. - Leaflets, Vol. 7, p. 344 – 353.

[7] Bozis, G. & Michalodimitrakis, M. Bounded motion for a modified three-body problem // Astrophysics and Space Science, vol. 86, no. 2, Sept. 1982, p. 377-396.

[8] Kratter, K. M. The Formation of Close Binaries // Evolution of compact binaries. Proceedings of a workshop held at Hotel San Martín, Viña del Mar, Chile 6-11 May 2011. Edited by Linda Schmidtobreick, Matthias R. Schreiber, and Claus Tappert. ASP Conference Proceedings, Vol. 447. San Francisco, CA: Astronomical Society of the Pacific, 2011., p.47.

[9] Choi, J. Microlensing Discovery of a Population of Very Tight, Very Low Mass Binary Brown Dwarfs // The Astrophysical Journal, 768:129 (7pp), 2013 May 10.

[10] Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т. Гравитационное поле небесных тел // Вестник КазНТУ им. Сатпаева. – 2016. - №5.- С.70-75.

[11] Мукушев Б.А. Күн жүйесін құрайтын планеталардың қозғалысын сандық әдіс негізінде зерттеу // Вестник КазНПУ им. Абая.- 2015. - №4. – С.114-120.

[12] Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Аспан денелерінің қозғалыс заңдылықтарын MathCAD қолданбалы программалар пакеті көмегімен зерттеу // Вестник КазНТУ им. Сатпаева.- 2016.- №2.-С.496-504.

[13] Поршнев С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD. – М.:- 2011. - 320 с.

[14] Очков В. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт-Петербург. – 2007.

[15] Nelson F. Using mathcad to simplify uncertainty computations in a laboratory course // Computer Applications in Engineering Education. - 6 January 2014.- Volume 23, Issue 2.- Pages 250-257.

Алимкулова Э.Ж., Акимбеков Е.Т., Зикирина А.М., Ибатаев Ж.А., Мукушев Б.А., Мусатаева А.Б., Шакерхан Н., Мухаметказин Е.С.

«Қос жұлдыз» жүйесін mathcad қолданбалы программалар пакеті көмегімен зерттеу

Резюме: Мақалада қос жұлдыздар жүйесін сипаттайтын физикалық параметрлерді MathCad пакеті көмегімен зерттеудің нәтижелері баяндалған. «Қос жұлдыз - планеталар» жүйесінің даму механизмдерін ашатын компьютерлік эксперименттер жүргізілген. «Қос жұлдыз» жүйесінің параметрлерін есептеуге қажетті келтірілген және әсерлік массалар ұғымына теориялық талдау жасалған. «Қос жұлдыз» жүйелерінің орнықты құрылымдарының екі түрі зерттелген.

Түйін сөздер: Қос жұлдыз, , «Қос жұлдыз - планеталар» жүйесі, MathCad қолданбалы программалар пакеті, компьютерлік эксперименттер, орнықты және орнықсыз қос жұлдыздардың құрылымы.

Alimkulova E., Akimbekov E., Zikirina A., Ibataev Zh.., Mukushev B., Musataeva A., Shakerkhan N., Mukhametkazin E.

Research of the «binary star» system through the mathcad software package

Summary: A theoretical analysis of the dynamic parameters of the "double star" system is carried out. Computer experiments that reveal the mechanisms of the existence of the "double star-planet" system are conducted. The essence of the concepts of reduced and effective mass that are used in calculating the parameters of the "double star" system are disclosed. Stable and unstable structures of binary stars are considered. Two types of supposed stable orbits were found.

Key words: binary star, binary star system, MathCad, computer experiments, stable and unstable structures of binary stars.

УДК 004.75

L.V. Ignashova[1], T.A. Zhukova[1], E. J. Tenizbaev[2]
([1]Miras University, Shymkent, Kazakhstan
[2]M. Saparbayev South Kazakhstan humanitarian university, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: ignashova-lyudmi@mail.ru)

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MODERN ENCRYPTION STANDARDS

Abstract. Currently, confidentiality of information is in demand both in the public and commercial sectors. Confidentiality of information, as one of the three most important properties of information, can be ensured by various methods and methods. One of these methods is cryptographic encryption algorithms. In turn, there is a problem that the implementation of the encryption algorithm requires significant computing resources and time to process large amounts of data. Therefore, the task of optimization of encryption algorithms is popular and relevant.

The article is devoted to the study and analysis of some modern encryption algorithms. In a comparative analysis we selected the following parameters: key length number of encryption rounds, the length of the processed block, the security, the complexity of hardware and software implementation. As a result of open sources of information investigation, the analysis of a number of existing block encryption algorithms was carried out, the advantages and significant disadvantages of the main representatives of these ciphers were revealed. It is also concluded that the majority of modern encryption algorithms satisfy the necessary set of requirements in the field of cryptographic security, provide both software and hardware implementation and has found wide use in various applications, including protection of information with limited access. Particular attention is paid to the algorithm GOST R 34.12–2015, which is a new Russian encryption algorithm "Kuznechik" as one of the most effective.

Key words: algorithm (standard) encryption, block cipher, key, cryptographic security, cryptographic stability, hardware and software complex, encryption.

Л.В. Игнашова[1], Т.А. Жукова[2], Е.Ж. Тенизбаев[2]
([1]Университет «Мирас», Шымкент, Республика Казахстан,
[2]ЮКГИ им. М. Сапарбаева, Шымкент, Республика Казахстан,
E-mail: ignashova-lyudmi@mail.ru)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ ШИФРОВАНИЯ

Аннотация. В настоящее время обеспечение конфиденциальности информации является востребованной как в государственном, так и в коммерческом секторе услугой. Конфиденциальность информации, как одно из трех наиважнейших свойств информации, может обеспечиваться различными методами и способами. Один из таких методов - криптографические алгоритмы шифрования[1]. В свою очередь существует проблема, заключающаяся в том, что реализация алгоритма шифрования требует значительных вычислительных ресурсов и времени для обработки больших массивов данных. Поэтому задача оптимизации работы алгоритмов шифрования является востребованной и актуальной.

Представленная статья посвящена исследованию и анализу некоторых современных алгоритмов шифрования[2]. В рамках сравнительного анализа были выбраны следующие параметры: длина ключа, число раундов шифрования, длина обрабатываемого блока, криптостойкость, сложность аппаратной и программной реализации. В результате рассмотрения открытых источников информации был проведен анализ ряда существующих алгоритмов блочного шифрования, были выявлены достоинства и существенные недостатки основных представителей данных шифров. Также сделан вывод о том, что большинство современных алгоритмов шифрования удовлетворяют необходимому набору требований в области криптографической безопасности, предусматривают как программную, так и аппаратную реализацию и нашли широкое применение в различных приложениях, в том числе и для защиты сведений ограниченного доступа. Особое внимание в статье уделяется алгоритму ГОСТ Р 34.12–2015, который является новым российским алгоритмом шифрования «Кузнечик» как одному из самых эффективных.

Ключевые слова: алгоритм (стандарт) шифрования, блочный шифр, ключ, криптографическая безопасность, криптостойкость, программно-аппаратный комплекс, шифрование.

С развитием технологий появляются новые угрозы безопасности. Старые методы шифрования не могут обеспечить должной надежности. В связи с этим разрабатываются новые методы и принимаются стандарты. В данной статьепроведен сравнительный анализ современных стандарта шифрования – ГОСТ Р 34.12–2015,ГОСТ-28147-89и FIPS 197 (стандарт AES).

Прежде всего, определимся, что же такое ГОСТ. Бурное развитие информационно-телекоммуникационной сферы и, как следствие, увеличение объемов обрабатываемой информации привели к тому, что 64-битная длина входного блока оказалась недостаточной для обработки больших объемов информации, поскольку граница для максимально возможного числа входных блоков, обрабатываемых на одном ключе, для любого блочного шифра определяется классической задачей " о днях рождения" и составляет порядка квадратного корня из общего числа входных векторов [3, 4].

Для сравнительного анализа были взяты следующие алгоритмы шифрования:

ГОСТ-28147-89. Российский стандарт шифрования. Был открыт только в 1994 году, до этого обладал грифом «Для служебного пользования». Вошел в новый российский стандарт шифрования под названием «Магма».На протяжении более четверти века криптографический алгоритм, описанный в ГОСТ 28147–89, подвергался анализу со стороны большого числа отечественных и зарубежных специалистов в области криптографии. Одними из наиболее известных результатов криптографического анализа алгоритма ГОСТ 28147– 89 являются работы ТаканориИсобе [5] и ИтаяДинура, Орра Данкельмана, Ади Шамира [5]. В этих статьях говорится о том, что стойкость алгоритма ГОСТ 28147–89 может быть снижена по сравнению с полным перебором ключевого множества, но только при наличии большого количества известных злоумышленнику пар открытого и шифрованного текста (232 у Исобе и 264 у Динура, Дунельмана и Шамира).

С другой стороны, в настоящее время ГОСТ 28147–89, оказался крайне эффективен при реализации на низкоресурсных (lightweight) устройствах, в частности, в работе сингапурских специалистов [6] было показано, что ГОСТ по числу необходимых для реализации условных вентилей (т.н. гейт-эквивалентов – GE) выигрывает у многих современных низкоресурсных шифров даже с меньшими длинами ключа.

ГОСТ Р 34.12–2015. Новый российский алгоритм шифрования «Кузнечик»[7].

Стандарт AES (разработан Национальным институтом стандартов и технологий США (NIST), опубликован как FIPS 197).

Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1[8, 9].

Таблица 1. **Сравнительные характеристики алгоритмов шифрования**

Характеристика	«Магма»	«Кузнечик»	FIPS 197
Тип	Блочный, Симметричный	Блочный, Симметричный	Блочный, Симметричный
Размер блока	64 бит	128 бит	128 бит
Длина ключа	256 бит	256 бит	128, 192 или 256 бит.
Число раундов	32	10	для 128 бит 10 раундов, для 192 бит 12 раундов, а для 256 бит – 14
Архитектура	Сеть Фейстеля	SP-сеть(подстановочно-перестановочная сеть)	SP-сети (подстановочно-перестановочная сеть)

Рассмотрим различия в архитектурных принципах исследуемых алгоритмов. Основой «Сети Фейстеля» является процесс шифрования, который состоит из нескольких раундов, одинаковых по типу. Сначала каждый раунд обрабатывает половину блока, подлежащего шифрованию, а затем блоки меняются местами и шифрование повторяется с другой частью.

В архитектуре вида «SP-сеть» блок, подлежащий шифрованию, интерпретируется как матрица байтов. Зашифрование похоже на описанное выше с одним отличием – за раунд шифруется полный блок, а не половина.

Различия в раундах шифрования:

– в алгоритме «Магма» используется относительно простая функция преобразования, состоящая из операции комбинирования входной половины блока с раундовым ключом – сложения их по модулю 2^32, подстановки, выполняемой независимо в восьми 4-битовых группах, и битовой перестановки;

– шифрование в «Кузнечике» основано на последовательном применении нескольких однотипных раундов, каждый из которых содержит три преобразования: сложение с раундовым ключом, преобразование блоком подстановок и линейное преобразование[8].

Порядок выработки раундовых ключей:

– в «Магме» входной ключ есть массив из 8 элементов по 32 бита. Для раундов с 1 по 8, с 9 по

16 и с 17 по 24 используются ключи из матрицы – с 1 по 8 соответственно. Для раундов с 25 по 32 эти ключи используются в обратном порядке;

– у «Кузнечика» первые два раундовых ключа получаются разбиением входного ключа пополам. Затем, для выработки очередной пары раундовых ключей используется 8итераций сети Файстеля, где в качестве раундовых ключей используется счетчиковая последовательность, прошедшая через линейное преобразование алгоритма;

– В AES шифруемый блок и его промежуточные состояния в ходе шифрования представляются в виде матрицы байтов 4x4. Каждый раунд содержит следующие преобразования: сложение с раундовым ключом, байтовая подстановка, побайтовый циклический сдвиг в строках матрицы и матричное умножение.

Из приведённых выше сравнительных характеристик можно сделать вывод, что при больших различиях в архитектуре, рабочие параметры шифров сопоставимы.

Была рассмотрена сравнительная эффективность аппаратной реализации алгоритма «Кузнечик». За основу взяты исследования аппаратной реализации некоторых крипто алгоритмов [9]. Результаты анализа представлены в таблице 2.

В алгоритме «Кузнечик» один раунд состоит из линейного преобразования L, нелинейного преобразования S и побитового сложения с раундовым ключом. Поэтому $D \leq 26$. Однако сложение с раундовым ключом можно делать внутри линейного преобразования, начиная со второго раунда. Это позволит уменьшить глубину всего вычисления на 2. Следовательно, глубина одного раунда Кузнечика не превосходит 24[9, 10].

Алгоритм состоит из 9 одинаковых раундов (в первом раунде надо дополнительно учесть глубину одного побитового сложения с раундовым ключом) и еще одного побитового сложения в конце алгоритма, которое можно выполнить внутри линейного преобразования последнего раунда.

Приведенное ниже сопоставление параметров алгоритмов шифрования (таблица 2) показало, что несмотря на существенное различие «Магмы» и AES в архитектурных принципах этих шифров, их основные рабочие параметры сопоставимы. «Кузнечик» и AES во многом схожи, включая архитектуру. Однако российский алгоритм является более простым как для реализации, так и для понимания.

Таблица 2. **Сравнение реализации криптографических алгоритмов**

Алгоритм	Глубина раунда	Общая глубина	Ур. логики/бит
Кузнечик	24	218	1,7
Магма	17	544	8,5
AES-256	16	222	1,73
DES	12	192	3,0
3DES	12	576	9,0

По основным параметрам криптостойкости ни один алгоритм не обладает особым преимуществом перед другими, хотя определённые проблемы существуют у алгоритма «Магма»: алгоритм генерации таблицы замен в стандарте не определен, следовательно, определить криптостойкость алгоритма невозможно [8, 9].

Одним из наиболее перспективных в плане устойчивости ко всем видам атак на блочные шифры алгоритмов шифрованияявляется новый блочный шифр «Кузнечик».Шифр утверждён в качестве стандарта ГОСТ Р 34.12-2015 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры» приказом от 19 июня 2015 года № 749-ст. Стандарт вступил в действие 1 января 2016 года. Разработчик алгоритма шифрования «Кузнечик» - Центр защиты информации и специальной связи ФСБ России с участием ОАО «Информационные технологии и коммуникационные системы» (ОАО «ИнфоТеКС») [11].

В мае 2011 года известный криптоаналитик Николя Куртуа доказал существование атаки на данный шифр, имеющей сложность в 2^8 (256) раз меньше сложности прямого перебора ключей при условии наличия 264 пар открытый текст/закрытый текст» [12]. Данная атака не может быть осуществлена на практике ввиду слишком высокой вычислительной сложности. Более того, знание 264 пар открытый текст/закрытый текст, очевидно, позволяет читать зашифрованные тексты, даже не вычисляя ключа.

В большинстве других работ также описываются атаки, применимые только при некоторых предположениях, таких как определенный вид ключей или таблиц замен, некоторая модификация исходного алгоритма, или же требующие все ещё недостижимых объёмов памяти или вычислений.

В алгоритме используется циклически повторяемое раундовое шифрование. Раунд включает в себя 3 операции:

- Преобразование в подстановочном блоке (рисунок 1);
- Линейное преобразование (рисунок 2);
- Сложение с раундовым ключом.

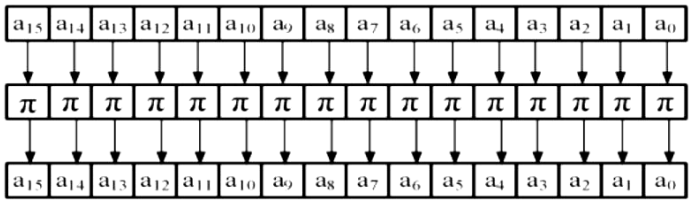


Рис. 1. Преобразование в подстановочном блоке

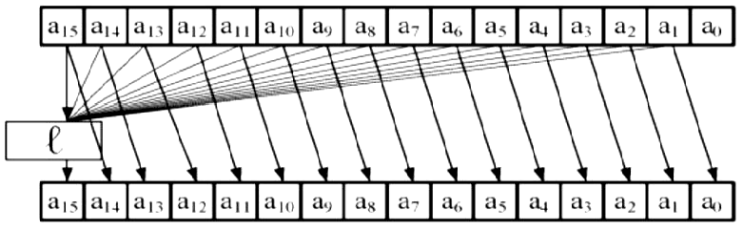


Рис. 2. Линейное преобразование

Входной вектор (128 бит) в очередном раунде складывается с раундовым ключом побитно:

$$X[k]\colon V_{128} \to V_{128} \qquad X[k](a) = k \oplus a, \text{ где } k, a \in V_{128}; \tag{4}$$

Нелинейное преобразование – к каждому подвектору в 8 бит применяется вектор фиксированной подстановки в 128 бит:

$$S\colon V_{128} \to V_{128} \qquad S(a) = S(a_{15}||\ldots||a_0) = \pi(a_{15})||\ldots||\pi(a_0), \quad \text{где } a = a_{15}||\ldots||a_0 \in V_{128},\ a_i \in V_8,\ i = 0, 1, \ldots, 15; \tag{5}$$

Линейное преобразование может быть реализовано также с помощью линейного регистра сдвига с обратной связью, который движется 16 раз[13, 14].

$$\begin{aligned} &R\colon V_{128} \to V_{128} && R(a) = R(a_{15}||\ldots||a_0) = \ell(a_{15}, \ldots, a_0)||a_{15}||\ldots||a_1, \\ &&& \text{где } a = a_{15}||\ldots||a_0 \in V_{128},\ a_i \in V_8,\ i = 0, 1, \ldots, 15; \\ &L\colon V_{128} \to V_{128} && L(a) = R^{16}(a), \text{ где } a \in V_{128}; \end{aligned} \tag{6}$$

Регистр реализуется над полем Галуа по модулю неприводимого многочлена степени 8 (рисунок 3):

$$p(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x + 1$$

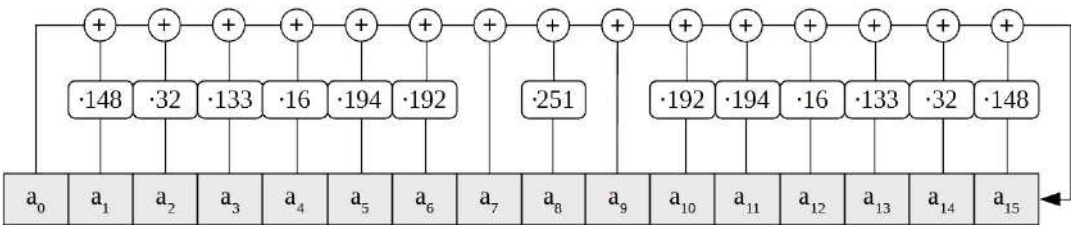


Рис. 3. Регистр сдвига с обратной связью

Алгоритм одного раунда представлен на рисунке 4.

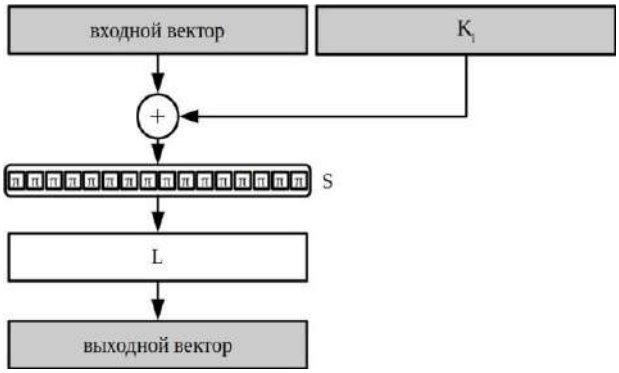


Рис. 4. Раундовое преобразование

Порядок генерации раундовых ключей включает в себя следующие фазы:

- разбиение мастер-ключа пополам (получаем первую пару раундовых ключей);
- генерация последующих пар раундовых ключей происходит с использованием 8 итераций сети Фейстеля, в каждой из которых используется константа. Она вычисляется путем преобразования алгоритма к значению номера итерации (рисунок 5)[15, 16].

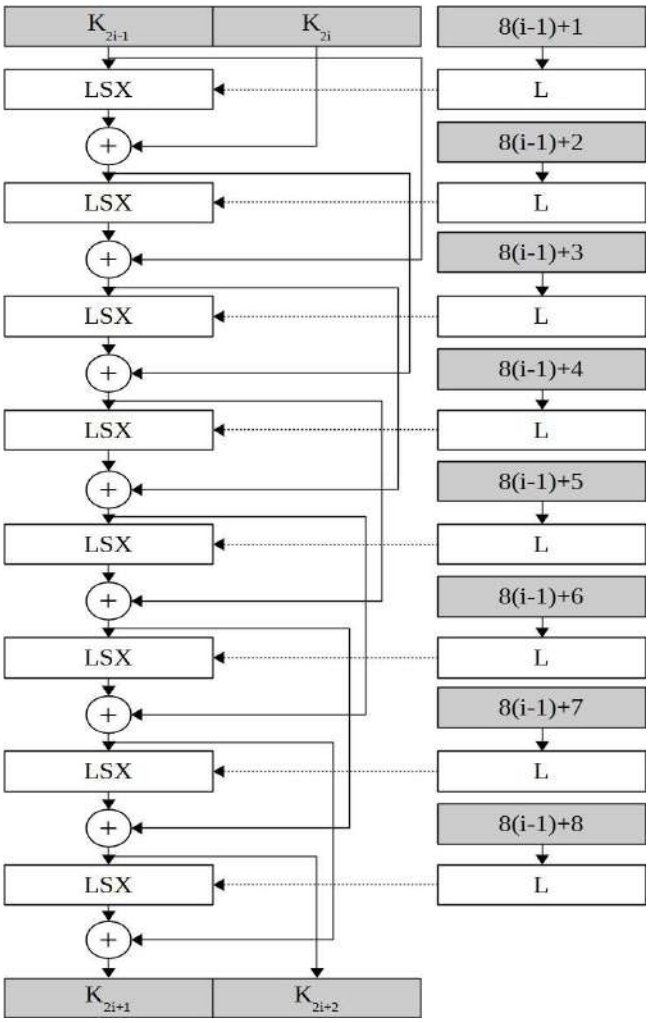


Рис. 5. Выработка раундовых ключей

$$F[k]: V_{128} \times V_{128} \rightarrow V_{128} \times V_{128} \qquad F[k](a_1, a_0) = (LSX[k](a_1) \oplus a_0, a_1), \text{ где } k, a_0, a_1 \in V_{128}. \tag{7}$$

$$C_i = L(\mathrm{Vec}_{128}(i)),\ i = 1, 2, \ldots, 32. \tag{8}$$

$$(K_{2i+1}, K_{2i-2}) = F[C_{8(i-1)+8}] \ldots F[C_{8(i-1)+1}](K_{2i-1}, K_{2i}),\ i = 1, 2, 3, 4. \tag{9}$$

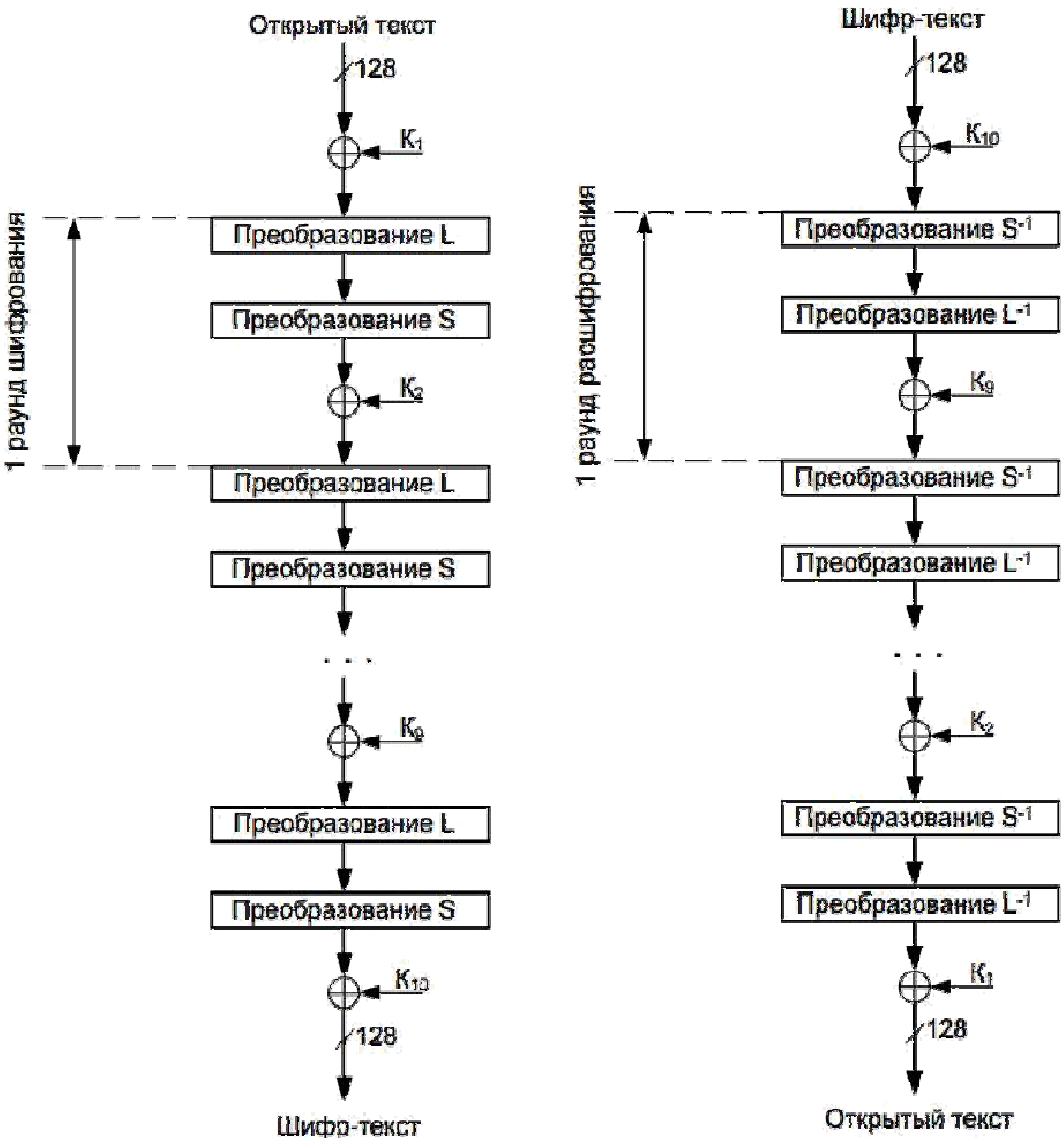


Рис. 6. Шифрование/расшифрование одного блока данных

На рисунке 6 представлена процедура шифрования/расшифрования одного блока входных данных. Расшифрование реализуется обращением базовых преобразований и применением их в обратном порядке.

Шифрование одного блока данных описывается уравнениями 10, 11:

$$E_{K_1,\ldots,K_{10}}(a) = X[K_{10}]LSX[K_9]\ldots LSX[K_2]LSX[K_1](a), \quad (10)$$

$$D_{K_1,\ldots,K_{10}}(a) = X[K_1]S^{-1}L^{-1}X[K_2]\ldots S^{-1}L^{-1}X[K_9]S^{-1}L^{-1}X[K_{10}](a), \quad (11)$$

Для расшифрования необходимо провести операции, обратные базовым и в обратном порядке. Уравнение, описывающее расшифрование:

Для реализации алгоритма «Кузнечик» применена к использованию эталонная реализация шифра от ТК26 [16].

Заключение. Исследования российский ученых, в частности Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-производственное предприятие «Гамма» с помощью специально разработанного стенда для функциональных испытаний высокоскоростных систем криптографической защиты информациипоказали следующие характеристики алгоритма шифрования «Кузнечик» [16]:

- высокая скорость (порядка 400 МБ/с);
- небольшое количество занимаемой памяти(64 Кбайта);
- небольшиетрудозатраты на разработку.

Из сказанного можно сделать вывод, что стандарт шифрования «Кузнечик» соответствует требованиям, предъявляемым к современным шифрам, и может оставаться стандартом еще достаточно долгое время. Также он обладает хорошими относительными показателями быстродействия аппаратной реализации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мао В. Современная криптография. Теория и практика. – М.: Вильямс, 2005. – 763 с.

[2] Бабенко Л. К., Ищукова Е. А. Современные алгоритмы блочного шифрования и методы их анализа - М.: Гелиос-АРВ, 2006 - 376.

[3] ISO/IEC JTC 1/SC 27 Standing Document 12 (SD12) on the Assessment of cryptographic algorithms and key lengths.

[4] Р 34.12-2015 - Блочныешифры. URL: http://www.tc26.ru/standard/ gost/GOST_R_3412-2015.pdf

[5] T. Isobe. A Single-Key Attack on the Full GOST Block Cipher, LNCS v. 6733, p. 290–305. Springer, 2011.

[6] A. Poschmann, S. Ling, H. Wang, 256 bit standardized crypto for 650 GE – GOST revisited, CHES 2010, LNCS 6225, pp. 219-233, 2010.

[7] Бабенко Л.К., Ищукова Е.А., Ломов И.С.Математическое моделирование криптографического алгоритма «Кузнечик»//Информационное противодействие угрозам терроризма. 2015. № 24. С. 166-176.

[8] Кутузов А.В., Парнакян А.А., Поспелов П.А. Сравнительный анализ некоторых блочных алгоритмов шифрования // Современная техника и технологии. 2016, № 1.

[9] Сравнение стандарта США с отечественным ГОСТ. / Жиров А.А., Кротова Е.Л. [Электронный ресурс]. URL: https://interactive-plus.ru/e-articles/14/Action14-80768.pdf (дата обращения 13.12.2017)

[10] Разработка и реализация высокоскоростного шифрования данных с использованием алгоритма кузнечик. / Е. А. Ищукова, Р. А. Кошуцкий, Л. К.Бабенко. [Электронный ресурс]. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-i-realizatsiya-vysokoskorostnogo-shifrovaniya-dannyh-s-ispolzovaniem-algoritma-kuznechik(дата обращения 06.01.2018)

[11] Сайт «Infotecs», пресс-центр. URL: http://infotecs.ru/press/news/15/14508/

[12] Nicolas T. Courtois. Security Evaluation of GOST 28147-89 In View Of International Standardisation. [Электронный ресурс]. URL: http://eprint.iacr.org/2011/211 (дата обращения 21.12.2017)

[13] Mining hardware comparison. [Электронныйресурс]. URL: https://en.bitcoin.it/wiki/Mining_hardware_comparison (дата обращения 10.12.2017)

[14] How long will it take to break a 256 bit AES encryption key using brute force? [Электронный ресурс]. URL: https://www.quora.com/How-long-will-ittake-to-break-a-256-bit-AES-encryption-key-using-brute-force (дата обращения 10.12.2017)

[15] О глубине аппаратной реализации блочного шифра Кузнечик. / Е.А. Курганов [Электронный ресурс]. URL: http://intsysjournal.ru/articles/is2001/04_kurganov.pdf

[16] В ГОСТе сидел «Кузнечик». [Электронный ресурс]. URL: https://habrahabr.ru/post/266359/(дата обращения 07.02.2018)

Игнашова Л.В., Жукова Т.А., Тенизбаев Е.Ж.

Қазіргі шифрлау стандарттарының тиімділігін талдау

Түйіндеме. Ұсынылған мақала кейбір заманауи шифрлау алгоритмдерін зерттеу мен талдауға арналған. Мақала авторлары тарапынан бір қатар блоктық шифрлау алгоритмдеріне талдау жасалынып, осы шифрлау алгоритмдерінің артықшылықтары мен нақты кемшіліктері анықталған.

Түйін сөздер. Алгоритмі (стандарт) шифрлау, блокты шифр, кілт, криптографиялық қауіпсіздік, криптотұрақтылық, бағдарламалық-аппараттық кешені, шифрлау

Ignashova L.V., Zhukova T.A., Tenizbaev E.Zh.

Analysis of the effectiveness of modern encryption standards

Summary. The article is devoted to the investigation and analysis of some modern encryption algorithms. The authors of the article analyzed a number of existing algorithms for block encryption, revealed the advantages and significant shortcomings of the main representatives of these ciphers.

Key words: algorithm (standard) encryption, block cipher, key, cryptographic security, cryptographic stability, hardware and software complex, encryption.

УДК 004.55

Д. Нұрғажықызы, А.Р. Тұрғанбаева
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: dariya_27_93@mail.ru)

ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ИННОВАЦИЯЛЫ ВЕБ-ДИЗАЙН СТИЛЬДЕРІ

Аннотация: Мақала дәстүрлі және инновациялық веб-дизайн стильдерін анализдеуге арналған. Бұл мақалада алғашқы сайтың пайда болуынан бастап, осы уақытқа дейінгі веб-дизайн стильдерінің қаншалықты өзгергені туралы қарастырылған.20 жылдан астам уақыт аралығында веб-дизайн бейнесінің дамуы бес кезеңге бөлініп, 21-ші ғасырмен салыстырғандағы көрінісі жазылған.

Кілттік сөздер: веб-дизайн,сайт,ғаламдық желі,HTML,CSS,Javascript,Flash

Интернет – технологиялар мен дизайнның ғажайып үйлесімі. 21-ші ғасыр интернет пен өте жылдам қарқынмен дамып жатқан технологиялар заманы. Қазіргі таңда біз өмірімізді интернетсіз елестете алмаймыз. Себебі істейтін жұмысымыз, оқитын материалдарымыз, қажетті ақпараттарымыз, көретін жаңалықтарымыз немесе киноларымыз,алатын ақшамыз, төлейтін салықтарымыз, әлеуметтік желі байланысы бәрі-бәрі осы ғаламдық желі – интернетпен байланысты. Осы әлемді жаулаған желі көрінісі – веб-сайт болып табылады.Ал веб-сайтты құрушы, оның техникалық жүйесін құрастырушы, ақпаратын құрылымдаушы, көркемдік дизайн мен желі бойынша таратылуын қамтамасыз ететін процесс веб-дизайн деп аталады.

Веб-дизайнқолданушымен ақпаратты өзара байланыстыру үшін веб-қосышаларға, сайттарға-веб-интерфейс құру, жобалау және безендірумен айналысатын веб-әзірлеудің бір бөлігі. Жоғары дәрежеде безендірілген, жобаланған, көркемделген веб-дизайндар арқылы интернеттегі мәліметтер қызықты, мәнді және нақты. Технологиялық факторлар әрқашан веб-дизайнға тікелей әсер ететін, соған орай қазіргі таңда технологиялар қосылысы индустрияға елеулі өзгерістер алып келді. Оның нәтижесі ретінде веб-дизайн стилінің, тенденциясының, әдістерінің өзгерісін айта аламыз. Мына бірнеше технологиялық факторларға назар аударайық:

– Жаңа құрылғылар санының ғаламат жылдамдықпен өсуі (смартфондар, планшетті компьютерлер және т.б.);
– Бейімделгіш веб-дизайн саласындағы прогресс;
– Таңдамалы шрифтарды онлайн қолданудағы жақсартулар;
– CSS3 және HTML5 пайда болуы;
– Басқару жүйесіндегі көптеген өзгерістер.

Осы барлық факторлар біркелкі даму қозғалысы қазіргі біз көріп отырған интернет бетбейнесін көрсетеді. Біз оны күнделікті әлемдік желіні қолдана отырып байқаймыз.

Веб-дизайн стильдеріне талдау жасамас бұрын, оның тарихына қысқаша тоқталып кетейік. Веб-дизайнтарихы 1991 жылы алғашқы web-сайттың пайда болуынан басталды. Оның құрастырушысы

Тим Бернерс-Ли өз сайтында HTTP мәліметтерді тасымалдаушы, URL адресациялау жүйесі, HTML гипермәтіндік бейнелеу тілі негізіндегі World Wide Web жаңа технологиясы туралы жазды. Бұл ашылу ақпараттық технологиялардың дамуына үлкен септігін тигізді. Әлемдегі бірінші сайт алғашқы интернет-каталог та болды, кейінТим Бернерс-Лиоған басқа сайттарға сілтемелер тізімін орналастырды. Сөйтіп виртуалды шындықтың үшөлшемді кеңістігінің танымалдығы арта берді. Өзіндік мақсат қуған жаңа сайттар пайда болды. Технологиялардың дамуы сайттарды жетілдіре түсті, web-парақшаның көркемделуіне үлкен көңіл бөліне бастады.

Дәстүрлі және инновациялық веб дизайн стильдерін бағалау үшін өткенге көз жүгіртіп, соңғы екі онжылдықта веб дизайнның қаншалықты өзгеріске ұшырағанын қарастырайық.

№	Кезеңдер	1990-2000 -шы жылдары сайт көрінісі	21 ғасырмен салыстырғандағы көрінісі
1	Ежелгі	Өткен ғасырдың 90-шы жылдардың соңында “жоғары жылдамдықты” деген түсінік интернет жүйесінде мүлдем болмады. Тек модемді байланыс болды немесе мүлдем байланыс болмады. Сондықтан ең алғашқы сайттар жоғары жылдамдыққа есептелініп жасалмады. Олар толығымен мәтіндік контенттен тұрды, қазіргі қолданыстағы “макетттік дизайн” термині мүлдем болмады.Кейінірек HTML нұсқалары кейбір дизайнерлік техниканы пайдалануға мүмкіндік берді, бірақ олар ең бастапқы деңгейге жатады: яғни тегтерді пайдалана отырып, біз тақырыптардың, мәтіннің және парақтардың өлшемдерін, түсін, орналасуы мен мекен-жайларын анықтай алдық. Мұның барлығы қарапайым енгізу жолымен жүзеге асырылды. Ал ақпараттың көрнекі бейнесі - толыққанды типография, навигациялық мәзірдің түрлі-түсті суреттері мен графикалық элементтері – болашақтың еншісінде еді.	Ертедегі сайттардың басты функциясы мәтіндік ақпараттарды ұсыну болды, бірақ өте бір маңызды дизайн принципі осы уақытқа дейін сақталып келуде. Жоғарыда айтылып кеткендей алғашқы сайттаржылдамдықтары өте төмен болған. Сондықтан веб-парақшалардың жүктелу уақытын азайтуға арналған барлық жобалық шешімдер сол кезде пайда болды, және өкінішке орай, заманауи әзірлеушілер оларды әрдайым пайдаланбайды, себебі олар парақшаларды оңтайландыруға емес, заманауи жоғары жылдамдыққа сүйенеді. Ия, бүгінгі Интернет технологиялары жаңа браузерлерге ең күрделі мультимедиялық веб-ресурстарға қол жеткізуге мүмкіндік береді, бірақ әлі қарастырылуы керек шектеулер бар. Үлкен мультимедиялық файлдар мен ауыр графикалық дизайндар бас тартулардың көрсеткішін арттыруы мүмкін, себебі веб-парақша пайдаланушыларға ұнайтындай жылдам жүктелмейді. Сайттың сапасы жағынан жүктеу жылдамдығы ең маңызды критерийлердің бірі екенін есімізден шығармауымыз керек.
2	Ортағасыр	Ортағасырлық веб дизайнның басты дерті онлайн-конструктурлар мен GIF файлдар болды, олар веб парақшаның құрылымын құрастыруда спейсер ретінде қолданылды. Дегенмен, 90-жылдардың ортасына дейін веб-дизайн сайтты құрылымдау архитектурасы және мазмұнды көрнекілендіру тұрғысынан дамыды. Безендіру үшін дизайнерлер кестелік құрылымдау тәсілін қолдана бастады, бұл тәсіл парақшаны құрылымдауға көп мүмкіндіктер ашты және де веб парақшаны әзірледуде шығармашылық жағынан дамытты. Сайт-	Бүгінгі уақыт тұрғысынан салыстырғанда, ортағасырлық кестелік құрылымдау әдісінің көптеген кемшіліктері бар: орналасу күрделілігі, парақшаның баяу жүктелуі, әр түрлі браузерлерде парақша макетін көрсетуде көркемдік жағынан сәйкес келмеуі және т.б. Бірақ та бұл әдіс веб дизайн эволюциясында өте маңызды болды, себебі ол парақшаны белгілі бір тәртіппен құрылымдаудың іргетасын қалады. Веб парақшада әрбір элементің өз орны болды және

		тардың көбі мәтіннен тұрды, бірақ бұл мәтін бағандарға, сызықтарға, параграфтарға, навигациялық элементтерге бөлінді. Графикалық элементтердің тез арада танымал болуы: осы кезде веб-дизайнерлердің арсеналында веб бетті қолдану счетчигы, анимациялық мәтіндер және әртүрлі GIF элементтер пайда болды.	дизайнерлер пайдаланушыға ақпаратты ұсынудың ең жақсы жолын таңдай алды. Навигация, мәтіндік контент және CTA элементтер жайлы сөз қозғалғанда, "сайт анатомиясы" (сайт құрылымы) өте маңызды рөл атқарады. Қолданушының сайтты қолдану немесе қолданбауы, элементтердің визуалды иерархиясына тәуелді. Мүмкін бұл ойлар орта ғасырлар барысында бірінші кезекке тұрмаса да, бірақ бүгін олар сөзсіз шынайы және маңызды болып табылады.
3	Ренессанс	Жаңғырту. Веб-дизайн бірнеше дәуірге айналған өзгерістерді бастан өткерді, ал ең алғашқы және маңызды сәттердің бірі - Flash технологиясын енгізумен байланысты, ол 1996 жылы жасалды, бірақ бірнеше жылдан кейін танымал болды. Дизайнерлер үшін «таза HTML» пайдалану кезінде қол жетімді емес мүмкіндіктер әлеміне Flash жол ашты. Дәл сол кезде виртуалды графикамен және интерактивтіліктің қосылысы пайда болды. Алдыңғы дәуірдің жетістіктерін мұрагерлікке ала отырып, веб-дизайн жаңғыруы пайдаланушыларға жаңа жаңалықтарды ұсынды: навигация мәзірі элементтері түсінің өзгеруі, тақтайша (плиточные) тәріздес фондық суреттер, неонды түстер, 3D батырмалар. Дәл осы уақыттан бастап дизайн қоданушыға бағдарланып жасала бастады. Құрылымы мен навигациясы сайттың архитектурасының маңызды құрамдас бөлігі ретінде танылды, ал дизайн веб- ресурстың сыртқы бейнесімен қолдану ыңғайлылығын басты назарға ұстады.	Қазіргі таңдағы жетістіктерге қарай отырып біз нақты айта аламыз, SEO оптимизациялау тұрғысынан алғанда Flash-тың пайда болуы интернет тарихындағы ең үлкен қателіктердің бірі. Себебімультимедиалық контентті кеңінен қолдану мүмкіндігінше көп қолданушыларды тартуға арналған болса да, нәтиже тікелей керісінше болды. Flash-ті қажетсіз және мақсатсыз қолданылуы SEO үшін өте қолайсыз, сондықтан оны пайдаланудан аулақ болу керек, әсіресе HTML 5 және JavaScript сияқты балама құралдар қазіргі таңда осындай визуалды эффектілерді жүзеге асыру үшін қолданылуда.
4	Ағарту дәуірі	2000-шы жылдардың басы CSS-тың таралуы - каскадты кестелер технологиясы, бұл контент пен дизайнды веб-парақшалардың құрамдас бөліктері ретінде бөлуге мүмкіндік берді. Бұл дизайнерлерге де, копирайтерлерге де шығармашылықта үлкен бостандық берді, яғни контент дизайннан бөлек жасалуы мүмкін және керісінше. Сайттар қызмет көрсету және қолдау жағынан жеңілдендірілді (кодтар саны және күрделілігі төмендеді), макет кеңейтілді (CSS тегтері бір-бірінен тәуелсіз),парақшаның жүктелу уақыты азайды. Дизайнерлер түстердің мүмкіндіктерін жақсы түсіне бастады, бұл жағдай жарқын неонды және қышқыл түстерден бас тартуға әкеліп соқтырды. Сіл-	1999 жылдың қазан айында Якоб Нильсен өзінің танымал пікірін жариялады: адамдар веб-парақшаларды оқымайды, бірақ оларды сканерлейді. Пайдаланушыларға ақпарат беретін кез келген сайт басқа веб-ресурстарға қарағанда оңай, автоматты түрде қажетті тізімдерді береді және лайықты табыс әкелетінін дизайнерлер өте жақсы түсінді. Дәл осы кезде қолданыстағы практика туындады: интуитивті контент орналастыру (параграфтар, тізімдер, буллеттер), көрнекі түрде бөлінген (сызылған) сілтемелер, мүмкіндігінше оңай навигация. Басқаша айтқанда, дизайн – ың-

		темелер тек мәтіндік үзінділерге (сөз, фраза) ғана емес, сонымен қатар графикалық белгішелерге (иконка) қосылды; мониторлардың өлшемі мен рұқсатының айырмашылығына байланысты бейнелерді пикселдеу веб-дизайндағы басты мәселега айналды; мәтіндік контентті орналастыруға және типографияға қойылатын талаптар артты. Тұтастай алғанда, пайдалану ыңғайлылығы ғылыми дисциплина ретінде дизайның тенденцияларын басқара бастады	ғайлылыққа қызмет атқарады.
5	Индустриялық революция	Веб дизайндағы индустриялық революция Web 2.0 дәуірінің басталуымен тұспа-тұс келді, дәл осы кезден бастап жаһандық желі элементтері заманауи интернетке қарай ығысты. Мультимедиялық қосымшалардың санының өсуі, интерактивті контенттің таралуы, әлеуметтік желілердің пайда болуы осы кезеңнің негізгі ерекшеліктері болып табылады. Бұл кезеңнің негізгі эстетикалық өзгерістері: ресурстар түсінің жақсаруы, белгішелердің (иконка) кең қолданысқа ие болуы және типографияға көп көңіл бөлінді. Ең бастысы дизайн контентке жұмыс істесе, ал контент SEO-ға жұмыс істей бастады. Енді веб дизайнерлердің басты назары жоғары мәртебелі қолданушыда болды!	Web 2.0 дәуірінің ресурстарын SEO-ға бағыттау тестілік контентке назар аударуды талап етті. Осылайша контент барлығының назарында болды, ал кілт сөздерді оңтайландыру, кіріс және шығыс маркетинг, RSS сияқты сыртқы сілтемелер мен синдикация технологиялары кез келген маркетингтік стратегияның табиғи құрамдас бөлігі болды.

Қорытынды

Бүгінде, алғашқы сайтты жариялаудан кейінгі екі он жылдан астам уақыт өткен соң, веб-дизайн өзін табысты маркетингтік стратегияның ажырамас бөлігі ретінде орнатты. Эстетикалық тұрғыдан алғанда, қазіргі дизайн өте қолайлы, қарапайым, аралас типографияны және үлкен фондық суреттерді қолдану арқылы сипатталады. Мобильді интернет танымалдығы қазіргі заманғы веб-дизайндағы эволюцияға әсер ететін тағы бір маңызды факторға айналды. Біздің көз алдымызда, кішкентай дисплейлерге (смартфондар) бейімделу үшін онлайн-ресурстың классикалық сәулетінің өзгеруі болып жатыр. Дегенмен, бір нәрсе 20 жылдан астам өзгеріссіз қалады: дизайнның әрбір элементі пайдаланушыға контентті ең тиімді түрде жеткізу үшін жасалады. Біздің дәуірде контент максималды түрде аудиторияның қажеттіліктеріне қол жетімді, ыңғайлы және барынша бейімделген болуда.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Макнейл, П. Веб-дизайн. Книга идей веб-разработчика. – СПб.: Питер, 2014. – 288 с.: ил. – (Серия «В цвете»).

[2] Нильсон, Я.Web-дизайн. Удобства использованияweb-сайтов. – Москва: Вильямс, 2009. – 396 с.

[3] Уэйншенк, С. 100 принципов веб-дизайна. – СПб.: Питер, 2012. – 272 с.

[4] https://habrahabr.ru/post/255287/

[5] https://lpgenerator.ru/blog/2013/07/22/evolyuciya-veb-dizajna-20-let-za-5-minut/

Нургажыкызы Д., Турганбаева А.Р.

Традиционные и инновационные стили веб-дизайна

Резюме: Современный мир- это мир быстрорастущих технологии. Та же глобальная сеть, интернет-просмотр, является веб-сайтом. Веб-дизайн, который является создателем веб-сайта, создателем его технической системы, структурированием информации, дизайном и распространением рекламы в Интернете, называется веб-дизайном. История веб-дизайна началась в 1991 году, когда появился первый сайт и до сих пор был преобразован и достигнут, но продолжает расти каждый день. Учитывая тенденции развития традиционных и инновационных стилей веб-дизайна, появились новые стандарты, новое программное обеспечение и современные

интеллектуальные технологии, но основной принцип остается неизменным. То есть, каждая технология создана для облегчения для человека.

Nurgazhykyzy D.Turganbayeva A.R.,

Traditional and innovative web design styles

Summary: The modern world is a world of fast-growing technology. The same global network, Internet browsing, is a website. Web design, which is the creator of a website, the creator of its technical system, the structuring of information, the design and distribution of advertising on the Internet, is called web design. The history of web design began in 1991, when the first site appeared and was still transformed and achieved, but continues to grow every day. Considering the trends in the development of traditional and innovative web design styles, new standards, new software and modern intellectual technologies have appeared, but the basic principle remains unchanged. That is, each technology is designed to facilitate for a person.

УДК 004.9

[1]S.T. Amanzholova, [2]A.I. Masalovich, [1]D.T. Akhmetova
([1]АО МУИТ (Международный университет информационных технологий),
Алматы, Республика Казахстан
[2] Компания «Лавина Пульс», Москва, Россия
E-mail: shokataeva@gmail.com)

ANALYZE THE NEWS FEED USING THE AVALANCHE ONLINE APPLICATION

Abstract. The analysis of a news tape in the application "Avalanche online", containing information about the relationship between Russia and the United States, was conducted. Features of work with the software "Avalanche online" and methods of application of this application for the purposes of sampling the most important news are described. It is shown the creation of various headings with requests and connection of news sources, both domestic and foreign, as well as rules used to bypass web sites for obtaining the most accurate result. The obtained results of the research were analyzed and consultative tables and graphs were compiled according to the analysis for certain periods of the study, thereby confirming the effectiveness and efficiency of the Avalanche online application and the importance of the filtered information.

Key words: news feed, Avalanche online, news sources, headings, inquiries, relations of Russia and America.

[1]С.Т. Аманжолова, [2]А.И. Масалович, [1]Д.ТАхметова
([1]О МУИТ Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан,
[2] Компания «Лавина Пульс», Москва, Россия
E-mail: shokataeva@gmail.com)

АНАЛИЗ НОВОСТНОЙ ЛЕНТЫ С ПОМОЩЬЮ ПРИЛОЖЕНИЯ AVALANCHE ONLINE

Аннотация. Проведен анализ новостной ленты в приложении «Avalanche online», содержащей информацию о взаимоотношениях России и США. Описаны особенности работы с программным обеспечением «Avalanche online» и методы применения данного приложения для целей выборки наиболее важных новостей. Показано создание различных рубрик с запросами и подключением новостных источников, как отечественных, так и зарубежных, а так же установлены правила, используемые при обходе веб - сайтов для получения наиболее точного результата. Названы подключенные источники и примеры опубликованных приложением новостей. Полученные результаты исследования были проанализированы и составлены советующие таблицы и графики согласно данным анализа за определенные периоды времени проведения исследования, тем самым подтверждающие эффективность и оперативность приложения Avalanche online и важность фильтруемой информации. Определены возможные погрешности возникновения нерелевантной информации и способы ее сокращения.

Ключевые слова: новостная лента, Avalanche online, новостные источники, рубрики, запросы, отношения России и Америки.

Введение

Программный комплекс Avalanche Online представляет собой инструмент, выполняющий автоматизированный поиск и сбор информации в сети Интернет. Помимо этого, комплекс обладает

гибкими настройками параметров поиска, позволяет осуществлять накопление информации и хранить ее в удобной форме (создание информационных карточек объектов). Также, реализован механизм определения связей между объектами и графическая визуализация диаграммы связей.

Доступен автоматизированный мониторинг таких социальных медиа, как:

1) Вконтакте (vk.com)
2) Facebook (facebook.com)
3) Твиттер (twitter.com)
4) Livejournal (livejournal.ru)
5) Яндекс.Блоги (blogs.yandex.ru)

В программе Avalanche online есть возможность создания рубрик по заданным запросам. Приложение собирает новости с подключенных источников и подписок. После создания источников, система будет собирать всю информацию, поступающую с них. Очевидно, что не любая информация является подходящей и необходимо осуществлять ее фильтрацию по интересующей тематике. Для решения данной задачи в Avalanche Online реализован механизм рубрикации данных.

Исследование новостной ленты на примере рубрики «Россия-Америка»

Тема данной статьи была выбрана исходя из интереса огромного количества людей к проблеме, связанной с общественно-политической активностью, происходящей на данный момент во всем мире и затрагивающей различные сферы общественной и государственной жизни[1].

В статье произведен анализ позиций так называемых «великих держав», являющихся постоянными членами Совета Безопасности ООН и обладающих ядерным оружием, отношения которых являются системообразующим фактором в контексте обеспечения глобальной безопасности и стабильности, в настоящее время переживающие непростой период из-за различных подходов к урегулированию ряда важных международных проблем.

Позиции ключевых факторов развития международных отношений по этому вопросу существенно различаются, поэтому необходимо сопоставить мнения различных изданий и определить перспективы дальнейшего формирования политических взглядов стран.

На примере новостей, заданной тематикой «Россия-Америка», создана новая рубрика, представляющая собой набор заданных запросов:



Рис. 1. Создание рубрики "Россия-Америка"

Так же необходимо было подключить определенные новостные источники, так как имеющиеся настроенные источники сообщали незначительное количество информации по интересующей теме. Решено было подключить как российские источники (Коммерсантъ, РЕН ТВ, Риа Новости и Газета.ru), так и иностранные (The Washington Post[2], RT, BBC news, Independent).

С помощью установленного плагина обхода сайтов в браузере Google Chrome, необходимо построить сценарий обхода новостного источника. Настройка источника с помощью плагина производится непосредственно на целевом ресурсе.

В плагине существует два режима: обычный и режим выделения. Режим выделения включается, когда выбрано какое-нибудь действие или тейкер, курсор приобретает вид прицела и появляется возможность выделять элементы. Когда действий и тейкеров не выделено, web-браузер работает в обычном режиме (можно переходить по страницам).

Далее показана настройка обхода одного из интересующих американских источников:

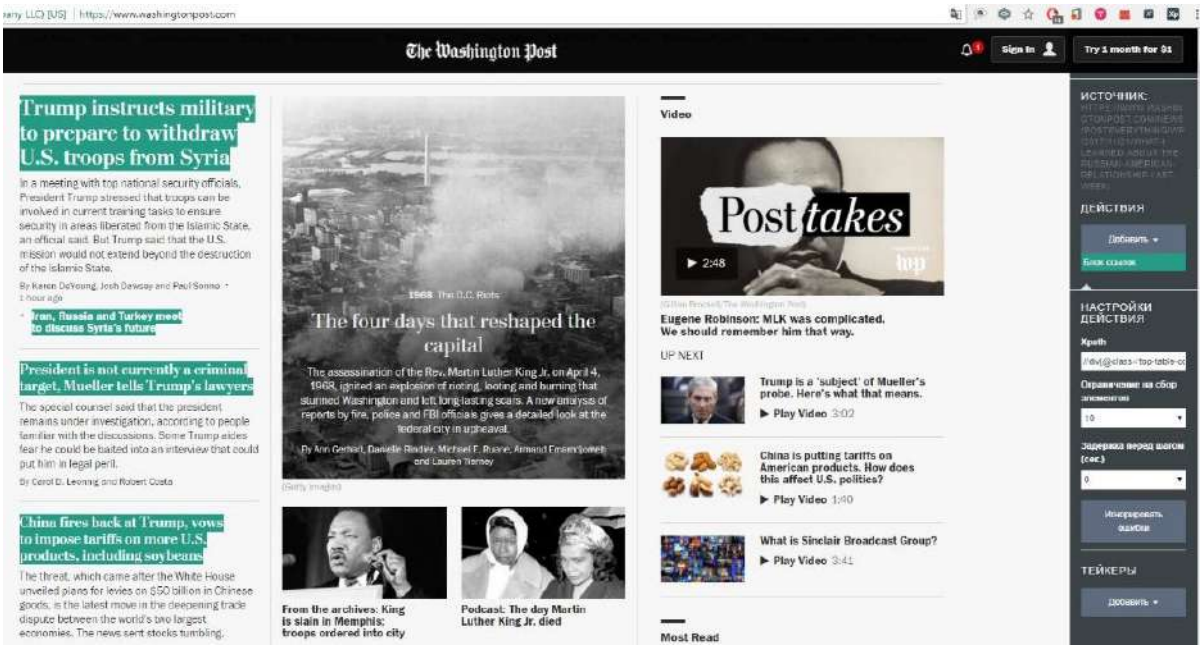


Рис. 2. Настройка источника "The Washington Post". Создание блока ссылок

1) Первый шаг-добавление блока ссылок. Требуется последовательно выделить две однотипные ссылки, система автоматически подсветит все остальные ссылки на странице.

2) При необходимости, на данном шаге сценария могут быть выбраны тейкеры, для захвата данных со страницы. Настройка осуществляется путем выбора типа тейкера из списка и клика по соответствующему элементу на интернет-странице, в режиме выделения.

3) Следующим шагом сценария является «Захват данных». Для того чтобы настроить данный шаг, необходимо перейти на страницу новости, путем нажатия на заголовок.

4) Добавить необходимые тейкер.

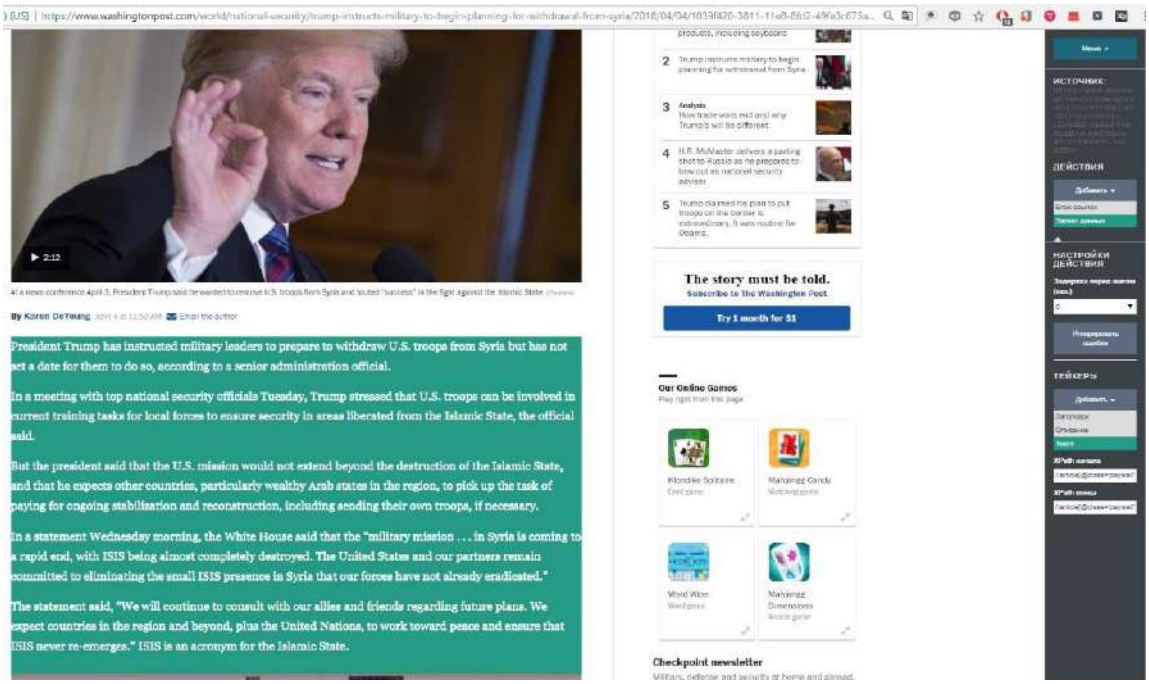


Рис. 3. Шаг сценария-"Захват данных". Добавление необходимых тейкеров

6) После задания всех параметров сценария сбора, источник необходимо сохранить.

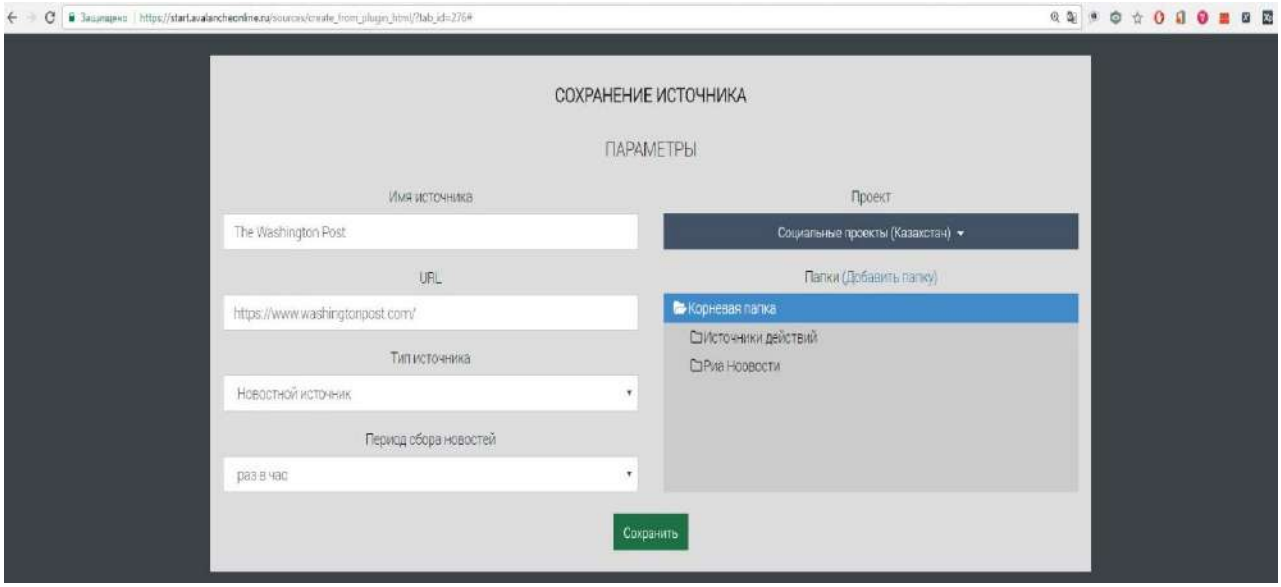


Рис. 4. Сохранение источника

7) После создания источника его необходимо протестировать.

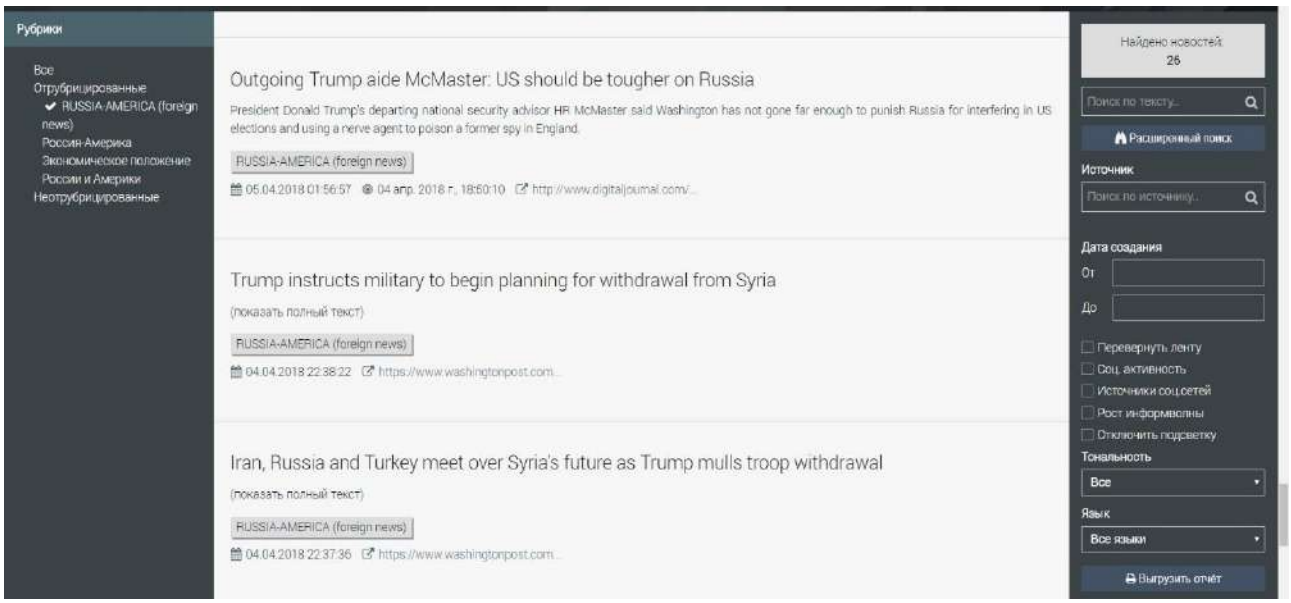


Рис. 5. Новостная лента созданной рубрики с подключенными источниками

Огромное преимущество приложения в том, что системой поддерживаются следующие типы источников: Новостной источник, Источник RSS, Facebook, Google поиск, Поиск Yandex, LiveJournal, Вконтакте, Твиттер, Мой Мир стена.

Оперативность сбора и релевантность новостей созданных рубрик

Рубрики и источники, выпускающие наибольшее количество новостей по необходимой теме были созданы и подключены 04.04.2018. Число подключенных источников: 15, подписок: 431. Далее представлена проверка сбора новостей за день в зависимости от рубрик в период с 04.04.2018 по 09.04.2018:

Таблица 1. **Сбор новостей в период с 04.04.2018-05.04.2018.**

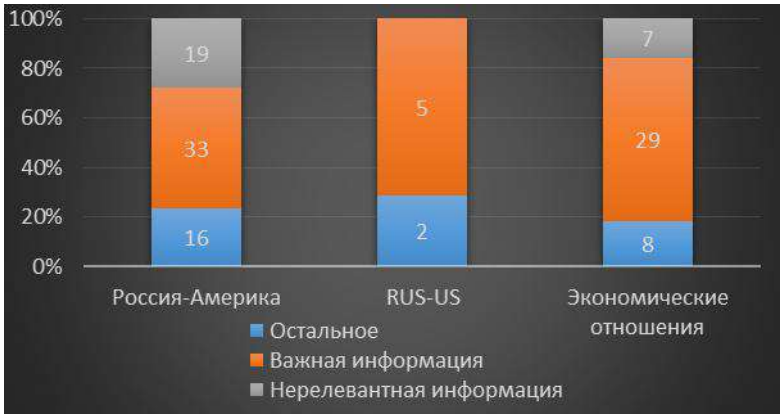
Название рубрики	Важная информация	Нерелевантная информация	Остальное
Россия-Америка	27	16	14
RUS-US	4	0	3
Экономические отношения	4	0	3



Анализ собранных новостей в период с 04.04.2018-05.04.2018

Таблица 2. **Сбор новостей в период с 05.04.2018-06.04.2018.**

Название рубрики	Важная информация	Нерелевантная информация	Остальное
Россия-Америка	18	14	12
RUS-US	3	0	0
Экономические отношения	12	3	3



Анализ собранных новостей в период с 05.04.2018-06.04.2018

Таблица 3. **Сбор новостей в период с 06.04.2018-07.04.2018.**

Название рубрики	Важная информация	Нерелевантная информация	Остальное
Россия-Америка	28	15	22
RUS-US	2	0	0
Экономические отношения	21	14	3



Анализ собранных новостей в период с 06.04.2018-07.04.2018

Таблица 4. **Сбор новостей в период с 07.04.2018-08.04.2018**

Название рубрики	Важная информация	Нерелевантная информация	Остальное
Россия-Америка	33	19	16
RUS-US	5	0	2
Экономические отношения	29	7	8



Анализ собранных новостей в период с 07.04.2018-08.04.2018

Таблица 5. Сбор новостей в период с 08.04.2018-09.04.2018.

Название рубрики	Важная информация	Нерелевантная информация	Остальное
Россия-Америка	15	10	3
RUS-US	4	0	0
Экономические отношения	7	2	1



Анализ собранных новостей в период с 08.04.2018-09.04.2018

Заключение

Сделав анализ по данным графикам, можно заключить следующее:

• Новостная лента рубрики «Россия-Америка» содержит наибольшее число новостей из-за количества подключенных подписок (431). Так же велико значение нерелевантной информации, поступающей в новостную ленту, которое может быть вызвано неправильным обходом сайтов, включенных в число подписок, или некорректно составленных запросов в рубриках.

• Рубрика «Экономическое положение» имеет более точные запросы, что способствует снижению поступления лишних новостей в ленту приложения.

• Источники, подключенные специально для рубрики «RUS-US» принесли наиболее точный результат по собранным новостям с информацией, описывающей политическое положение и отношения между двумя главами сильнейший государств мира.

Сравнивая три подхода к созданию рубрик для фильтрации новостей, опубликованных в средствах массовой информации наиболее популярных Интернет-ресурсов, как зарубежных, так и казахстанских, можно сделать выводы о необходимости составления точных запросов, ограничения выборки источников для получения интересующей информации и составления шагов сценария обхода сайтов.

ЛИТЕРАТУРА

[1, с. 3-45] ЗАО «Инфорус». Руководство пользователя AVALANCHE ONLINE. – Москва, 2010. - с. 3-45. https://start.avalancheonline.ru/static/docs/user_manual.pdf

[2] Karen DeYoung, John Dawsey, Paul Sonne. Trump instructs military to prepare to withdraw U.S. troops from Syria. — 2018. https://www.washingtonpost.com/politics/?nid=top_nav_politics&utm_term=.77fbad89a6431

[3] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2015.

[4] Oblinger D.G. Game Changers: Education and Information Technologies // EDUCAUSE. – 2012.

[5] Дайнеко Е.А., Дмитриев В.Г., Чайко Е.В., Ипалакова М.Т., Маратов М.М. Использование компьютерных моделей // Гумилев атындағы ЕҰУ Хабаршысы – Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2012. – № 6.

[6] Алогова Л.А. Практикум по компьютерной графике. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2016.

[7] Дьяконов В.П. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании. М.СОЛОН-Пресс 2015.

[9] ITU-T Recommendation G.902 (11/95). Framework recommendation on functional access networks (AN). Architecture and functions, access types, management and service node aspects.

[10] ITU-T Recommendation G.987 (06/12). 10-Gigabit-capable passive optical network (XG-PON) systems: Definitions, abbreviations and acronyms.

[11] ITU-T Recommendation G.989.1 (03/13). 40-Gigabit-capable passive optical networks (NG-PON2): General requirements.

[12] ITU-T G.Sup51 (05/12). Passive optical network protection considerations.

[13] Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2017.

[14] Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006.

[15] Е. Л. Ющук «Конкурентная разведка: маркетинг рисков и возможностей», М., Вершина, 2016.

Amanzholova S.T., Masalovich A.I., Akhmetova D.T.

Analyze the news feed using the Avalanche online application.

Summary. The analysis of a news tape in the application "Avalanche online", containing information about the relationship between Russia and the United States, was conducted. Features of work with the software "Avalanche online" and methods of application of this application for the purposes of sampling the most important news are described. It is shown the creation of various headings with requests and connection of news sources, both domestic and foreign, as well as rules used to bypass web sites for obtaining the most accurate result. Named sources and examples of news published by the application are named. The obtained results of the research were analyzed and consultative tables and graphs were compiled according to the analysis for certain periods of the study, thereby confirming the effectiveness and efficiency of the Avalanche online application and the importance of the filtered information. The possible errors in the origin of irrelevant information and ways to reduce it are determined.

Key words: news line, Avalanche online, news sources, headings, inquiries, relations of Russia and America.

Аманжолова С.Т., Масалович А.И. Ахметова Д.Т.

Жаңалықтар таспасын Avalanche онлайн өтінімін пайдалана отырып талдау.

Түйіндеме. Ресей мен АҚШ арасындағы қарым-қатынас туралы ақпаратты қамтитын «Avalanche онлайн» өтінімде жаңалықтар жем талдау. Ерекшеліктері «Avalanche онлайн» бағдарламалық қамтамасыз ету және дискреттеу мақсаттары, ең маңызды жаңалықтар қолдану пайдалану әдістерімен жұмыс істейді. Сайттар ең дәл нәтиже алу үшін - бұл отандық және шетелдік, сондай-ақ веб тексеріп шыққан кезде пайдаланылатын ережелерін орнату екі, сұрау арқылы әр түрлі тақырыптарын жасау және жаңалықтар көздерін қосуға жолын көрсетеді. Жарияланған жаңалықтар қолдану қосылған көздері мен мысалдар атады. Алынған нәтижелер осылайша сүзілген ақпарат тиімділігі мен пәрмеңділігін Avalanche онлайн-өтінімді және маңыздылығын растайтын, уақыт зерттеулер нақты кезеңдер үшін талдау сәйкес кестелер мен графиктер кеңес беру талданды және құрастырылды. Қателер цехқа ақпарат және оны төмендету жолдары ықтимал пайда болуы.

Түйінді сөздер: ақпараттық сауда-саттықтағы коды, онлайн Avalanche, жаңалықтар көздері, санаттар, анықтамалар, Ресей мен Америка арасындағы қарым-қатынас.

УДК 621.6

А.Т. Канаев[1], П.А. Тополянский[2], А.П. Тополянский[2],
С.А. Ермаков[3], С.К. Бийжанов[1], Е.Н. Решоткина[4]
([1]Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Астана, Республика Казахстан
[2]Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация
[3]ООО «Плазмацентр», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
[4]АО «Арселор Миттал Темиртау», Темиртау, Республика Казахстан,
E-mail: [1]bijanov@mail.ru)

СЕРТИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ ПО ТРИБОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Аннотация: Рассмотрены современные подходы к трибологической сертификации и аттестации технологий модификации поверхности и нанесения износостойких и антифрикционных покрытий, осаждаемых CVD и PVD методами, в том числе с использованием процесса финишного плазменного упрочнения - бескамерного химического осаждения покрытий при атмосферном давлении с применением летучих жидких элементоорганических соединений и газовых сред с одновременной активацией поверхности электродуговой плазмой. Приведены особенности методологии трибоиспытаний и представлены сравнительные характеристики различных тонкопленочных покрытий. Произведен анализ влияния на их свойства отдельных факторов трибоиспытаний.

Ключевые слова: модификация, PVD-процесс, CVD-процесс, финишное плазменное упрочнение инструмента, износостойкое нанопокрытие, трибологические испытания.

При создании различных технических средств, имеющих трибосопряжения, необходимо выбирать антифрикционные материалы пар трения, оценивая их трибологические характеристики. К антифрикционным материалам и трибологическим покрытиям относятся материалы, обеспечивающие минимальные значения коэффициента трения, длительности приработки, тепловыделения при трении

и износа трущихся поверхностей. Данные характеристики могут быть достигнуты при модификации поверхностного слоя и нанесения функциональных покрытий [1, 2].

Наиболее важными модельными испытаниями натурных трибосопряжений, предваряющими тестирование материалов и покрытий в конкретных условиях эксплуатации, являются испытания на машинах трения для получения сравнительных трибологических характеристик. Знание и анализ этих свойств является частью процесса сертификации материалов и покрытий.

Методология трибологической сертификации

В мировой практике экспертную оценку свойств модифицированных поверхностей и покрытий наиболее часто оценивают на основании международных стандартов: ASTM G99-05 (2010) – Испытания на трение и износ по схеме «шар - диск» (США), ASTM G133-05 (2010) – Испытания на трения и износ по схеме «шар – плоскость» при поступательном движении (США), DIN 50324-1992 – Испытания на трение и износ при трении скольжении по схеме «шар – диск» (Германия), JIS R 1613:2010 – Испытания на трение и износ по схеме «шар – диск» (Япония), ISO 20808:2004 – Определение характеристик износа и трения по схеме «шар – диск» (интернациональный стандарт). Данные стандарты применимы для получения сравнительных трибологических характеристик, как для модифицированных поверхностей и покрытий, наносимых технологиями осаждения, напыления и наплавки, так и для проведения испытаний монолитных материалов.

Исследования на трение и износ по схеме «шар – диск» производят на современных устройствах, обеспечивающих определение коэффициента трения и износа со временем, названных трибометрами. Данные испытания основываются на измерении тензодатчиком силы трения, возникающей при скольжении прижатого с заданным усилием сферического неподвижного контртела (шара) к вращающемуся с определенной скоростью дисковому образцу. При этом коэффициент трения скольжения определяется как отношение измеренной силы трения к усилию прижима. Важным преимуществом таких испытаний является их документальное подтверждение в виде получаемого протокола (диаграммы результатов испытаний). В процессе трибоиспытаний на компьютерной диаграмме выводятся кривые изменения со временем коэффициента трения и сближения контртела с поверхностным слоем испытываемого образца (коррелирующего с износом контртела и образца). Дополнительными критериями оценки результатов трибоиспытаний является определение времени приработки и характера кривой изменения коэффициента трения со временем. Необходимыми условиями повышенной износостойкости модифицированных поверхностей и трибологических покрытий являются минимальные значения основных измеряемых параметров – коэффициента трения, износа исследуемой поверхности и контртела, длительности приработки, падающий или постоянный характер кривой изменения коэффициента трения со временем.

В качестве материала контртела используются стальные и керамические шары из сталей ШХ15, 95Х18, керамики Si_3N_4, SiC, Al_2O_3 и др. Диаметр применяемых шаров 3 или 6 мм, параметр шероховатости поверхности шара $R_a \leq 0{,}1$ мкм. Минимальная толщина испытываемых образцов (дисков) – 3 мм, диаметр – 15-60 мм, не параллельность торцовых плоскостей дисков – ≤0,02 мм, рекомендуемая шероховатость испытываемой поверхности – $R_a \leq 0{,}1$ мкм.

Основные условия испытаний на трибометрах – прикладываемая нагрузка в зависимости от конкретного трибометра – 0,06-1,0 кН; линейная скорость – 0,01-50 мм/с; условия испытаний - без смазки, при граничной смазке, в условиях гидродинамического режима смазки; длительность испытаний – практически неограниченна. Максимальные контактные давления при испытаниях на трибометрах по теории Герца, например, с учетом наиболее часто используемой испытательной нагрузки 1-5 Н, применяемого шара диаметром 3 или 6 мм и получаемого контактного отпечатка диаметром 80-120 мкм, соответствуют значению 650-800МПа.

В процессах трибоиспытаний диск с модифицированной поверхностью или покрытием и шар подвергаются износу (рисунок 1, 2), особенностями которого является его неравномерность по перпендикулярным диаметрам образуемого пятна износа на шаре (диаметр, касающийся только покрытия всегда меньше перпендикулярного диаметра) и дорожке износа на испытываемом диске. В большинстве случаев многими исследователями неравномерность износа усредняется, что приводит к ошибке минимум на 20-30%.

В соответствии с международным стандартом ISO 20808:2004 и рисунке 1 объем изношенной поверхности контртела - шара $V_ш$ [м^3] определяется

$$V_Ш = \pi A^3 B/32D$$

где A - минимальный диаметр поверхности износа шара, [м];

B - перпендикулярный диаметр (к диаметру A) поверхности износа шара, [м];

D - исходный диаметр применяемого в испытаниях шара, [м].

При B>1,5A данная формула не применяется, а объем износа оценивается путем снятия профилограмм в двух перпендикулярных плоскостях и расчета объема износа в специальных компьютерных программах.

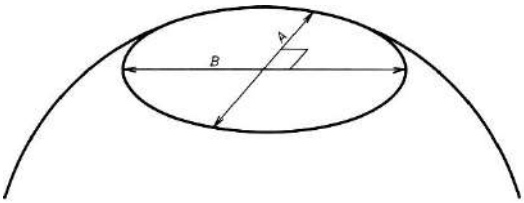


Рис. 1. Схема пятна износа шара с размерами для расчета, где А – минимальный диаметр, B – перпендикулярный диаметр

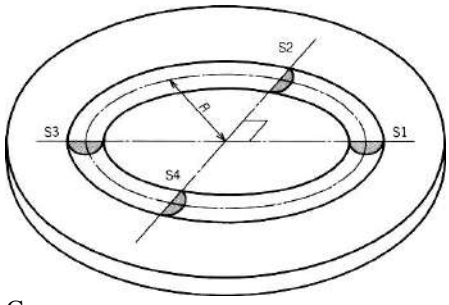


Рис. 2. Схема дорожки износа диска с размерами для расчета, где R – радиус центра дорожки износа, S1, S2, S3, S4 – площади поперечного сечения профилей износа в перпендикулярных плоскостях

Удельный износ шара $W_ш$ [м^3/Нм] определяется из знания величины объема изношенной поверхности шара, величины нагрузки F [Н] и длины пути L [м], задаваемых при испытаниях, из следующей формулы:

$$W_Ш = V_Ш/F \cdot L,$$

Объем изношенной дорожки испытываемого образца $V_д$ [м^3] определяется (рисунок 2):

$$V_д = \pi R(S_1+S_2+S_3+S_4)/4,$$

где R – радиус центра окружности дискового образца, по которому перемещается шар, устанавливаемый на трибометре в начале испытаний, [м];

S_1, S_2 ,S_3 ,S_4 – рассчитанные площади четырех перпендикулярных сечений дорожки износа (профиль измеряется на профилометре, площадь – по специальным компьютерным программам, [м^2]).

Удельный износ образца с покрытием $W_{покр.}$ [м^3/Нм] рассчитывается, как

$$W_{покр} = V_д/F \cdot L.$$

Теоретические варианты изменения коэффициента трения в зависимости от длительности испытаний могут иметь следующий вид (рисунок 3). При этом с точки зрения эффективности использования трибосопряжения наиболее предпочтительными являются варианты с падающей или первоначально возрастающей, а затем падающей характеристикой [1].

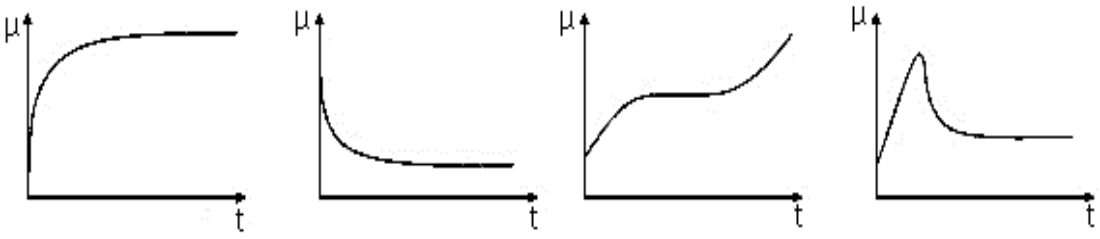


Рис. 3. Варианты изменения коэффициента трения со временем

Технологии нанесения трибологических покрытий

В настоящее время в качестве основных технологий нанесения тонкопленочных износостойких и антифрикционных покрытий используются процессы химического (CVD - chemical vapor deposition) и физического осаждения из газовой фазы (PVD - physical vapor deposition). При CVD и PVD процессах наносятся покрытия, состоящие из различных тугоплавких соединений, в том числе, нанопокрытия, уникальность которых заключается в высокой объемной доле границ раздела фаз и их прочности, отсутствии дислокаций внутри кристаллов, возможности изменения соотношения объемных долей кристаллической и аморфной фаз, взаимной растворимости металлических и неметаллических компонентов. Это обеспечивает улучшенные физико-механические свойства покрытий, такие как твердость, упругость, усталостная прочность, жаро- и коррозионная стойкость.

Особый интерес представляют аморфно-кристаллические и аморфные покрытия, для нанесения которых разработана технология бескамерного химического осаждения покрытий при атмосферном давлении с применением летучих жидких элементоорганических соединений и газовых сред с одновременной активацией поверхности электродуговой плазмой (PECVD by cold atmospheric plasma) [3, 4]. Нанесение покрытий данным процессом осуществляется на заключительной стадии изготовления изделий или непосредственно перед их использованием, поэтому данный метод называется финишным плазменным упрочнением (ФПУ) (рисунок 4). ФПУ – это безвакуумный и бескамерный процесс плазмоструйного осаждения тонкоплёночных покрытий на основе соединений кремния из газовой фазы при использовании малогабаритного плазмохимического реактора с одновременной плазменной активацией реакционного газового потока и локального участка поверхности изделия, на который наносится покрытие. В качестве источника тепловой энергии для нанесения функционального покрытия при ФПУ используется плазменная струя, истекающая при атмосферном давлении из малогабаритного дугового плазмотрона, дополненного плазмохимическим реактором.

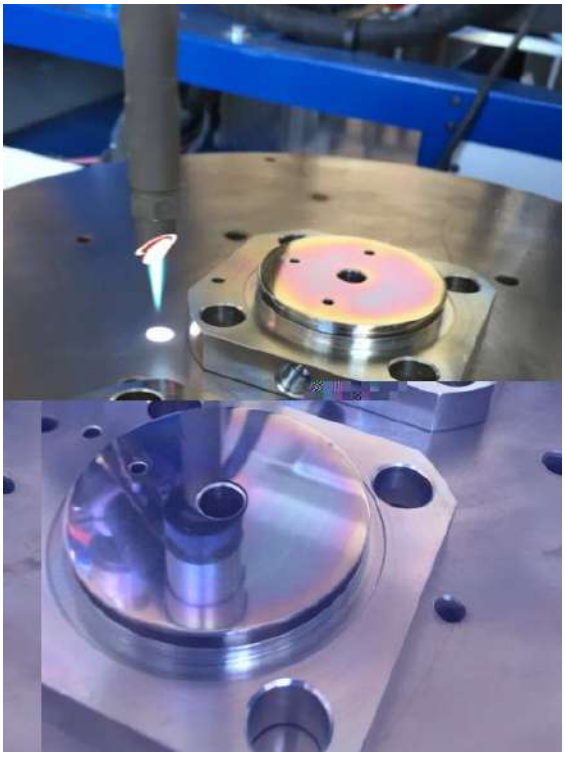


Рис. 4. Процесс нанесения покрытия методом ФПУ

К основным достоинствам ФПУ относятся: осуществление процесса без вакуума и камер; минимальный нагрев изделий, не превышающий 150°С; возможность нанесения покрытий локально, в труднодоступных зонах и на изделиях любых габаритов; использование малогабаритного, мобильного и экономичного оборудования.

Основным принципом нанесения тонкопленочного износостойкого покрытия, взятой за основу технологии ФПУ, является разложение паро́в жидких элементоорганических препаратов, пары́ которых вводятся в плазмохимический реактор дугового плазмотрона, с последующим прохождением плазмохимических реакций и образованием покрытия на изделии. Нанесение покрытия осуществляется локально на упрочняемую поверхность изделия при циклическом сканировании плазменной струи, которая касается обрабатываемой зоны. Важной отличительной особенностью процесса ФПУ является также то, что нанесение покрытия может осуществляться многослойно при толщине каждого слоя порядка 2-20 нм полосами шириной 8-15 мм (с учетом линейного перемещения плазменной струи). С целью минимального термического воздействия на материал основы при ФПУ плазменную струю перемещают со скоростью 3-150 мм/с.

Трибологическая сертификация технологий нанесения покрытий

Исследования трибологических характеристик проводились применительно к покрытиям TiN, TiAlN, MoCrN, нанесенных PVD методом на модернизированной установке ННВ-6,6-И1 с дополнительным устройством сепарации плазменного потока, а также к аморфному покрытию TriboPateks (системы Y-SiOCN), полученным методом ФПУ.

В качестве образцов использовались диски диаметром 15 и 30 мм, толщиной 5 мм, изготовленные из инструментальных сталей Р6М5, штамповой стали Х12М и подшипниковой стали ШХ15, прошедшие термическую обработку до твердости 60-62 HRC. Все образцы прошли окончательную операцию шлифования до Ra=0,2 мкм.

Трибологические испытания покрытий и материала основы проводились с использованием трибометра TRB-S-DE (CSM-Instruments, Швейцария) по схеме «ball-on-disk» («шар-диск») с использованием шаров диаметром 3 мм, изготовленных из стали ШХ15 и керамики Si_3N_4. После каждого испытания производился замер износа шара. Новые испытания проводились при соприкосновении с изначальным (неизношенным) диаметром шара. Нагрузка на контртело составляла 5 Н, 10 Н и 20 Н. Линейная скорость скольжения - 10 см/с. Путь трения – 80-100 м. При испытаниях применялось моторное масло Nissan SAE 5W-40. При изменении испытательной нагрузки использовались различные диаметры кольцевой дорожки одного и того же образца. Ширина следа износа после трибоиспытаний определялась на оптическом металлографическом микроскопе Olympus GX51 (Olympus Life Sience GmbH, Германия). Профилограммы дорожки износа снимались при помощи профилометра Perthometer S2 (Mahr GmbH, Германия). Для нахождения площади четырех перпендикулярных сечений дорожки износа профилограммы обрабатывались в специальной компьютерной программе. Все испытания проводились при температуре окружающего воздуха 21ºС, относительной влажности 57% и атмосферном давлении 98,6 кПа.

На рисунке 5 показаны диаграммы изменения коэффициента трения (красная кривая) покрытия TriboPateks при использовании различных материалов контртела - шаров из стали ШХ15 и керамики Si_3N_4 при испытательной нагрузке.



а) б)

Рис. 5. Изменение коэффициента трения покрытия TriboPateks в зависимости от длительности испытаний при истирании:
а - шаром из стали ШХ15, б - шаром из керамики Si_3N_4

Из анализа полученных диаграмм видно не только количественное отличие значений среднего коэффициента трения: 0,062 (при испытаниях с шаром из стали ШХ15) и 0,01 (при испытаниях с шаром из керамики Si_3N_4), но и различный качественный характер кривой изменения коэффициента трения - в первом случае ее рост, во втором - падение. Увеличение испытательной нагрузки - 5 Н, 10 Н и 20 Н при использовании контртела из керамики Si_3N_4 характеризуется уменьшением коэффициента трения в пределах 20% (рисунок 6).

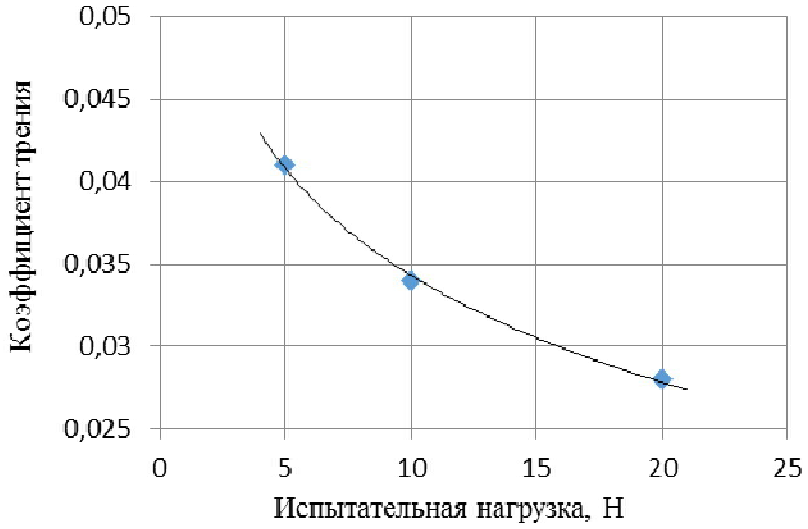


Рис. 6. Изменение коэффициента трения покрытия TriboPateks от испытательной нагрузки

На величину коэффициента трения многослойного покрытия TriboPateks (общей толщиной 1 мкм) при использовании контртела из керамики Si_3N_4 оказывает влияние толщина монослоя, соответствующая различному количеству слоев в покрытии (рисунок 7).

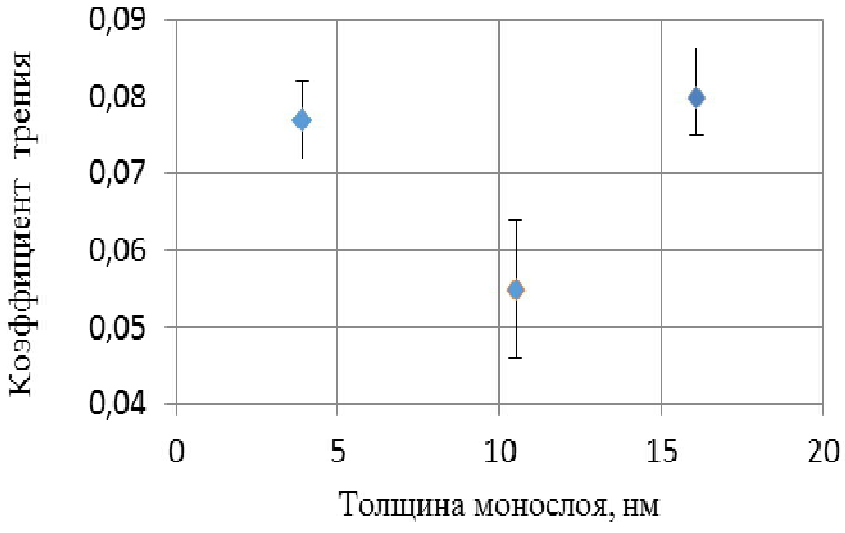
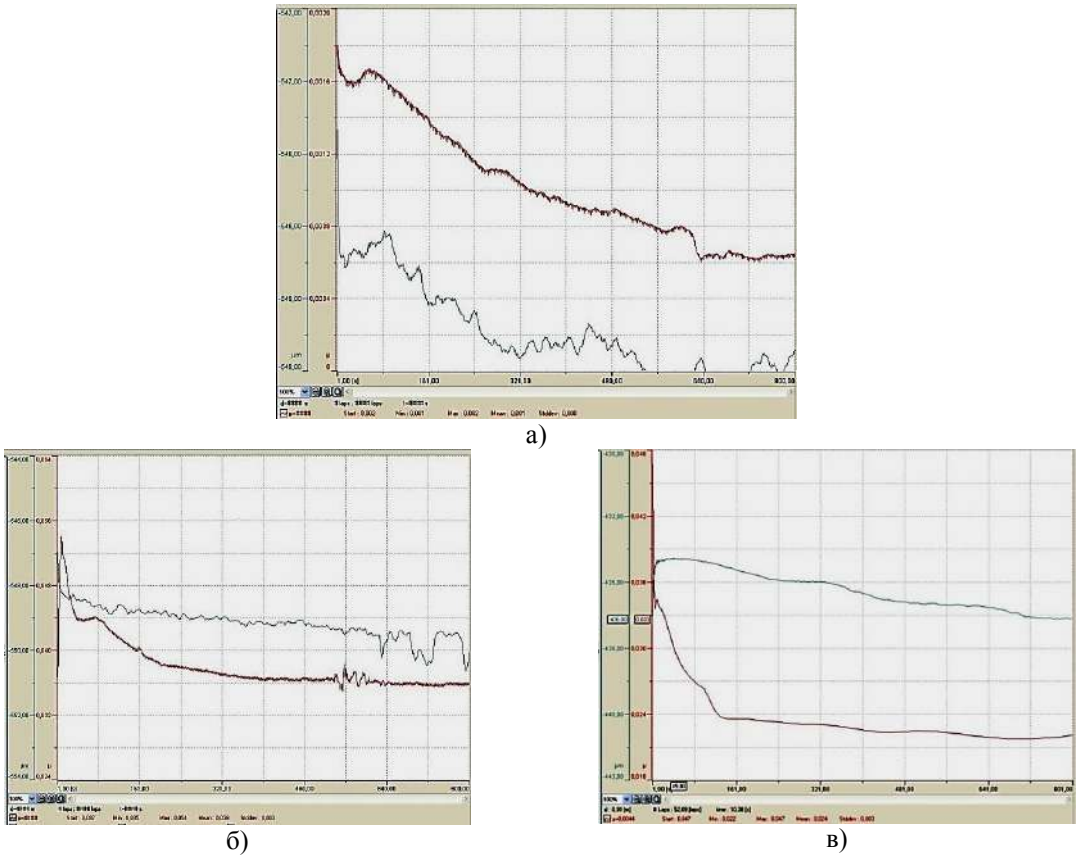


Рис. 7. Влияние толщины монослоя покрытия TriboPateksна коэффициент трения

Минимальное значение коэффициента трения соответствует технологии, обеспечивающей нанесение покрытий с толщиной монослоя, равной 8-12 нм.

На рисунке 8 приведены диаграммы, характеризующие влияние на коэффициент трения (красная кривая) покрытия TriboPateks толщиной 1 мкм при использовании контртела из керамики Si_3N_4, нанесенного на различный материал подложки - стали Х12М, Р6М5 и ШХ15.



а) б) в)

Рис. 8. Изменение коэффициента трения со временем покрытия TriboPateks, нанесенного на различные материалы подложки из стали: а – Х12М; б – Р6М5; в – ШХ15

По результатам данных испытаний были получены средние коэффициенты трения в зависимости от материала подложки: 0,001 (Х12М), 0,038 (Р6М5), 0,024 (ШХ15), при этом имеет место одинаковый падающий характер изменения коэффициента трения. Различные значения коэффициентов трения одного и того же покрытия связаны с разными физико-механическими и химическими свойствами исходного материала. Таким образом, не соблюдение идентичности свойств подложки при трибоиспытаниях ведут к получению разных значений коэффициентов трения. Результаты сравнительных трибологических испытаний по вышеприведенной методике материала подложки – стали Р18 и покрытий TiN, TiAlN, MoCrN и TriboPateks, нанесенных на сталь Р18, представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Параметры трибоиспытаний материала основы и различных покрытий**

Покрытие	Основа	Средний коэффициент трения	Удельный износ образца с покрытием, 10^{-10} м^3/Нм	Удельный износ контртела, 10^{-14}м^3/Нм
Сталь Р18	Р18	0,2	103	5
TiN		0,1	6,8	7
TiAlN		0,09	5,5	6
MoCrN		0,08	11	4
TriboPateks		0,04	5	4

Анализ данных свойств покрытий показал, что минимальным коэффициентом трения обладает покрытие TriboPateks и он примерно в 2 раза меньше коэффициента трения рассматриваемых покрытий, наносимых методом PVD и в 5 раз меньше материала основы.

Выводы

1. Трибологическая сертификация материалов и покрытий, основанная на сравнительных испытаниях альтернативных вариантов, является важным фактором при объективном выборе антифрикционного материала, обеспечивающего повышенный ресурс работы всего изделия в целом.

2. Проведение независимой экспертизы при сравнительных испытаниях тонкопленочных трибологических покрытий возможно только при соблюдении жестких требований к однотипности физико-механических и химических свойств материала подложки и постоянства условий испытаний (в том числе, материала контртела).

3. Сравнительные испытания различных покрытий, наносимых CVD и PVD методами, показали преимущество трибологических характеристик покрытия TriboPateks, наносимого при финишном плазменном упрочнении.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Канаев А.Т., Рамазанова Ж.М. Модернизация структуры поверхностного слоя металлических материалов. - Астана: Изд-во «Мастер-ПО», 2013. - 232 с.

[2] Тополянский П.А., Ермаков С.А., Тополянский А.П. Выбор тонкопленочных покрытий для упрочнения изделий // Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика: Материалы 18-й Международной научно-практической конференции, СПб., Россия: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. - С. 194-205

[3] Соснин Н.А., Ермаков С.А., Тополянский П.А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 406 с.

[4] Скаков М.К., Рахадилов Б.К., Рахадилов М.К. Упрочнение поверхности стали Р6М5 нанесением тонкопленочного покрытия из SiC. Инновационные технологии и экономика в машиностроении. Сб. трудов 6-й МНПК. - Томск: Изд-во ТПУ. 2013.– С. 156-159.

Канаев А.Т., Тополянский П.А., Тополяский А.П., Ермаков С.А., Бийжанов С.К., Решоткина Е.Н.

Трибологиялық сипаттамалар бойынша материалдарды және құрылғыларды сертификаттау

Түйіндеме: Тозуға төзімді және антифрикционды жабындардың қолданылуына және беттерді модификациялау технологияларын трибологиялық сертификаттау мен аттестаттаудағы заманауи тәсілдер қарастырылған. Мұндай жабындарды CVD және PVD әдістерімен, соның ішінде плазмалық беріктендіруді аяқтау процесін қолдану - атмосфералық қысымда жабысулардың түтіксіз химиялық тұндыруы ұшпа сұйық органоэлементтерді және электр доғасының плазма арқылы бетінің бір мезгілде активтендірілуін пайдаланатын газдық ортаны пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Трибологиялық сынау әдіснамасының ерекшеліктері ұсынылған және әртүрлі жұқа пленкалы жабындардың салыстырмалы сипаттамалары келтірілген. Олардың қасиеттеріне трибологиялық сынаулардың жеке факторлар әсер етудің талдау жасалды.

Түйін сөздер: модификациялау, PVD-процесс, CVD процесс, құралдың плазмалық беріктендіру, тозуға төзімді наноқауытқыштар, трибологиялық сынаулар.

Kanaev A.T., Topolyansky P.A., Topolyansky A.P., Ermakov S.A., Biizhanov S.K., Reshotkina E.N.

Certification of materials and coatings by tribological characteristics

Summary: Modern treatments of tribological certification of thin-film wear-resistant coatings deposited by CVD and PVD methods, as well as by the new finishing plasma hardening technology – by beadless plasma-chemical deposition at atmospheric pressure with the use of liquid organoelemental compounds and PACVD by cold atmospheric plasma are described. Specific features of tribological testing methods are given and comparative characteristics of different thin-film coatings are represented. Analysis of the impact of different tribological testing factors on the coatings characteristics has been conducted.

Key words: modification, PVD, CVD, PACVD by cold atmospheric plasma, finish plasma strengthening, wear-resistant nanocoating, tribological tests.

T.Sh. Adilkhan, A.U. Aldiyarov, A.B. Kasymkhan, N.S. Tokmoldin, E.O. Utepov
(al- Farabi Kazakh National University, Physics and Technology Faculty, Almaty, Kazhakstan.
E-mail: t.a.l95@mail.ru)

CONTROL OF MATERIALS FROM TRANSPORT POLLUTION ON THE BASIS OF THE ECOLOGICAL MANAGEMENT SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. In this article an analysis of ecological efficiency of implemented policies in the field of air protection from transport pollution in Kazakhstan and Finland is carried out; an analysis of energy efficiency as a way to improve the condition of atmospheric air is proposed; recommendations for improving the regulation of transport emissions have been developed

Key words: ecological efficiency, energy-efficiency, greenhouse gases, transport pollution, atmosphere, air pollution

Т.Ш. Адильхан, А.У. Алдияров, А.Б. Касымхан, Н.С.Токмолдин, Е.О. Утепов
(Казахский национальный университет имени аль- Фараби,
Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: t.a.l95@mail.ru)

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ АТМОСФЕРУ ВЕЩЕСТВ ОТ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Аннотация. В данной работе проведен анализ экологических эффективностей проводимых политики в области охраны атмосферного воздуха от транспортного загрязнения в Казахстане и Финляндии; предложен анализ энергоэффективности как предмета улучшения состояния атмосферного воздуха; разработаны рекомендации по улучшению регулирования выбросов от транспортного сектора.

Ключевые слова: экологическая эффективность, энергоэффективность, парниковые газы, транспортные загрязнения, атмосфера, загрязнение воздуха

С каждым годом увеличивается антропогенное воздействие на атмосферу. В зависимости от состава выбросов и их объемов воздействие на атмосферу доходит до глобальных масштабов, с которыми ни одна страна не в состоянии справиться в одиночку. В свете глобальных экологических инициатив и передового мирового опыта, действующая в Казахстане нормативно-правовая база нуждается в пересмотре.

На настоящий момент в Казахстане наблюдается ряд проблем в области контроля газообразных выбросов, которые необходимо решить на региональном уровне. Одной из таких проблем, например, является проблема энергоэффективности в сфере автотранспорта, общее количество единиц которого в стране значительно возросло за последние годы [1]. Отсутствие специфических программ стимулирования энергоэффективности в этой отрасли приводит к подчас неконтролируемым вредным газообразным выбросам и, следовательно, возникновению рисков для здоровья населения [2].

Исследовательская часть. Изменение климата стало политической проблемой в середине 80-х годов в связи с растущей международной озабоченностью и научными доказательствами того, что антропогенные выбросы парниковых газов влияют на климат Земли. Эти события привели к принятию Киотского протокола в 1997 году на третьей Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата.

Для сокращения выбросов каждая страна, как правило, самостоятельно разрабатывает экологическую политику в области охраны атмосферного воздуха, однако существует необходимость контроля проводимых мер. Однако принимаемые государством меры, способствующие отдельным положительным результатам внутри страны, не подтверждаются позициями показателей в глобальном рейтинге. Одним из таких рейтингов является рейтинг по индексу экологической эффективности. Индекс экологической эффективности (The Environmental Performance Index) - глобальное исследование с сопутствующим рейтингом стран мира с точки зрения нагрузки на окружающей среде и рациональном использовании природных ресурсов. EPI оценивает работу стран по первоочередным проблемам охраны окружающей среды в двух областях: защита здоровья человека и защита экосистем [3].

Каждые два года в течение последних 15 лет исследователи Йельского университета и Колумбийского университета публикуют рейтинг 180 стран. Данные подсчитываются на основе методологии Центра экологической политики и права при Йельском университете вместе с группой независимых международных экспертов, использующих в своей работе статистические данные национальных учреждений и международных организаций наряду с аналитическими разработками.

В 2016 году использовались 19 показателей, распределенных в девяти «политических категориях». Категории объединены в две большие группы: жизнеспособность экосистемы (оценка уровня защиты экосистем и эффективности управления природными ресурсами) и экологическое здоровье, оценивающее уровень защиты здоровья людей от неблагоприятных факторов окружающей среды.

Казахстан занимает 69 место 73,29 баллов в рейтинге EPI 2016 года, поднявшись с 84 местаза последние 2 года. Финляндия, заняла первое место с 90,68 баллами.

Анализ доли автотранспорта в загрязнении атмосферного воздуха. Национальные стандарты качества атмосферного воздуха принятые в Казахстане формируются на основе ПДК, нормативов принятых еще в СССР, а не на PM2.5 и PM10 как принято в современной международной практике [4].

Национальная политика в области контроля качества воздуха отсутствует. Экологический кодекс (2007 г.) обеспечивает основные законодательные рамки для охраны окружающей среды в целом.

Добыча нефти, металлургия, транспортные средства, горнодобывающая промышленность, электростанции являются основными загрязнителями атмосферы Казахстана. Основной проблемой больших городов Казахстана является транспорт, а именно увеличение числа транспортных средств, низкое качество топлива, недостаточный потенциал мониторинга качества топлива в некоторых районах страны [5].

В десяти из одиннадцати городов Казахстана концентрации для PM10, SO_2 и NO_2 во много раз превышают пределы выбросов, что свидетельствует об очень высоком загрязнения атмосферного воздуха. Город Алматы был оценен как один из самых загрязненных городов мира в рейтинге, составленном международной рейтинговой компанией NYC Partnership Consulting. Исследование состояния воздушной среды, проведенное в 2012 году, показало, что грязный воздух в Казахстане приводит к 7500 преждевременных смертей в год, тогда как в Финляндии в среднем около 100 смертей в год [6].

Большая часть автотранспортных средств имеет срок эксплуатации более 10 лет [7]. Парк частных автомобилей увеличивается в связи с низкой стоимостью топлива, которая на 2017 года составляет 0,47 долларов США за литр, тогда как в Финляндии эта цифра составляет 1,58 долларов за литр.

Максимально допустимое содержание серы в топливе в Казахстане 500 ppm, тогда как в Финляндии 10 ppm, но значение показателя в нашей стране часто превышает нормы в связи с большим количеством устаревшего транспорта.Для автомобильного бензина содержание свинца в топливе – 5 мг/дм^3 для всех экологических классов на основе требований технического регламента Таможенного Союза ЕАЭС [8]. Все автомобили в Финляндии используют бензин без содержания свинца, согласно требованиям ЕС.

Что касается Финляндии, за последние десятилетия качество значительно улучшается. Загрязнение воздуха в основном обусловлено производством энергии, промышленностью и дорожным движением, особенно в городских районах. Качество воздуха измеряется сложной национальной сетью мониторинга качества воздуха. Данные о состоянии окружающей среды, полученные муниципалитетами и Финским метеорологическим институтом, доступны через портал качества атмосферного воздуха в реальном времени [9].

Действующие в Финляндии стандарты качества атмосферного воздуха содержатся в директиве программы Чистый воздух для Европы (Clean Air For Europe) и Директиве the Fourth Daughter Directive (EP & CEU, 2004). Эти Директивы также включают правила контроля, оценки и управления качеством окружающего воздуха для государств-членов ЕС [10].

Транспорт хорошо развит, и для пассажиров доступны несколько вариантов, таких как железные дороги, трамваи, метро и автобусы который является одним из наиболее значительных источников загрязнения воздуха в Финляндии, являющееся основным источником в 97% выбросов NO_2. Предельное количество выбросов для автомобилей соответствуют стандарту выбросов Евро-6 для транспортных средств. Нормативы ЕС по выбросам новых легковых автомобилей (легковые автомобили и легковые коммерческие автомобили) указаны в Регламенте 715/2007 (Евро 5/6). Нормы выбросов для транспортных средств малой грузоподъемности применяются ко всем транспортным средствам, не превышающим 2610 кг [11].

Регламенты Евросоюза внедряют различные предельные значения выбросов транспорта для компрессионных двигателей (дизельное топливо) и двигателей с принудительным зажиганием (бензин, природный газ, сжиженный углеводородный газ, этанол). Дизельное топливо имеет более жесткие стандарты на выбросы CO, но допускаются высокие выбросы NO.

Для стимулирования энергосбережения в транспорте существует активное содействие повышению энергоэффективности на автомобильном транспорте, включая субсидии для повышения энергосбережения общественного транспорта и грузовых перевозок, а также для ограничения роста стоимости транспортных услуг, а также стимулов для приобретения экологически чистых транспортных средств [12].

Энергоэффективность как предмет улучшения состояния атмосферного воздуха. В настоящее время в ряде развитых стран энергоэффективность признана в качестве ключевого показателя в энергетических стратегиях. Растущий спрос на энергию зависит от областей, в которых конечное потребление происходит (транспорт, промышленность, домашние хозяйства, услуги, сельское хозяйство и другие).

Существует тесная взаимосвязь между потреблением энергии и выбросами CO_2 в связи с почти стопроцентной зависимостью легковых автомобилей, автобусов и самолетов от нефтяного топлива. Таким образом, меры по повышению эффективности использования энергии в транспорте способствуют не только уменьшению расхода топлива, но и сокращению выбросов CO_2, общего время поездок, шума и загрязнения окружающей среды и т.д.

Глобальные политические меры для более широкого использования энергоэффективного и экологически чистого транспорта включают в себя введение норм выбросов CO_2 для некоторых видов автотранспорта, стандарты топлива, стандарты шин и инструментов для продвижения экокождения и т.д [13] .

В ряде развитых стран для повышения энергоэффективности транспортного сектора введены несколько инструментов рекомендуемой Международным энергетическим агентством, используемых в международной практике как эффективные инструменты [14].

1. Маркировка транспортных средств. Всеобъемлющая высококачественная информация является необходимым условием для принятия обоснованных решений.

В целях уведомления владельцев об экологической безопасности автомобиля в странах ЕС применяют маркировку автомобилей по классам экологичности (Евро 2, Евро 3, Евро 4, Евро 5).

Грамотная информационная политика, направленная на повышение осведомленности потребителей может улучшить отношение населения к эффективности использования топлива. Одним из широко признанных путей уменьшения расхода топлива транспортным средством без каких-либо улучшений существующих технологий является экологическое вождение. Опыт экологического вождения показал, что оно помогает достичь экономии топлива и, в результате, сокращения выбросов CO_2 на 10-20%, но нуждается в постоянной поддержке регулярными информационными кампаниями и учебными программами для водителей автомобилей для того, чтобы получить и поддерживать положительный долгосрочный эффект. Важно отметить, что этот опыт применим к вождению как старых, так и новых автомобилей.

В Европейском союзе Директива 1999/94/ЕС предусматривает, что все новые модели автомобилей должны быть маркированы с демонстрацией информации об экономии топлива и выбросах CO_2. Уменьшение расхода топлива и выбросов CO_2 также регулируется стандартами, изложенными в общественной стратегии по сокращению выбросов CO_2 от легковых автомобилей, с помощью усовершенствованных технологий двигателей, эффективных шин, снижений расхода топлива для кондиционирования воздуха, а также более широкого использования биотоплива [15] .

Однако опыт Европейского союза показывает, что этикетки не позволяет снизить выбросы транспортных средств. Обзор политики маркировки ЕС показал, что самый высокий уровень успеха во влиянии на поведение покупателей при покупке автомобилей произошел, когда экономия топлива и метки выбросов CO_2 сочетались с фискальными стимулами, как это было сделано в Финляндии.

Мы считаем, что есть необходимость внедрения маркировки на автомобили, рекомендуемой Международным энергетическим агентством, для того, чтобы предоставление информации, такой как маркировка, должно быть частью политических мер, которые стимулируют использование энергоэффективных транспортных средств.

2. Налоговые льготы. Налоговые стимулы играют важную роль в оказании содействия производителям в достижении своих целей, путем поощрения потребителей к покупке автомобилей с низким уровнем вредных выбросов.

В первую очередь финансовые стимулы или штрафы в сочетании со здравой информацией стимулируют закупку более энергоэффективных транспортных средств и, таким образом, могут ускорить развертывание энергоэффективных технологий. Системы налогообложения транспортных средств во многих странах, особенно в Европе, в настоящее время основаны на выбросах CO_2 автотранспортными средствами, и исследования показывают, что потребители быстро реагируют на такие финансовые стимулы.

Важнейшим пакетом мер по экономии энергии в Финляндии является повышение энергоэффективности новых легковых автомобилей [16]. Этот пакет состоит из трех мер, а именно норм Евро в отношении транспортных средств, пересмотра налогообложения транспортных средств и информационных мер, таких, как добровольная маркировка автомобилей транспортными средствами. Налог на регистрацию транспортного средства нового транспортного средства (2008-), так и ежегодный налог на использование транспортных средств (2007-) являются прогрессивными на основе выбросов CO_2 автомобиля. Статистика регистрации показывает быстрое снижение выбросов CO_2 новых автомобилей с момента пересмотра налогов в 2008 году. Воздействие этой меры несколько ослаблено растущим средним возрастом автопарка. Поэтому с июля 2015 года по декабрь 2015 года проведен эксперимент по списанию транспортных средств. Гонорар в размере 1500 евро (государственная помощь в размере 1000 евро, дисконт в размере 500 евро автодилерам) при сдаче на переработку автомобилей служащих более чем 10 лет [17].

Высокие налоги на транспортные средства и страхование, использующие неэкологичные автомобили, могут фактически поощрять приобретение транспортных средств с наименьшим экологическим воздействием. Основная проблема, связанная с транспортно-налоговыми мерами, заключается в том, что они, как правило, непопулярны среди стран, так как требуют политического мужества для их осуществления.

Мы рекомендуем правительству обеспечить, чтобы налоговые системы вознаграждали покупку наиболее устойчивой технологии транспортных средств (учитывая выбросы CO2, использование энергии и качество воздуха) и стимулировали наиболее эффективное использование транспортных средств.

3. Модальный сдвиг. Понятие «модальный сдвиг» включает в себя предоставление людям больше возможностей для поездок на велосипеде и пешком.

Важной политической целью в области энергоэффективности на транспорте является перемещение пассажиров с личных автомобилей на более устойчивые виды транспорта, такие как велосипеды, эффективный общественный транспорт, судоходство и железная дорога (так называемая модальная смена). Во многих случаях выгоды значительно превосходят затраты. Как правило, необходимо изменения политики для стимулирования модального сдвига, поскольку неудачи рынка приводят к более высокому уровню оптимального использования автотранспорта.

Развитие общественного транспорта, велосипедная и пешеходная инфраструктура может помочь одновременно решить две проблемы - заторы и загрязнение воздуха. Выбросы на пассажира в 5-10 раз меньше от остановок общественного транспорта, чем от автомобиля. Кроме того, каждый пассажир в общественном транспорте занимает в 10-20 раз меньше проезжей части.

Снижение цен на топливо в течение многих лет частично объясняется увеличением использования пассажирских и грузовых автомобильных перевозок. Имеются также проблемы с достижением модального сдвига, вызванного неустойчивым планированием землепользования, таким как разрастание городов и рассеянное сельское население, связанное с автомобильной зависимостью. Кроме того, общественный транспорт часто воспринимается как менее привлекательный с точки зрения качества и цены предоставляемых услуг. Все эти вопросы необходимо решать с помощью мер политики, с помощью чего произойдет смена пассажирских и грузовых перевозок.

Политика в отношении пассажирских перевозок в основном касаются улучшения услуг и инфраструктуры общественного транспорта и повышения его привлекательности для потенциальных пассажиров, посредством информационных кампаний и совершенствования практических функций, таких как комплексная продажа билетов, информация о поездках в реальном времени и более низкие тарифы.

С учетом вышеуказанных тенденций энергоэффективность в сфере энергопотребления транспортного сектора играет решающую роль в экономике, так как в качестве энергоресурса обладает уникальным потенциалом одновременного содействия долгосрочной энергетической безопасности, экономическому росту и даже улучшению здоровья и благосостояния людей; в частности, она является основным инструментом сокращения выбросов парниковых газов.

Плохая мобильность общественного транспорта усугубляется отсутствием, как выделенных автобусных полос, так и приоритетом при движении по светофорам, а также отсутствием интеграции между различными видами общественного транспорта.

Финансовые и экономические барьеры, препятствующие сокращению потребления энергии на транспорте, также включают отсутствие программ стимулирования энергоэффективности транспорта.

Таким образом, с помощью введения поправок в нормативно-правовую базу Казахстана, мы можем достичь поставленных целей по уменьшению воздействия на окружающую среду, в частности на атмосферный воздух. Уменьшение выбросов в атмосферу, приведет к улучшению состояния воздушного бассейна, как на национальном, так и на региональном уровне.

На основании результатов наших исследований и в целях повышения эффективности и устойчивости транспортного сектора в Республике Казахстан, мы предлагаем следующие рекомендации:

• проводить национальные информационно-пропагандистские кампании в целях содействия использованию более экологически безопасных видов транспорта (метро, троллейбус, велосипедный транспорт и т. д.);

• ввести систему маркировки расхода топлива транспортных средств;

• разработать и внедрить стандарты по выбросам CO для некоторых видов транспорта, стандартов автомобильных шин, стандартов на альтернативные виды топлива и т.д.;

• ввести регулярные ежегодные проверки транспортных средств на предмет качества выхлопных газов;

• ввести государственные субсидии на производство и закупку экологически чистых автомобилей, работающих на альтернативных видах топлива с более низкими выбросами оксидов углерода;

• установить механизмы выдачи субсидий на покупку или преобразование автотранспорта на использование природного газа или электроэнергии;

• стимулировать использование экологического топлива соответствующего стандартам Евро 5 и 6;

• преобразование топлива местного общественного транспорта в более чистые виды топлива (газ, электричество, биотопливо и т. д.);

• освобождать от таможенных пошлин и налога на добавленную стоимость все виды транспортных средств, работающих на природном газе (синтезированный природный газ и метан), а также от налога на транспортные средства;

• освобождать владельцев транспортных средств, работающих на электричестве, от налога на транспортные средства.

• оптимизировать маршруты общественного транспорта в городах, выделить полосы для общественного транспорта в основных главных улицах;

• содействовать развитию велосипедного движения (организовать велосипедные дорожки в городских районах, развернуть программы проката велосипедов) и прогулочную инфраструктуру;

Внесение поправок и дополнений в нормативно-правовую базу по регулированию транспортного сектора в Республике приведет к уменьшению воздействий выхлопных газов на атмосферу и улучшению состояния воздуха в городских и населенных пунктах. Такие меры позволяют в полной мере выполнить обязательства Республики Казахстан по международным соглашениям по охране окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://www.kursiv.kz/news/avto/za-2017-god-kolicestvo-zaregistrirovannyh-avtomobilej-v-rk-vyroslo-na-20/

[2] Country Profiles of Environmental Burden of Disease. Kazakhstan. World Health Organization. Geneva 2009.

[3] Global metrics for the environment 2016 report. Yale Center for Environmental Law & Policy, 2017. - 123c.

[4] Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан. Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах: утв. 28 февраля 2015 года, № 168

[5] Mozharova V., Транспорт в Казахстане: современная ситуация, проблемы и перспективы развития – Алматы, 2011. – 214 с.

[6] Country Profiles of Environmental Burden of Disease. Kazakhstan. World Health Organization. Geneva 2009.

[7] Worldwide Total Motor Vehicles (per 1,000 people), Kazakhstan. The World Bank Group. 2017 год.

[8] Технический регламент Таможенного союза 018/2011. О безопасности колесных транспортных средств.
[9] https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=560
[10] http://www.ymparisto.fi/en-US/Climate_and_air/Air_pollution_control/Air_pollution_in_Finland
[11] Regulation (EC) No 715/2007 Of The European Parliament And Of The Council Of 20 June 2007.
[12] Finland's National Energy Efficiency Action Plan NEEAP-3 1094/832/2014
[13] Directive 1999/94/EC Of The European Parliament And Of The Council of 13 December 1999
[14] http://www.iea.org/topics/energyefficiency/
[15] Directive 1999/94/EC Of The European Parliament And Of The Council of 13 December 1999
[16] Nordic Council of Ministers. Affecting Energy Efficiency: Lessons Learned and Future Prospects., 2001 – 103 с.
[17] Springer Science & Business Media, Cars and Carbon: Automobiles and European Climate Policy in a Global Context.-2011 г. - 422 с.

Әділхан Т.Ш., Алдияров А.У., Қасымхан А.Б., Токмолдин Н.С., Утепов Е.О.

Қазақстан республикасының экологиялық басқару жүйесінің негізіндегі көлік шығарындыларының атмосферадағы лаустауыштарды бақылау

Түйіндеме. Осы мақалада Қазақстан мен Финляндиядағы көліктік ластанудан атмосфераның ластануын қорғау саласында іске асырылатын саясаттың экологиялық көрсеткіштеріне талдау жасалды; атмосфералық ауа жай-күйін жақсарту тақырыбы ретінде энергия тиімділігін талдау ұсынылады; көліктік сектордан шығарындыларды реттеуді жетілдіру бойынша ұсынымдар әзірленді.

Кілттік сөздер: экологиялық тиімділік, энергия тиімділігі, парниктік газдар, көлік ластануы, атмосфера, ауаның ластануы

УДК 620.22:54-29:546.82

G. M. Ibraeva[1], B.M. Sukurov [1], R. K. Aubakirova[1], Yu. N. Mansurov[2]
([1]Satbayev' University, JSC "Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation, Almaty, Kazakhstan
[2]Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow, Russia
Guizira.83@mail.ru, bsukurov@gmail.com)

TITANIUM ALUMINIDES FORMED IN DIFFUSION ZONE BETWEEN Al AND Ti

Abstract. The diffusion zone (DZ) of Al-Ti system has been prepared by means of diffusion couples methods and studied in cross-section using Scanning Electron Microscopy and Electron Probe Microanalysis (SEM/EPMA) and X-rays diffraction (XRD). Heat treatment in the interval 1100-1320°C resulted to multilayer and globular structure of intermetallics. There were detected only well-known phases having constant compositions (Al_3Ti, $Al_{23}Ti_9$, $Al_{11}Ti_5$, Al_2Ti, AlTi, and $AlTi_3$).

Certain porosity (at 1100 and 1320°C) and temperature shifts of well-known intermetallics to other temperature areas might be interesting from vision of additive manufacturing (AM).

Keywords. Diffusion couple, scanning electron microscopy, electron probe microanalysis, X-rays diffraction, diffusion zone, multilayer structure, intermetallics, titanium aluminides, additive manufacturing.

Introduction. Today additive manufacturing (AM) is considered as one of the most prospective areas not only in prototyping, but also in mass production. Both AM techniques – selective laser melting and electron beam melting are evaluated for many applications in first turn using TiAl intermetallic alloys [1]. In conventional manufacturing these alloys demonstrated their excellent functional properties: low density, good strength, and resistance to oxidation above 750 °C making them attractive for aerospace and automobile industries. Alloys based on Ti_3Al and TiAl having different structures and material specific properties are considered as competitive ones because of their advantages [2]. Intermetallic alloys γ-TiAl are still more attractive for manufacturing of various parts working at temperatures up to 730°C whereas Ti_3Al-based alloy demonstrated good oxidation resistance at 700°C [3]. Moreover alloys on the basis of two phases γ-TiAl+α_2-Ti_3Al has been studied for traditional applications [4-5] to produce blades of gas-turbine engines of new generation working at temperatures up to 900°C as well as for other applications, e.g. to develop TiAl-Ti_3Al nanolaminate composites for high-temperature applications [6]. Therefore existing database on titanium aluminides can be used for AM applications not only due to their unique properties, but also because these alloys are model ones for numerous theories and practical methods. It is especially true since AM is aimed to get zero in wastes of such expensive alloys as titanium aluminides. The successful example of AM is shown

in [7] where model forms of crack free TiAl can be produced by laser additive deposition. In Russian scientific and technical literature three general types of microstructure are used to describe TiAl alloys depending on ingot technology, hot deformation modes, and heat treatment: lamellar, globular, and bimodal (duplex) [8]. The English-speaking researchers distinguish four categories of microstructure: near-gamma, duplex, nearly-lamellar, fully-lamellar [2]. Mechanical properties of TiAl alloys are determined by microstructure, specific volumes of phases, and evolution of their parameters; phase and their transformations are subjects also in studies devoted to manufacturing of intermetallic droplets (spheres) for AM supplies [9]. Therefore the layer (or multilayer) structures obtained by means of diffusion couples [10] could be interesting for AM tasks related to droplet production and relationships between intermetallic phases. **The goal of this work** is to study the microstructure evolution in diffusion zone formed between aliminium and titanium.

Materials and experimental methods. To obtain DZ in Al-Ti system the diffusion couple technique was used. Experimental details for this method were reported in [11, 12]. The initial materials were used as follows: high-grade aluminium (99.99 % Al) and titanium (99.99 % Ti) in form of plates having masses up to 30 g. These plates were placed into quartz capsules to be evacuated and sealed. Samples were prepared at temperatures of heat treatment from 1,000 °C to 1,320 °C with duration for 1 hour using the batch-type furnace NTC 08/16. Rate of cooling was non-controlled and was determined by rate of cooling of capsule in the air. Samples for scanning electron microscopy and electron probe microanalysis (SEM/EPMA) were prepared using Tegramin 25 (STRUERS).

SEM/EPMA studies were performed on JXA-8230 (JEOL) at magnifications from ×75 to ×3,000 using the original software EPMA. Element composition of phases formed in DZ and element profiles were determined by means of spot, multipoint, and linear detection techniques using energy-dispersion spectrometry (EDS) and wave-dispersion spectrometry (WDS).

X-rays measurements (XRD) were performed on a Bruker D8 Advance diffractometer operated at 40 kV voltage and 40 mA current using Cu Kα radiation (λ = 1.5406 Å). Software EVA has been used to process XRD patterns and to compute the interplanar distances. Interpretation of samples and phase searching were performed by means of the software Search/Match using the Powder Diffraction Database PDF-2.

Results of study and their discussion. DZ between Al and Ti consists from three fragments: area with smooth growth of Al content in Ti, area in form of multilayer intermetallic phase structure, and area in form of ensemble of large globular particles (grains) with gaps filled with pure aluminium (Fig. 1). All these areas have the following structures and phases.

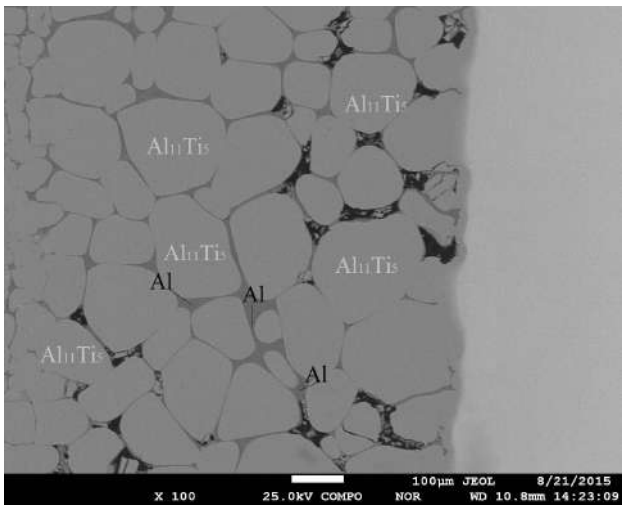
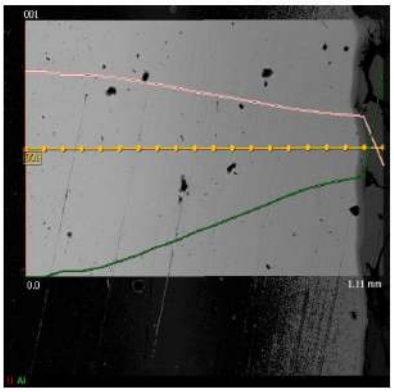


Fig. 1. DZ structures formed in Ti-Al systems at 1,300°C

• Area with smooth growth of Al content in Ti. Fig. 2 shows results of multipoint EDS microanalysis demonstrating on smooth growth of Al content in Ti. At the first sight it can be named as solid solution of Al in Ti, however the Al concentration above 20 at.% can lead to formation of $AlTi_3$ [13,14,15,16]. Nevertheless this area does not contain boundaries between different phases, which are typical for these cases.

After points 001 and 002 (pure titanium) Al content smoothly grows from 2.43 to 43.36 at. %. This area has a width about 902 μm. In case of 1,100°C for 1 h the corresponding width of this area is only 85 μm, and Al content approaches only 18.18 at. %. This behaviour has reasonable compliance with more intensive diffusion processes according to elevation of heat treatment temperature.



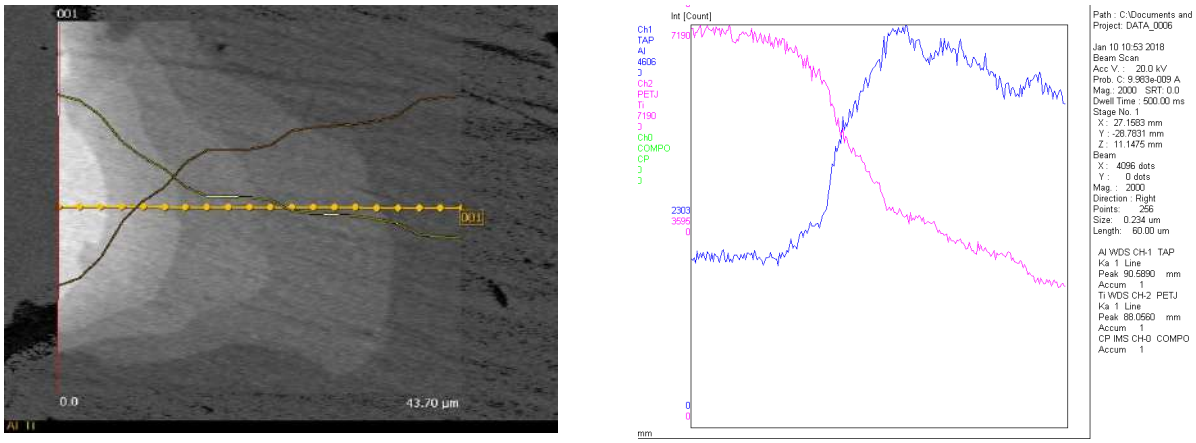
№	Al, at %	Ti %, at %	№	Al %, at %	Ti %, at %
001	-	100%	011	18.11%	81.89%
002	-	100%	012	21.02%	78.98%
003	2.43%	97.57%	013	24.23%	75.77%
004	2.43%	97.57%	014	27.55%	72.45%
005	3.86%	96.14%	015	30.61%	69.39%
006	6.15%	93.85%	016	34.52%	65.48%
007	8.60%	91.40%	017	37.66%	62.34%
008	11.77%	88.23%	018	40.17%	59.83%
009	14.52%	85.48%	019	41.80%	58.20%
010	18.11%	81.89%	020	43.36%	56.64%

*Al profile is shown with green, and profile for Ti – with rose colour

Fig. 2. Multipoint EDS microanalysis after heat treatment at 1300°C for 1 h

• Multilayer intermetallic phase structure. This fragment consists of few layers having different contrast, which is good-observed in back-scattered electron image (Fig.3). Each layer has its own contrast indicating the constant concentration of components within the same layer; the interphase boundaries are also observed.

Cross-section of samples reveals the stepped distribution of element concentration in DZ depth (Fig.3).

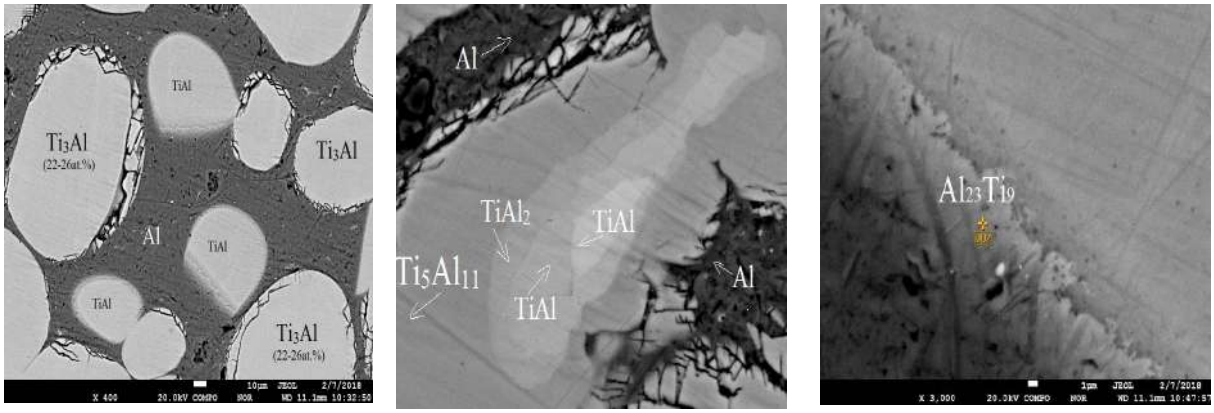


(a) (b)

Fig. 3. Element profiles obtained by multipoint EDS and linear WDS microanalysis (×2,000 1,150°C for 1 h)

Fig.3 (a) shows transitions between phases as follows TiAl–Ti_3Al–$TiAl_2$–Ti_5Al_{11}, in accordance to growing concentration of Al. Element content has been calculated as an average value taken from several points belonging to the same contrast. The similar behaviour for profiles was confirmed by more sensitive WDS-microanalysis (Fig.3 (b)).

• Large globular intermetallic particles. As seen from Fig. 1 and 4 (a) these particles (or grains) can reach the sizes more than 100 μm; they consist from phases TiAl, Ti_5Al_{11} и $Ti_3Al(\alpha_2)$. Thin shells around globular particles can be formed from $TiAl_2$ и Ti_9Al_{23} phases.



(a) ×400 (b) ×1,400 (c) ×3,000

Fig. 4. Phases formed at 1,150 °C for 1 h

Aluminium between the globular particles can be treated as non-reacted balance. Using the methods of volume phase estimation [17] the share of non-reacted Al was computed. It declines with increasing temperature of heat treatment from 23% at 1,100°C to 6% at 1,300°C definitely indicating on diffusion type of intermetallics formation. Fine layer structure within globular particles having different phases (Fig. 4 (b)) is similar to pattern observed in droplets of Ti-Al system used for AM applications [9]. It can implicitly indicate that Ti_3Al as reaction product can be resulted due to sequential transformations as follows: Ti + Al → $TiAl_3$ → $TiAl_2$ → TiAl → Ti_3Al.

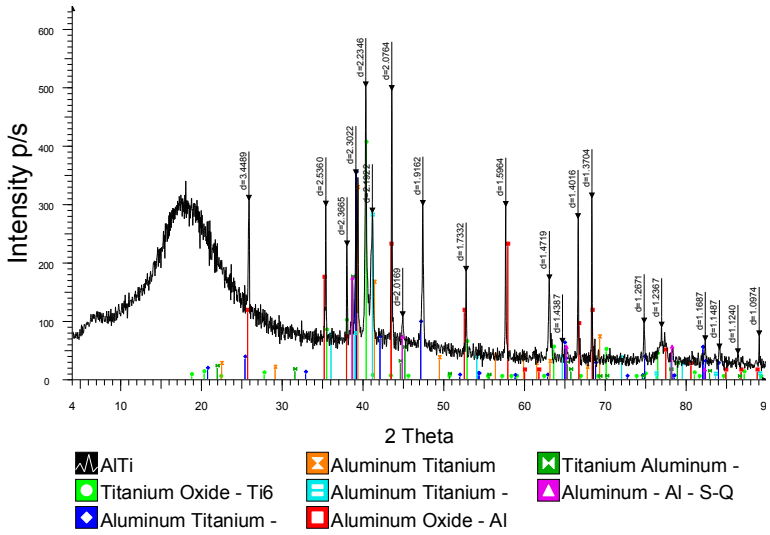
Table 1. **Intermetallics detected within temperature range 1,100-1,300°C**

Intermetallics	Al content [Source]	Temperature,°C	Ref.
$AlTi_3$	20-39 at. % Al [13]	1150**, 1300**(above 1118)	[13,14,15,16]
AlTi*	56.6-63.0 at. % Al [24]	1150,1320	[22, 24]
Al_2Ti	65.3-65.7 at. %Al [24]	1150	[21,14, 24]
Al_3Ti*	74.5-75.0 at. %Al [13]	1100,1150,1250,1300, 1320	[13,18,16,20]
$Al_{23}Ti_9$	71.5-72.5 at. % Al	1100**,1150**,1250**,1300**,1320** (above 780)	[22]
$Al_{11}Ti_5$	66 -71 at. % Al	1150,1300	[18]

* Existence of this phase has been confirmed by XRD.
** Ti-Al phase diagram does not demonstrate existence of phase at this temperature

Almost all intermetallic phases intrinsic for Al-Ti system: Al_3Ti, $Al_{23}Ti_9$, $Al_{11}Ti_5$, $TiAl_2$, TiAl, and Ti_3Al were identified in these experiments. These intermetallic compounds are listed in Table 1 corresponding to heat treatments. Part of them is detected in strict conformance with Ti-Al phase diagram [2], and others demonstrated some temperature shifts. It means that method of diffusion couples applied to Ti-Al system resulted to shift of formation (or existence) for two intermetallics $AlTi_3$ and $Al_{23}Ti_9$ to higher temperatures. In particular the formation of $Al_{23}Ti$ takes place in all samples at different temperatures (1000-1320°C), but according to Ti-Al phase diagram this intermetallic compound has its temperature limit about 780°C. These temperature shifts can be interested for AM. It is remarkable that relatively small shift for lower temperatures was disclosed for thin intermetallic films where Al_3Ti, $Al_{23}Ti_9$, and Al_2Ti phases were formed [25].

Some of intermetallics were confirmed by means of WRD measurements in case of high-volume phases (Fig.5). It should be noticed that discrepancy between EDS-measurements and concentrations specified in Landolt-Börnstein database [24] does not exceed more than 0.5 at.%.



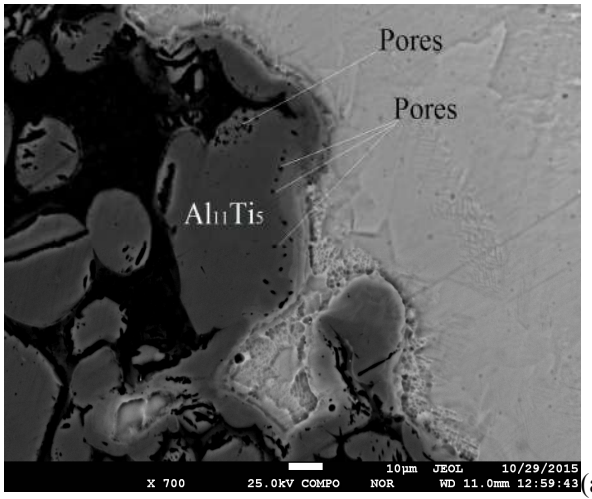
Al-Ti1300 °C, 1ч

Compound Name	Formula
Aluminum Titanium	Al3Ti
Aluminum Titanium	Al2.1Ti2.9
Titanium Aluminum	TiAl
Aluminum	Al

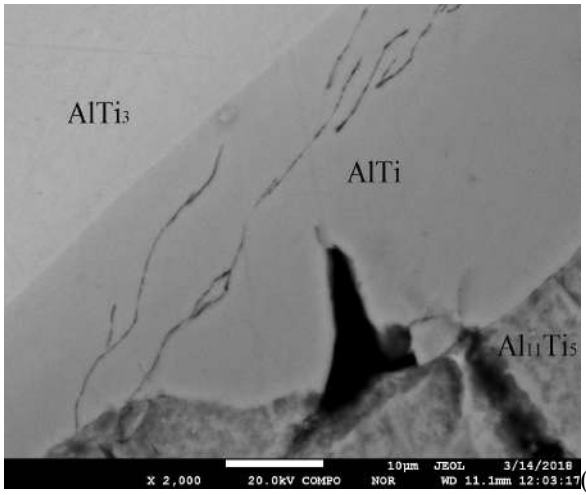
Fig. 5. Example of XRD analysis (Al-Ti system 1300 °C, 1h)

However some of the intermetallic layers were so small to be registered by means of XRD because of its insufficient sensitivity.

Intermetallic phases can form an irregular multilayer structure, e.g. as observed in sample at 1,100 °C accompanied with certain porosity in $Al_{11}Ti_5$ (Fig. 6 (a)) whereas after treatment at 1,300°C the cracks can appear in AlTi phase having embrittlement at room temperature [2].



(a) ×700 1,100°C



(b) ×2,000 ,1300°C

Fig. 6. Examples of porosity at 1,100°C (a) and cracks at 1,300°C (b)

The similar examples of porosity are observed in other layer intermetallic structures TiAl and Ti–$TiAl_3$ in areas with rich Al content [27-28].

Conclusions. Using SEI/EPMA methods it was shown that diffusion couple method is effective in comparable cross-sectional studies on characterisation of phase structure formed in DZ in Al-Ti system. Almost all intermetallic phases intrinsic for Al-Ti system: Al_3Ti, $Al_{23}Ti_9$, $Al_{11}Ti_5$, $TiAl_2$, TiAl, and Ti_3Al were identified after heat treatments at temperature range 1000-1320°C.

Common structural features in DZ in system (shift of intermetallics Ti_3Al and Ti_9Al_{23} to higher temperatures), as well as porosity within $Al_{11}Ti_5$ and crack in AlTi phase can contribute to its application to AM.

This work has been implemented in the framework of Governmental Order on Programme: "Grant Funding for Scientific Research (Grant # 203/1 №1196/GF4) "Creation of basis for manufacturing of high-strength and refractory intermetallic superalloys and the basis aluminides using powder metallurgy methods (2015-2017)"

LITERATURE

[1] Murr L.E., Johnson W.L. 3D metal droplet printing development and advanced materials additive manufacturing // Journal of Materials Research and Technology. – 2017. – N 6(1). –P.77-89.

[2] Kothari K., Radhakrishnan R., Werely N.M. Advances in gamma titanium aluminides and their manufacturing techniques. Progress in Aerospace Sciences Vol.55, 2012, p. 1-16.

[3] Qian Y., Li M., Lu B. Isothermal oxidation behavior of Ti3Al-based alloy at 700-1000 °C in air. Trans. Nonferrous Met. China 19, 2009, p.525-529.

[4] Pavlinich S.P., Zaytsev M.V. Primenenie intermetallidnyih titanovyih splavov pri lite uzlov i lopatok GTD s oblegchennyimi vyisokoprochnyimi konstruktsiyami dlya aviatsionnyih dvigateley novyih pokoleniy. Vestnik UGATU. Tehnologiya mashinostroeniya, 2011, t.15, №4(44), s.200-202. (In Russ) Pavlinich S.P., Zaytsev M.V. Application of intermetallics of titanic alloys at casting of knots and shoulder-blades of ГТД with the facilitated высокопрочными constructions for the aviation engines of new generations. Herald UGATU. Machine-Building Technology, 2011, т.15, №4(44), с.200-202.

[5] Belokon Yu.A., Pavlenko D.V., Paholka S.N. Poluchenie intermetallidnyih titanovyih splavov dlya detaley kompressora gazoturbinnyih dvigateley na osnove metoda samorasprostranyayuschegosya vyisokoskorostnogo sinteza. Vestnik dvigatelestroeniya. Tehnologiya proizvodstva i remonta. №1, 2016, s.72-80 (In Russ) Belokon Yu.A., Pavlenko D.V., Paholka S.N. Receipt of intermetallics of titanic alloys for the details of compressor of turbo-engines on the basis of method of self-propagating high-speed synthesis. Herald of the propulsion engineering. Technology of production and repair. №1, 2016, с.72-80.

[6] Hsiung L.L. and Hodge A.M.. Microstructure and creep properties of TiAl-Ti3Al in-situ composites. Preprint UCRL-SR-202498. Livermore Lawrence National Laboratory, U.S. Department of Energy, February 18, 2004, 8 pages. https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/305106.pdf.

[7] Sharman A.R.C., Hudges J.I., Ridgway K. Characterisation of titanium components manufactured by laser metal deposition // Intermetallics. - 2018. – 93. – P.89-92.

[8] Bratukhin A.G., Khorev A.I. Perspektivyi razvitiya i primeneniya titanovyih splavov v aviatsionnoy tehnike // 1-ya Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya po titanu stran SNG. «Nauka, proizvodstvo i primenenie titana v usloviyah konversii». M., VILS, 1994. s. 944–961. (In Russ) Bratukhin AG, Khorev AI Perspectives of development and application of titanium alloys in aviation technology // 1-st International Scientific and Technical Conference on titanium of CIS countries. "Science, production and application of titanium in conditions of conversion." M., VILS, 1994. p. 944-961

[9] Dilip J.J.S., Miyanaji H., Austin Lassell, Tomas L. Star, Brent Stucker. A novel method to fabricate TiAl intermetallic alloy 3D parts using additive manufacturing. Defence Technology –2017.– V.13.–P.72-76

[10] Kodentsov A.A., Bastin G.F., van Loo F.J.J. The diffusion couple technique in phase determination. Journal of Alloys and Compounds, 320, 2001, p.207-217.

[11] Ibrayeva G.M., Sukurov B.M. Issledovanie diffuzionnoi zony zharoprochnykh splavov sistemy Al-Co, formiruyusheisya v izotermichaeskikh uslovizykh (Study of diffusion zone refractory alloys of Al-Co system formed at isothermal conditions). Innovatsionnoe razvitie i vostrebovannost' nauki v sovremennom Kazakhstane (Innovative development and relevance of science in modern Kazakhstan): sb. tr. 5-oj Mezhdunar. nauch. konf. (Proceedings of 5th internation sci. conf.). Almaty. **2011**. *4*. 175-178. (in Russ.).

[12] Aubakirova R.K., Mansurov Yu.N., Sukurov B.M., Ibraeva G.M. Mnogosloinaya struktura intermetallidov v diffusionnoi zone sistemy Al-Co (Multilayer structure of intermetallics in diffusion zone of Al-Co system). KIMS. Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya. № 1. 2018. (to be published) (in Russ.)

[13] Kazantseva N.V. Materialyi dlya vyisokoskorostnyih transportnyih sistem. Monografiya.– Ekaterinburg: UrGUPS, 2016.– 163s. (in Russ.).

[14] Braun J., Elner M. Phase equilibria investigations on the aluminium-rich part of the binary system Ti-Al / Metallurgical and Materials Transactions A. 2001. – V.32. - №5. – P.1037-1047.

[15] Goldak, A.J., Parr, J.G. The structure of Ti3Al. Trans. AIME 22. -1961. - P.639-640.

[16] Schuster J.C., Palm M. Reassessment of the binary Aluminium-Titanium Phase Diagram / Journal of Phase Equilibria and Diffusion. 2006. – V.27. - №3. – P.255-277.

[17] Saltykov S.A. Stereometricheskaya metallografiya (stereologiya metallicheskih materialov). M.: Metallurgi, 1976.–270s. Saltykov S.A. Stereometric metallography (stereology of metallic materials). M .: Metallurgists, 1976.-270 p. (In Russ)

[18] Raghavan V. Al-Ti (Aluminum-Titanium). Journal of Phase Equilibria and Diffusion. Phase Diagram Evaluations: Section II – 2005. – Vol. 26. – № 2. DOI: 10.1007/s11669-005-0137-x

[19] Norby P., Christensen A.N. Preparation and structure of Al_3Ti. Acta Chem. Scand. Ser. A 40 (1986) 157-159.

[20] Murray J.L. Phase diagrams of binary titanium alloys in: .Binary Alloy Phase Diagrams., Vol. 1, T.B. Massalski (ed.), Metals Park, Ohio: Am. Soc. Met. 1986. – 345 p.

[21] Pötzschke, M., Schubert, K. Constitution of some systems homologous and quasi-homologous to alloys of transition metals of group IV and regular elements of group III. Zeitchrift fur Metallkunde 1962. – №53. – P.548-561.

[22] Baggerly, R.G. X-Ray Analysis of Ti 3 Al Precipitation in Ti-Al Alloys Advances in X-Ray Analysis. New York: Plenum Press. - 1977. - Vol. 18. - p.502-513 (E4)

[23] Palm M., Zhang L.C., Stein F., Sauthoff G. Phases and phase equilibria in the Al-rich part of the Al–Ti system above 900 ºC. Intermetallics 2002.–№10.– p.523–540

[24] Diagrammy sostoyaniya dvoinykh metallicheskihk system. Spravochnik (Diagrams of binary metal systems. Reference book). Pod red. (under editorship of) Lyakishev N.P. Moscow: Mashinostroenie. 1996. V.1. 992. (in Russ.)

[25] Handbook of Semiconductor Interconnecion Technology / Edited by Geraldine C.Schwartz and Kris V.Srikrishnan. – 2nd Ed. CRC Press, Taylor & Francis Group. 2006. 519 p.

[26] Predel B. (ed.) 'Phase Equilibria, Crystallographic and Thermodynamic Data of Binary Alloys' of Landolt-Börnstein - Group IV Physical Chemistry. New Series IV/12A Supplement to IV/5A SpringerMaterials. 1991. – Vol. 5. - P. 1-11.

[27] Yener T., Güler S., Siddique, Walther F. and Zeytin S.. Determination of the Young Modulus of Ti–TiAl3 S. Metallic Intermetallic Laminate Composites by Nano-Indentation . 5th International Science Congress & Exhibition APMAS2015, Lykia, Oludeniz, April 16–19, 2015, Vol. 129 (2016) ACTA PHYSICA POLONICA A No. 4, P/604-606. DOI:10.12693/APhysPolA.129.604

[28] Novoselova T., Celotto S., Morgan R., Fox P., O'Neill W. Formation of TiAl intermetallics by heat treatment of cold-sprayed precursor deposits . Journal of Alloys and Compounds 436 (2007) 69–77.

Ибраева Г.М., Сукуров Б.М., Аубакирова Р.К., Мансуров Ю.Н.

Алюминиды титана, формированные в диффузионной зоне между алюминием и титаном

Резюме. Диффузионная зона (ДЗ) системы Al-Ti была подготовлена с помощью методов диффузионных пар и изучена в поперечном разрезе с использованием растровой электронной микроскопии и рентгеноспектрального микроанализа (РЭМ-РСМА) и рентгеновской дифракции (РД). Термические выдержки в интервале 1100-1320°С привели к образованию многослойной и глобулярной структуре интерметаллидов. Были обнаружены только хорошо известные фазы, имеющие постоянный состав (Al_3Ti, $Al_{23}Ti_9$, $Al_{11}Ti_5$, Al_2Ti, AlTi и $AlTi_3$).

При 1100 и 1320°С выявлены определенная пористость; сдвиги известных интерметаллидов в другие температурные области могут быть интересны с точки зрения аддитивных технологий (АД).

Ключевые слова. Диффузионная пара, сканирующая электронная микроскопия, электронный анализ микроанализа, рентгеновская дифракция, диффузионная зона, многослойная структура, интерметаллиды, алюминиды титана, аддитивные технологии.

Ибраева Г.М., Сукуров Б.М., Аубакирова Р.К., Мансуров Ю.Н.

Алюминий мен титан арасындағы диффузиялық аймақта қалыптасқан титан алюминидтері

Түйіндеме. Al-Ti жүйесінің диффузиялық аймағы (ДА) диффузиялық жұптасу әдісінің көмегімен дайындалып, оның көлденең кесіндісін пайдалана отырып, растрлық электрондық микроскопия, рентгеноспектральды микроталдау (РЭМ-РСМА) және рентген дифракция сының (РД) көмегімен зерттелді. Термиялық ұстап тұру 1100-1320°С аралығында құрылымы көп қабатты және глобулярлі интерметалидтің пайда болуына әкеп соқты. Тек тұрақты құрамымен (Al_3Ti, $Al_{23}Ti_9$, $Al_{11}Ti_5$, Al_2Ti, AlTi и $AlTi_3$) белгілі фазалары табылды.

1100°С және 1320°С кезінде анықталған тесік кеуектер мен белгілі интерметалидтердің температуралық аймағының жылжуы аддитивті технология (АД) тұрғысынан қызықты болуы мүмкін.

Түйін сөздер. диффузиялық жұптасу әдісі, растрлық электрондық микроскопия, рентгеноспектральды микроталдау, рентгендік дифракция, диффузиялық аймақ, көп қабатты құрылым, интерметаллид, титан алюминиді, аддитивті технология.

ӘОЖ 658.325

[1]А.Б. Сәдімухан, [1]А.Т. Калбаева, [1]А.Ж. Усенова, [2]А.Т. Калбаева

([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы, kalbaeva@mail.ru
[2]Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы)

МЕКЕМЕНІҢ КОММЕРЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТІНІҢ ТИІМДІЛІГІНІҢ НЕГІЗІ РЕТІНДЕ ЕСЕПКЕ АЛУ ЖҮЙЕСІНІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛУЫ

Түйіндеме: Мақалада коммерциялық қызметті автоматтандыру мәселесі қаралады, ол сауда кәсіпорынында барлық бизнес-үдерістерді басқаруға мүмкіндік береді. Шағын және орта бизнес кәсіпорындарында басқару формалары мен әдістерін жетілдіру мәселесі ұйымның коммерциялық қызметін тиімділігін арттыру, басқарудағы ақпараттық жүйелердің негізгі міндеттерін айқындау және коммерциялық қызметті автоматтандыру маңызды факторы ретінде зерттелуде. Сонымен қатар коммерциялық қызмет үшін автоматтандырылған ақпа-

раттық технологияны енгізу кезінде материалдық ресурстарды басқаруда компьютерлік технологияны пайдалану ерекшеліктерін есепке алу мәселелері қарастырылады. Тұтастай алғанда, сауда есепке алуды автоматтандырудың әсері тауарларды нақты сандық есепке алу, қызметкерлердің жауапкершілігін арттыру, клиенттерге қызмет көрсетуді жеделдету, сатушылардың жұмыс көлемінің төмендеуі, тауар айналымы мен пайдасын арттыру арқылы жүзеге асырылады. Осылайша, мұның бәрі сауда кәсіпорынының беделін және бәсекеге қабілеттілігін арттырады

Кілттік сөздер: автоматтандыру, есептеу жүйесі, коммерциялық қызмет, тиімділік, мекеме, бағдарламалық қамтамасыздандыру, автоматтандырылған басқару жүйесі

Сауда - кез-келген ел экономикасының ең үлкен салаларының бірі және қызмет саласы бойынша, сондай-ақ осы саладағы кәсіпорындардың саны бойынша ең ауқымды болып саналады. Сауда кәсіпорындарының қызметі әр адамның қажеттіліктерін қанағаттандыруға байланысты, көптеген факторларға әсер етеді және күнделікті шешімдерді талап ететін ұйымдық, технологиялық, экономикалық және қаржылық мәселелердің кең ауқымын қамтиды [1].

Динамикалық бәсекелестік орта, жаңа іскерлік жағдайлар, сауда кәсіпорынында басқаруды ұйымдастыруға сұранысты арттырды [2]. Қазіргі жағдайда басқарудың ұйымдастырушылық құрылымы бәсекелестіктің стратегиялық факторы болып табылады. Сауда көлемінің өсуі және оның ауқымын кеңейту сауда кәсіпорындарының басқару қызметін жетілдіруді талап етеді. Осылайша, сауда кәсіпорындарында менеджмент жүйесінде ақпараттық процестерді зерттеу және рационализациялау ғылыми және практикалық тұрғыда өзекті мәселе болып табылады.

Автоматтандыру кез келген кәсіпорынға қатысты. Қазіргі заманғы технологияларды пайдалана отырып автоматтандыру, ең алдымен, сауда үдерістерін жеделдету және құжат айналымы үдерістеріне байланысты және нарықтық талдаудың тиімділігін арттыру есебінен бәсекеге қабілеттілікті арттыруды білдіреді.

Кез-келген ірі сауда кәсіпорны, атап айтқанда, қоймалар мен сауда орындарының желісін ұсынатын, бірыңғай, қоғамдық, жалпы құрылымға, орынға орналасқан ақпаратқа тиімді қолжетімділікті ұйымдастыру қажет. Қазіргі заманғы әлемде ақпараттық менеджменттің сапалы іске асырылған тапсырмасы кез-келген ұйымның жетістігінің кілті болып табылады [3].

Негізінде, кәсіпорынды пайдалану барысында туындайтын барлық дерлік міндеттер автоматтандыруға оңай. Ірі ақпараттық ағындарды тез және ыңғайсыз өңдеу кез келген ірі ұйымның негізгі міндеттерінің бірі болып табылады.

Қазіргі заманғы экономикалық жағдайларда ұйымдарда ақпараттық технологиялар тауарлар мен қызметтерді басқару үшін, экономикалық талдау және басқару шешімдерін қабылдау үшін қажетті технологиялық атрибут ретінде қатысады.

Шағын және орта бизнестің тиімділігін арттырудың маңызды факторы менеджментті жетілдіру болып табылады. Шағын және орта бизнестегі басқарудың нысандары мен әдістерін жетілдіру қазіргі заманғы ақпараттық технологияларды енгізу арқылы шағын және орта бизнестің саласында тиімді шешімдерді тиімді талдау, болжау және басқару шешімдерін жасауға көмектеседі [4]. Бұл бір мезгілде сұраныстың жай-күйін, тұтынушылық преференцияларды, тауарлардың қозғалысы динамикасын және тауарлардың қол жетімділігі құрылымындағы өзгерістерді қадағалауға мүмкіндік береді және ағымдағы жағдайға уақтылы жауап береді. Шағын және орта бизнесте ақпараттық технологияларды енгізу және дұрыс пайдалану осы қызметтің позицияларын нығайту мен дамытуды қамтамасыз етеді, сонымен қатар, әлемдік деңгейге қол жеткізуді қамтамасыз етеді, бұл өз кезегінде елдің экономикалық дамуына ықпал етеді [5].

Сауда саласы әрқашан ERP-жүйелерін әзірлеушілер үшін өте тартымды болды: оның көптігі, пайдалылығы, айқын дәлелдері мен тәсілдері мен шешімдерінің дұрыстығына байланысты. Коммерциялық қызметтің автоматтандырылған жүйелері есептік және өндірістік бағдарламалық қамтамасыз ету жүйелерінен айтарлықтай ерекшеленеді. Бухгалтерлік есеп, ең алдымен, кәсіпорынның қаржылық қызметін есепке алумен қамтамасыз етеді, сондықтан бухгалтерлік жүйенің міндеті, әдеттегідей, жүргізілген бизнес-операцияларды белгілеу, бастапқы құжаттарды дайындау, қажетті бухгалтерлік жазбаларды қалыптастыру, одан кейін нәтижелерді есептеу және әртүрлі есептер мен есептерді жасау үшін қысқартылады [6]. Коммерциялық жүйелердің негізгі мақсаты, атап айтқанда, сауда есепке алу болып табылады. Бұл үдерістің қаншалықты автоматтандырылғаны туралы, сатушылар мен басқарушылардың жұмысының тиімділігі тікелей байланысты [7]. Сауда қызметі мен бухгалтерлік есеп жүйесі арасындағы маңызды айырмашылық - бұл бүкіл әлемде бұрыннан пайдаланылып келе жатқан ар-

найы жабдықтардың жұмысын қамтамасыз ету (кассалар, электронды таразылар және т.б.). Сауда дамып келе жатқанда, әлемдік тәжірибеде қолданылатын технологиямен нарыққа жеткізілетін автоматтандырылған сауда жүйелерінің сәйкестігі туралы мәселе бірінші кезекте басталады [8].

ERP жүйесі көптеген процестердің жаңа түрлерін қамтамасыз ете алады және қолдана алады, бірақ бұл бизнес-процестердің немен айналысуы керектігі туралы шешім қабылдау және оларды кейіннен пайдалану немесе бас тарту туралы шешім қабылдау.

Экономикалық тиімділіктің индикаторын алу үшін есептелуі қажет жүйені пайдаланудың тиімділігі, бірінші кезекте, табысты бизнес-стратегияны іске асыруға байланысты. Жүйенің ұйымның стратегиялық және тактикалық мақсаттарына қол жеткізу үшін реттелуі керек.

Сіздің бизнес стратегияңызды анықтау және таңдалған ERP жүйесі шешуге арналған мақсаттар мен міндеттерге осы стратегияны көрсету - іске асыру туралы шешім қабылдаудағы ең маңызды нәрсе.

Тәуелсіз ақпараттық агенттіктердің мәліметтері бойынша, оңтайлы, мұқият жоспарланған, компания нақты нәтижелерге қол жеткізе алады (1 кестені қараңыз) [9].

Кесте 1. **Автоматтандырылған жүйені жүзеге асырудың тиімділігі**

Көрсеткіш нөмері №	Көрсеткіш	Шама %
1	Операциялық және басқару шығындарының төмендеуі	15
2	Айналым капиталын үнемдеу	2
3	Жүзеге асыру циклінің азаюы	25
4	Коммерциялық шығындардың төмендеуі	35
5	Қойма қорларының сақтандыру деңгейін төмендету	20
6	Төлемдердің меншікті капиталының жеткіліктілігін арттыру	25
7	Материалдық резервтердің өткізгіштігін ұлғайту	30
8	Негізгі фондтың утилизациясын жақсарту	30

Ұйымды басқаруды жеңілдету үшін жоспарлау, басқару және талдау функцияларын қамтитын тиімді ақпараттық жүйе болуы қажет [10].

Басқарудағы ақпараттық жүйелердің бірнеше маңызды міндеттері бар. Бірінші тапсырма - құжаттарды басқару.

Құжаттарды басқару жүйесі - ауқымды бизнесті автоматтандыру, жұмыс үрдісін электронды түрге көшіру. Жұмыс үрдісін автоматтандыру деректерді дерекқордан қолмен енгізу мүмкіндігін азайтады. Қазіргі уақытта ақпараттың маңызды бөлігі фирмаға келіп, мұнда қағаз тасымалдағыштар түрінде сақталады. Ақпараттық ресурстарды басқару кез келген мекеменің қызметі үшін айрықша маңызды. Бүгінгі әлемде институттар үлкен көлемдегі ақпаратты өңдеу қажеттілігіне тап болды [11]. Ұйымның құқықтық мәртебесі мен ұйымдық қызметіне қарамастан, институттар атқарушы және заңнамалық билік органдарымен, экономиканы реттеуге қатысатын құрылымдармен белсенді өзара әрекеттесуге шақырылады.

Осылайша, мекемелер ақпараттық ресурстардың тиімді басқарылуын ұйымдастыру қажеттілігін өте жақсы біледі және құжаттық ағындарды басқаруда компьютерлік технологияларды пайдалану бойынша белсенді қадамдар жасайды.

Міндет - фирманың ішіндегі құжаттардың ағынын басқару және оның сыртқы сілтемелерін қамтамасыз ету. Тапсырма мәліметтердің әртүрлі нысанын - мәтін, графика, кестелік мәліметтер және т.б. бар екендігіне байланысты қиындайды.

Ақпараттық жүйелердің екінші міндеті - персоналды басқару. Коммерциялық қызмет барысында ұйым пайдаланатын негізгі ресурстардың бірі - адами ресурстар. Сондықтан, маңызды міндеттердің бірі ұйым құрылымын басқару, қызметкерлер мен жалақы қызметкерлерінің есептерін басқару болып табылады.

Ақпараттық жүйелердің үшінші міндеті - бухгалтерлік есепті ұйымдастыру [12]. Ұйымдастыруды тиімді ұйымдастыру және шығындарды бағалау үшін барлық есепке алу операцияларын нақты уақыт режимінде жүргізу қажет:

- банк операцияларының шоты;
- кассалық операцияларды және есепті тұлғалармен есеп айырысуды есепке алу;

- негізгі құралдарды есепке алу;
- материалдық құндылықтар мен қойма есебі қозғалысын есепке алу;
- шоғырландырылған есеп және есеп беру және т.б.

Жүйенің келесі міндеті - жабдықтарды басқару.

Компанияның кірістілігін арттыру үшін сатып алу процесін дұрыс ұйымдастыру маңызды. Тауарларды, материалдарды жеткізушілерден сатып алу туралы шешім қабылдай аласыз, егер Сізде әріптес туралы толық мәлімет, базалық көтерме және басқа да бағалар, жеткізу мерзімдері және тауарлардың сапасы туралы сенімді ақпарат нұсқалары бар бағалар тізімдерінің әртүрлі нұсқалары болса.

Ақпараттық жүйелердің тағы бір тапсырмасы сатуды басқару болып табылады. Іске асыру процесі ұйымның экономикалық қаражат айналымын аяқтайды. Пайданың көлемі мен кірістілік деңгейі сатылым көлеміне тікелей байланысты.

Қаржылық басқару да маңызды міндет болып табылады. Ұйымның ақша ағымының құрылымы үзіліссіз процесс болғандықтан. Жүйе қаражат көздерін анықтауға, қолма-қол ақшаны пайдалануды бағалауға, алдын-ала балансты және қаржылық нәтижелер туралы есепті дайындауға, әртүрлі шешімдердің ұйымның болашақ қаржылық жағдайына ықпалын талдау [13].

Жүйе сондай-ақ фирманың қызметін жан-жақты талдауды қамтамасыз ету, сауда және қаржылық қызметтің шығындарын және нәтижелерін басқару бойынша басшылықтың операциялық және стратегиялық шешімін дайындауға тиіс. Ұйымдағы ақпараттық жүйенің рөлі ақпаратты басқару қажеттіліктерін анықтау, оны алу және тиісті менеджерлерге уақытылы ақпарат беру болып табылады. Компанияның ішкі есептілігінен, маркетингтік байқаудан, зерттеу және деректерді талдаудан қажетті ақпарат алынады.

Ақпараттық жүйе - адамдарды біріктірудің тұрақты жұмыс істейтін жүйесі, іс-шараларды оңтайлы таңдау және жүзеге асыру үшін тиісті және сенімді ақпаратты жинау, жіктеу, талдау, бағалау және таратуға арналған жабдықтар мен әдістер. Әрбір фирма бұл фирманың басшылығымен байланысты әртүрлі ақпараттық ағындарды қабылдау және беру нысаны болып табылады. Кәсіпорын нарығын анықтау, осы нарықтың қажеттіліктері мен перспективаларын зерттеу үшін ақпарат жинау қажет. Қазіргі уақытта фирмалар заманауи ақпараттық технологияларды пайдаланып, ақпаратты сақтауға және фирманың айналымын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [14].

Ешбір ұйым қандай да бір жолмен өз қызметін ақпараттық түрде жүзеге асыра алмайды. Ұйымның қалыпты жұмыс істеуі барысында әртүрлі ақпаратқа басшылық ету оның барлық қызметкерлері, қарапайым қызметкерден немесе қызметкерден директорға қажет. Коммерциялық кәсіпорынның осы бөліміндегі қызмет бұл ерекшелік емес.

Жаңа технологиялар бизнес-кәсіпорынға тұтынушылармен қарым-қатынасты өзгертуге және пайда табудың жаңа жолдарын табуға көмектеседі.

Коммерциялық қызметті автоматтандыру келесі функцияларды орындайды [15]:

- Өнімді алу және сату кезінде толық бақылау қамтамасыз етіледі. Сауда ұйымдастыру барысында тауардың сатып алынуы (өнімі), оны сақтау және сату, ол тиісті құжат айналымымен (шот-фактуралар, шот-фактуралар, шот-фактуралар) жүреді.

Осы себепті бүкіл сауда жүйесі тиісті бухгалтерлік құжаттарды ұсынумен өнімнің қозғалысын автоматтандыруды қажет етеді.

• Коммерциялық қызметті автоматтандыру жүйесі бухгалтерлік жүйемен толық өзара әрекеттеседі, көбінесе бухгалтерлік бағдарламалар коммерциялық автоматтандыру жүйелерінің ажырамас бөлігі болып табылады.

• Қызметкерлер арасында функциялардың нақты бөлінуі, ақпаратқа қол жеткізуді шектеу.

• Қателерді болдырмау үшін жұмыс тиімділігін және жылдамдығын арттыруға мүмкіндік беретін операцияларды автоматтандыру.

• Ұйымның ұйымды үнемі жаңартып отыру және қолдау көрсету арқылы ұйымның іскерлік белсенділігін тұрақты түрде қамтамасыз ету.

Ұйымның коммерциялық қызметін автоматтандыру бірқатар маңызды міндеттерді шешеді:

- жедел шешімдер қабылдаудың жылдамдығы мен тиімділігі артады, бұл жерде шешім қабылдау мүмкін болады. Нәтижесінде жедел шешімдер қабылдау үшін қажетті уақыт бірнеше рет азаяды;
- маркетингтік деректер мен жағдайды талдау негізінде тауарлық және қаржылық ағындарды жоспарлау әлдеқайда жеңілдетіледі, ол ассортимент пен клиенттік саясатты жақсартуға мүмкіндік береді;

- коммерциялық қызмет персоналының жұмысын бақылау, соның ішінде сандық көрсеткіштерге (өтініштердің санын, жұмыс уақытын және т.б.) мониторинг жүргізуді ғана емес, сонымен қатар сапа (клиентпен жұмыс істеудің жеткіліктігі, басқарма белгілеген стратегиялық міндеттерді орындау) үшін де артады;

- диаграммалар мен есептерді жасау уақытын жұмсамастан, ұйымдағы барлық процестердің жағдайын бақылауға болады;

- операциялық тиімділікке қол жеткізу, ең алдымен, белгілі бір бизнес-процесті жүзеге асырудағы транзакциялар санының азаюына байланысты, бұл адам факторының тиімсіздігін жою.

Кәсіпкерліктің өсуі және оның көлемі бойынша өндірісті автоматтандыру мәселесі маңызды болып отыр. Кәсіпорынның иесі немесе менеджері технологиялық үдерістерді одан әрі табысты іске асыру үшін автоматтандыру қажеттігін түсінген кезде, ол әртүрлі нюанстарға тап болады. Автоматтандыру әдісі мен стратегиясын таңдау алғашқы дерлік шешілетін болады. Бизнесті автоматтандыру мәселелерін шешу үшін кез-келген компанияны пайдалануға болатын бірнеше тәсілдер бар:

Автоматтандырудың ең қарапайым тәсілі - дайын шешімді сатып алуға ақша жұмсау. Бұл әдіс автоматтандыруға арналған уақытты және жұмыс күшін айтарлықтай азайтады.

Сонымен қатар, автоматтандырылған жүйенің жұмыс істеп тұрған бизнеске интеграциялануы әділ, ауыртпалықсыз және жылдам өтеді. Дайын автоматтандыру жүйесін сатып алу арқылы компания өз бизнес-процестерін және өндіріс қызметін стандарттау қажеттілігіне жиі ұшырайды [16].

Сонымен қатар, әр компания мұндай өзгерістерге дайын емес. Автоматтандырудың осы әдісінің артықшылығы автоматтандырылған жүйенің жоғары сенімділігі және оның төмен құны болуы мүмкін.

Орташа автоматтандырылған әдіс: автоматтандырылған жүйені құру үшін бейімделген шешімді енгізу және қызметтерді төлеу.

Бұл әдіс стандартты автоматтандырудың негізгі минусынан - технологиялық және бизнес-процестерді қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Яғни бейімделген жүйені енгізу кәсіпорынның технологиялық процестерінің негізгі ерекшелігін ескереді [17].

Бірақ сонымен бірге мұндай схема іске асырудың өзіндік құнын арттырады және жүйенің сенімділігін азайтады. Бұл өз кезегінде меншік құнын ұлғайтуға әкелуі мүмкін, себебі осы әдіспен автоматтандырылған ұйымдар қосымша техникалық қолдауды төлеуге немесе тіпті автоматтандырылған жүйені ұстап тұру үшін техникалық мамандардың қызметкерлеріне баруға тиіс.

Автоматтандырудың ең озық әдісі - автоматтандырылған жүйені құратын компанияға мамандарды тарту. Егер автоматтандырудың бұл тәсілі кәсіпорынның технологиялық процестері өз мәні бойынша жеткілікті бірегей болса, ол стандартты жүйені пайдалануға немесе бейімделген шешімді іске асыруға мүмкіндік бермейді.

Автоматтандырудың осы әдісін таңдағанда, ұйым тәуекелдің әділ мөлшерін алады, өйткені бірегей автоматтандырылған жүйені құру әрдайым қауіпті. Бірақ табысқа жеткен жағдайда кәсіпорын бәсекелестік артықшылықтарды және өз процестеріне толықтай кірігуді алады [18].

Бұл әдісті таңдауда автоматтандырудың икемділігі - бұл жобаның жоғары құны мен бастапқы сатылардағы сөзсіз төмен сенімділікті жоғарылататын негізгі плюс. Қандай болмасын, кез-келген жағдайда, автоматтандыру әдісі бизнестің барлық ерекшеліктерін ескере отырып, жеке таңдалады.

Шешім қабылдамас бұрын автоматтандыру нарығындағы бар барлық ұсыныстарды қарастыру керек, барлық жағы мен артықшылықтарын өлшеп, автоматтандыру міндеттеріне тап болғандардың тәжірибесінен үйрену керек.

Кәсіпорындардың қызметін автоматтандырудағы рөлі жүйе мен даму құралдарымен пайдаланылатын ДҚБЖ таңдау сияқты нәрселермен айналысады. ДББЖ неғұрлым таралған болса, онымен жұмыс істеу және жүйені әзірлеушіден неғұрлым тәуелсіз пайдаланушы оны жеңілдетіп, баптай алатын маман табу оңайырақ.

Көптеген заманауи ДҚБЖ бірнеше бағдарламалық өнімдерді іске асыра алады, бұл олардың таңдауы бойынша тағы бір артықшылығы. Сонымен қатар даму құралдарына да қатысты.

Олар өздеріне белгілі және кеңінен таралған, қосымша компоненттерді иеленетін және дамытатын неғұрлым көп мамандар және осындай қызметтердің құны азаяды. Бағдарламаның басқа өнімдермен ықпалдасу мүмкіндігі өте маңызды.

Коммерциялық қызмет үшін автоматтандырылған ақпараттық технологияларды енгізу материалдық ресурстарды басқаруда компьютерлік технологияны қолдану ерекшеліктерін ескеруді талап

етеді. Оларды маркетингке техникалық қолдау көрсетуді ұйымдастыруға әсер ете отырып, оларды егжей-тегжейлі қарастыру [19].

Алғашқы ерекшелігі - жеке ақпаратты сатып алу негізінде бастапқы ақпарат жинау қажеттілігі. Осыған байланысты, мәселені автоматтандырылған инкассациялау, тіркеуді және деректерді жинақтауды сауда торабында тікелей есептеу тораптарында дамытуға байланысты проблемалар туындайды.

Екіншіден, коммерциялық ақпараттың күрделі құрылымы бар, өйткені сату үшін кешенді ақпаратты басқару сатылатын тауарлар туралы толық ақпаратты талап етеді. Бұл индикатор - экономикалық, коммерциялық ақпараттардың бірлігі (оны ДК-да өңдеуге жатқызу) негіздердің бірнеше деректемелерін және реквизиттердің айтарлықтай санын - мысалы, бағасы, салмағы, саны, бағасы, жағдайы және т.б. болуы мүмкін.).

Үшінші ерекшелік коммерциялық ақпараттарды кешенді пайдалану болып табылады. Деректер базасы немесе ақпарат массиві белгілі бір міндеттің мақсаттарына (тауар айналымын басқару, сұраныстың зерттелуі, мақсатты сауда саясатын ұйымдастыру және т.б.) байланысты әртүрлі сипаттамаларға сәйкес дәйекті түрде өңделуі мүмкін.

Төртіншіден, пайдаланушыларға ыңғайлы болу үшін бастапқы және нәтижелі коммерциялық ақпарат әдетте кестелік немесе графикалық нысандарда ұсынылады, және пайдаланылатын кестелердің, графиктердің және сызбалардың түрлері өте әртүрлі. Бұл магниттік медиадағы жазу жүйелеріне, оны өңдеу бағдарламалық жасақтамасына және компьютердің кіріс шығыс құрылғылары үшін белгілі бір талаптарды жасайды [20].

Сауданы автоматтандыру сауда кәсіпорнында барлық бизнес-үдерістерді басқаруға мүмкіндік береді. Тұтастай алғанда, сауда есепке алуды автоматтандырудың әсері тауарларды нақты сандық есепке алу, қызметкерлердің жауапкершілігін арттыру, клиенттерге қызмет көрсетуді жеделдету, сатушылардың жұмыс көлемінің төмендеуі, тауар айналымы мен пайдасын арттыру арқылы жүзеге асырылады. Осылайша, мұның бәрі сауда кәсіпорынының беделін және бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Кравченко Л.И. Анализ хозяйственной деятельности в торговле.– Минск: «Высшая школа», 2012. -212 с.

[2] Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования /Пер. с англ. С.В. Ариничева /Науч. ред. Ю.П. Адлер. - М.: РИА Стандарты и качество, 2013. -272 с.

[3] Баринов В.А., Харченко В.Л. Стратегический менеджмент: учебное пособие / В.А. Баринов - М.: ИНФРА-М, 2012. - 285 с.

[4] Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. -512 с.

[5] Titov V.I. Analysis and diagnosing of financial and commercial activity of enterprise: Reader – M.: Dashkov Co. Printing and trade corporation, 2005, 352p.

[6] Яковенко В.С., Скляров И.Ю. Проблемы автоматизации бухгалтерского учета в торговле//Международный бухгалтерский учет, 2014. -№20

[7] Костоглодов Д.Д. Парамонов М.Ю.. Экономика коммерческого предприятия – Ростов-на-Дону: Ростовская государственная экономическая академия, 2013.

[8] Автоматизированные информационные технологии в экономике: Учебник / под ред. Трубилина И.Т. - М.: "Финансы и статистика", 2010, 131с.Маглинец Ю.А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам. – Бином, 2008.

[9] Терехов А. Эффективность внедрения ERP-системы [Электронный ресурс] // CITFORUM. URL: http://citforum.ru/consulting/ERP/atk_tco.shtml.

[10] Смирнова Г.Н., Сорокин А.А., Тельнов Ю.Ф. Проектирование экономических информационных систем: Учебник для вузов. – М: Финансы и статистика, 2013. -185 с.

[11] Куперштейн В. Современные информационные технологии в делопроизводстве и управлении. - СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2011, 54-55с.

[12] Козырев А.А. Информационные технологии в экономике и управлении: Учебник. - СПб.: Издательство Михайлова, 2010, 296 с.

[13] Sherement A.D. Complex analysis of economical activity – M.: INFRA – M, 2006, 415p.

[14] Романов А.Н., Лукасевич И.Я., Титоренко Г.А. Компьютеризация финансово-экономического анализа коммерческой деятельности предприятий, корпораций, фирм. Ч М.: Интерпракс, 2004.

[15] Schmarzo B. Big Data MBA: Driving Business Strategies with Data Science / B. Schmarzo. – Indianapolis : Wiley bleckwell, 2016. – 283 с.

[16] Панкратов Ф. Г., Серегина Т. К. Коммерческая деятельность. М., Маркетинг, 2003.
[17] Basovsky L.E .Theory of economical analysis: Reading manual. – M.: INFRA – M, 2006, 222p.
[18] Kanakovskaya A.R. , Tarushkin A.B. Economical analysis : Reading and methodical manual. St – Pb: Herda –Print House -2003, 368p.
[19] Chechevitsyna L.N. Analysis of financial and economical activity: Reading manual for alma maters 2nd edition, added and processed. Rostov – on- Don, Phoenix, 2005, 384p.
[20] Ложе И. Информационные системы. Методы и средства. - М.: Мир, 2004.

Сәдімухан А.Б., Калбаева А.Т., Усенова А.Ж., Калбаева А.Т.

Автоматизация системы учета как основа эффективности коммерческой деятельности предприятия

Резюме: В статье рассматривается вопрос автоматизации коммерческой деятельности, позволяющая управлять всеми бизнес-процессами на торговом предприятии. Изучается вопрос совершенствования форм и методов управления на предприятиях малого и среднего бизнеса, как важнейший фактор повышения эффективности коммерческой деятельности организации, выявляются основные задачи информационных систем в управлении, функции автоматизации коммерческой деятельности. Также рассматриваются вопросы учета специфических особенностей применения вычислительной техники в управлении материальными ресурсами при внедрении автоматизированной информационной технологии коммерческой деятельности. В целом *эффект от автоматизации торгового учета достигается за счет ведения точного количественного учета товара, повышения ответственности персонала, снижения процента краж, ускорения обслуживания покупателей, снижения степени загруженности продавцов, увеличения товарооборота и прибыли.* Таким образом, все это в итоге повышает престиж и конкурентоспособность торгового предприятия

Ключевые слова: автоматизация, система учета, коммерческая деятельность, эффективность, предприятие, программное обеспечение, автоматизированная система управления

Sadimukhan A.B., Kalbayeva A.T., Usenova A.Zh., Kalbayeva A.T.

Automation of the accounting system as a basis of efficiency of enterprise commercial activity

Summary: The article addresses automation of commercial activity which allows to manage all business processes at enterprise. The topic of enhancing the forms and methods of management at entrepreneurial small and medium-size businesses is studied as the main factor of enhancing efficiency of enterprise commercial activity. The main goals of information systems in management, the functions of automation of commercial activity are described. Also, the problems of accounting the specific features of using the processing equipment in management of material resources while introducing automated information technologies in commercial activity are considered. In general, the efficiency from automation of trade accounting is achieved through accounting the exact amount of goods, increasing the personnel responsibility, decreasing the amount of robberies, increasing goods flow and revenues. Thus, as a result this all increases the prestige and competitiveness of trade enterprise.

Keywords: automation, accounting system, commercial activity, efficiency, enterprise, software, automated control system

УДК: 622. 257.122

A. Kabdushev[1], S. Komleva[2], A. Ismailov[3]
([1,3]NAOKazNRTU after K.I. Satpayev, Almaty,Kazakhstan.
[2]Ufa State Petroleum Technological University»
arman-kz@mail.ru)

PROSPECTS OF USING DISINTEGRATOR FOR PRODUCING CEMENT SLURRYWITH REDUCED FLUID LOSS

Annotation. The fluid loss of cement slurry is a very important property of cement slurry, which directly affects the success of primary cementing. Cement slurry with low fluid loss allow to improve the quality of cementing wells and prevent a gas breakthrough during WOC (waiting on cement). Currently, there are various ways to reduce the fluid loss of cement slurry, such as the use of various high molecular weight polymers, an increase in the specific area of cement particles, the use of solid additives. In general, it can be argued that it is possible to affect the fluid loss through the liquid component and the solid components of cement slurry. Studying the issue of fluid loss with the use of high molecular weight polymers, the effect of increasing the specific surface area of cement particles on the fluid loss with the use of a disintegrator. The article presents the results of laboratory experiments using a disintegrator to increase the activation of cement with a high molecular weight polymer.

Key words: cement slurry,fluid loss control,polymer,disintegrator.

[1]А. Кабдушев, [2]С. Комлева, [3]А. Исмаилов
([1,3]НАО КазНИТУим.К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,
[2]Уфимский государственный нефтяной технический университет)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЗИНТЕГРАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ С ПОНИЖЕННОЙ ВОДООТДАЧЕЙ

Аннотация. Водоотдача тампонажного раствора является очень важным свойством тампонажного раствора, которое влияет непосредственно на успешность первичного цементирования. Тампонажные растворы с пониженной водоотдачей позволяют повысить качество цементирования скважин и предотвратить газового прорыва во время ОЗЦ. Настоящее время имеется различные способы снижения водоотдачи тампонажного раствора, такие как применение различных высокомолекулярных полимеров, увеличение удельной площади частиц цемента, применение твердых добавок. В целом можно утверждать, что можно воздействовать на водоотдачу через жидкую составляющую и твердых компонентовтампонажного раствора.Изучая вопрос водоотдачи с применением высокомолекулярных полимеров, были исследованы влияние увеличения удельной поверхности частиц цемента на водоотдачу с применением дезинтегратора. В статье приведены результаты лабораторных экспериментов, с использованием дезинтегратора для увеличения активации цемента с высокомолекулярным полимером.

Ключевые слова: тампонажный раствор, контроль водоотдачи, полимер, дезинтегратор

Цементирование является очень важной частью заканчивания скважин и при этом особое внимание уделяется цементированию продуктивных интервалов. При этом одним из основных требованийк растворам, является улучшение фильтрационных свойств тампонажных растворов, предупреждающих загрязнение призабойной зоны скважины фильтратом цементного раствора. Естественно, что важность остальных свойств тампонажного раствора и получаемого камня, не теряет своей актуальности, исследования в этом направлении не теряют своей актуальности.

Одним из таких подходов является CemCrete технология на основе которого лежит регулирование и оптимизация размера частиц цемента. В работе [1] приведены результаты исследований,показывающиероль оптимизации размера частиц цемента на реологиюцементного раствора, на проницаемость, пористость и прочностьцементного камня. Например, сравнение проницаемости цементного камня из CemCrete цемента с традиционным цементом класса Gпоказало, что проницаемость CemCrete цемента меньше 0,05 мД, когда G цемент показывает 0,1мД. Также раствор из CemCrete цементапосле 2 часов начал набирать прочность существенно быстрее, чем из традиционного цемента. Также авторы отмечают, что оптимизация размера частиц цемента положительно влияет показало отсутствие трещин в камне при перфорации.

Многие авторы Ф.А.Агзамов, М.О.Ашрафьян, А.И.Булатов, В.С.Данюшевский, В.И.Крылов, Ю.С.Кузнецов и др.[2,3], проводившиеисследования поповышению качества цементирования скважин, с условием минимизации отрицательного влияния на продуктивный пласт, отмечают важность инеобходимость правильного выбора тампонажного раствора с низкой водоотдачей [4].

Обзор методов снижения водоотдачи и анализ результатов исследований показывает, что водоотдачу тампонажных растворов можно снижать следующими методами[5].

- увеличением удельной поверхности цемента;
- вводом в цемент добавок с большей водопотребностью, чем цемент;
- вводом в цементный раствор добавок, связывающих свободную воду затворения.

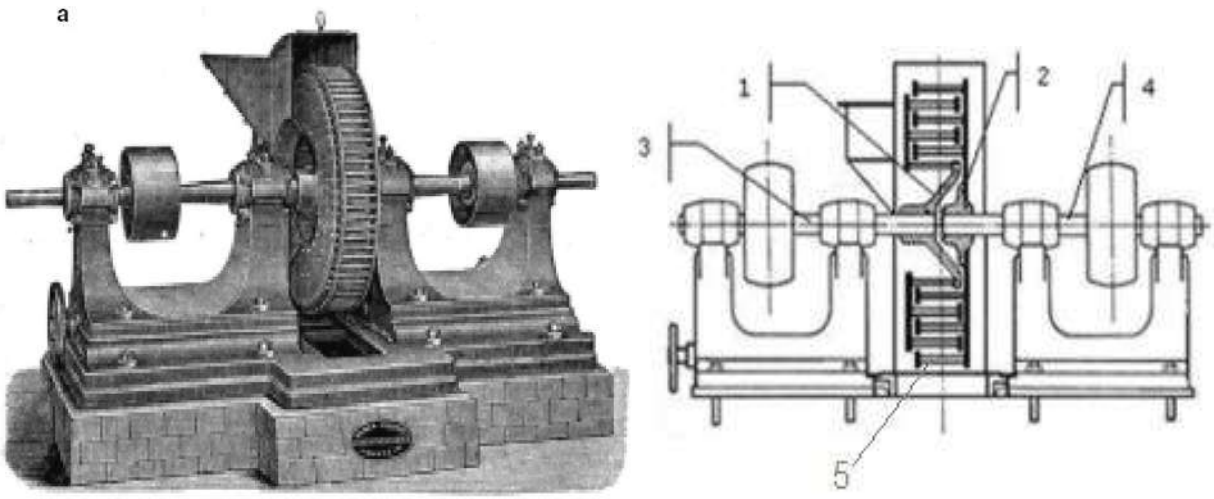
Одним из эффективных способов снижения водоотдачи является увеличение удельной поверхности цемента, за счет чего увеличивается количество воды контактирующей с зернами цемента ирастет объем воды, идущий на реакцию гидратации. Для измельчения цемента в сухом виде используются различные типы помольных устройств, одним из наиболее эффективных являются дезинтеграторы.

Впервые дезинтегратор был применен И.А.Хинтом[6]. Традиционно, при изготовлении силикатного кирпича смесь извести и песка измельчали в шаровой мельнице, и после формования образцы устанавливались в автоклавы для твердения.

Экспериментируя с измельчением извести и кварцевого песка для изготовления силикатного кирпича визмельчителях с различными окружными скоростями, инженерИ.А.Хинт заметил, что с увеличением этой скорости увеличивается прочность кирпича. Далее он предложил использовать дезинтегратор для более тонкого измельчения сырья для изготовления кирпича. После чего в произ-

водстве можно было обойти использование автоклава, так как после дезинтеграторного измельчения сырье могло твердеть без автоклава. Однако из-за дороговизны процесса измельчения и высокой абразивности кварца применение дезинтегратора было ограничено.

Надо отметить, что дезинтегратор был известен и раньше, 1859 году это устройство было предложено Карром. Конструкция дезинтегратора не сложная и представляет собой два ротора 3,4, которые расположены на одной оси и вращаются,относительно друг от друга,противоположном направлении (каждый ротор имеет отельный привод). У каждого ротора имеется диски (корзины) 1,2, на которых расположены по концентрическим окружностям зубья 5(стержни или лопасти, зависимости от конструкции дезинтегратора). Эти зубья одного ротора свободно проходят между рядами зубьев другого ротора (Рисунок 1).



а- общий вид; б- конструкция дезинтегратора

Рис. 1. Дезинтегратор Карра[6]

Эффект применения дезинтеграторов при получении тонкоизмельченных порошкообразных веществ обусловлен эффектами механохимии, которая предполагает, что свойства измельчаемого вещества зависит от тонкости измельчения.

При дезинтеграторной обработке твердых веществ высокоскоростным ударом в дезинтеграторе, при скоростях соударения частиц 50-300 м/с, кроме их механического диспергирования и увеличения удельной поверхности, происходит механохимическая активация обрабатываемых веществ [7-9].

Дезинтеграторы использовались в разных областях науки и промышленности, таких как материаловедение, пищевая и сельскохозяйственная промышленность, медицина, химическая промышленность. Начало применения ударно-дезинтеграторной технологии(УДА-технологии) в бурении было проведено Н.Х Каримовым, совместно работавшим с И.А.Хинтом. Важнейшими результатами Н.Х.Каримова и И.А.Хинта на основе УДА технологии в области бурения скважин при обработке тампонажных материалов и буровых растворов, было повышение прочности тампонажного камня на растяжение, увеличение скорости бурения и снижение твердой фазы бурового раствора, а также увеличение адсорбционной способности веществ.

В частности, Каримовым Н.Х. было исследовано влияние дезинтеграторной обработки на водоотдачу цементно-зольно-известковых тампонажных материалов [10], и полученные им данные по проведенному эксперименту приведены в таблице 1.

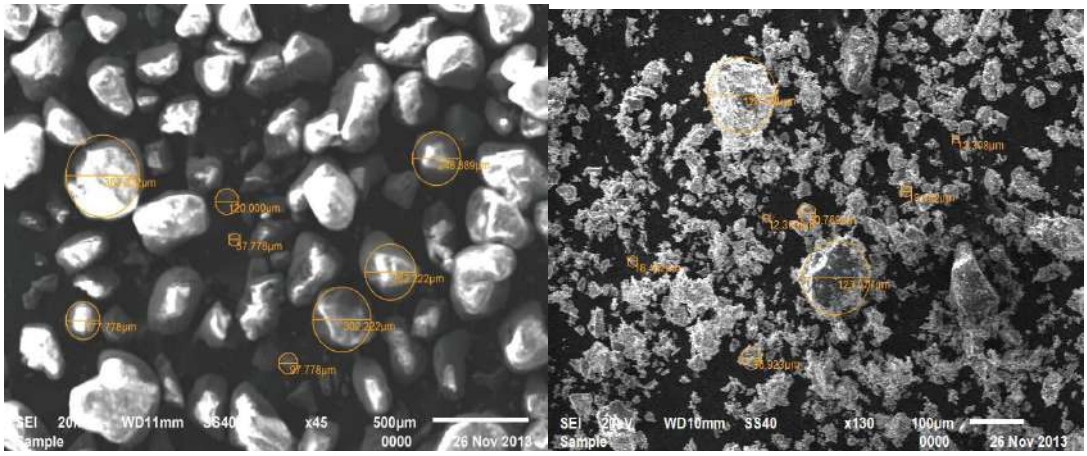
Из таблицы 1 видно, что повышение интенсивности обработки, а именно, увеличение частоты вращения роторов дезинтегратора с 6000 до 18000 об/мин приводит к значительному снижению водоотдачи цементно-зольно-известкового раствора с 150-173 $см^3$/30 мин до 33-37 $см^3$/30 мин[10].

При исследовании кремнесодержащих компонентов к цементу в качестве добавок повышающих термостойкость тампонажных цементов была проблема с плохой активностью кремнезема в растворе, то есть он являлся труднорастворимым.

Таблица 1. **Влияние режима дезинтеграторной обработки цементно-зольно-известковых тампонажных смесей на водоотдачу полученного раствора [10].**

Состав, %			В/Ц	Режим обработки, об/мин.	Водоотдача, $см^3$ /за 30мин.
Цемент	Зола	Известь			
1	2	3	4	5	6
40	36	24	0,65	0 6000 9000 12000 18000	182 150 91 75 33
50	35	15	0,65	0 6000 9000 12000 18000	200 160 97 72 37
60	32	8	0,65	0 6000 9000 12000 18000	215 173 101 77 37

Дезинтеграторная обработка показала положительные результаты, повышая активность кремнезема за счет увеличения удельной поверхности и повышения дефектности его поверхности (Рисунок 2)[11, 12].Исследования, проведенные авторами работы [11, 12] показали, что дезинтеграторная обработка кремнесодержащих веществ повышает скорость связывания извести с водой (в начальной стадии).



Песок кварцевый увеличенный 45 раз (слева),
тот же песок после дезинтеграторной обработки увеличенный в 130 (справа).
Рис. 2. Влияние дезинтеграторной обработки на изменение поверхностной структуры кремнезема [12].

Кроме того, в работе [8]утверждается, что дезинтеграторная обработка может увеличить прочность цементного камня в 1,5-2 раза. При проведении исследовании с полученными камнями изучалось и структурные характеристики как пористость, площадь пор. Данные по исследований показывают, что камни, обработанные в дезинтеграторе имеют сравнительно меньшую пористость [8]. В работе [8] для получения максимального эффекта дезинтеграторной обработки авторы предлагают ступенчатую технологию измельчения.

Нами экспериментально было изучено влияние дезинтеграторной обработки на свойства растворов и камня из тампонажных материалов, содержащих различные химические добавки.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторном дезинтеграторе ДЕЗИ-32, общий вид которого показан на рис.3.



Рис. 3. Общий вид лабораторного дезинтегратора

Как указывалось, ранее, одним из методов снижения водоотдачи является ввод в цементный раствор добавок, связывающих свободную воду затворения, то есть применение добавок- понизителей водоотдачи.

Среди множества реагентов, которыми предполагалось управлять вододелением и в водоотдачейтампонажных растворов, было много реагентов,оказывающихнегативное последствияна прочность камня, на газовый прорыв по раствору, на сцепление камня с металлом и др. Среди тех реагентов, показавших хорошие результаты были полиэлектролитные реагенты. В первую очередь, был рассмотренреагент ВПК 402, использовавшийся при цементировании газовых скважин Амангельды в Джамбылской области и показавший хорошие результаты[13].

Одним из существенных недостатков ВПК-402 является то, что он поставляется в жидком состоянии, чтотехнологический не очень удобно. Необходимо было искать реагенты,поставляемыев сухом виде, работающие в качестве понизителей водоотдачи.

Поиск этих регентов привел к реагенту ПАК, который также является полиэлектролитом, но выпускаемое в сухом виде. ПАК –это высокомолекулярный катионакативный полимер белого цвета.

Были проведены специальные эксперименты по исследованию этого регента на свойство цементного раствора и камня. Однако в самом начале эксперимента сразу выяснилось, что достаточно плохо растворятся в воде, поэтому необходимо было повысить этот показатель. Попытка использовать растворы различных солей не дала реальные результаты.

Хороший результат получился при растворении реагента, который вместе с цементом обрабатывается в дезинтеграторе.При этом цемент ПЦТ- Gи ПАК с концентрацией 0,1% обрабатывался в дезинтеграторе при разных оборотах роторовот 2500 до 10000 об/мин, скорость соударения частиц составляла от 50 до 200 м/с. (Таблица 2).

Таблица 2. **Результаты экспериментов на дезинтеграторе.**

Состав	Растекаемость, см	Водоотдача, $см^3$
ПЦТ-G	24	200
ПЦТ-G+ПАК(0,1%)-2500 об/мин	16	103
ПЦТ-G+ПАК(0,1%)-5000 об/мин	19	65
ПЦТ-G+ПАК(0,1%)-7500 об/мин	16	65
ПЦТ-G+ПАК(0,1%)-10000 об/мин	12	60

Результатыпроведенных экспериментов по оценке влияния механохимической обработки цемента с добавкой ПАК на свойства цементного раствора было показано, что совместную обработку цемента и реагента ПАК необходимо проводить при скоростях соударения до 50 м/секунд(при частоте вращения дезинтегратора 5000 об/мин). Это обеспечивает диспергацию полимера без разрыва полимерных цепей. При больших оборотах ПАК теряет некоторые свойства. При меньших оборотах тонкость помола уменьшается, и соответственно удельная поверхность увеличивается незначительно.

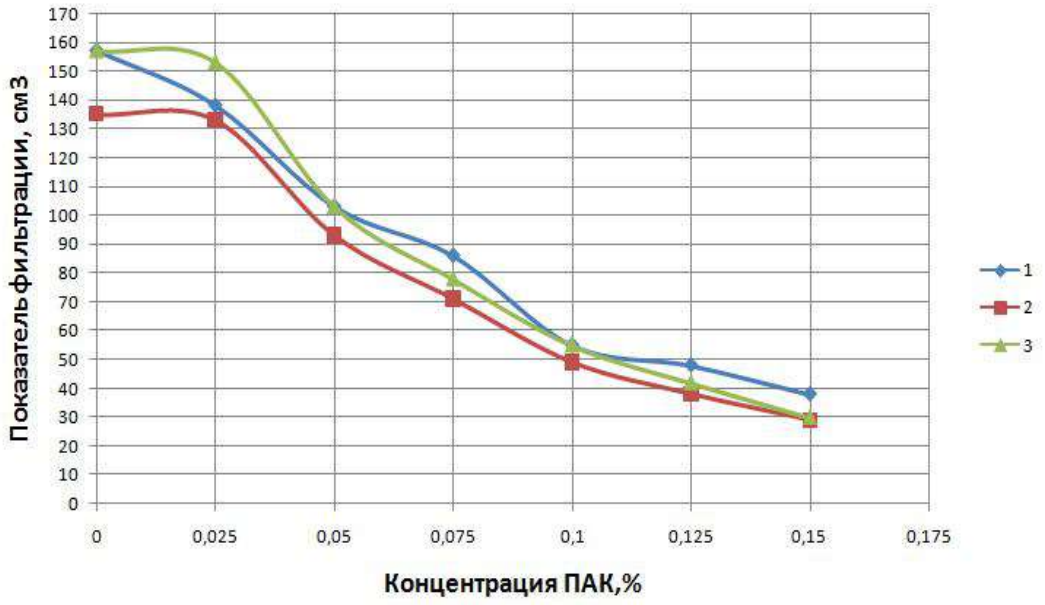
Увеличение частоты вращения роторов дезинтегратора увеличивает удельную поверхность обрабатываемого в дезинтеграторе тампонажного материала, поэтому скорость водоотдачи суспензии уменьшается. Также, уменьшение водоотдачи связано с повышением поверхностной энергии частиц за счет механической активации, что ускоряет связывание воды с поверхностью частиц смеси.

Для сравнительной оценки схемы подготовки тампонажного материала были проведены экспериментов с применением различных способов ввода ПАК:

1-ый способ.В цемент ПЦТ-G добавлялся ПАК в сухом виде в концентрациях от 0,025 до 0,15%. Шаг 0,025%.

2-ой способ.В дезинтеграторе обрабатывалась смесь цементаПЦТ-Gс ПАК в этих же концентрациях.

3-и способ. В цемент ПЦТ-Gдобавлялся ПАК, но ПАК предварительно растворялся (за 1 сутки) в жидкости затворения, в выше указанных концентрациях.Результаты экспериментов представлены на рисунке 4.



1-ПАК добавлен в сухом виде в цемент; 2-ПАК обработан вместе с цементом в дезинтеграторе; 3-ПАК растворен в воде.

Рис. 4. Влияние способа ввода ПАК и его концентрации на водоотдачу цементного раствора

Все работы выполнялись в лаборатории тампонажных растворов Уфимского государственного нефтяного технического университета согласно утвержденным стандартам. Для определения водоотдачи применялись приборы ВМ-6, фильтр-пресс.

Реагенты – полиэлектролиты являются эффективными добавками для регулирования фильтрационных свойств тампонажных растворов и позволяют повысить прочность получаемого камня.

Дезинтеграторная обработка порошкообразного катионного полиэлектролита совместно с цементом увеличивает скорость растворения реагента и повышает его эффективность, однако, при высоких скоростях обработки может происходить механическая деструкция полимеров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Jean Mark Boisnault Domimiqe Guilliotetal., ConcreteDevelopments in cementing technology. Oilfield review. 1999. 16-29.

[2] Агзамов Ф.А., Каримов И.Н. Специальные тампонажные материалы с заданными свойствами // Бурение и нефть. – 2008. – № 12. – С. 26-27.

[3] 3.Нижник А. Е. Совершенствование технологических процессов и технических средств при заканчивании скважин. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. 2009.

[4] 4.Юсупов И.Г., Хисамов Р.С., Амерханова С.И. Заканчивание скважин на поздних стадиях разработки нефтяных месторождений Татарстана. Сборник трудов. Татнипинефть. Москва, 2009.

[5] Комлева С.Ф., Измухамбетов Б.С., Кондрашев О.Ф., НогаевН.А. Тампонажные растворы с пониженной водоотдачей Учебник, изд. Монография, Уфа, 2008, под редакцией Агзамова Ф.А. 188 с

[6] Хинт И.А. Основы производства силикальцитных изделий. – М.-Л.:Госстройиздат, 1962.-601с.

[7] Агзамов Ф.А., Каримов Н.Х., Измухамбетов Б.С. Состояние и перспективы применеиядезинтеграторной технологии при строительстве скважин // Нефтяное хозяйство. – 2003. – с. 40-43

[8] Измухамбетов Б.С., Агзамов Ф.А., Умралиев Б.Т. 2007. Применение дезинтеграторной технологии при получении порошкообразных материалов для строительства скважин. Санкт-Петербург:Недра,464 с.

[9] 9.Каримов Н.Х., Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Физико-химические аспекты активационного измельчения тампонажных материалов. Нефть и газ. 1997/6. Стр 67.

[10] КаримовН.Х., РахматуллинТ.К., Иванов В.В. Технология приготовления тампонажных смесей дезинтеграторным способом с различными физико-механическими свойствами. – М.: ВИЭМС, 1979. – 77с.

[11] 11.Agzamov F.A., Konesev G.V., Hafizov A.R. Application of disintigratory technology

[12] for the modification of materials used in the construction of wells. Part I.Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9,no. 2, pp. 119–137.

[13] AgzamovF.A., KonesevG.V., HafizovA.R. Applicationofdisintigratorytechnology

[14] for the modification of materials used in the construction of wells. Part II.

[15] Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2017, Vol. 9,

[16] no. 3, pp. 96–108.

[17] 13.USE OF CEMENT SLURRIES WITH REDUCED FLUID LOSS FORWELL CEMENTING IN KAZAKHSTAN F.A. AGZAMOV, A.A. KABDUSHEV, S.F. KOMLEVA, .A. BAYUTENOV. Pollution Research Paper Vol. 35, Issue 4, 2016; Page No.(891-896): http://www.envirobiotechjournals.com/article_abstract.php?aid=7512&iid=223&jid=410.

Кабдушев А., Комлева С., Исмаилов А.

Өткізгіштігі төмендетілген тампонаждық ерітінділерді алудағы дезинтеграторды қолданудың мүмкіндігі

Түйіндеме. Тампонаждық ерітінділердің субергіштігі бірінші ретті цементтеудің сәтті өтуіне тікелей әсер ететін, тампонаждық ерітінділердің маңызды қасиеті болып саналады. Субергіштігі төмендетілген тампонаждық ерітінділер ұңғыманың цементтелу сапасын арттыруға және цемент ерітіндісінің қатуын күту кезеңінде газдың ұңғымаға енуін болдырмауға мүмкіндік береді.

Қазіргі кезде, әртүрлі молекулалар салмағы үлкен полимерлердің қолдану, цемент түйіршіктерінің меншікті ауданын ұлғайту, қатты қоспаларды қолдану сияқты тампонаждық ерітіндінің субергіштігін төмендетудің әртүрлі тәсілі бар. Жалпы алғанада, субергіштікті екі жолмен азайтуға болады: тампонаждық ерітіндінің сұйықтығына әсер ету және ерітіндіңнің қатты бөлігіне әсер ету. Молкула салмағы үлкен полимерлердің тампонаждық ерітіндінің субергіштігіне әсерін зерттеу барысында, дизинтеграторды қолдану арқылы цемент түйіршігінің меншікті ауданының ұлғаюы құбылысының тампонаждық ерітіндінің субергіштігіне әсері де зерттелді. Мақалада, салмағы жоғары молекулалы полимерлермен цементтің өзара әсерлесуі белсенділігін жоғарлату мақсатында орындалған зертханалық эксперименердің нәтижелері келтірілген.

Кілт сөздер: тампонаждық ерітінді, субергіштікті бақылау, полимер, дезинтегратор.

Kabdushev A., Komleva S., Ismailov A.

Prospects of using disintegrator for producing cement slurrywith reduced fluid loss

Summary. The fluid loss of cement slurry is a very important property of cement slurry, which directly affects the success of primary cementing. Cement slurry with low fluid loss allow to improve the quality of cementing wells and prevent a gas breakthrough during WOC (waiting on cement). Currently, there are various ways to reduce the fluid loss of cement slurry, such as the use of various high molecular weight polymers, an increase in the specific area of cement particles, the use of solid additives. In general, it can be argued that it is possible to affect the fluid loss through the liquid component and the solid components of cement slurry. Studying the issue of fluid loss with the use of high molecular weight polymers, the effect of increasing the specific surface area of cement particles on the fluid loss with the use of a disintegrator. The article presents the results of laboratory experiments using a disintegrator to increase the activation of cement with a high molecular weight polymer.

Key words: cement slurry,fluid loss control,polymer,disintegrator.

УДК 697.3

D.Shadrina, N.Tileubay

DETERMINATION OF INTERNAL THERMAL RESISTANCES OF A POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

Abstract. In this article, familiarize yourself with the device power semiconductor device its operation and operating conditions. Master work on the device to determine the internal thermal resistance, power semiconductor device. Measure the internal thermal resistance, power semiconductor device at various pressures to show the analysis of the results. To become acquainted with the use of power semiconductor devices.

Key words: (HTS) internal thermal resistance, (SPP) power semiconductor device, heat flow, voltage, heat, thermostat, thyristor.

Д.Ю. Шадрина, Н.С.Тилеубай
(Санкт- Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,
Санкт Петербург,Россия, E-mail: Dayana1995Shadrina@yandex.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ТЕПЛОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ СИЛОВОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРИБОРА

Аннотация: В статье ознакомились с устройством силовой полупроводниковым прибором его работай и условиями эксплуатации. Освоить работу на приборе для определения внутреннего теплового сопротивления, силовой полупроводниковым прибором. Измерить внутреннего теплового сопротивления, силовой полупроводниковым прибором при различных давлениях показать анализ полученных результатов. Ознакомиться с применением силовых полупроводниковых приборов.

Ключевые слова: (ВТС) внутреннего теплового сопротивления,(СПП) силовой полупроводниковым прибор, тепловой поток, напряжения, теплопар, термостат, тиристор.

Устройство силовых полупроводниковых приборов

Для коммутации, выпрямления, преобразования частоты и регулирования тока от 10 до 3000А и напряжений до 1000В используются силовые полупроводниковые приборы (диоды, транзисторы, тиристоры различных видов) [1,2].

Основным их элементом является многослойная полупроводниковая структура из кремния, имеющая форму тонкого диска диаметром от 20 до 160 мм. Электрический ток пропускается через поверхность диска, при этом падение напряжения может быть от 1 до 2 В [3,4].

При больших токах мощность тепловыделений может достигать 1-3 кВт в очень ограниченном объеме p-n перехода.

Особую сложность измерения внутреннего теплового соопротивления (ВТС) представляет в силовых полупроводниковых приборах таблеточного типа, так как значения $R_{вн}$ малы (0,03-0,2 К/Вт), зависят от приложенного давления, теплоотвод осуществляется через две поверхности, а термочувствительные параметры имеют, как правило, очень большой разброс даже в одной партии приборов. Поэтому есть необходимость разработать такой способ и средство измерения ВТС, которые исключали бы определение p-n перехода, а остальные измерения проводились прямыми методами, при помощи термопар и тепломеров.

Силовой полупроводниковый прибор (СПП) таблеточного типа представлен на рис.1[5].

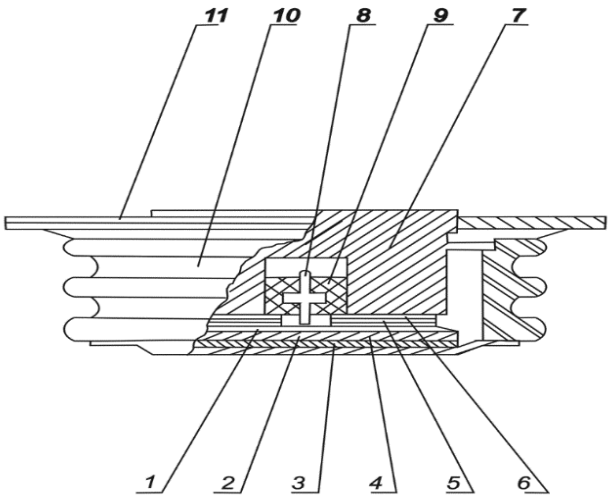


Рис. 1. Устройство силового прибора таблеточного типа

Полупроводниковая структура 1 припаяна к термокомпенсационному диску 2. Через серебряные, молибденовые, и оловянные прокладки 3, 4, 5 и 6 к структуре подводится электрический ток от катодного блока 7 и анода, представляющего собой медную луженую мембрану.

Управление СПП производится через электрод 8, отделенный от блока 7 компаундом 9. Весь прибор помещен в фарфоровый корпус 10 и загерметизирован мембранами 11. Источником теплоты является полупроводниковая структура 1. Тепловое сопротивление представляет собой совокупность кондуктивных и контактных термических сопротивлений между элементами 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7.

В существующих в настоящее время приборах таблеточного типа может быть и другое взаимное расположение элементов 1-7. Приведенный в качестве примера тиристор Т500 предназначен для коммутирования токов до 500А и выделяет мощность до 900Вт.

Способ измерения ВТС СПП

СПП таблеточного типа характеризуется двумя параметрами ВТС: от зоны p-n перехода к анодной R_a и катодной R_k поверхностями [6]:

$$R_a = \frac{T_j - T_a}{Q_a} \tag{1}$$

$$R_k = \frac{T_j - T_k}{Q_k}, \tag{2}$$

где T_j, T_a, T_k – температуры p-n перехода, Q_a и Q_k – тепловые потоки, идущие от поверхности анода и катода.

Анализируя конструкции СПП таблеточного типа, можно сделать ряд допущений:

1. Тепловые потоки в СПП идут в основном к катодной и анодной поверхностям, боковой теплообмен пренебрежимо мал.
2. Толщина зоны тепловыделений много меньше толщины прибора и ее можно считать плоским источником теплоты.
3. В процессе исследований прибор находится в стационарном тепловом режиме [7].

Если пропустить тепловой поток от анодной поверхности к катодной, то в соответствии с этими допущениями можно считать, что $Q_k' = -Q_a'$, т.е. вышедший из катодной поверхности поток равен по абсолютной величине вошедшему в анод потоку. Этого можно добиться, разогрев анод нагревателем и охладив катод.

Сумму этих ВТС можно измерить, определив температуры анода T_a' и катода T_k' и измерив тепломером тепловой поток Q_k' на катоде.

Если затем разогреть до стационарного состояния СПП электрическим током, пропускаемым через полупроводниковую структуру, измерить напряжение U и силу греющего тока I, тепловой поток Q_k'', идущий через катод и температуры анода T_a' и катода T_k''.

Решая систему уравнений относительно R_a и $R_к$ можно получить

$$R_a = \frac{\frac{Q_k''}{Q_k'}\left(T_a' - T_k'\right) + T_k'' - T_a''}{UI}, \tag{3}$$

$$R_k = \frac{T_a' - T_k'}{Q_k'} - R_a. \tag{4}$$

Таким образом, можно определить значение внутренних тепловых сопротивлений СПП таблеточного типа.

Описание прибора для измерения ВТС

На рис.2 изображена измерительная ячейка для определения ВТС.

Полупроводниковый прибор 1, включающий тепловыделяющую структуру 2, зажат между тепломером 3 и нагревателем 4.

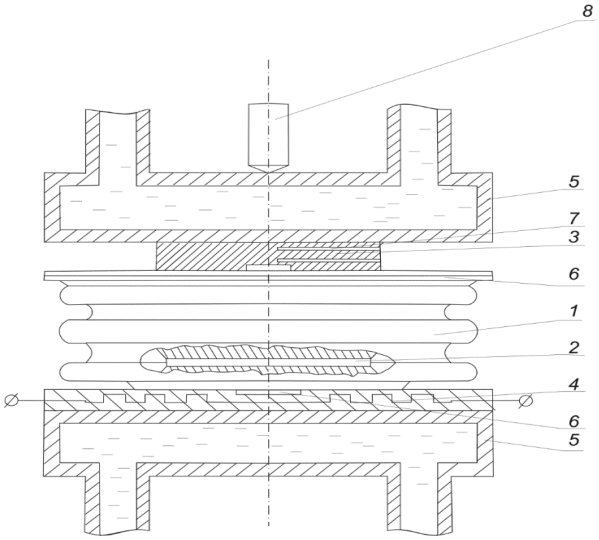


Рис. 2. Измерительное устройство для определения внутреннего теплового сопротивления силовых полупроводниковых приборов

Для охлаждения ячейки служат охладители 5. Напряжение U и температуры T_a и T_k измеряются при помощи дисков 6, установленных на тепломере и нагревателе через электро- и теплоизоляционную прокладку.

В дисках 6 установлены горячие спаи термопар и электроды для измерения напряжения [8,9].

Тепломер представляет собой стальной цилиндр, на разной высоте которого сделаны радиальные отверстия, в которых установлен восьмиспайный термостолбик.

Используются термопары типа «Хромель-копель» ГОСТ 3044-84. Чувствительность термопар в диапазоне температур 0-100°С 14,5 К/мВ, чувствительность тепломера 56,5 Вт/мВ.

Для сжатия прибора до равных давлений установлено нагрузочное устройство, которое создает усилие в осевом направлении СПП до $3 \cdot 10^4$Па и измеряется динамометром ДОСП-3-3. Давление P передается прибору через охладители 5, тепломер 3 и нагреватель 4 при помощи толкателя 8 (рис.2).

В основании прибора установлены элементы питания СПП, переключатель термопар и режимов, приборы, показывающие напряжение и силу тока в СПП. Через охладители и тиристоры в цепи питания СПП прокачивается вода, которая термостатируется в термостате ИТИ-2. С целью автоматизации измерений, все измеряемые сигналы могут сниматься со специального разъема на задней стенке прибора [10].

Все известные типы силовых полупроводниковых приборов могут быть подразделены на три класса:

• приборы неуправляемые – приборы, момент включения и выключения которых определяется полярностью напряжения между анодом и катодом (направлением тока в анодной цепи), например, диоды;

• приборы с неполным управлением – приборы, момент включения которых определяется не только полярностью напряжения между анодом и катодом, но и наличием сигнала в цепи управления, а момент выключения определяется лишь направлением анодного тока, например, обычные тиристоры;

• приборы с полным управлением – приборы, в которых и момент включения, и момент выключения определяются не только полярностью напряжения между анодом и катодом, но и соответствующими сигналами в цепи управления. Примерами их могут служить силовые транзисторы и запираемые тиристоры [11].

Характерная особенность приборов с неполным управлением, а именно невозможность их выключения без изменения направления анодного тока, создает некоторые трудности для обеспечения коммутации в схемах инверторов, как автономных, так и ведомых сетью.

В базовых схемах выпрямления, как правило, применяются диоды или тиристоры. Для изучения работы этих схем параметры вольтамперных характеристик конкретных приборов не имеют

принципиального значения, соответственно, реальные приборы могут быть замещены идеальными ключами, у которых падение напряжения от прямого тока равно нулю, а обратный ток при приложении обратного напряжения пренебрежимо мал.

Например, диодный выпрямитель, предназначенный для питания обмотки возбуждения машины постоянного тока, собран по однофазной мостовой схеме и имеет номинальное выходное напряжение $U_{dnom} = 220$В и номинальный выходной ток $I_{dnom} = 1$А. Прямое падение напряжения в диоде выпрямительного моста $\Delta U_a \approx$ 1,1 В [12,13].

Принимая во внимание, что в контуре тока нагрузки включено два диода, нетрудно оценить погрешность расчета схемы при пренебрежении этим падением напряжения.

Даже при сравнительно невысоком выходном напряжении, характерном для преобразователей средней мощности, погрешность расчета всего около 1 %. Аналогично можно показать, что обратные токи диодов, составляющих величины порядка единиц мА, также не оказывают существенного влияния на результаты расчета рабочих режимов схемы. Поэтому, для изучения основных электромагнитных процессов в схемах выпрямления, обычно, вместо реальных полупроводниковых приборов используются идеальные ключи, у которых прямое падение напряжения равно нулю, обратные токи отсутствуют, а процессы включения и выключения происходят бесконечно быстро. Такое допущение позволяет описать электромагнитные процессы в схеме на интервале между коммутациями с помощью линейных эквивалентных схем, что, в свою очередь, дает возможность использовать хорошо разработанный аппарат линейной теории цепей [14,15].

Заключение

В результате проведенных работ был разработан метод измерения внутренних тепловых сопротивлений мощных электронных приборов, отличающийся тем, что в ходе измерений используются стандартные средства измерения температуры, силы тока и напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Черепанов В.Г., Хрулев А.А. Тиристоры и их зарубежные аналоги // Справочник. Том 1. 2010. -560с.

[2] Кублановский. Я. С. Тиристорные устройства. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1987. — 112 с.: ил. — (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1104).

[3] Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи. // Семейства, характеристика, применение. 2010. -381с.

[4] Б.А. Чернышев Физика и химия в переработке нефти. // издательство Москва 1955.-158с.

[5] Чебовский О.Г., Моисеев Л.Г., Недошивин Р.П. Силовые полупроводниковые приборы // Справочник. 1985. -402с.

[6] А.И. Исакиев , И.Г. Киселев, В.В. Филатов Эффективные способы охлаждения силовых полупроводниковых приборов. 1982.-136с.

[7] Yvan Avenas, Laurent Dupont, Zoubir Khatir. Temperature Measurement of Power Semiconductor Devices by Thermo-Sensitive Electrical Parameters – A Review. IEEE Transactions on Power Electronics, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2012, 27 (6), pp 3081-3092. <hal-01073933>

[8] М. И. Абрамович, В. М. Бабайлов, В. Е. Либер и др. Диоды и тиристоры в преобразовательных установках. — Москва, Издательство Энергоатомиздат, 1992.—432 с.

[9] Кублановский Я. С. Тиристорные устройства. — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Радио и связь, 1987.— 112 с: ил,— (Массовая радио-библиотека. Вып. 1104).

[10] Каталог по применению полевых транзисторов. Под редакцией Н. М. Тугова и С.Д. Федорова — Донецк, "Синапс". 1992.

[11] С.Н. Флоренцев. Силовая электроника начала тысячелетия// Электротехника. —2003 г. — No 6. — С. 3-9.

[12] Степаненко И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. — М.: Энергия, 1977.

[13] Евсеев Ю. А., Крылов С. С. Симисторы и их применение в бытовой электроаппаратуре. М.: Энергоатомиздат, 1990

[14] T. Stockmeier. Power Semiconductor Packaging — A Problem or a Resource.From the State of the Art to Future Trends//Proceedings PCIM'2000. Nurenberg, 2000,Germany. P. 195

[15] Кузьмин В.А. Теория и свойства тиристоров. в сб. Полупроводниковые управляемые вентили и тиристоры. / под ред. М.Г. Чиликина. М.: Энергия, 1964.

Шадрина Д., Тилеубай Н.

Күштік шалаөткізгішті құрылғының ішкі жылулық кедергісін анықтау

Түйіндеме: Бұл мақалада күштік шалаөткізгішті құрылғымен және оның жұмыс істеу принципі, қолдану шарттарымен таныстырылған. Күштік шалаөткізгіш құрылғының көмегімен аспаптың ішкі жылулық кедергісін анықтау жұмысын меңгеру нәтижелері көрсетілген. Ішкі жылулық кедергісін осы құрылғымен әр түрлі қысымдарда өлшеніп, алынған нәтижелерді талдау жүргізілді. Күштік шалаөткізгіш құрылғыны қолдану жолдары көрсетілді.

Кілттік сөздер: (ІЖК) ішкі жылулық кедергі, (КШҚ) күштік шалаөткізгіш құра, жылу ағыны, кернеу, термостат, тиристор.

Shadrina D., Tileubay N.

Determination of internal thermal resistances of a power semiconductor device

Summary. In this article, familiarize yourself with the device power semiconductor device its operation and operating conditions. Master work on the device to determine the internal thermal resistance, power semiconductor device. Measure the internal thermal resistance, power semiconductor device at various pressures to show the analysis of the results. To become acquainted with the use of power semiconductor devices.

Key words: (HTS) internal thermal resistance, (SPP) power semiconductor device, heat flow, voltage, heat, thermostat, thyristor.

УДК 697.4

Zh.A.Zharylkapova, A.E.Smailova

DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CONVERTERS OF NON-STATIONARY HEAT FLOW

Abstract. The analysis of the method considered and the dynamic characteristics obtained allow both estimating the uncertainty of the measured parameters at the design stage of the PTP and in experimental studies and providing recommendations for achieving the optimal uncertainty in the measurement of the required parameters when using different types of transient heat flow converters.

Key words: (PTP) heat flow converter, (OST) inverse heat conduction problem, (DRM) differential-difference model, heat balance.

Ж.А. Жарылкапова, А.Е. Смаилова
(Санкт -Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики,
Санкт Петербург, Россия, E-mail: aida.93.28@mail.ru)

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА

Аннотация. Предложен общий подход к определению динамических характеристик различных типов преобразователей нестационарного теплового потока (ПТП). С использованием дифференциально-разностных моделей теплопереноса в объекте исследования. Получены и приведены переходная, импульсная, амплитудно- и фазочастотная характеристики, а также, передаточная функция для конкретного типа ПТП.

Ключевые слова: (ПТП) преобразователь теплового потока, (ОЗТ) обратная задача теплопроводность, (ДРМ) дифференциально-разностная модель, тепловой баланс.

При исследованиях нестационарных тепловых режимов в объектах или технологических процессах с помощью различных типов преобразователей нестационарного теплового потока всегда возникают вопросы, связанные динамическими характеристиками используемых ПТП. Это вызвано прежде всего тем, что неопределенности измерения искомых параметров существенно зависит от динамических характеристик ПТП. И эта неопределенность тем выше, чем больше скорость измерения измеряемого параметра [1,2].

На кафедре компьютерной теплофизики и теплофизического мониторинга Санкт-Петербургского национального университета информационных технологий, механики и оптики разработан общий по отношения практически ко всем распространенным типам преобразователей теплового поток метод определения динамических характеристик еще на стадии проектирования ПТП.

Сущность его заключается в получении использовании дифференциально–разностных моделей процессов теплопереноса в системе тел -ПТП – объект исследования. Ниже будет дано краткое описание метода со ссылками на ранее опубликованные работы авторов, приведены примеры получения динамических характеристик и передаточной функции для конкретного типа ПТП [1, 2, 3, 4].

Рассмотрим простейший ПТП в виде пластины (вспомогательной стенки), у которого известны: температура на поверхности $t_1(\tau)$; теплофизические свойства (теплопроводность, теплоемкость и плотность) материала и условия на тыльной стороне ПТП. Это могут быть различные граничные условия от первого до четвертого рода (рисунок 1). ПТП расположен на поверхности исследуемого объекта. Необходимо определить тепловой поток $q(\tau)$, поглощаемый объектом. Эта задача относится к некорректно поставленной обратной задачи математической физики (ОЗТ) [5] и устойчивость ее режима зависит от адекватности используемых математических моделей теплопереноса в системе тел. [1,5]

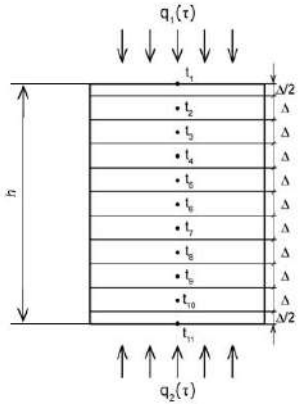


Рис. 1. Схема однородного ПТП

Как показали исследования, удовлетворительные результаты можно при использовании дифференциально–разностных моделей (ДРМ) [4].Для получения ДРМ условно разбиваем ПТП по высоте h на n–блоков (в данном случае 11) с температурами $t_1, t_2 ..... t_{11}$. Средние температуры блоков t_n, отнесенные к их центрам, составляют вектор состояния $\vec{T}(\tau)$. Далее для каждого блока запишем уравнение теплового баланса [2]

$$\begin{cases} q_1(\tau)S == C_1\dfrac{dt_1}{d\tau} + \dfrac{2\lambda S}{\Delta}(t_1 - t_2) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_1 - t_2) = C_2\dfrac{dt_2}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_2 - t_3) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_2 - t_3) = C_3\dfrac{dt_3}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_3 - t_4) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_3 - t_4) = C_4\dfrac{dt_4}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_4 - t_5) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_4 - t_5) = C_5\dfrac{dt_5}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_5 - t_6) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_5 - t_6) = C_6\dfrac{dt_6}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_6 - t_7) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_6 - t_7) = C_7\dfrac{dt_7}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_7 - t_8) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_7 - t_8) = C_8\dfrac{dt_8}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_8 - t_9) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_8 - t_9) = C_9\dfrac{dt_9}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_9 - t_{10}) \\ \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_9 - t_{10}) = C_{10}\dfrac{dt_{10}}{d\tau} + \dfrac{\lambda S}{\Delta}(t_{10} - t_{11}) \\ \dfrac{2\lambda S}{\Delta}(t_{10} - t_{11}) = C_{11}\dfrac{dt_{11}}{d\tau} \end{cases} \quad (1)$$

где S – площадь поверхности ПТП, C_i – теплоемкость i –того блока, t_i – температура i –того блока, i =1–10, Δ – толщины слоев, q_1 и q_2 – потоки, поглощенные ПТП сверху и снизу от объекта соответственно.

Тогда, теплоперенос в ПТП может быть описан системой обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка относительно составляющих t_i вектора состояния $\vec{T}(\tau)$, которая в векторно-матричной форме имеет вид [2]:

$$\frac{d}{d\tau}\vec{T}(\tau) = F\vec{T}(\tau) + G\vec{U}(\tau), \tag{2}$$

где $\vec{T}(\tau)$ и $\vec{U}(\tau)$ векторы состояния и управления; F и G матрицы обратных связей и управления.

Введем обозначения $a = \frac{\lambda}{c\rho}$, где a – температурапроводность, λ –теплопроводность, c – удельная теплоемкость, ρ – плотность материала ПТП.

Тогда выражения для F, G и $\vec{U}$ будут иметь вид:

$$F = \begin{vmatrix}
-\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{2a}{\Delta^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
\frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2} & \frac{a}{\Delta^2} \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{2a}{\Delta^2} & -\frac{2a}{\Delta^2}
\end{vmatrix} \tag{3}$$

$$G = \begin{vmatrix} \frac{2}{c\rho\Delta} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \frac{2}{c\rho\Delta} \end{vmatrix}, \quad \vec{U}(\tau) = \begin{vmatrix} q_1(\tau) \\ q_2(\tau) \end{vmatrix}, \quad \vec{T}(\tau) = \begin{vmatrix} t_1 \\ t_2 \\ . \\ . \\ . \\ t_{10} \end{vmatrix}. \tag{4}$$

Дополнительно к матрицам F и G введем матрицу H, которая характеризует место измерения температуры в ПТП и в данном случае при измерении температуры $t_1(\tau)$ имеет вид:

$$H = |1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0|. \tag{5}$$

В дальнейшем, получение динамических характеристик при наличии матриц F, G и H не представляет особо труда. Для это используем пакет программ MatLab, в котором находим соответствующий код и подставляем численные значения указанных матриц и получаем переходную, импульсную, амплитудно- и фазочастотную характеристики, а также вид передаточной функции (рисунки 2,3,4). Численные значения матриц F, G и H получаем для ПТП со следующими характеристиками $h = 5 \cdot 10^{-3}$ м, $\lambda = 15$ Вт/м · К, $a = 3{,}8$ м^2/с [5].

Код MatLab приведен ниже.

```
close all
clear all
F=[-18.765 18.765 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0;
18.765 -37.53 18.765 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0;
0.0 18.765 -37.53 18.765 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0;
0.0 0.0 18.765 -37.53 18.765 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0;
0.0 0.0 0.0 18.765 -37.53 18.765 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0;
0.0 0.0 0.0 0.0 18.765 -37.53 18.765 0.0 0.0 0.0 0.0;
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 18.765 -37.53 18.765 0.0 0.0 0.0;
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 18.765 -37.53 18.765 0.0 0.0;
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 18.765 -37.53 18.765 0.0;
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 18.765 -37.53 18.765;
0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 18.765 -18.765];//Задаем значения матрицы
G=[0.00056 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0 0.0; 0.0
0.00056];//Матрица управлений
H=[1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0]; //Измеряется температура на одном первом блоке
A=F;
B=G;
C=H;
D=[0 0];
[b,a]=ss2tf(A,B,C,D,1);
W=tf(b,a);
sys=tf(b,a)
figure
step(W);
grid on
figure
bode(W)
grid on
figure // Создание нового графического окна, делает его активным;    impulse(W)
grid on // Нанесение координатной сетки на текущие оси
```

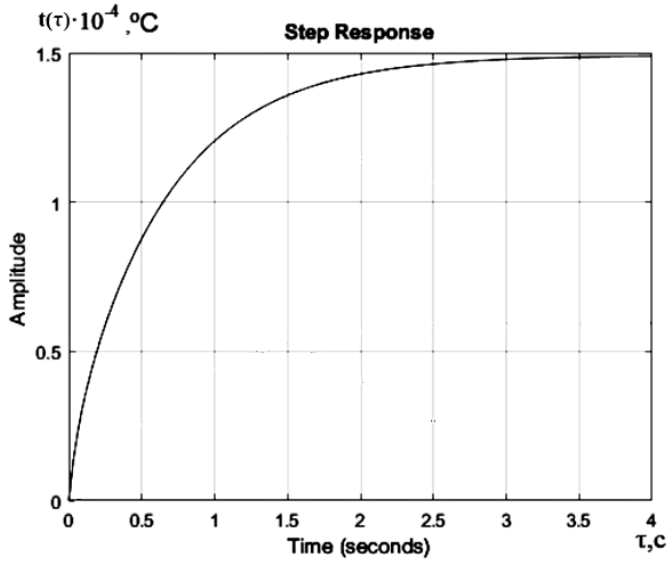


Рис. 2. Переходная характеристика ПТП

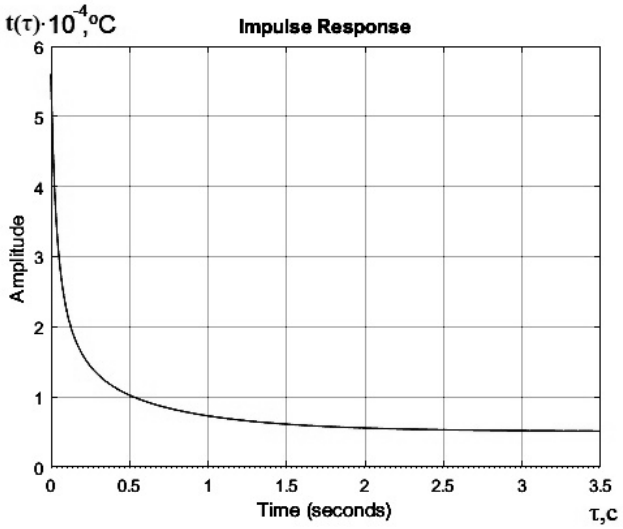


Рис. 3. Импульсная характеристика ПТП

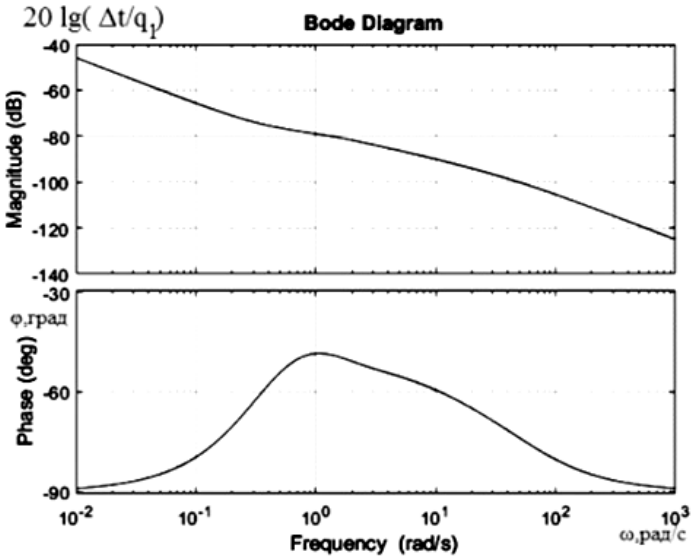


Рис. 4. Амплитудно–и фазочастотные характеристики ПТП

Отметим, что динамические характеристики полученные в среде MatLab при единичном тепловом воздействии, т.е. $q_1 = 1$ Вт/м^2.

Общий вид передаточной функции $W(s)$, получен также при известных матрицах *F*, *G* и *H* в среде MatLab имеет вид:

$$W(s) = (0{,}00056 \cdot s^{10} + 0{,}1997 \cdot s^9 + 30{,}17 \cdot s^8 + 2516 \cdot s^7 + 1{,}264 \cdot 10^5 \cdot s^6 + 1{,}264 \cdot 10^5 \cdot s^5 + 3{,}913 \cdot 10^6 \cdot s^5 + 7{,}342 \cdot 10^7 \cdot s^4 + 7{,}873 \cdot 10^8 \cdot s^3 + 4{,}262 \cdot 10^9 \cdot s^2 + 8{,}886 \cdot 10^9 \cdot s + 4{,}371 \cdot 10^{-5})/(s^{11} + 375{,}3 \cdot s^{10} + 6{,}021 \cdot 10^4 \cdot s^9 + 5{,}392 \cdot 10^6 \cdot s^8 + 2{,}951 \cdot 10^8 \cdot s^7 + 1{,}016 \cdot 10^{10} \cdot s^6 + 2{,}185 \cdot 10^{11} \cdot s^5 + 2{,}812 \cdot 10^{12} \cdot s^4 + 1{,}979 \cdot 10^5 \cdot s^3 + 6{,}347 \cdot 10^{13} \cdot s^2 + 5{,}955 \cdot 10^{13} \cdot s + 0{,}004692) \quad (6)$$

Заключение

В заключении отметим, что рассмотренный метод и полученные динамические характеристики позволяют как на стадии проектирования ПТП, так и при экспериментальных исследованиях провести оценку неопределенности измеренных параметров и дать рекомендации по достижению оптимальной неопределенности измерения искомых параметров при использовании различных типов преобразователей нестационарного теплового потока.

ЛИТЕРАТУРА

[1] *Пилипенко Н. В.* Методы параметрической идентификации в нестационарной теплометрии. Ч. 1 // Известия ВУЗов. Приборостроение, 2003. № 8. Т.46. С. 50–54.

[2] *Пилипенко Н. В.* Сенсоры нестационарной теплометрии и их математические модели // Научно технический вестник Санкт-Петербургского национального университета информационных технологий, механики. – 2011, №3(73), с. 53-56.

[3] Пилипенко Н. Параметрическая идентификация дифференциально-разностных моделей теплообмена в нестационарных тепловых измерениях // Достижения в передаче тепла. Труды Балтийской конференции теплопередачи, 2007. Том. 2. Р. 598-602.

[4] *Пилипенко Н. В.* Методические погрешности определения нестационарных условий теплообмена при параметрической идентификации // Измерительная техника, 2007. № 8. С. 54–59.

[5] *Пилипенко Н.В., Гладских Д.А.* Решение прямых и обратных задач теплопроводности на основе дифференциально–разностных моделей теплопереноса. //Изв. вузов. Приборостроение, 2007,Т.50, №3. – С.69 – 74.

[6] Бек Дж., Блакуэлл Б., Сент-Клэр Ч. Некорректные обратные задачи теплопроводности. М.: Мир, 1989.

[7] Алифанов О.М. Обратные задачи Теплообмена. — М.: Машиностроение, 1988.

[8] Симбирский Д. Ф. Температурная дианостика двигателей //Киев:Техника, 1976. –208с.

[9] Пилипенко Н.В. Методы параметрической идентификации в нестационарной теплометрии. Часть 2 // Изв. вузов. Приборостроение, 2003, №10, Т.46. – С. 67 – 71.

[10] Алифанов О.М. Обратные задачи теплообмена // М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.

[11] Бек Д., Блакуэлл Б., Сент-Клер Ч,мл. Некорректные обратные задачи теплопроводности // М.: Мир, 1989. – 312 с.

[12] Бут Е.Н. Сплайн-идентификация как метод решения некорректно поставленных обратных задач теплопроводности общего вида. –В кн. Материалы VI Всесоюзной конф. по тепломассообмену,1980,Т.9. – С.128–131.

[13] Дульнев Г.Н., Тихонов С.В. Теория тепло- и массообмена. Точные методы решения задач теплопроводности и диффузии //Л.: Машиностроение,1981.

[14] Пилипенко Н.В., Лазуренко Н.В., Лебедев П.В. Параметрическая идентификация нестационарных потоков с помощью тепломеров «вспомогательная стенка».// Изв.вузов. Приборостроение, 2005, № 9, Т.48. – С.47–50.

[15] Пилипенко Н.В. Нестационарная теплометрия на основе параметрической идентификации дифференциально-разностных моделей теплопереноса в одномерных приемниках. Автореф. дисс.на соиск. учен.степ.докт.техн.наук //СПб,2008.

Жарылкапова Ж.А., Смаилова А.Е.

Стационар емес жылу ағынын түрлендіргіштердің динамикалық сипаттамалары

Түйіндеме. Стационар емес жылу ағынын түрлендігіштердің (ЖАТ) әрбір түрінің динамикалық сипаттамаларын анықтауға жалпы тәсіл ұсынылды. Зерттеуде жылу алмасудың дифференциалды-айырымдық модельдері пайдаланылды. Нақты ЖАТ өтпелі, импульсты, амплитудалық және фаза-жиіліктік, сонымен қатар табыстамалық функциялары алынды және ұсынылды.

Кілттік сөздер: (ЖАТ) жылу ағынын түрлендіруші, жылуөткізгіштің кері есебі, дифференциалды-айырымды модель, жылулық баланс.

Zharylkapova Zh.A., Smailova A.E.

Dynamic characteristics of converters of non-stationary heat flow

Summary. The analysis of the method considered and the dynamic characteristics obtained allow both estimating the uncertainty of the measured parameters at the design stage of the PTP and in experimental studies and providing recommendations for achieving the optimal uncertainty in the measurement of the required parameters when using different types of transient heat flow converters.

Key words: (PTP) heat flow converter, (OST) inverse heat conduction problem, (DRM) differential-difference model, heat balance.

УДК 91:502.3

A.D.Tazhekova, E.E. Kozhabekova, К.Б. Исмайлова

Main climatic features and potential of pollution of the atmosphere of the Shymkent industrial center

Abstract: This article examines the main climatic features of the Shymkent industrial center and their influence on the potential of atmospheric pollution. There is reason to believe that the physical geographical, climatic conditions and wind rose were not taken into account when planning the location of industrial enterprises in Shymkent.

Key words: atmospheric pollution potential, pollution, pollutants, emissions, physical and geographical conditions, climate, wind rose, orography, industrial center.

[1]А.Д.Тажекова, [2]З.Е.Кожабекова, [3]К.Б.Исмайлова
([1,3]Университет «Сырдария», город Жетысай,
[2]Южно-Казахстанский государственный педагогический университет,
город Шымкент, Республика Казахстан (tazhekova@mail.ru)

ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПОТЕНЦИАЛ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ШЫМКЕНТСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

Аннотация: в данной статье рассматриваются климатические особенности и потенциал загрязнения атмосферы Шымкентского промышленного центра. Предрасположенность атмосферного воздуха к загрязнению характеризуется потенциалом загрязнения атмосферы, который понимается как сочетание метеорологических факторов, обусловливающих уровень возможного загрязнения атмосферы от источников в данном географическом районе. Шымкент является одним из крупнейших промышленных центров Республики Казахстан. Сложный характер рельефа южной, юго-восточной и восточной зон Казахстана является причиной установленных особенностей в распределении по территории республики условий переноса и рассеивания примесей в атмосфере. Город Шымкент и прилегающие к нему территории находятся в четвертой зоне, характеризуемой высоким ПЗА. Рассеивающие способности атмосферы в этой зоне слабые.

Физико-географические и климатические особенности, рассмотренные в статье, позволяют сделать следующие выводы, что орография Шымкента и прилегающих территорий препятствует относительно хорошей проветриваемости города, что негативно сказывается на самоочищении атмосферного воздуха. Также следует отметить, что тип почвенного покрова определяет высокую природную запыленность воздуха – среднегодовое содержание пыли в городском воздухе составляет 2-3 ПДК. В ветровом режиме города преобладают ветры восточного и юго-восточного направлений, а такие предприятия, как «ПК «Петро Ойл Казахстан Продактс», «Энергоцентр-3», «Шымкентцемент» и др. расположены как раз в юго-восточной части города. Это говорит о том, что при планировании застройки территории города не учитывались физико-географические особенности и роза ветров.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), рассеивающая способность атмосферы (РСА), физико-географические условия.

Климатические условия исследуемой области отличаются крайним разнообразием [1]. Характерная особенность климата – обилие инсоляции и тепловых ресурсов. Лето знойное, продолжительное и исключительно сухое. Зима короткая, с частыми оттепелями, снежный покров мал и неустойчив. Средняя годовая температура воздуха изменяется по области от 8 до 9 ºС,

повышаясь при продвижении с севера на юг. Январь – самый холодный месяц года, средняя температура его колеблется по территории области от -1 ºС (юг) до -10 ºС (север). Абсолютный минимум температуры в отдельные годы достигает -30…-35 ºС, а в некоторых районах даже до -38…-39 ºС. Самый жаркий месяц – июль, наиболее высокие значения средней июльской температуры воздуха 29-30 ºС в Кызылкумах, низкие – в горных 20-24 ºС и самые низкие – в высокогорных районах. Летом в отдельные дни на юге области возможно повышение температуры до 45-47 ºС, на севере - до 43-44 ºС. В таблице 1 представлены среднемесячные и среднегодовые значения температуры воздуха в Южно-Казахстанской области [2]:

Т а б л и ц а 1. **Средняя месячная и годовая температура воздуха, ^{0}С**

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тасты	-8,9	-7,9	0,3	12,6	19,4	25,6	28,1	25,1	18,1	9,1	0,5	-5,5	9,7
Шолаккорган	-5,9	-5,2	1,7	11,7	18,0	24,3	26,8	24,3	17,6	9,2	1,7	-3,3	10,1
Ащысай	-3,3	-2,7	2,4	11,3	16,8	23,0	25,8	23,9	17,8	9,9	3,8	-0,3	10,7
Туркестан	-4,5	-2,4	5,3	14,7	20,5	26,4	28,7	26,4	19,8	11,1	4,0	-1,5	12,4
Шаян	-3,9	-2,3	5,0	14,1	19,4	25,6	28,7	26,6	20,1	11,6	4,4	-0,7	12,4
Кызылкум	-4,8	-2,8	5,3	15,1	21,3	27,5	30,1	27,5	20,6	11,4	3,6	-2,0	12,7
Шымкент	-1,5	-0,3	5,7	13,7	18,3	23,8	26,5	25,1	19,6	12,3	6,1	1,5	12,6
аул Турара Рыскулова	-1,9	-1,2	4,1	12,5	17,2	22,8	25,8	24,5	19,0	11,6	5,4	1,2	11,8
Шардара	-1,6	0,0	6,8	15,3	21,2	26,8	29,1	26,8	21,0	13,6	6,4	1,1	13,9
Арыс	-3,8	-1,8	6,1	14,9	20,6	26,8	29,4	27,1	20,4	12,0	4,5	-1,0	12,9
Шуылдак	-5,3	-4,9	-1,1	5,8	9,9	14,7	17,7	16,8	12,1	5,8	1,3	-2,3	5,9
Тасарык	-3,4	-2,5	2,7	10,6	14,7	19,8	22,4	21,0	15,9	9,3	4,0	-0,1	9,5
Казыгурт	-2,4	-0,6	6,1	13,5	18,0	23,5	26,4	24,7	19,1	11,9	5,7	0,9	12,2
Жетысай	-1,0	0,7	7,6	15,7	21,2	26,4	27,8	25,2	19,6	12,9	6,5	1,7	13,7

Годовое количество осадков в равнинной части составляет лишь 130-250 мм, в предгорьях 400-700 мм и более. Однако, осадки неустойчивы, и в отдельные годы количество их колеблется в больших пределах. В районах, слабо обеспеченных осадками (равнина), в наиболее засушливые годы выпадает за год 80-100 мм, наоборот, в годы рекордно влажные – до 300-400 мм, в горных районах количество осадков колеблется соответственно от 300-500 до 1000-1400 мм. Отмечается два максимума осадков – весной и осенью. Наибольшее количество осадков выпадает в марте и апреле, наименьшее (5-7 %) – летом. Первая половина осени сухая. Зимне-весенние осадки составляют 70-80 % от годовых. В таблице 2 представлено годовое, среднемесячное и сезонное количество осадков на территории области [2]:

Т а б л и ц а 2. **Среднеемесячное, сезонное и годовое количество осадков, мм**

Станция	Месяц												Год	Сезон	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		XI-III	IV-X
Тасты	12	14	16	25	16	8	7	3	4	12	18	18	153	78	75
Шолаккорган	13	18	19	28	23	11	7	3	5	11	16	19	173	85	88
Ащисай	82	77	66	65	50	15	11	5	8	26	67	75	547	367	180
Туркестан	21	23	23	26	22	5	3	1	3	10	23	29	189	119	70
Шаян	50	49	44	50	32	9	7	3	7	23	44	51	369	238	131

Кызылкум	17	16	17	21	15	3	3	2	2	7	11	19	133	80	53
аул Турара Рыскулова	82	82	91	90	64	21	14	7	18	59	76	80	684	411	273
Арыс	36	34	33	40	26	6	5	1	4	14	30	35	264	168	96
Шуылдак	77	76	104	125	100	43	24	11	20	70	86	93	829	436	393
Шымкент	75	75	79	70	51	17	9	4	12	42	68	70	572	367	205
Тасарык	75	73	94	118	95	31	21	11	20	66	77	76	757	395	362
Казыгурт	61	57	69	58	46	11	7	4	6	30	50	59	458	296	162
Шардара	32	29	36	32	20	6	4	1	3	13	22	34	232	153	79
Жетысай	39	39	47	38	22	5	2	1	3	19	27	40	282	192	90

Климатические условия области, неоднородной по рельефу (пустыни, предгорья и горы) и имеющей большую протяженность территории по широте, отличаются крайним разнообразием.

Климат характеризуется ярко выраженной континентальностью, сухостью и обилием тепла. Высокая континентальность проявляется в резких температурных контрастах дня и ночи, зимы и лета. Тёплый период со средней суточной температурой воздуха выше 0 ^{0}С длится 8 месяцев в северной части области и около 10 месяцев в южной. Лето повсеместно в области жаркое, длинное и исключительно сухое. Средняя температура самого жаркого месяца - июля - колеблется в пределах 21-29 ^{0}С. Абсолютный максимум 47 ^{0}С (Шардара) [1].

Зима в области короткая, с частыми оттепелями, мягкая. Самый холодный месяц – январь, средняя температура которого -11,5 ^{0}С на севере области и -1,5 ^{0}С на юге. Абсолютный минимум температуры воздуха -30 ^{0}, -41 ^{0}С. Абсолютная годовая амплитуда температуры (разность между абсолютной максимальной и абсолютно минимальной температурой воздуха) достигает 87 ^{0}С.

Засушливость – одна из основных отличительных черт климата области. Годовое количество осадков в равнинной части области составляет 130-250 мм, в предгорьях оно увеличиваеся до 400-600 мм и более, в горных районах (на высоте более 1000 м над уровнем моря) – до 700 мм и более. По сезонам года осадки распределяются крайне неравномерно. Отмечаются два максимума осадков: главный, резко выраженный, – весной и второстепенный – осенью. Лето очень сухое.

Снежный покров незначителен и неустойчив (особенно в южных районах). На севере области он держится 2-3 месяца, в предгорных и горных районах - от 3 до 7 месяцев и более. На крайнем юге области снежный покров отсутствует вообще. Средняя высота снежного покрова на севере области 10-25 см, в предгорьях – 15-30 см, а в горах – 30-40 см и более.

В горных районах на температурный режим и обеспеченность осадками, кроме высоты местности, большое влияние оказывают форма рельефа и экспозиция склонов. Поэтому даже на небольших территориях, но при сильно изрезанном рельефе климатические условия сильно различаются.

В области преобладают северные, северо-восточные и восточные ветры. Средние годовые скорости их колеблются в пределах 1,9-3,9 м/с. Наибольшие скорости ветра характерны для восточных районов. Самые сильные ветры (5,1 м/с) наблюдаются в районе Аксорана. Там, где рельеф очень расчленен, преобладают местные ветры.

В ветровом режиме г. Шымкента преобладают ветры восточного, юго-восточного и ВЮВ направлений. Повторяемость ветра ВЮВ направления составляет в среднем 49 % в год, восточного – 28 %, а юго-восточного направления – 14 %. Повторяемость штиля составляет в среднем 26 % в год, в холодное полугодие повторяемость штилей колеблется от 23 до 35 %, а в теплое полугодие его повторяемость уменьшается и колеблется от 18 до 25 %. Также ветровой режим города характеризуется преобладанием слабых ветров, средняя годовая скорость ветра составляет 1,9 м/с, а средние годовые скорости ветра колеблются в пределах 1,5-2,4 м/с, увеличение скоростей ветра отмечается в весенне-летний период и составляет 2-2,4 м/с, осенью и зимой наблюдается уменьшение скоростей ветра до 1,5-1,8 м/с [3].

Для наглядности построены графики изменения среднемесячной скорости ветра и повторяемости штиля (%) внутри года, которые представлены на рисунках 1-2.

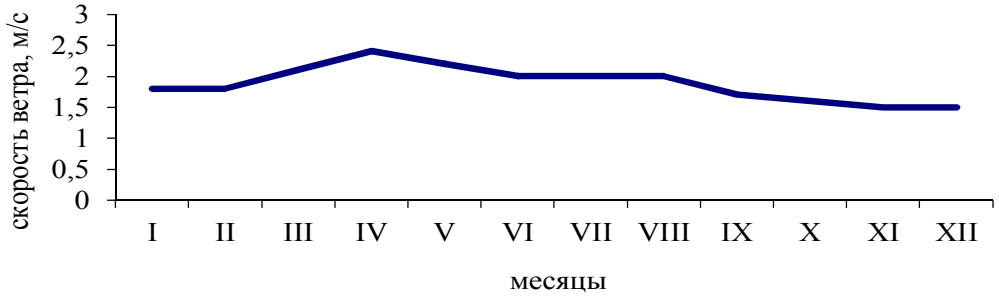


Рис. 1. Внутригодовое изменение среднемесячной скорости ветра, м/с

Сегодня Южно-Казахстанская область – одна из самых динамично развивающихся в стране. На лучших предприятиях региона наблюдается устойчивый рост экономических показателей. Другим свидетельством успешного развития экономики стало появление новых предприятий и создание новых рабочих мест, прежде всего в сфере переработки хлопка. На сегодняшний день промышленность области производит 33-35 % от общего промышленного производства республики [4].

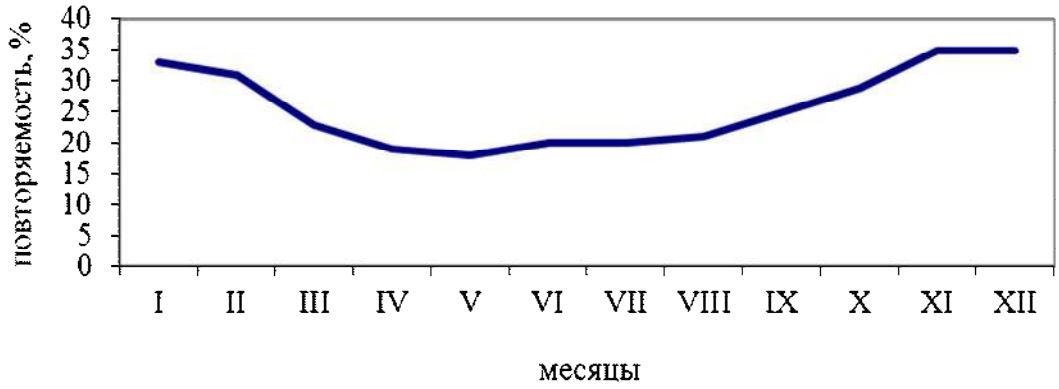


Рис. 2. Изменение повторяемости штиля в течении года, %

Шымкент является одним из крупнейших промышленных центров Республики Казахстан. Промышленность города представляют такие крупные предприятия, как ОАО «Петро Казахстан Ойл Продактс», АО «ПК «Южполиметалл», АО «РФС», ОАО «Энергоцентр-3», АО «Шымкентцемент», АО «ИнтерКомШина», Гидролизный завод, АО «Химфарм», АО «Асбоцемконструкция», ОАО «Шымкентмай», ТОО «Шымкентпиво» и др [4].

При разработке схем размещения промышленных объектов, проектировании и реконструкции промышленных предприятий, а также при решении многих практических задач, связанных с защитой чистоты атмосферы, большое значение имеет информация о рассеивающей способности атмосферы (РСА) или о потенциале ее загрязнения (ПЗА).

Понятие ПЗА было введено в США для описания общих условий рассеивания примесей. В настоящее время предрасположенность атмосферного воздуха к загрязнению характеризуется потенциалом загрязнения атмосферы, который понимается как сочетание метеорологических факторов, обусловливающих уровень возможного загрязнения атмосферы от источников в данном географическом районе.

Ниже приводятся особенности климатического потенциала загрязнения атмосферы и районирование по нему территории Казахстана подробно изученные в работе В.Г. Сальникова [5].

Сложный характер рельефа южной, юго-восточной и восточной зон Казахстана является причиной установленных особенностей в распределении по территории республики условий переноса и рассеивания примесей в атмосфере. Эти особенности позволяют по небольшому числу аэрологиче-

ских станций весьма ориентировочно характеризовать всю территорию республики с точки зрения предрасположенности ее воздушного бассейна к загрязнению по климатическим условиям. Между тем, в связи с интенсивным развитием промышленного производства и строительством жилых районов мероприятия по охране атмосферного воздуха от загрязнения требуют детального районирования территории республики по потенциалу загрязнения атмосферы.

Согласно условной классификации ПЗА, произведенной ГГО [5], относительный потенциал загрязнения определяется на основе принятых пяти степеней (таблица 3):

Т а б л и ц а 3. **Основные градации потенциала загрязнения атмосферы**

Степень	ПЗА	Значение ПЗА
I	Низкий	< 2,4
II	Умеренный	2,4-2,7
III	Повышенный	2,8-3,0
IV	Высокий	3,1-3,3
Va	Очень высокий	3,4-3,6
Vб		3,7-4,0

По степени предрасположенности атмосферы к загрязнению вся территория Казахстана может быть разделена на ряд зон (рисунок 3):

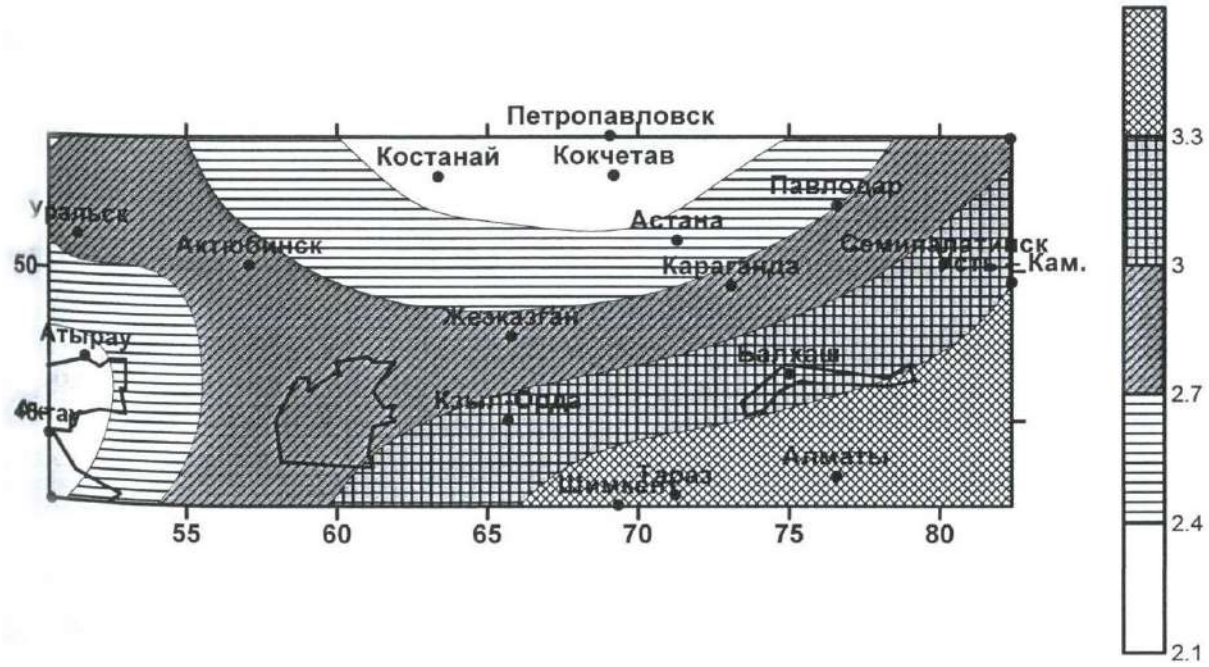
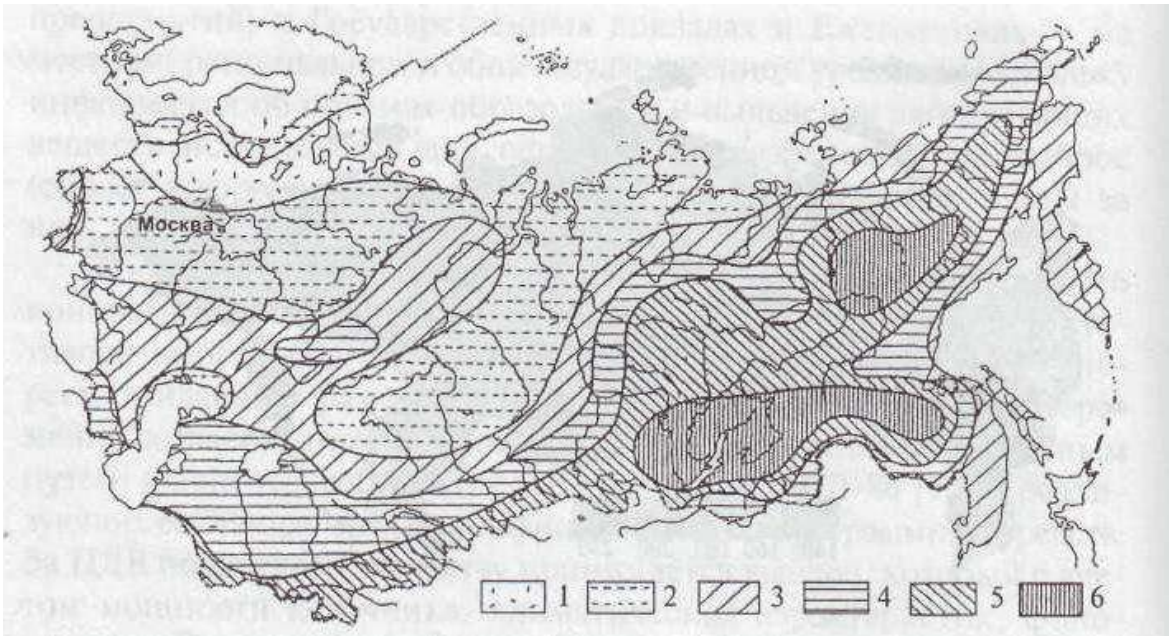


Рис. 3. Районирование территории Казахстана по среднему климатическому ПЗА [5]

Согласно рисунку 3, город Шымкент и прилегающие к нему территории находятся в четвертой зоне, характеризуемой высоким ПЗА. Рассеивающие способности атмосферы в этой зоне слабые, что является следствием высоких повторяемостей слабых ветров (40-52 %) и приземных инверсий – (44-50 %). Вероятность одновременного наступления слабых ветров и приземных инверсий составляет 22-29 %. Повторяемость туманов в большей части зоны достигает 3-5 %.

На рисунке 4 представлена карта бывшего СССР с районированием по потенциалу загрязнения атмосферы (по Э.Ю. Безуглой, [6]):



1 – низкий (до 2,4); 2 – умеренный (2,4-2,7); 3 – повышенный (2,7-3,0); 4 – высокий (3,0-3,3); 5 – очень высокий (3,3-3,6); 6 – наиболее высокий (3,6-4,0)

Рис. 4. Потенциал загрязнения атмосферы СССР (по Э.Ю. Безуглой)

Согласно этой карте исследуемый регион расположен в зоне высоких и очень высоких значений (3,0-3,6) ПЗА, что подтверждает вышеизложенное районирование Казахстана по ПЗА.

Большая предрасположенность атмосферы к загрязнению по климатическим условиям придает в Шымкенте – в зоне высокого потенциала загрязнения – особую важность. Она требует жесткого ограничения в построении в зонах высокого и очень высокого ПЗА промышленных и других, сильно загрязняющих атмосферу, предприятий, а также усиленного внимания к мероприятиям по охране атмосферного воздуха от выбросов существующих стационарных и подвижных источников загрязнения. Эти обстоятельства должны приниматься во внимание проектными, плановыми и другими организациями, обязанными предусмотреть природоохранные мероприятия при планировании и проектировании промышленных и жилых объектов. Кроме того, должны учитываться физико-географические и климатические особенности Казахстана. К этим особенностям относится, во-первых, то, что на территории республики преобладают легко распыляемые почвы, которые на обширных и бедных растительным покровом пустынных, полупустынных и степных просторах при наличии в большей части года сухой и жаркой погоды создают благоприятные условия для образования повышенного фона естественного загрязнения атмосферы пылью. Во–вторых, обилие солнечных дней и большая интенсивность солнечной радиации создают благоприятные условия для образования (при наличии загрязняющих веществ) вторичных вредных веществ, еще более токсичных, чем исходные продукты, в результате фотохимических реакций – образование так называемого фотохимического смога [7].

Из описания климата региона и физико-географических условий города Шымкента следует, что механизм, способствующий проветриваемости и самоочищению, носит периодичный характер и более активен в весеннее-летний период, но при этом налагается повышенная природная запыленность региона, что, в свою очередь, отражается в виде невыраженной сезонной изменчивости загрязнения воздуха Шымкента.

Рассмотренные выше физико-географические и климатические особенности позволяют сделать следующие выводы, что орография Шымкента и прилегающих территорий препятствует относительно хорошей проветриваемости города, что негативно сказывается на самоочищении атмосферного воздуха. Также следует отметить, что тип почвенного покрова определяет высокую природную запыленность воздуха – среднегодовое содержание пыли в городском воздухе составляет 2-3 ПДК [8]. В ветровом режиме города преобладают ветры восточного и юго-восточного направлений, а та-

кие предприятия, как «ПК «Петро Ойл Казахстан Продактс», «Энергоцентр-3», «Шымкентцемент» и др. расположены как раз в юго-восточной части города. Это говорит о том, что при планировании застройки территории города не учитывались физико-географические особенности и роза ветров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Утешев А.С. Климат Казахстана. - Л.: Гидрометеоиздат, 1959. – 366 с.

[2] Климатический справочник Республики Казахстан.

[3] Тажекова А.Д. Неблагоприятные метеорологические условия, обусловливающие загрязнение атмосферного воздуха города Шымкента // Материалы международной научно-практической конференции «Новые горизонты и возможности естественных и гуманитарных наук в современном обществе». – Шымкент, 2011. – С.416-420.

[4] Достай Ж.Д., Тажекова А.Д. Факторы, влияющие на загрязнение воздушного бассейна Шымкентского промышленного центра. // «Гидрометеорология и экология», 2007. № 3. – С. 150-158.

[5] Сальников В.Г. Эколого-климатический потенциал Республики Казахстан. – Алматы: Қазақ университеті, 2006 г.

[6] Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – 184 с.

[7] Тажекова А.Д., Кожабекова З.Е. Потенциал загрязнения атмосферы города Шымкента. http://group-global.org/ru/publication/16354.

[8] Тажекова А.Д. Экологическое состояние воздушного бассейна Шымкентского промышленного центра // «Наука и образование Южного Казахстана», 2007. № 5-6. – С. 93-95.

Тажекова А.Ж., Қожабекова З.Е., Исмайлова К.Б.

Шымкент өнеркәсіптік орталығының негізгі климаттық ерекшеліктері және атмосфера ластануының әлеуеті

Түйіндеме: бұл мақалада Шымкент өнеркәсіптік орталығының негізгі климаттық ерекшеліктері және оның атмосфера ластануының әлеуетіне ықпалы қарастырылған. Шымкент қаласында өнеркәсіптік кәсіпорындардың орналастыруын жоспарлау барысында физикалық-географиялық, климаттық жағдайлардың және жел кестелерінің ескерілмегендігін айтуға негіз бар.

Түйін сөздер: атмосфера ластануының әлеуеті, атмосфераның ластануы, ластаушы заттар, шығарылымдар, физикалық-географиялық жағдай, климат, жел кестесі, орография, өнеркәсіптік орталық.

Tazhekova A.D., Kozhabekova E.E., Исмайлова К.Б.

Main climatic features and potential of pollution of the atmosphere of the Shymkent industrial center

Summary: This article examines the main climatic features of the Shymkent industrial center and their influence on the potential of atmospheric pollution. There is reason to believe that the physical geographical, climatic conditions and wind rose were not taken into account when planning the location of industrial enterprises in Shymkent.

Key words: atmospheric pollution potential, pollution, pollutants, emissions, physical and geographical conditions, climate, wind rose, orography, industrial center.

УДК 621.395

G. S.Tulentaeva
(International kazakh-turkish university named after K. A. Yassawi, Kazakhstan,
South Kazakhstan region, Turkestan.
E-mail: tulentaeva_g.87@mail.ru)

INVESTIGATION OF THE OPERATING MODE OF IP-TELEPHONY IN A LOCAL NETWORK

Abstract. Broadly speaking, the main task of IP-telephony is to provide natural voice or video communication of at least two persons who are subscribers of various communication networks through a packet-switched communication network. IP-telephony allows to significantly save the required bandwidth of channels, which inevitably leads to a reduction in tariffs, especially for long-distance and international telephone calls. Since traditional telephone networks commute electrical signals with a guaranteed bandwidth sufficient to transmit voice spectrum signals.

Key words: telecommunications, IP-telephony, jitter, communication, packet switching, sound mode

Г.С. Тулентаева
(Международный казахско-турецкий университет
им. Х. А. Ясави, Казахстан, Южно-Казахстанская область, г.Туркестан
E-mail: tulentaeva_g.87@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

Аннотация. В широком смысле основная задача IP-телефонии заключается в обеспечении естественного речевого или видеообщения как минимум двух лиц, являющихся абонентами различных коммуникационных сетей, посредством сети связи с коммутацией пакетов. IP-телефония позволяет существенно экономить требуемую полосу пропускания каналов, что неизбежно ведёт к снижению тарифов, особенно на междугородние и международные телефонные разговоры. Так как традиционные телефонные сети коммутируют электрические сигналы с гарантированной полосой пропускания, достаточной для передачи сигналов голосового спектра.

Ключевые слова: телекоммуникация, IP-телефония, джиттер, связь, коммутация пакетов, звуковой режим

Работа устройств в сети Интернет осуществляется с использованием специального Интернет-протокола (Internet Protocol — IP). В настоящее время протокол IP используется не только в сети Интернет, но и в других сетях передачи данных с пакетной коммутацией (локальных, корпоративных, региональных и другие). И во всех этих сетях, в принципе, имеется возможность передавать речевые сообщения с использованием пакетов данных. Такой способ передачи речи и получил название IP-телефония. За рубежом обычно употребляется аббревиатура VoIP—Voice over IP, хотя часто используют более узкий термин «Интернет-телефония». В данное время продолжает развиваться Национальная сеть передачи данных, осуществляется модернизация и реконструкция телефонной сети общего пользования, формируются информационные ресурсы, расширяется перечень современных и перспективных услуг телекоммуникаций, включающий такие услуги как: электронный документооборот; электронная коммерция; дистанционное обучение; мультимедиа; телеконференции; IP-телефония.

Традиционные телефонные сети коммутируют электрические сигналы с гарантированной полосой пропускания, достаточной для передачи сигналов голосового спектра. Такие сети основаны на технологии коммутации каналов, которая для каждого телефонного разговора требует выделенного физического соединения. Следовательно, один телефонный разговор представляет собой одно физическое соединение телефонных каналов. Основным недостатком телефонных сетей с коммутацией каналов является неэффективное использование полосы канала - во время пауз в речи каналов не несет никакой полезной нагрузки. Сети с коммутацией пакетов не обеспечивают гарантированной пропускной способности, поскольку не обеспечивают гарантированного пути между точками связи, т. к. IP - это не ориентированный на установление соединения и ненадежный протокол передачи. Термин "не ориентированный на установление соединения" означает, что сеанс для обмена данными не устанавливается. Термин "ненадежный" означает, что доставка не гарантируется. IP всегда предпринимает все усилия, чтобы доставить пакет. Для приложений, где не важен порядок и интервал прихода пакетов, например, e-mail, время задержек между отдельными пакетами не имеет решающего значения. IP-телефония является одной из областей передачи данных, где важна динамика передачи сигналов, которая обеспечивается современными методами кодирования и передачи информации. Увеличение пропускной способности каналов IP-телефонии приводит к возможности успешной конкуренции с традиционными телефонными сетями. /1/

При IP-телефонии возникает ряд очевидных проблем, вследствие того, что речевые потоки преобразуются в IP-пакеты, из-за этого речь одного собеседника может доходить до другого с опозданием, пакеты могут приходить с разной скоростью. Для предотвращения задержек голосового/12/ общения в режиме реального времени, наиболее значимой становится задача исследования методов и путей повышения качества/10/, функционирования цифрового оборудования. /2/ Чтобы сделать IP-систему более безопасной/13/, не менее важно защитить IP- и программные телефоны.

Целью данной статьи является исследование методов и путей снижения задержек и повышения качества работы узла IP-телефонии.

Методика проведения эксперимента. Для проведения исследования на рисунке 1 приведена локальная сеть, состоящая из hub, пяти компьютеров. Один из компьютеров является сервером /7/, где

выполняются изменение параметров программы PIPE, т. е. изменяются размеры звукового буфера и звуковые режимы.

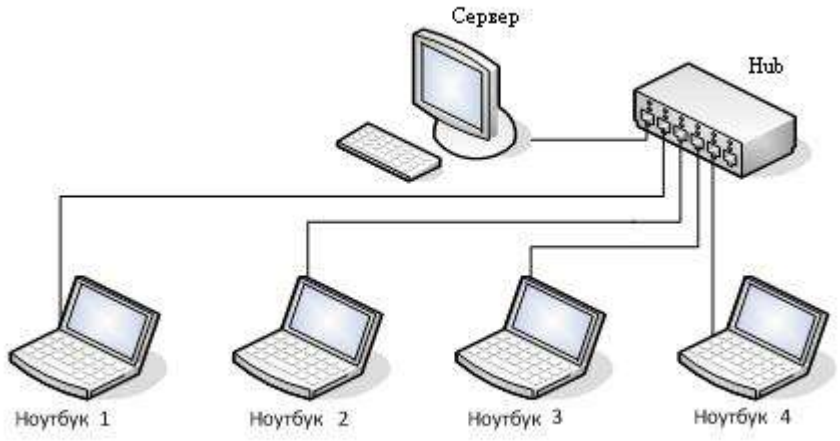


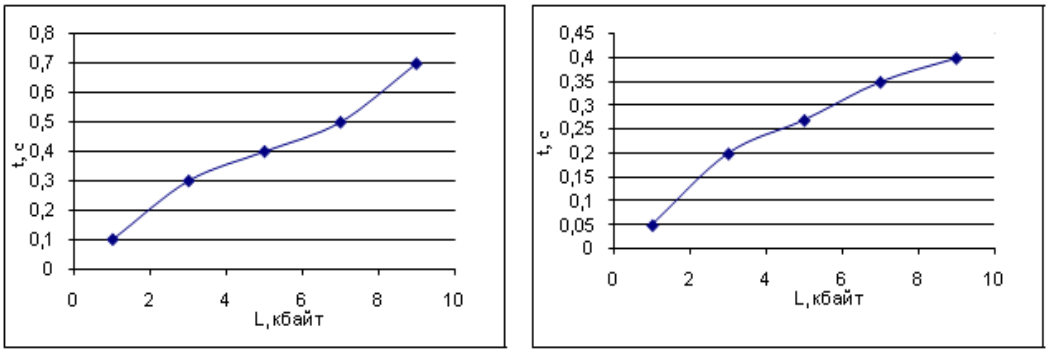
Рис. 1. Локальная сеть IP-телефонии

PIPE (Personal Internet Phone Equipment -Персональное оборудование IP-телефонии) - предназначена для голосового общения в режиме реального времени при соединении компьютеров и IP сети. PIPE обеспечивает надежную и качественную передачу голоса IP-телефонии через Интернет либо локальную сеть. /3/

Для оценки снижения задержек и обеспечения качественной речи эксперимент проводится по двум режимам: Direct Sound и Waveform Audio. Изменяя размер звуковых буферов, где накапливается информация, фиксируется задержка голосового сигнала по секундомеру.

Когда речь или данные разбиваются на пакеты для передачи через IP-сеть, пакеты часто прибывают в пункт назначения в различное время и в разной последовательности, Это создает разброс времени доставки пакетов, которое называется джиттером/6/. Он приводит к специфическим нарушениям передачи речи, слышимым как трески и щелчки, т. е. как шум. Буфер сохраняет пакетов данных до тех пор, пока все пакеты не будут получены и можно будет передать в требуемой последовательности для минимизации джиттера/9/ (т.е. шума). В буфере происходит прием и переупорядочивание пакетов для обеспечения интеллектуальной обработки потерь пакетов и времени задержек между пакетами. Главной целью здесь является преодоление влияния переменной задержки между пакетами, т. е. джитттера/5/. Решение этой проблемы состоит в буферизации достаточного числа поступающих пакетов (при отложенном их воспроизведении) в зависимости от размера буфера с тем, чтобы воспроизведение было непрерывным, даже если время между поступлением пакетов сильно разнится. Т. е. чем больше размер звукового буфера, тем меньше будет шум, но речевые сигналы будут приниматься с опозданием, т. е. с задержкой, с промежутком времени, требуемый для передачи пакета через сеть и время необходимое цифровому сигнальному процессору DSP или другим устройствам обработки для кодирования и декодирования речевого сигнала. /1/

По результатам эксперимента, используя локальную сеть (рис.1) информация передавалась с ноутбука 1 на ноутбук 2 через сервер и всем остальным ноутбукам. Условия эксперимента таковы, изменяем L- размеры звукового буфера (L=1, 3, 5,.. кбайт) и определяем время задержек в двух режимах. Результаты эксперимента отражены на рисунке 2, где представлены зависимость времени задержек речи от размера звуковых буферов по обоим режимам.



а) б)

Рис. 2. Зависимость времени задержек речи от размера звуковых буферов в режимах а) Direct Sound и б) Waveform Audio

Таким образом, как показано на рисунке 2, при меньшем размере объема буфера (L) временная задержка при приеме голоса минимальная, но уровень шумов максимальный, при этом голосовой сигнал был принят с незаметной задержкой, и тональность речи была неразборчива. А при большем размере получаются противоположные результаты (т.е. уровень шумов максимальный, но временная задержка минимальная), где отлично разборчива тональность речи, но большая временная задержка голоса. Поэтому, в целях удовлетворения требованиям потребителя наиболее лучшим вариантом будет являться принимаемый голос со средним размером звукового буфера/8/.

В инструкции данной программы PIPE не указаны достоинства и недостатки указанных режимов, поэтому была проведена сравнительная характеристика задержек голосового сигнала/11/ в двух режимах на рисунке 3, чтобы выявить преимущества одного режима перед другим.

Кроме того, программа была дополнена с функций «искажения», изменяемых пределах 0,001-0,01%. Дополнительные эксперименты будут проведены для функции «искажения» 0,005%. Результаты эксперимента в данном случае не отражены, т. к. в дальнейшем предполагается исследования более детального характера.

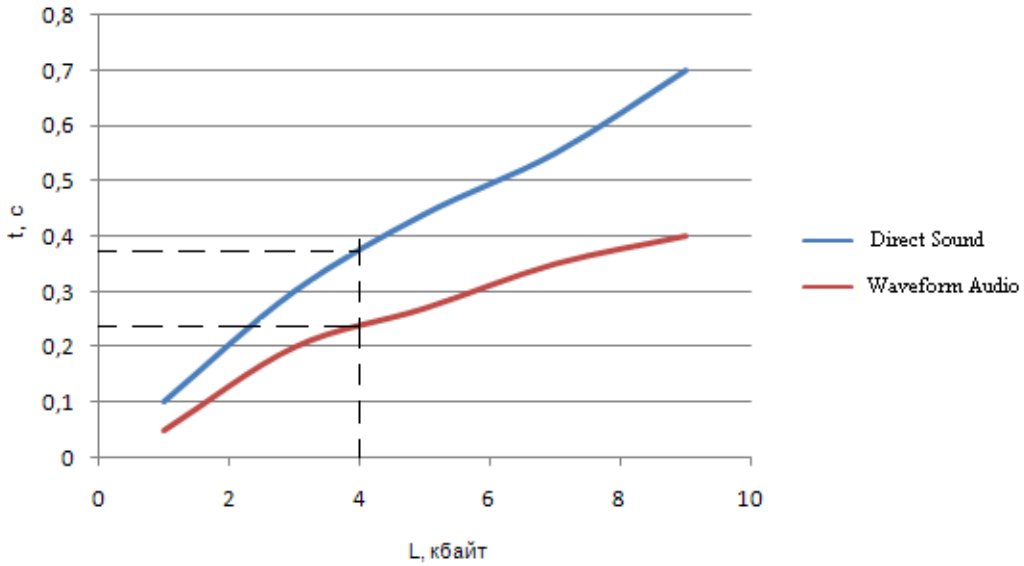


Рис. 3. Сравнительная характеристика задержек голосового сигнала для звуковых режимов Direct Sound и Waveform Audio

Как показано на рисунке 3, при сравнении двух звуковых режимов Direct Sound и Waveform Audio/2/ можно сделать вывод, что наиболее лучшим из них является режим Waveform Audio. Нап-

ример, там где L=4 кбайт видно, что задержка голосового сигнала для Waveform Audio t=0,22 с, а для режима Direct Sound t=0,36 с, так как при данном режиме качество тональности голоса улучшается, речь становится разборчивее, эхо подавляется.

Вывод. Таким образом, проведенный эксперимент рекомендует наилучшие условия работы узла IP-телефонии для локальной сети.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Росляков А.В., Самсонов М.Ю., Шибаева И.В. IP-телефония. - М.: Эко-Трендз, 2003.-252с.

[2] Всеволод Кшиштов, Системы подвижной радиосвязи/ Перевод с польского И.Д. Рудинского; под.ред. А.И. Ледовского, М.: Горячая линия –Телеком, 2006.-429 с.

[3] Камнев В.Е., Черкашев В.В., Чечен Г.В. Спутниковые системы связи. — Учебное пособие. — М.: Альпина, 2004. — 536 с.

[4] Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. — Учебное пособие. — М. : Эко-Трендз, 2005.-384 с.

[5] Иванова Т.И. Корпоративные сети связи – М.: Эко-Трендз, 2009.-282 с.

[6] Шахгильдяна В.В. Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации. — Учебное пособие. — М.: Радио и связь, 2002. — 465 с.

[7] Бартенев В.А., Кантора Л.Я. Спутниковая связь и вещание. —Справочник. —3-е издание.- М.: Радио и связь, 2007. — 528 с.

[8] Липеровский В.А., Похотелов О.А. Ионосферные предвестники землятрясений. — Справочник. — М.: Наука, 2004. — 304 с.

[9] Скляр Б. Цифровая связь. — Теоретические основы и практическое применение.— М.: Вильямс, 2003. — 1104 с.

[10] Альперт Я.Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности . — Учебное пособие.— М.: Наука, 2003. — 564 с.

[11] Kasaei, Mohammad Javad; Gandomkar, Majid; Nikoukar, Javad. RENEWABLE ENERGY. Том:114 С:1180-1188 Част:В Опубликовано:DEC2017

[12] Ряд технических решений для приема и вещания пакета в сетях КТВ// Электронная версия на сайте http://www.lans.spb.ru/data/files/87_file.pdf

[13] Ведерко А.В. Доступ к интернет на основе спутниковых технологий. — Учебное пособие.— М.: Сети и системы связи, 2006. — 564 с.

Tulentaeva G. S.

Investigation of the operating mode of IP-telephony in a local network.

Abstract. Broadly speaking, the main task of IP-telephony is to provide natural voice or video communication of at least two persons who are subscribers of various communication networks through a packet-switched communication network. IP-telephony allows to significantly save the required bandwidth of channels, which inevitably leads to a reduction in tariffs, especially for long-distance and international telephone calls. Since traditional telephone networks commute electrical signals with a guaranteed bandwidth sufficient to transmit voice spectrum signals.

Key words: telecommunications, IP-telephony, jitter, communication, packet switching, sound mode

Тулентаева Г.С.

IP-телефония жұмысының режимін локальді желіде зерттеу.

Түйіндеме. Ауқымды мағынада IP-телефонияның негізгі міндеті минимум екі әртүрлі коммутациялық байланыстардың абоненттерінің табиғи сөз және видеоқарым- қатынас алмастыруды ұйымдастыру болып табылады. IP-телефония, әсіресі ел және қала арлық телефонды байаныс тарифтерін арзандатуға алып келетин арналар өткізу жолғын үнемдеуді қамтамассыз етеді. Дәстүрлі телефон желілері сигнал спектрін беру үшін жеткілікті кепілдендірілген өткізу қабілеті бар электр сигналдарын ауыстырады.

Кілт сөздер: телекоммуникация**,** IP-телефониясы, джиттер, байланыс, пакеттер коммутациясы, дыбыс режимі.

УДК 004.4'22

N.N. Zhaksybayeva, B.S. Kubekov, A.T. Nurmaganbetova
(Faculty "Academy of cinema and television" of the Turan University,
Almaty, Republic of Kazakhstan, e-mail: 333_nataly@mail.ru)

DEVELOPMENT OF TOOLS SMART TRAINING ON THE BASIS OF ONTOLOGICAL APPROACH

Abstract. Dynamics of development of digital educational resources and portals corresponds to demanded increase in volume of professional knowledge of students in higher educational institutions. Now Internet training at a basis of educational portals, for example the automated information system Platonus is of the greatest interest of teachers of the universities. Many educational institutions are engaged in development of additional universal network educational resources, including, the distant courses oriented on use on the Internet for independent training.

Today for independent education of students electronic courses which comprise the information document with the list of the basic concepts and objects, and also links to literature are used. The course is, as a rule, provided by the lecturer and has no independent focus of a study of theoretical material, except execution of practical jobs.

For the solution of this problem we offered the knowledge base based on ontological approach and visualized in the form of a conceptual graph on knowledge expression in an information portal on the basis of the MySQL server. Expression characterizes a reference concept by the mandatory identifying and concretizing values. The relations to honey concepts are defined by three categories: composition (conjunction), aggregation (disjunction) and alternative choice (XOR).

It is obvious that the information portal will allow to expand possibilities of independent training and will increase proficiency level.

Keywords. Ontology, reference concepts, components of knowledge, CDIO, education, engineering of data domain, content.

Н.Н. Жаксыбаева, Б.С. Кубеков, А.Т. Нурмаганбетова
(Университета «Туран»,
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: 333_nataly@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ SMART ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Аннотация. Динамика развития цифровых образовательных ресурсов и порталов соответствует востребованному увеличению объема профессиональных знаний студентов в высших учебных заведениях. В настоящее время наибольший интерес преподавателей ВУЗов представляет Интернет-обучение на основе образовательных порталов, например автоматизированная информационная система Platonus. Многие учебные заведения занимаются разработкой дополнительных универсальных сетевых образовательных средств, в том числе, дистанционных курсов, ориентированных на использование в сети Интернет для самостоятельного обучения.

На сегодняшний день для самостоятельного образования студентов используются электронные курсы, которые содержат в себе информационный документ с перечнем основных понятий и предметов, а так же ссылки на литературу. Курс, как правило, предоставлен лектором и не имеет самостоятельной направленности изучения теоретического материала, кроме выполнения практических заданий.

Для решения данной проблемы нами предложена база знаний, основанная на онтологическом подходе и визуализированая в виде понятийного графа по знаниевому выражению в информационном портале на основе сервера MySQL. Выражение характеризует опорное понятие обязательными идентифицирующими и конкретизирующими значениями. Отношения меду понятиями определены тремя категориями: композиция (конъюнкция), агрегация (дизъюнкция) и альтернативный выбор (XOR).

Очевидно, что информационный портал позволит расширить возможности самостоятельного обучения и повысит уровень обученности.

Ключевые слова. Онтология, опорные понятия, знаниевый компонент, CDIO, образование, инженерия предметной области, контент.

Стремительное развитие инновационных процессов в сфере высшего образования является важным критерием современного этапа развития общества. Требования к ВУЗам в настоящее время определяются государственной программой развития образования, на которую направлены все инновационные образовательные стартапы[1].

Основным направлением в учебном процессе высшего учебного заведения (ВУЗ) – это обеспечение развитие потенциала будущих специалистов для созидательной, творческой деятельности с усилением самостоятельной работы. В качестве наиважнейшей цели реформирования высшего образования стоит цель научить будущего специалиста IT отрасли самостоятельно взаимодействовать с инновационно - развивающимся миром профессионального труда. Работа по подготовке таких специалистов в сочетании с широкой консультативной деятельностью может стать одной из «точек роста» в развитии отечественной высшей школы» через вступление в зону Европейского высшего образования и развитием Цифрового Казахстана [2].

Для формирования будущего специалиста уже недостаточно влияния человеческого капитала. Необходимость изменений в структуре образовательных организаций и тенденций в организации учебного процесса, обуславливают во-первых, применение SMART методик графического представления и организации знаний; во-вторых, разработку дисциплин и учебных планов на основе онтологий знаний и взаимосвязи индивидуальных способностей обучающихся с бизнес - требованиями рынка труда, в-третьих - персонализацию (индивидуализацию) обучения, предполагающую гибкость образовательных ресурсов и услуг за счет применения интерактивной образовательной среды и инструментальных средств обучения[3].

С учетом современных требований, предъявляемых к ИТ - специалистам, происходит активное развитие проектного метода обучения, ориентированного на обучающегося и интегрированного с проблемами и опытом реального производства. Развитие информационных технологий положило начало концепции Smart-образования, в основе которой лежат идеи индивидуализации обучения, привлечения студентов к инженерной деятельности на ранней стадии обучения, усиления их мотивации к профессиональному обучению, в соответствии с инициативой CDIO [4].

Установление связи между теорией и практикой в инженерном образовании осуществляется на основе стандартов CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate / Придумывай-Разрабатывай-Внедряй-Управляй). Основой модернизации инженерного образования согласно CDIO является подготовка студентов к комплексной инженерной деятельности, которая включает:

- **Conceive -** изучение потребностей в продуктах инженерной деятельности и возможностей их удовлетворения, планирование производства продукции;
- **Design** - проектирование продуктов инженерной деятельности на дисциплинарной и междисциплинарной основе;
- **Implement** - производство продуктов инженерной деятельности и их интеграция;
- **Operate -** применение продуктов инженерной деятельности, управление их жизненным циклом и утилизация [5].

В настоящее время 120 университетов мира реализуют концепцию CDIO. Новаторами проекта был Массачусетский технологический институт, а так же ведущие технические университеты Швеции. Российская Федерация вступила в ряды CDIO Initiative в 2011 году.[6]

Увеличение объема профессиональных знаний и высокая динамика развития информационных технологий порождает большое количество сетевых образовательных средств и продуктов. В последнее время наибольший интерес представляет Интернет-обучение. Многие учебные заведения занимаются разработкой сетевых образовательных средств, в том числе, дистанционных курсов, ориентированных на использование в сети Интернет.

В настоящее время для самостоятельного образования студентов ВУЗов используются автоматизированные информационные системы, которые содержат в себе текстовый документ, может быть с графической информацией, с перечнем основных понятий дисциплины, ссылки на литературу. В Университете «Туран» основной системой управления учебным остается Platonus[7]. Основной проблемой развития самостоятельного обучения в Казахстане стала технология разработки электронных курсов или цифровых образовательных ресурсов. Но ее можно назвать «механической», так как курс, как правило, создается механическим переносом программистами в электронную оболочку того материала, который был предоставлен лектором. Поскольку преподаватель, который может создать хороший курс по своей дисциплине, мало знаком с современными информационными технологиями или передает ее исполнителю. А сложность оболочки системы обучения приводит к тому, что преподаватель оторван от процесса создания самого курса и контент непосредственно связан с дисциплиной, которая может изменится со временем, и тот объем знаний который был представлен будет перенесен в другую дисциплину[8].

Для решения насущной проблемы необходимо создать инструментальную среду позволяющую не только осуществлять связь информации с дисциплиной, но и формировать изначально базу знаний, а затем компоновать контент дисциплины, что позволит сделать ее независимой от интерпретации конкретного учебного процесса.

База знаний представляет собой семантический трехуровневый граф (онтологию) опорных понятий определенной области знаний. Для опорных понятий выполнена привязка к лекционным материалам дисциплин. Для терминов возможно определение близости друг с другом. Основное направление работы - визуальное отображение части семантической сети, имитирующее "видение" опорного понятия преподавателем или студентом. Описание онтологии придерживается четкой методике стандартов описания и составления понятийного графа. Для хранения информации используется база знаний на основе mySQL, в качестве сервера, к которому будут обращаться локальные или удалённые преподаватели или студенты информационной системы[9]. Для создания интерфейса связывающего контент и опорное понятие с пользователем применен механизмом доступа с использованием языка PHP. Представление лекционного материала и описание опорных понятий визуализируется на web-странице [10].

На сегодняшний день практически не существует образовательных систем решающих эту задачу с точки зрения онтологического подхода в обучении на основе базы знаний о понятиях.

Роль обучающих систем в таком случае будет сведена к роли интеллектуальных агентов, которые будут производить выборку из баз знаний в зависимости от знаниевых компонент (также возможно построения агентов для автоматического дополнения или изменения такой базы знаний новой информацией)[11].

Методика формирования знаниевых компонент учебного контента основана на онтологии, по использованию в проектировании дисциплин учебного плана специальности и проведения занятий. Цель методики заключается в активизации учебно - познавательной деятельности обучающихся через экстенсивное воздействие на её структурные составляющие. Активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся - едва ли не центральная проблема современной дидактики, а активные методы обучения - основная забота предметно-методических систем [12].

Процесс построения онтологии начинается с выявления базовых абстракций образовательного ресурса, называемых *опорными понятиями,* набор которых определяет *семантические знания* образовательного ресурса. Каждое опорное понятие, в свою очередь, может быть идентифицировано своими конкретизирующими понятиями.

Визуально онтология представляется ориентированным графом - G, вершинами которого являются понятия, а ребрами - отношения между ними. Корневая вершина графа - опорное понятие учебного контента, идентификация которого ограничивается не более чем двумя уровнями дочерних понятий иерархии. Необязательное конкретизирующее понятие графа является висячей вершиной, то есть вершиной, не имеющей своих дочерних конкретизирующих понятий [13].

Отношения между понятиями определены тремя категориями:

- "Композиция" - отношение, в котором отражается свойство общности для дочернего понятия, и обязательность присутствия дочернего понятия во всех экземплярах родительского понятия. Обозначение – «*»

- "Агрегация" - отношение, в котором отражается свойство общности для дочернего понятия, и необязательность присутствия дочернего понятия в экземплярах родительского понятия. Обозначение – «+»

- "Альтернативный выбор" - отношение, в котором отражается свойство изменчивости дочернего понятия и необязательность его присутствия в экземплярах родительского понятия.

Обозначение – «~»

Для отображения знаний принята алгебраическая модель знания, которая представляется в виде *выражения знания* - специально разработанной нотации, представляющей собой последовательность понятий и операций над ними, с помощью которых идентифицируется *опорное понятие* онтологии.

Например, в следующем выражении знания Ci<=*Ci1(*C1~+C2)+Ci2; опорное понятие Ci идентифицируется обязательным понятием Ci1 и необязательным понятием Ci2, где обязательное понятие Ci1, в свою очередь, конкретизируется двумя дочерними понятиями: обязательным понятием C1 и альтернативным ему необязательным понятием C2 [14].

Как видно из приведенного примера, выражение знания имеет формат оператора, в котором символ '<=' обозначает отношение «импликация», то есть отношение, при котором набор из понятий Ci1, C1, C2 и Ci2 влечет идентификацию опорного понятия Ci, или, другими словами, импликация ассоциируется с причинностью.

В качестве примера визуализации опорных понятий, реализован ориентированный граф (рисунок 1).

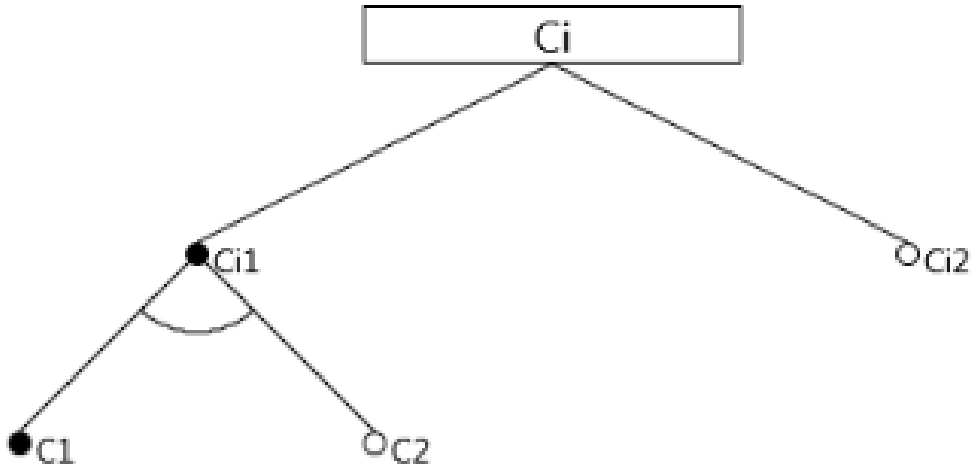


Рис. 1. Понятийный граф опорного понятия C_1

Инновационная деятельность в образовании в первую очередь должна быть направлена на использование образовательных и информационных технологий, в рамках единой парадигмы образования, под которой будем понимать базовую модель конкретного способа организации учебной информации на основе онтологии знаний. Нами разработан информационный портал, позволяющий на основе онтологического графа сформировать понятий граф с базовыми опорными понятиями.

Изучив определенный материал можно сконструировать граф из опорных понятий и определить какие понятия обязательные для изучения, а какие возможно пропустить.

Согласно принципам Semantic Web, процесс создания электронных документов разбивается на две части: Создание web - онтологии документа, содержащей некоторые опорные понятия и визуализация содержимого онтологии, т.е. получение содержимого онтологии в некотором виде и формате.

Визуальная реализация позволит запомнить структуру урока, а так же отношения между конкретизирующими понятиями (рисунок 2).

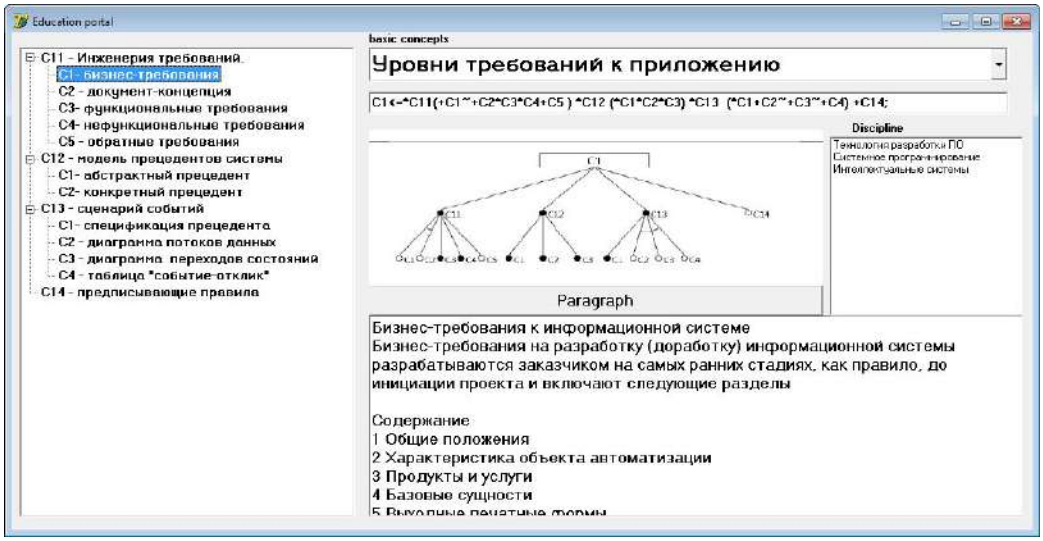


Рис. 2. Информационный портал опорных понятий

Кроме визуализации конкретизирующих понятий можно определить междисциплинарные связи данного опорного понятия, используя раздел «Discipline».

Обучение принимает интеллектуальный характер, поскольку обучающийся может самостоятельно создать граф обучения и определить опорные понятия. Исследовав таким образом лекционный материал, формируются четко ограниченные и необходимые знания в предметной области, так как из обширного материала будут выбраны знаниевые компоненты.

Основное назначение портала заключается в определении формальной семантики некоторого знания, в сочетании с удобными формами хранения и представления для восприятия.

Потребность в разработке онтологических графов в образовании возникает в связи с необходимостью[15]:

• совместного использования общего понимания структуры понятий учебного контента;

• моделирования понятий учебного контента, что требует проведения анализа соответствия между объектом и его свойствами и для восприятия объекта в качестве варианта понятия;

• проектирования системных абстракций учебного контента на основе свойств общности и изменчивости;

• повторного использования знаний при проектировании образовательных программ.

Таким образом данная методика формализации знаниевых компонент планируемого обучения с применением онтологического инжиниринга, реализована в виде информационного портала и позволит изменить метод обучения на исследовательский и компетентностный.

Применение данной методики для всех последующих этапов CDIO, дает возможность определить необходимый и достаточный набор *профессиональных, базовых и дополнительных* компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся для успешного выполнения изучения дисциплины для которой были выбраны определенные опорные понятия[16].

Традиционное обучение приобретает характер процесса обслуживания, где преподаватель выступает в роли «официанта», а студент «поглощает» тот учебный продукт, который непосредственно ему предлагается. Таким образом, преподаватель рассматривается как источник удовлетворения потребностей студентов в знаниях и навыках, но не как деловой равноправный партнер, взаимодействие с которым позволяет наиболее продуктивно овладевать общекультурными и профессиональными навыками. Внедрение новых технологий обучения и трансформация уже имеющихся – это реальный путь усовершенствования организации процесса обучения в новых современных условиях.

В связи с этим появилась реальная потребность в подготовке кадров в сфере IT, готовых выступать не только в роли преподавателя-лектора, но и в роли преподавателя - путеводителя. Именно такой преподаватель способен не только дать общее представление об изучаемой дисциплине, но и научить современным способам представления информации в виде опорных понятий, грамотно подходить к изучаемому материалу и оперировать понятиями в смежных учебных дисциплинах, а также творчески перерабатывать и интерпретировать полученные знания в понятийный граф. Совершенно очевидным является необходимость в формировании новой стратегии высшего образования, способной путем использования педагогических технологий в воспитательно-образовательном процессе вуза, восстановить утерянную гармонию в деятельности механизмов самоорганизации субъектов этого процесса.

ЛИТЕР.АТУ.РА

[1] Государственная программа развития образования и науки Республики Казахстан на 2016 - 2019 годы. – МОНРК. – Астана. – 2016.

[2] Государственная программа "Цифровой Казахстан"– МОНРК. – Астана. – 2017.

[3] Кондратенко Б.А., Методика Персонализация профессионального обучения на основе использования «Персонального Электронного Места» / Издание 3-е, переработанное и дополненное. – Калининград: МЭСИ. – 2015. –15с.

[4] Кроули Е.Ф., Программа CDIO: Описание целей и задач бакалаврского инженерного образования, – Доклад CDIO №1 изд. МИТ. –2013.

[5] http://www.cdio.org Международная инициатива CDIO.

[6] Чучалин А.И., Замятин А.В. Управление образовательной деятельностью в интегрированной системе менеджмента качества вуза // Вопросы образования. –2014, № 1. – с.116-133.

[7] http://platonus.turan-edu.kz Автоматизированная информационная система

[8] Ильин Г. Л. Философия образования – М. –2014. – С. 22-30.

[9] Гаврилова и др. Базы знаний интеллектуальных систем // Учебник для вузов. — СПб.: Питер. –2015.

[10] Patrick LeBlanc. Microsoft SQL Server 2012 Step by Step.-1-е издание. – М: Наука. – 2013. - 321с.

[11] Хуторской А.В., Компетентностный подход в обучении. Научно-методическое пособие. - М.: Издательство «Эйдос». – 2013. – 73 с.

[12] Lunev A., Petrova I., Zaripova V. Competency-based models of leaning for engineers: a comparison // European Journal of Engineering Education. – 2013.

[13] Crawley E.F., Brodeur D.R., Soderholm D.H. The education of future aeronautical engineers: Conceiving, designing, implementing and operating//Journal of Science Education and Technology. –2014, 17(2). - pp.138-151.

[14] Kubekov B., Kuandykova J., Utepbergenov I., Utegenova A. Application of the conceptual model of knowledge for formalization of concepts of educational content //9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies AICT2015. – Rostov-on-Don, 14-16 October 2015.- pp.294-306.

[15] Kubekov B., Utegenova A., Naumenko V. Applying of ontological engineering to represent knowledge and training sessions. 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies - AICT2016, Baku (Azerbaijan), 12-14 October 2016, pp.115-118.

[16] Янушкевич, Ф. Технология обучения в системе высшего образования – М.: Высшая школа, 2014. – 133 с.

Жаксыбаева Н. Н., Кубеков Б.С., Нурмаганбетова А.Т.

Онтологиялық көзқарас негізінде smart оқытудың жиынтық құралдарынның әзірлемесі

Түйіндеме. Мақалада инженерлік білім берудің ақпараттық портал арқылы білім беру түрінде жүзеге асырылатын компоненттерін моделдеу және қалыптастыру қарастырылған. Негізгі тұжырымдама ретінде төмендегі әдістер қабылданды: CDIO бастамасы кезеңдерінің компетенттік үлгісі, пәндік түсініктерді сипаттайтын синтаксис, онтологиялық инжинерия тірек ұғымдарының үлгісі. Білімдерін көрсетуде оқу контентіндегі қолдау тұжырымдамалары және бейнелік үлгілер құралдар жиынтығының әзірлемесі жүргізілді.

Түйін сөздер.Онтология, тірек ұғымдар, білім компоненті, CDIO, білім, инженерия пәндік облысы, мазмұн.

Natalia Zhaksybayeva, Bulat Kubekov, Aizhan Nurmaganbetova

Development of tools smart training on the basis of ontological approach

Summary. In article the technique of modeling and formation of educational components, implemented in the form of an educational information portal for engineering education is considered. As key concepts of a technique are accepted: competence-based models of stages of an initiative of CDIO, syntax of the description of concepts of data domain, model of display of reference concepts of a type of expressions of knowledge and ontological engineering. Work benches for development of ontologies of reference concepts of educational content and their models of display, in the form of expressions of knowledge are carried out.

Keywords. Ontology, reference concepts, components of knowledge, CDIO, education, engineering of data domain, content.

УДК 621.38

Guchenko S.A., Syzdykova A.Sh., Kasymov S.S., Yurov V.M., Platonova E.C., Zavatskaya O.N.

TEMPERATURE OF MELTING AND RECYRSTALLIZATION OF PLASMA COATINGS

Abstract. The plasma coatings obtained by simultaneous sputtering of various cathodes are studied. Coatings are obtained by the ion-plasma method in a vacuum. The research used methods of raster electronic and atomic force microscopy, measurements of microhardness.

The paper presents a methodology for estimating and predicting the melting point and the recrystallization of plasma coatings. The technique is based on measuring the surface tension of the coatings according to the dimensional dependence of any physical property of the coating.

The values of the surface tension of the multielement coatings studied are established. It is shown that the surface tension of coatings obtained in a nitrogen medium is lower than for coatings obtained in argon. It follows that the formation of nitride phases leads to a decrease in the surface energy of the coatings.

Knowing the melting point and recrystallization of coatings makes it possible to evaluate their heat resistance, corrosion resistance.

Key words: melting point, recrystallization temperature, microscopy, microhardness, surface tension

**С.А. Гученко[1], А.Ш. Сыздыкова[1], С.С. Касымов[1],
В.М. Юров[1], Е.С. Платонова[2], О.Н. Завацкая[1]**

([1]Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова,
Караганда, Казахстан, e-mail: exciton@list.ru
[2]Карагандинский государственный технический университет,
Караганда, Казахстан)

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация. Исследованы плазменные покрытия, полученные при одновременном распылении различных катодов. Покрытия получены ионно-плазменном методом в вакууме. При исследовании использовались методы растровой электронной и атомно-силовой микроскопии, измерения микротвердости.

В работе представлена методика оценки и прогнозирования температуры плавления и рекристаллизации плазменных покрытий. Методика основана на измерении поверхностного натяжения покрытий по размерной зависимости какого-либо физического свойства покрытия.

Установлены значения поверхностного натяжения исследуемых многоэлементный покрытий. Показано, что поверхностное натяжение покрытий, полученных в среде азота меньше, чем для покрытий, полученных в среде аргона. Отсюда следует, что образование нитридных фаз приводит к уменьшению поверхностной энергии покрытий.

Знание температуры плавления и рекристаллизации покрытий дает возможность оценки их жаростойкости, коррозионной стойкости.

Ключевые слова: температура плавления, температура рекристаллизации, микроскопия, микротвердость, поверхностное натяжение.

1. Введение

Уже в середине прошлого столетия стало ясно, что надо идти не по пути создания новых жаростойких сплавов, а создавать покрытия, приводящие к увеличению жаростойкости и жаропрочности. Правда нет даже качественных моделей, показывающих в каком случае можно ожидать увеличение жаростойкости. Поэтому поиск жаростойких покрытий проводится пока интуитивно и методом проб и ошибок [1-4].

Ситуация несколько изменилась после открытий высокоэнтропийных сплавов и нитридных покрытий на их основе, которые обладают повышенной жаростойкостью [5-6}. Однако в этом направлении сделаны только первые шаги.

В настоящей работе мы делаем попытку предсказания таких покрытий, которые бы показывали повышенную жаростойкость.

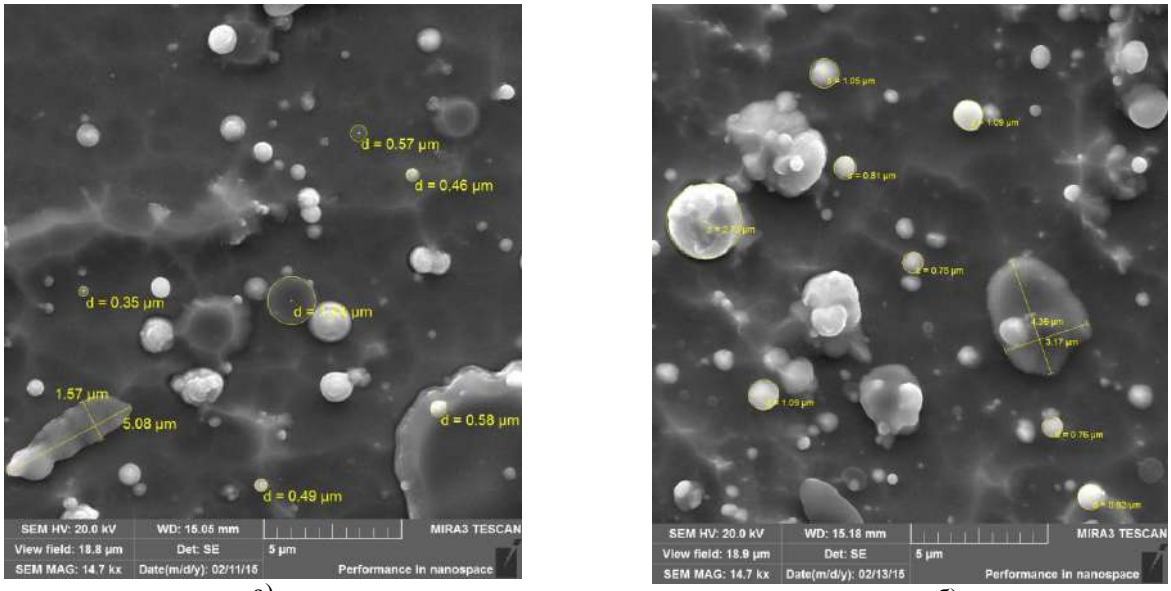
2. Методика эксперимента

В настоящей работе использовались многоэлементные катоды, полученные методом индукционного плавления, и катоды из стали 12Х18Н10Т. Покрытия наносились на стальные образцы ионно-плазменным методом на вакуумной установки ННВ-6.6И1 при одновременном распылении указанных выше катодов. Электронно-микроскопическое исследование было проведено на растровом электронном микроскопе MIRA 3 фирмы TESCAN. Исследования проводились при ускоряющем напряжении 20 кВ и рабочем расстоянии около 15 мм. Для каждого образца было сделано по 4 снимка с 4 точек поверхности при разных увеличениях: 245 крат, 1060 крат, 4500 крат и 14600 крат. А также проведен энергодисперсионный анализ в 4 точках поверхности каждого образца.

Оптическая микроструктура исследовалась на металлографическом микроскопе Эпиквант, а в наномасштабе - на атомно-силовом микроскопе NT-206. Исследование микротвердости покрытий проводилось на микротвердомере HVS-1000A. Поверхностное натяжение покрытий определялось по методике, подробно описанной в работе [7].

3. Результаты эксперимента

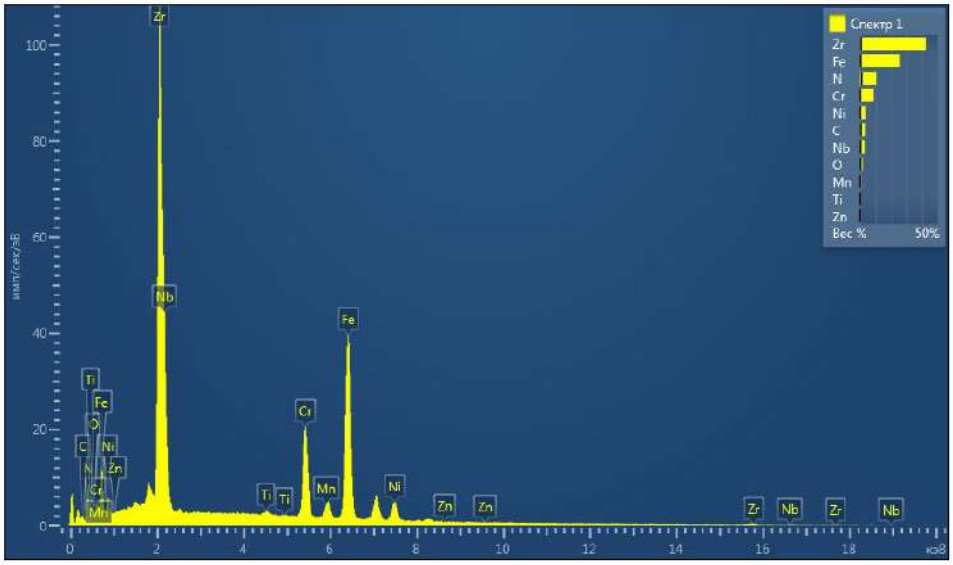
На рисунке 1, в качестве примера, приведены электронно-микроскопические изображения покрытия, полученного при распылении катодов 12Х18Н10Т+Zr в среде аргона (а) и азота (б).



а) б)

Рис. 1. REM-изображения покрытия 12Х18Н10Т+Zr в среде аргона (а) и азота (б)

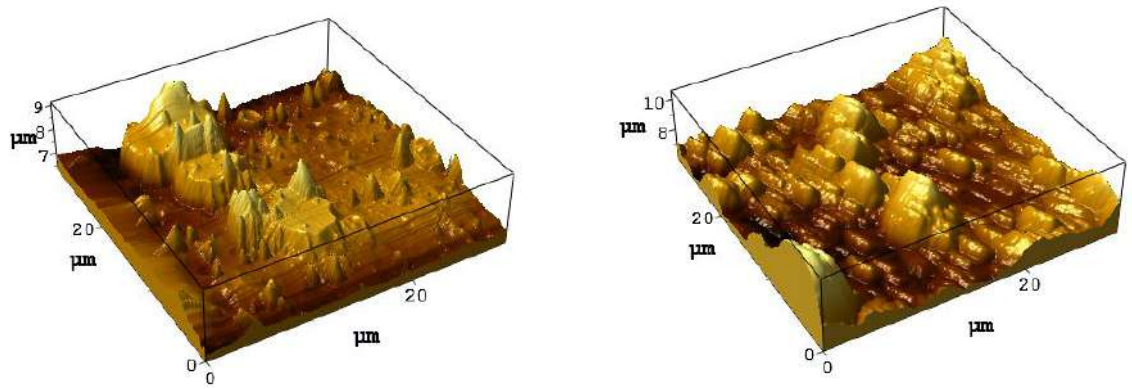
На рисунке 2 показан спектр РЭФС и элементный состав этого покрытий.



Элемент	Вес.%
C	4,28
N	10,36
O	1,56
Ti	0,23
Cr	8,77
Mn	0,70
Fe	25,82
Ni	4,69
Zn	0,00
Zr	42,84
Nb	2,75
100.00	100.00

Рис. 2. РФЭС и элементный состав 12Х18Н10Т+Zr в среде азота

На рисунке 3 показано АСМ-изображение 12Х18Н10Т+Zr.



а) б)

Рис. 3. АСМ-изображение 12Х18Н10Т+Zr в среде аргона (а) и в среде азота (б)

Зависимость микротвердости осаждаемого покрытия от его толщины описывается формулой [7]:

$$\mu = \mu_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{h}\right),$$

где μ – микротвердость осаждаемого покрытия; μ_0 – массивного образца; h – толщина осаждаемого покрытия.

Параметр d связан с поверхностным натяжением σ формулой:

$$d = \frac{2\sigma\upsilon}{RT}.$$

Где σ – поверхностное натяжение массивного образца; υ – объем одного моля; R – газовая постоянная; Т – температура.

В координатах $\mu \sim 1/h$ ($1/h$ - обратная толщина осаждаемого покрытия) получается прямая, тангенс угла наклона который определяет d, и по формуле (2) рассчитывается поверхностное натяжение осаждаемого покрытия

В таблицах 1 и 2 приведены значения σ для исследованных нами покрытий.

Таблица 1. **Поверхностное натяжение многоэлементных покрытий, полученных в среде аргона**

Покрытие	σ, Дж/м^2	Покрытие	σ, Дж/м^2
12Х18Н10Т+Zr	0,970	12Х18Н10Т+Zn-Al	1,098
12Х18Н10Т+Zn-Cu-Al	1,093	12Х18Н10Т+Al	1,144
12Х18Н10Т+Fe-Al	1,292	12Х18Н10Т+Cu	1,445

Таблица 2. **Поверхностное натяжение многоэлементных покрытий, полученных в среде азота**

Покрытие	σ, Дж/м^2	Покрытие	σ, Дж/м^2
12Х18Н10Т+Zr	0,785	12Х18Н10Т+Zn-Al	0,784
12Х18Н10Т+Zn-Cu-Al	0,744	12Х18Н10Т+Al	0,801
12Х18Н10Т+Fe-Al	1,034	12Х18Н10Т+Cu	1,032

Из таблиц 1 и 2 видно, что поверхностное натяжение для покрытий, полученных в среде азота меньше, чем для покрытий, полученных в среде аргона. Отсюда следует, что образование нитридных фаз приводит к уменьшению поверхностной энергии покрытий.

4. Обсуждение результатов эксперимента

Мы воспользуемся общим термодинамическим подходом, изложенным в работе [8]. В этой работе на основе неравновесной квантовой термодинамики получено выражение для функции Ф отклика подсистемы на внешнее воздействие, которое имеет вид:

$$\Phi = \frac{kT}{C} \cdot \frac{A}{G^0} \cdot \overline{N},$$

где A – работа (энергия) внешнего поля; T – температура; k – постоянная Больцмана; G^0 – потенциал Гиббса массивного образца; $\overline{N}$ – среднее число элементарных носителей возбуждения; C – постоянная.

Если в качестве функции отклика в формуле (3) взять жаростойкость, то мы получим:

$$\varsigma = C \cdot \sigma.$$

Поскольку поверхностное натяжение металла пропорционально его температуре плавления, то отсюда следует, что жаростойкость, в первую очередь, зависит от температуры плавления металла. Чем выше температура плавления металла, тем выше его температура рекристаллизации. Между названными температурами существует следующая зависимость [9]:

$$T_р = K \cdot T_{пл},$$

где K = 0,3…0,4 для технически чистых металлов, K = 0,6…0,8 для сплавов.

Используя результаты экспериментального определения поверхностного натяжения многоэлементных покрытий, табл.1 и 2, и результаты расчета этой величины по данным элементного анализа и по данным о поверхностном натяжении чистых металлов [10] можно показать, что усредненная величина поверхностного натяжения есть величина аддитивная. В этом случае температуру плавления покрытия можно оценить по формуле:

$$T_{пл} = 1{,}4 \cdot 10^3 \cdot \sigma \ (K).$$

Соответствующие оценки приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. **Температура плавления многоэлементных покрытий, полученных в среде аргона**

Покрытие	T, K	Покрытие	T, K
12X18H10T+Zr	1358	12X18H10T+Zn-Al	1537
12X18H10T+Zn-Cu-Al	1530	12X18H10T+Al	1602
12X18H10T+Fe-Al	1809	12X18H10T+Cu	2023

Таблица 4. **Температура плавления многоэлементных покрытий, полученных в среде азота**

Покрытие	T, K	Покрытие	T, K
12X18H10T+Zr	878	12X18H10T+Zn-Al	1098
12X18H10T+Zn-Cu-Al	1042	12X18H10T+Al	1121
12X18H10T+Fe-Al	1448	12X18H10T+Cu	1445

Как следует из таблиц 3 и 4, температура плавления покрытий, полученных в среде аргона выше, чем для покрытий, полученных в среде азота. Особенно большая разница наблюдается для покрытий, легированных цирконием.

Температура плавления сталей зависит от их химического состава, но лежит в пределах (1450-1520) К. Как видно из таблиц 3 и 4 покрытия 12Х18Н10Т+Al, 12Х18Н10Т+Fe-Al и 12Х18Н10Т+Cu, полученные в среде аргона, по температуре плавления значительно превосходят все стали.

Процесс зарождения и роста новых недеформированных зерен при нагреве металла до определенной температуры называется рекристаллизацией.

Нагрев металла до температур рекристаллизации сопровождается резким изменением микроструктуры и свойств. Нагрев приводит к резкому снижению прочности при одновременном возрастании пластичности.

Движущей силой процесса рекристаллизации является поверхностная энергия (поверхностное натяжение) зерен. При мелких зернах поверхность раздела большая, поэтому имеется большой запас поверхностной энергии. При укрупнении зерен общая протяженность границ уменьшается, и система переходит в более равновесное состояние.

Температуру рекристаллизации оценивают по формуле (5) и соответствующие результаты для исследованных покрытий представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5. **Температура рекристаллизации многоэлементных покрытий, полученных в среде аргона**

Покрытие	Т, К	Покрытие	Т, К
12Х18Н10Т+Zr	951	12Х18Н10Т+Zn-Al	1076
12Х18Н10Т+Zn-Cu-Al	1071	12Х18Н10Т+Al	1121
12Х18Н10Т+Fe-Al	1266	12Х18Н10Т+Cu	1416

Таблица 6. **Температура рекристаллизации многоэлементных покрытий, полученных в среде азота**

Покрытие	Т, К	Покрытие	Т, К
12Х18Н10Т+Zr	481	12Х18Н10Т+Zn-Al	646
12Х18Н10Т+Zn-Cu-Al	729	12Х18Н10Т+Al	769
12Х18Н10Т+Fe-Al	1014	12Х18Н10Т+Cu	1012

Температура начала рекристаллизации стали 45, на которую наносились исследованные покрытия, составляет 1023 К.

Как видно из таблиц 5 и 6 покрытия 12Х18Н10Т+Al, 12Х18Н10Т+Fe-Al и 12Х18Н10Т+Cu, полученные в среде аргона, имеют более высокие температуры рекристаллизации, чем сталь 45. Это означает, что последние могут быть использованы как жаростойкие покрытия на детали из стали 45.

Еще одним важным свойством покрытий является их коррозионная стойкость, непосредственно связанная с жаростойкостью..

В таблицах 7 и 8 приведена скорость коррозии при 600 °С исследованных покрытий, которая определялась по формуле:

$$v_к = \Delta m / S \cdot t,$$

где Δm – убыль (увеличение) массы; S – площадь образца; t – время.

Таблица 7. **Скорость коррозии при 600 °С покрытия, полученного в среде аргона**

Покрытие	Скорость коррозии, г/м^2·ч
Образец без покрытия, сталь 45	2,84
12Х18Н10Т+Zr	1,22
12Х18Н10Т+Zn-Cu-Al	0,72
12Х18Н10Т+Fe-Al	0,28
12Х18Н10Т+Zn-Al	0,71
12Х18Н10Т+Al	0,24
12Х18Н10Т+Cu	0,13

Таблица 8. **Скорость коррозии при 600 °С покрытия, полученного в среде азота**

Покрытие	Скорость коррозии, г/м^2·ч
Образец без покрытия, сталь 45	2,84
12Х18Н10Т+Zr	1,76
12Х18Н10Т+Zn-Cu-Al	1,03
12Х18Н10Т+Fe-Al	0,40
12Х18Н10Т+Zn-Al	1,02
12Х18Н10Т+Al	0,34
12Х18Н10Т+Cu	0,19

Из результатов таблиц 7 и 8 следует вывод: чем больше поверхностное натяжение покрытия, тем больше его коррозионная стойкость. Если коррозионную стойкость обозначить - χ, то сказанное математически можно записать в виде функциональной зависимости:

$$\chi = f(\sigma) = C_1 \cdot \sigma,$$

где C_1 - некоторая постоянная. Формулы 7 и 8 математически эквивалентны. Разница только в постоянных С и C_1.

5. Заключение

Из изложенных выше рассуждений следует важная роль поверхностной энергии в формировании свойств плазменных покрытий. Можно оценить не только качественные, но и количественные параметры покрытий. К тому же открывается перспектива управления процессом нанесения покрытий.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК.
Грант №0118РК000063

ЛИТЕРАТУРА

[1] Sheng S.H., Zhang R.F., Veprek S. Phase stabilities and thermal decomposition in the $Zr_{1-x}Al_xN$ system studied by ab initio calculation and thermodynamic modeling // Acta Materialia, 2008. - V. 56. - P. 968–976.

[2] Edimayr V., Moser M., Walter C., Mitterer C. Thermal stability of sputtered Al_2O_3 coatings // Surface and Coatings Technology, 2010, v. 204, № 9-10. – P. 1576-1561.

[3] Schuh B., Mendez-Martin F., et. al. Mechanical properties, microstructure and thermal stability of a nanocrystalline CoCrFeMnNi high-entropy alloy after severe plastic deformation // Acta Materialia, 2015. - Vol. 96. - P. 258-268.

[4] Каблов Е.Н., Мубояджан С.А. Жаростойкие и теплозащитные покрытия для лопаток турбины высокого давления перспективных ГТД // Авиационные материалы и технологии, 2012, №8. – С. 60-70.

[5] Yeh W., Chen S.K., Lin S.J., Gan J.Y., Chin T.S., Shun T.T., Tsau C.H., Chang S.Y. Nanostructured High-Entropy Alloys with Multiple Principal Elements: Novel AAlloy Design Concepts and Outcomes // Advanced Engineering Materials, 2004, v. 6. – P. 299-303,

[6] Погребняк А.Д., Багдасарян А.А., Якущенко И.И., Береснев В.М. Структура и свойства высокоэнтропийных сплавов и нитридных покрытий на их основе // Успехи химии, 2014, т. 83, вып. 11. - С. 1027-1061,

[7] Юров В.М., Гученко С.А., Лауринас В.Ч., Завацкая О.Н. Поверхностное натяжение упрочняющих покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия, 2014, №1. - С. 33-36.

[8] Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А., Завацкая О.Н. Структура и свойства многофазных ионно-плазменных покрытий. - Караганда: Изд-во Казахстанско-Российского ун-та, 2013. - 150 с.

[9] Адаскин А.М., Зуев В.М. Материаловедение (металлообработка). - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 240 с.

[10] Yurov V.M. Superfecial tension of pure metals // Eurasian Physical Technical journal, 2011. - Vol. 8. - № 1(15). – P. 10-14.

Гученко С.А., Сыздыкова А.Ш., Қасымов С.С., Юров В.М., Платонова Е.К., Завацкий О.Н.

Пласма құралдарыны және рецисрлалляциялық температурасы

Резюме. Бір мезгілде әртүрлі катодтарды біркелкі шашырату арқылы алынған плазмалық қабаттар зерттеледі. Қаптама вакуумдағы ион-плазмалық әдіспен алынады. Зерттеу электрондық және атомдық күштердің микроскопиясын, микроағзалықты өлшеу әдістерін қолданды.

Жұмыста балқу нүктесін бағалау және болжау әдістемесі және плазмалық қаптамалардың қайта кристаллизациясы ұсынылған. Техника жабындылардың кез-келген физикалық қасиеттерінің өлшемді тәуелділігіне сәйкес жабудың беттік керілуін өлшеуге негізделген.

Зерттелген мультиобластты жабындардың беткі кернеулігінің мәндері белгіленді. Азот ортада алынған жабындардың беттік керілуі аргондағы алынған жабындарға қарағанда төмен екенін көрсетті. Демек, нитридті фазалардың пайда болуы жабындылардың беткі энергиясын азайтуға алып келеді.

Балқу нүктесін білу және жабындарды қайта кристаллизациялау олардың ыстыққа төзімділігін, коррозияға төзімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: балқу температурасы, қайта кристаллизация температурасы, микроскопия, микроағзалық, беттік кернеу.

Guchenko S.A., Syzdykova A.Sh., Kasymov S.S., Yurov V.M., Platonova E.C., Zavatskaya O.N.

Temperature of melting and recyrstallization of plasma coatings

Summary. The plasma coatings obtained by simultaneous sputtering of various cathodes are studied. Coatings are obtained by the ion-plasma method in a vacuum. The research used methods of raster electronic and atomic force microscopy, measurements of microhardness.

The paper presents a methodology for estimating and predicting the melting point and the recrystallization of plasma coatings. The technique is based on measuring the surface tension of the coatings according to the dimensional dependence of any physical property of the coating.

The values of the surface tension of the multielement coatings studied are established. It is shown that the surface tension of coatings obtained in a nitrogen medium is lower than for coatings obtained in argon. It follows that the formation of nitride phases leads to a decrease in the surface energy of the coatings.

Knowing the melting point and recrystallization of coatings makes it possible to evaluate their heat resistance, corrosion resistance.

Key words: melting point, recrystallization temperature, microscopy, microhardness, surface tension

УДК 656.073.9

M. Tsapenko, Zh. Kegenbekov

FEATURES OF MULTI-CRITERIA ABC ANALYSIS

Abstract. The ABC analysis is a well-proven categorization technique based on the Pareto principle for determining the priority of positions in company resources management. Raising the issue of categorization, modern top management of leading companies in the management of operations and supply chain is mainly focused on financial costs, as the main criterion for categorization. According to experts in the modern developed world, where the main indicator of the company success is the ability to quickly respond to market changes, deliver the right product to the right customer in the appropriate quality and quantity, and at an affordable price, it remains necessary to range resources and needs in terms of importance. Along with the rapidly changing interests of end customers and suppliers in the modern world, it is fraught with dangerous consequences to focus the company's attention on only one development criterion. In this regard, the relevance of multi-criteria ABC analysis lies in its integrated approach and the ability to categorize any resources according to several critically important criteria from the point of view of their contribution to the company's profit or sales. Applying multi-criteria analysis when ranking resources, companies will have an opportunity to manage their stocks more optimally and increase their competitive advantage.

Keywords: multi-criteria ABC analysis, mathematical methods, resource ranging, classification, inventory, categorization.

Цапенко М.В., Кегенбеков Ж.К.
(Казахстанско – Немецкий Университет, Алматы, Казахстан
E-mail: ma.tsapenko@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АВС АНАЛИЗА

Аннотация. Как известно, анализ АВС - это хорошо зарекомендовавшая себя техника категоризации, основанная на принципе Парето для определения приоритетности позиций в управлении ресурсами компании. Поднимая вопрос категоризации современный топ-менеджмент ведущих компаний по управлению операциями

и цепочкой поставок в основном ориентируется на финансовые издержки, как основной критерий категоризации. По мнению экспертов в современном развитом мире, где основным показателем успешности компании является способность быстро реагировать на изменения рынка, поставлять нужный товар, нужному клиенту в соответствующем качестве и количестве, а также по приемлемой цене остается необходимым умение ранжировать ресурсы и потребности по степени важности. Вместе со стремительно меняющимися интересами конечных клиентов и поставщиков в условиях современного мира, акцентировать все внимание компании лишь на одном критерии развития чревато опасными последствиями. В связи с этим актуальность многокритериального АВС анализа заключается в его комплексном подходе и возможности категоризации любых ресурсов по нескольким принципиально важным критериям с точки зрения их вклада в прибыль или продажи компании. Применяя многокритериальный анализ при ранжировании ресурсов, компании получат возможность более оптимально управлять своими запасами и повысить свое конкурентное преимущество.

Ключевые слова: многокритериальный АВС анализ, математические методы, ранжирование ресурсов, классификация товара, инвентаризация, категоризация.

Анализ АВС является методом определения приоритетности позиции в управлении ресурсами. АВС анализ – наиболее распространенный метод исследования, способствующий оптимизации ресурсов в различных сферах деятельности. Согласно данному анализу все ресурсы можно классифицировать на три основные группы А,В и С, тем самым к категории А относятся самые значимые позиции, а к категории С наименее значимые, В категория в свою очередь занимает срединное место. Большинство управленческих усилий должны быть направлены на управление элементами А, так как эти товары являются самыми важными. Элементы С должны получать наименьшее внимание, а элементы В принадлежат к классу средней важности. Современные предприятия могут легко ранжировать большое количество наименований - готовой продукции, запасных частей, сырья, материалов и ресурсов с помощью данного анализа, что является одним из его основных преимуществ.

Первым, ключевым этапом АВС анализа является определение цели анализа. Одно и то же множество объектов управления будет разделено на подмножества А, В и С по разному, в зависимости от цели анализа. Для проведения АВС анализа необходимо выявление следующих факторов – объекта анализа и критерия анализа. Ставя цель сокращения запаса на складе, необходимо выделить ассортимент, на долю которого приходится основная часть продаж. Скорее всего, это будет незначительная группа "валообразующих" позиций, заказы по которым необходимо взять под строгий контроль, так как содержание многодневного запаса по этим позициям обойдется гораздо дороже, чем по позициям - аутсайдерам списка товаров [1].

К примеру, при анализе ассортимента торговых компаний объектами могут стать товарные группы, товарные категории, товарные позиции, конкретные бренды или поставщики продукции. Критерием анализа, по которому будет ранжирован весь ассортимент, может быть объем продаж – товарооборот, прямая прибыль от товара. Традиционно анализ АВС основывается на критерии объема издержек и на принципе Парето, который гласит, что имеется относительно небольшое количество предметов - категории А, на которые приходится основная часть объёма всей прибыли. В свою очередь большое количество наименований - категории С - составляют наименьшую долю от общей прибыли. Наименования категории В же занимают срединное место между категориями А и С, как по количеству, так и по объёму прибыли. По этому критерию элементы А относятся к высокоценной категории, с высоким спросом, а элементы С являются низкоценными элементами с низким спросом. Согласно методу Парето множество управляемых объектов делится на две неодинаковые части. Таким образом, 20% усилий дает 80% результативности, и наоборот [2].

В управлении запасами увеличение продаж и повышение эффективности работы ресурсов напрямую зависят от правильной оценки прибыльности каждой позиции, отсутствия «залеживающихся позиций» и позиций, затраты на которые не окупаются. В определённых случаях количество наименований может превышать тысячи. После проведения АВС анализа управление запасами включает в себя ответы как минимум, на два вопроса: сколько заказать и когда заказывать. Ответы на эти вопросы должны основываться на анализе спроса и времени выполнения заказа. Так как запасы, как правило, являются самыми большими управляемыми издержками производства и занимают значительную часть активов компании [3].

Таким образом, проведение АВС по одному критерию анализа состоит из нескольких простых шагов. Первое и основное, как уже было оговорено это выбор критерия ранжирования. Каждому элементу анализа присваивается значение показателя по выбранному критерию. После чего подсчитывается итоговая сумма всех элементов по данному показателю и выводится процентное соотношение

для каждого элемента. Следующий шаг -это сортировка всех элементов по убыванию процентов вклада от общей суммы элементов по данному критерию. Далее необходимо подсчитать долю каждого элемента нарастающим итогом. Следовательно, процент вклада нарастающим итогом каждого последующего элемента равен сумме собственного показателя и предыдущего показателя с нарастающим итогом. Таким образом показатель нарастающего итога последнего элемента в таблице равен 100%. После чего происходит ранжирование элементов по показателю нарастающего итога, тогда все элементы с показателем меньше 80% относятся к категории А, в промежутке 81-95% категория В и остальные 5% это категория С. В зависимости от приоритетов каждой отдельной компании границы групп могут быть сдвинуты [4].

За последние 30 лет, как было доказано учеными нецелесообразно уделять все внимание при ранжировании только объёму издержек, важно ориентировать внимание на несколько критериев одновременно. Среди критериев также можно выделить: время выполнения заказа, долговечность продукта, дефицит товара, возможность повторного использования, взаимозаменяемость товаров, количество поставщиков, условия и стоимость транспортировки или количество партии, в зависимости от конечной спецификации компании, которая проводит анализ.

Было разработано несколько методов для выполнения многокритериального анализа АВС, который может быть довольно легко реализован в наше время. Сегодня предприятия и цепочки поставок работают в мире, где способность быстро доставлять нужные продукты на конкретные рынки, с соблюдением всех требований конечного клиента являются ключом к выживанию. С поставщиками, посредниками и клиентами по всему миру и быстро уменьшающимся сроком жизни продукта, все перечисленные критерии становятся намного важнее, при принятии решения о классификации ресурсов и решении о том, как они будут управляться в будущем [5].

Для более ясного осознания картины АВС анализа в современном мире рассмотрено несколько произведений разных авторов, в которых рассмотрен только традиционный АВС анализ и не затронута тема многокритериального анализа. Большинство учебников обсуждают анализ АВС методом обсуждения моделей и систем инвентаризации. Обсуждение начинается с упоминания о принципе Парето. Годовой объем прибыли является единственным критерием, используемым при категоризации. Также стандартно предложен пример анализа, который обычно демонстрирует процесс категоризации. Как только будет проведена категоризация, представляет собой краткое обсуждение того, как управлять различными категориями.

Так как Flores и Whybark [6] впервые предложили рассмотреть более одного критерия, и в свое время это была область активного исследования. Было достигнуто широкое согласие в отношении того, что анализ АВС должен учитывать более одного критерия. Стандартная методология включает три основных этапа после определения соответствующих критериев. Во-первых, это определение весов различных критериев в зависимости от важности каждого с точки зрения лица, принимающего решения (ЛПР), второй - оценка каждого элемента категоризации по каждому из критериев. Если критерии измеряется в нескольких шкалах измерения, этот второй шаг может включать в себя разделение оценок по шкале 0-1 или 0-100, в зависимости от желаемой точности получения оценки. Последний шаг – это объединить веса критериев и баллы позиций для получения взвешенной оценки путем перемножения. Таким образом основной алгоритм ранжирования АВС анализа дополняется несколькими шагами, такими как определение веса каждого критерия в отдельности и определение произведения каждого элемента и веса каждого критерия [7]. Следует отметить что финальное ранжирование всех элементов проходит не только в зависимости от показателя каждого элемента, но и от показателя произведения элемента на вес критерия. За прошедшие годы появились три широких подхода к выполнению взвешивания весов критериев. Предполагалось, что различные критерии допускают однозначный подсчет предметов и что это не является проблемой.

Субъективное взвешивание и оценка, этот подход оценивает каждый элемент категоризации по каждому критерию и затем объединяет различные баллы, используя субъективную схему взвешивания. Многие исследователи использовали структуру, предоставленную Методом Аналитической Иерархией (МАИ), предложенной Томасом Саати [8]. МАИ полагается на парное сравнение критериев в отношении общей цели для определения весов каждого из критериев. Альтернативы также могут сравниваться попарно по каждому критерию. В этом случае альтернативами являются различные элементы самой категоризации. Параллельное сравнение тысяч элементов по каждому критерию явно очень обширная задача. Вместо этого была предложена оценка альтернатив по каждому критерию, с применением весов критериев к этим элементам. Это считается МАИ в режиме рейтингов. Резуль-

татом является взвешенный балл, который можно использовать для ранжирования элементов анализа перед определением их в разные категории. Попарные сравнения, необходимые для определения весов выполняются руководителями, которые хорошо осведомлены об элементах анализа и разницей между различными критериями. В общем, определением весов критериев, это одноразовая задача, если критерии сами по себе или предпочтения руководства между критериями не меняются. Таким образом однажды присвоив каждому из критериев правильный вес, можно ранжировать все элементы множество раз с минимальными трудозатратами. МАИ использовался в различных ситуациях принятия деловых решений, и лица, принимающие решения, нашли его интуитивным и простым в использовании. Какой бы метод ни использовался, после получения весов взвешивания, оценка каждого элемента может быть легко выполнена в виде электронной таблице, что позволяет существенно сократить время на выполнение анализа [9].

Линейная оптимизация. Также был использован линейный оптимизационный подход для определения весов критериев. Их мнение заключается в том, что субъективные подходы, используемые для взвешивания и оценки критериев, предполагают получения нежелательных из-за возможных несоответствий результатов именно за счет субъективности. Вместо этого они предпочли бы позволить данным самим предлагать весы, которые сводят к минимуму субъективность ЛПР.

Ramanathan [10] решает проблему линейного программирования определения весов максимизируя взвешенную оценку для каждого элемента. При условии, что взвешенная сумма весов всех критериев для каждого элемента анализа с использованием этого же набора критериев меньше или равна единице. Таким образом, сразу возникает вопрос, что сложность этой модели заключается в том, что с более чем одним элементом анализа, процесс станет громоздким и трудоемким. Вторая критика модели Раманатана заключается в том, что метод может обеспечить высокие баллы для элементов, которые оцениваются по второстепенному критерию, по сравнению с остальными элементами анализа.

Были также предложены другие подходы к проблеме категоризации ABC. Bhattacharya, A., Sarkar, B., & Mukherjee, S. K. [11] представляют собой дистанционный метод консенсуса с использованием концепций идеальных и отрицательных идеальных решений из подхода TOPSIS (Метод предпочтения по подобию к идеальному решению) для ранжирования. TOPSIS основан на концепции, согласно которой выбранная альтернатива должна иметь кратчайшее геометрическое расстояние от положительного идеального решения (PIS) и самое длинное геометрическое расстояние от решения отрицательного идеального решения (NIS). Это метод компенсаторной агрегации, который сравнивает набор альтернатив путем определения весов для каждого критерия, нормализации баллов для каждого критерия, и расчета геометрического расстояния между каждой альтернативой и идеальной альтернативой, что является лучшим показателем в каждом критерии. Предположение TOPSIS состоит в том, что критерии монотонно возрастают или уменьшаются. Обычно требуется нормализация, поскольку параметры или критерии часто имеют несоответствующие измерения в многокритериальных задачах. Компенсационные методы, такие как TOPSIS, допускают компромисс между критериями, где плохой результат по одному критерию можно аннулировать хорошим результатом по другому критерию. Это обеспечивает более реалистичную форму моделирования, чем некомпенсивные методы, которые включают или исключают альтернативные решения, основанные на жестких отсечениях. Авторы демонстрируют практичность их подхода, применяя его при анализе категоризации ассортимента фармацевтической компании. Этот значительный объем исследований показывает, что в практических ситуациях существует много возможных способов реализации многокритериального анализа ABC - некоторые чрезвычайно простые, в то время как другие довольно сложные [12].

Предприятиям имеется множественный выбор, исходя из их собственных потребностей и возможностей. В то время как основанные на оптимизации подходы и подходы, основанные на искусственном интеллекте, были мотивированы стремлением уйти от субъективных весов, авторы считают, что субъективность в данном случае - это хорошо. Приоритеты управления должны отражаться в весах критериев, и по мере изменения этих приоритетов веса должны меняться. Только лицо принимающее решение, может принять решение о соответствующем компромиссе; например, между временем выполнения заказа и количеством партии или между вероятностью устаревания товара и качеством отдельно взятого элемента товара, и используемая техника категоризации не должна отнимать это обязательство или право у ЛПР. В противоположность, методы взвешивания и оценки с использованием либо МАИ, либо какого-либо другого метода выбора нескольких критериев оценки предоставляют менеджерам возможность прозрачным способом сделать свои приоритеты ясными и при-

менить их к анализу АВС. Таким образом, в обеих концепциях и реализациях, авторы считают, что субъективное взвешивание и оценка других подходов должны быть методом выбора.

Большинство учебников обсуждают анализ АВС до обсуждения различных моделей и систем инвентаризации. Это затрудняет проведение содержательного обсуждения того, как адаптировать политику управления запасами к потребностям различных категорий, к примеру, с учетом различных автоматизированных систем. По этой причине предполагается, что анализ АВС будет обсуждаться после охвата моделей и автоматизированных систем инвентаризации. Предлагается, что управление операциями инвентаризации применяли следующую структуру для обсуждения анализа АВС [13].

• введение в анализ АВС и обоснование для него: принцип Парето и необходимость отделить важные категории от тривиальных;

• критерии для анализа АВС: потребность в нескольких критериях для современных расширенных цепочек поставок с акцентом на быстрые изменения, быструю реакцию, низкую стоимость и высокую надежность. Обсуждение и определение критериев, как годовой объем, уровни использования, модели спроса, цена за единицу, время выполнения заказа, удобство обслуживания, долговечность товара, количество поставщиков и т. д. Однако не все из этих критериев будет иметь значимость в каждой конкретной ситуации управления запасами;

• категоризация АВС: элементы будут, классифицироваться на основе нескольких критериев. Выбор критериев ранжирования ложится на лицо, принимающее решения, в зависимости от преследуемой цели анализа;

• методология АВС: рекомендуется, чтобы метод взвешивания и оценки обсуждался в простейшей форме, где весы назначаются непосредственно руководством на основе важности критериев. Также могут быть изложены сложные методы оценки весов критериев, таких как МАИ или утилита с несколькими атрибутами для топ-менеджмента компаний и ЛПР;

• проработанный пример, включающий по крайней мере один качественный критерий;

• подробное обсуждение управления элементами А, В и С. Какую политику следует использовать для разных категорий [14].

Традиционно анализ АВС использовался для классификации различных ресурсов по трем категориям - А, В и С. Это было сделано на основе критерия финансовых издержек. В нынешней глобализированной бизнес-среде с высокой чувствительностью один критерий больше не является адекватным руководством по управлению ресурсами, и необходимо учитывать несколько критериев. Исследователи в области управления операциями и инвентаризацией признали этот факт в начале 1980-х годов и с тех пор предложили множество подходов к многокритериальной классификации АВС. Однако многие компании в управлении ресурсами и управлении цепочками поставок не следовали их примеру, и продолжают обсуждать анализ АВС, основанный на идее годового объема финансовых издержек. В этой статье авторы рассматривают литературу и утверждают, что многокритериальный анализ АВС представляет собой зрелую концепцию, которая должна использоваться современными компаниями для адекватной оценки прибыльности своих ресурсов. Им следует пересмотреть свою точку зрения касательно данного вопроса, чтобы включить подробное освещение концепции и методологии многокритериального анализа АВС. Такой пересмотр сделает их более актуальными, для текущей бизнес-среды. В результате компании смогут лучше управлять своими запасами и быть более конкурентоспособными на рынке [15].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гопаль П.П, Ганеш Л.С., Ражендран С. Анализ критических характеристик запасных частей с использованием процесса аналитической иерархии// Международный журнал по экономике производства. – 2014. – Т.1. – №35. – С. 293-297.

[2] Флорес Б.Э., Вайбарк Д.С. Внедрение нескольких критериев АВС-анализа// Журнал управления операциями. – 2017. – Т.16. – №35. – С. 79-85.

[3] Раманатхан Р. Классификация запасов АВС с множественными критериями с использованием взвешенной линейной оптимизации// Компьютеры и операционные исследования. – 2006. – Т.3. – №33. – С. 695-700.

[4] Саати Т.Л. Транспортное планирование с несколькими критериями: аналитические приложения процесса иерархии и обзор прогресса// Журнал передовых перевозок. – 2005. – Т.1. – №29. – С. 81-126.

[5] Баттачаря А., Саркар Б., Мукхержее С.К. Метод консенсуса на основе расстояния для анализа АВС// Международный журнал исследований производства. – 2007. – Т.15. – №45. – С. 3405-3420.

[6] Saati, Thomas L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/Network Process // Review of the Royal Academy of Exact physical and natural Sciences. Series A. – 2008. – 102 (2). – 251-318 p.

[7] Partovi, F. Y., Burton, J. Using the analytic hierarchy process for ABC analysis// International Journal of Operations & Production Management. – 2013. – 13(9). - 29-44 p.

[8] Altay Guvenir, H., Erel, E. Multi-criteria inventory classification using a genetic algorithm// European Journal of Operational Research. – 2008. - 105(1), 29-37 p.

[9] Edwards, W., Barron, F. H. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement// Organizational Behavior and Human Decision Processes. – 2014. - 60(3), 306-325 p.

[10] Zhou, P., Fan, L. A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization. European Journal of Operational Research. – 2016. - 182(3), 1488-1491 p.

[11] Zahedi, F.The analytic hierarchy process-a survey of the method and its applications// Interfaces. – 2016. - 16(4).

[12] Chen, Y., Li, K. W., Levy, J., Hype, K. W., Kilgore, D. M. A rough set approach to multiple criteria ABC analysis// In Transactions on rough sets VIII. -2013. - 35-52 p.

[13] Gomes, L. F. A. M., Ferreira, A. C. S. The multi-criteria ABC analysis – An application of rough set theory// Foundations of Computing and Decision Sciences. – 2013. - 20(3).

[14] Hadi-Vencheh, A. An improvement to multiple criteria ABC inventory classification// European Journal of Operational Research. – 2014. - 201(3), 962-965p.

[15] Kabir, G., Hasin, M. A. A., Khondokar, M. A. H. Fuzzy analytical hierarchical process for multicriteria inventory classification// Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering. – 2015. - 18-20 p.

Цапенко М.В., Кегенбеков Ж.К.

Көп өлшемді АВС талдауының ерекшеліктері

Түйіндеме. Белгілі болғандай, АВС талдау - компанияның басқару элементтерді басымдық үшін Парето принципі негізделген сыныптау жақсы дәлелденген әдісі болып табылады. Санатын сұрақ операциялар басқару және жеткізу тізбегіндегі алдыңғы қатарлы компанияларының заманауи топ-менеджменті арттыру негізінен сыныптау үшін негізгі критерий ретінде, қаржылық шығындарды назар аударады. тиісті мөлшерде және сапада және қолжетімді бағамен компанияның табысының басты көрсеткіші нарықтық өзгерістерге тез жауап береді және оң өнімді жеткізуге қабілеті болып табылады дамыған әлемде сарапшылар, оң клиенттерге сәйкес маңыздылығы тәртібімен ресурстар мен қажеттіліктерін дәрежелі қажетті дағды болып табылады. Бірге қазіргі әлемде соңы клиенттер мен жеткізушілердің тез өзгеріп мүдделеріне, тек бір өлшемдер барлық назар аудартып қауіпті салдарға ұрындыруы. Осыған орай, көп критерийлер АВС талдау өзектілігі оның кешенді көзқарас және пайдада немесе сату қосқан үлестері тұрғысынан бірнеше шешуші критерийлер бойынша кез келген ресурсқа сыныптау мүмкіндігі жатыр. ресурстарды дәрежелі көп критерийлі талдауы пайдалану арқылы, компания неғұрлым оңтайлы, олардың түгендеу басқару және олардың бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін алады.

Түйін сөздер: Көп критерийлері АВС талдау, математикалық әдістер, ресурстарды рейтинг, өнім жіктеу, түгендеу, жүйеленуі.

Tsapenko M., Kegenbekov Zh.

Features of multi-criteria ABC analysis

Summary. The ABC analysis is a well-proven categorization technique based on the Pareto principle for determining the priority of positions in company resources management. Raising the issue of categorization, modern top management of leading companies in the management of operations and supply chain is mainly focused on financial costs, as the main criterion for categorization. According to experts in the modern developed world, where the main indicator of the company success is the ability to quickly respond to market changes, deliver the right product to the right customer in the appropriate quality and quantity, and at an affordable price, it remains necessary to range resources and needs in terms of importance. Along with the rapidly changing interests of end customers and suppliers in the modern world, it is fraught with dangerous consequences to focus the company's attention on only one development criterion. In this regard, the relevance of multi-criteria ABC analysis lies in its integrated approach and the ability to categorize any resources according to several critically important criteria from the point of view of their contribution to the company’s profit or sales. Applying multi-criteria analysis when ranking resources, companies will have an opportunity to manage their stocks more optimally and increase their competitive advantage.

Keywords: multi-criteria ABC analysis, mathematical methods, resource ranging, classification, inventory, categorization.

УДК.681.5

И.Т. Утепбергенов, З.Г. Хисамиев, Ш. Д. Тойбаева, Л.С. Исабекова
(ШЖҚ РМК "Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты" ҚР БҒМ ҒК
e - mail: lyazzka07@mail.ru)

НАУБАЙХАНА ПЕШІН CFD ФЛЮИД ДИНАМИКАСЫ АРҚЫЛЫ ҮЛГІЛЕП БАСҚАРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Қазақстандағы наубайхана өндірісі тамақ өнеркәсібінің жетекші агроөнеркәсіптік кешеніне жатады. Зерттеудің өзектілігі болып, қазіргі заманғы автоматтандырылған ақпараттық жүйелерді енгізу (ААЖ), соның ішінде Қазақстан наубайхана өнеркәсіп орындарында қазіргі заманғы басқару әдістері негізінде өндірістік үрдістерді жаңғырту және автоматтандыру болып табылады.[1]

Электр көзімен жұмыс істейтін пешке 3D CFD моделі әзірленді. Сынақ жұмыстарын жүргізу үшін зерттеу үшін үш түрлі модель пайдаланылды: сәулеленудің дискреттік моделі (DTRM), бір беттен өзге бетке сәулелендіру (S2S) және дискретті ординаттар үлгісі (DO). Жоғарыда аталған модельдер тәжірибелік өлшемдерге сәйкес келетін дерлік деректерді көрсетті. Жұмыс циклі кезінде пештің температурасы 360 секундтан кейін қызды. .[2]

Ауа температурасының төмендеуіне байланысты төмен температуралық аймақтар пештің қабырғаларына жақын байқалды. Нан пісіру кезінде нанның сынақ температурасының өлшемдерімен расталған, барлық радиациялық әдістерді талдай отырып, нан пісірудің DO үлгілеу әдісі таңдалды. Нан қиқымдары мен өнім қабығының крахмалдарының желатинизациясы және температура профилдері үшін үлгілеу жасалынды. .[3]

Зерттеу нәтижесі бойынша нан пісіру үрдісі 1500 минуттан кейін, яғни нан пісіретін қоспа температурасы 100 ЛК жеткенде аяқталуы керек екеніндігін көрсетті[1].

Түйінді сөздер: Үлгілеу, сұйықтық динамикасы (CFD), наубайхана пеші, нан, радиация, жылу ағыны, сәулелендіру.

Кіріспе

Жылдам экономикалық өсім және негізгі өнімдерге тұрақты сұраныс көптеген кәсіпорындарға қаржы ресурстарын жинақтауға, оларды негізгі құралдарын жаңартуға, өнім түрлерін көбейтуге және жаңа нарықтық саясатты енгізуді бағыттауға мүмкіндік берді. Нәтижесінде азық - түлік кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігі жоғарылап, өнім сапасы айтарлықтай жақсарып, инновациялық қызметі тұтынушыларға жақсы қырынан көрінуде. Нәтижесінде өнім сапасы жақсаруда [4].

Соңғы жылдары Қазақстан Республикасында шағын және орта бизнесті индустриялық - инновациялық дамуын дамыту бойынша жаһандық жұмыс жүргізілуде. Өнеркәсіптегі инновациялар бойынша соңғы зерттеулер нәтижесі бойынша, ең табысты және ең көп деңгейде аяқталған жұмыстар тамақ өнеркәсібінде болғанын көрсетті [5].

Тамақ өнеркәсібінде наубайхана өндірісі өндірістегі маңызды жұмыстардың бірі болып табылады. Өйткені, жартылай шикізат масса алмасу, жылулық үрдістердің араласуымен физика - механикалық қасиеттері бар дайын өнімге айналады. Біріншіден, көлемі ұлғайып, сыртқы қабығы қалыптасады, ішінара крахмал желімшесі пайда болып, ылғал деңгейі минималды көрсеткішке дейін азаяды, сонымен қатар, ашытқы мен ферменттік белсенділік қызметі арттып, ақуыз коагуляциясы жүреді [6].

Нан пісіру кезінде қажетті өндірістік өнім сапасын бақылау талаптары болып, бақыланатын нан пісіру үрдісі табылады. Сапалы нан өнімін шығарудың көрсеткіштері болып, берілетін жылу көлемі мен қарқыны, пісіру камерасындағы ылғалдылық деңгейі және өңдеу уақыты болып табылады [7].

Алдын– ала жоспарланған, физика–механикалық қасиетті өнім алу үшін, пісіру үрдісі кезінде болуы ықтимал барлық өзгерістерді толық түсіну қажет. Наубайхана өндірісінің өнімдері сапа корсеткіштері бойынша тиісті Қазақстан Республикасының сапа стандарттарымен реттеліп отырады. Сапа көрсеткіштері мынандай критерийлері бойынша анықталады: органолептикалық қасиеті, яғни дәмі, иісі, түсі бойынша піскен, күймеген, балғын, физико–механикалық қасиетті бойынша, біртекті құрылымды, серпімді, кеуекті, пішінделген нан бөлкелері дұрыс пішінді, бөлке салмақтары бірдей, деформацияға ұшырамаған, өнім беті тегіс, жылтыр әрі ірі сызатсыз, өнім құрамында бөгде зат болмауы керек және жаңа піскен нан желімшесі жақсы піскен, аса қатты сулы да емес қатты ылғал да болмауы керек .

Зерттеу тақырыбы бойынша сынақ жұмыстарына екі жылытқыш элементтері бар электрлік тұрмыстық пеші пайдаланылды. Бірінші - жоғарғы қыздыру элементі ұннан жасалған жартылай фабрикаттарды пісіру үшін, ал екінші қыздыру элементі сынақ өнімін өткізу арқылы қыздыру мен кон-

векцияға қызмет етеді. Нан пісіру барысында температура өңделетін өнім ішіндегі барлық физикалық - химиялық және биологиялық үрдістер үшін жауапты болып табылады, яғни ылғалдың буланууы, крахмал желімшесінің пайда болуы, көлемінің өсуі, нан қабыршағының пайда болуы, протеиндердің денатурациясы мен пісіру реакциясы. Сонымен қатар, температура өңделетін өнім ішіндегі органолептикалық қасиетке, яғни дайын өнімнің қабыршақ түсіне жауапты [8].

Өңделетін өнім түсі мен ылғалдылықтың өзгеруі біркелкі емес берілген жылу әсерінен болады. Өнім сапасын бақылау үшін келесі факторларға ерекше көңіл бөлу қажет: пеш құрылымы, өңделетін өнім үшін пісіру температурасын сақтау қабілеті, қуат, пісіру уақыты және жартылай өнімдердің пішінделген бөліктерінің салмағы. Наубайхана өнеркәсібі үшін өнім сапасын сақтау өте қиын міндет болып табылады.

Сапа ауытқуларын төмендету үшін, өнімнің тұрақты сипаттамаларын мүмкіндігінше сақтауға бағытталған сапалы басқару стратегиясын жиі қолданған жөн. Пештің жүктемесі сияқты өзгертулер алдын - ала ескеріліп, түзетілуі тиіс. Мұндай басқару стратегиясын табысты іске асыру үшін үрдістің сапалы моделі болуы қажет. Үздіксіз жұмыс істейтін пештердің камерасында жылудың бөлінуі біркелкі жүрмейді. Осы факторға байланысты пеш камерасындағы температураның таралуын көрсететін модель әзірлеу қажет [9, 10].

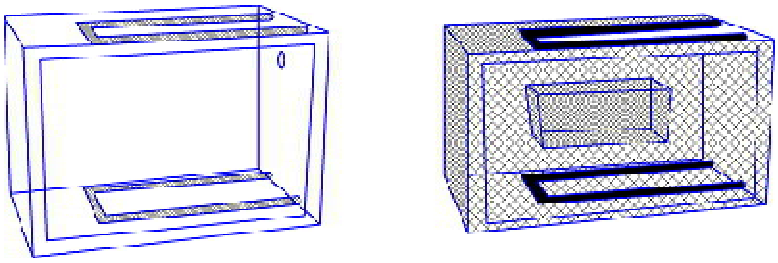
CFD сұйықтық ағыны мен жылуды тасымалдау мәселеерін шешу үшін сандық модельдеу әдісі болып табылады. Бұл әдіс негізгі сипаттамасы болып, физикалық үш өлшемді кеңістіктегі ағын теңдеуін дереу дискретизациялау және өндірістің үрдістерін, сондай - ақ жабдықтың оңтайлы дизайнын тиісті жаңарту болып табылады [11].

Нан пісіруі конвекцияның жылу беруімен, сәулелендіру мен өткізгіштік әсерінен туындайды. Радиация – бұл пештегі ең маңызды басым тәртіп. Радиациялық жылу беру қызыл, ыстық қыздыру катушкаларынан және ыстық металл беттерінен электрмагниттік толқындар түрінде қоршаған ортаға тарайды. Жылу алмасу беткі қабаттағы фотондар арқасында жүзеге асады және түзу сызық бойымен қозғалады. Камераның қызуы беттің сәулеленуіне байланысты, қызу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, соғұрлым сәулелену көп болады. Жылу жүктемесінің орналасуы бойынша, пештің жұмыс жасау жағдайлары мен сәулелену көздеріне қатысты әртүрлі геометриялық электрлі қыздыру пешінің жылу алмасын зерттеп болған соң, ауа жылу көздері мен пештер қабырғаларының ыстық металл бөліктерімен байланысқа түседі, ал жылу конвекция тәртібінде нанның жылуөткізгіштік қасиеті арқылы нанға беріледі. Крахмал катализаторы дезагрегацияны немесе қолайлы температурада сулы ортада крахмал түйіршіктерінің қайтымсыз ісінуімен жүзеге асады. Бұл прогрессивті ісіну 50 - 85 лк температуралық диапазондағы крахмал молекулаларының ылғалдануына байланысты гидратациясы жүреді [12].

Крахмал катализациясы крахмал құрамындағы гидрогенді байланыстарды бұзуға жеткілікті энергиясы бар судың қажетті деңгейінде, құрамында амилоза және амилопектин бар, қамыр шикізаты құрылымының қызуы нәтижесінде жүреді. Крахмалды желатинизациялау үрдісіне ісіну, еру, крахмал молекуласының бұзылуы және экспреляциясы кіреді. Осы жұмыс дайын өнім (нанның) қабықшасының және нан қиқымдарының температурасын үш түрлі радиациялық модельдерді (DTRM, S2S және DO) пайдалану арқылы нан пісіру пешінің ішіндегі температуралық профильдерді анықтап, зерттеу үшін бағытталған. Сонымен қатар, дайын өнімнің органолептикалық қасиеттері бойынша өндірілген өнім сапасын зерттеу [13, 14].

2. Сынақ деректер

Үлгілеу мен сынақ жұмыстары үшін нан пісіруге арналған тұрмыстық электр пеші (Asel AF 0023, Түркия көлемі 33 л) қолданылды. Габариттік өлшемдері 42 - 50 - 31 см және қуаты 1300 кВт. Жұмыс жиілігі 50 Гц. Температура 80 - ден 320 ^{o}C - ге дейін реттеледі. 250 ^{o}C дейін қыздыру 15 минутта жүзеге асады. Қос биоқабатты ыстыққа төзімді материалдан жасалған. Таймер - 90 минуттық. Өшірілуі автоматты түрде жүзеге асады. Пештің әрбір екі қыздырғыш элементінде 650 Вт, жоғарғы және төменгі қабырғаларда орналасқан қапталған тот баспайтын болаттан тұрады. Пеш тот баспайтын болаттан жасалған. Қыздыру элементі белгіленген температураға (220 ± 2 LC) сәйкес қыздыру элементін қосу / өшіру күйінде ұстайтын термостатпен басқарылады. Сынақ және валидациялық зерттеулер кезінде пештің максималды белгіленген температурасы 220 В болды, (1 суретті қараңыз).



(а) (ә)

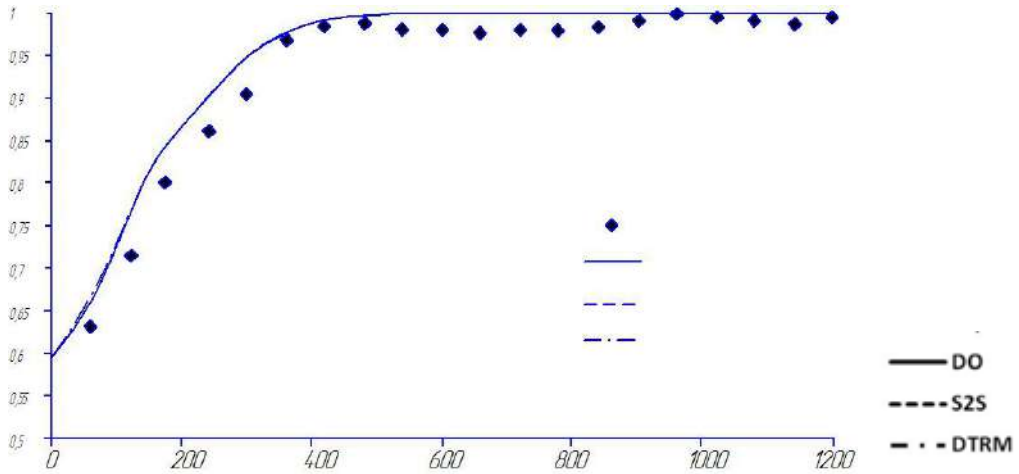
1-сурет. Нан пісіретін пештің сыртқы сұлбасы (а), нанмен бірге(ә)

Пештің есігі арнайы ыстыққа төзімді шыныдан жасалған, бұл пісіру үрдісін бақылауға көмектеседі. Пеш ішіндегі температура деректер тіркеушісіне қосылған Т - түрдегі термопара арқылы өлшенді. Бір термопара пештің ортасына жақындау, пештің артқы жағындағы ауа үрлеу саңылауы арқылы орнатылды.

3. CFD үлгілеу

Нанмен және нансыз үш өлшемді нан пешінің геометриясы 1 - суретте көрсетілген. Жылу массалық үрдістердің инженерлік есептеулерін жүргізу үшін қазіргі заманауи деңгейде CFX, FLUENT, STAR - CD, LS - DYNA, ANSYS, ABAQUS, FlowVision, MSC/MARS, MAGMASOFT, SolidWorks және т.б пакеттері кең таралған. FLUENT пакетіне жылу беру, фазалық ауысулар мен сәулелендіру, гидродинамиканың ламинарлық және турбуленттік моделдері енгізілген. Сынақтық жұмыстар барысында беттік және көлемдік торды FLUENT пакетінің көмегімен алып, одан әрі қарай өңдеу үшін экспортталған [15].

Зерттеу барысында DTRM, S2S және DO модельдері таңдалды. DTRM - нің негізгі болжамасы: элемент бетінен шыққан сәулелену белгілі бір бұрыштың белгілі бір ауқымында бір сәулемен жақындауы мүмкін. Содан кейін, сәулеленуге байланысты сұйықтықтағы энергия көзі сұйықтықты басқарудың көлемінен байқалатын әрбір сәуле жолының қарқындылығын өзгерту арқылы есептеледі, (2 суретті қараңыз).



2-сурет. Электрлік пешті алдын - ала қыздыру циклі үшін сынақтық нәтижелерге ие DTRM, S2S және DO модельдері үшін CFD модельдері.

Радиациялық қарқындылықты өзгертуге арналған теңдеу келесідей жазылуы мүмкін:

$$dl\text{-}/ds.+\alpha l=,\alpha\sigma,T\text{-}^{4}/\cdot\text{-}\pi. \qquad (1)$$

S2S жүйесінің сәулеленуінің негізгі болжамы, сәулеленудің барлық жұтылуы, сәулеленуідің шығуы немесе сәулеленің таралуында, тек беттік сәулеленуінің жеткілікті түрде маңызды екенін ес-

кермейді. Бұл беттен шыққан энергия ағымы тікелей сәулелендірілген және көрінетін энергиядан тұратындығын көрсетеді. Көрсетілген энергия ағыны:

$$Q_{out.K}=\varepsilon K\,\sigma,T\text{-}4.+\ ,P\text{-}k.,q\text{-}in.k. \qquad (2)$$

1-кесте. **Нанның 327,2 кг/м3 тығыздықтағы температураға тәуелді жылу қасиеттері**

Температура (LC)	Шектік жылу сыйымдылық (Дж / кг К)	Жылуөткізгіштік (Вт / м К)
30	3080	0.85
60	2550.6	0.38
120	1774.3	0.17
227	1514.1	0.16

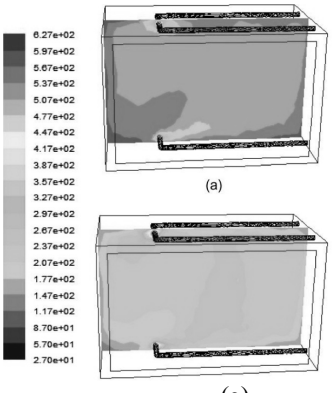
DO сәулелену моделі әрқайсысы ғаламдық декарттық жүйеде бекітілген вектордың бағытымен байланысты, дискретті қатты бұрыштардың соңғы саны үшін радиациялық ауысу теңдеуін шешеді. DO моделі мынадай теңдеу арқылы ұсынылуы мүмкін: қоршаған ортаға түскен кездейсоқ энергия ағыны, содан кейін барлық басқа беттерді құрайтын энергия ағыны арқылы көрінуі мүмкін. K бетінде көрсетілетін энергия ретінде жазылуы мүмкін

,,,,

$$\Delta[\ I\ (\ ,,r,\text{-}S)..\text{-}S]..+,(\alpha+\alpha).I(\mathrm{r,s.})=\alpha n^2\sigma T4/\pi. \qquad (3)$$

DO моделі ауа бетінің радиациялық әсеріне қосымша қатысуын ескереді. Бұл сонымен қатар радиацияның мөлдір қабырғаларында шағылуына мүмкіндік береді. Демек, DO модулі локализацияланған жылу көздеріне қатысты мәселелерге ең қолайлысы. Есептеу құны әдеттегі бұрыштық дискретизация үшін қалыпты. Пештің ішіндегі жылу алмасудың басым әдісі болып, радиациялық жылу алмасу болып табылған. Демек, радиациялық беттік қасиеттеріне және қалыпты жылу алмасудың сәулелендіру моделіне көп көңіл бөлінді. DO моделі үшін жылу алмасу есептерінде радиациялық қасиеттері (сіңіру және шашырау коэффициенті) маңызды рөл атқарады. Шашырау коэффициенті нөлге тең деп алынды, себебі бұл үлгілеуде аса маңыздылығы болған жоқ. Серпімді - тұтқыр материалдар, яғни нан және нан өнімдерінің әртүрлі түрлері мөлдір болмағандықтан, ауадағы сіңіру коэффициенті 0,75 - ке 10000 деңгейінде белгіленді. Нанның термофизикалық қасиеттері туралы сынақтық мәліметтер алынып 1 - кестеде келтірілді. Қамыр дайындамасы 20 - 10 - 8,5 см (нан табағының типтік мөлшері) өлшемде пішінделіп, пештің ортасына қарай орналастырылі. Ауа температурасы кірістегі қоршаған орта температурасы (270 ° C) деп есептелді.

Жылыту катушкалары көлемдік жылу көзі ретінде үлгіленді. Шыны есік пен пештің қабырғасына арналған конвективті және радиациялық жылу есепке алынды. Камераның ішіндегі температура тәртібі ауа ағынының сипаттамасына және қыздыру элементтеріне байланысты. 180 және 1200 секундтағы үш түрлі радиациялық үлгілердің температуралық профильдері 3 - суретте көрсетілген.



3-сурет. Өнімсіз пештің (DO үлгісі) температурасы профилі (а) 180 с. және (ə) 1200 с.

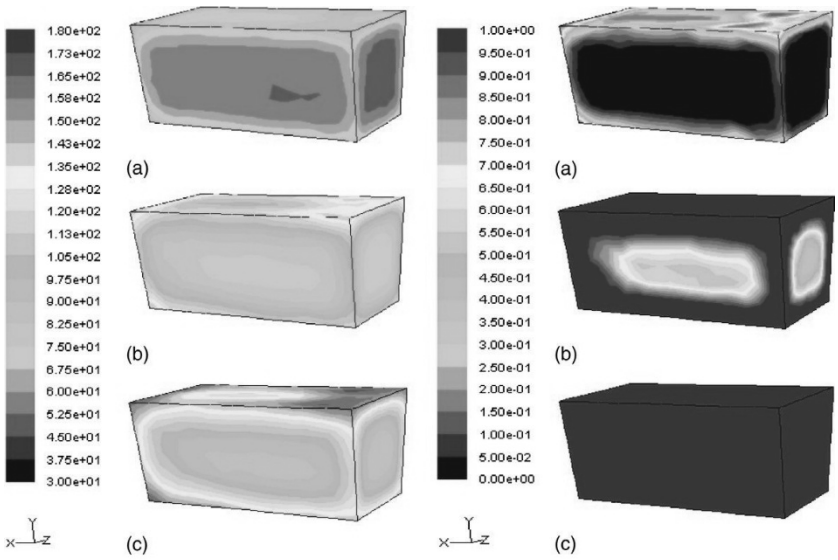
Камераның қабырғаларына жақын температураның жазықтық ортасына (180 с) қарағанда аз екенін көруге болады. Алайда, алдын - ала қыздыру циклінің соңында пештің температурасы біркелкі болды (1200 с). Температураның сызықты өсуі байқалып, содан кейін ол тұрақты күйге жетті. Ауа температурасының ұлғаюы нан тығыздығын азайтады, сондықтан ыстық ауа көтеріледі және камераның ішіне ауаның конвективті айналымын жасайды [16].

Пештің қызуы біркелкі болған жағдайда ғана, нанның сапасы жақсы болады деп айтуға болады. Желатинизация қасиеттерінің түзілуі крахмалдың түріне және шығуына байланысты. Крахмалдың желатинизациясы түйіршіктердің құрылымдық тұтастығын және амилозаның экссудациясын сақтайтын молекулалық сутек байланыстарының бұзылуына әкеледі. Желатинизация кезінде гидрата түйіршіктері ісінеді және орта тұтқырлығының жоғарылауы байқалады. Бұл крахмал желатинизация құбылысын калориметриялық дифференциалды сканерлеу (DSC) және рентгендік дифракция әдісімен өлшейді. Пісіру кезінде крахмал желатинизациясы уақыт / температура функциясы болып табылады және бірінші кезектегі кинетикаға еретіні анықталды. Крахмалдың желатинизация дәрежесі нан пісіру уақытын анықтайтын өндірістік пісіру үрдісіндегі минимал пісіру индексі ретінде пайдаланылуы мүмкін [17, 18].

Калориметриялық дифференциалды сканерлеу (DSC) әдісі көмегімен крахмалдың желатин түзі үрдісі зерттелді және k_0 және E_a сияқты модельдік параметрлері есептелді.

$$\alpha=\exp(- kt) \quad (4)$$

Нан пісіру үрдісі CFD үлгілеу арқылы, пешті алдын - ала қыздырып, қамыр дайындамасын пештің ортасына орналастыру жағдайында жүзеге асты. DO моделі өнімнді үлгілеу үшін қолданылды (b), себебі ауадағы беттің сәулеленуінен бетке сәулелену әсеріне қосымша ескеріледі. Пештің ішіндегі ауа ағынының нан дайындамасының орналасуына байланысты өзгергені байқалды. Нанның әртүрлі орындарындағы температураның симуляциялық және сынақтық салыстыру өлшеулері 4 - суретте көрсетілген (4 - сурет (б) көрсетілген сол мәндер). 1 - нүктесі (нан - орталығы), 2 - нүктесі (орталығынан оң жағына қарай 8 см аралығында) және 3 - нүктесі (орталығынан сол жақ жағына қарай 7,5 см аралығында) 4 - суретте көрсетілген.



4-сурет. Нанның үстіңгі бетіндегі және төменгі беттің ортасындағы сызық бойынша 300 с (а), 900 с(b) және 1200 с (с) температура профилі

Симуляция және сынақтық нәтижелерінің жақсы екенін көруге болады. Орталық температура 100 LC жеткенше пісірудің үлгіленуі жүргізіліп отырылды. 1 – нүктеде орталық нүктемен салыстырғанда, яғни нанның екі жақ бөлігінде (2 - нүкте және 3-нүктеде) температураның жылдам өсуі байқалды. Сынақтық нәтижелер бойынша пісірудің соңында (қыртысының қоспағанда) нанның көп бөлігінің тұрақты 97 ± 1 LC температураға жеткенін көрсетті. Нан пісірудің соңғы үрдісінде, нанның

орталығында ылғалдың буланууы және конденсация нәтижесінде температура шамамен 97 LC жетті. Сынақ жұмыстың үлгісіне сәйкес, бұл температурадан аздап үлкен мән болжанған еді. Төмен температура нан желімшесінің желатинизация жылдамдығын төмендететінін атап өтуге болады, себебі ол температура мен уақытқа тәуелді.

4. Қорытынды

DTRM, S2S және DO модельдерін қолданып, электрлік тұрмыстық пешке CFD моделі жасалды және сынақ нәтижелерімен расталды. Бұл симуляциялық зерттеу электр пеші жиырма минут ішінде біркелкі қызғанын, (алдын - ала қыздыру циклі) ауа ағынының төмен деңгейіне байланысты қызудың ең баяу жылу аймағы пеш қабырғасының маңында болғанын көрсетті. DO моделі өнімді қолдану негізі бойынша таңдалды.

Наны бар пешті үлгілеу кезінде, қыздыру шаблоны мен уақыты және нан ішіндегі температура профилінің маңызды екендігін көрсетті. Бұл модель нанның әртүрлі жерлеріндегі температурасының сынақтық өлшемдерін өлшеуімен расталған. Уақыт, нандағы температураның өзгеруі үлгілеуден алынды. Бұл үш өлшемді модель, стационарлы пісіру кезінде 1 - ші математикалық модельмен салыстырғанда, нан пісіру уақытын және нан қабықшасы мен желімшесінің жақсы көрсеткіштеріне жақындағанын жақсырақ болжап берді. Аралас CFD және кинетикалық модель нан қабықшасы мен желімшесінің крахмалды желатинизациялауы үшін әзірленді.

Бұл модельдеуде, нан пісіру кезінде, желатин түзу үрдісінің аяқталуы пісірудің жиырма екі минутында болатынын болжады. Наны бар электрлі пештің осы CFD моделі ауа температурасының, пісіру уақыты мен крахмалдың желімдену уақытының ең оңтайлы пісіру шарттарына қол жеткізу үшін конструктивті ақпаратпен қамтамасыз етеді.

Электрлік қыздыру пеші үшін CFD үлгілеу үрдісін сынау үшін, алдын - ала қыздырылған пеш циклында температура профилін болжауы қажет. Сынақ жұмыстарын максималды 220 ± 2 LC температурада, нансыз пеш камерасында жүргізілді. Қыздырылған пештің температурасының уақытша өзгеруі T - түрдегі термопара арқылы өлшенді. Термостатты қыздыру элементін қосу және өшіру шартымен пеш ішіндегі температураны ұстап тұру үшін қолданылды. T / Tmax термостаттың жұмысын есептеп, уақыт интервалдарын жасау үшін пайдаланылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Утепбергенов И.Т., Хисамиев З.Г., Тойбаева Ш. Д., Исабекова Л.С., Муслимова А.К., Интеллектуальная система управления печи в хлебопекарном производстве, Вестник КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, 2017 г.

[2] Mirade, P. S, Kondjoyan, A., & Daudin, J. D. (2002). Three-dimensional CFD calculations for designing large food chillers. Computers and Electronics in Agriculture, 34(1–3), 67–88.

[3] Hu, Z., & Sun, D. - W. (2000). CFD simulation of heat and moisture transfer for predicting cooling rate and weight loss of cooked ham during air - blast chilling process.

[4] Утепбергенов И.Т., Тойбаева Ш.Д., Исабекова Л.С., Муслимова А.К. Автоматизированная система менеджмента качества технологических процессов пищевого производства на основе аппарата нечеткого вывода, Вестник КазНУ, 2016

[5] I. T. Utepbergenov, Professor, Z. G. Khissamiyev, Associate Professor Sh. D. Toybayeva, Doctoral student, L. S. Issabekova, Doctoral student, A. K. Musslimova, Doctoral student Intelligent oven control system in bakery production год

[6] Therdthai, N., Zhou, W., & Adamczak, T. (2002). Optimization of the temperature profile in bread baking profile. Journal of Food Engineering, 55(1), 41–48.

[7] Purlis, E., Salvadori, V.O., 2009. Bread baking as a moving boundary problem. Part 1:mathematical modeling. Journal of Food Engineering 91, 428–433.

[8] De Vries, U., Velthuis, H., & Koster, K. (1995). Baking ovens and product quality—a computer model. Food Science and Technology Today, 9(4), 232–234.

[9] Соснин О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств: Учебное пособие для студ. вузов. – М.: Академия, 2007. – 240 с.

[10] Zanoni, B., & Peri, C. (1993). A study of the bread - baking process I: a phenomenological model. Journal of Food Engineering, 19(4), 389–398.

[11] Hall, J. E., Timperley, A. W., & Holah, J. T. (1998). Computational fluid dynamics: a key to hygienic design. In C. Skjoldebrand, & G. Trystram (Eds.), Proceeding of ACoFoP IV, Goteborg, Sweden, 21–23 September 1998 (pp. 510–515).

[12] Matz, S. (1989). Equipment for Bakers. USA: Elsevier Science Publishers, pp. 475.

[13] Therdthai, N., Zhou, W., & Adamczak, T. (2004). Three-dimensional CFD modeling and simulation of the temperature profiles and airflow patterns during a continuous industrial baking process. Journal of Food Engineering, 65, 599–608.

[14] Hu, Z., & Sun, D. - W. (2000). CFD simulation of heat and moisture transfer for predicting cooling rate and weight loss of cooked ham during air - blast chilling process. Journal of Food Engineering, 46(3), 189–197. Simulation of air movement in a dryer by computational fluid dynamics: application for the drying of fruits. Journal of Food Engineering, 36(2), 183–200.

[15] Scott, G., & Richardson, P. (1997). The application of computational fluid dynamics in the food industry. Trends in Food Science and Technology, 8(1), 119–124.

[16] Цыганов В.В., Бородин В.Ц., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие. - М.:Университетская книга, 2004. - 768 стр

[17] Abdul Ghani, A. G., Farid, M. M., & Chen, X. D. (2002). Numerical simulation of transient temperature and velocity profiles in a horizontal can during sterilization using computational fluid dynamics. Journal of Food Engineering, 51(1), 77–83.

[18] Matz, S. (1989). Equipment for Bakers. USA: Elsevier Science Publishers, pp. 475.

[19] Mistry, H., Ganpathi - subbu, S., Dey, S., Bishnoi, P., Castillo, J.L., 2006. Modeling of transient natural convection heat transfer in electric ovens. Applied Thermal Engineering 26, 2448–2456.

[20] Wong, S.Y., Zhou, W., Hua, J., 2007. CFD modeling of an industrial continuous bread - baking process involving U - movement. Journal of Food Engineering 78, 888– 896.

Утепбергенов И.Т., Хисамиев З.Г., Тойбаева Ш. Д., Исабекова Л.С.

Управление хлебопекарной печи с моделированием динамики флюидов CFD

Резюме. Хлебобулочное производство относится к ведущим пищевым отраслям агропромышленного комплекса Казахстана. Актуальность исследований заключается в необходимости внедрения, модернизации и автоматизации производственных процессов на базе современных технологий управления на предприятиях хлебопекарной отрасли Казахстана, включая внедрение современных автоматизированных информационных систем (АИС).

Была разработаны модели 3D CFD для печи с электронагревательной печью.

Для исследования эксперимента использовались три различные модели излучения: дискретная модель переноса излучения (DTRM), модель излучения с поверхности на поверхность (S2S) и дискретные ординаты (DO). Выше указанные модели показали почти аналогичные данные, которые совпадали с экспериментальными измерениями. Во время рабочего цикла температура печи нагревалась через 360 с.

Низкие температурные зоны были вблизи стенок печи из-за низкого воздушного потока. Анализируя все методы излучения был выбран DO метод излучения для моделирования выпечки хлеба, что было подтверждено с экспериментальными измерениями температуры хлеба. Моделирование хлеба проводилось для изучения профилей температуры и крахмальной желатинизации коры и крошки продукта. Исследование показало, что процесс выпекания должен быть завершен через 1500 с, когда температура хлебопекарного раствора достигла 100 ЛК.

Ключевые слова: Моделирование, динамика флюидов (CFD), хлебопекарная печь, хлеб, радиация, тепловой поток, моделирование

Utepbergenov I.T., Khisamiev Z.G., Toibayeva Sh. D., Isabekova L.S.

Control of a baking oven with fluid dynamics modeling CFD

Summary. Bakery production belongs to the leading food industries of the agro-industrial complex of Kazakhstan. The relevance of the research is the need to introduce, modernize and automate production processes on the basis of modern management technologies at the enterprises of the baking industry in Kazakhstan, including the introduction of modern automated information systems (AIS).

3D CFD models for a furnace with an electric heating furnace have been developed.

Three different radiation models were used to study the experiment: a discrete radiation transfer model (DTRM), a surface-to-surface radiation model (S2S), and discrete ordinates (DO). Above mentioned models showed almost similar data, which coincided with experimental measurements. During the operating cycle, the furnace temperature was heated after 360 s.

Low temperature zones were near the walls of the furnace due to low airflow. Analyzing all radiation methods, DO method of radiation was chosen to simulate baking bread, which was confirmed with experimental measurements of bread temperature. The bread was modeled to study temperature profiles and starch gelatinization of the bark and crumb of the product. The study showed that the baking process should be completed after 1500 s, when the temperature of the bakery solution reached 100 LC.

Keywords: Modeling, dynamics of fluids (CFD), baking oven, bread, radiation, heat flow, modeling

Е. Бейбитхан, А.А. Шарипбай
([1]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
E-mail: beibitkhan.yerkegul.b@gmail.com
[2]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Алматы, Казахстан.
E-mail: sharalt@mail.ru)

РАСПОЗНАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация В данной статье рассмотрен многослойный персептрон, распознавание символов с помощью нейронных сетей, система распознавания текста, описывается сеть архитектуры и процессы обучения и представляются многослойные сети прямой связи.

Ключевые слова: Нейронные сети; Распознавание текста; Искусственный интеллект; OCR, Персептрон.

Введение

На сегодняшний день в современном мире активно развивается такая область искусственного интеллекта как нейронные сети. Актуальность разработок в области нейросетей обуславливается их широкими возможностями применения в самых различных областях[1].

Искусственные нейронные сети представляют собой математическую модель функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Как и в биологической нейронной сети, основным элементом искусственной нейронной сети является нейрон. Соединенные между собой нейроны, образуют слои, количество которых может варьироваться в зависимости от сложности нейронной сети и решаемых ею задач. Теоретические основы программирования таких нейронных сетей, описываются во многих работах [2].

Единственным серьёзным производителем на IT-рынке считается

Корпорация ABBYY с программой FineReader, которая поддерживает как печатный, так и рукописный текст. В ней распознать текст можно со сканера, снимков с камер мобильных устройств. Примечательна функция добавления неизвестного слова в словарь программы. Но не стоит упускать, что программы распознавания в этой компании создаются с уклоном на стандартную документацию компаний, так как именно они и являются основными её потребителями.

Распознавание текста для машины представляет собой сложную проблему. Ранее оно было возможно только благодаря очень нагроможденным функциям и моделям. Но сейчас, вследствие развития сферы информационных технологий, становится возможным упростить, а то и улучшить качество распознавания текста. Система распознавания текста имеет огромное применение на практике и не менее большое количество сложностей.

Решить задачу распознавания текста с высоким результатом можно будет только когда компьютер сможет, подобно человеку, анализировать и понимать информацию в тексте[3].

Распознавание символов с помощью нейронных сетей

Программы оптического распознавания символов (OCR) способны читать напечатанный текст. Это может быть текст, который был отсканирован из документа, или ручной текст, который был нарисован на ручном устройстве, например, PersonalDigitalAssistant (PDA). Программы OCR широко используются во многих отраслях. Многие из современных сканеров документов для ПК поставляются с программным обеспечением OCR, которое позволяет сканировать печатный докумен, а затем преобразовывать сканированное изображение в электронный текстовый формат, такой как документ Word, позволяя вам манипулировать текстом. Чтобы выполнить это преобразование, программное обеспечение должно анализировать каждую группу пикселей (0 и 1), которые образуют букву, и вырабатывать значение, соответствующее этой букве. Некоторые из программного обеспечения OCR на рынке используют нейронную сеть в качестве механизма классификации.

На рисунке 1 показана нейронная сеть, используемая в приложении оптического распознавания символов (OCR). Оригинальный документ сканируется в компьютер и сохраняется как изображение. Программное обеспечение OCR разбивает изображение на суб-изображения, каждый из которых содержит один символ. Суб-изображения затем переводятся из формата изображения в двоичный формат, где каждый 0 и 1 представляет собой отдельный пиксель суб-изображения. Затем двоичные данные подаются в нейронную сеть, которая была обучена для установления связи между данными

изображения символа и числовым значением, которое соответствует символу. Затем вывод из нейронной сети преобразуется в текст ASCII и сохраняется как файл.[4]

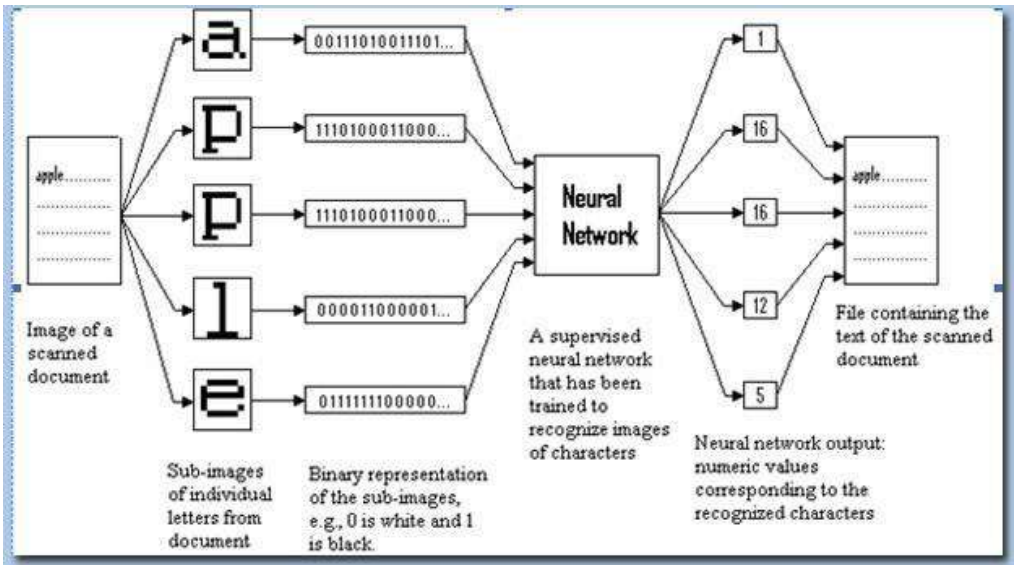


Рис. 1. Пример нейронной сети для OCR

Формальные нейроны могут объединяться в сети различным образом. Одиниз самых распространённых видов сети–многослойный персептрон.

Работа многослойного персептрона описывается формулами:

$W_{il}=\sum_{ijl} x_{ijl}$;(1)

$OUT_l=F(WS_l-B_l)$;(2)

$x_{ij(l+1)}=OU_{il}$,(3)

Где индексом i обозначается номер входа, j– номер нейрона в слое, а–номер слоя,

x_{ijl}–i-ый входной сигнал -го нейрона в слое l;

w_{jl}–весовой коэффициент -говхода j-гонейрона в слоеl;

WS_l– взвешенная сумма -гонейрона в слоеl;

OUT_l–выходной сигнал-гонейрона в слое l;

B_l– пороговый уровень-гонейронав слое l.

«Методы обучения» описываются алгоритмы обучения персептрона.

Общая схема обучения персептрона:

1. Инициализировать веса и параметры функции активации в малые ненулевые значения;
2. Подать на вход один образ ирассчитать выход;
3. Посчитать ошибкуE^S, сравнивd^Sиy^S.
4. Изменить веса ипараметрыфункцииактивации так, чтобы ошибка E^S уменьшилась.
5. Повторять шаги 2-4 до тех пор, пока ошибка не перестанет убывать или не станет достаточно малой.

Вывод

Очевидно, что термин искусственные нейронные сети охватывают большое

количество различных программных пакетов со многими различными типами искусственных нейронов, сетевых архитектур и правил обучения. В свою очередь, эти различные сети могут применяться к разнообразным функциям во всем: от производства пива до лучшего понимания свойств биологических мозгов, на которых они основаны.

ЛИТЕРАТУРА

[1] José C. Principe, Neil R. Euliano, Curt W. Lefebvre "Neural and Adaptive Systems: Fundamentals Through Simulations", ISBN 0-471-35167-9

[2] Microsoft web site: Microsoft web site: http://msdn2.microsoft.com/en-us/default.aspx

[3] Christopher M. Frenz,Touch All the Bases: Give Your .NET App Brains and Brawn with the Intelligence of Neural Networks, http://msdn.microsoft.com/msdnmag/issues/05/05/NeuralNetworks/#S2

[4] M.Villani, M.Curtin, Ngo J Simone, H.St. Fort, C.Tappert. S. –H Cha. Keystroke Biometric Recognition Studies on Long Text Input over the Internet, CSIS Pace University, Pleasantville, New York 10570

[5] Microsoft web site: SQL Server 2005 Books Online "Microsoft Neural Network Algorithm (SSAS)", http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/ms174941.aspx

[6] Kingsley Tagbo, C# Neural Network Multilayer Feedforward Backpropagation Algorithm Version 1.0- Open source code release, http://www.kdkeys.net/blogs/kingsleytagbo/archive/2005/04/09/4514.aspx, 04/09/2005

[7] S. Marsland, J. Shapiro, U. Nehmzow. A self-organising network that grows when required. NeuralNetworks,

[8] US Postal Service@, Engineering Systems/Process Integration AFCS-OCR, http://blue.usps.gov/site/wcm/connect/resources/file/eb1591074c8f1ab/SPI%20AFCS-OCR%20Mail%20Flow%20Guide%20v1.1%20Sec%202%20System%20Overview.pdf?MOD=AJPERES

[9] Jim Carnicelli, Neural Network Demo, http://utopia.csis.pace.edu/cs615/2006-2007/team7/Software/OCR_vbnet.zip

[10] Andrew Kirillov, Neural Networks, http://utopia.csis.pace.edu/cs615/2006-2007/team7/Software/OCR_Csharp.zip

[11] NeuroIntelligence-Alyuda Research, http://www.alyuda.com/neural-network-software.htm

[12] NeuroDimension Inc web site. - Neural Network Software, http://www.nd.com/

[13] ШиробоковВ.А.Системы распознавания текстов. Автореферат работы магистра //Портал магистров Донецкого национального технического университета URL: http://masters.donntu.edu.ua/2005/fvti/shirobokov/diss.htm(дата обращения: 23.01.2017).

[14] Мищенко В.А., Коробкин А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ОБУЧЕНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6.;

[15] URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5138 (дата обращения: 20.04.2018).

Бейбітхан Е., Шарипбай а. А.,

Нейронды желілер көмегімен графикалық мәтіндерді тану

Аңдатпа. Осы мақалада біз нейрондық желілерді қолдану арқылы көп қабатты перцепронды, бейнені тануды, мәтінді тану жүйесін, оқу процестерінің желісін сипаттайды және көптеген деңгейлі тікелей байланыс желілерін ұсынады.

Түйін сөздер: Нейрондық желілер; текстті тану; Жасанды интеллект; OCR, Персептрон.

Beibitkhan E., Sharipbai A.A.

Recognition of graphic texts with neural networks

Summary. This article describes a multilayer perceptron, character recognition using neural networks, text recognition system, the network architecture and learning processes are described and multilayer networks of direct communication are presented.

Key words: neural networks; text recognising; artificial intelligence; OCR; Perceptron.

УДК 621.878.11

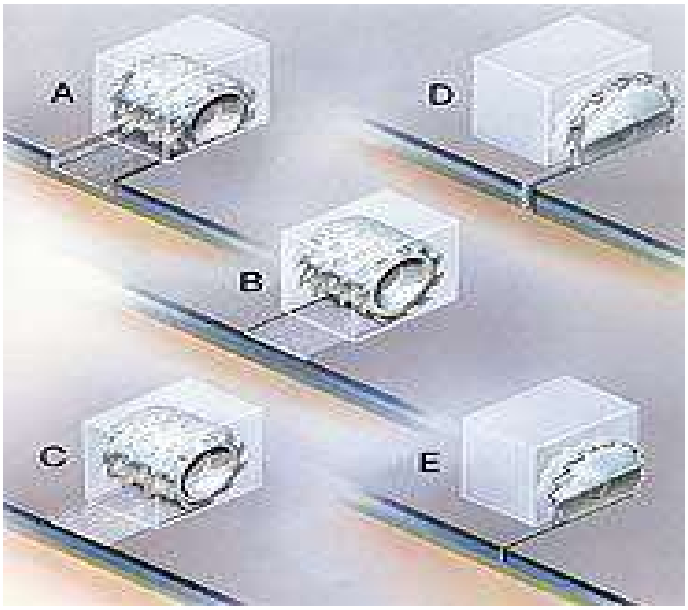
Р.А. Козбагаров, Б.Д. Жунисбек
(Сәтбаев университеті, Алматы, Республика Казахстан, ryctem_1968@mail.ru)

АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ ФРЕЗ ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПЕРЕМЕННОЙ КОЛЕЙНОСТЬЮ

Аннотация. В работе проведены анализ дорожных фрез для ремонта дорожных покрытий с переменной колейностью, определяющие изменение взаимного положения рабочих органов машины и дорожного покрытия в процессе фрезерования дорожного покрытия с переменной высотой колеи, что вызывает снижение ровности профилируемой поверхности дорожного покрытия.

Ключевые слова: Дорожная фреза, асфальтобетонное покрытия, зачистной отвал, подборочный устройства, погрузочный конвейер.

Машины для фрезерования асфальтобетонных покрытий (рисунок 1) появились на автомобильных дорогах Республики Казахстан около двадсяти лет назад. До этого замена старого асфальтового покрытия происходила под оглушающий треск отбойных молотков. Дорожные фрезы позволили заменить эту устаревшую технологию профилированием асфальтобетонного покрытия [1, 2].



a - фрезерование покрытия на всю глубину, в - выравнивание поверхности, с - удаление старой разметки, d - прорезание швов, е - пропил покрытия

Рис. 1. Схемы работы машины для фрезерования асфальтобетонных покрытий

Преимущества фрезерования ремонтируемых покрытий настолько очевидны, что производители оборудования быстро создали и выпустили на рынок фрезы, способные обрабатывать холодный асфальтобетон и цементобетон. Стало возможным широкое распространение технологии восстановления покрытия дороги срезкой поврежденного или неровного участка и укладкой нового асфальта взамен срезанного.

Данный вид работ заключается в удалении слоя асфальтового покрытия методом холодного фрезерования. Типовые характеристики дорожной фрезы: рабочая скорость 5-7 м/мин, достаточная мощность, тяга и устойчивость для обеспечения точного выдерживания глубины обработки от 3,5 мм до 5 см; автоматическая система выравнивания при помощи нивелировочной балки или струны; автоматическая система контроля глубины фрезерования при помощи направляющих салазок; возможность поддержания заданного поперечного уклона; вспомогательное оборудование для подбора измельченного материала (асфальтового гранулята) при заданной скорости обработки; ширина рабочей зоны полосы фрезерования 2-4 м.

Для обеспечения точности хода фрезеровальной машины необходимо использовать продольную разметку. В качестве разметки может использоваться бордюр, кромка покрытия, сигнальные струны,

закрепленные на поверхности покрытия. Обработка ведется в продольном направлении.

Участки с поперечными уклонами фрезеруются на глубину до 5 см при ширине полосы фрезерования 3 м. Переход от одного поперечного сечения к другому следует выполнять плавно, с постоянной скоростью. Полоса движения обрабатывается на полную ширину, с тем, чтобы поперечное сечение новой поверхности было ровным.

Ровность обработанной поверхности замеряется 3-х метровой рейкой, зазор между рейкой и обработанной поверхностью не должен превышать 2 см.

В начале и конце обрабатываемой полосы следует обеспечивать плавный переход к существующему покрытию. Не следует оставлять открытые вертикальные кромки в направлении перпендикулярном направлению движения. Если покрытие остается открытым для движения транспорта, перепады высот между прилегающими полосами должны лежать в установленных пределах. Ровность обработанной поверхности должна соответствовать СНиП 3.06.03-85.

Непосредственно после обработки покрытия дорожной фрезой, поверхность обрабатывается вращающимися щетками или вакуумным агрегатом до полного удаления и сбора незакрепленных частиц асфальта. Собранный при механической обработке материал складируется в специально отведенные для этих целей места или используется в дальнейшем в работе, при наличии соответствующего проектного решения.

Объемы работ по фрезерованию асфальтового покрытия измеряются в $м^2$, с учетом глубины обработки и в соответствии с ведомостью объемов работ, или в т.

Сегодня профилирование старого асфальтобетонного покрытия – это автоматически управляемый процесс его холодного фрезерования для восстановления заданного поперечного и продольного профиля, удаления бугров, выбоин, зон износа, а также других дефектов покрытия, и в итоге получения поверхности, допускающей немедленное начало движения или укладку свежего покрытия. Современные дорожные фрезы позволяют планировать старое покрытие, текстурировать его поверхность, придавая ей утерянные сцепные и шумозащитные свойства, снимать старое покрытие послойно (с точностью до мм) или сразу на всю глубину, аккуратно вскрывать места прокладки подземных трубопроводов и линий связи, освобождать от старого покрытия люки колодцев и даже выравнивать бетонные полы в производственных помещениях. При необходимости дорожная фреза может прорезать в покрытии и подстилающих слоях глубокий шов.

Еще одно важное достоинство этой технологии - возможность повторного использования материала старого покрытия, который в виде гранулята используется для нижнего слоя дорожной одежды или приготовления свежей асфальтобетонной смеси.

Несмотря на привычное разнообразие марок и моделей дорожных фрез, существуют определенные принципы компоновки и использования общие для этого типа машин. В качестве силовых установок используются дизельные двигатели. Ходовые трансмиссии, как правило, гидрообъемные, с независимым приводом каждого колеса или гусеничной тележки; количество движителей (колес или гусеничных тележек) колеблется от 3 до 6 в зависимости от типоразмера машины. Фрезерные барабаны приводятся непосредственно от двигателей машин с помощью механической передачи. На малых типоразмерах может использоваться гидрообъемная передача.

Твердосплавные резцы расположены по многозаходной винтовой линии, их рабочий ход направлен навстречу движению машины. Фрезеруемая зона лежит между движителями машины (исключения допускаются при фрезеровании вплотную к препятствиям или использовании узких фрез и дисковых пил большого диаметра). Все машины оборудуются системой увлажнения фрезеруемой зоны, обеспечивающей пылеподавление с одновременным охлаждением режущего инструмента.

Практически все фрезы оснащаются зачистными отвалами, подборочными устройствами и погрузочными конвейерами, обеспечивающими погрузку разрушенного покрытия в транспортные средства.

Пример применения дорожной фрезы при подготовке дорожного покрытия к шероховатой поверхностной [3] обработке приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Пример применения дорожной фрезы перед устройством антигололедного дорожного покрытия (США)



Рис. 3. Результат устранения выпоров колеи дорожной фрезой по силовому замыканию

Результат устранения выпоров колеи дорожной фрезой приведен на рисунке 3.

Видно, что в результате силового фрезерования отфрезерованная поверхность не получается ровной, так как воспроизводит силовые деформации, вызванные переменной высотой выпоров колеи.

Область применения фрез среднего класса довольно широка (рисунок 4): фрезерование площадей от 1000 до 3000 м², снятие покрытия на мостах и путепроводах, ремонт асфальтобетонных покрытий малыми картами, профилирование покрытий, в частности изменение поперечных уклонов для обеспечения водоотвода, фрезерование покрытий на перекрестках городских улиц и в местных проездах. Данные фрезы незаменимы при устранении колейности как на автомобильных дорогах, так и на городских улицах. Машины данного класса обеспечивают высокое качество устройства поперечных рабочих швов при укладке асфальтобетонного покрытия. Последние модели фрез фирмы Wirtgen - W 1000F и W 1200F, кроме всего прочего, отличает высокая производительность за счет двигателя повышенной мощности - 185 кВт. Все колесные фрезы среднего класса могут оснащаться полным приводом на все колеса.



Рис. 4. Типовой вид рабочего органа самоходной дорожной фрезы

На самоходном устройстве установлен в горизонтальном положении фрезерный барабан с режущим исполнительным органом. Машина движется по покрытию, которое подлежит удалению, при этом вращающийся фрезерный барабан опущен соответственно глубине фрезерования и срезает слой асфальтобетона. Опускание фрезерного барабана возможно как параллельно, так и с определенным наклоном к поверхности дорожного полотна. Перемещение, обеспечивающее необходимое передвижение, осуществлено посредством колес (или гусеничных тележек) и регулируется плавно (бесступенчато). Необходимая глубина фрезерования (по отношению к базовой высоте) достигается посредством устройства регулирования глубины. Результатом является ровная и отвечающая требованиям к профилю плоскость, которая служит основой для нового покрытия.

Глубина фрезерования, как и плоскостность отфрезерованных участков, должны соответствовать требуемым показателям. Дорожное полотно должно иметь боковой уклон для надежного отвода воды, одинаковую толщину по всей ширине дороги. Чтобы эти условия обеспечивались, профиль подготовленной для укладки материала базовой поверхности должен быть очень точно выдержан. Поэтому далее производители фрез стали работать над увеличением точности процесса фрезерования. Разрабатывались системы контроля поперечного и продольного уклона фрезеруемой поверхности, глубины и скорости фрезерования. К настоящему времени большинство этих систем автоматизировано.

Наибольшее развитие в современных машинах получили системы управления. Дорожные фрезы американской компании Caterpillar («холодные планировщики») PM-465 и новая - PM-565B (рисунок 5) оснащены электронным оборудованием, увеличивающим их производительность. PM-565B оснащена двумя электронными датчиками и системой контроля и регулирования поперечного уклона фрезерования. Датчики способны регистрировать опорные точки на расстоянии от 300 до 1400 мм по вертикали под собой. Каждый датчик может быть настроен и отрегулирован непосредственно с земли либо с панели управления. Положение фрезерного барабана по высоте относительно уровня грунта постоянно отслеживается обоими датчиками и центральным электронным блоком управления. Кроме органов управления положением фрезерного барабана по высоте имеется переключатель «Все точки выше/ниже», который используется при фрезеровании поверхностей вблизи препятствий. Электронный блок управления дорожной фрезы отслеживает и регулирует работу всех основных систем машины, включая ходовую часть, рулевое управление, привод рабочих органов и др. При нарушении нормального режима работы система контроля оповещает оператора.

Компания Wirtgen (ФРГ) выпустила 12 моделей дорожных фрез. В их конструкции используется ряд новых технических разработок, повышающих точность работы. Одна из самых интересных новаций - система круиз-контроля Tempomat. Она встроена в электронную систему управления машины, «запоминает» скорость, с которой двигалась машина, и автоматически устанавливает ее снова после смены самосвала под ленточным конвейером, когда оператор нажимает кнопку выключателя. Затем автоматическая система выравнивания рабочих органов устанавливает заданную глубину фрезерования. Обрабатываемая зона сканируется датчиками, которые регистрируют отклонения от заданной глубины, и машина сразу же исправляет отклонения.



Рис. 5. Дорожная фреза фирмы Caterpillar PM-565B

Интересна информационно-диагностическая система Wirtgen - WIDIS 32). Она непрерывно контролирует состояние двигателя и гидравлических систем и в случае обнаружения неисправностей предупреждает оператора звуковым и световым сигналами. На мониторе указываются текущие технологические параметры.

Машины Roadtec также способны выполнять фрезерование в двух направлениях, благодаря чему удается осуществить фрезерование различного типа. Обычно фрезерование производится навстречу движению машины. Но Roadtec предлагает также фрезерные механизмы, у которых рабочий ход совпадает с направлением движения машины. Специалисты компании утверждают, что при фрезеровании второго типа проще контролировать процесс снятия дорожного покрытия, увлажнять фрезеруемую зону, перемешивать материалы и удобнее укладывать новый материал поверх увлажненного основания. Такая организация фрезерования позволяет также осуществлять загрузку снятого материала на автомобили позади машины.

Фирма CMJ выпускает широкую гамму фрез большого класса с шириной фрезерования от 900 до 4580 мм. На всех фрезах используется гидравлическая автоматическая система контроля уровня и поперечного уклона «HydraMation», позволяющая выдерживать точный уровень фрезерования.

Немецкая компания Dynapac выпустила три модели дорожных фрез. Все они оснащены двигателями Cummins мощностью от 60 до 600 л.с. и программируемым электронным управлением.

Известны также фрезы итальянской компании Bitelli (четыре базовые модели с двигателями мощностью от 68 до 340 кВт), Ingersoll-Rand (США), Gehl (США-ФРГ, навесная фреза, монтируемая на погрузчик), Marks (Германия, гамма фрез мощностью от 24 до 559 кВт и эксплуатационной массой от 2,5 до 53 т), Martimex Alfa (Словакия).

Фреза модели SF1300VC имеет привод от двигателя мощностью 180 кВт, ширину обрабатываемой полосы 1,31 м, глубину обработки срезаемого слоя покрытия 150 мм, четыре ведущих колеса, гидрообъемный привод фрезерного рабочего органа. Загрузка удаляемого материала в автотранспорт осуществляется в передней части машины. Новая фреза модели SF2100VC обеспечивает ширину обрабатываемой полосы 2,0 м, мощность двигателя Caterpillar 388 кВт. Глубина обработки срезаемого дорожного покрытия составляет 250 мм. Машина отличается высокой производительностью и снабжена четырьмя гусеничными тележками, каждая из которых имеет независимый гидробъемный привод. Радиус поворота машины равен 7,8 м. Фрезерный рабочий орган расположен между мостами машины и имеет механический привод. Ленточный конвейер, установленный спереди, обеспечивает удаление срезаемого материала. Сдвоенный пост управления, расположенный в средней части машины, обеспечивает хороший обзор места работ. Евгений МАРГАЙЛИК, инженер и патентовед ВОИР.

В последних моделях дорожных фрез Bitelli широко используются электронные системы управления рабочими процессами. Компьютеризованная система, установленная на фрезах SF102, SF102F и SF101, информирует оператора о работе всех систем машины, следит за соблюдением продольного и поперечного уклонов, глубиной фрезерования по ширине полосы, соответствием рабочей скорости усилию фрезерования. Система управления размещена в пылезащитном, влагонепроницаемом корпусе, а жидкокристаллические дисплеи вынесены на пульт управления машиной.



Рис. 6. Дорожная фреза ДЭМ-121

Кроме дорожных фрез импортного производства на российский рынок поставляется из Белоруссии холодная фреза ДЭМ-121 производства «Дорэлектромаш» (рисунок 6), предназначенная для вырезания ровных квадратных и прямоугольных ям в асфальтовом покрытии.

Фреза устанавливается на базовое шасси МТЗ-82.1 колесного трактора «Беларус» и приводится в движение через карданную передачу от заднего вала отбора мощности трактора. Рабочий орган фрезы напоминает собой вал шириной в полметра, утыканный мощными твердосплавными резцами, расположенными по многозаходной винтовой линии. Этот агрегат обладает потрясающей работоспособностью, и ему вполне «по зубам» распотрошить 2000 кв. м асфальта за одну смену. За один раз фреза делает яму шириной 400 мм, глубиной 150 мм, а длина задается по обстоятельствам. Как и все фрезеровальные машины, ДЭМ-121 оборудуется системой увлажнения фрезеруемой зоны, обеспечивающей пылеподавление с одновременным охлаждением режущего инструмента.

Аналогом фрезы «ДЭМ-121»является дорожная фреза «МДФ», производства ОАО «Михневский РМЗ». Дорожная фреза «МДФ» представлена на рисунке 7.

Фреза МДФ позволяет планировать старое покрытие, текстурировать его покрытие на всю глубину или послойно вскрывать места прокладки подземных трубопроводов и линий связи, освобождать от старого покрытия люки колодцев и выравнивать бетонные полы в производственных помещениях.

В России лишь два предприятия АО «Брянский Арсенал» и АО «Дмитровский экскаваторный завод» производят дорожные фрезы. Первое наладило выпуск самоходной машины ДС-197 с шириной фрезерования 1000 мм, то второе выпускает навесную фрезу ФДН-500 на тракторе МТЗ-82 с шириной фрезерования 500 мм. Фрезы по целому ряду показателей проигрывают зарубежным аналогам. Возможности фрезы ФДН-500 ограничены ремонтом малыми картами, а ДС-197 позволяет фрезеровать асфальтобетонное покрытие лишь на глубину 80 мм.



Рис. 7. Фреза «МДФ»

Использование гусеничного шасси не только увеличивает тяговые возможности машины, но и повышает их выравнивающую способность при фрезеровании, а также увеличивает эффективность их применения при работе с цементобетонными покрытиями.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Желукевич Р.Б. Теория и практика создания рабочих органов строительных и дорожных машин с дисковыми резцами. – Красноярск, 2015. – 354 с.

[2] Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог / Под ред. В.И.Баловнева. - Москва-Омск: Изд-во СибАДИ, 2015. – 528 с.

[3] Кочетков А.В., Суслиганов П.С. Устройство шероховатых поверхностных слоев на покрытиях автомобильных дорог и мостовых сооружений: ОИ Автомоб. дороги и мосты. Вып. 3. – М.: Информавтодор. 2015. – 100 с.

Козбагаров Р.А., Жунисбек Б.Д.

Айнымалы аралықты болатын жол беттерін жөндеуге арналған жол фрезаларын талдау

Түйіндеме. Жұмыста жолдың бетінің жоңғылау кезінде жол аралығының биіктігі өзгерген кезде, машинаның жұмыс бөліктерінің және жол бетінің өзара ұстанымының өзгеруін анықтайтын, жол төсемінің профильді бетінің тегістігін төмендететін жол белдеулерін жөндеу үшін жол фрезаларына талдау жүргізілген.

Негізгі сөздер: Жол фрезасы, асфальтбетонды жабынды, тазалағыш қайырма, жинағыш құрылым, тиеу конвейері

Kozbagarov R.A., Zhunisbek B.D.

Analysis of road mills for the repair of road surfaces with variable rutting

Summary. In work the analysis of road mills for repair of road surfaces with variable rutting is carried out, determining a change in the mutual position of the working elements of the machine and the road surface during the milling of the road surface with variable track height, which causes a decrease in the flatness of the profiled pavement surface.

Keywords: Road milling cutter, asphalt pavement, scraping blade, picking device, loading conveyor

УДК 534. 286

Г.И. Ажиева, К.М. Касенов, С.Т. Калдыбаева
(Сатпаев Университет, Алматы, Республика Казахстан)

КОМПАКТНОЕ ШИРОКОПОЛОСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКА НА ОСНОВЕ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛУВОЛНОВЫХ И ЧЕТВЕРТЬВОЛНОВЫХ АБСОРБЕРОВ

Аннотация. Многие абсорберы звука, перспективные и как акустические фильтры, и как широкополосные глушители звука, имеют либо структурные (пористые или волоконные наполнители), либо конструктивные полые камеры или отверстия. Нами предложен способ повышения их компактности и актуального смещения диапазона поглощения звука в сторону низких частот. Способ заключается в заполнении полостей абсорберов звука вместо воздуха подходящей средой, например, газообразной, с меньшей скоростью звука. Достигаемый благодаря этому выигрыш в широкополосной эффективности, габаритах и материалоемкости повышает конкурентоспособность звуковых абсорберов. Эффект применения способа рассмотрен теоретически на примере новейших полуволновых и четвертьволновых абсорберов звука, использующих явление резонансного поглощения.

Ключевые слова: широкополосное звукопоглощение, газонаполненные компактные полуволновые и четвертьволновые абсорберы звука, вязко-термальное распространение звука.

Звукопоглощающие и шумоизолирующие системы повсеместно применяются в целях снижения шума и улучшения акустики в помещениях и контроля шумных процессов. Однако их возможности часто ограничены традиционностью конструкций и способов изготовления, малой универсальностью. Кроме того, типовые решения проблематично использовать для поглощения и демпфирования низкочастотных звуковых колебаний из-за требуемого увеличения габаритов систем. В ответ на эти ограничения в данной статье демонстрируется потенциал пространственно компактного широкополосного поглощения газонаполненными абсорберами на любых, в том числе низких, частотах звукового диапазона.

В 2016 году исследователями Делфтского технического университета (Нидерланды) для защиты от широкополосного шума предложены полуволновые звуковые абсорберы, использующие явление резонансного поглощения звука в открытых с торцов трубках [3]. Их компактность достигается многократными изгибами трубок, представляющих собой волноводы. Сложная геометрическая конфигурация полостей (резонаторных камер) абсорберов реализована благодаря технологии аддитивного изготовления (трехмерной печати).

Данные абсорберы обладают избирательным поглощением на собственных частотах в области низких звуковых частот возрастают в габаритах. Достигнуть эффективного широкополосного звукопоглощения разработчики предложили комбинаций набора абсорберов с разными частотами резонанса и дополнительным демпфированием низких частот заглушками во входных отверстиях волноводов абсорберов.

Созданы и испытаны прототипы абсорберов. Результаты проведенных исследований согласуются с теорией вязко-термального распространения и поглощения звуковых волн.

В 2015 году опубликована статья группы исследователей из Французского Национального центра научных исследований (CNRS) в Ле-Мане (Франция) [4]. Ими разработана конструкция четвертьволновых абсорберов звука, с акцентом на эффективность поглощения в низкочастотной области.

Как сообщает группа из CNRC, недавние физические достижения показали, что в структурированной среде скорость звука может быть сильно уменьшена, с одновременным увеличением способности материала ослаблять или уменьшать звук. Эти результаты позволили группе разработать субволновые резонаторы, в которых полное поглощение энергии звука контролируется простыми геометрическими параметрами.

Четвертьволновый резонатор представляет собой закрытую с одного торца трубку, которая резонирует, когда длина волны равна четырем длинам трубки. Группа разработчиков из CNRC управляет снижением скорости звука путем дозагрузки четвертьволнового резонатора с резонаторами Гельмгольца.

Оба типа резонаторов могут действовать как акустические фильтры, позволяющие при этом прохождение через них масс или света. Эффективность поглощения звука такими резонаторами зависит в основном от геометрических особенностей, таких как длина и диаметр трубок (акустических волноводов).

В целом, полуволновые и четвертьволновые резонаторы характеризуются высокой разрешающей способностью, с узкими пиками резонанса.

Исследователи Делфтского ТУ предложили два пути достижения широкополосного пространственно компактного звукопоглощения – комбинацию абсорберов с разными частотами собственного резонанса поглощения и демпфирование уровня низкочастотного звука специально разработанными заглушками в отверстиях резонаторов.

Исследователи Национального центра научных исследований из Ле Мана сфокусировались на возможности снижения скорости звука в резонаторных камерах за счет нового направления - разработки мета-материалов – синтетических материалов с заданными свойствами, не встречающимися в естественной среде.

Мы предлагаем способ дальнейшего повышения компактности и универсальности полуволновых и четвертьволновых абсорберов звука. Наше предложение предусматривает создание на основе усовершенствованных по нашему способу абсорберов звука достаточно тонких широкополосных шумопоглощающих панелей.

Суть нашего предложения заключается в заполнении полостей абсорберов вместо воздуха другой средой (например, газообразной или иной) с меньшей скоростью звука и, возможно, большей акустической вязкостью.

Достигаемый выигрыш в габаритах, материалоемкости и трудоемкости изготовления абсорберов существенно улучшает их эксплуатационные и экономические характеристики, и облегчает внедрение инновационных предложений в целях обеспечения акустического комфорта и контроля шума.

Ниже вкратце излагаются теоретические основы пректирования абсорберов на базе *полуволновых резонаторов,* изложенные группой из Делфтского технического университета [3].

Протестированы два напечатанных на 3D-принтере образца, в конструкции которых выполнены трубчатые отверстия с двумя открытыми торцами (Рис. 1). Эффективность этого типа звуковых абсорберов (поглотителей) зависит, главным образом, от длины воздушного пути и радиуса вдоль его профиля.

Звукопоглощающие свойства таких резонаторов могут быть вычислены согласно теории вязкотермального (viscothermal) распространения волны в цилиндрических трубах [1]:

$$\mu = \sqrt{\frac{\omega \rho_0 R^2}{\eta}} \qquad (1)$$

где μ - безразмерный показатель,
ω – угловая частота [rad·s^{-1}],
ρ_0 – средняя плотность среды [kg·m^{-3}],
R – радиус трубки [m],
η – вязкость воздуха (1.84×10^{-5} [kg/(m·s)]),

$$R = \sqrt{\frac{\eta\,\kappa}{\rho_0 v}} \qquad (2)$$

$$K = \frac{k\,\rho_0}{1+\frac{2}{B\,\mu\sqrt{-j}}}\,(k-1)\,\frac{J_1(B\,\mu\sqrt{-j})}{J_0(B\,\mu\sqrt{-j})} \qquad (3)$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{1-\frac{2J_1(\mu\sqrt{-j})}{\mu\sqrt{-j}\,J_0(\mu\sqrt{-j})}} \qquad (4)$$

где ω – угловая частота [rad·s^{-1}],
ρ_0 – средняя плотность среды [kg·m^{-3}],
R – радиус трубки [m],
η – вязкость воздуха (1.84×10^{-5} [kg/(m·s)]),
$\kappa = C_P/C_V$ – отношение удельных теплоемкостей,
$\nu = \lambda n/(\rho_0 C_P)$ – приведенная теплопроводность,
J_0 и J_1 – функции Бесселя первого рода нулевого и первого порядков,
$j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.
При нормальных условиях для воздуха:
c_0 = 343.3 m/s, ρ_0 = 1.22 kg/m^3, p_0 = 1.013×10 Pa, λ_η = 2.41×10 W/mK.

Формулы для вычисления коэффициента поглощения звука α для трубки с двумя открытыми торцами, обращенными на две противоположные стороны стенки, приведены в работах [1, 2].

$$\alpha = 1 - \left|\frac{Z-\rho_0}{Z+\rho_0}\right|^2 \qquad (5)$$

$$Z = R_m\sqrt{k\rho}\,\tanh\left(j\omega L\sqrt{\frac{\rho}{k}}\right) \qquad (6)$$

$$R_m = R \cdot d \qquad (7)$$

где d – толщина пористого слоя [m],
Z – акустический импеданс,
L – эффективная длина резонатора, складываемая геометрической длиной и двумя малыми поправочными величинами ΔL с обеих сторон резонаторов.

Поправка ΔL составляет приблизительно $\Delta L \approx \frac{8R_{tube}}{3\pi}$, где R_{tube} [m] – радиус входного отверстия трубки [4].

Для пор в форме прямых цилиндров радиуса r [m], расположенных параллельно друг другу, удельное сопротивление потоку R [N·s·m^{-4}] может быть приближенно представлено как (6):

$$R = \frac{16\,\eta h\,(1-h)}{r^2\,h^2\left[(1-8\Gamma)+8\Gamma\,(1-h)-(1-h)^2-2ln(1-h)\right]} \qquad (8)$$

где $\Gamma \approx 0.577$, h – пористость и r – радиус пор [m].

Для исследованных труб с двумя открытыми торцами, обращенными к одной и той же стороне стены, резонансные частоты могут быть вычислены на основании выражения:

$$f = \frac{(2n-1)\,c_0}{2L} \qquad (9)$$

где n = 1, 2, 3, … и определяет частоты гармоник соответственно первого, второго и т.д. порядков.

Согласно нашему предложению, если звук в трубке распространяется в газообразной среде со скоростью звука v_i, то для вычисления длины волновода L_i уравнение (9) можно записать в виде

$$L_i = \frac{(2n-1)\, c_i}{2f} \qquad (10)$$

где c_i – скорость звука в среде, а n принимает целые положительные значения.

Для сохранения заданных частот резонансов поглощения, при скорости звука в газообразной среде, равной, например, половине скорости звука в воздухе, путь звуковой волны сократится вдвое.

Таким образом, наше предложение заполнить полости резонатора газообразной средой со сниженной (по сравнению с воздухом, c_0 = 342 м/с) скоростью распространения звука, позволяет снизить габариты резонаторов.

Примерами таких газообразных сред могут служить, например, **углекислый газ CO_2**, **хлор**, **йодид водорода** HJ, , скорости звука в которых при температуре 0°C составляют 260,3; 206,0 и 157,0 м/с, соответственно.

Мы полагаем, что в случае замены воздуха другой газообразной средой физика звукопоглощения и теоретические основы предложенных звуковых абсорберов сохранятся без существенных изменений.

В резонаторах типа открытой трубки падающие звуковые волны уничтожаются волнами в резонаторе и гасятся вязко-термальными потерями в резонаторе [3]. Этот вид резонаторов обычно эффективен для проблем с узкополосным шумом. Однако в акустике помещений обычно требуется решения для широкого частотного диапазона. Для достижения более широкой полосы поглощения звука резонансными поглотителями исследователями Делфтского ТУ предложено: а) объединить множества резонаторов с различными характеристиками и (б) добавлять имеющий сопротивление слой в отверстие резонатора.

Объединяя резонаторы, настроенные на различные частоты, можно поглощать шум в более широком диапазоне частот. Эта концепция исследована на образце GP 4.2 (Рис. 1); в нем устроены три воздушных пути с различными длинами: 0.343 м (L1), 0.515 м (L2) и 0.686 м (L3). У них постоянное круговое сечение диаметром 0.015 м. На основе уравнения 1 при n=1 им соответствуют проектные частоты: 482, 325 и 245 Гц.

Для достижения значимых потерь энергии требуется демпфирование. Чаще всего это обеспечивается размещением пористых поглотителей, где скорость колебаний частиц велика. В этом случае, в процессе нагнетания звуковых колебаний через отверстия, скорость частиц увеличивается при прохождении через два отверстия открытой трубки.

На образце GP 3.3.A исследовано влияние ввода имеющего сопротивление слоя в передние части открытой трубки резонатора, чтобы увеличить поглощение звука (Рис. 2). В нем имеется один воздушный путь с двумя открытыми торцами; общая длина воздушного пути равна 0.5213 м, сечение – круг с постоянным диаметром 0.03 м. Первая проектная частота резонанса равна 314 Hz (n=1). В два открытых отверстия трубки резонатора помещены два напечатанных на 3D-принтере заглушки, состоящие из малых трубок квадратного сечения. Размер пор в заглушках составляет 0.002 м, толщина - 0.03 м и пористость - 0.685. Удельное сопротивление потоку этих заглушек составляет приближенно 2767.7 $N \cdot s \cdot m^{-4}$.

Толщина этих двух образцов равна 100 мм, что до 10 раз меньше, чем длины звуковых волн целевых частот. Чтобы разместить в коротком профиле такие длинные воздушные пути, трубы изогнуты 5 - 11 раз. Изготовление труб такой сложной геометрии обеспечивается достижениями технологии аддитивного изготовления (AM – additive manufacturing). По объему изогнутые трубы занимают только 65-78% общего объема цилиндров, поэтому имеется пространство для еще большего сокращения габаритов компонентов.

На рис. 1 показаны прототипы звуковых абсорберов, изготовленных на 3D-принтере из полиамида (PA12) по технологии селективного лазерного спекания (СЛС). Аддитивная технология изготовления СЛС, основанная на использовании сырья в порошкообразном состоянии, работает путем селективного сканирования и спекания поверхности сырья лазером. Технология воспроизводит детали с высоким уровнем точности; допуски не правышают ±0.3% (с нижним пределом ±0.3 мм).

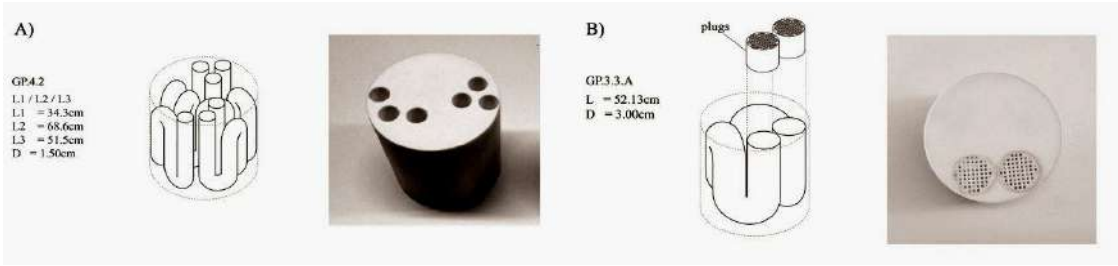


Рис. 1. Образцы абсорберов звука GP.4.2 (A) и GP3.3 (B, с заглушками), проектные и изготовленные из полиамида PA12 по технологии СЛС.

Коэффициенты звукового поглощения образцов с данными геометрическими особенностями измерены в трубе импеданса; применен способ использования двух микрофонов для измерения передаточной функции, в соответствии с рекомендациями стандарта NEN EN ISO 10534-2: 2001. Эта методика основана на передаточной функции двух фиксированных микрофонов, размещенных в двух различных позициях в трубе импеданса. Результирующая стоячая волна образуется из сигнала белого шума. По измеренной передаточной функции падающая и отраженные волны математически разделяются [3]. Это позволяет вычислить коэффициент отражения образца для того же диапазона частот, как у широкополосного сигнала. Также могут быть получены значения импеданса и коэффициента звукопоглощения. Измерения в трубе импеданса сопоставлялись с результатами аналитического моделирования в программе «Matlab» на основании теории, описанной в предыдущих параграфах.

Примерно в это ж время во Франции в Национальном Центре научных исследований (CNRC) разработан другой тип абсорбера – усовершенствованный четвертьволновый резонатор Гельмгольца. Четвертьволновый резонатор представляет собой трубку, один торец которой закрыт, резонирующую, когда длина волны равна четырем длинам трубки. Другими словами, он резонирует при частоте

$$f = 4c / L \qquad (11),$$

где c - скорость звука в резонаторе, а L - его длина.

Путем снижения скорости звука в резонаторе и резонансная частота, и длина резонатора могут быть снижены. В этом случае группа разработчиков управляет уменьшением скорости звука путем дополнения четвертьволнового резонатора резонаторами Гельмгольца. Этот резонатор напоминает закрытые флейты с затычками, вставленными в мундштук основной флейты. Уменьшение скорости звука в резонаторе позволяет ему резонировать на более низкой частоте, а затухание звуковой волны увеличивается.

Работа группы [4] показывает, что тонкая структура из метаматериала (синтетический, специально разработанный материал) может эффективно поглощать низкочастотный звук почти для каждого угла

На рис. 3 показаны коэффициенты поглощения (α) для нормально падающего звука, измеренные в трубе импеданса и вычисленные в программе Matlab. Результаты хорошо согласуются с вычислениями на основе вязко-термальной теории распространения волны; частоты резонанса спрогнозированы с хорошей точностью. Измеренные значения коэффициента поглощения α составляют от 0.8 до 1.0 на пиковых частотах в интервале 245–1600 Hz.

падения.



Рис. 2. Концептуальный вид прототипа тонкой панели, размещенной на жесткой стенке, с одним слоем резонаторов Гельмгольца квадратного сечения (разработка CNRC).

Для образца GP 4.2, который содержит три полуволновых резонатора для различных длин волн измерения фиксируют 8 пиков. Резонансные частоты хорошо согласуются с аналитическим моделированием (Рис. 3. A).

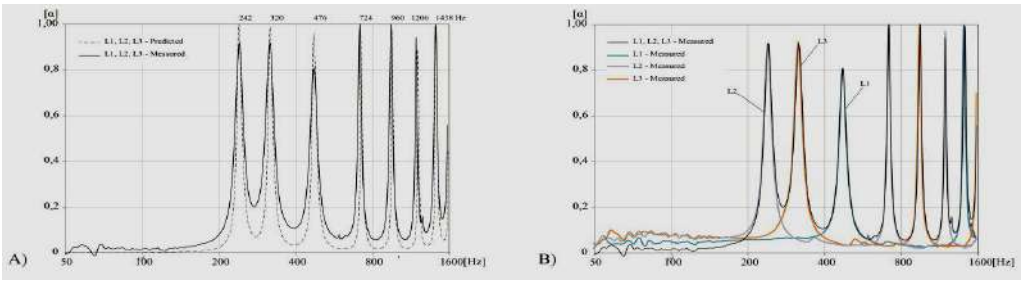


Рис. 3. Коэффициент поглощения нормально падающего звука образца GP.4.2: (A) для комбинации трех воздушных путей, измеренный и расчетный, и (B) измеренный отдельно для каждого воздушного пути и для их комбинаций.

При раздельных измерениях по каждой трубке (рис. 3. B) наблюдено, что кривая общего звукопоглощения соответствует линейной сумме коэффициентов поглощения трех отдельных воздушных путей. Даже при том, что диапазон частот для каждой трубы не расширяется, комбинация множества трубок, настроенных на различные наборы частот, демонстрирует возможность достижения широкополосного поглощения суммированием на различных резонаторах.

На образце GP 3.3 проведены исследования с вставкой имеющих сопротивление заглушек и без них (рис. 4). Измеренные и расчетные результаты удовлетворительно согласуются между собой. Они показывают, что образец с вставленными заглушками обеспечивает получение более высоких пиков поглощения.

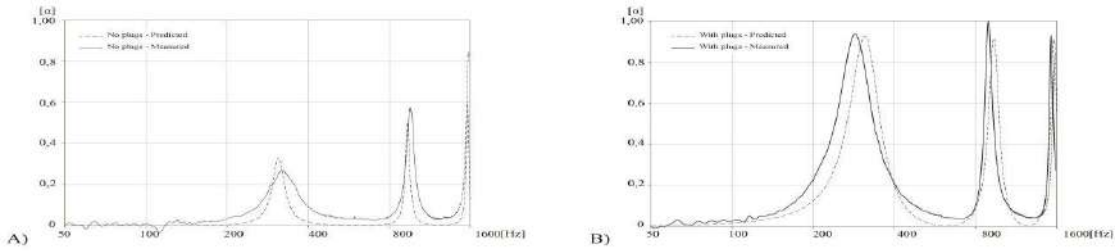


Рис. 4: Коэффициент поглощения нормально падающей звуковой волны образца GP.3.3: (A) - измеренный и расчетный, без акустически резистивной заглушки, (B) - измеренный и расчетный, с акустически резистивной заглушкой

Кроме того, при измерениях образца с вставленными заглушками наблюдается небольшой сдвиг пиков в сторону понижения частот (приблизительно 25 Гц). Возможное объяснение этого состоит в том, что из-за вставки акустического сопротивления изменяется эффективная длина воздушного пути.

Нами выполнен расчет, демонстрирующий снижение требуемой длины волновода при заполнении трубок звукового абсорбера (образец GP 4.2) некоторыми газами, в котрых скорость звука ниже, чем в воздухе.

Табл. 2. **Расчетные длины волновода L_i на примере образца GP4.2 при заполнении трубки резонатора воздухом, углекислым газом, хлором и йодидом водорода.**

Газ	c_i	F	L_i	ΔLi	π	D	t	L_i / L_0	C_i / C_0
	m/s	Hz	m	m		M	град. С		
Воздух, при 20 град. С	343,1	482	0,343	0,00637	3,1416	0,015	20		C^0
	343,1	325	0,515	0,00637	3,1416	0,015	20		
	343,1	246	0,686	0,00637	3,1416	0,015	20		
Воздух, при 0	331,5	482	0,344	0,00637	3,1416	0,015	0	1,002	0,966
	331,5	325	0,510	0,00637	3,1416	0,015	0	0,990	0,966

град. С	331,5	246	0,675	0,00637	3,1416	0,015	0	0,984	0,966
Углекислый газ	260,3	482	0,270	0,00637	3,1416	0,015	0	0,785	0,785
	260,3	325	0,400	0,00637	3,1416	0,015	0	0,785	0,785
	260,3	246	0,530	0,00637	3,1416	0,015	0	0,785	0,785
Хлор	206	482	0,214	0,00637	3,1416	0,015	0	0,791	0,600
	206	325	0,317	0,00637	3,1416	0,015	0	0,791	0,600
	206	246	0,420	0,00637	3,1416	0,015	0	0,791	0,600
Йодид водорода	157	482	0,163	0,00637	3,1416	0,015	0	0,762	0,458
	157	325	0,241	0,00637	3,1416	0,015	0	0,762	0,458
	157	246	0,320	0,00637	3,1416	0,015	0	0,762	0,458

Приведенный расчет демонстрирует, что для заданных частот резонансов поглощения при заполнении полостей резонатора вместо воздуха углекислым газом (при одинаковой температуре 0°С и нормальном давлении) требуемая длина волновода L_i уменьшается примерно на 21%, хлором – на 38%, и йодидом водорода - на 52%. Следовательно, толщина абсорбера может быть уменьшена со 100 мм до 79 мм при применении CO_2, 62 мм – Cl_2 и до 48 мм – HI.

Указанные газы выбраны в качестве среды, заполняющей полости абсорбера, только для примера, поскольку обладают сниженными скоростями звука. Очевидно, что хлор и йодид водорода газы не могут быть применены даже для экспериментирования, из-за их ядовитости. В дальнейшем выбор газа с оптимальными свойствами следует продолжить.

Удержание газов в полостях, с сохранением открытости трубок для звуковых колебаний, может обеспечиваться, например, запечатыванием отверстий тонкой эластичной пленкой, практически не препятствующей передаче упругой энергии при звуковых колебаниях. Применимость этого или иного решения следует проверить экспериментально.

Замена воздуха в волноводах резонаторов другой средой со сниженной скоростью звука позволит снизить длину волны резонансного поглощения, и, соответственно, толщину абсорберов. Выигрыш в толщине абсорберов будет пропорционален отношениям скоростей звука в акустически вязкой среде к скорости звука в воздухе.

Благодаря изгибам труб толщина абсорберов, предложенных исследователями Делфтского ТУ, значительно меньше длин волн резонанса (в соотношении приблизительно **1/10**).

Наше предложение заполнить полости абсорберов акустически вязкой средой со малой скоростью звука позволит кратно (вдвое в случае применения углекислого газа) снизить толщину резонаторов (приблизительно до **1/20** длины волны для рассмотренных образцов).

Обеспечиваемый этим выигрыш в габаритах, материалоемкости элементов звукопоглощающих систем и эффективности в низкочастотной части спектра обещает повысить заинтересованность рынка и, соответственно, ускорить внедрение инновационной технологии.

Поскольку часть звуковой энергии ответвляется на передачу через материал абсорбера, в системе неизбежно возникает *структурный шум*. Для его снижения мы предлагаем изготовить и испытать прототипы звуковых абсорберов из различных материалов – пенопластов, пеностекол, слоистых, композитных и других материалов и наноматериалов. Многообещающе, например, применение наноматериалов с искуственными дефектами кристаллической решетки и нанопорошков.

В случае предложенной нами замены воздуха газами со сниженной скоростью звука и повышенной акустической вязкостью в полостях **пористых и волокнистых звукопоглощающие материалов**, активно применяющихся, например, в промышленности, транспорте и строительстве в целях защиты от шума, и широко представленных на рынке, будет обеспечено **повышение демпфирующего эффекта**, снижение толщины звукоизолирующего слоя и существенный экономический эффект.

Дальнейшими теоретическими исследованиями и экспериментами можно будет количественно оценить влияние других попутных факторов: шероховатости и микропористости стенок полостей, непостоянства сечения акустических волноводов на эффективность звукопоглощения.

Тестирование образцов может производиться по стандартной методике.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Kosten CW. Sound absorbing materials. New York: Elsevier; 1949. 174 p.

[2] Beranek LL, Vér IL. Noise and vibration control engineering. 2nd ed. Hoboken: Wiley; 2006. 966 p.

[3] Foteini Setaki; Martin Tenpierik, Arjan van Timmeren, Michela Turrin. New Sound Absorption Materials: Using Additive Manufacturing for Compact Size, Broadband Sound Absorption at Low Frequencies.

[4] N. Jiménez, W. Huang, V. Romero-García, V. Pagneux and J.P. Groby. Ultrathin metamaterial for perfect and quasi-omnidirectional sound absorption. Applied Physics Letters, 2016

[5] 5.Костен С.У. Звукопоглощающие материалы. Нью-Йорк: Эльзевир; 1949. стр. 174.

[6] Беранек Л.Л., Вер И.Л. Техника управления шумом и вибрацией. 2-е изд. Хобокен: Уили; 2006. стр. 966.

[7] Фотейни Сетаки; Мартин Тенпиерик Аржан ван Тимеррен; Микела Туррин. Новые звукопоглощающие материалы: применение технологии аддитивного изготовления для пространственно компактного, широкополосного звукопоглощения на низких частотах

[8] Н. Хименес, У. Хуанг, В. Ромеро-Гарсиа, В. Пагно и Дж. П. Гроби. Ультратонкий метаматериал для совершенного и квази-омнинаправленного поглощения звука. Журнал «Письма по прикладной физике», 2015 г.

[9] Тен Э.Б., Утепов Е.Б., Дрокин А.С., Калдыбаева С.Т. Исследования кристализации алюминиевого чугуна // Республиканский журнал. Труды Университета. – Караганда, 2011. - №2 (43). – С. 23-26.

[10] Утепов Е.Б., Калдыбаева С.Т., Алиманова М.У. Чугуны с повышенным демпфированием звуковой энергии // Республиканский журнал. Труды Университета. - Караганда, 2011. - №3 (44). – С.18-21.

[11] Медведь Р.А., Соловьев Р.В. Производственный шум и борьба с ним. – Горький: Волго-Вятское книжное издательство, 1977. – 127 с.

[12] Лагунов Л.Ф., Глущенко В.Н. Снижение шума гвоздильных автоматов в источнике возникновения.// В кн.: Проблемы охраны труда. Тезисы докладов IV Всесоюзной межвузовской конференции. – Каунас:КПИ, 1982. – С. 142-143.

[13] Заборов В.И., Клячко Л.Н., Шигорин П.И. Снижение шума гвоздильных автоматов. // В кн.: III Всесоюзная конференция по борьбе с шумом и вибрацией. Борьба с шумом. – Челябинск: ВНИИТБчермет,1980. – С. 35-38.

[14] Климов И.В., Кошелев В.П., Носов В.С. Виброизоляция штамповочных молотов. – М.:Машиностроение. 1979. – 134 с.

[15] Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Дулкаиров М.Т. и др. Акустическая экология: демпфирующие материалыи конструкции. – Алматы: ТОО «Принт», 2000. – 332 с.

[16] Блюменауэр Х., Ворх Х., Гарц И. и др. Испытание материалов. Справочник. – М.: Металлургия,1979. – 448 с.

[17] Скороходов Е.А., Законников В.П., Пакнис А.Б. и др. Общетехнический справочник. – М.:Машиностроение, 1989. – 512 с.

[18] ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. –М.: Госстандарт, 1970. – 16 с.

Ажиева Г.И., Касенов К.М., Калдыбаева С.Т.

Жартылай толқынды және төрттік толқындық абсорбенттердің газбағыттау негізіндекешенді кең жолақты дыбысты жұтуы

Түйіндеме. Жұмыста дыбыс жұту диапозонындағы өзекті араласу мен жинақтылығын төменгі жиілік жағына арттыратын әдіс ұсынылған

Түйін сөздер: кең жолақты дыбыс жұтылу, жартылай толқынды және төрт толқынды жинақты абсорбер газ толтырғыштар, дыбыстың тұтқыр-термалды таралуы

Azhieva G.I, Kasenov K.M, Kaldybaeva S.T.

Compact broadband absorption of sound on the basis of gaz-filled semi-wave and fourth-wave absorbers

Summary. A method for increasing their compactness and actual displacement of the sound absorption range towards low frequencies

Keywords: broadband sound absorption, gas-filled compact half-wave and quarter-wave sound absorbers, viscothermal sound propagation.

УДК 621.311.22: 502/504. 001.5

M. Beisenbaev, B. Bahtyar, G. Bergenjanova, G. Akimbek
(Almaty University of Energy and Communications, Almaty, Kazakhstan
E-mail: beisenbaev.manas@mail.ru)

DECREASING EFFECTS OF HARMFUL GASES PRODUCED THE HEAT ELEKTRIC STATION, ON ATMOSPHERE

Abstract. This article contains information about the influence of heat stations on the atmosphere. Also, it covers some research on gas structure. In addition, statics of harmful products made by stations are included. Finely, research on the fuel types and it's burning combustions, also estimations of harmful leftovers are made. The types of sulfur are determined during the combustion that contained in the smoke. The article shows the heat of a CHP with a capacity of 510 MW. The composition of the main types of combustion is determined at the CHP in Kazakhstan. A descriptive change of Ekibastuz coal, which is the main type of solid fuel, is described in Kazakhstan.

Key words: Heat-electric stations, fume gases, sulfur oxide, fuel shortages, fuel cinder.

М.Б. Бейсенбаев, Б.Т. Бахтияр, Г.Р. Бергенжанова, Г. Әкімбек
(Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
E-mail: beisenbaev.manas@mail.ru)

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНАН ШЫҒАТЫН ЗИЯНДЫ ГАЗДАРДЫҢ АТМОСФЕРАҒА ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІН АЗАЙТУ

Аңдатпа. Берілген мақалада жылу электр станцияларының атмосфераға тигізетін әсері жайында мағлұматтар келтірілген. ЖЭС-ы шығаратын түтін құрамы жайында, нақты зерттеулер жүргізілген. Жыл сайын ЖЭС-ның атмосфераға шығаратын зиянды заттардың статистикалық мәндері алынған. ЖЭС-да жанатын отынның негізгі түрлерінің жану жылуы және шығаратын зиянды қалдықтары есептелген. Қатты отынды жағу кезіндегі түтін құрамында болатын күкірттің түрлері келтірілген. Мақалада қуаты 510 МВт болатын ЖЭО-да тұтынылатын көмірдің жану жылуы есептелген. Қазақстанда ЖЭС-да жанатын негізгі отын түрінің құрамы анықталған.

Түйінді сөздер: ЖЭС, түтін газдары, күкірт оксиді, отын шығыны, отын күлділігі.

Қазақстанның барлық қалаларының атмосферасы көптеген зиянды заттар мен ластанған, бұл тақырыпта негізгі мәселе болып Алматы қаласы табылады, мұнда ластанудың ең үлкен деңгейі машиналардың, өндірістік орындардың зиянды зат тектерінің шығарылатын зиянды заттардың негізгі үлесі ірі орталықтанған жылумен қамтамасыз етуші мекемелерге тиісті: түрлі деңгейдегі ЖЭС, СЭС, аудандық жылу беру жүйелері және т.б.

Соңғы бес жылдықтағы орта есеппен Алматы атмосферасына зиянды заттардың шығарындыларының жыл сайынғы көлемі 232 мың тоннаны құрайды [2].

Қазіргі таңда Қазақстанда электр энергиясының 85% пайызы дерлік жылу электр станцияларынан өндіріледі, ал онда жанатын отынның негізгі түрі көмір болып табылады. Осы ЖЭС-те жағылатын көмірдің 80% пайызы – төменгі сұрыпты және күлділігі жоғары (40% пайыздан жоғары) Екібастұз бассейнінен ашық әдіспен алынатын арзан көмір. Осы аталған бассейннен күлділігі жоғары көмірді алу технологиясы , оны алудың және оны алдын ала байытусыз қолданудың нәтижесінде табиғи ортаның антропогендік жүктемесін айтарлықтай ауырлатады [1].

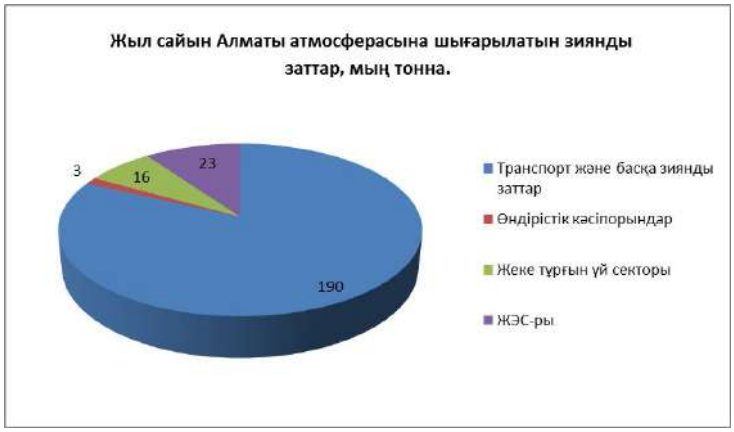
Жылу электр станциясы, әлемде өндірілетін отынның 1/3 бөлігі биосфера мен қоршаған ортаға үлкен әсерін тигізеді.

ЖЭС-тің қоршаған ортаға әсері үш бағытта жүреді:

1) Түтін газдарын түтін шығару құбыры арқылы атмосфераға жіберу;

2) Отынның үлкен мөлшерін жағудың нәтижесінде қоршаған ортаға жылу шығару. Ол жылулық ластану деп аталады;

3) Күл шығару және химиялық су даярлау қондырғыларынан көп мөлшерде минерелаизацияланған сонымен қоса мазутталған суды шығару.



1- сурет. Жыл сайын Алматы атмосферасына зиянды заттарды шығарудағы салалардың үлес салмағы, мың т

Жалпы реалды түрде, Алматы қаласындағы 2-ші жылу электр орталығын талдайтын болсақ.

Алматы ЖЭО 2-де БКЗ-420-140-7С қазандығы тұрғандықтан ондағы тұтынылатын отын түрі ол – Екібастұз көмірі болып табылады. Екібастұз көмірі негізінен ашық әдіспен өндіріледі. Мұндай әдісті пайданалып алдын ала байыту жүзеге асырылатындықтан еліміздің экожүйесі антропогендік кедергіге ұшырауда. Бұл көмірлердің күлділігі ашық күйде немесе отынмен байланысқан күйде кездесетін минералдар қоспасы болып табылады.

Екібастұз көмірінің жанбайтын металдар негізін сілтілі тұздар және сілтілі металдар құрайды. Аталмыш металдар-кремний оксиді, темір және магний сынды металдар мынадай мөлшерде кездеседі: SiO_2-49,5%, Al_2O_3-16,7%, Fe_2O_3-12,8%, CaO-7,3%, MgO-1,9%, TiO_2-0,6%, MnO_2, SO_3, Na_2O+K_2O, P_2O_5-0,12%.

Көмірдің құрамында күлдің болуы көмір сапасын төмендетеді.

Көмірдің жану жылуын Менделеев теңдеуімен анықтауға болады:

$$Q_ж = 4{,}19 \cdot (81C + 246H - 26(O - S) - 6W) \quad (1)$$

Мұндағы C, H, O, S, W –жұмыс массасының құрамындағы көміртектің, сутектің, оттектің, күкірттің, және ылғалдылықтың пайыздық мөлшері.

Белгілі тұрақты мәндер бойынша, 1 килограмм Екібастұз көмірінің тәжірибе нәтижесі болмаған кездегі төменгі жану жылуын есептесек.

W=5%, C=82%, H=5,0%, S=0,4-0,7%, O=11,5%.

$Q_ж = 4{,}19 \cdot (81 \cdot 82 + 246 \cdot 5 - 26(11{,}5 - 0{,}6) - 65)$ =7523,6 кДж/кг.

Осы тектес көмірді қолдану бірқатар қиындықтарды тудырады, мысалы тұрақсыз жану, қоқыстану мәселесі, сонымен қатар қоршаған ауа қабатын күл қалдықтарынан, көміртегі тотығынан (CO), азот қостотығынан (NO_x), күкірт қостотығынан (SO_2 және SO_3), көмірсутектерден, ванадий қоспаларынан және т.б.-дан қорғау [1].

Екібастұздық көмірді қолданатын бу генереторларындағы отынның күлділігінің жоғары болуы, қосымша зерттеулерді талап етеді. Осы түтін құрамында кездесетін, түтін газдардағы күкірт оксидтерін тазарту әдістерін көрсетсек.

Атмосфераға күкір оксидтірінің кіру мөлшері бастапқы отында күкірт мөлшеріне байланысты болады. Қатты отында күкірт 2 түрде кездеседі: Fe_2S-колчедан күкірті және FeS_2-пирит күкірті.

Кесте 1. **Энергетикада пайдаланылатын отындардың күкірттілігі [10]**

Тас көмір	(0,3-6)%
Сланецтар	(1,4-1,7)%
Торф	0,1%
Мазут: аз күкіртті күкіртті жоғары күкіртті	< 0,5% (0,5-2)% > 2,0%
Дизельді отын	Гр. S^p-0,2% дейін Гр. S^p-0,5% дейін

Кесте 1. **Энергетикада пайдаланылатын отындардың күкірттілігі [10]**

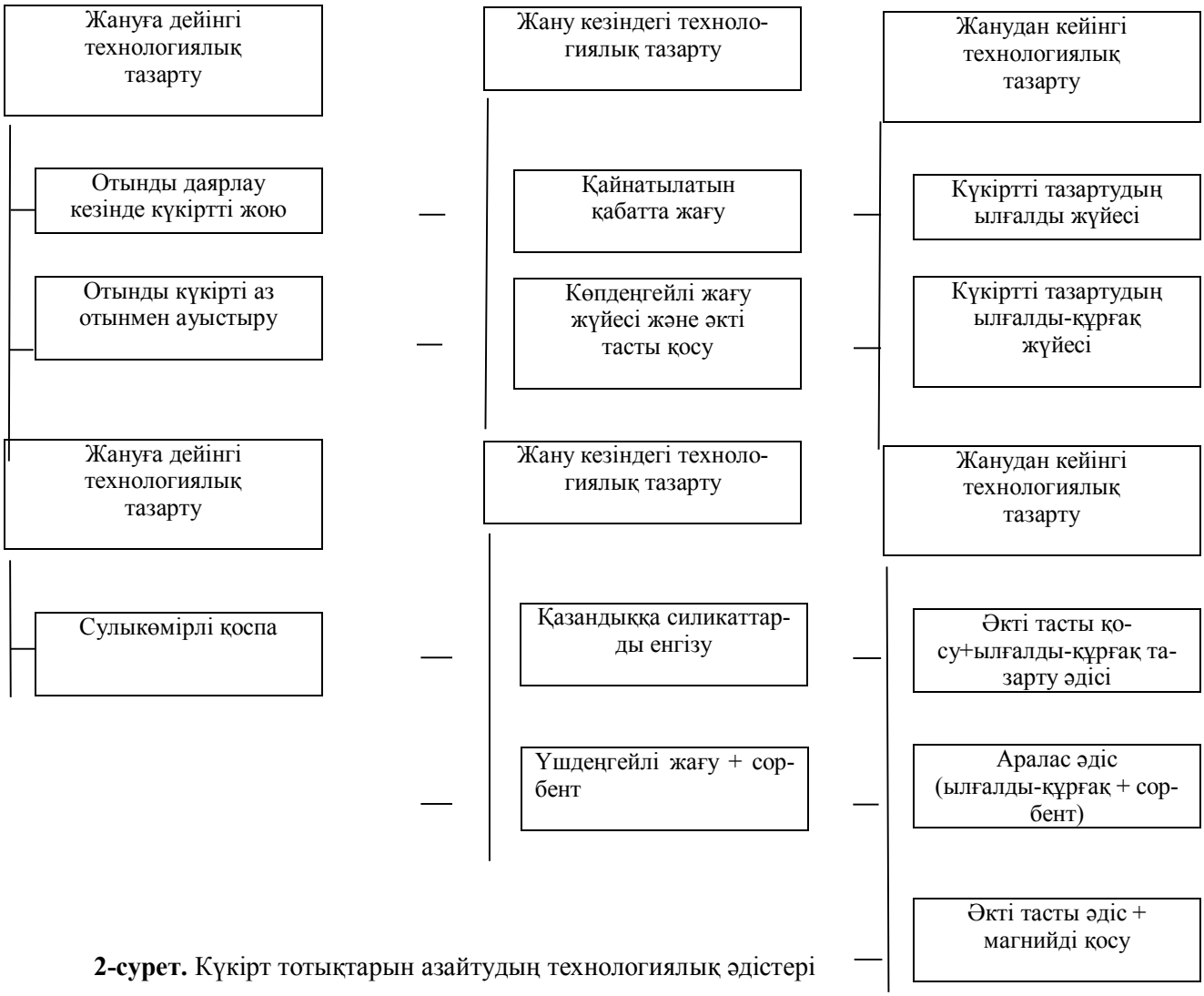
Қазанды-пешті отын: күкіртті	0,5-1,1%
Сланецті май	1%

Атмосфераға күкіртті қосылыстардың шығаруларын азайту келесі бағыттар бойынша жүруі мүмкін:

1) жоғары күкіртті отындардың пайдалануының шектелуі;
2) жағу процесін таңдау;
3) отыннан күкіртті алдын-ала шығаруы. Күкіртсіз отын 2-3 есе қымбат тұрады;
4) газдардан күкіртті жою.

Күкірт қосылыстарының қоршаған ортаға теріс әсеріне – энергетикада қолданылатын материалдардың зақымданулары, өсімдіктердің зақымданулары, және қышқыл жаңбырлар түріндегі шөгінділері жатады. Қышқылды тұнбалар немесе қышқылды жаңбырлар атмосфераға күкірт диоксиді мен азот оксидтерінің шығарындылары сумен, оттегімен және қышқылдандыратын затпен қышқыл қосылыстарын түзе отырып, реакция түсуі кезінде пайда болатын зиянды жаңбырды айтады. Бұл қосылыстар жерге кез келген құрғақ түрде (яғни, жаңбыр, қар және тұман) түседі.

Көмір жағатын жылу электр станцияларынан күкірттің қос тотығының шығарындыларын бақылау әдісіне күкірттің неғұрлым төмен құрамымен отынға ауысуы, құрамында күкір бар компоненттерді жою үшін көмірді тазарту немесе түтінді күкірттен айыру жүйесін орнату кіреді. 2-суретте жағар алдында, жағу кезінде және жаққаннан кейін күкірт тотықтарының шығарындыларының алдын алу технолгиялары ұсынылды.



2-сурет. Күкірт тотықтарын азайтудың технологиялық әдістері

Және де күкіртті тазартудың 200-ден астам патенттелген тәсілдері бар. Оның ішіндегі ең қарапайым тәсіл-суды скурббрелерде сумен аулау, 10-15% ұсталынады.

Қуаты 1000 МВт жылу электр станцияларының жыл бойы қоршаған ортаға мазутты және көмірді немесе табиғи газдарды қолдану барысында тастандылықтың құрамы бойынша отынның шығыны 3-кестеде келтірілген:

Кесте 2. **Тастандылардың құрамы бойынша отынның шығыны [9]**

Көрсеткіш	Мазут	Көмір
Жыл бойындағы отынның шығыны	$1{,}57 \cdot 10^6$ т	$2{,}3 \cdot 10^6$ т
Тастандылар, млн·кг/жыл		
Күкірт оксиді	52,66	139
Азот оксиді	21,7	20,88
Қатты бөлшектер	0,73	4,49
Гидрокорбанаттар	0,67	0,52
Көміртегі оксиді (IV)	0,08	0,21

Кесте 3. **Қуаты 510 МВт болатын Алматы ЖЭО-2-нің шығаратын тастандылықтың құрамы бойынша отынның шығыны [7]**

Көрсеткіш	Көмір
Жыл бойындағы отынның шығыны	$1{,}173 \cdot 10^6$ т

Кесте 3. **Қуаты 510 МВт болатын Алматы ЖЭО-2-нің шығаратын тастандылықтың құрамы бойынша отынның шығыны [7]**

Тастандылар, млн·кг/жыл	
Күкірт оксиді	70,89
Азот оксиді	10,6488
Қатты бөлшектер	2,2899
Гидрокорбанаттар	0,2652
Көміртегі оксиді (IV)	0,107

Кесте 4. **2013-2016 жж. аралығында ЖЭО 2-нің Алматы атмосферасына шығарған зиянды заттар мөлшері [3]**

Жыл	2013	2014	2015	2016	2017
$Q_{ЖЭО\ 2,А.Ш.З.}$	35862 т	32800 т	30200 т	31587 т	30857 т



2-сурет. 2013-2016 жж. аралығындағы статистикалық 2-ші Алматы ЖЭО - нан шыққан зиянды заттар мөлшері, т

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Бекмұхамет А., Жылу электр станциясының жану камерасындағы көмірдің жануын компьютерлік моделдеу., Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 124 с.

[2] Адилханова Ғ.Ғ. Жылу электр орталықтары қалдықтарының қоршаған ортаға әсері және оларды өңдеу жолдары., Алматы: Ғылым, 2016. – 302 с.

[3] Қазақстан республикасының арнайы статистикалық сайты: энергетика және тауар нарықтары статистикасы [Электрондық ресурс]. – URL: https://stat.gov.kz ›referat› show. (қаралған күні: 05.04.2018).

[4] Аскарова А.С., Мажренова Н.Р. Экологические проблемы топливо-энергетической отрасли казахстана и нетрадиционные пути их решения. – Алматы: Қазақ университеті, 1997. – 202 с .

[5] Шишкин А.С. Оценка экологических псоледствие развития Энергетики // Труды международном научно-техническом конгрессе. – Красноярск, 2010. – 91-92 с.

[6] Рихтер Л.А. Тепловые электрические станций и защита атмосферы. – М.: Энергия, 1975. – 312 с.

[7] Аметистова Е.В., Основы современной энергетики. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 213 с.

[8] Бабий В.И., Куваев Ю.Ф. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела. – М.: Энергоиздат, 1986. -209 с.

[9] Алиярова Б.К., Алиярова М.Б. Сжигание казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных. – Алматы: Ғылым, 2012. - 130 с.

[10] Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / Под ред. В:Я. Гиршфельда. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

[11] Б. М. Хрусталев. Теплоснабжение и вентиляция. – М: Издательсво АСВ, 2005. - 68 с.

[12] В.А. Кирилин, В.В.Сычев, А.Е.Шейндлин. Техническая термодинамика. – М: Энергоиздат, 1977. – 225 с.

[13] Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебник / Н.С. Ахметов. - СПб.: Лань, 2014. - 752 с.

[14] Гаршин, А. Общая и неорганическая химия в схемах, рисунках, таблицах, химических реакциях: Учебное пособие / А. Гаршин. - СПб.: Питер, 2013. - 288 с.

[15] Глинка, Н.Л. Общая химия в 2 ч. Часть 2: Учебник для академического бакалавриата / Н.Л. Глинка. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 380 с.

Бейсенбаев М. Б., Бахтияр Б. Т., Бергенжанова Г. Р., Акимбек Г. А.

Методы снижение влияние агрессивных газов теплоэнергетических станции на атмосферу

Резюме. В данной статье представлены информации о влиянии ТЭС на атмосферу. Были произведены конкретные исследования содержанию дыма на ТЭС. Взяты ежегодные статистические данные вредных веществ с ТЭС. Подчитано теплогорение горничего топлива на ТЭС и его остатки. Определены типы серы содержащиеся в дыме, при сжатии твердого топлива. В статье произведены расчеты теплоты сгорания угля на ТЭЦ мощностью 510 МВт. В результате определены основные составы топлива сжигающиеся в Казахстане.

Ключевые слова: ТЭС, дымовые газы, оксид серы, расход топлива, зола.

Beisenbaev M., Bahtyar B., Bergenjanova G., Akimbek G.

Decreasing effects of harmful gases produced the heat elektric station, on atmosphere

Summary. This article contains information about the influence of heat stations on the atmosphere. Also, it covers some research on gas structure. In addition, statics of harmful products made by stations are included. Finely, research on the fuel types and it's burning combustions, also estimations of harmful leftovers are made. The types of sulfur are determined during the combustion that contained in the smoke. The article shows the heat of a CHP with a capacity of 510 MW. The composition of the main types of combustion is determined at the CHP in Kazakhstan. A descriptive change of Ekibastuz coal, which is the main type of solid fuel, is described in Kazakhstan.

Key words: Heat-electric stations, fume gases, sulfur oxide, fuel shortages, fuel cinder.

УДК 621.311.22: 502/504. 001.5

Zh. Panarkhankyzy, B. Bahtyar, G. Bergenjanova, G. Akimbek
(Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
E-mail: zhanerke_san@mail.ru)

THE RATIO OF HARMFUL SUBSTANCES AND ECOLOGICAL DAMAGES IN THERMAL POWER PLANTS

Abstract. The article is intended for all students and teachers. The article is devoted to the Almaty Combined heat and power plant - 1. In the Almaty Combined heat and power plant-1many of total electricity generation in 2016 was produced from: fossil fuels coal, natural gas, and petroleum, materials that come from plants , and municipal and industrial wastes. It is shown that fuel is not only useful, but also has a detrimental effect.Emissions that result from

combustion of these fuels include: carbon dioxide,carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides. Nearly all combustion byproducts have negative effects on the environment and human health: $CO_2$is a greenhouse gas, and it contributes to the greenhouse effect. SO_2 causes acid rain, which is harmful to plants and to animals that live in water. SO_2also worsens respiratory illnesses and heart diseases, particularly in children and the elderly.

Keywords: Combined heat and power plant, fuel, 1 - Almaty CHPP, natural gas, masut.

Ж. Панарханқызы, Б.Т. Бахтияр, Г.Р. Бергенжанова, Г.Ә. Әкімбек
(Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы, Республика Қазақстан,
zhanerke_san@mail.ru)

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҚТАРЫНДА ШЫҒАТЫН ЗИЯНДЫ ЗАТТАР МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЗАЛАЛДАРДЫҢ АРАҚАТЫНАСЫ.

Аңдатпа. Мақала барлық білім алушылар мен білім берушілерге арналған. Проблема қазіргі кезде экологияның нашарлауының бір себебі – технологияның дамуына сәйкес Жылу электр орталықтарынан шығатын түтіндердің залалдарына негізделген. Берілген мақалада 1 - Алматы Жылу Электр Орталығы қолданылатын отын түрлері және олардың экологияға әсері, шығатын түтіндердің құрамындағы химиялық газдардың атмосфераға шығуы жайлы жазылған. Отынның тек пайдалы тұстарымен қатар зиянды әсері бар екендігі көрсетілген. Бөлінетін химиялық газдардың жылына шаққанда неше көлемде алатынын, түтіннің құрамы оның жалпыға әсері жазылған. 3 жылдық көлемде Алматы қаласы бойынша зиянды заттардың CO_2, SO_2 статистикаға негізделген графиктер мен кестелер сандық мөлшерде және көлемдік мөлшерде есептелінілген.

Түйін сөздер: Жылу Электр Орталығы, отын, көміртек оксиді, 1 - Алматы ЖЭО, табиғи газ, мазут.

Әлемді және соның ішінде Қазақстанды жылу мен энергия көздерімен қамтамасыз етіп отырған бұл – су, отын. Жай ғана қарапайым заттардың осылайша энергия және жылумен қамтамасыз етіп отыруы қазіргі кезде өте қызық құбылыс. Олай болса Алматы 1 - ЖЭО қандай отын түрлерін пайдалантынын және экология мен экономикаға әсерін қарастырайық.

Кез-келген ЖЭО-тары үшін өндірілетін өнімнің жүрегі – отын болып табылады. Отын – жылу энергиясын алуға қолданылатын жанғыш заттар. Агрегаттық күйіне қарай – қатты, сұйық және газ тәрізді, жаратылысы бойынша – табиғи және жасанды отын деп ажыратылады. 1 - ЖЭО Қарағандылық отынның тас-көмір түрі қолданылады.Отын және су жылу және электр энергия көздері болып табылады. Бірақ, отынның жақсы тұстарымен қатар табиғатқа залалы бар екенін де ұмытпағанымыз жөн.

Көмірді қыздырғанда ұшпа заттар:жанатын газ және бу қоспалары шығады. ТМД - да өндірілген көмірлер стандарт бойынша 3 түрге бөлінеді: қоңыр, тас, антрацит. Тас көмірлердің ылғалды күлсіз маңызының жану жылуы 24000 кДж/кг - нан көп және ұшпа заттардың шығымы 9% - дан артық. [13, 14, 15]

1 - ЖЭО Қарағандылық К 0 - 100 маркалы көмір қолданады.2014 жылы 93213 тонна көмір отынды қолданды. 2015 жылы 25,3 мың тонна көмір жағылса, 2016 жылы 23 335 тонна көмір қолданылды. 3 жылдық шкала бойынша жағылған отын түрлерін қарастырсақ:

Отын түрлері	Өлшембірлігі	2014	2015	2016
Көмір	Тонна	93 213	25 300	23 335
Табиғи газ	$м^3$	-	1200млн	211 985
Мазут	тонна	-	1400	65

Қарастырылған отындардың ішінде көмір ең зияны болатынын білеміз. Олай болса оның атмосфераға кеткенде түтіннің құрамында қандай газ кететіні және оның жылдық мөлшерін есептейік:

Отынтүрі	Бөлінетінқауіптізаттардыңменшіктіккөрсеткіштері, кг/т ,кг/мың $м^3$			
Көмір	Қаттыбөлшектер	Күкіртоксиді	Көміртекоксиді	Азот оксиді
Қарағанды	75,2	14,4	43,9	1,97

Түтін газдарындағы азот оксидінің 1200 т/жыл көлеміндегі Қарағандылық жылдық шығу көлемі:

$q_0 = 1.97$ кг/т

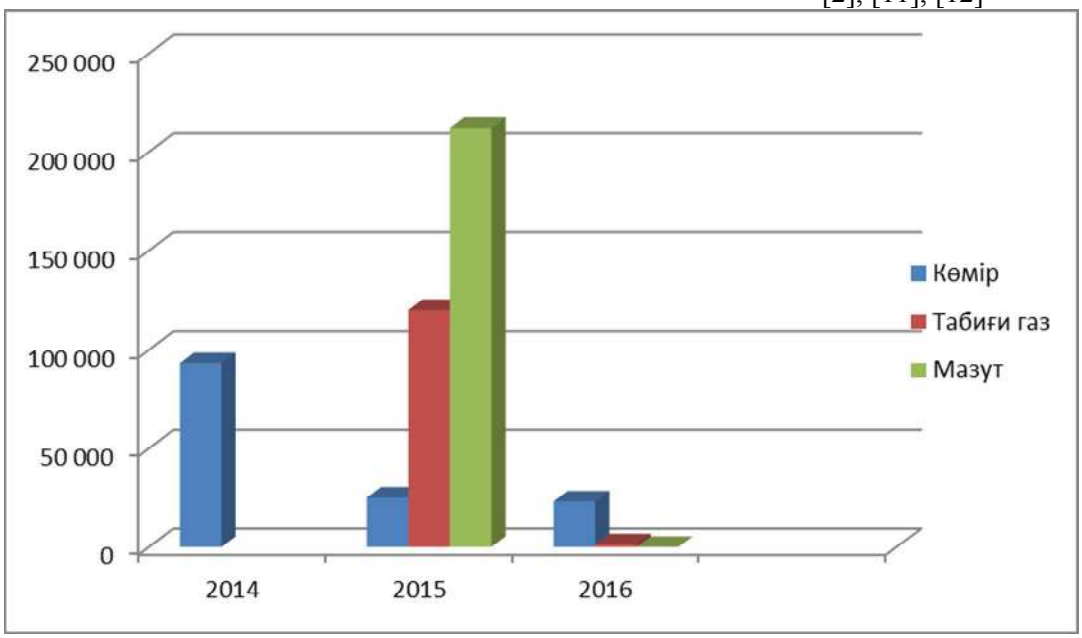
Қауіпті заттар көлемі:

$$M_{NO_2} = 1.97 \cdot 1200 = 2364 \frac{кг}{жыл} = 2.36 \frac{т}{жыл}$$

$$M_{CO_2} = 43.9 \cdot 1200 = 52680 \frac{кг}{жыл} = 52.68 \frac{т}{жыл}$$

$$M_{CO_2} = 14.4 \cdot 1200 = 17280 \frac{кг}{жыл} = 17.28 \frac{т}{жыл}$$

[2], [11], [12]



1.1 Отын түрлерінің жылдық қолдануы

Отын жанғанда элементтер тотықтырғышпен, яғни оттекпен әрекеттеседі және сәйкестігі тотықтарды CO_2, SO_2, H_2O түзеді. Тотығу негізінен ауадағы оттектен болғандықтан, жану өнімдерінің құрамына көрсетілген тотықтардан басқа бұрын ауада болған азот кіреді. [4, 5, 6, 7]

Отын толық жану үшін керек оттек мөлшері, жану өнімдерінің көлемі және маңыздық мөлшері жанудың стехиометриялық теңдеулерінен анықталады. Теңдеулер жанғыштық 1 молі үшін жазылады. Көміртек үшін:

$C + O_2 = CO_2$

12кг C+32кг O_2=44кгCO_2

1 кг көміртек үшін: 1кг С + 2,67 кг O_2= 3,67 CO_2 [1]

Көмірді жағудағы көмірқышқыл газының бөлінетін мөлшері:

2014 жылы:

$\rho_{CO_2} = 1.9769$ кг/м^3,

m(C+пр)= $93\,213 \cdot 10^3$ кг

V(CO_2)=?

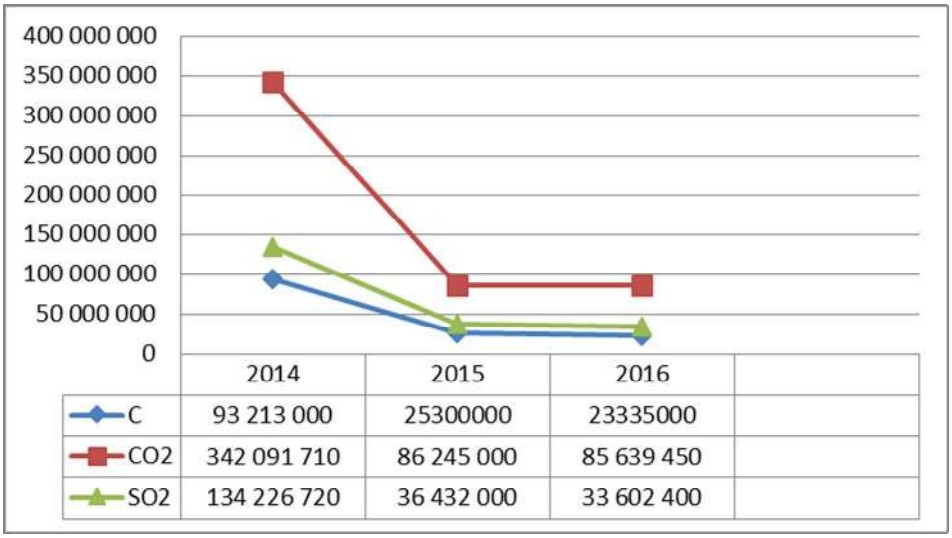
1кг C_____3,67кг CO_2

$93\,213 \cdot 10^3$ кг_____х кгCO_2

$$X = \frac{3.67 \cdot 93\,213 \cdot 10^3}{1} = 342\,091\,710 \text{ кг } CO_2$$

2015 жылы:
m(C+пр)=$25\ 300 \cdot 10^3$ кг
V(CO_2)=?
1кг C_____3,67кгCO_2
$25\ 300 \cdot 10^3$ кг_____х кгCO_2
X=$\frac{3.67 \cdot 25\ 300 \cdot 10^3}{1}$=86 245 000 кг$CO_2$

2016 жылы:
m(C+пр)= $23\ 335 \cdot 10^3$ кг
V(CO_2) =?
1кг C_____3,67кгCO_2
$23\ 335 \cdot 10^3$ кг_____х кгCO_2
X=$\frac{3.67 \cdot 23\ 335 \cdot 10^3}{1}$=85 639 450 кг CO_2



	2014	2015	2016
C	93 213 000	25300000	23335000
CO2	342 091 710	86 245 000	85 639 450
SO2	134 226 720	36 432 000	33 602 400

1.2 CO_2 3жыл ішіндегі көлемдік кемуі

Ең көп тарайтын улы заттар – көміртектің оксиді (CO), күкірттің диоксиді (SO_2) азоттың оксиды (MO_x) көмірсутегі (Cn Hm) және қатаң заттар (шаң).Атмосфераға тараған осындай улы заттардың тек экологиялық емес, сомен қатар адам физиологиясына да әсері бар:

Иіс газы, CO – түссіз Физиологиялық әсері CO газын иіс газы деп те атайды. Оның ауада 0,2% көп болуы өмірге қаупті. Өмірде көміртегі оксидімен уланғанда иіс тиді дейді. Оның улы болу себебі, CO-мен тыныс алғанда қандағы гемоглобинмен оттекке қарағанда CO газы берік байланыс түзіп оттектің организмге келуін қыиындатады. Иіс газымен уланған адамда қанның түсі ашық қызыл, басы ауырып есіңнен танып қалады. Ондай жағдайда адамды тез арада таза ауаға шығарып, алғашқы көмек көрсету қажет. Күкірт екі түрлі оксид түзеді: S (IV) оксиді - SO_2 (күкіртті газ немесе күкірттің диоксиді), бұл түссіз, тұншықтырғыш өткір иісті газ. [8, 9, 10]

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Нұрекен Е. Жылу электр стансаларының қазандық қондырғылары//2007.-61-63 б.
[2] Б. М. Хрусталев. Теплоснабжение и вентиляция// Изд-во АСВ. 2005 - 68 б
[3] https://kk.wikipedia.org/wiki
[4] В.А.Кирилин, В.В.Сычев, А.Е.Шейндлин. Техническая термодинамика. -1977 - 225б
[5] Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебник / Н.С. Ахметов. - СПб.: Лань, 2014. - 752 с.
[6] Гаршин, А. Общая и неорганическая химия в схемах, рисунках, таблицах, химических реакциях: Учебное пособие / А. Гаршин. - СПб.: Питер, 2013. - 288 с.
[7] Глинка, Н.Л. Общая химия в 2 ч. Часть 2: Учебник для академического бакалавриата / Н.Л. Глинка. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 380 с.

[8] Бабий В.И., Куваев Ю.Ф. Горение угольной пыли и расчет пылеугольного факела. – М.: Энергоиздат, 1986. -209 с

[9] Алиярова Б.К., Алиярова М.Б. Сжигание казахстанских углей на ТЭС и на крупных котельных. – Алматы: Ғылым, 2012. - 130 с.

[10] Рихтер Л.А. Тепловые электрические станций и защита атмосферы. – М.: Энергия, 1975. – 312 с.

[11] Бекмұхамет А., Жылу электр станциясының жану камерасындағы көмірдің жануын компьютерлік моделдеу., Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 124 с.

[12] Адилханова Ғ.Ғ. Жылу электр орталықтары қалдықтарының қоршаған ортаға әсері және оларды өңдеу жолдары., Алматы: Ғылым, 2016. – 302 с.

[13] Аметистова Е.В., Основы современной энергетики. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 213 с.

[14] Приходько Н.Г., Лесбаев Б.Т., Ченчик Д.И., Нажипкызы М., Мансуров З.А. Синтез углеродных наноструктур в пламени при низком давлении // VI Международный симпозиум: Физика и химия углеродных материалов/ Наноинженерия. – Алматы, 2010. - С. 135-138.

[15] Шишкин А.С. Оценка экологических псоледствие развития Энергетики // Труды международном научно-техническом конгрессе. – К

Панарханқызы Ж., Бахтияр Б. Т., Бергенжанова Г. Р., Акимбек Г. А.

Соотношение вредных веществ и экологический ущерб на тепловых электростанциях

Резюме. Статья предназначена для всех студентов и слушателей. Проблема является одной из причин ухудшения состояния окружающей среды в настоящее время - воздействия дыма на тепловые электростанции в соответствии с развитием технологии. В этой статье написано о типах топлива, используемых на 1 - Алматинской тепловой электростанцией, их воздействии на окружающую среду, при выбросе химических газов, содержащихся в выхлопных газах. Следует отметить, что топливо имеет не только положительные, но и отрицательные последствия. Количество концентрированных химических газов, потребляемых в год, состав дыма имеет общий эффект. Графики на основе SO_2, CO_2 статистики вредных веществ в Алматы на 3 года рассчитываются в количественных и объемных количествах.

Ключевые слова: Тепло Электро Станция, топливо, оксид серы, 1 - Алматы ТЭЦ, природный газ, мазут.

Panarkhankyzy Zh., Bahtyar B., Bergenjanova G., Akimbek G.A.

The ratio of harmful substances and ecological damages in thermal power plants

Summary. The article is intended for all students and teachers. The article is devoted to the Almaty Combined heat and power plant - 1. In the Almaty Combined heat and power plant - 1many of total electricity generation in 2016 was produced from: fossil fuels coal, natural gas, and petroleum, materials that come from plants , and municipal and industrial wastes. It is shown that fuel is not only useful, but also has a detrimental effect.Emissions that result from combustion of these fuels include: carbon dioxide, carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides. Nearly all combustion byproducts have negative effects on the environment and human health: CO_2 is a greenhouse gas, and it contributes to the greenhouse effect. SO_2 causes acid rain, which is harmful to plants and to animals that live in water. SO_2also worsens respiratory illnesses and heart diseases, particularly in children and the elderly.

Keywords: Combined heat and power plant, fuel, 1 - Almaty CHPP, natural gas, masut.

УДК 004.021

A. Baklanov[1], A. Baidildina[1], S. Grigoryeva[1], E. Esbotaeva[2]

([1]D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
[2]Almaty University of Energy and Communication, Almaty, Kazakhstan
ABaklanov@ektu.kz)

IMPLEMENTATION OF THE MEANSHIFT ALGORITHM IN THE SYSTEM OF TECHNICAL VISION FOR TRACING THE PHYSICAL OBJECT

Abstract. Due to the increasing complexity of the scientific and technical problems, automatic processing and analysis of visual information are becoming more and more important issues. The development of computer vision hardware allows the use of modern image processing algorithms to solve a wide range of topical problems in demand both in production and in scientific research.

In this work, object tracking is implemented in the software package of the industrial robot control system using the MeanShift segmentation algorithm. The algorithm presented in the article made it possible to provide high quality control over the movement of a physical object. A feature of using the MeanShift procedure is to find the Bhattacharya coefficient to determine the measure of the similarity of the histograms of the object.

The software includes three modules: an image capture module, an object tracking module, an analysis module. The software implementation, in addition to visually observing the movement of the object's contour, calculates the value of the shift iteration of the mean MeanShift, the Bhattachary coefficient, and shows the behavior of the histograms in real timeThe software is developed in a Visual Studio environment using the object-oriented programming language C #.

Key words: technical vision, tracking, MeanShift algorithm, image segmentation, software.

А.Е. Бакланов[1], А.Т. Байдилдина[1], С.В. Григорьева[1], Э.С. Есботаева[2]
([1]Восточно-Казахстанский государственный технический университет им.Д.Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан,
[2]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан,
ABaklanov@ektu.kz)

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА MEANSHIFT В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ФИЗИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

Аннотация. За счет возрастания сложности решаемых научно-технических задач, автоматическая обработка и анализ визуальной информации становятся все более актуальными вопросами. Развитие аппаратных средств машинного зрение позволяет использовать современные алгоритмы обработки изображения для решения большого спектра актуальных задач востребованных как в производстве, так и в научных исследованиях.

В данной работе слежение за объектом реализовано в программном комплексе системы управления промышленным роботом с использованием алгоритма сегментации MeanShift. Представленный в статье алгоритм позволил обеспечить высокое качество контроля перемещения физического объекта. Особенностью использования процедуры MeanShift является нахождение коэффициента Бхаттачария для определения меры схожести гистограмм объекта во времени.

Программное обеспечение включает три модуля: модуль захвата изображения, модуль отслеживания объекта, модуль анализа. Программная реализация помимо визуального наблюдения за перемещением контура объекта осуществляет вычисление значения итерации сдвига среднего MeanShift , коэффициента Бхаттачария и показывает поведение гистограмм в реальном времени. Программное обеспечение разработано в среде Visual Studio с использованием объектно-ориентированного языка программирования C#.

Ключевые слова: техническое зрение, трекинг, алгоритм MeanShift, сегментация изображения, программное обеспечение.

Техническое зрение используется в системах автоматизации производства для улучшения качества выпускаемой продукции и повышения производительности, заменяя визуальный контроль, традиционно выполняемый человеком. В настоящее время большой технологический прогресс в области технического зрения связан с вычислительными мощностями. За счет того что постоянно растет производительность процессоров и развиваются технологии параллельной обработки, разработчики систем технического зрения могут использовать сложные алгоритмы для визуализации данных и создавать интеллектуальные системы.

Алгоритмы слежения, оценивающие положения одного или нескольких целевых объектов на кадрах видеопоследовательности, входят в многочисленные приложения технического зрения. Выбор метода обработки изображения (слежения), полученного техническими средствами, определяется исходя из характера изображения, вида объектов и поставленных задач [1, 2].

Для отслеживания объектов чаще всего применяются методы сегментации изображения. Сегментация обычно используется не самостоятельно, а как часть системы технического зрения, поэтому качество работы алгоритма оценивается исходя из работы системы в целом. Один и тот же алгоритм сегментации может оказаться хорошим для одной задачи и плохим для другой.Таким образом, выбор метода сегментации изображения зависит от проблемы, которую необходимо решить.

Алгоритмы сегментации изображений по типу участия пользователя в процессе отслеживания подразделяют на два больших класса – интерактивные и автоматические [3]. Алгоритм MeanShift входит в класс автоматических алгоритмов. В алгоритме сдвига среднего MeanShift поиск наиболее подходящей области изображения начинается с области, зафиксированной на предыдущем кадре. В процедуре MeanShift подробно описанной в [4, 5], объекты описываются с помощью нормированных цветовых гистограмм, то есть характеристическим вектором в данном случае является нормированная цветовая гистограмма. Для гистограмм на основании коэффициента Бхаттачария строится ве-

щественнозначная функция схожести. На первом кадре последовательности (видеоряда) каким-либо способом отмечается объект, а затем для каждого следующего кадра видеоряда определяется ближайший локальный максимум функции схожести. Процедура MeanShift оказалась эффективной и получила дальнейшее развитие в работах [6-10]. В работе [11] для оценки корректной работы алгоритма слежения MeanShift предлагается вводить количественный критерий, который позволяет повышать устойчивость системы.

В данной работе слежение за объектом в системе управления промышленным роботом реализовано в программной части на основе применения алгоритма сегментации MeanShift. Выбор авторов основан на присущих положительных свойствах данного метода, которые обобщены в работе [12] и связаны со следующими моментами:

1. Алгоритм сегментации MeanShift не относится к эвристическим методам и имеет математическое обоснование.

2. Алгоритм MeanShift, относясь к классу алгоритмов кластеризации, не требует задания количества кластеров, в отличиеот других алгоритмов кластеризации, применяемых для сегментации изображений. Это означает, что MeanShift-алгоритм определяет количество сегментов изображения впроцессе своей работы.

3. Итеративная обработка пикселей изображения в MeanShift допускает распараллеливание на графических сопроцессорах, так как результат обработки одного пикселя на каждой итерации не зависит от результата обработки остальных пикселей. Большинство алгоритмов сегментации изображений являются вычислительно трудоемкими, но не каждый укладывается в модель массивно-параллельных вычислений.

4. Большое количество публикаций, в которых для решения конкретных задач машинного зрения применяется алгоритм MeanShift свидетельствуют об эффективности и возможностях данного подхода.

Для работы модуля отслеживания нами будет использоваться метод фильтрации пикселей изображения на основе цветовых признаков [13]. Для данного метода характерно то, что гистограммы распределения цвета устойчивы к изменениям в масштабе, окклюзии и ротации объекта. Движущийся объект отслеживается путем фильтрации пикселей изображения и сравнения его гистограммы с гистограммами выборки положения, используя расстояние Бхаттачария.

Рассмотрим алгоритм, который описывает работу трекера.

Сначала указывается первоначальное положение объекта. Это позволяет создать модель объекта. После этого производим выделение области с помощью прямоугольной формы таким образом, чтобы объект поместился в выделенную область.Далее осуществляется слежение за выделенным контуром.

Введем следующие обозначения.

$\{\xi_k\}_{k=1,\dots,r}$ – координаты выделенного объекта, записанные по каждому пикселю.

Для цветовой гистограммы объекта слежения сформируем вектор признаков. Математически в соответствии с [14] это будет выглядеть в следующем виде

$$q_u = C\sum_{i=1}^{r} k(\|\xi_i\|^2)\delta[b(\xi_i) - u],\ u = 1,\dots,m, \quad (1)$$

где $b(\xi_i)$ – функция для расчета номера ячейки в соответствии с цветом пикселя для ξ_i координаты;

δ – параметр Кронекера;

$k(\|\xi_i\|^2)$ – расчетная величина, которая показывает пиксели наиболее удаленные от центра при этом, чем меньше данная величина, тем пиксели более удалены от центра [13],

$\|\xi_i\|$ – Евклидова норма ξ_i.

Пусть ядро $K(\xi_i)$ является вещественной функцией и имеет значение на положительной вещественной полуоси. Для этого должно выполняться равенство $K(\xi_i) = k(\|\xi_i\|^2)$.

$C = \frac{1}{\sum_{i=1}^{r} k(\|\xi_i\|^2)}$ – рассчитанный нормировочный множитель, который удовлетворяет условию $\sum_u q_u = 1$.

При движении объекта решается следующая задача: обеспечивается слежение таким образом, чтобы при известном положении объекта на предыдущем кадре определить положение объекта на текущем кадре.

Гистограмма такого нового объекта рассчитывается следующим образом

$$\hat{p}_u(y)=C_h\sum_{i=1}^{r} k\left(\left\|\frac{y-\xi}{h}\right\|^2\right)\delta[b(\xi_i)-u],\ u=1,\dots,r\ , \tag{2}$$

где $\{\xi_i\}_{i=1,\dots,r}$ – значения пикселей объекта на новом следующем кадре, C_h – константа, необходимая для проведения вычислений в относительных координатах, h – базовый размер выделенной области, необходимой для построения гистограмм [13].

Для оценки разницы между гистограммами в данной работе используется формула предложенная Бхаттачария [15]:

$$p[p(y),q]=\sum_{u=1}^{r}\sqrt{p_u(y)q_u}\quad , \tag{3}$$

где u – номер ячейки гистограммы.

Для вычисления расстояния между гистограммами будем использовать формулу, предложенную в работе [7] за основу которой взята формула Бхаттачария:

$$d[p(y),q]=\sqrt{1-p[p(y),q]}=\sqrt{1-\sum_{u=1}^{r}\sqrt{p_u(y)q_u}}\ . \tag{4}$$

Разложим функцию $\rho[\rho(y),q]$ в ряд Тейлора в окрестности точки $\rho(\widetilde{y_0})$:

$$\rho[\hat{p}(y),q]=\frac{1}{2}\sum_{u=1}^{r}\sqrt{\hat{p}_u(\tilde{y}_0)\hat{q}_u}+\frac{1}{2}\sum_{u=1}^{r}\hat{p}_u(\tilde{y}_0)\sqrt{\frac{\hat{q}_u}{\hat{p}_u(\tilde{y}_0)}}\approx$$
$$\frac{1}{2}\sum_{u=1}^{r}\sqrt{\hat{p}_u(\tilde{y}_0)\hat{q}_u}+\frac{C_h}{2}\sum_{i=1}^{r}w_i k\left(\left\|\frac{y-\xi_i}{h}\right\|^2\right), \tag{5}$$

где

$$w_i=\sum_{u=1}^{r}\sqrt{\frac{\hat{q}_u}{\hat{p}_u(\tilde{y}_0)}}\delta[b(\xi_i)-u]. \tag{6}$$

Для того чтобы сделать максимальным $\rho[\hat{p}(y),q]$ необходимо изменяя y найти максимальное значение второго члена в формуле (6). Эта величина будет характеризовать плотность распределения вероятности отличия двух гистограмм в точке y. Положительное значение функции распределения плотности вероятности находится при использовании процедуры MeanShift. В этом случае область будущего объекта рекурсивно перемещается из начального положения объекта $y_0=\widetilde{y_0}$в новое положение,определяемое по формуле

$$y_1=\frac{\sum_{i=1}^{n}\xi_i w_i k\left(\left\|\frac{y-\xi_i}{h}\right\|\right)}{\sum_{i=1}^{n}w_i k\left(\left\|\frac{y-\xi_i}{h}\right\|\right)}, \tag{7}$$

где g(x) = -k'(x) при условии, что производная k'(x) ядра k(x) существует для всех $x\in[0,\infty)$, за исключением множества меры нуль.

Алгоритм слежения за физическим объектом, который реализован в данной работе в программном исполнении, выглядит следующим образом.

Для объекта имеется гистограмма $\{q_u\}_{u=1,\dots,r}$, соответствующее его положению на предыдущем кадре $\widetilde{y_0}$.

1. После вычисления меры различия между гистограммой нового объекта $p(y_0)$ и гистограммой объекта q определяется нахождение объекта на текущем кадре $\rho[p(y),q]=\sum_{u=1}^{r}\sqrt{\rho_u(y)q_u}$.

2. Рассчитывается w_i по формуле (6).

3. Согласно (7) определяется новое положение y_1 для нового объекта.

4. Рассчитывается гистограмма $\{p_u(y_1)\}_{u=1,\dots,t}$ для нового положения объекта и вычисляется мера различия гистограмм нового объекта и объекта по формуле

$$\rho[p(y), q] = \sum_{u=1}^{r} \sqrt{p_u(y_1) q_u} \qquad (8)$$

5. Если $\rho[p(y_1), q] < \rho[p(y_0), q]$ пошагово вычисляем $y_1 = \frac{y_0 + y_1}{2}$ и $\rho[p(y_1), q]$.

6. В случае выполнения условия $\|y_1 - y_0\| < \varepsilon$ цикл заканчивается. Если $y_0 = y_1$ возвращаемся к пункту 2.

Программное обеспечение является главной компонентой технического зрения и выполняет основную задачу обработки цифровой информации. На структурной схеме обработки изображений (рисунок 1) представлены основные методы обработки: формирования, сегментации, описания и анализа.

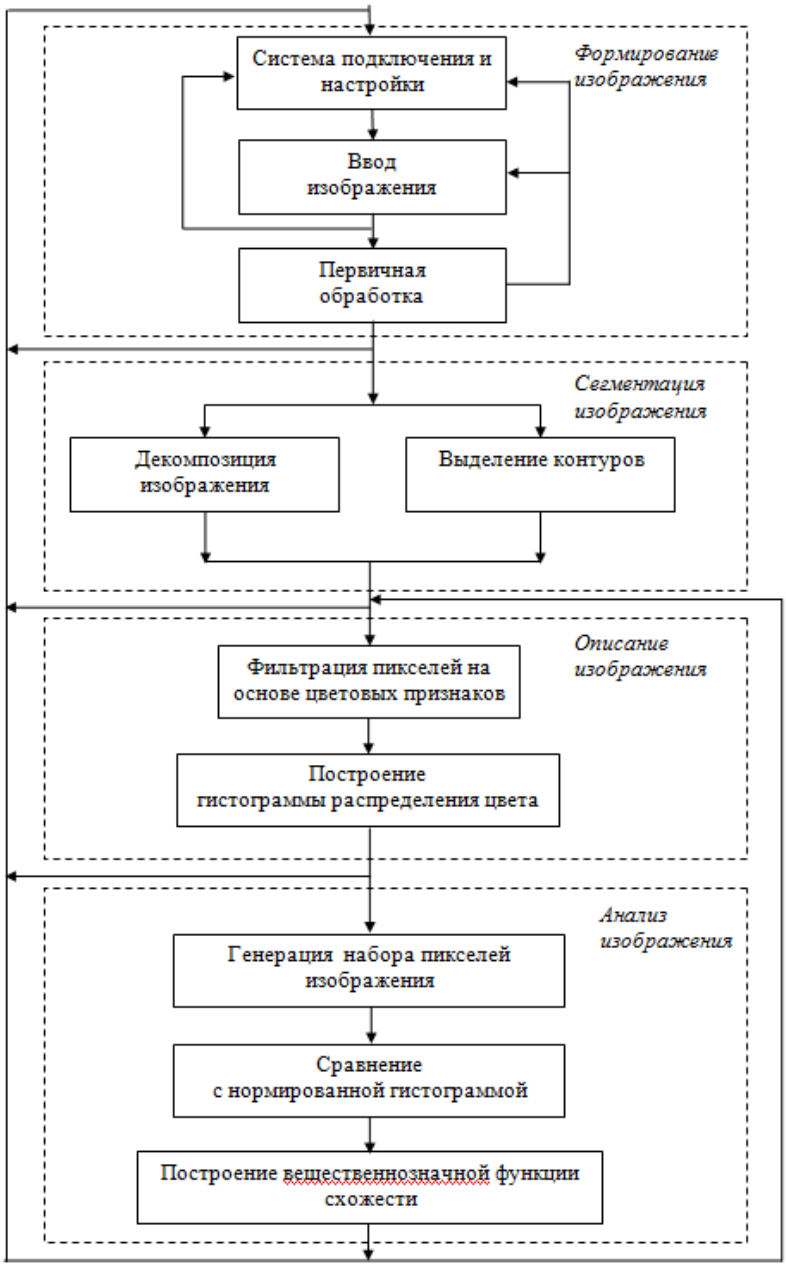


Рис. 1. Структурная схема процесса обработки информации

Система технического зрения состоит из веб-камеры, подключённой к ЭВМ, а также программы распознавания объектов. Веб-камера закрепляется на штативе вертикально, чтобы видеть рабочую область сверху.

Приведем реализацию алгоритма в программной части системы технического зрения. В соответствии с разработанной структурной схемой разработаны модуль захвата изображения, модуль отслеживания объекта, модуль анализа.

На рисунке 2 представлен интерфейс разработанного программного приложения. Пользовательский интерфейс представляет два окна. В левом окне отображается объект слежения. Объект слежения должен быть размещен в соответствии с требованиями для дальнейшего отслеживания. В правом окне отображается обработанная сцена с зафиксированным изображением объекта. С обработанным изображением будет идти дальнейший анализ (отслеживание). Строится гистограмма распределения цвета эталонного объекта по разработанному алгоритму фильтрации пикселей на основе цветовых признаков. Информация об объекте сохраняется и используется для сравнения и анализа во время слежения за параметрами объекта во времени, т.е. при его возможном изменении.

Гистограмма распределения цвета, изображенная в примере красным цветом, определяет зафиксированный объект слежения, и является нормированной (эталонной) цветовой гистограммой. Данная информация сохраняется для проведения сравнительного анализа и вычисления коэффициента отклонения. Положение объекта может изменяться во времени, которое фиксируется камерой и обрабатывается программным модулем.

В соответствии с изменением объекта генерируется набор пикселей изображения объекта на основе цветовых признаков. Данная процедура выведена в виде гистограммы, изображенной синим цветом.

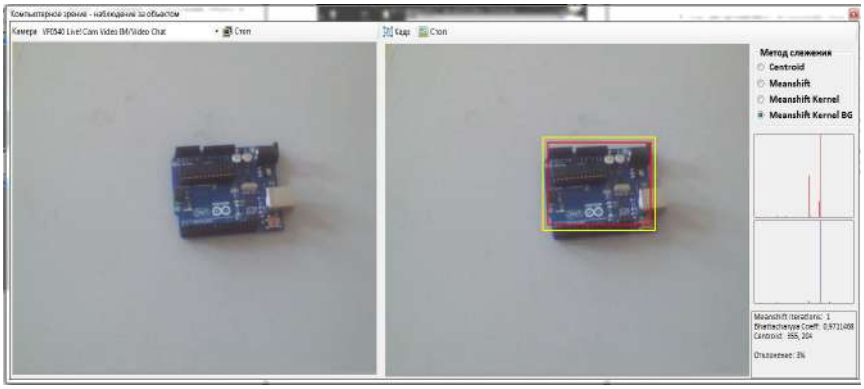


Рис. 2. Отображение и анализ объекта слежения

Более подробно остановимся на описание рабочего пространства программного модуля, где выведены графоаналитические результаты работы системы технического отслеживания (рисунок 3).

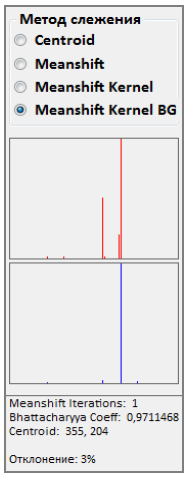


Рис. 3. Графоаналитическое представление работы модуля системы технического зрения

На панели пользователю предложены для выбора алгоритмы сегментации Meanshift, реализованные в программном модуле. Первая гистограмма распределения цвета, изображенная в примере красным цветом, определяет зафиксированный объект слежения, и является нормированной (эталонной) цветовой гистограммой. Данная информация сохраняется для проведения сравнительного анализа и вычисления коэффициента отклонения. Положение объекта может изменяться во времени, которое фиксируется камерой и обрабатывается программным модулем. В соответствии с изменением объекта генерируется набор пикселей изображения объекта на основе цветовых признаков. Данная процедура выведена в виде гистограммы, изображенной синим цветом.

На панели выведены значения итерации сдвига среднего MeanShift. Показан коэффициент Бхаттачария, на основании которого определяется функция схожести показанных гистограмм. Данный показатель выводится в виде процента отклонения. Для определения расположения объекта предусмотрен вывод координат положения во времени.

В данной работе приведена реализация алгоритма слежения на основе процедуры сдвига среднего MeanShift. Используя технологию фильтрации пикселей изображения на основе цветовых признаков, получено достаточно точное слежение за перемещающимся объектом в реальном времени.

Основные результаты были получены при финансовой поддержке Комитета науки МОиН РК в рамках программно-целевого финансирования по научно-технической программе: «Целевая научно-техническая программа Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева, ориентированная на разработку новых видов продукции для производства на ведущих промышленных предприятиях Восточно-Казахстанской области» на 2017-2019 годы, по подпрограмме 0006/ПЦФ «Выпуск титановой продукции для дальнейшего использования в медицине»

ЛИТЕРАТУРА

[1] Baklanova O., Baklanov A., Shvets O.Y., Methods and algorithms of computer vision for automated processing of mineral rocks images // IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, Proceedings. – 2015.

[2] Maggio E., Cavallaro A. Video tracking theory and practice. – Wiley, 2011.

[3] Баринова О., Вежневец А. Методы сегментации изображений: автоматическая сегментация. – URL: http://cgm.computergraphics. ru/content/view/147.

[4] Collins R. Mean-shift Blob Tracking through Scale Space // IEEE Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR03) – Madison, 2003. – pp. 234-240.

[5] Comaniciu D., Ramesh V., and Meer P. The Variable Bandwidth Mean Shift and Data-Driven Scale Selection // Proc Eighth Int'l Conf. ComputerVision, – 2001. – pp. 438-445.

[6] Szeliski R., Computer Vision: Algorithms and Applications. Microsoft Research. URL: http://szeliski.org/Book .

[7] Comaniciu D., Ramesh V., and Meer P. Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects Using Mean Shift // Proc. Conf. Computer Vision and PatternRecognition. – 2000. – Vol. 2. – pp. 142- 149.

[8] Comaniciu, D. and Meer, P., Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2002. – Vol. 24. – pp. 603-619.

[9] Birchfield S.T., Rangarajan S.SpatiogramsVersus Histograms for Region-Based Tracking // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – San Diego, California, 2005.– Vol. 2. – pp. 1158-1163.

[10] O'Conaire C., O'Connor N. E., Smeaton A. F. An improved spatiogram similarity measure for robust object localization // Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. – 2007.– Vol. 1. – pp. 1069-1072.

[11] Вражнов Д. А., Шаповалов А. В., Николаев В. В. О качестве работы алгоритмов слежения за объектами на видео // Компьютерные исследования и моделирование. – 2012. – Т. 4. – № 2.– С. 303–313.

[12] Димашова М.П. Реализация алгоритма сегментации изображений Mean Shift на GPU. – URL: http://docplayer.ru/

[13] Comaniciu D., Ramesh V., Meer P. Kernel-based object tracking // IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2003. – vol. 25. – № 5.

[14] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Техносфера, 2005. – 1072с.

[15] Bhattacharyya A. On a measure of divergence between two statistical populations defined by their probability distributions// Bulletin of the Calcutta Mathematical Society. – 1943. – 35. – pp. 99–109.

Бакланов А.Е., Байдилдина А.Т., Григорьева С.В., Есботаева Э.С.

Физикалық нысанның орын ауыстыруын техникалық қарау жүйесінде MeanShift алгоритімің іске асыру

Түйіндеме. Жұмыста нысанды қадағалау MeanShift сегментациясын алгоритмін қолдана отырып өнеркәсіптік роботты басқару жүйесінің кешенді программасында орындалған. Мақалада кілтірілген алгоритм физикалық нысанның орын ауыстыруын жоғары сапада бақылауда мүмкіндік береді. Программалық қамтамассыз ету модулі сурет түсіру, нысанды бақылау модулі, талдау модулін қамтиды. Нысанды - бағдарланған C# программалық тілін қолдана отырып Visual Studio ортасында жобаланған.

Түйін сөздер: техникалық қарау, бақылау, MeanShift алгоритмі, кескін сегменттеу, бағдарламалық қамтамасыз ету.

Baklanov A.E., Baidildina A.T, Grigoryeva S.V., Esbotaeva E.S.

Implementation of the MeanShift algorithm in the system of technical vision for tracing the physical object

Summary. The article implements the tracking of an object in the software package of the industrial robot control system using the MeanShift segmentation algorithm. The presented algorithm allowed to provide high quality control of the movement of a physical object. The software includes an image capture module, an object tracking module, an analysis module. The software is developed using the object-oriented programming language C # in the Visual Studio environment.

Key words: technical vision, tracking, MeanShift algorithm, image segmentation, software.

УДК 004.042

А.О. Оспанова[1], М.Ж. Кошкинбаева[2], Н.Ж. Дуйсенов[1], Н.Н. Исраилов[2]
([1]ЮКГУ им.М.Ауезова, [2]Университет "Мирас", Республика Казахстан, Шымкент, dgnurzak@mail.ru)

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Аннотация. Рассматривается вопросы разработки алгоритмов фильтрации информационных потоков в системах управления промышленными процессами. В работе проделаны обзор и анализ алгоритмам оценки будущих или текущих значений переменных состояния процессов, называемые иначе алгоритмами прогнозирования и фильтрации.

При моделировании нестационарных промышленных процессов по промышленным данным важной задачей является выбор размера сглаживающего «окна», мы назвали его параметром α. Предлагаем методику определения размера сглаживающего окна **α.** Оптимальными будут считаться такие значения параметра **α**, при которых наблюдается минимум ошибки, рассчитываемой по модели выходной переменной относительно измеренной, при обеспечении инвариантности оценок коэффициентов модели к помехе в измерительном канале, т.е. наблюдается максимальная разность среднеквадратичного отклонения измеряемой выходной переменной относительно выходной переменной модели.

В данной работе представлены алгоритмы фильтрации информационных потоков по непрерывно поступающим данным информационной системы управления промышленными процессами. Предложена новая обобщенная модификация метода наименьших квадратов, позволяющая производить расчеты технологических процессов в условиях действующего предприятия по отфильтрованным измеренным данным в условиях реального времени, работающая на скользящем интервале.

Ключевые слова: информационная система, алгоритмы филтрации, весовая функция, системы реального времени, монитор реального времени.

Введение. В настоящее время практически на всех промышленных предприятиях работают современные системы диспетчерского управления и сбора данных в системах управления на базе новейших достижений программного и инструментального обеспечения, например, SCADA. С помощью таких систем решаются различные задачи, в том числе обработка информации в реальном времени, ведение базы данных реального времени с технологической информацией. При этом возникает задача обработки получаемой информации с целью дальнейшего использования ее для создания математической модели процесса, расчета оптимальных условий ведения процесса. Полученная при этом информация должна быть достоверной и максимально исключить случайные факторы.

Основная часть. Алгоритм оценки будущих или текущих значений переменных состояния процессов, называемые иначе алгоритмами прогнозирования и фильтрации, описаны в трудах ряда авторов [1-8].

Теория фильтрации, разработанная Винером и Колмогоровым [1], основанная на решении интегрального уравнения Винера-Хопфа, предназначена, в основном, для стационарных процессов.

Большой вклад в решение проблемы фильтрации внесли Калман и Бьюси [2,3]. Их результаты распространяются на нестационарные процессы и получаются рекурентными методами.

Однако сложность классических методов моделирования и идентификации нестационарных процессов, базирующихся на алгоритмах фильтрации и прогнозирования, не позволяет решать прикладные задачи в условиях действующего предприятия в режиме реального времени.

Нами поставлена задача создания алгоритмов фильтрации в режиме реального времени для использования данных в информационных системах управления непрерывными промышленными процессами, проявляющими себя, как нестационарные. Для управления и поддержания параметров в оптимальном режиме в условиях его промышленной эксплуатации необходимы адекватные математические модели реального процесса, созданные на базе информационных потоков с промышленных контроллеров. Эти информационные потоки представляют собой временные ряды.

Стационарным является временной ряд, который находится в статистическом равновесии, не содержит никаких трендов. Нестационарный ряд содержит тренды и его свойства меняются во времени. В большинстве своем промышленные процессы меняют свои характеристики ввиду различных случайных факторов. При этом процесс ведет себя как нестационарный, что вызывает необходимость его учета. Это уже сама по себе самостоятельная и сложная задача.

При моделировании нестационарных промышленных процессов по промышленным данным важной задачей является выбор размера сглаживающего «окна», мы назвали его параметром α.

До настоящего времени нет строгих теоретических обоснований и конструктивных рекомендаций по выбору данного параметра. Каждый раз вопрос решается, с учетом конкретных свойств объектов и количества информации о нем.

При малом значении параметра **α** дальнейшие расчеты модели существенно зависят от помехи ξ, имеющейся в реализациях выходного сигнала Y, поэтому модели являются неэффективными.

Чрезмерно большой интервал **α** ведет чрезмерному сглаживанию и ухудшению свойств алгоритма, уменьшению чувствительности его к истинным изменениям процесса, вызванных нестационарностью.

Предлагаем методику определения размера сглаживающего окна **α.** Оптимальными рекомендуемыми значениями параметра **α** будем считать такие значения, которые соответствуют критерию сглаживания Райбмана Н.С., которая является количественной мерой идентичности математической модели промышленному процессу [7,8].

$$Q^2 = \frac{S_y^2 - S_{ост.}^2}{S_y^2} \tag{1}$$

где Q – мера идентичности Райбмана;

S_y^2 - дисперсия конверсии, измеренной в реакторе;

$S_{ост.}^2$ - дисперсия конверсии, рассчитанной по модели.

Значения S_y^2 и $S_{ост.}^2$ рассчитываются по формуле:

$$S_y^2(\alpha) = \frac{1}{N - \alpha + 1} \sum_{n=1}^{N-\alpha+1} \sum_{i=n}^{n+\alpha-1} \left[y_i - \bar{y}\right]^2 \tag{2}$$

$$S_{ост.}^2(\alpha) = \frac{1}{N - \alpha + 1} \sum_{n=1}^{N-\alpha+1} \sum_{i=n}^{n+\alpha-1} \left[y_i - y_{расч.}\right]^2 \tag{3}$$

Статистическая значимость критерия Q проверяется критерием Фишера:

$$F(\alpha) = \frac{Q^2 \nu_2}{\left(1 - Q^2\right)\nu_1} \tag{3.16}$$

где $\nu_1 = m; \nu_2 = \alpha - (m+1)$ - степени свободы, рассчитанные в зависимости от числа коэффициентов в модели m.

Критерий Q является значимым, если $F(\alpha) \geq F_{табл.}(\beta, \nu_1, \nu_2)$.

$F_{табл}(\beta, \nu_1, \nu_2)$ выбирают из таблиц при данных степенях свободы и уровне значимости β [8-9].

Сделаем соответствующие расчеты по измеренным данным на конкретном промышленном процессе полимеризации стирола. Проверяем на статистическую значимость по критерию Фишера Q и оставляем то значение параметра **α,** которое удовлетворяет критерию.

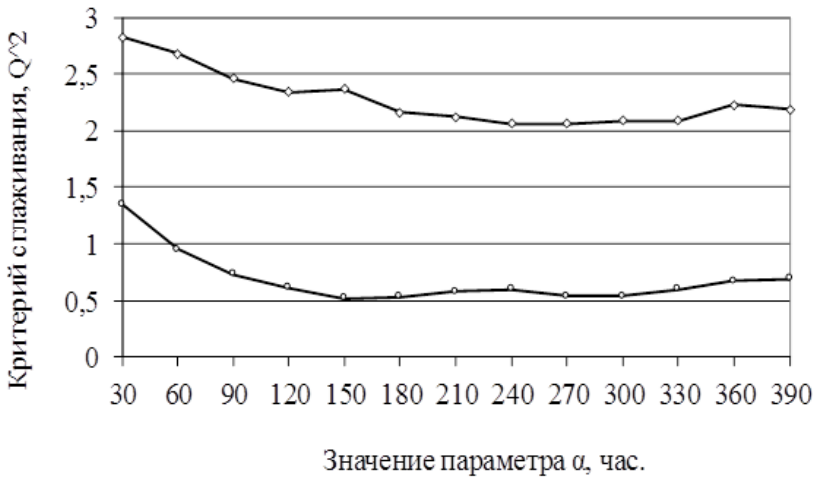


Рис. 1. Критерий Фишера Q^2 в зависимости от параметра сглаживания **α.**

Как видно на данном примере, значения критерия Фишера, как меры адекватности для модели реакторов при значении параметра сглаживания $\alpha \geq 120$ стабилизируются и не претерпевают существенных изменений, что означает, параметр сглаживания не должен быть меньше 120. Математическая модель реакторов полимеризации, разработанная по данным с промышленного производства будет адекватной процессу при наличии количества наблюдений не менее 120.



Рис. 2. Зависимость среднеквадратичной ошибки
от параметра сглаживания **α** для модели первого реактора

Оптимальными будут считаться такие значения параметра **α**, при которых наблюдается минимум ошибки, рассчитываемой по модели выходной переменной относительно измеренной, при обеспечении инвариантности оценок коэффициентов модели к помехе в измерительном канале, т.е. наблюдается максимальная разность среднеквадратичного отклонения измеряемой выходной переменной относительно выходной переменной модели.

Приводим графики зависимости среднеквадратичной ошибки от параметров алгоритмов сглаживания **α** для выбора оптимальных решений. На рисунке 2 показано влияние параметра сглаживания на среднеквадратичную ошибку по измеренным данным производства полистирола.

Для расчета параметров нестационарных процессов предложена методика моделированная, основанная на разработанном методе с использованием алгоритма скользящего среднего. В основе этой методики положено применение весовой функции, позволяющей оценивать параметры модели на текущем интервале при непрерывном поступлении данных о процессе.

В качестве фильтра используем весовую функцию релейного типа, которая описывается выражением:

$$W[n,k,\alpha]=\begin{cases}1, \text{если}(n-k)\le\alpha\\ 0, \text{если}(n-k)\ge\alpha\end{cases} \quad (4)$$

Где: **α** – весовой параметр или память алгоритма, **α** > m; k – текущее значение наблюдений; m – число оцениваемых коэффициентов в модели.

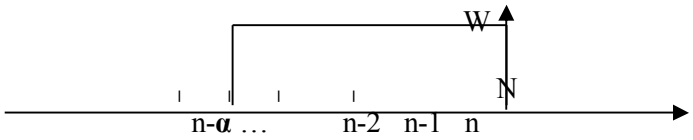


Рис. 3. Весовая функция релейного типа

На рисунке 4 показаны данные по конверсии стирола, которые обработаны алгоритмом скользящего среднего с помощью весовой функции релейного типа. Здесь хорошо видно, что интервал (n-**α**) как бы «скользит» по мере поступления наблюдений, что позволяет новые данные использовать с большим весом, чем старые. На рисунке также видно, конверсия стирола повышается, что характеризует нестационарность процесса. При использовании же метода наименьших квадратов все эти данные усредняются, что приводит к потере информации о нестационарности процесса, на рисунке показана усредненная по всей реализации линия.



Рис. 4. Усреднение измеренных данных с помощью алгоритма скользящего среднего

Оценки авто- и взаимокорреляционных функций $R_{XX}[\tau,n]$, $R_{XY}[\tau,n]$ рассчитываются по формулам:

$$\hat{R}_{XX}[\tau,n]=W[n,N,\alpha]\sum_{i=1}^{N-\tau}x(i)x(\tau+i) \quad (5)$$

$$\hat{R}_{XY}[\tau,n]=W[n,N,\alpha]\sum_{i=1}^{N-\tau}x(i)y(\tau+i) \quad (6)$$

N – длина реализации.

Заключение. Оптимально выбранное значения сглаживающего «окна» **α** дает возможность производить расчеты оптимальных режимов процессов максимально эффективно. При этом за счет фильтрации данных математическая модель постоянно адаптируется к реальным условиям протекания промышленного процесса, т.е. становится более гибкой. Предварительные расчеты с использованием промышленных данных процесса полимеризации стирола показывает, что использование алгоритма скользящего среднего является оптимальным решением для управления непрерывными процессами в промышленных реакторах полимеризации, поскольку дает возможность непрерывно обрабатывать поступающую с объекта информацию с датчиков и использовать ее для оптимального управления процессом в темпе с процессом. Такой способ обработки информации дает значительное сокращение времени работы программного комплекса, повышает оперативность системы, делает возможным в реальном времени получать информацию, обрабатывать ее, передавать на управление на базе математических моделей в темпе с процессом [9-11].

Таким образом, в данной работе представлены алгоритмы фильтрации информационных потоков по непрерывно поступающим данным информационной системы управления промышленными процессами. Предложена новая обобщенная модификация метода наименьших квадратов, позволяющая производить расчеты технологических процессов в условиях действующего предприятия по отфильтрованным измеренным данным в условиях реального времени, работающая на скользящем интервале.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Winer N. Extrapolation, interpolation and smooting of stationary time series. - N.Y.: - John Wily, 1949. - 163p.

[2] Kalman R.E., Busy R.S. New results in linear filtering and prediction theory.// J. Basis Engineering. (ASME Transactions) v.83, D, 1961. J o 1. pp. V 95-108.

[3] Kalman R.E. New methods in Wiener filtering theory.// Proceedings on the First Symposium on Engineering. Applications of Random Function Theory and Probability. John Wiley. New York, 1963, pp. 270 308.

[4] Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. - М.: Мир, 1974.- Вып.1. – С. 72-74.

[5] Пугачев В.С. Теория стохастических систем: Учебное пособие/ В.С. Пугачев, И.Н. Синицын. М.: Логос, 2004. -1000 с..

[6] http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/sttimser.html - анализ временных рядов

[7] Крамер Г., Математические методы статистики. - М.: Изд.Мир, 1975.

[8] Райбман Н.С. Мера определенности и точность прогнозирования при определении характеристик сложных объектов автоматизации статистическими методами. - //Автоматика и телемеханика. - 1963. - т. 24, № 9

[9] Глейзер Р.Г., Софиев А.Э., Тамбаев В.А., Оспанова А.О., Естемесов К.Д. Применение специализированного программного комплекса для моделирования и идентификации объектов химической промышленности при разработке АСУ ТП. //Вопросы промышленной кибернетики. – М. 1986. – С.42-43.

[10] Штейнберг Ш.Е., Шатилов Ш.В. и др. Непрерывный прогноз и оценивание переменных вращающихся печей производства магнезитового порошка с помощью адаптивной модели. - //Промышленные АСУ и контроллеры. - 2000. №1

[11] Оспанова А.О. Идентификация процесса полимеризации стирола. Труды международной конференции «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-14. - Смоленск, 2001.

Оспанова А.О., Кошкинбаева М.Ж., Дуйсенов Н.Ж., Исраилов Н.Н.

Өнеркәсіптік үрдістерді басқару жүйесінде ақпараттық ағындарды фильтрлеу алгоритмдерін құрастыру

Түйіндеме. Бұл жұмыста өнеркәсіптік үрдістерді басқарудың ақпараттық жүйесіне үзіліссіз түсіп отыратын деректер бойынша ақпараттық ағындарды фильтрлейтін алгоритм ұсынылған. Мұнда ұсынылған дүние, белгілі сырғымалы аралықта жұмыс істейтін, нақты уақыт шартында өлшеніп, фильтрленген деректер бойынша жұмыс істеп тұрған мекеменің негізінде технологиялық үрдіс есептеулерін жүргізуге мүмкіндік беретін, ең кіші квадраттар әдісінің модификацияланған жаңа түрі болып табылады.

Кілттік сөздер: ақпараттық жүйе, фильтрлеу алгоритмдері, салмақтық функция, нақты уақыт жүйелері, нақты уақыт мониторы.

Ospanova A., Koshinbaeva M.J., Duissenov H.J., Israilov N.N.

Development of algorithms for filtering information flows in industrial process control systems

Summary. In this paper, algorithms for filtering information flows on the continuously incoming data of the information system for managing industrial processes are presented. A new generalized modification of the method of least squares is proposed, which allows to calculate the technological processes in the conditions of the operating enterprise from the filtered measured data under real-time conditions operating on a sliding interval.

Keywords: information system, filtration algorithms, weight function, real-time system, real-time monitor.

УДК 004.942

А.О. Оспанова, Н.Ж. Дуйсенов, М.Ж. Кошкинбаева, Р.А. Байбатша
(Университет "Мирас", Республика Казахстан, г.Шымкент, dgnurzak@mail.ru)

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА БАЗЕ ИЗМЕРЕНИЙ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА

Аннотация. Предлагаемая нами методика фильтрации информационных потоков о параметрах процесса предназначена для обработки данных в режиме реального времени.

Предложенная методика разработки математических моделей промышленных процессов на базе измерений основных технологических параметров процесса позволит в темпе с процессом производить расчеты параметров модели по текущим измерениям, поступающим с реакторов полимеризации, снизит погрешность вычислений, связанных с обработкой промышленного эксперимента в режиме реального времени. Получены результаты расчета коэффициентов стохастической модели статики и динамики промышленного реактора и оценка эффективности этих коэффициентов по среднеквадратичной ошибке при различных значениях сдвига корреляционной функции. Составлен алгоритм расчета и разработана математическая модель промышленных процессов на базе измерений основных технологических параметров процесса.

Ключевые слова: математическая модель, фильтрация информационных потоков, временные ряды, реактор, полимеризация.

Введение. Моделирование реальных промышленных процессов в условиях их промышленной эксплуатации создает дополнительные сложности и усложняет разработку методики моделирования, т.к. необходимо учитывать все особенности промышленного процесса. Задача создания таких методик всегда занимала одно из центральных мест в современной теории управления процессами [1-8].

Большинство процессов химической технологии в условиях промышленного производства реализуются в аппаратах непрерывного действия, т.е. являются непрерывными процессами. Непрерывные технологические процессы характеризуются статическим режимом работы, все его режимные параметры – скорость, конверсия, температура в аппаратах не должны изменяться во времени. Динамический режим, при котором характеристики процесса меняются во времени, должен проявляться во время пуска и останова оборудования.

Предлагаемая нами методика фильтрации информационных потоков о параметрах процесса предназначена для обработки данных в режиме реального времени.

Основная часть. На основе теории временных рядов [1] и исследования процессов авторегрессии разработана методика фильтрации при использовании измерений с промышленных реакторов производства полистирола. Рассмотрим подробнее представленную методику.

Уравнение статической модели процесса, описывающее статическое состояние, выходного сигнала, в общем виде записывается в виде уравнения свертки:

$$y(t) = \sum_{n-1}^{N} W(\tau)x(n-\tau) + \xi(n) \quad (1)$$

где W –весовая функция.

Для учета статистических составляющих, накладываемых на измерения параметров любого промышленного процесса умножив это выражение на x(t +τ), получим уравнение Винера-Хопфа или еще его называют фильтром, которое в дискретном виде может быть представлено:

$$R_{xy}(n) = \sum_{k=1}^{N} W(k)R_{xx}(n-k) \quad (2)$$

Динамическая модель процесса в авторегрессионной форме записывается:

$$y_n = \phi_1 y_{n-1} + \phi_2 y_{n-2} + \cdots + \phi_p y_{n-\tau} + \varphi x_n + \xi_n \quad (3)$$

Здесь $\phi_1, \phi_2, \ldots \phi_\tau$ - коэффициенты модели;

n – дискретное время;

$\xi_т$ – случайная помеха.

Аналогичным образом, для получения модели фильтра динамического процесса умножим правую и левую часть выражения (3) на $x_{n-\tau}$:

$$y_n x_{n-\tau} = \phi_1 y_{n-1} x_{n-\tau} + \phi_2 y_{n-2} x_{n-\tau} + \cdots + \phi_p y_{n-\tau} x_{n-\tau} + \varphi x_n x_{n-\tau} + x_{n-\tau}\xi_n \quad (4)$$

где ϕ, φ - неизвестные коэффициенты модели.

В данном уравнении сумма произведений $y_n x_{n-\tau}$ является корреляционной функцией R_{xy}. С учетом этого выражении (4) запишем в виде уравнения автокорреляций:

$$R_{xy}(\tau) = \phi_1 R_{xy}(\tau-1) + \phi_2 R_{xy}(\tau-2) + \cdots + \phi_\tau R_{xy}(\tau-p) \quad (5)$$

Это выражение представляет собой стохастическую модель стационарного промышленного процесса.

С использованием измерений параметров промышленных процессов рассчитываются значения авто – и взаимнокорреляционных функций входных и выходных переменных X и Y.

В качестве примера в качестве исходных данных взяты измерения технологических параметров X и У с производства полистирола [9,10].

$$Rxy(\tau) = \frac{1}{N-\tau}\sum_{i=1}^{N-\tau}(x_i - \bar{x})(y_{i+\tau} - \bar{y})$$

$$Rxx(\tau) = \frac{1}{N-\tau}\sum_{i=1}^{N-\tau}(x_i - \bar{x})(x_{i+\tau} - \bar{x}) \quad (6)$$

Обычно для промышленных процессов характерна коррелированность во времени измерений с промышленных реакторов. Поэтому для расчета неизвестных коэффициентов стохастической модели необходимо использовать обобщенный метод наименьших квадратов. Это вызвано тем, что

мы будем пользоваться корреляционными функциями, рассчитанными по данным с действующего предприятия в условиях его эксплуатации. Как известно, измеренные значения параметров в данный момент времени сильно зависят от значений этих параметров в прошлом, т.е. имеет место коррелированность этих параметров во времени. В таких случаях обычный метод наименьших квадратов не учитывает коррелированность, это возможно лишь с использованием обобщенного метода наименьших квадратов.

В качестве критерия качества модели, оценивающего адекватность модели реальному промышленному процессу, берем среднеквадратичную ошибку прогноза δ по данной реализации.

Для модели статики процесса значение среднеквадратичной ошибки прогноза представляется в виде:

$$\delta_{ст.} = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}\left[y_n - Ax_n\right]^2 = R_{yy}(\tau) - AR_{xy}(\tau) + A^2R_{xx}(\tau) \qquad (7)$$

Уравнение для расчета критерия прогноза δ для динамической системы может быть выражено в виде:

$$\delta_{дин.} = \frac{1}{N}\sum\left[y_n - \phi y_{n-1} - Ax_{n-1}\right]^2 = \\ = \sum_{\tau=-1}^{2}\phi_\tau R_{yy}(\tau) + \sum_{\tau=0}^{2}\phi_\tau R_{xy}(\tau) + \sum_{\tau=0}^{1}\phi_\tau R_{xx}(\tau) \qquad (8)$$

Для расчета δ прогноза выходной переменной состояния необходимы оценки коэффициентов модели.

Рассчитанные значения среднеквадратичной ошибки, полученные при разных значениях сдвига корреляционной функции τ (8), по данным с действующего предприятия представлены на рис. 1.

По виду кривой δ на рисунке видно, что при сдвиге во времени τ>3,5 начинается уменьшение среднеквадратичной ошибки прогноза, δ следовательно для эффективного прогноза и моделирования процессов необходимо воспользоваться реализациями технологических параметров процесса длиной не менее 40. Если принимать во внимание, что замеры производятся ежечасно, то длина реализации должна быть не менее 40 часов.

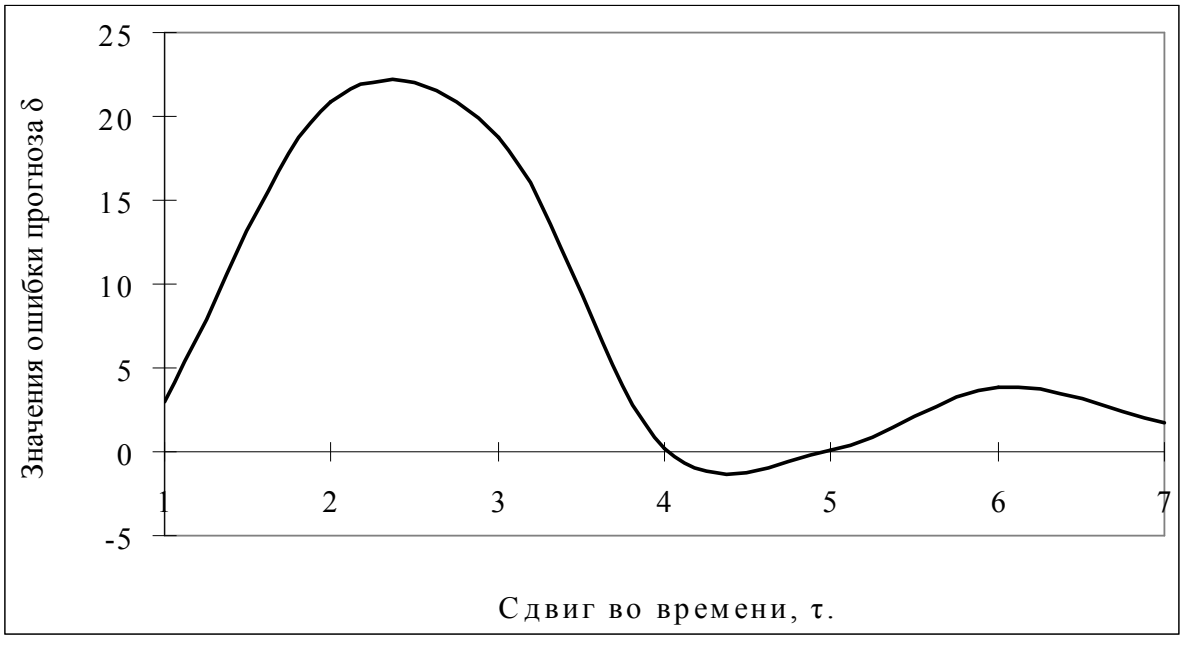


Рис. 1. Значения среднеквадратичной ошибки δ.

Рассчитанные коэффициенты математической модели статики и динамики процесса полимеризации, полученные в условиях эксплуатации реакторов, представлены в таблице 1. Слева в таблице указаны ординаты (τ) соответствующих корреляционных функций. Справа даны значения рассчитанных по формулам (7) и (8) среднеквадратичных ошибок $\delta_{ст.}$ и $\delta_{дин.}$

Анализ результатов показывает, что минимальные значения среднеквадратичной ошибки СКО прогноза моделей статики и моделей динамики получены при значениях сдвига корреляционной функции τ=5. Такой результат является ожидаемым, т.к. время пребывания полимеризующейся массы в реакторах соответствует 5 часам.

Результаты расчета коэффициентов стохастической модели статики и динамики промышленного реактора и оценка эффективности этих коэффициентов по среднеквадратичной ошибке при различных значениях сдвига корреляционной функции представлена в таблице 1.

Таблица 1 **Оценка коэффициентов статической и динамической модели промышленного реактора полимеризации по СКО прогноза.**

τ, сдвиг корреляционной функции	**Оценки коэффициентов**			
	$A_{ст.}$*10^{12}	**СКО $\delta_{ст.}$**	**$A_{дин.}$*10^{12}**	**СКО $\delta_{дин.}$**
0	0,07	2,615	1,23	1,158
1	0,67	1,744	1,38	1,109
2	1,33	2,058	1,50	1,061
3	1,76	1,388	1,66	1,063
4	2,18	0,808	1,77	1,002
5	2,01	0,074	1,980	0,59

Как видно из рисунка наиболее эффективными являются коэффициенты моделей статики и динамики, полученные при значениях сдвига корреляционной функции 5 и более.

Таким образом, алгоритм расчета и разработки математических моделей промышленных процессов на базе измерений основных технологических параметров процесса можно представить следующим образом:

- Измеренные значения параметров, конверсии и температуры в реакторах в данном случае, внести в базу данных программы.

- По формуле (6) по имеющимся данным температуры и конверсии вычислить корреляционные функции.

- Расчет коэффициентов моделей статики и динамики процесса производятся из формулам:

$$- A_{ст.} = \frac{1/\tau_j \cdot R_{yy}(\tau)}{R_{xy}(\tau)} \quad (9)$$

$$- A_{дин.} = A_{ст.} + \frac{R_{yy}(\tau+1) - R_{yy}(\tau)}{R_{xy}(\tau)} \quad (10)$$

- По формулам (7) и (8) вычислить среднеквадратичные ошибки прогноза δ для модели статики и модели динамики.

- Выбрать из таблицы 1 коэффициенты модели статики и динамики, дающие минимальные значения средневкадратичной ошибки прогноза $\delta_{ст.}$ и $\delta_{дин.}$

Заключение. Выбранные значения коэффициентов с использованием уравнений регресии в модели статики и динамики процесса можно использовать для расчета оптимальных температурных режимов, прогнозирования и управления промышленным процессом в режиме реального времени.

Предложенная методика разработки математических моделей промышленных процессов на базе измерений основных технологических параметров процесса позволит в темпе с процессом производить расчеты параметров модели по текущим измерениям, поступающим с реакторов полимеризации, снизит погрешность вычислений, связанных с обработкой промышленного эксперимента в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. - М.: Мир, 1974.- Вып.1. – С. 72-74.

[2] Пугачев В.С. Теория стохастических систем: Учебное пособие/ В.С. Пугачев И.Н. Синицын. М.: Логос, 2004. -1000 с..

[3] Мышляев Л.П. Особенности идентификации в системах управления промышленными объектами. / Третья Международная конференция по проблемам управления: тезисы докладов в двух томах. Том 1. М.: Институт проблем управления им. Трапезникова РАН, 2006. 130с.

[4] Cervantes, A. L., Agamennoni, O. E., & Figueroa, J. L. (2003). A nonlinear model predictive control system based on Wiener piecewise linear models. *Journal of Process Control*, *13*(7), 655-666.

[5] Tian, Y., Zhang, J., & Morris, J. (2001). Modeling and optimal control of a batch polymerization reactor using a hybrid stacked recurrent neural network model.*Industrial & engineering chemistry research*, *40*(21), 4525-4535.

[6] Xie, L., Liu, Y. J., Yang, H. Z., & Ding, F. (2010). Modelling and identification for non-uniformly periodically sampled-data systems. *IET Control Theory & Applications*, *4*(5), 784-794.

[7] Madár, J., Abonyi, J., & Szeifert, F. (2005). Genetic programming for the identification of nonlinear input-output models. *Industrial & engineering chemistry research*, *44*(9), 3178-3186.

[8] Castro, J. M., Ríos, M. C., & Mount-Campbell, C. A. (2004). Modelling and Simulation in reactive polymer processing. *Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering*, *12*(3), S121.

[9] Ospanova A.O., Duisenov N.Zh., Koshkinbaeva M.Zh. Identification of the mathematical model of styrene polymerization. III International conference Industrial technologies and engineering (ICITE 2016). M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent. 2016. p.250-257.

[10] Aiman Ospanova, Nurzak Duisenov, New Approach to Modeling Polystyrene Production Process. ICheaP12 International Conference on Chemical and Process Engineering Chemical Engineering Transactions, Milan, 19-22 May 2015 VOL. 43, 2015, p. 1759-1764.

Оспанова А.О., Дуйсенов Н.Ж., Кошкинбаева М.Ж., Байбатша Р.А.

Үрдістің негізгі технологиялық параметрлерін өлшеу негізінде өнеркәсіптік үрдістердің математикалық үлгісін құрастыру әдістемесі

Түйіндеме. Ұсынылған, үрдістің негізгі технологиялық параметрлерін өлшеу негізінде өнеркәсіптік үрдістердің математикалық үлгісін құрастыру әдістемесі нақты уақыт режимінде өнеркәсіптік эксперименті өңдеумен байланысты, полимерлеу реакторларына келіп түсетін есептеулер қателіктерін төмендетуге, ағымдық өзгерістер бойынша үлгі параметрлерін есептеуді жүргізуді, үрдіспен қатарлас жасауға мүмкіндік береді

Кілттік сөздер: математикалық үлгі, ақпараттық ағындарды фильтрлеу, уақыттық қатарлар, реактор, полимерлеу.

Ospanova A.O., Duissenov N.J., Koshinbaeva M.J., R.A.Baibatsha

The method of development of mathematical models of industrial processes on the basis of measurements of the main technological parameters of the process

Summary. The proposed methodology for developing mathematical models of industrial processes on the basis of measurements of the main process technological parameters will make it possible to calculate the model parameters from the current measurements from polymerization reactors at a pace with the process, and reduce the error in calculations related to the processing of an industrial experiment in real time.

Keywords: mathematical model, filtration of information flows, time series, reactor, polymerization.

УДК 681.7.068

Г.Б. Қашаганова [1,2], С.Н.Амиргалиева [2], А.У. Калижанова [2,3], Т.С.Картбаев [3]

([1]Казахско-Американский университет, Алматы, Республика Казахстан

[2]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК Алматы, Республика Казахстан

[3]Алматинский университет энергетики и связи Алматы, Республика Казахстан guljan_k70@mail.ru)

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА

Аннотация. В статье рассмотрены волоконно-оптические датчики. Отражены преимущества волоконно-оптических датчиков перед электронными датчиками. Рассмотрена математическая модель волоконно-оптического датчика на основе волоконной решетки Брэгга и виды решеток.

Ключевые слова: волоконно-оптический датчик, волоконные решетки Брэгга, математическая модель, метод связанных мод.

Развитие волоконно-оптических технологий открыло широкие возможности не только в телекоммуникационных применениях, но их применения в приборостроении и измерительной технике.

В настоящее время волоконно-оптические приборы используются для решения различных научно-технических задач, таких как измерение физических и химических величин, автоматическое слежение и управление системами, исследование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды. Для решения этих и других задач в последнее время используются волоконно-оптические датчики.

Волоконно-оптический датчик (ВОД) – это средство измерений, состоящее их измерительного преобразователя, преобразующего измеряемую физическую величину в какой-либо параметр оптического сигнала, передаваемого по оптическому волокну, соединенного волоконно-оптической линией связи с устройством преобразования и обработки оптических сигналов.

Волоконно-оптические датчики – могут применяться почти во всех областях науки, таких как:

– измерения физических величин;
– химических измерений;
– биохимического мониторинга;
– радиационных измерений;
– измерений электромагнитного поля.

По сравнению с традиционными электрическими датчиками, волоконно-оптические датчики имеют следующие преимущества:

– высокую точность и надежность измерений;
– низкую себестоимость при массовом производстве;
– высокую чувствительность;
– высокую коррозионную стойкость;
– высокую помехозащищенность;
– безиндукционность;
– механическую прочность;
– малый вес и размер;
– пожаробезопасность и взрывобезопасность;

Волоконно-оптические датчики представляют собой фрагмент оптического волокна, подвергнутый определенной модификации. Использование оптических волокон в качестве чувствительных элементов отсутствует влияние на результат измерения электромагнитных полей, побочного электромагнитного излучения, перекрестных помех каналов, отсутствуют проблемы, связанные с контурами заземления и с напряжениями смещения в местах соединения разнородных проводников, существенно повышается электрическая безопасность, отсутствуют проблемы дугообразования и искрения. Волоконно-оптические датчики имеют высокую стойкость к вредным воздействиям среды; малые габариты и вес; высокую механическую прочность; стойкость к повышенным температурам, вибрациям и др.; высокую скорость передачи данных. Кроме того, волоконно-оптические датчики могут использоваться во взрывоопасной среде ввиду их абсолютной взрывобезопасности. Они химически инертны, имеют простую конструкцию и высокую надежность.

Среди волоконно-оптических датчиков перспективными являются датчики на основе волоконных решеток Брэгга (ВРБ). Такие решетки записаны в оптическом волокне при помощи ультрафиолетового лазера и представляют собой участок световода с периодическим изменением показателя преломления вдоль оси. ВРБ каждого датчика отражает свет определенной длины волны с шириной спектра ~0,2 нм. Наиболее важным свойством ВРБ является отражение оптического излучения на брэгговской длине волны $\lambda_{Br} = 2\Lambda n$, где n – показатель преломления сердцевины. Возмущение состояния решетки (растяжение, нагрев) вызывает изменение положения максимума в спектре отраженной волны. Это свойство ВРБ положено в основу создания волоконно-оптических датчиков. Волоконно-оптические датчики на основе ВРБ, позволяет контролировать состояние объекта во многих точках одновременно благодаря возможности спектрального и временного мультиплексирования. А также присущим преимуществам ВРБ, является компактный размер, малый вес, невосприимчивость к электромагнитным помехам, простота коммуникаций.

Волоконно-оптические датчики на основе ВРБ измеряют напряжения в определенной точке. Однако в одном волокне можно записать сотни ВРБ, и один анализатор будет измерять все отражения. Это дает возможность создавать очень простые, но эффективные устройства, которые одновременно контролируют множество различных точек конструкций. Поскольку на длину волны отраже-

ния ВРБ влияет как температура, так и деформации, то датчики часто размещают в паре, где один из них изолирован от движения конструкций [1]. Это позволяет независимо измерять и деформации, и температуру. Для применения ВРБ в волоконно-оптических датчиках, необходимо смоделировать спектральные характеристики решеток.

Для моделирования характеристик ВРБ существует несколько методов и рассмотрим наиболее часто применяемые:

– метод связанных мод;

– матриц передачи.

Метод связанных мод широко используется для описания однородных ВРБ. Матричные методы чаще всего применяются в тех случаях, когда решетка имеет не однородную структуру.

Рассмотрим самый простой метод. ВРБ связывают основную моду волоконного световода, распространяющуюся в прямом направлении по волоконному световоду, с основной модой, распространяющейся в противоположном направлении, на резонансной длине волны λ_{Br}, определяющейся соотношением [2]:

$$\lambda_{Br} = 2n_{eff}\Lambda \tag{1}$$

где $n_{эфф}$ − эффективный ПП сердцевины волокна основной моды Λ – период брэгговской решетки.

Спектральные свойство являются наиболее важной характеристикой ВРБ. Основными из них являются спектральное положение резонанса, его ширина и коэффициент отражения в максимуме. Расчет спектральных характеристик ВРБ обычно выполняют с применением теории связанных мод. Выразим с помощью теории связанных мод функцию коэффициента отражения ВРБ от длины волны [3]:

$$r = sh^{2}(\gamma_B L) / ch^{2}(\gamma_B L) - \sigma^{2} / \kappa^{2} \tag{2}$$

где $\gamma_B \equiv \sqrt{\kappa^{2} - \sigma^{2}}$, Спектральная отстройка от строгого резонанса σ определяется разностью постоянных распространения основной моды $\beta = 2\pi n_{eff} / \lambda$:

$$\sigma(z) = \beta(z) - \beta Br(z) = 2\pi n_{eff}(z) / \lambda - \pi / \Lambda(z) \tag{3}$$

где локальный эффективный показатель преломления

$$n_{eff}(z) = n_{eff} + +\eta \cdot \Delta n_{avr}(z) \tag{4}$$

Коэффициент связи решетки $\kappa(z)$ на длине волны λ пропорционален амплитуде модуляции наведенного показателя преломления $\Delta n_{mod}(z)$:

$$\kappa(z) = \pi\eta\Delta n_{mod}(z) / \lambda \tag{5}$$

η − доля мощности основной моды, которая распространяется в сердцевине световода.

Спектральная ширина резонанса на полувысоте ВРБ может быть выражена следующим приближенным соотношением [3]:

$$\Delta\lambda 0{,}5 = 2\lambda\alpha\sqrt{(\eta\Delta n / 2n_{eff})^{2} + (\Lambda / L)^{2}} \tag{6}$$

где α − параметр порядка единицы для глубоких решеток (с коэффициентом отражения r~1) и порядка 0,5 для решеток небольшой глубины.

Также для анализа решеток были разработаны матричные методы, такие как метод эффективного показателя [4] и метод матрицы переноса [5]. В методе эффективного показателя решетка делится на секции, длина каждой из которых намного меньше наименьшего значения периода возмущения. Поля рассчитываются внутри каждой секции с использованием метода эффективного показателя преломления из интегральной оптики. При этом считается, что показатель преломления в ее пределах остается постоянным. Поля внутри каждой секции согласуются с полями предыдущих и последующих секций, образуя матрицу отношений между левой и правой частями каждой секции.

Общая матрица, полученная умножением индивидуальных матриц этих секций, характеризует полную структуру.

Этот подход чрезвычайно удобен для описания интегрально-оптических решёток, где максимальная длина структуры составляет всего несколько миллиметров. Однако в случае волоконных решёток, длина которых часто достигает нескольких сантиметров, этот метод может потребовать непомерно большого времени вычисления.

В методе матрицы переноса решетка делится на секции, длина каждой из которых много больше наибольшего периода возмущения. Внутри каждой секции модуляция показателя преломления считается постоянной. Каждая такая секция описывается матрицей рассеяния, соответствующей однородной решетке, а вся структура характеризуется общей матрицей, полученной из частных матриц. Этот подход удобен для однородных и неоднородных структур, а также для длинных решеток. Для анализа решеток также было предложено несколько менее известных методов.

В первые 1987 году Yamada [6] при анализе оптического волокна использовал метод матрицы переноса. Амплитуда показателя преломления и период решетки в этом случае остаются постоянными [7]. Соответственно значение период равняется 2x2 матрице. И описывается следующим образом:

$$\begin{bmatrix} R_{+L/2} \\ S_{-L/2} \end{bmatrix} = T_M \cdot \begin{bmatrix} R_{-L/2} \\ S_{+L/2} \end{bmatrix}, \tag{7}$$

где матрица T_M расписывается следующим образом:
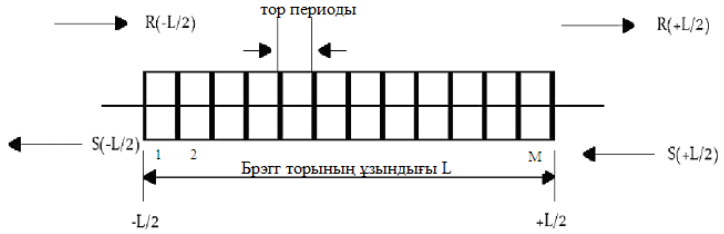
$$T_M = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_B L) - i\frac{\sigma}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B L) & -i\frac{k}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B L) \\ i\frac{k}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B L) & \cosh(\gamma_B L) + i\frac{\sigma}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B L) \end{bmatrix}, \tag{8}$$

где $k(z) = \frac{\pi}{\lambda}\delta n(z) g(z) v$, $\sigma = \delta + \overline{\sigma} - \frac{1}{2}\frac{d\phi}{dz}$

$$\gamma_B = \begin{cases} \sqrt{k^2 - \sigma^2} & k^2 > \sigma^2, \\ \sqrt{\sigma^2 - k^2} & k^2 < \sigma^2. \end{cases}$$

λ_B – длина и L – период Брэгговской решетки [8,9].

На рисунке 1-суретте приведен пример деление на M секции однородной волоконной решетки Брэгга для реализации метода матрицы переноса.



1-сурет . Однородная волоконная решетка Брэгга

Рассмотрим метод матрицы переноса для неоднородной волоконной решетки Брэгга

Метод матрицы переноса можно использовать также при моделировании неоднородной волоконной решетки Брэгга и этот метод является более оптимальным [10]. При моделировании волоконная решетка делится на несколько одинаковых секции. В этой конфигурации свет проходит через оптическое волокно и каждую секцию можно описать через $T_м$ матрицу. Структуру волоконной решетки Брэгга с помощью этой матрицы можно сформировать следующим виде:

$$T_M = \begin{bmatrix} \cosh(\gamma_B \Delta z) - i\frac{\sigma}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B \Delta z) & -i\frac{k}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B \Delta z) \\ i\frac{k}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B \Delta z) & \cosh(\gamma_B \Delta z) + i\frac{\sigma}{\gamma_B}\sinh(\gamma_B \Delta z) \end{bmatrix}, \quad (9)$$

где Δzi- секция длины решетки.

$$T = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} = T_M \cdot T_{M-1} \cdot \ldots \cdot T_1$$

Соответственно решетку можно характеризовать следующим образом:

$$\begin{bmatrix} R_{+L/2} \\ S_{-L/2} \end{bmatrix} = T_M \cdot T_{M-1} \cdot \ldots \cdot T_i \cdot \ldots \cdot T_1 \cdot \begin{bmatrix} R_{-L/2} \\ S_{+L/2} \end{bmatrix}. \quad (10)$$

На рисунке 2-суретте приведен пример деление на М секции неоднородной волоконной решетки Брэгга для реализации метода матрицы переноса.

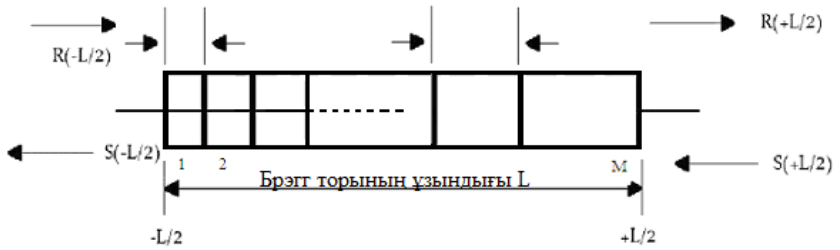


Рис. 2. Неоднородная волоконная решетка Брэгга

Существуют несколько видов волоконной решетки Брэгга.

ВРБ с переменным периодом (рис. 3). Такая решетка способна вносить определенную временную задержку между спектральными компонентами импульса и таким образом восстанавливать его исходную форму. Как правило, для компенсации дисперсии требуются решетки большой длины, которые записываются через фазовую маску. В настоящее время уже получены качественные решетки с длиной более 1 метра. Достигнутая величина дисперсии в решетках с переменным периодом более 1000 пс/нм позволяет компенсировать дисперсию 50-км отрезка стандартной волоконно-оптической линии на длине волны 1,55 мкм [11].



Рис. 3. ВРБ с переменным периодом

Волоконные решетки Брэгга с фазовым сдвигом в их структуре, серия последовательно записанных решеток по длине волоконного световода и решетки, записанные в одном и том же месте световода, могут быть использованы в качестве узкополосных фильтров пропускания [12], а также в волоконных лазерах с распределенной обратной связью [13]. Запись таких решеток в волоконных световодах, легированных редкоземельными элементами, позволяет реализовать лазеры с одночастотным режимом генерации.

Следующий вид наклонные решетки. 1990 году G. Meltz и др. были первыми, которые вели наклонные решетки [14]. Наклон плоскости штриха по отношению к оси волоконного световода приводит к эффективной связи с оболочечными и излучающими модами и, таким образом, формирует узкополосный фильтр поглощения, который используется для подавления нежелательного излучения в резонаторах волоконных лазеров и сглаживания спектров люминесценции и усиления.

Это структура, в которой плоскость решетки Брэгга не перпендикулярны оси волокна, но образуют угол типично 45°. Схематическая структура наклонной волоконной решетки Брэгга показан на рисунке 4

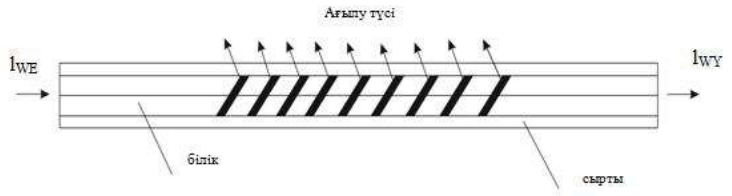


Рис. 4. Схема наклонной волоконной решетки Брэгга

Аподизированной решетки Брэгга. Спектр однородной решетки Брэгга дополнение к основному пику, также имеет нежелательные высокие побочные боковые лепестки, которые генерируют перекрестные помехи между соседними каналами в DWDM систем. Возникновение боковых лепестков связано с тем, что структура решетки Брэгга, который имеет конечную длину, быстро начинается и заканчивается. Влияние боковых лепестков можно ограничить с использованием аподизации. Аподизация является изменение амплитуды модуляции показателя преломления вдоль решетки.

Чирпированные решетки. Решетки, которые период варьируется в зависимости от положения вдоль волокна, называются чирпированные решетки. Период может быть изменено различными способами: например, симметрично (по возрастанию или убыванию) до точки, в половине длины решетки. А также может изменяться линейно с длиной решетки или могут быть квадратными (рис. 5). Другой альтернативой является изменение среднего эффективного показателя преломления по длине решетки, что может быть достигнуто путем изменения амплитуды профиля показателя преломления модуляции, либо сужающийся волокна в области длины решетки. Разные длины волн отражаются от разных участков решетки, имеющих разный период: длинные волны отражаются от участка с большим периодом, короткие волны проходят больший путь и отражаются от области с малым периодом. В результате этого, несмотря на разные скорости длинных и коротких волн, а также пройденные ими расстояния, время их прихода к пункту назначения одинаково.

Благодаря своим характеристикам, чирпированные решетки могут быть использованы, главным образом, в сфере телекоммуникаций, где они используются для компенсации дисперсии, для того, чтобы сжать импульсы, расширившиеся в течение времени распространения. Широкополосные чирпированные решетки также могут быть использованы для подавления непоглащенной накачки в эрбиевой усилителе и выравнивания его спектра.

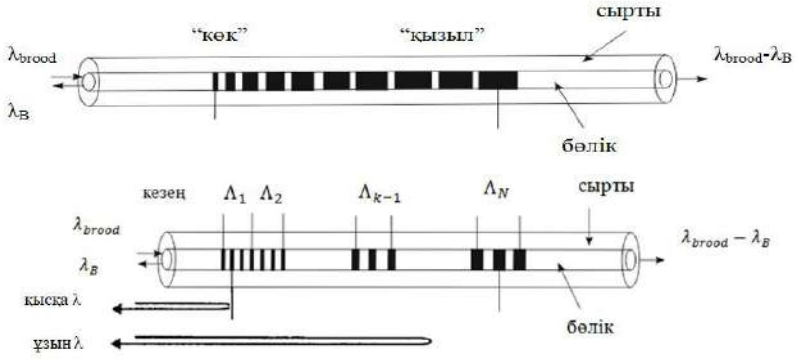


Рис. 5. Схема чирпированной решетки

Длиннопериодные решетки. Этот термин относится к брэгговской решетки, которая была получена в результате облучения изменения интенсивности УФ-лучей вдоль решетки. Длиннопериодные решетки содержит множество компонентов решетки ΔL в длину и разделяющих их участков без модуляции показателя преломления длины индекса δl, так называемые "мертвые зоны" (рис. 6). Следует отметить, что длина компонентов решетки и длины "мертвых зон", может изменяться. Спектр света, отраженного от такой структуры имеет ряд узких пиков. Волоконные длиннопериодные решетки имеют ряд важных применений в различных волоконно-оптических устройствах, таких как волоконные датчики физических величин [15, 16, 17, 18], спектрально-селективные поглощающие фильтры [19], в том числе перестраиваемые [20], модуляторы оптического излучения [21] и другие. Одним из важных применений длиннопериодных решеток в системах телекоммуникаций: сглаживание спектра усиления волоконных усилителей, применяемых в системах со спектральным уплотнением каналов, а также спектров люминесценции широкополосных источников. Основными достоинствами данного метода являются простота изготовления решеток и их использования, широкий спектральный диапазон и высокое усиление после сглаживания, низкие потери на длине волны накачки, отсутствие отраженной волны.

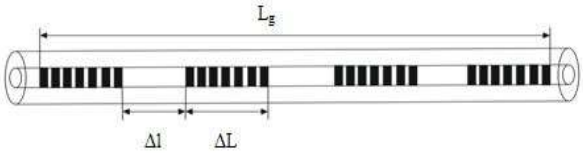


Рис. 6. Принципиальная схема длиннопериодной решетки

Волоконные решетки Брэгга получаются разными из-за различий в структуре и фоточувствительности используемых волокон, вдобавок к особенностям условий записи и лазеров, с помощью которых производится запись. К особенностям записи можно отнести время экспозиции и динамику записи, т.е. плотность облучения.

Существует множество различных способов построение сенсорных систем на основе решеток Брэгга [22]. Простейшая схема волоконно-оптического датчика представлена на рисунке 7.

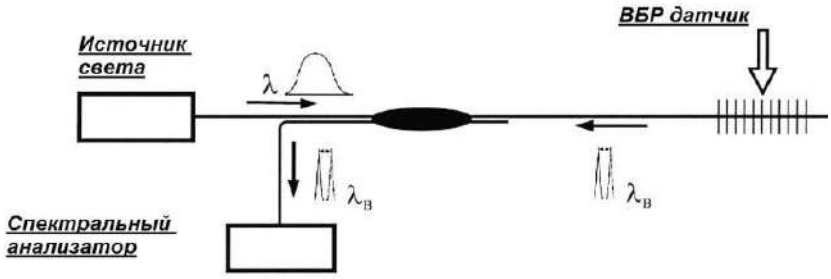


Рис. 7. Схема волоконно-оптического датчика основе волоконных решеток Брэгга

Сигнал от источника отражается сенсорным элементом. Длина волны отражения фиксируется блокоманализатором. Как правило, анализатор представляет собой узкополосный спектрометр. Существуют спектрометры различных типов: от стандартных дифракционных, где в качестве дисперсионного элемента используется дифракционная решетка, до анализаторов на основе интерферометра Фабри-Перо. Путем сканирования ширины интерферометра можно проанализировать оптический спектр отражения сенсора.

В оптическом волокне может быть установлено большое количество таких решеток, каждая из которых дает отклик на собственной длине волны. В этом случае вместо точечного датчика мы получаем распределенную систему регистрации с мультиплексированием по длине волны. Использование длины волны света в качестве информационного параметра делает датчик нечувствительным к долговременным дрейфам параметров источника и приемника излучения, а также случайным затуханиям оптической мощности в волокне. Измерительные устройства, содержащие датчики Брэгга, уступают по быстродействию (частоте опроса) устройствам с тензодатчиками.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Goncharenвko, I. Optical fibre sensors for structural monitoring / I. Goncharenko // Proceedings of Humboldt-Kolleg «Philosophy of Science», September 8–11, 2010. – Odessa, Ukraine. – P. 64-66.

[2] Othonos, A. Fiber Bragg gratings /A. Othonos // Review of scientific instruments. –1997. –vol. 68(12). – pp. 4309-4341.

[3] Медведков, О.И. Запись волоконных брэгговских решеток в схеме с интерферометром Ллойда и моделирование их спектральных свойств / О.И. Медведков, И.Г. Королев, С.А. Васильев – Москва: Научный центр волоконной оптики при институте общей физики им. А.М. Прохорова РАН, 2004. – 46 с. – (Препринт / Научный центр волоконной оптики при институте общей физики им. А.М. Прохорова; № 6)

[4] Winick, "Effective-index method and coupled-mode theory for almost periodic waveguide gratings: A comparison", Applied Optics, Vol.31, 1992, pp. 757-764

[5] Yamada, Sakuda, "Analisis of almost-periodic distributed feedback slab waveguide via a fundamental matrix approach", Applied Optics, Vol.26, 1987, pp. 3474-3478

[6] Yamada M., Sakuda K. Analysis of almost-periodic distributed feedback slab waveguide via a fundamental matrix approach //Appl. Opt.– 1987. – Vol. 26, № 16.–P. 3474-3478.

[7] Kashyap R. Fiber Bragg gratings.– San Diego, Academic Press, 1999.– 458 p.

[8] Kisala P., Wojcik W., КалижановаА.У., Кашаганова Г.Б.,Смайлов Н. К. Elongation determination using finite element and boundary element method //Abstracts international Conference “Computational and Informational Technologies in Science, Engineering and Education”.– Almaty, Kazakhstan, September 24-27 2015.– P. 147-148.

[9] 9.Kisala P., WojcikW., Калижанова А.У., Кашаганова Г.Б.,Смайлов Н. К. Elongation determination using finite element and boundary element method //Совместный выпуск по материалам Международной научной конференции "Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании" Вычислительные технологии: Вестник КазНУ им. аль-Фараби Серия математика, механика и информатика. – 2015. – Т. XX.– Ч. II.– № 3(86).– С. 144-151.

[10] Schneider S. Convergence results for multistep Runge-Kutta methods on stiff mechanical systems //Numer. Math. 1995.– Vol.69.– P. 495-508.

[11] Kaczmarek Z., Światłowodowe czujniki i przetworniki pomiarowe //Agenda Wydawnicza PAK.– Warszawa, 2006.

[12] Jędrzejewski K. Siatki Bragga - nowy element w technice światłowodowej //Przegląd Telekomunikacyjny.–2002.– № 3.– P. 148-152.

[13] Sikora A., Kaczmarek Z. Praca światłowodowych siatek Bragga z liniowo zmiennym okresem jako przetworników pomiarowych wymuszeń impulsowych //X Konferencja Naukowa: Światłowody i ich zastosowania, Krasnobród. – 2006. – P. 638-643.

[14] 14 Meltz G., Morey W. W. and Glenn W. H. Formation of Bragg gratings in optical fiber by transverse holographic method //Opt. Lett. – 1989.–Vol. 14, №15(14). – P. 823- 825.

[15] Vengsarkar A.M., Pedrazzani J.R., Judkins J.B., Lemaire P.J., Bergano N.S., Davidson C.R. Long-period fiber-grating-based gain equalizers //Optics Letters.–1996.– Vol. 21, № 5.– P.336-338.

[16] Protopopov V.N., Karpov V.I., Medvedkov O.I., Vasiliev S.A., Grekov M.V., Dianov E.M., Palto S.P. Temperature sensor based on fiber Bragg grating //Proceedings of SPIE, 4083 'Advances in Fiber Optics', edited by E.M.Dianov.–2000.– P.224-228.

[17] Dianov E.M., Kurkov A.S., Medvedkov O.I., Vasiliev S.A. Application of photoinduced long-period fiber gratings in optical sensors //CLEO/Europe'96.– 1996.– P. CMM7.

[18] Dianov E.M., Kurkov A.S., Medvedkov O.I., Vasiliev S.A. Photoinduced long-period fiber grating as a promising sensor element //Proc. of Eurosensors X, The 10th European Conference on solid-state transducers. –1996.– paper P5.1-128.

[19] Gu X.J. Wavelength-division multiplexing isolation fiber filter and light source using cascaded long-period fiber gratings //Optics Letters.–1998.– Vol. 23, №7.– P.509-510.

[20] Starodubov D.S., Grubsky V., Feinberg J. All-fiber bandpass filter with adjustable transmission //OFC'99,ThJ3.– 1999.– P.138-140.

[21] Starodubov D.S., Grubsky V., Skorucak A., Feinberg J., Cai J.-X., Feng K.-M., Willner A.E. Novel fiber amplitude modulators for dynamic channel power equalization in WDM systems // OFC'98, Postdealine.–1998.– P. PD8.

[22] Карасик, В. Е. Измерительное устройство контроля деформации и температуры на основе наноразмерных волоконно-оптических датчиков / В. Е. Карасик, В.А. Лазарев, Н.А. Неверова // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2008. - № 58. – С. 51-58.

Қашағанова Г.Б., Амиргалиева С.Н.., Калижанова А.У., Картбаев Т.С.
Талшықты-оптикалық датчиктер негізінде талшықты торлар брэгга
Түйіндеме: Мақалада талшықты-оптикалық датчиктер қарастырылған. Талшықты-оптикалық датчиктердің электрондық датчиктерге қарағанда артықшылықтары көрсетілген.Талшықты Брэгг торы негізіндегі талшықты-оптикалық датчиктердің математикалық моделі келтірілген. Сонымен қатар талшықты Брэгг торының негізгі түрлері келтірілген

Kashaganova G., Amirgaliyeva S.N., Kalizhanova A.U., Kartbayev T.S.
The fiber-optic sensors are based on the fiber bragg grating
Summary. The article considers fiber-optic sensors. The advantages of fiber-optic sensors in front of electronic sensors are reflected. A mathematical model of a fiber-optic sensor based on a Bragg fiber grating and types of gratings is considered.

ӘОЖ 004.04

С.С. Сайдирасулов, Қ.Н. Молдахметова, А.Н. Аширбеков,
Ж. Манатқызы, А.Т. Алимбекова
(Мирас Университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы,
saidkhan@mail.ruҚ

PASCAL ABC.NET ТІЛІНІҢ ЖАҢА МҮМКІНДІКТЕРІ

Аннотация. XX ғасырдың 70-жылдары атақты швед ғалымы Ниуклаус Вирт ойлап тапқан Pascal программалау тілі бүгінгі күнге дейін қолдау тауып, дамытылып, жетілдіріліп келуде. Автор бұл тілді француздың ұлы математигі және философы Блез Паскальдің құрметімен атады және бұл тілдің атауын үнемі бас әріптермен жазылуын сұранды. Есептеу машинасы және программалық жасақтамалардың дамуымен қатар Pascal тілінің де бір қатар жаңа, жетілдірілген нұсқалары жарыққа шыға бастады. 1985 жылы Borland компаниясының талантты қызметкері Андерсон Хейлсберг Turbo Pascal тілін жасады және бұл нұсқасы бағдарламалаушылар арасында кең қолданыс тапты. Pascal тілінің бірнеше нұсқалары Borland, Microsoft және Apple фирмалары тарапынан жарыққа шығарылды: Turbo Pascal, Borland Pascal, Quick Pascal, Free Pascal, Object Pascal және т.б. Бүгінгі таңда Pascal тілінің жаңа және қуатты нұсқаларының бірі бұл – Ресейдің Оңтүсік Федералды университеті тарапынан жасалған Pascal ABC.Net деп аталады.

Кілттік сөздер: Бағдарламалау тілдері, Pascal тілі, Pascal ABC.Net, сөздіктер, класстар, объектіге-бағытталған бағдарламалау, интерфейстер, компоненттік технологиялар.

Кіріспе. Pascal тілінің бүгінгі таңдағы жаңа, қуатты және жетілдірілген нұсқаларының бірі Ресей Федерациясының Оңтүсік Федералды университеті қызметкерлері тарапынан жасалған Pascal ABC.Net нұсқасы. Бұл ортаның онлайн-компиляторы да бар және оны http://wde.pascalabc.net гиперсілтеме бойынша қолдануға болады. Онлайн-компилятор кез-келген платформа үшін қол жетімді болып табылады. Сайтта мектеп оқушылары мен жоғары оқу орындарында оқитын студенттер үшін Pascal тілін оқып үйренуге арналған материалдар, оқулықтар, бағдарлама мысалдары, жүктеу файлдары және әртүрлі форумдар бар. Pascal тілінің дәс осы нұсқасы Microsoft фирмасының .Net Framework платформасына негізделген және барлық заманауи құралдармен байытылған: класстар, операцияларды қайта жүктеу, графикалық интерфейстер, ерекше жағдайларды өңдеу, ішкі программалар, сөздіктер, графика және т.б.

Негізгі бөлім. Bell зертханасында 1972 жылы жасап шығарылған C тілінің негізгі кемшілігі онда класстармен жұмыс жасау мүмкіндігі жоқ еді. Сондықтан да 1986 жылдары C++ тілінің ойлап табылды және ол объектіге-бағытталған бағдарламалауға (ОББ) толықтай мүмкіндік ашты. Объектіге-бағытталған бағдарламалау – бұл программалық кодтың айтарлықтай қысқаруы, кодтың қайта қолданылуы, программаның оптимизациялануы және құрылымдануына мүмкіндік беретін заманауи бағдарламалау әдістерінің бірі. ОББ технологиясы қазірғы таңда барлық программалау тілдерінің құрамына ендірілуде, мысалы, C++, Java, Python, Visual Basic, Swift және т.б.

Pascal ABC.Net тілінің жаңа мүмкіндіктерінің бірі – бұл класстар ұғымының ендірілуі. Мұнда C++ тілінен алынған бірнеше кілттік сөздер мен құрылымдар қолданылады. Бұл мүмкіндік Pascal тілінде программа құрастыратын программисттер үшін зор мүмкіндік береді. Pascal ABC.Net ортасында ОББ әдісімен бағдарлама жасау өте қарапайы және оңай. Жаңа классты сипаттау үшін C++ тілінен алынған class кілттік сөзі пайдаланылады. Класстардың қасиеттері мен әдістерін сипаттауда *private*

(жергілікті, жеке), *protected* (қорғалған) және *public* (ашық, жалпы) деп аталатын қол жеткізу модификаторлары қолданылады. Private кілттік сөзінен кейін сипатталған барлық қасиеттер мен әдістер тек қана сол класстың ішінде ғана қол жетімді болады және оларды бір де бір басқа класста, функцияда қолдануға тиім салынады. Protected модификаторының қызметі Private модификаторына ұқсас, бірақ бұл модификатор әдістер мен қасиеттерді туынды класстарда қолдануға мүмкіндік береді. Ал, Public модификаторынан кейін сипатталатын барлық қасиеттер мен әдістерді программаның кезкелген облысында қолдануға болады. Мысалы, шеңберді сипаттайтын класстыр қарастырайық:

```
type TRing=class
//қасиеттер тізімі
//әдістер тізімі
end;
```

Жоғарыда келтірілген код фрагметінен *класс* ұғымы – бұл қандай да бір объектінің *қасиеттері* (параметрлері) мен *әдістерінің* (сол объектінің орындайтын іс-әрекеттері) тізімін тұратын сипаттайтын құрылым екенін байқауға болады. Мысал ретінде сол шеңбер классын қарастыруды жалғастыратын болсақ, шеңбердің *радиусы*, *диаметрі*, *түсі*, *ауданы* мен *ұзындығы* оның қасиеттері болып табылады. Ал, шеңбер объектісін *құру*, *параметрлерін беру, сызу*, *өшіру* және объектіні *жою* сол объектінің әдістері болып саналады. Класстың толық сипаттамасын қарастырайық:

```
type TRing=class
//қасиеттері
private
  r : integer;
  d : integer;
  c : Color;
  s : real;
  l : real;
//әдістері
public
//шеңбер радиусын алу процедурасы
procedure GetParam(_x,_y,_r : integer, _c : Color);
begin
  x : = _x;
  y : = _y;
  r : = _r;
  c : = _c;
end;
//шеңберді сызу процедурасы
procedure DrawRing;
begin
  SetPenColor(c);
  Circle(x,y,r);
end;
//экранды тазалау процедурасы
procedure ClearRing;
begin
  ClearWindow;
end;
End; // класс сипаттамасының соңы
```

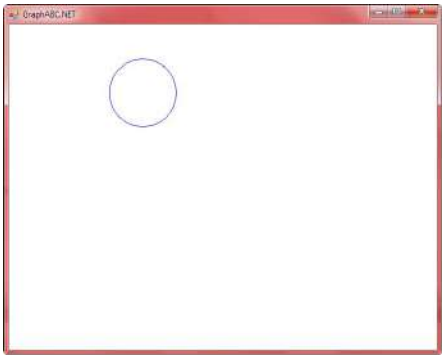
Класстың сипаттамасын жазып болған соң оны сипаттау бөлімінде объектілерді сипаттауда қолдануға болады.

```
var obj : TRing;
```

Программа класс құру арқылы шеңбер сызуды демонстрациялайды. Сондықтан *uses* модульдерді сипаттау бөлімінде GraphABC модулін қосу қажет. Енді бағдарламаның негізгі бөлімін қарастырайық:

```
begin
  obj : = TRing.Create;                  //шеңбер объектісін құру
…obj.GetParam(200,100,50,clBlue);  //параметрлерін беру
…obj.DrawRing;                         //шеңберді сызу
…sleep(2000);                          //2 секундқа кідірту
…obj.ClearRing;                        //шеңберді өшіру
end;
```

Жоғарыда келтірілген код қатарлары ешбір комментарийсіз түсінікті. Бұл жерде TRing класынан obj объектісі құрылып, оның әдістерін шақырылған. Егер, класс дұрыс сипатталса және программа қатесіз жазылса, онда 1-суреттегідей нәтиже аламыз.



1-сурет. Программа орындалуының нәтижесі

Қорытынды. Қорытындылай келе, бұл мақалада объектіге-бағытталған бағдарламалау әдіснамасын емес, жалпы Pascal тілінің даму тарихына қысша шолу жасалынды және оның бүгінгі таңдағы Pascal ABC.Net нұсқасының жаңа мүмкіндіктері мысалдармен түсіндірілді. Тілдің бұл нұсқасында ОББ-дан бөлек, сөздіктер, операцияларды қайта жүктеу, графикалық интерфейстер құру, мәліметтер қорымен жұмыс жасау мүмкіндіктері де ендірілген.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Медешова А.Б., Мухамбетова Ғ.Г. Turbo Pascal және Delphi тілдерінде программалау. М.Өтемісов атындағы БҚМУ, Орал, 2012.

[2] Петер Дарахвелидзе, Евгений Марков. Программирование в Delphi. СПб.: «БХВ-Петербург», 2003.

[3] http://pascalabc.net веб-сайты.

Сайдирасулов С.С., Молдахметова К.Н., Аширбеков А.Н., Манатқызы Ж., Алимбекова А.Т.

Новые возможности языка Pascal ABC.Net

Резюме В статье рассмотрены новые возможности языка Pascal ABC.Net и приведены примеры использования классов и объектов в данной среде.

Ключевые слова: Языки программирования, язык Pascal, Pascal ABC.Net, словари, классы, объектно-ориентированное программирование, интерфейсы, компонентные технологии.

Saidirassulov S.S, Moldaxmetova K.N., Ashirbekov A.N., Manatkyzy Zha, Alimbekova A.T.

New features of Pascal ABC.Net

Summary The article considers new features of Pascal ABC.Net and gives examples of using classes and objects in this environment.

Keywords: Programming languages, Pascal, Pascal ABC.Net, dictionaries, classes, object-oriented programming, interfaces, component technologies.

УДК 621.372

Б. Кожахмет[1,2] , А.У Калижанова [1,2]
([1]ҚР БҒМ Ғылым комитетінің ақпараттық және есептеу техникасы институты
Алматы, Қазақстан Республикасы
[2]әл- Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті Алматы, Қазақстан Республикасы)

«BRAIN NETWORK» МОДЕЛЬДЕРІМЕН ДЕРЕКТЕРІН ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Аңдатпа: Мақалада адамның миына байланысты аурулардың диагнозын анықтау кезінде қазіргі уақытта мәселелерді шешуге белгіленген, мидың бейнелеуі, бағыттары мен нақты әдісін артықшылықтары мен кемшіліктері тізілген әдістердің даму перспективалары әдістерін зерттеу, моделдеу және деректерді өңдеу әдістері қарастырылған.

Кілттік сөздер: нейрондық желі, сигнал, функционалдық МРТ, воскель, нейрожелі.

Нейрондық желілер – күрделі тәуелділіктерді жүргізуге арналған қуатты модельдеу әдісі. Нейронды желілер табиғатына сәйкес, әдетте, сызықты емес. Көптеген жылдар бойы сызықты модельдеу аймағында көпшілігінде модельдеудің негізгі әдісі болды, себебі ол үшін тиімділеу процедуралары жақсы құрастырылған. Сызықты аппроксимация қанағаттандырылмаған есептерде сызықты әдістер нашар жұмыс істейді. Сонымен бірге, нейронды желілер айнымалылар саны көп жағдайда сызықты тәуелділіктерді модельдеуге мүмкіндік бермейтін «өлшем қарғысына» қарсы тұра алады.

Соңғы жылдары біз көптеген салаларда – бизнесте, медицинада, техникада, геологияда, физикада кеңінен қолданылып жүрген нейронды желілерге деген қызығушылықтың көбеюін байқап жүрміз. Нейронды желілер болжауды, жіктелуді немесе басқаруды қажет ететін есептерді шешу керек тәжірибелердің барлығына ендірілді[1].

Нейронды желілер мысалдарда үйренеді. Нейронды желінің қолданушысы ұсынылатын деректерді таңдайды, содан кейін деректер құрылымын автоматты түрде қабылдайтын оқыту алгоритмі іске қосылады. Қолданушыдан деректерді қалай таңдау және дайындау, қажетті архитектураны таңдау және нәтижелерді интерпретациялау туралы эврестикалық сауаттылық талап етіледі, алайда нейронды желілерді сәтті қолдануға қажетті білім деңгейі статистиканың дәстүрлі әдістеріне қарағанда қарапайым болып келеді.

Нейронды желілер интуитивті тұрғыдан дұрыс болып табылады, себебі олар жүйке жүйелерінің примитивті биологиялық моделінде негізделген. Болашақта мұндай нейро-биологиялық модельдердің өсуі шынымен де ойлай алатын компьютерлердің пайда болуына алып келуі мүмкін.

1982 жылы американдық биофизик Дж. Хопфилд (Hopfield J.) кейінірек оның есімімен аталған нейронды желінің негізгі нұсқасын ұсынды. Дж. Хопфилдтің желісі қабаттар арасында кері байланысқа ие, бұл оның жалпылау қасиеттерін ұлғайтады. Мұндай желілер үлгілерді танып білуде кең қолданысқа ие болды. Келесі жылдары кері тарату, екі бағытты ассоциативті жады, өздігінен ұйымдастырылатын карталар және т.б. көптеген тиімді алгоритмдер мен нейрожелілер архитектуралары табылды. Кез келген нейронды желіні құру есептеудің үлкен көлемін қажет етеді (желіні оқыту, әдетте, итерационды үрдіс болып табылады). Сондықтан компьютерлердің есептеу қуаттылығының артуымен ғана нейрожелілерді тәжірибеде қолдануға мүмкіндік туды. Бұл нейрожелілік деректерді өңдеу принциптерін қолданатын бағдарламалардың кеңінен таралуына мүмкіндік берді [2].

Нейрожелілер мен нейромодельдеу пайда болып, өскен негізгі идеялар келесілер болып табылады:

1) Нейронды желі тірі ағзалардың жүйке жүйесінің құрылымы мен қасиеттерін имитациялайды: ол өзара байланысқан қарапайым бір типті есептеу элементтерінің (нейрондар) көп мөлшерінен тұрады және әр бөлек нейронның мүмкіндіктерімен салыстырғанда иілгіш және күрделі мінезқұлыққа ие. Нейрожелі кірісте кіріс сигналдардың жиынын қабылдайды және оларға сәйкес қандай да бір есептің шешімі болып табылатын жауапты (шығыс сигналдарын) шығарады.

2) Әр нейрон кіші көлемді жұмыс орындайды – мысалы, оған келген кейбір салмақты коэффициенттері бар сигналдарды біріктірмейді және бұл кіріс деректерінің жиынтығы сызықты емес түр-

лендіреді. Басқа таралған нұсқасы кейбір есте сақталған эталоннан жоғары шығыс сигналын шығаратын нейрон-детектор болып табылады.

3) Нейрондар қабаттар тізбегіне топтасады: кіріс сигналдар бірінші қабатқа түседі және тізбектелген түрде соңғысына дейін барлық қабаттардан өтеді. Бірақ ішкі сигналдардың кейбір жиынының циркуляциясын қамтамасыз ететін рекурентті құрылымдар да болады.

4) Желінің кейбір қабатын құрайтын нейрондар параллельді режимде жұмыс істейді. Қабаттар мен нейрондар санының өзгеруі қолданылып отырған есептеу техникасының (процессор, микроконтроллер, нейрокомпьютер, т.б.) ерекшеліктеріне сәйкес ортақ параллельді-тізбекті есептеу көлемін максималды эффективті түрде баптауға мүмкіндік береді.

5) Желі құрылымында нейрондардан басқа иерархияның немесе абстракцияның өзге деңгейлерінде параллельді және тәуелсіз жұмыс істейтін элементтерді атап өтуге болады. Жасанды нейронда оның синапстары параллельді жұмыс істейді, желіде көпқабатты «нейронды бағандар» параллельді жұмыс істеуі мүмкін.

6) Нейрожелінің жұмыс үрдісін сыртқы сенсорлы деректердің ағынының қозғалысын (қандай да бір «кірістен» «шығысқа») және осы деректердің түрленуін ұсынады. Жалпы жағдайда деректер ағыны (сигналдар) қиылысатын және кері байланыстарды формалай алады.

7) Жасанды нейрожелі оның биологиялық прототипі тәрізді үйрене алады: ол нейрондардың және өзінің құрылымының ішкі адаптивті параметрлеріне ие, оларды ауыстыру арқылы өзінің мінез-құлқын өзгерте алады.

8) Бағдарламалау орны нейронды желіні үйренуді алады: деректерді талдаудың келесі есебіне көшу барысында қандай да бір жаңа алгоритмді бағдарламалау қажет емес – жай ғана әмбебап нейрожелілі жабдықты алып, жаңа нейрожелініқұрып, үйрету керек (құрылымы, өлшемдері және басқа да ерекшеліктері осы жаңа есепке сәйкес келетін).

9) Нейронды желі есепті шешуге әрқайсысы нейрожелінің кіріс сигналдарының өлшемдерін сипаттайтын және осы кіріс сигналдарда жауапты талап ететін қандай да бір «кітапта» – оқиғалар жиындарында үйренеді. «Кітап» белгілі нәтижелі эталонды оқиғалар жиынын береді, ал нейронды желі кіріс сигналдар мен талап етілетін жауаптар арасында тәуелділіктерді есте сақтауға тиіс. Үйренген нейрожелі қабылданған шешім әдісін жалпылап (интерполярлау және экстраполярлау), жаңа оқиғаларға «кітапқа» енбеген болжам шығара алады – кіріс сигналдардың өлшемдерінің тех байланысын.

10) Оқытушымен үйренуден басқа (кейбір оқиғалар жиыны үшін белгілі эталонды жауаптар туралы ақпарат негізінде) оқытушысыз үйрену де болады – бұл кезде оқиғаларды сипаттау талдауы болады және тенденциялар іздестіріледі (мысалы, ұқсас оқиғалар топтарға топ ішіндегі деректер бірбіріне басқа топтағылардағы деректерге қарағанда көбірек ұқсас болатындай бірігеді).

11) Нейронды желіесептерді шешуге үйрене алады. Үйретуші деректермен қатар есепті шешудің сапасының кейбір критерийін беру ғана талап етіледі.

12) Нейрожелінің құрылымы есепке адаптациялануы мүмкін. Егер нейрожелі шешімнің қажетті нақтылығын қанағаттандыра алмаса, қосымша нейрондар, тіпті, нейрондар қабаттары қосылуы мүмкін. Егер бастапқы желі артық болса, нейрожеліден керек емес нейрондар шығарылуы мүмкін. Нейрожелі есеп үшін кіріс сигналдарды өзі шығарып, шешім сенімділігін арттыра алады. Нейронды желінің өлшемінің коррекциясы алдында үйретілген әдістерді толық ұмытуға алып келмейді, бұл нейрожеліні оқыту үрдісін жылдамдатады.

13) Нейрожелілер бостандықтың үлкен көлемді деңгейлеріне ие күрделі сызықты емес жүйелер болып табылады. Олардың ақпаратты өңдейтін принципі фон-Нейман архитектурасы негізіндегі процессорлы компьютерлерде қолданылатын принциптен өзгеше [3].

Миды визуализациялау әдістері дәрігерлер мен зерттеушілерге мәселелерді қарастыруға мүмкіндік береді. Бүгінгі таңда бүкіл әлем бойынша ғылыми-зерттеу орталықтарында және ауруханаларда қауіпті емес миды визуализациялау әдістері бар.

Ми бейнелерін медициналық мақсатта визуализациялау саласындағы жетістіктердің нәтижесінде есептеу техникасында және неврологияда мидың белсенділігін өлшеудің автоматты талдауына негізделген нақты және объективті әдісті құру мүмкіндігі пайда болды.

Мидың функционалды визуализациясы екі технологияны қолданады: позитронды-эмиссионды томография (ПЭТ) және функционалды магнитті-резонансты томография (МРТ). Екі әдіс те ми арқылы қан ағынын өлшеу жолымен жұмыс істейді. Магнитті-резонансты томография ми анатомиясының, аймағының бейнесін көрсетеді. МРТ ми анатомиясын, ал ПЭТ мидағы метаболиялық белсенділікті

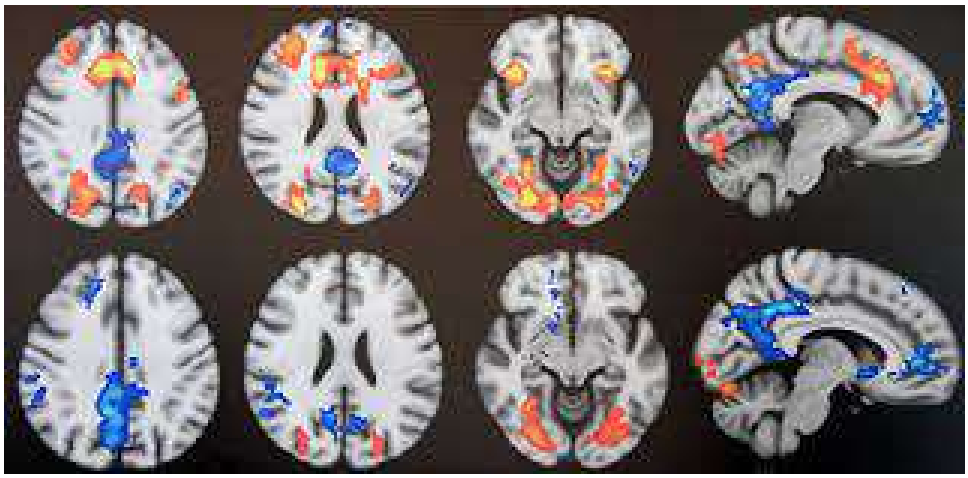
көрсетеді. Осы екі технологияны бірге қолдану арқылы зерттеушілер енді мидың нақты бөліктерін анықтай алады.

Мидың функционалды визуализациясы арқылы зерттеушілер хроникалық ауруы бар адамның миы ауруы жоқ адамдармен салыстырғанда басқаша жауап беретінін анықтады. Хроникалық (созылмылы если это хроничекая болезень) аурудың түрлерінде ми бейнелерінің МРТ және ПЭТ өзгеруі мүмкін. Бұл маңызды, себебі, аурудың түрлері, ережеге сәйкес, түрлі медициналық процедураларға жауап береді. Бұл деректер медициналық зерттеушілерге көмектесуі мүмкін, процедураларды хроникалық аурулардың нақты түрлеріне адаптациялау үшін мидың функционалды сканерленуін қолдану[4].

Есептеу жылдамдығы мен жадыны жоғарылату мәселелерінің соңғы жетістіктер мидың бір 4-миллиметрлі бөлігінің бейнесін 100 мс-тан аз уақытта алуға мүмкіндік береді. Жиырма 4-миллиметрлі бөліктер мидың үлкен бөлігін алады. (может бірден 4-миллиметр и жиырмадан 4-миллиметр) Оксигенирленген және деоксигенирленген гемоглобин қатынастарының арасында өзгеру бейнесі когнитивті және сенсорлы есептер үшін бірдей және гемодинамикалық реакция функциясы деп аталады. Бүкіл мидың бейнесін алу 1-6 с сайын когнитивті процестер уақытындагемодинамикалық реакция функциясының сипаттамасын бақылау және бейнелеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Функционалды магнитті-резонансты томография, функционалды МРТ немес фМРТ (ағылш. Functional magnetic resonance imaging) – мидың нейронды белсенділігімен шақырылған гемодинамикалық реакцияны өлшеу мақсатымен жүргізілетін магнитті-резонансты томографияның түрі. Бұл әдіс ми қанағымы мен нейрондар белсенділігі өзара байланысқанға негізделеді. Ми облысы белсенді болған кезде, бұл аймаққа қанның құйылуы артады.

фМРТ түрлі физикалық факторлардың (мысалы, дене қозғалысы) ықпалымен және патологиялық күйлерде мидың нормалды функционалуы барысында белгілі бір облысының белсенділігін анықтауға мүмкіндік береді. Бүгінгі таңда бұл нейровизуализациялаудың дамып жатқан түрлерінің бірі. 1990-жылдардың басынан функционалды МРТ өзінің төмен инвазивтілігінің, радиацияның болмауы және кең қолжетімділігінің әсерінен ми үрдісінің визуализациясы саласында ықпал ете бастады.



3.1-сурет. Функционалды магнитті-резонансты томография[5]

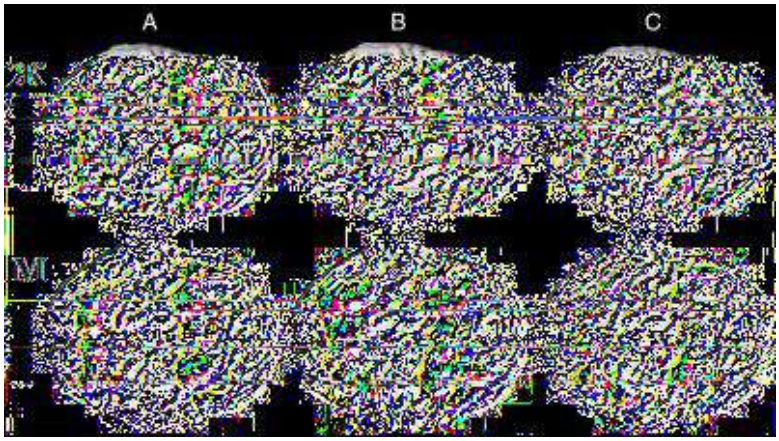
Ми функционалды түрде глюказаны – энергияның негізіг көзін сақтауға арналмаған. Алайда, мидың қалыпты функционалуын қамтамасыз ететін нейрондар белсендіру мен иондық насостардың қозғалысы үшін глюкозадан алынатын энергия қажет. Глюкозадан энергия қанағым есебінен түседі. Қанмен бірге қантамырлардың кеңеюі нәтижесінде қызыл қандық клеткаларда гемоглобиннің оттегіге ие молекулалары тасмалданады. Әдетте глюкозаны кетіруге кеткен оттегіге қарағанда оттегі концентрациясын өсіру көбірек, бұл гемоглобиннің жалпы төмендеуіне алып келеді. Қанның магниттік қасиеттері өзгереді, индуцирленген МРТ үрдісінің құрылуына алып келеді. Ми қанағымы мидың түрлі бөліктеріндегі қолданылатын глюкозадан тәуелді. Алдын ала нәтижелер мидың кейбір облыстарында қан құйылу қолданылғанға сәйкес деңгейге қарағанда көбірек екенін көрсетеді. Мысалы, миндалин, базальды ганглия, таламус секілді мұндай аймақтарда жиналады. Кеңесші мінез-құлыққа ие аймақтарда кіріс ағын шығынға қарағанда азырақ екені жайлы қорытында шығаруға болады. Бұл

сезімталдыққа қатты әсер етеді. Гемоглобин магнитті өрістерге жауап қайтаруы бойынша өзгешеленеді. Гемоглобин молекуласы магнитті өріс қозғалысына жақсырақ жауап қайтарады. Сәйкесінше, ол қоршаған магнитті өрісті ядро магниттелуінің шығынын шақыру арқылы бұрмалайды. Осылайша, МРТ сигналы қан оттегімен қатты толатын және оттегі жоқ ми аймақтарында жақсырақ. Бұл әсер магнитті өрістің кернеулігінің квадраты сияқты өседі. фМРТ-сигналда қатты магнитті өріс және импульстар тізбектілігінің қажеттілігі пайда болады [6].

Қанағымның физиологиялық жауапты реакциясы уақытша сезімталдықты анықтайды, яғни, біз нейрондардың белсенділігінің периодын және белсенділік уақытын қаншалықты нақты өлшей аламыз. Негізгі уақытша параметрлі рұқсат ТР болып табылады. Ол мидың белгілі бір бөлігі қаншалықты жиі қозатынын және өзінің магниттілігін жоғалтуын көрсетеді. ТРС өте қысқа (500 мс) уақыттан өте ұзақ (3 сек) уақытқа дейін өзгереді. фМРТ үшін гемодинамикалық реакция 10 секундқа созылады. Эксперименталды парадигмалар уақытша рұқсатты жақсартуы мүмкін, алайда эксперименталды жолмен алынған деректердің тиімді нүктелерінің санын азайтады.



3.2-сурет. Нормадағы емделуші мен шизофрениясы бар емделушінің фМРТ (функционалды МРТ) салыстырылуы [7]



3.3-сурет. Ми жүйелерінде белсенділіктің түрлі деңгейімен ер адамдар мен әйел адамдардың фМРТ бастапқы нәтижелері[9]

Нейронды белсенділіктен МР сигналдың өзгеруі гемадинамикалық жауап (ГЖ) деп аталады. Ол нейрондық оқиғалардан 1-ден 2 секундқа дейін қалуы мүмкін. Бұл біраз уақытқа ие болғандықтан, қантамыр жүйесі жауабы үшін глюкоза қажет. Осы сәттен бастап ол әдетте 5 секундтан кейін шыңға жетеді (бұл жағдайда глюкозаны ендіру ескеріліп отыр). Белсенділік тоқтағаннан кейін сигнал бастапқы күйден төмендейді, бұл «номиналдан түсу» деп аталады. Уақыттың өтуімен сигнал базалық

деңгейге дейін қайта келеді. Ми аймақтарында үзіліссіз метаболиялық талаптар номиналдан түсуге әсер ететіндігі жайлы бірнеше дәлелдер бар.

Жүйке жүйесі қантамыр жүйесімен кері байланысты қамтамасыз ететін механизмге көп мөлшерде глюкоза қажет. Глутамат жақын тіреу клеткаларына-астроциттерге әсер етеді. Бұл, өз кезегінде, астроциттер мен артериол контакты нүктесінде азот оксидін шығарады. Азот оксиді вазодилататор болып табылады.

Бір вокселдің жауапты сигналы уақыт барысында timecourse деп аталады. Ережеге сәйкес, қажетті емес сигнал пайдалы сигнал өлшемімен мөлшерлес болып табылады. Мұндай артық шуды кетіру үшін фМРТ зерттеулер бірнеше рет қайталанады [8].

фМРТ зерттеулердің кеңістіктік рұқсаты ми шектерін анықтау қабілеттілігі ретінде анықталады. Ол МРТ-дегі секілді воксель өлшемімен өлшенеді. Воксель – үшөлшемді тікбұрышты параллелепипед. Миды толық зерттеу барысында ірі воксельдер қолданылады, ал нақты аймақтарда мамандандырылғандар, ережеге сәйкес, аз мөлшерді қолданады. Мөлшерлер 4-5 мм-ден 1 см-ге дейін өзгереді. Осылайша, воксельдер өлшемдері өлшеу облысына тәуелді. Сонымен бірге, сканерлеу уақыты воксельдер санының көбеюімен өседі. Бұл сканер ішіндегі субъект үшін дискомфорт тудыруы және сигнал магниттілігінің жоғалуы мүмкін. Воксельдер, ережеге сәйкес, бірнеше миллион нейрондарға және ондаған миллиард синапстарға ие. Артериальды қантамыр жүйесі оттегіге толы қанды қойып, аз тамырларға бұтақталады. Шарықтау шегі ми ішінде капиллярлардың бірігуі болып табылады. Гемоглобин фМРТ сигналға қос капиллярдан өз үлесін қосады. Жақсы кеңістіктік рұқсат үшін ірі тамырлардан сигнал қысылуы керек, себебі ол нейронды белсенділік аймағының ауданына сәйкес емес. Бұл күшті тұрақты магнитті өрістің көмегімен немесе импульстердің спин-Эхо тізбектілігінің арқасында жүзеге асырылуы мүмкін. Онымен қоса, фМРТ кеңістікті диапазонды миллиметрлерден сантиметрлерге дейін үйрете алады, Brodmann облыстарын (centimers), скорлупаиталамус, гиппокамп, құйрықты сияқты ядроларды анықтауға болады [10].

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Боровикова В.П. Нейрондық желілер. STATISTIC A NeuralNetworks: Қазіргі заманғы мәліметтерді сараптау технологиясымен Методологиясы методологиясы/ Ред. 2-ші шығ., 2008. 392 б.

[2] Галушин А.И. Нейронные сети: основы теории. М.: Горячая линия-Телеком, 2010. 496 б.

[3] Патрик Э. Основы теории распознавания образов / ағл.тілінен аударылған.; ред. Б. Р. Левина. М.: Сов.радио, 1980. 408 б.

[4] РозенблаттФ. Аналитические методы изучения нейронных сетей // Шет ел радиоэлектроникасы. 1965. №5. б. 40-45.

[5] https://www.translatorscafe.com/unit-converter/ru/current/

[6] Панфилов П. "Введение в нейронные сети" 2001 г. 225 б.

[7] https://secondopinions.ru/poleznye-materialy/mrt/mrt-golovnogo-mozga-2/mrt-pri-shizofrenii

[8] Хайкин С. Нейронные сети: толық курс 2-ші шығарылым: ағл.тілінен ауд. М.: Вильяме, 2006. 1104 б.

[9] http://negatoscope.ru/unique-tech/magnitno-rezonansnaya-tomografiya/

[10] Уоссерман Ф.Нейрокомпьютернаятехника: Теория және практика /ағл.тілінен ауд.Ред. А.И. Галушкина. М.: Мир, 1992. 238 б.

Кожахмет Б.А., Калижанова А.У.

Моделирование и анализ методов обработки данных «Brainnetwork»

Резюме: В статье описано современное состояние моделей и методов обработки данных, исследованы методы визуализации головного мозга, направления и перспективы развития методов, приведены недостатки и преимущества того или иногометода, отмечены проблемы, с которыми в настоящее время сталкиваются при определении диагноза заболеваний связанных с мозгом человека и возможные пути их решения.

Ключевые слова:нейронная сеть, функциональная МРТ, воскель, нейросети

Kozhakhmet B.A., Kalizhanova A.U.

Modeling and analysis of data processing methods «Brain network»

Summary: The article describes the current state of models and methods of data processing, explored methods of brain imaging, directions and prospects for the development of methods, presents the shortcomings and advantages of one or another method, identifies the problems that are currently encountered in determining the diagnosis of diseases associated with the human brain and possible ways to solve them.

Keywords: neural network, functional MRI

УДК 608.4

N. Meirambekuly, N. Uzbekov, B.A. Khaniyev, O.K. Tuyenbayev
(Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan
E-mail: iammisterbaxter@gmail.com)

DEVELOPMENT OF A UHF/VHF TELECOMMUNICATION MODULE FOR NANOSATELLITES

Abstract. The work describes the operation of the UHF/VHF telecommunication transceiver module with GMSK modulation designed to establish radio communication between the nanosatellite and the ground station and was developed in the course of work on the project to create the first Kazakhstan nanosatellite. The main characteristics and parameters of radio transmitters are considered. These parameters were used to verify the operation of the module, and the necessary characteristics were obtained by an experimental method. In addition, features of the propagation of ultrashort wave signals and factors affecting them during propagation are described. Also, in the Atmel Studio development environment in the C language, the software of the telecommunication module was written, and some works was carried out to test the operation of the entire system.

Key words: telecommunication module, radio receiver, radio transmitter, modulation, UHF/VHF band, signal, nanosatellite.

Н. Мейрамбекұлы, Н.Ш. Узбеков, Б.А. Ханиев, О.К. Туенбаев
(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы,
Қазақстан)

НАНОСПУТНИКТЕР ҮШІН УҚТ ДИАПАЗОНДА ЖҰМЫС ЖАСАЙТЫН ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ МОДУЛЬ ЖАСАУ

Андатпа. Бұл жұмыста алғашқы қазақстандық наноспутник жасау жобасы барысында дайындалған наноспутник пен жерүстілік станция арасында ақпарат алмасуға арналған ультрақысқа толқындық диапазонда GMSK модуляциямен жұмыс жасайтын телекоммуникациялық қабылдап-таратқыш модуль сипатталды. Радиоқабылдап-таратқыш құрылғылардың негізгі параметрлері мен сипаттамалары туралы мәліметтер қарастырылды. Аталған параметрлер тәжірибелер барысында қолданылып, қажетті сипаттамалар анықталды. Ультрақысқа толқындық диапазонда радиосигналдардың таралу ерекшеліктері, оларға әсер ететін әртүрлі факторлар сипатталды. Сонымен қатар, Atmel Studio программалау ортасында С тілінде наноспутниктің телекоммуникациялық модуліне арналған программалық жабдық жазылып, оның жұмысы тәжірибе жүзінде тексерілді.

Түйін сөздер: телекоммуникациялық модуль, радиоқабылдағыш, радиотаратқыш, модуляция, УҚТ-диапазон, сигнал, наноспутник.

Кіріспе. Қазіргі уақытта әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университетінде алғашқы қазақстандық наноспутникті жасау жұмыстары жүргізіліп жатыр. Телекоммуникациялық модульдер осындай наноспутиктердің, сонымен қатар барлық спутниктік жүйелердің маңызды, негізгі бөлігі болып табылады. Себебі, олар радиобайланыстың жерүстілік кешенімен қысқа немесе ультрақысқа толқындар диапазонында телеметрия жөнінде нақты ақпараттармен тұрақты қамтамасыз етеді.

Наноспутниктің телекоммуникациялық модулі ретінде CML фирмасы шығарған, сериясы CMX, модуляциясы GMSK болатын модуль таңдалып алынды. GMSK модуляция басқа модуляциялармен салыстырғанда, ақпарат тасымалдау үшін берілген диапазонда аз спектрді алады, сондықтан сигнал алыс қашықтықтарға жақсы таралады.

Наноспутник төменгі орбитада (400 км) жүретін болады және тура көріну аймағында аз ғана уақыт орналасады, демек, жерүстілік станцияда осы наноспутниктен шығатын сигналдарды іздеп, анықтайтын антенна қажет болады. Сонымен қатар, сигнал деңгейі ионосфера мен тропосферада жүріп жататын құбылыстардың әсерінен әлсірей береді. Осы айтылған мәселелерді ескеріп, төменгі жиілікті операциялар үшін наноспутникте салыстырмалы түрде үлкен антенналарды қолдану қажет.

Телекоммуникациялық радиомодульдердің негізгі параметрлері

Таратқыштың негізгі қызметі – жүйені жасау барысында орнатылған шарттарға сәйкес радиосигнал тудырып, антеннаға жіберу. Радиотаратқыш құрылғылардың негізгі параметрлеріне мыналар жатады:

1) Таратқыш қуаты – антеннаға берілетін электрлік радиожиіліктік тербелістер қуаты P_t.

2) Таратқыш жиілігінің ауытқу деңгейі – жұмыс жасау кезінде жиіліктің тұрақтылығын сипаттайды.

3) Таратқыштың пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК). Таратқыштың өндірістік ПӘК-і таратқыштың антеннаға беретін радиожиіліктік қуатының таратқыштың пайдаланатын барлық қуатына қатынасымен анықталады:

$$\eta = \frac{P_a}{P_t} \tag{1}$$

Радиоқабылдағыш құрылғы пайдалы хабар таситын электромагниттік өріс энергиясын ұстап алу, пайдалы радиосигналдың қуатын күшейту, детекторлеу, сигнал қуатын күшейтіп, қабылдаушыға келген хабарға түрлендіру сияқты маңызды қызметтерді орындайды. Оның төмендегідей негізгі сипаттамалары бар:

1. Шығыс қуаты P_r – радиоқабылдағыштың соңғы аппараттың жақсы жұмыс жасауын қамтамасыз ету үшін шығатын қуат.

2. Сезімталдық – қабылдағыш құрылғының әлсіз сигналдарды қабылдау және хабарламаны жарамды сапада шығару қабілеті.

3. Шуылға тұрақтылық – белгілі бір шуылдар жиыны әсері кезінде қабыллдағыштың жақсы жұмыс жасай алу қабілеті.

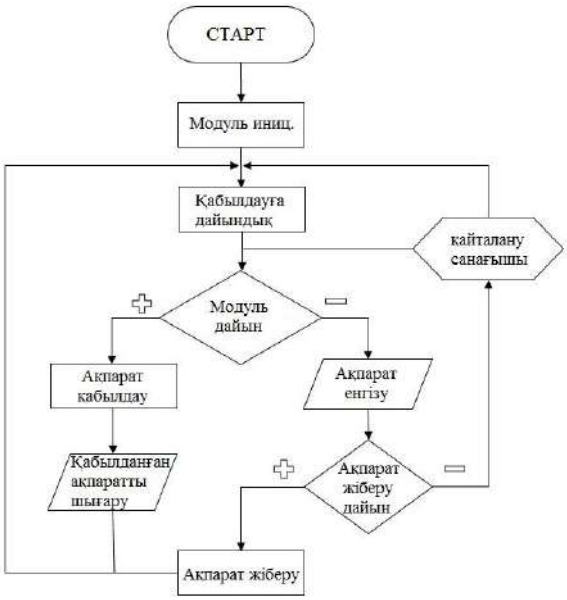
4. Эквивалентті изотропты-сәулелену қуаты (ЭИСҚ) – антеннаға берілетін радиожиіліктік сигнал қуаты мен антеннаның абсолюттік күшейту коэффициентіне көбейтіндісі. Бұл сипаттаманы келесі формула арқылы анықтауға болады:

$$P_r = P_t G_t G_r \cdot \frac{1}{L_0} = P_t G_t G_r \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi r}\right)^2, \tag{4}$$

мұндағы P_t - таратқыш антеннадан шыққан қуат, G_t – антеннаның күшейтуі, P_r – антеннаның қабылдайтын қуаты, G_r – қабылдағыш антенна күшейтуі.

Программалық жабдықты дайындау

Наноспутниктің телекоммуникациялық модулінің программалық жабдығы Atmel Studio программалау ортасында С тілінде келесі алгоритм бойынша жазылды:



1-сурет. Телекоммуникациялық модульдің программалық жабдығының алгоритмі

Ақпараттарды регистрге жазу үшін outreg() функциясын, ал ақпаратты оқу үшін inreg() функцияларын қолданамыз.

```
void outreg(unsigned char _adr, unsigned char _data)
{
    unsigned char *p = (unsigned char *) (CMX_BASE + 256*_adr);
    DDRC = 0xff;
    *p = _data;
    //_delay_us(5);
}
unsigned char inreg(unsigned char _adr)
{
    unsigned char _data;
    unsigned char *p = (unsigned char *) (CMX_BASE + 256*_adr);
    DDRC = 0x00;
    _data = *p;
    return _data;
}
```

2-сурет. Программалық жабдықтан үзінді: байтты жазу және оқу

Ақпарат тарату барысында белгілі бір ақпарат тарату құрылымына сүйену керек. Пакет құрылымы төменде келтірілген.



3-сурет. Пакет құрылымы

Телекоммуникацияда бұл пакет құрылымын Mobitex ақпарат тарату протоколы деп атайды. Протоколды шығарған ғалымдарға сүйенсек, он алты биттен тұратын SyncBit синхронизация биттері 1100110011001100, яғни 2 байт. Тәжірибелер барысында таратқыш жақ синхронизация биттерін көп жіберсе, қабылдағыш жақтың ақпаратты ешқандай бұрмаланусыз қабылдау ықтималдығы жоғары екендігі анықталды. Келесі SByte және CByte байттары тек идентификатор рөлін атқарады. Одан кейін ұзындығы 576 байтқа (18 байттан 32 блок) дейін жететін ақпараттық блок кетеді. Ал, соңғы HByte – 1 байттық 11001100 қатары болып табылады.

Жалпы, программалық код келесі негізгі блоктардан тұрады:

- init_CMX990() – кіріс-шығыс порттарын, сыртқы үзілістерді және XMEM интерфейсін іске қосады;
- begin_CMX990() – ақпарат қабылдауға дайындық функциялары – радиожиілік, модуляция, қабылдау жылдамдығын, т.б. – орындайды;
- receive_CMX990() – ақпарат қабылдау функциясы;
- transmit_CMX990() – ақпарат тарату функциясы;

Сонымен қатар, мынадай қосымша блоктар бар: set_frequency(), set_attenuator(), interrupt_service_routine(), outreg(), inreg();

Телекоммуникациялық модульдің жұмысын тексеру

Жоғарыда айтылып өткен программалық жабдықтың жұмысын тексеру үшін CXM сериясының екі бірдей телекоммуникациялық модульдері қолданылды.



4-сурет. Телекоммуникациялық модуль

Антенна ретінде симметриялық емес вибраторды қолданып, ақпарат тарату, қабылдау жұмыстары орындалды.

Тәжірибелік жұмыс барысында келесі параметрлер қолданылды:

- Жұмыс жиілігі – 435,5 МГц
- Ақпарат тасымалдау жылдамдығы – 4800 бод/с
- Модуляция типі – GMSK
- Күшейткіш қуаты – 50 мВт



5-сурет. Сигнал түріндегі ақпараттық пакет

Қорытынды

Сонымен, УҚТ диапазонда GMSK модуляциямен жұмыс жасайтын наноспутниктерге арналған телекоммуникациялық радиомодуль дайындау процессі бірнеше этаптан тұрды. Атап айтар болсақ: жобалау, Altium Designer программасын қолданып, платаның моделін дайындау, Atmel Studio ортасында C тілінде программалық жабдығын жазу, жұмыс істеу қабілетін тексеру мақсатында тәжірибелік жұмыстар жүргізу.

GMSK модуляциялы қабылдап-таратқыш модуль тәжірибелер барысында өздерін жақсы көрсете алды, себебі, ақпарат тарату кезінде алатын жиілік спектрі аз және сыртқы факторлар әсеріне тұрақты екендігін көрсетті. Тәжірибелер жүргізілген CMX990 телекоммуникациялық радиомодулі ғылыми тілмен айтқанда «ескі» болғандықтан, жоғары жылдамдықтарда ақпарат тасымалдау мүмкін емес, сондықтан, келесі тәжірибелік жұмыстар үшін салыстырмалы түрде жаңа УҚТ диапазонда GMSK/FSK модуляцтялармен ақпарат тасымалдауға мүмкіндік беретін Analog Devices компаниясының ADF7021 қабылдап-таратқышын қолдану жоспарланып отыр.

Сонымен қатар, дайындалған телекоммуникациялық модульдерді техникалық бағыттағы жоғары оқу орындарының ұстаздары білім беру мақсатында лабораториялық жұмыстар кезінде қолдана алады. Сонда студенттер телекоммуникация, модуляция, сигнал, ақпарат тасымалдау, қателіктерді анықтау сияқты терминдердің мәнін нақты түсінетін болады және өз беттерінше әртүрлі программалау тілдерінде программалауды, түрлі күрделі есептерді шығаруды үйренеді деп ойлаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Analog Devices, «ADF7021 datasheet», 2007-2014, URL: http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADF7021.pdf

[2] Шумилин М.С., Головин О.В., Севальнев В.П., Шевцов Э.А. Радиопередающие устройства. -М.: Радио и связь, 1990, -293 с.

[3] Палшков В.В. Радиоприемные устройства. –М: Радио и связь, 1984. -392 с.

[4] Прохоров А.М. Физическая энциклопедия, 4-том. -М.: Большая Российская энциклопедия, 1994. – 704 с.

[5] Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. –Питер, 2002. –608 с.

[6] MSK сигналы с гауссовой огибающей (GMSK) [Электронный ресурс] -Электронные данные. -2012. Web: http://www.dsplib.ru/content/gmsk/gmsk.html.

[7] Гауссовская модуляция (GMSK) [[Электронный ресурс]] -Электронные данные. -2010. Web: http://digteh.ru/UGFSvSPS/modul/GMSK/.

[8] Kai Chang RF and Microwave Wireless Systems. –John Wiley & Sons, Inc., 2000. –p. 355.

[9] Roger Birkeland Study of a 145 MHz Transceiver // NTNU, 2007. –p. 170.

[10] Немудров В., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. -Техносфера, 2004. –216 с.

[11] Analog Devices High Performance Narrow-Band Transceiver IC ADF7021 datasheet // One Technology Way, P.O. Box 9106, 2008. –p. 62.
[12] CML Microcircuits CMX990 GMSK Packet Data Modem and RF Transceiver // UK, 2008. –p. 97.
[13] Gu Y., Zhang H., Wang X. An approximate analytic expression for spectral correlation function of GMSK signal //Signal and Information Processing (ChinaSIP), 2015 IEEE China Summit and International Conference on. – IEEE, 2015. – p. 205.

Мейрамбекұлы Н., Узбеков Н.Ш., Ханиев Б.А., Туенбаев О.К.

Разработка телекоммуникационного модуля УКВ **-диапазона для наноспутников**

Резюме. Описана работа телекоммуникационного приемо-передающего модуля УКВ-диапазона с модуляцией GMSK, предназначенная для установления радиосвязи между наноспутником и наземной станцией и разработанная в ходе работы над проектом создания первого казахстаного наноспутника. Рассмотрены основные характеристики и параметры радиоприемо-передатчиков. Эти параметры были использованы при проверке работы модуля, и опытным путем были получены нужные характеристики. Кроме того, описаны особенности распространения сигналов ультракоротковолнового диапазона и факторы, влияющих на них при распространении. Также, в среде разработки Atmel Studio на языке С было написано программное обеспечение телекоммуникационного модуля, и проводились работы про проверке работоспособности всей системы.

Ключевые слова: телекоммуникационная модуль, радиоприемник, радиопередатчик, модуляция, УКВ-диапазон, сигнал, наноспутник.

УДК 530.19 + 519.68

Zh. Abeldina, G.Abildina, E. Akimbekov, B. Mukushev, T. Nurbatirova, D. Soldatkhan D., L. Rakhimzhanova
(Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, Astana, Kazakhstan
E-mail: bazarbek1@rambler.ru)

COMPUTER EXPERIMENTS ON THE STUDY OF THE MOTION OF A BODY IN A HOMOGENEOUS GRAVITATIONAL FIELD

Abstract: The article presents a number of computer experiments. They are designed for a comprehensive study of the trajectories of the body in a uniform gravitational field in the absence of viscous air resistance. Computer experiments are realized with the help of MathCAD software package.

A theoretical analysis of parabolic motion of a body in a homogeneous gravitational field is carried out and this type of motion is studied by means of mathematical methods. The equations of the boundary surface of the perforated region (parabolic) and the surface (ellipsoid) are derived, on which the vertices of the trajectories of all the abandoned balls are located.

The following regularities of the parabolic motion of the body in a homogeneous gravitational field are established: any fixed target located inside the ellipsoid can be hit by balls, either during ascending or descending movement. In the goal, located between a parabolic and an ellipsoid, the balls fall only in a descending flight. In the theoretical study of the parabolic motion of the body near the earth and the conduct of computer experiments, the following fact is established: the defeat of any target by the body with a minimum speed occurs only with a descending flight.

Keywords: Homogeneous gravitational field, parabolic motion of the body, computer experiment, MathCAD software package, ascending and descending trajectories of the body movement.

Ж.К. Абельдина, Г.Ш. Абильдина, Е.Т. Акимбеков, Б.А. Мукушев, Т.С. Нурбатырова, Д. Солдатхан, Л.А. Рахимжанова
(Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан.
E-mail: bazarbek1@rambler.ru)

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА В ОДНОРОДНОМ ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ

Аннотация: В статье представлен ряд компьютерных экспериментов, предназначенных для разностороннего исследования траекторий движения тела в однородном гравитационном поле в условиях отсутствия вязкого сопротивления воздуха. Компьютерные эксперименты реализованы с помощью пакета прикладных программ MathCAD.

Проведен теоретический анализ параболического движения тела в однородном гравитационном поле и изучен этот вид движения посредством математических методов. Выведены уравнения поверхности границы простреливаемой области (параболоид) и поверхности (эллипсоид), на которой расположены вершины траекторий всех брошенных шариков, имеющих одинаковую скорость.

Установлены следующие закономерности параболического движения тела в однородном гравитационном поле: любую неподвижную цель, находящуюся внутри эллипсоида, можно поразить шариками, как при восходящем, так и при нисходящем их движении. В цели, расположенные между параболоидом и эллипсоидом, шарики попадают только при нисходящем полете.

При теоретическом исследовании параболического движения тела вблизи Земли и проведении компьютерных экспериментов установлен следующий факт: поражение любой цели телом с минимальной скоростью происходит только при нисходящем полете.

Ключевые слова: Однородное гравитационное поле, параболическое движение тела, компьютерный эксперимент, пакета прикладных программ MathCAD, восходящее и нисходящее траектории движения тела.

Введение

Гравитационное поле любой точки пространства есть результат суперпозиции небесных тел, из которых состоит Вселенная. Взаимодействия между небесными телами (звезды, Солнце, планеты, естественные спутники этих планет, космические аппараты и др) осуществляется посредством поля тяготения. Поле тяготения или гравитационное поле является одной из форм материи.

Гравитационное поле называют *центральным*, если во всех его точках векторы напряженности направлены вдоль прямых, которые пересекаются в одной и той же точке О, неподвижной по отношению какой-либо инерциальной системе отсчета. Силы тяготения отдельно взятого небесного тела относятся к категории *центральных сил. Центральное* поле называют *сферически симметричным*, если численное значение вектора напряженности поля зависит только от расстояния *r* до центра сил *О [1-7]*.

Вблизи небесного тела гравитационное поле, обычно рассматривается как однородное силовое поле. Закономерности движения тела в таком поле отличаются от закономерностей движения тела в поле центральных сил [8].

1. Движение тела в однородном гравитационном поле

Исследуем движение тела в поле тяготения вблизи Земли. При этом считаем, что линейные размеры тела малы по сравнению с радиусом Земли. Разумеется, движение в таком поле происходит с постоянным ускорением лишь при условии, что кроме силы тяготения Земли никакие другие силы на тело не действуют.

Рассмотрим, движение тела, брошенного под углом α к горизонту. Траектория тела лежит в вертикальной плоскости. Введем в этой плоскости систему координат следующим образом: ось x направим горизонтально, а ось y – вертикально вверх.

Запишем начальные условия движения тела в соответствии с выбранной системой координат:

при t=0, x0=0, y0=0, $\upsilon 0x = \upsilon 0\cos\alpha, \upsilon 0y = \upsilon 0\sin\alpha$.

Кроме того, проекции ускорения тела на оси x и y равны ax = 0 ay = -g. Теперь формулы для проекций скорости и уравнения для координат примут вид:

$$\upsilon x = \upsilon 0 \cos\alpha,\ \upsilon y = \upsilon 0\sin\alpha - gt,$$

$$x = \upsilon 0 (\cos\alpha)t,\ y = \upsilon 0 (\sin\alpha)t - \frac{gt^2}{2}$$

Найдем уравнение траектории тела y = y(x). Для этого из выше предложенных уравнений исключим время. Выражая t из первого уравнения и подставляя во второе, получим:

$$y = x\,\mathrm{tg}\alpha - \frac{gx^2}{2\vartheta_0^2\cos^2\alpha} = x\,\mathrm{tg}\alpha - \frac{gx^2}{2\vartheta_0^2}(1 + tg^2\alpha) \quad (1)$$

Уравнение (1) описывает семейство параболических траекторий, зависящих от двух параметров: начальной скорости υ0 и угла α.

Для более обобщенного анализа параболического движения тела рассмотрим следующий пример.

Пример 1. Пусть баллистический пистолет выстрелит шарики во всевозможных направлениях. Начальная скорость шариков равна υ0. Определить границу области, которая простреливается из пистолета. Нужно найти поверхность, на которой расположены вершины траекторий всех шариков. Пренебречь сопротивлением воздуха.

Прежде всего, разберемся со следующими вопросами: как следует стрелять, чтобы попасть в цель, находящуюся на расстоянии S по горизонтали и на высоте H над горизонтальной плоскостью, проходящей через пистолет (Рис.1).

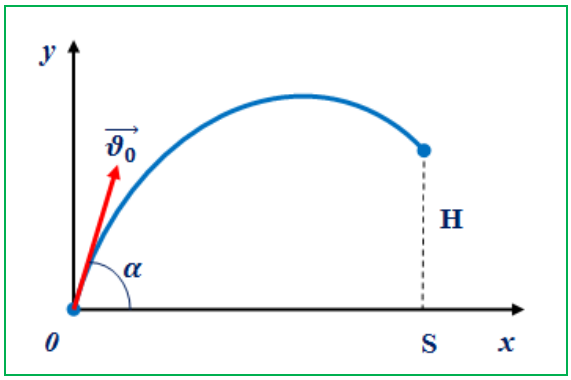


Рис.1

Траектория шарика проходит через точку с координатами S и H. Поэтому

$$H = S\,tg\alpha - \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2}(1 + tg^2\alpha) \quad (2)$$

Имеются некоторые подходы к исследованию последнего уравнения. Более оптимальным является такой путь исследования данного уравнения, когда оно решается как квадратное уравнение относительно tgα. Решая его, получаем для корней следующие выражение:

$$tg\alpha = \frac{1}{gS}\left[\vartheta_0^2 \pm \sqrt{\vartheta_0^4 - g(gS^2 + 2\vartheta_0^2 H)}\right] \quad (3)$$

Исследование корней уравнения (3) позволяет сделать следующие выводы:

1. Если дискриминант положителен, ($\vartheta_0^4 - g(gS^2 + 2\vartheta_0^2 H) > 0$), то уравнение имеет два различных вещественных корня. В этом случае в цель можно попасть по двум различным траекториям (Смотрите на рис.1). Траектория с меньшим значением угла α называется настильной, с большим – навесной.

2. При $\vartheta_0^4 - g(gS^2 + 2\vartheta_0^2 H) < 0$, то уравнение (3) не имеет вещественных корней и в цель при данном значении ϑ_0 попасть нельзя ни при каком значении α. То есть ни одна из траекторий семейства (1) не «дотягивает» до этой цели.

3. При равном нулю дискриминанте, когда корни, совпадают, в цель можно попасть только по единственной траектории. Из второго вывода становится ясным, что равенство нулю дискриминанта, определяет ту минимальную начальную скорость ϑ_{0min}, при которой еще можно попасть в данную цель.

$$\begin{aligned} \vartheta_{0min}^4 - g\left(gS^2 + 2\vartheta_{0min}^2 H\right) &= 0 \\ \vartheta_{0min}^2 &= g(H + \sqrt{H^2 + S^2}) \end{aligned} \quad (4)$$

Если значение ϑ_{0min} подставим в (3), то получим $tg\alpha_0 = \frac{H+\sqrt{H^2+S^2}}{S}$.

Из последнего выражения следует, чтобы попасть в цель с минимальной скоростью, ствол пистолета нужно наклонить к горизонту с углом α0.

Далее находим координаты точек, в каждую из которых можно попасть лишь единственным выстрелом, удовлетворяет соотношению (4). Соотношение (4) перепишем в следующем виде, где координата S является аргументом функции H:

$$H = \frac{\vartheta_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2}$$

С ее помощью легко получить уравнение границы простреливаемой области, если заменить координаты определенной наиболее удаленной цели S и H на переменные величины x и y – координаты точек искомой границы:

$$y = \frac{\vartheta_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2\vartheta_0^2} \quad (5)$$

Это уравнение параболы с вершиной при x=0, y= υ02/2g. Ее ветви направлены вниз и пересекают абсциссу в точках x=±υ02/g [6].

2. Компьютерные эксперименты в среде ППП MathCAD

Проводим серию компьютерных экспериментов посредством пакета прикладных программ (ППП) MathCAD [9-15].

1 эксперимент. Уравнение (1) напишем на языке MathCAD:

Y(x):= $-g \cdot \frac{x^2}{2 \cdot (\vartheta_0 \cdot \cos(\alpha))^2} + \tan(\alpha) \cdot x$, здесь α выражается в радианах.

На рисунке 2 представлены результаты эксперимента в условиях υ0= 5м/с и α1 = 1,131 рад, α2 = 1,398 рад, α3 = 1,524 рад.:

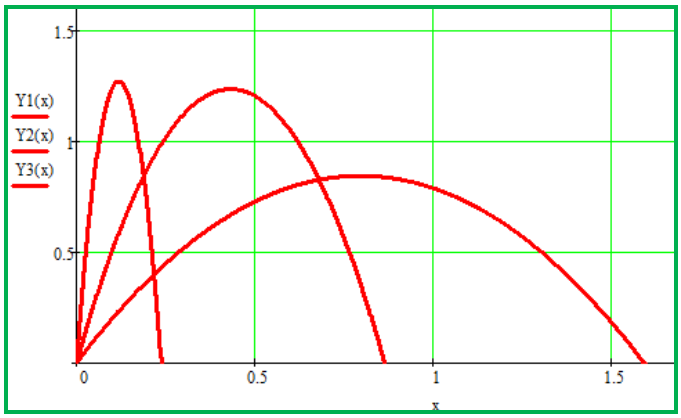


Рис.2

2 эксперимент. На рисунке 3 приведены результаты компьютерного эксперимента в условии υ0= 5м/с:

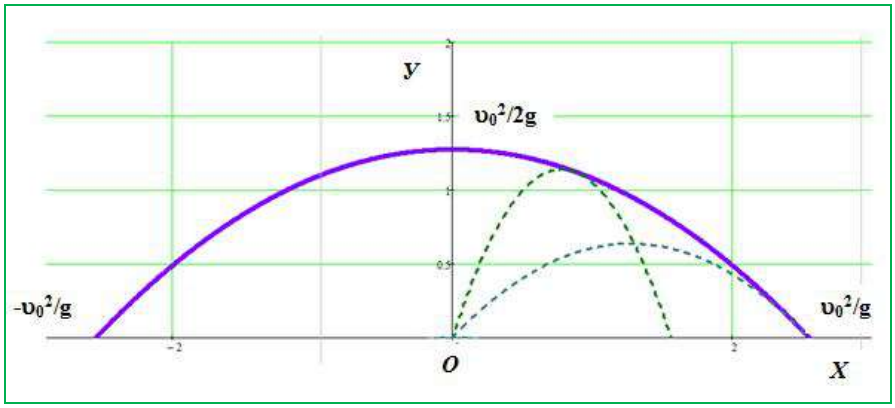


Рис.3

1) Найдена поверхность границы простреливаемой области, которая является параболоидом вращения уравнения (5) вокруг оси У (фиолетовая линия);

2) Найдены траектории шарика, брошенного по различным углам к горизонту (зеленые линии). Если шарик брошен под углом с горизонтом α=π/2, то он касается найденной параболы вершиной, а другие траектории шарика касаются ее боковой точкой.

3) В точки, расположенные вне параболоида вращения по отношению к пистолету, при данной начальной скорости попасть нельзя.

Построим поверхность, на которой расположены вершины траекторий всех шариков. Вершина траектории, соответствующей начальной скорости υ0 и углу α, расположена в точке с координатами

$$x = \vartheta_0^2 \sin\alpha\cos\alpha\,/g \qquad y = \vartheta_0^2 \sin^2\alpha\,/2g$$

Исключая из этих уравнений угол α, получим, что

$$y2 + x2/4 - (\vartheta_0^2/2g)y=0 \tag{6}$$

(6) уравнение преобразуем в следующей форме

$$\left(\frac{y-\frac{\vartheta_0^2}{4g}}{\frac{\vartheta_0^2}{4g}}\right) + \left(\frac{x}{\frac{\vartheta_0^2}{2g}}\right) = 1 \tag{7}$$

Это выражение является уравнением эллипса, центр которого соответствует точке (0, $\frac{\vartheta_0^2}{4g}$), а малая полуось равна $\frac{\vartheta_0^2}{4g}$, большая полуось равна $\frac{\vartheta_0^2}{2g}$.

3 эксперимент.

1) На рисунке 4 представлен график поверхности, которая является эллипсоидом вращения уравнения (7) вокруг оси У (красная линия); Эллипсоид и параболоид вращения делят пространство на три области.

Синим пунктиром выделена траектория шарика, выпущенного из пистолета со скоростью 5 м/с, когда угол его ствола с горизонтом составляет 45°.

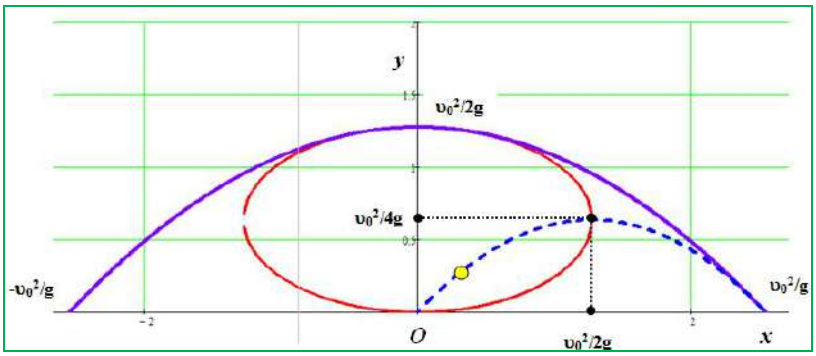


Рис.4

2) Любую неподвижную цель, находящуюся внутри эллипсоида, можно поразить шариками, как при восходящем, так и при нисходящем их движении (Рис.5).

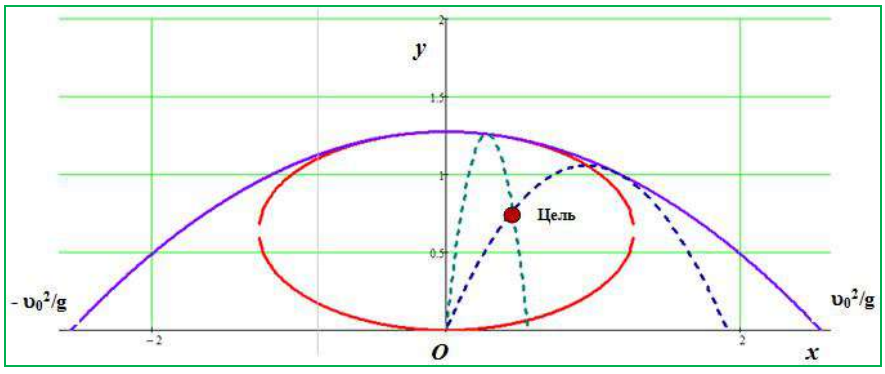


Рис.5

3) В цели, расположенные между параболоидом и эллипсоидом, шарики попадают только при нисходящем полете (Рис.6).

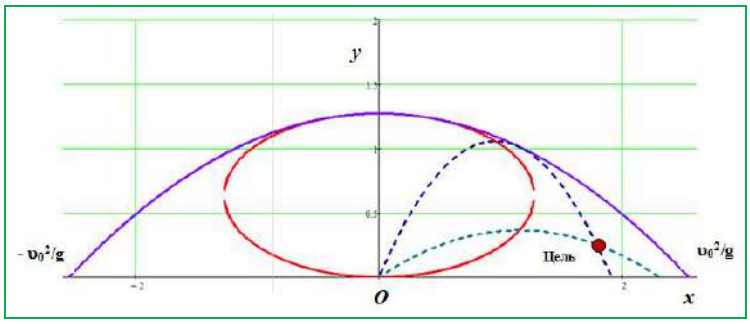


Рис.6

Пример 2. Необходимо поразить неподвижную цель, расположенную в точке с координатами $A(\frac{\vartheta_0^2}{2g}; \frac{\vartheta_0^2}{4g})$ (здесь υ0 =5 м/с). В нашем случае скорость шарика регулируется пистолетом от 0 до υ0. При какой наименьшей скорости шарик поражает цель. Нужно найти для этого случая угол выстрела шарика к горизонту.

На первый взгляд, кажется, что начальная скорость полета шарика будет наименьшей из всех возможных, если наивысшая точка траектории придется на то место, в которое хотим попасть.

Траектория (синий пунктир) шарика на рисунке 4 как раз соответствует этому предположению. Если найдем значения υ0min и α0 и проводим компьютерный эксперимент, тогда докажем ошибочность этого предположения.

Сначала проводим теоретический анализ.

Известно, что S=υ02/2g и H = υ02/4g, то S=2H. Тогда

$\vartheta_{0min}^2 = g(H + \sqrt{H^2 + S^2}) = gH(1+\sqrt{5}) = \frac{\vartheta_0^2}{4}(1+\sqrt{5}) \approx 0{,}81\upsilon_0^2$,υ0min = 0,9υ0, υ0min ≈ 4,5м/с.

$\mathrm{tg}\alpha_0 = \frac{H+\sqrt{H^2+S^2}}{S} \approx 0{,}61$, значит α0 ≈ 58°≈1,01 рад.

Для того чтобы, наглядно представить траекторию движения тела, при которой он может поражать цель, проводим компьютерный эксперимент.

4 эксперимент. Результаты компьютерного эксперимента представлены на рисунке 7. При измерении угла α0 с помощью транспортира можно убедиться, что результаты теоретического анализа и эксперимента получаются одинаковыми. Таким образом, шарик, выпущенный со минимальной скоростью из пистолета поразить цель в точке с координатами $A(\frac{\vartheta_0^2}{2g}; \frac{\vartheta_0^2}{4g})$ только при нисходящем полете. Линия траектории шарика представлена коричневым цветом.

Также нетрудно найти углы начальных скоростей шариков при υ0 =5 м/с , движущихся по двум траекториям. Для этого используем уравнение (3). И получим $\mathrm{tg}\alpha = 2 \pm 1$. Эти углы равны 45° и 71° соответственно (Также, углы выстрела шариков можно найти экспериментальным способом, то есть, измеряя углы начальных скоростей с горизонтом посредством транспортира).

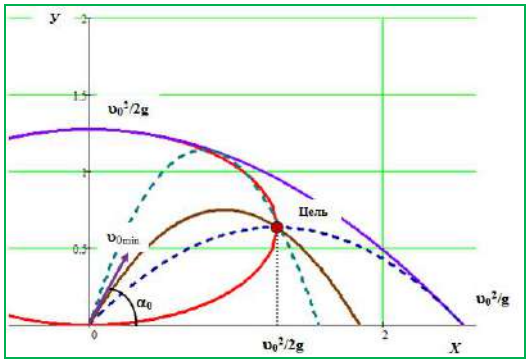


Рис.7

Заключение

На основе компьютерных экспериментов исследованы основные условия движения тела в однородном гравитационном поле при отсутствии вязкого сопротивления воздуха. Представлены графические модели и уравнения поверхности границы простреливаемой области (параболоид) и поверхности (эллипсоид), на которой расположены вершины траекторий всех брошенных шариков. Установлены следующие закономерности движения тела в однородном гравитационном поле: любую неподвижную цель, находящуюся внутри эллипсоида, можно поразить шариками, как при восходящем, так и при нисходящем их движении. В цели, расположенные между параболоидом и эллипсоидом, шарики попадают только при нисходящем полете. При проведении теоретического анализа параболического движения тела вблизи Земли и проводя компьютерные эксперименты, убедились в том, что поражение любой цели телом с минимальной скоростью происходит только при нисходящем полете.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Takwale R. G., Puranik P. S. Introduction to Classical Mechanics - Tata McGraw-Hill Education, 1979 - P: 425

[2] Pujol O., Lagoute Ch. Pérez J.-Ph . Weight, gravitation, inertia, and tides // European Journal of Physics, Volume 36, Number 6. - Published 3 September 2015

[3] Humi M., Carter Th. Models of Motion in a Central Force Field with Quadratic Drag // Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy. - November 2002, Volume 84, Issue 3, pp 245–262

[4] Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т. Гравитационное поле небесных тел // Вестник КазНТУ им. Сатпаева. – 2016. - №5.- С.70-75.

[5] Мукушев Б.А. Күн жүйесін құрайтын планеталардың қозғалысын сандық әдіс негізінде зерттеу // Вестник КазНПУ им. Абая.- 2015. - №4. – С.114-120.

[6] Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Аспан денелерінің қозғалыс заңдылықтарын MathCAD қолданбалы программалар пакеті көмегімен зерттеу // Вестник КазНТУ им. Сатпаева.- 2016.- №2.-С.496-504.

[7] Мукушев Б.А., Исимов Н.Т. Үш дене туралы шектелген есеп // Вестник КазНТУ им. Сатпаева. - 2016.- №2.-С.504-510.

[8] Дубошин Г. Н. Небесная механика. Основные задачи и методы / Глав. ред. физ.-мат. лит. — М.: Наука, 1968.-800с.

[9] Nelson F. Using mathcad to simplify uncertainty computations in a laboratory course // Computer Applications in Engineering Education. - 6 January 2014.- Volume 23, Issue 2.- Pages 250-257.

[10] Кирьянов Д. Mathcad 14 в подлиннике. Санкт-Петербург: 2007.- 682 с.

[11] Очков В. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт-Петербург: 2007.- 370 с.

[12] Maxfield B. Essential Mathcad for Engineering, Science, and Math. – 2009. - P: 528

[13] Chabay R., Sherwood B. Computational physics in the introductory calculus-based course // Am. J. Phys. 2008. Vol. 76. № 4&5, April/May.

[14] Ornek F. The Role of Computer Modeling in Enhancing Students' Conceptual Understanding of Physics // Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP). 2012. Vol. 6. № 1.

[15] Timberlake T., Hasbun J. E. Computation in classical mechanics // Am. J. Phys. 2008. Vol. 76. № 4&5.

Абельдина Ж.К., Абильдина Г.Ш., Акимбеков Е.Т., Мукушев Б.А., Нурбатырова Т.С., Солдатхан Д., Рахимжанова Л.А.

Дененің біртекті гравитациялық өрістегі қозғалысын зерттеуге арналған компьютерлік эксперименттер

Резюме: Мақалада ауаның тұтқыр кедергісін ескермеген жағдайдағы біртекті гравитациялық өрістегі қозғалған дененің параболалық траекториясын зерттеуге арналған бірнеше компьютерлік эксперименттер ұсынылған. Компьютерлік эксперименттер MathCAD қолданбалы пакеті көмегімен іске асқан. Компьютерлік модельдеуді іске асыруға қажетті программалар сандық әдіс көмегімен жасалған.

Түйін сөздер: Біртекті гравитациялық өріс, дененің параболалық қозғалысы, компьютерлік эксперимент, MathCAD қолданбалы программалар пакеті, дененің жоғарғы және төменгі қозғалыстары.

Abeldina Zh., Abildina G., Akimbekov E., Mukushev B., Nurbatirova T., Soldatkhan D. D., Rakhimzhanova L.

Computer experiments on the study of the motion of a body in a homogeneous gravitational field

Summary: On the basis of computer experiments, the basic conditions for the motion of a body in a gravitational field near the Earth are investigated. For this study, a simple model was chosen with the following conditions: there is no air resistance and the gravitational field is homogeneous. Computer experiments are realized with the help of MathCAD software package. A theoretical analysis of parabolic motion of a body in a homogeneous gravitational field is carried out and this type of motion is studied by means of mathematical methods.

Keywords: Homogeneous gravitational field, parabolic motion of the body, computer experiment, MathCAD software package, ascending and descending trajectories of the body movement.

УДК:005.6 (076)

D. Kalmatay, D. Berdibekov, A. Tugelbayeva, Sh. Amirdinov, A.Z. Nurmukhanova
Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: darkhan.9595@gmail.com

DEVELOPMENT OF ACTIONS FOR DECREASE IN POLLUTION OF THE SURROUNDING ENVIRONMENT GASEOUS EMISSIONS OF THE GLASS PLANT.

Abstract: In this article modern methods of cleaning of gaseous emissions have been described, the main methods, their disadvantages and weaknesses have been considered. Also the electron beam way of cleaning of gaseous emissions of toxic substances has been considered, namely: radiochemical processes, electron beam technology of purification of combustion gases of NO_x and SO_2. And at the end the comparative analysis, the offered new electron beam way of cleaning with traditional methods has been made.

Key words: emissions, nontoxical products, condensation, cleaning methods.

Калматай Д.Н., Бердибеков Д.Н., Тугелбаева А.Д, Амирдинов Ш.Р, Нурмуханова А.З.
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
E-mail: alfiya.nurmukhanova777@gmail.com)

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГАЗООБРАЗНЫМИ ВЫБРОСАМИ СТЕКОЛЬНОГО ЗАВОДА

Аннотация: В данной статье были описаны современные методы очистки газообразных выбросов, рассмотрены основные методы, их преимущества и слабые стороны. Также был рассмотрен электронно-лучевой способ очистки газообразных выбросов от токсичных веществ, а именно: радиационно-химические процессы, электронно-лучевая технология очистки дымовых газов от NOx и SO_2. Приведен сравнительный анализ предлагаемого нового электронно-лучевого способа очистки с традиционными методами.

Ключевые слова: выбросы, нетоксичные продукты, конденсация, методы очистки.

Современные методы очистки газообразных выбросов

Классификация средств нейтрализации газообразных загрязняющих веществ заключается в разделении в соответствии с применяемыми процессами. Основноесредство для очистки газа-это химическая технология. Поэтому классификация средств нейтрализации выбросов практически схожи с классификацией процессов и аппаратов химической промышленности, которые производят вредные выбросы в качестве отходов основного производства.

Для улавливания газообразных примесей используются конденсация, сорбция (абсорбция и адсорбция), хемосорбция, а превращение загрязняющих веществ в безвредные соединения происходит благодаря термохимическим (термическая деструкция, термическое и термокаталитическое окисление) и химическим процессам.

Наиболее распространенным методом очистки выбросов от газообразных загрязняющих веществ являются абсорбция, адсорбция, каталитическая очистка, термическая очистка и конденсация газовых примесей.

Абсорбционная очистка выбросов в атмосферу используется не только для извлечения ценных компонентов из газа, но и для санитарной очистки газа. Абсорбционная обработка подвергается выбросам, загрязнители которых хорошо растворяются в абсорбенте. Рекомендуется использовать абсорбцию, если концентрация этого компонента в газовом потоке равна более 1%. Если концентрация загрязняющих веществ в выбросах превышает $(1...2) \cdot 10^{-3}$ кг/м^3, то технически можно достичь степени очистки более 90%. Наиболее распространенный процесс по очистке газовых смесей это абсорбция. Он используется для таких действий, как очистка выбросов от сероводорода, других сернистых соединений, паров соляной, серной кислот, цианистых соединений, органических веществ (фенола, формальдегида и другие). Вода или органические жидкости используются в качестве абсорбента, которые кипят при высокой температуре [1].

Обработка выбросов происходит в аппаратах с органическими абсорбентами, которые не содержат твердых примесей и которые практически невозможно отделить от абсорбционной жидкости.

Для удаления некоторых газовых загрязнителей лучше всего применять химическую абсорбцию (хемосорбцию). Хемосорбцией называют процесс вступления загрязнителя, который подлежит удалению, в химическую реакцию с поглотителем и образующее после этого нейтральное или легко удаляемое из процесса соединение. Эти процессы являются специфическими и разрабатываются специально для каждого типа выбросов и набора загрязнителей.

Адсорбция помогает извлекать из выбросов любой загрязнитель в широком диапазоне концентраций. Однако загрязняющие вещества с высокими концентрациями (более 5×10^{-3} кг/м^3) должны быть подвергнуты предварительной обработке (конденсацией, абсорбцией) для снижения их концентраций. Также необходимо предварительно обработать (высушить) сильно увлажненные газы.

Процесс каталитической очистки основан на химическом превращении токсичных примесей в нетоксичные на поверхности твердых катализаторов. Во время реакций примеси в газе превращаются на менее опасные, или легко отделяемые от газа соединения. Каталитическая очистка используется в основном при малой концентрации удаляемого компонента в очищаемом газе. Благодаря этому процессу можно обезвредить оксиды азота, оксид углерода, другие вредные газовые загрязнения. А еще, использовав катализаторы, можно достичь высокой степени очистки газа, достигающая в некоторых случаях 99,9%. При температуре 100...150°С процессы считаются необратимыми, что позволяет получать газ с очень низким количеством примесей.

Термообезвреживание - это принцип, основанный на сжигании горючих вредных примесей в пламени или путем дожигания примесей. Дожиганием называется метод очистки газов через термическое окисление углеводородных компонентов до CO_2 и H_2O. В процессе дожигания другие компоненты газовой смеси такие, как галоген- и серосодержащие органические соединения, также подвергаются химическим изменениям и в новой форме могут быть эффективно удалены или извлечены из газовых потоков. Зачастую термообезвреживание рассматривают как универсальное средство очистки выбросов, а на самом деле это не так. В термоокислительных процессах качество воздуха, используемого для сжигания, необратимо теряется, а продукты окисления, которые выбрасываются в атмосферу, имеют определенное количество новых токсичных веществ, а именно оксид углерода CO и оксидов азота NO_x. Область применения термообезвреживания ограничиваются только соединениями, у которых в молекулах нет других элементов, кроме элементов, как углерод C, водород H и кислород O. Получение нетоксичных продуктов реакции любых других соединений с кислородом считается практически невозможным. Поэтому сжигание органических соединений в открытом пламени не может быть связано с методом термического обезвреживания.

Перспективный способ обработки больших объемов выбросов с невысокими концентрациями органических газообразных загрязнителей является схема термообезвреживания с предварительным концентрированием загрязнителей посредством адсорбции. Такая схема может быть технически и экономически приемлемой при начальной концентрации загрязнителя выше 50 мг/м^3. Тепло, выделяемое при сжигании загрязнителей, может быть легко утилизировано. Если концентрация горючих загрязнителей может быть доведена примерно до $(5...6) \times 10^{-3}$ кг/м^3, то термическая обработка может быть организована с небольшим добавлением топлива, а при более высоких концентрациях можно ожидать и экономической эффективности работы установки.

Конденсация газовых примесей является перспективным способом очистки отходящих газов, на основе переноса парообразных загрязнителей в конденсированное состояние и последующей фильтрации образованного аэрозоля. Метод конденсации основан на явлении уменьшения давления насыщенного пара растворителя при понижении температуры. Если загрязняющие вещества имеют низкое давление насыщенных паров, то конденсация может быть приемлемой за счет увеличения давления и снижения температуры выбросов. Пары загрязняющих легко кипящих веществ обрабатывают химическими реагентами таким образом, чтобы продукты реакции имели низкие давления насыщенных паров. В то же время способы химической обработки необходимо выбрать таким образом, чтобы было возможным перерабатывать продукт, который должен быть захвачен. Если температура кипения загрязняющих веществ при атмосферном давлении низкая (приблизительно ниже 100°С), то глубокая очистка путем охлаждения и увеличения давления потребует чрезмерно высоких расходов энергии, и конденсационная очистка будет использована только как предварительная.

Имеется 2 метода очистки жидких отходов:

1) Механический способ. Механическим способом называют первичную обработку, в ходе которой специальным оборудованием в виде решеток удаляют весь крупный мусор из сточных вод

(размеры этих решеток больше 10 миллиметров). Затем этот мусор выкачивается насосами и прессуется в брикеты, а вся влажность, отжатая из него, возвращается в канализацию. После отделения крупного мусора песок извлекается из воды, далее вода направляется в первичный отстойник. Здесь вода отстаивается в специальном бассейне. Отстаивание длится около 2 - 2,5 часов. На этой стадии различные слизи и жиры, собираются специальной машиной, которая передвигается по окружности, а тяжелый осадок оседает на дне и затем осевший осадок собирают скребком в резервуары метана. Тяжелый осадок - это органическое вещество, из которого можно впоследствии производить биогаз в анаэробных реакторах.

2) Биологический способ. Из первичного отстойного бассейна сточные воды сбрасываются в аэрационные емкости для дальнейшей обработки активным илом. По сравнению с предыдущим методом, этот метод требует поддержания предписанных условий жизни организмов, которые питаются органическими соединениями и, таким образом, очищают воду. Для поддержания их жизненно важных функций требуются условия аэрации, т.е. подача кислорода, для которых воздушные трубки устанавливаются в баллонах со сжатым воздухом. Последний этап заключается в направлении сточных вод во вторичный отстойник, где из нее извлекается активный ил. После очистки вода поступает в аэратор, где она насыщается кислородом и сбрасывается в водоемы или реки. Имеются не только городские, но и местные очистные сооружения, в качестве выгребных ям которых используют септики, после наполнения которых, требуют перевозки на места очистки. Основная роль этих устройств: очистка сооружений и эти устройства периодически заполняются илом и донными отложениями, которые нужно откачивать [2-5].

Электронно-лучевой способ очистки газообразных выбросов от токсичных веществ

В последние 10-15 лет в мировой практике успешно используется радиационная технология (РТ), основанная на переносе энергии к обрабатывающему веществу с помощью гамма-квантов и электронов высокой энергии (до 10 МэВ), генерируемых ускорителями заряженных частиц.

Мировое производство продукции РТ сейчас составляет сотни миллиардов долларов в год. При установившихся темпах роста (25% в среднем и до 45% в отдельных отраслях промышленности зарубежных стран) использование РТ может обеспечить повышение эффективности большинства традиционных технологий. Использование РТ повышает эффективность большинства традиционных технологий [3].

Успешное развитие РТ объясняется ее абсолютной экологической чистотой, высоким КПД использования энергии потока частиц (98%) и высоким КПД преобразования электрической энергии (80%) в энергию пучка. Высокие скорости радиационных процессов, простота технологического воплощения, возможность полной автоматизации и ряд других преимуществ ставят ее в ряд безальтернативных технологий. Наконец, по физическому принципу РТ является, по существу, все отраслевой. Границы ее использования простираются, например, от управления процессами жизнедеятельности и биотехнологией, технологией переработки пищевых продуктов и лекарственных веществ до крупнотоннажных процессов в химической технологии, очистке и переработке природного сырья и т.д.

Эффекты радиационного воздействия, время их существования после облучения во многом зависят от физико-химических характеристик материала, способов облучения. В связи с этим, условно, радиационные процессы можно разделить на процессы с фиксацией и использованием последствий облучения спустя продолжительное время и на процессы, протекающие в поле ионизирующего излучения. Во-втором случае, применение мощного электронного излучения может приводить к сильному разогреву облучаемого материала и позволяет использовать ускоритель в качестве источника высокой температуры с высоким КПД. Нагревание веществ до температуры выше 1000˚С обеспечивается вводом энергии в объем вещества на уровне 10 Дж/с·г и выше (мощность пучка 1 Мрад/с). Такой нагрев высоко экономичен благодаря высокому КПД трансформации электроэнергии в энергию излучения (80% и выше). Мощный пучок ускоренных электронов позволяет достичь температур свыше 2000˚С при скоростях нагрева до 1000˚С/с.

Чрезвычайно важной в настоящее время для всего человечества остается экологическая проблема, а именно, чистая вода, воздух и почва [6].

Особенности воздействия ионизирующего излучения с веществом позволяет создавать гибкие технологические схемы не только с целью получения ценных продуктов, но и способствуют решению некоторых экологических задач.

Возможности радиационного метода очистки атмосферного воздуха от различных токсикантов иллюстрируются нами на примере радиационно-химического доокисления соединений серы и азота с последующим получением кислот.

Электронно-лучевой метод одновременной очистки воздуха от NO_xи SO_2 была разработана в начале 70-х годов в Японии. В настоящее время метод реализован на пяти пилотных установках производительностью до 24 тыс. $м^3$/ч.

На рисунке 1 приведена опытная установка радиационного способа получения H_2SO_4 из отходящих газов, производительностью 100 $м^3$/ч. Установку отличают следующие параметры: возможность одновременного отделения SO_2и NO_x; малая занимаемая площадь, облегченный монтаж дополнительных приспособлений на существующих технологических линиях; отсутствие сточных вод, простота регулирования процесса; возможность управления качеством конечных продуктов [7].

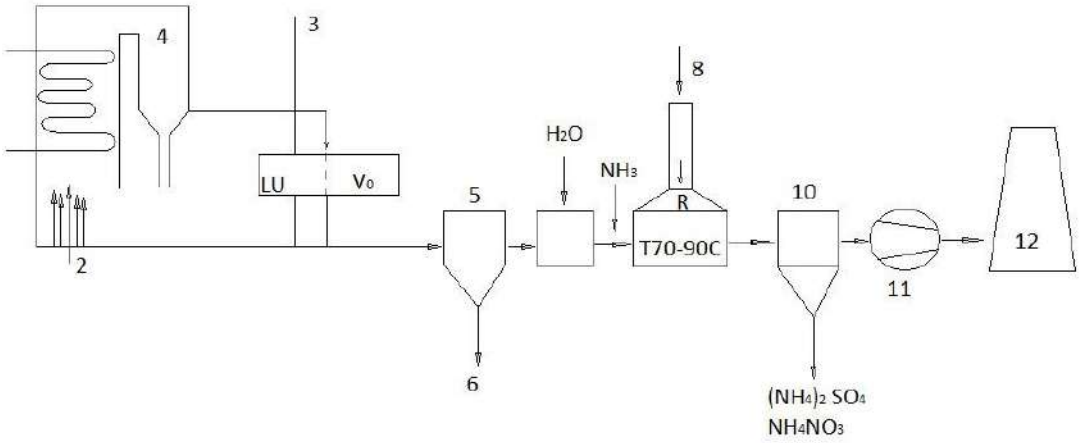


Рис. 1. Опытная установка радиационного способа получения серной кислоты из отходящих газов

В предлагаемом способе SO_2 и NO_x могут быть отделены в ходе одного процесса. Отходящие газы, содержащие газообразные SO_2 и NO_x (1) и образующиеся в результате предыдущих технологических пределов (2) при взаимодействии с воздухом (3) в реакторе (печи) (4) поступают в электрофильтр (5) для отделения пыли (6). После этого поток серосодержащих газов направляют в реактор (9), где он облучается пучком электронов (8) с энергией (0,2-1) МэВ.

Для обеспечения высокой эффективности процесса в реакторе поддерживают температуру 70-90˚С (причем нагрев газа осуществляется тем же пучком ускоренных электронов в процессе облучения) [8].

В результате радиационно-химических процессов образуются возбужденные комплексы, радикалы и ионы. Последние приводят в действие реакционные цепи, которые переводят токсичные соединения NO_x и SO_2 в соединения с более высокой степенью окисления. В присутствии воды, поступающей из распылительного холодильника (7), образуются серная и азотная кислоты, а также некоторые другие промежуточные продукты.

Для нейтрализации кислот используют аммиак. В результате нейтрализации получают твердые соли аммония (10), главным образом, серно- и азотнокислые. Последние представляют собой главный компонент азотных удобрений и могут широко применяться в сельском хозяйстве. Очищенные отходящие газы направляют дымососом (11) в дымовую трубу.

Изложенный метод очистки отходящих газов с получением серной и азотной кислот легко поддается регулированию. Наряду с температурой отходящих газов необходимо контролировать мольные соотношения исходных компонентов (количество подаваемого NH_3, если конечным продуктом производства является получение минеральных удобрений). При разной концентрации SO_2 и NO_x в отходящих газах процесс регулируется путем быстрого изменения параметров электронного пучка (в течении нескольких секунд). Способ опробован на ТЭС производительностью 20 тыс. $м^3$/час [9].

Радиационно-химические процессы

При воздействии быстрых электронов на отходящие газы имеет место радиолиз с образованием химически активных компонентов:

$N_2 \longrightarrow N_2^+,\ N^+,\ e,\ N(^4S), N^2(D),$
$O_2 \longrightarrow O_2^+,\ O^+,\ e,\ CO, O$ и др.
$CO_2 \longrightarrow CO_2^+, CO^+,\ O^+, e,\ CO, O,$
$H_2O \longrightarrow H_2O^+, OH^+,\ H^+, e,\ OH,\ H,\ O,\ H_2$ и т.д.

Количество этих компонентов определяется радиационно-химическими выходами G, т.е. числом частиц сорта i, образующихся в газе на 100 эВ поглощенной энергии.

Можно выделить три группы реакций, приводящих к удалению SO_2.

Первая группа реакций достаточно проста и может быть представлена цепочкой реакций, ведущих к образованию серной кислоты:

$$SO_2 \xrightarrow{O,HO_2} SO_3 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_4,$$
$$SO_2 \xrightarrow{HO} HSO_3 \xrightarrow{HO} H_2SO_4.$$

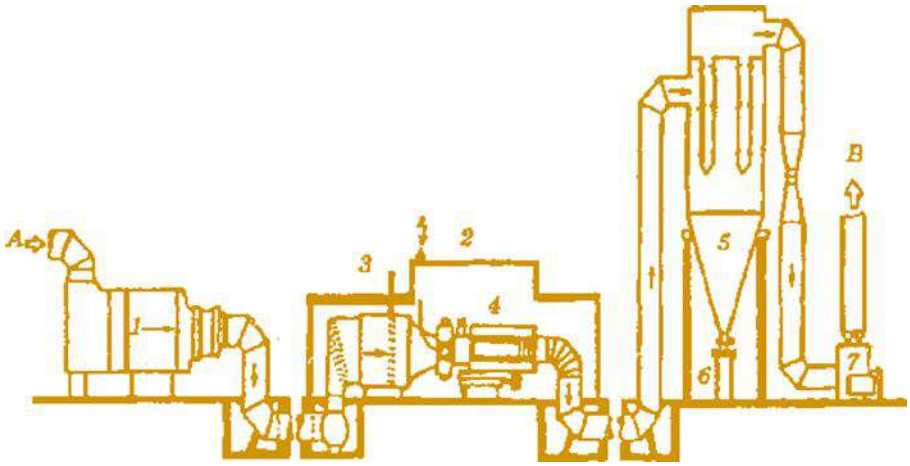
Вторая группа реакций описывает процесс образования аэрозолей типа:

$HSO_5 \cdot (H_2O)_m + NO \qquad HSO_4 \cdot (H_2O)_m \cdot NO_2,$
$HSO_5 \cdot (H_2O)_m + SO_2 \qquad HSO_4 \cdot (H_2O)_m \cdot SO_3.$

Образующиеся аэрозольные компоненты претерпевают дальнейшие превращения: NO_2 в $HSO_4 \cdot (H_2O)_m \cdot NO_2$ может превратиться в NO_3; SO_3 в $H_2SO_4 \cdot (H_2O)_m \cdot SO_3$ - в H_2SO_4. Гидратированный радикал H_2SO_4 также является реакционноспособной частицей, которая может реагировать с NO_2 [10].

Электронно-лучевая технология очистки дымовых газов от NO_x и SO_2

Схема технологического процесса установки показана на рисунке 2.



1 - теплообменник; 2 - защита от рентгеновского излучения; 3 - ввод аммиачно-воздушной смеси; 4 - электронный ускоритель; 5 - рукавный фильтр; 6 - конечный продукт; 7 - дымосос; А - очищаемый газ; В - очищенный газ

Рис. 2. Принципиальная технологическая схема электронно-лучевой установки для очистки дымовых газов от оксидов азота и серы

Сначала дымовой газ обеспыливается и охлаждается в специальном аппарате посредством впрыска воды. Нагревают (охлаждение) этот газ до температуры 70-90°С в трубчатом теплообменнике и капле улавливании. Для того чтобы связать продукты реакции, которые образуются под воздействием облучения, нужно подать в камеру ускорителя аммиак.

Под влиянием электронного облучения образуются радикалы OH, O, H_2O, N. Затем происходит окисление NO и связывание NO_2 до азотной кислоты. И одновременно с этим происходит окисление SO_2 до SO_3 и появление серной кислоты [11].

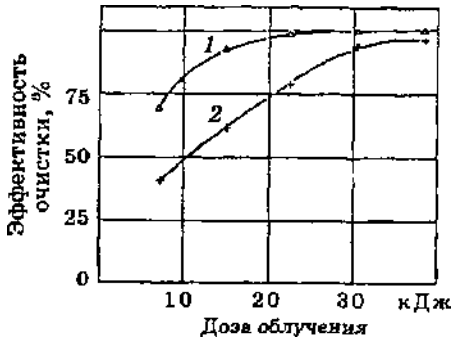
Кислоты реагируют с аммиаком, приводя к конечным продуктам сульфата и нитрата аммония:

$2NH_3+H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4$,
$NH_3 + HNO_3 = NH_4NO_3$.

Основные испытания установки проводились при начальных концентрациях NO 600-800 мг/м^3, $SO_2$900-1700 мг/м^3, при мольном соотношении $NH_3/(NO + SO_2) = 0,5$ и расходе дымовых газов 5-10 тысяч м^3/ч. Температура в зоне облучения составляла 70-90°С. Влияние на процесс дозы облучения изучалось в интервале 0-40 кДж/кг. Установка проработала в тестовом режиме более 4000 часов.

Эксперимент показал, что электронное облучение почти не влияло на эффективность серо-очистки и поэтому окисление SO_2 протекало однородно.

Типичные результаты исследования по влиянию облучения на очистку от оксидов азота, представленные на рисунке 3, показывают, что при малых дозах наблюдается почти линейная зависимость эффективности очистки от дозы, при дозах облучения 20-30 кДж/кг эффективность нормализируется на уровне 95-98 % [12].



1 - очистка от NO; 2 - очистка от NO_2

Рис. 3. Эффективность очистки в зависимости от дозы облучения

Согласно рисунку 4, с увеличением дозы содержание NO в очищенном газе непрерывно уменьшается, а концентрация NO_2, проходящая через максимум, непрерывно увеличивается.

Затраты энергии на очистку от оксида азота прямо пропорциональны концентрации NO_2. Поэтому для очистки дымовых газов, которые содержат низкие концентрации NO, рекомендуется метод электронно-лучевой очистки [13].

Обеспечение нормативного выброса аммиака на уровне 5-10 млн$^{-1}$ можно только лишь при мольных отношениях $NH_3/(NO + SO_2)$ менее 1,0. Поэтому рекомендуется использовать электронно-лучевой способ для очистки от NO и SO_2, который имеет эффективность 75 и 55 %. Сильная сторона этого метода заключается в выработке ценного продукта, а именно смеси нитрата и сульфата аммония с примесью хлорида аммония, которые используются в качестве удобрения.

При этой технологии для очистки дымового газа, который содержит 1,8 г/м^3 SO_2 и 800 мг/м^3NO_x, установка имеет габаритные размеры 21×40×33,5 м и использует не более 4-5 % мощности ТЭС.

Использование извести вместо аммиака в электронно-лучевой технологии позволяет повысить эффективность очистки от SO_2 до 90 %, а при очистке от NO_x–до 60% [14-15].

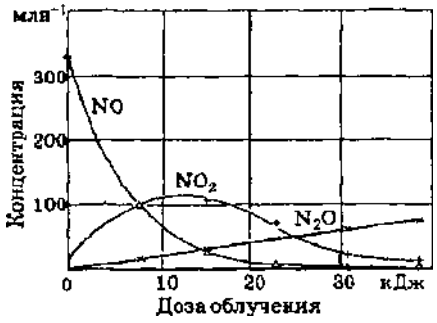


Рис. 4. Влияние дозы облучения на концентрацию оксидов азота в очищенном газе

Сравнительный анализ, предлагаемого нового электронно-лучевого способа очистки с традиционными методами

В результате проведенных исследований был осуществлен сравнительный анализ традиционных методов очистки вредных выбросов стекольного завода и предлагаемого электронно-лучевого способа утилизации газообразных выбросов данного предприятия. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1.

Электронно-лучевой способ очистки топочных газов от оксидов серы, азота и пыли является самым экономичным по капитальным и эксплуатационным затратам. Этот способ позволяет значительно снизить ущерб природе, так как он превращает вредные компоненты дымовых газов в полезные продукты, в отличие от широко применяемых химических методов, продукты которых невозможно использовать без дополнительной дорогостоящей обработки.

Таблица 1. **Сравнительный анализ электронно-лучевого способа очистки с традиционными методами**

Электронно-лучевой способ	**Традиционный метод**
Полная утилизация органического топлива. Установки производят в результате очистки сухие удобрения, имеющие емкий рынок, что позволяет считать данный метод основой безотходного производства.	В результате работы очистного сооружения образуются новые отходы, требующие дальнейшей переработки
Стоимость строящихся за рубежом установок комплексной электронно-лучевой установки очистки от оксидов азота и серы на 25% ниже аналогичных установок химической очистки, а эксплуатационные затраты меньше на 25%	Эксплуатационные расходы достигают 15% от мощности энергоблока. Установки очень дорогие (капитальные затраты составляют 25-100% от стоимости энергоблока)
Габариты установок электронно-лучевой очистки в несколько раз меньше традиционных сооружений очистки. Это позволяет дополнять такими установками действующие производства	Размеры очистных сооружений сравнимы с размерами энергоблоков (для некоторых ТЭС даже превосходят их), что затрудняет оснащение действующих производств системами очистки
Установка быстро меняет режим работы	Очистные сооружения медленно изменяют режим работы
Экологическая чистота и полная автоматизация	

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] 1 ГОСТ Р ИСО 14004-98. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам системам и средствам обеспечения функционирования

[2] ОНД-90. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы

[3] ГОСТ 17.2.4.06-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения скорости и расхода газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения

[4] ГОСТ 17.2.4.07-90. Охрана природы. Атмосфера. Методы определения давления и температуры газопылевых потоков, отходящих от стационарных источников загрязнения

[5] ГОСТ Р 50820-95. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Методы определения запыленности газопылевых потоков

[6] СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий

[7] Санитарные правила. Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов (утверждены постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 января 2012 года № 93)

[8] Хрусталев Б.М., Сизов В.Д., Бракович И.С. Инженерная экология и очистка выбросов промышленных предприятий.- Минск, 2014.-160 с.

[9] Практические и лабораторные работы по управлению качеством: учебно-методическое пособие/ составитель Мажренова Н.Р., Торегожина Ж.Р., Болегенова С.А. , Нұғыманова А.О. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 166с.

[10] Мажренова Н.Р., Руденко Н.В., Медеуов Ц.К., Кожахметов С.М. Основы комплексной переработки минерального сырья с использованием радиационных процессов. – Алматы: КазГУ, 1995. – 160 с.

[11] Белогривцев В.М., Ризаханов Р.Н. // Установка для исследования процессов электронно-лучевой очистки дымовых газов с помощью концентрированного электронного пучка. Научно технический отчет №2013 НИИТП. 1989.

[12] ГОСТ Р ИСО 14001-98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению

[13] Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами, Госкомитет СССР по гидрометеорологии и контролю производственной среды. - Ленинград, 1986. – 183 с.

[14] Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86. - Ленинград, 1987. - 68 с.

[15] Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации. Охрана окружающей среды

Калматай Д.Н., Бердибеков Д.Н., Тугелбаева А.Д., Амирдинов Ш.Р., Нурмуханова А.З.

Қоршаған ортаның шыны зауыттарының газтәрізді шығаруларымен ластануын төмендету бойынша шараларын өңдеу

Түйін. Берілген мақалада газтәрізді шығаруларды тазалаудың заманауи әдістері сипатталды, олардың негізгі әдістері, артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылды. Сонымен қатар, улы заттардан газ тәрізді шығаруларды тазалаудың электронды-сәулелі әдісі, соның ішінде радиациялы-химиялық процестер, NOx пен SO_2-ден түтін газдарын электронды-сәулелі технологиямен тазарту әдістері қарастырылды. Соңында ұсынылған жаңа электронды-сәулелі тазарту әдісін дәстүрлі әдістермен салыстыру талдауы жүргізілді.

Түйін сөздер: шығарулар, улы емес заттар, конденсация, тазалау әдістері.

Kalmatay D., Berdibekov D., Tugelbayeva A., Amirdinov Sh., Nurmukhanova A.

Development of actions for decrease in pollution of the surrounding environment gaseous emissions of the glass plant.

Summary: In this article modern methods of cleaning of gaseous emissions have been described, the main methods, their disadvantages and weaknesses have been considered. Also the electron beam way of cleaning of gaseous emissions of toxic substances has been considered, namely: radiochemical processes, electron beam technology of purification of combustion gases of NO_x and SO_2. And at the end the comparative analysis, the offered new electron beam way of cleaning with traditional methods has been made.

Key words: emissions, nontoxical products, condensation, cleaning methods.

УДК 526.463

А. С.Аскарова, С. А.Болегенова, В. Ю.Максимов, С. Б.Амангелдиев, Ж.Е.Махаш

IMPLEMENTATION OF IT TECHNOLOGIES IN THE TPP OF KAZAKHSTAN

Abstract: The study of heat and mass transfer processes in high-temperature reacting media is a complex task, since it requires the consideration of a large number of complex interrelated processes and phenomena: multistage chain chemical reactions, transfer of momentum, heat and mass by convection, molecular transport, radiation, turbulence. Combustion of fuels is characterized by a number of specific features due to the occurrence of chemical reactions in the conditions of dynamic and thermal interaction of reactants, intensive mass transfer during phase transformations, and the dependence of the process parameters, both on the thermodynamic state of the system and on its structural characteristics. The variety and complexity of these factors create certain difficulties in the development of a full-fledged theory. Essential results in this direction can be obtained by methods of mathematical modeling.

Key-words: reagents, ash content, turbulent flow, dissipation, heat and mass transfer, burner.

А. С.Аскарова, С. А.Болегенова, В. Ю.Максимов, С. Б.Амангелдиев, Ж.Е Махаш.
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, E-mail: sultan_04.05@mail.ru)

ВНЕДРЕНИЕ IT-ТЕХНОЛОГИЙ В ТЭС КАЗАХСТАНА

Аннотация: Исследование процессов тепломассопереноса в высокотемпературных реагирующих средах является сложной задачей, так как требует учета большого количества сложных взаимосвязанных процессов и явлений: многоступенчатые цепные химические реакции, перенос импульса, тепла и массы путем конвекции, молекулярный перенос, излучение, турбулентность. Горение топлив отличается рядом специфических особенностей, обусловленных протеканием химических реакций в условиях динамического и теплового взаимодействия реагентов, интенсивного массопереноса при фазовых превращениях, а также зависимостью параметров процесса, как от термодинамического состояния системы, так и от ее структурных характеристик. Многообразие и сложность указанных

факторов создают известные трудности при разработке полноценной теории. Существенные результаты в этом направлении могут быть получены методами математического моделирования.

Ключевые слова: реагенты, зольность, турбулентный поток, диссипация, тепломассопернос, горелка

Введение

Благодаря интенсивному развитию науки в этой области результаты численных расчетов в настоящее время характеризуются достаточно высокой точностью и широкими пределами применения от простейших задач до сложных промышленных расчетов (ТЭС, металлургия и т.д.). Вычислительные эксперименты используются также для обоснования выбранных параметров и режимов теплофизических и гидроаэродинамических процессов и для подготовки последующих экспериментальных исследований на реальных объектах [1, 2].

Численный эксперимент в настоящее время — это один из эффективных путей теоретического исследования и применяется намного чаще. В основе численных моделей лежат математические модели реальных процессов, в частности физических. Чем точнее модель отражает какой-то процесс, тем лучше соответствие результатов, полученных на основе этой модели, и опыта [3].

Внедрение новых технологий требует значительных затрат, в связи с чем к методам проектирования и отработки оборудования предъявляются все возрастающие требования [4,5]. Таким образом, в настоящее время, особое внимание приобретает не только создание эффективных физических и математических моделей, но и разработка новых более совершенных методов численной реализации систем разностных уравнений, описывающих конвективный тепломассоперенос в камерах сгорания [6].

Использование современных компьютерных технологий для проведения вычислительных экспериментов по сжиганию твердого топлива в камерах сгорания ТЭС, позволило подробно описать поля скорости, турбулентных характеристик, энергии химических реакций и концентраций топлива и окислителя по всему пространству и на выходе их камеры сгорания [7].

Метод исследования – трехмерное компьютерное моделирование физико-химических процессов тепломассопереноса в реагирующих средах [8].

Полученные результаты численного моделирования позволяют:

– создать высокоэкономичные технологии по сжиганию низкосортных топлив в камерах действующих ТЭС;

– предложить наилучшие конструктивные и компоновочные решения по внедрению систем плазменной активации и выработать ряд рекомендаций по использованию предварительной термохимической подготовки топлива [9,10];

– оптимизировать процесс горения высокозольного пылеугольного топлива с целью уменьшения выбросов вредных веществ[11].

К сожалению только несколько простых, ограниченных случаев могут быть описаны простыми уравнениями или системой уравнений, которые могут быть решены аналитически [12]. Как правило, большинство технологических процессов описываются сложной системой дифференциальных уравнений высокого порядка с источниковыми членами. Решение таких уравнений возможно только с использованием численных методов. В настоящее время использование численных методов в данном направлении становится более приемлемым, и большие проблемы становятся более привлекательными и решаемыми [13].

Преимущества моделирования:

- меньшая цена по сравнению с экспериментом или измерением;
- вычислительные эксперименты проводятся в более короткие сроки, чем трудно выполняемые эксперименты, которые могут привести к разрушению физической модели (взрывы, аварии);
- полная хронология переменных (скорости, температуры, давления, концентрации и т.д.) доступна во всей области вычислений;
- изобилие данных, которые могут быть обработаны и представлены в графиках, изображениях и фильмах, которые трудно получить путем измерений [14,15].

Моделирование процесса горения в реальных физических условиях

На рисунке 1 приведен общий вид и конечно-разностный аналог исследуемой топочной камеры.

В котле БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ сжигается пыль Карагандинского рядового угля марки КР-200, зольностью 35,1 %, выходом летучих 22 %, влажностью 10,6 % и теплотой сгорания 18550 кДж/кг. Тонина помола угля составляет R_{90}=20%.

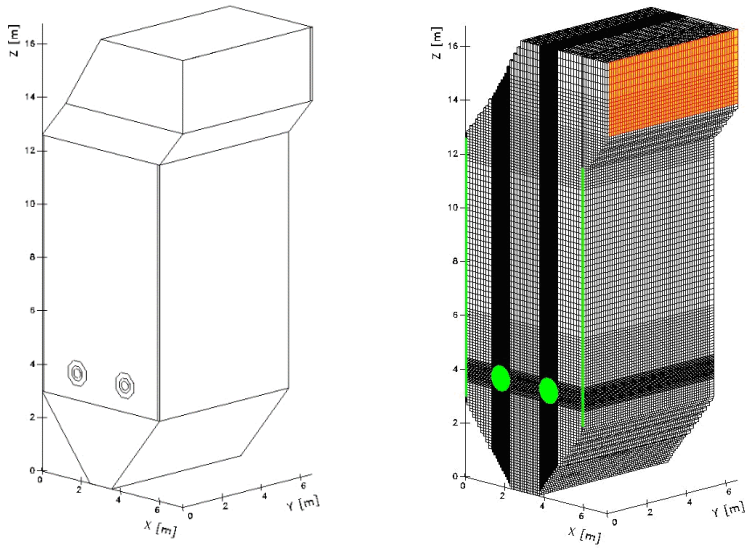
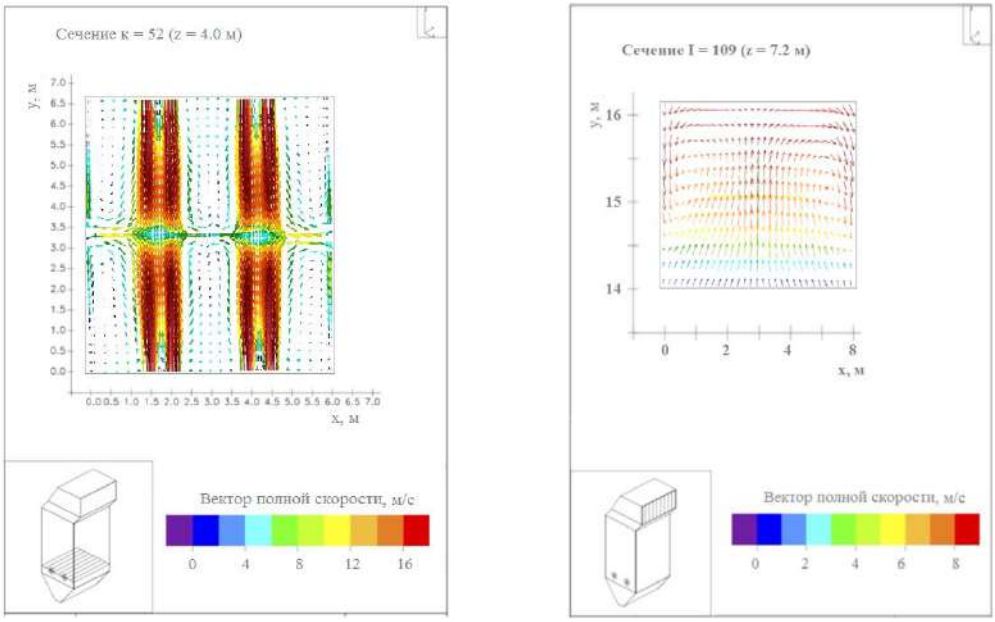


Рис. 1. Геометрия и конечно-разностная сетка топочной камеры котла БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ

Результаты

По результатам вычислительных экспериментов были построены распределения вектора полной скорости в сечении установки горелочных устройств z=4.0м (рисунок 2,а) и на выходе из топочной камеры (рисунок 2, б).



а) б)

Рис. 2. Распределение вектора полной скорости
в сечениях: а) горелочных устройств; б) на выходе из топочной камеры

Вектор полной скорости складывается из квадратного корня от суммы квадратов всех его составляющих ($\vec{V} = \sqrt{U^2 + V^2 + W^2}$) и обозначен на приведенных рисунках в виде стрелок различных цветов, по которым, с помощью цветной шкалы значений, можно определить его числовое значение.

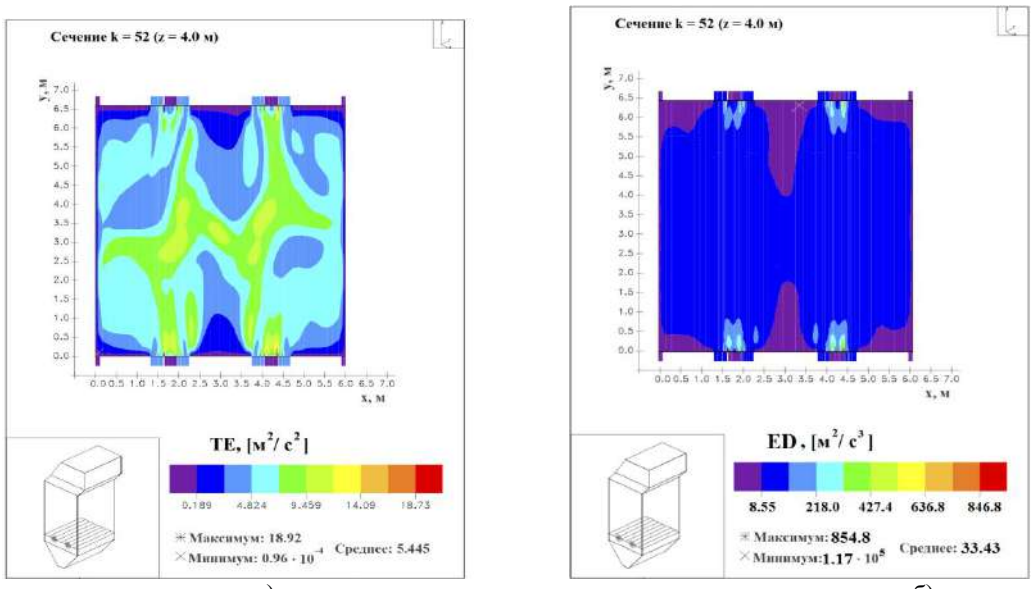
Анализ рисунка 2 показывает, что в области пояса горелочных устройств (рисунок 2, а) потоки, направляющиеся из горелок, соударяются в центре топочной камеры, рассекаясь в шесть вихрей, об-

разуя при этом возвратное течение, имеющее вихревой характер. Далее часть потока направляется в область холодной воронки, а часть к выходу из топочной камеры.

По мере продвижения турбулентного потока к выходу из топочной камеры вихревой характер течения ослабевает и на выходе из топочной камеры (рисунок 2, б) наблюдается практически равномерный профиль скорости.

Распределение турбулентных характеристик

Наличие объемного завихренного течения в центральной области топочной камеры благоприятно сказывается на процессе горения пылеугольного топлива, поскольку, благодаря турбулентному характеру течения, происходит интенсивное перемешивание компонент топлива с окислителем, а значит, обеспечивается более полное выгорание угольной пыли, а это в свою очередь располагает к использованию более крупных фракций угольных частиц.



а) б)

Рис. 3. Распределение турбулентных характеристик топочной камеры в сечении установки горелочных устройств (z=4.0 м):
а) кинетическая энергия турбулентности; б) энергия диссипации

Из рисунков 3 видно, что вихревой областью с наибольшими изменениями скоростей, их пульсаций и областью с наиболее интенсивно происходящими процессами физико-химических превращений пылеугольного топлива, является область установки горелочных устройств. В этой части топочной камеры реакции окисления топливных компонент идут с наибольшей скоростью, о чем свидетельствуют максимумы в распределении турбулентных характеристик процесса.

Распределение энергий

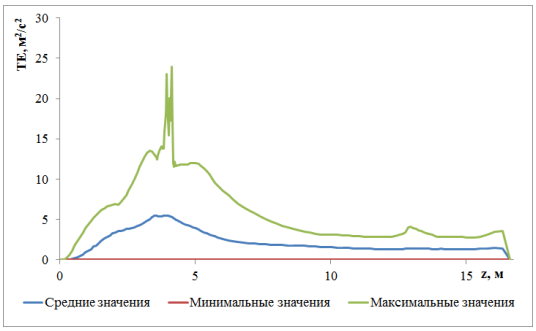


Рис. 4. Распределение кинетической энергии турбулентности

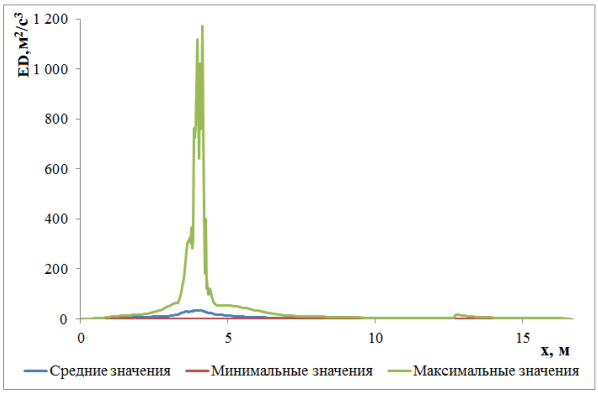
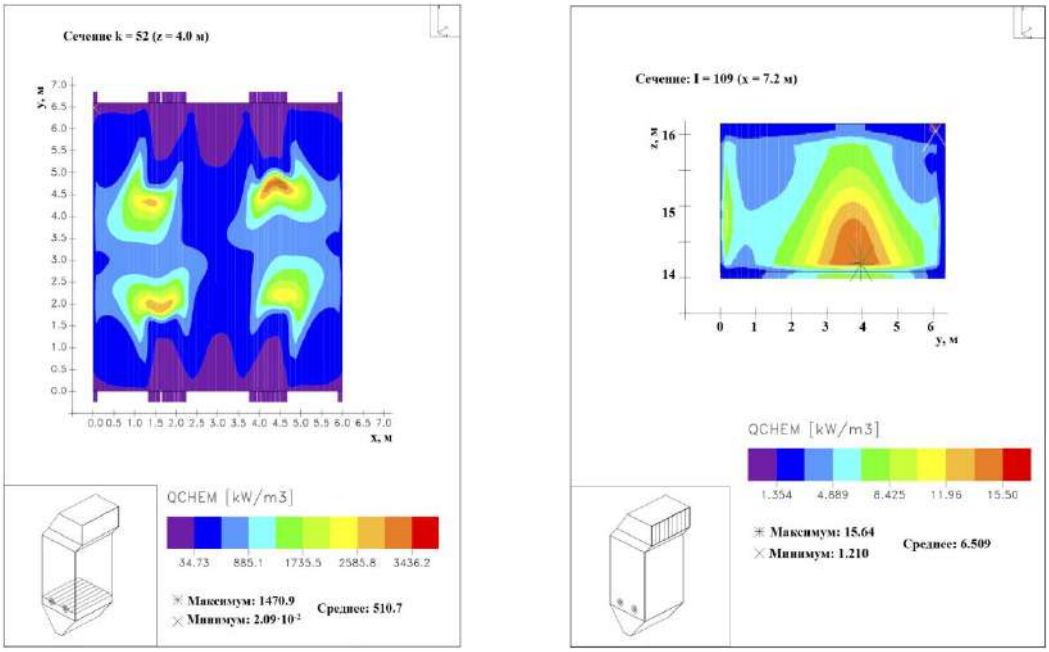


Рис.5. Распределение энергии диссипации по высоте топочной камеры

Как видно из рисунков 4–5 кинетическая энергия турбулентности, также как и энергия диссипации, достигают своих максимальных значений в области пояса горелочных устройств на высоте 4 метров, поскольку эта область является зоной столкновения пылеугольных потоков, которая обусловлена нестационарным возмущением закрученного течения и в которой наблюдается резкий скачок турбулентных пульсаций.

Процессы тепломассопереноса, происходящие при физико-химических превращениях, характеризуются формированием и разложением продуктов реакции горения. Каждая химическая реакция, протекающая в топочной камере, сопровождается выделением или поглощением определенного количества энергии. Распределение энергии химических реакций, выделяемой при горении пылеугольного топлива в топочном пространстве, представлено в сечении горелок и на выходе из топочной камеры на рисунке 6.



а) б)

Рис. 6. Распределение энергии химических реакций в сечениях: а) горелочных устройств; б) на выходе топочной камеры

Анализ рисунков 6 показывает, что по мере продвижения пылеугольного потока к выходу, интенсивность протекания химических реакций ослабевает, и на выходе энергия химических реакций составляет всего 15.64 kW/m^3, по сравнению с 3470 kW/m^3 в области пояса горелок. Это отражает реальную картину процессов тепломассообмена, происходящих при сжигании пылеугольного топлива в топочных камерах.

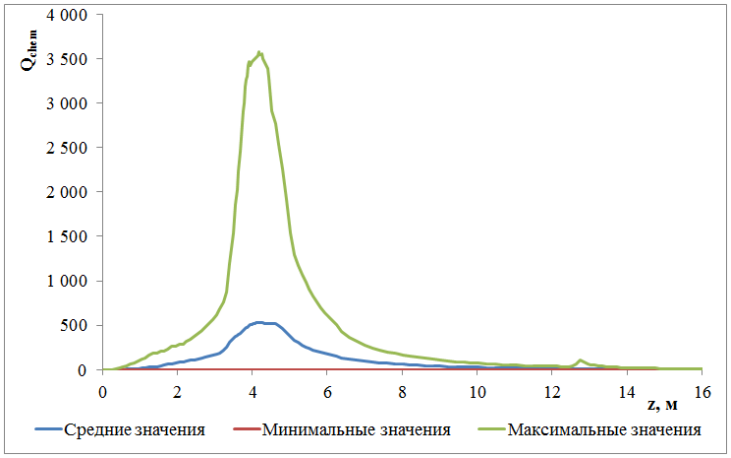


Рис. 7. Распределение энергии, выделяемой за счет химических реакций

Энергия, выделяемая вследствие химических реакций, напрямую зависит от содержания горючего углерода (рисунок 7) и концентрации кислорода (рисунок 9) в топочной камере котла.

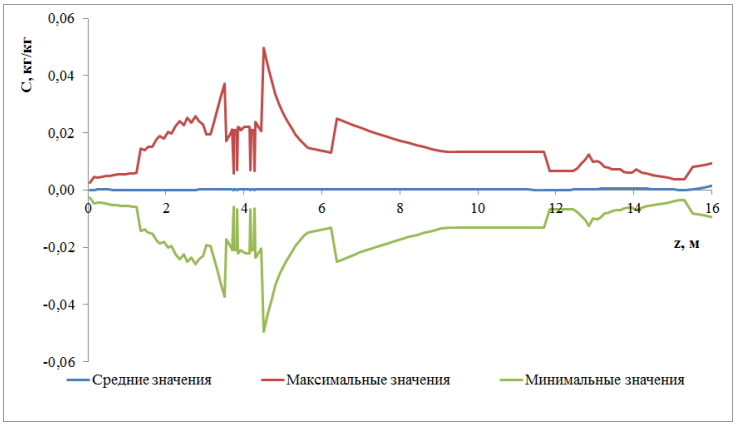


Рис. 8. Изменение концентрации углерода по высоте топочной камеры

Так, в областях, где концентрация углерода и кислорода воздуха максимальна, т.е. вблизи установки горелочных устройств, химические реакции горения угольной пыли должны проходить с наибольшей интенсивностью, т.е. энергия химических реакций в этой области максимальна, что и отражено на трехмерных (рисунок 7) и двумерных ее распределениях (рисунок 8).

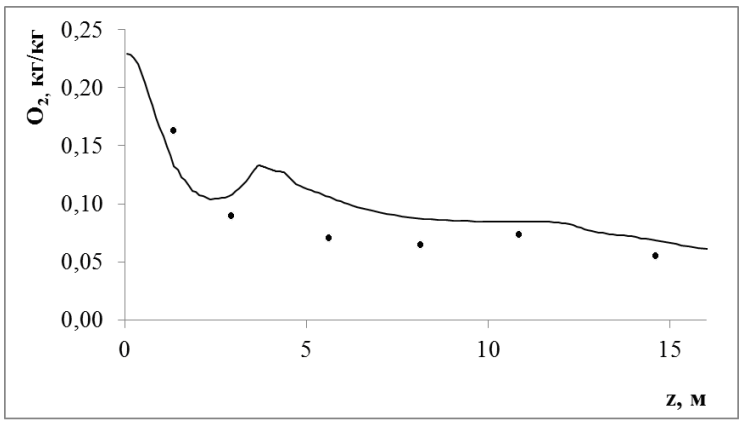


Рис. 9. Концентраци якислородапо высоте топочной камеры

Исследования проведены с помощью разработанных физических, математических и химических моделей, описывающих топочные процессы. Численное моделирование процессов сжигания пылеугольного факела проводилось на основе решения нелинейных дифференциальных уравнений тепломассопереноса с учетом многофазности среды, турбулентности течения, кинетики химических реакций, эффектов конвективного и радиационного теплообмена, различных граничных условий на стенках топочной камеры.

Обсуждение и вывод

По результатам исследований разработана численная модель для исследования процессов конвективного и радиационного теплопереноса в топочном пространстве. По результатам проведенных вычислительных экспериментов получены основные закономерности распределения тепловых потоков в объеме топочной камеры и определены значения радиационного, конвективного и полного потока тепла на стенки камеры сгорания.

Максимальный теплообмен наблюдается в области расположения горелочных устройств. Это является следствием того, что максимальное тепловыделение происходит именно в центральной части топочного пространства, в области, где наиболее эффективно протекают химические превращения с интенсивным выделением тепла за счет химических реакций и излучения.

Разработанная методика проведения 3D компьютерного моделирования может применяться для проведения исследований процессов тепломассопереноса в топочных камерах любых углесжигающих ТЭС. Полученные результаты вычислительных экспериментов, проведенных в диссертационной работе, могут быть использованы при проектировании и разработке новых, а также при совершенствовании существующих топочных камер энергетических котлов ТЭС.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Leithner, R. Numerical Simulation. Computational Fluid Dynamics CFD: Course of Lecture. – Braunschweig, 2006. - 52 p.

[2] Leithner, R., Müller, H. CFD studies for boilers // Second M.I.T. Conference on Computational Fluid and Solid Mechanics – Cambridge, 2003. - P.172.

[3] Askarova, A.S., Lavrichsheva, Ye.,Leithner, R., Müller, H., Magda, A. Combustion of low-rank coals in furnaces of Kazakhstan Coal-firing Power Plants // VDIBerichte. – 2007. – №1088. – P.497-502.

[4] Askarova, A.S., Lavrishcheva, Ye.,Messerle, V., Ustimenko, A. Plasma-Fuel Systems Influence on Aerodynamics and NOx Formation at Pulverised Coal Combustion // Works of the 18th International Symposium on Plasma Chemistry. - Kyoto, 2007. – P.654.

[5] Askarova, A., Karpenko, E., Lavrishcheva, Y., Messerle, V., Ustimenko, A. Plasma-Supported Coal Combustion in Boiler Furnace// IEEE Transactions on plasma science. – 2007. - Vol.35, N.6. – P.1607-1616.

[6] Аскарова, А.С. Тепломассоперенос при сжигании твердого топлива в промышленных котлах на примере Павлодарской ТЭЦ // Теплофизика и аэромеханика, Новосибирск, СО РАН. – 2000. - Т.7, №2. – С.293-300.

[7] Аскарова, А.С., Локтионова, И.В., Мессерле, В.Е. и др. Трехмерное моделирование 2-х ступенчатого сжигания экибастузского угля в топочной камере котла ПК-39 Ермаковской ГРЭС // Теплоэнергетика. - 2003. - №8. - С.22-26.

[8] Аскарова, А.С., Мажренова, Н.Р. Экологические проблемы топливно–энергетической отрасли Казахстана и нетрадиционные пути их решения. – Алматы: Казак университеті, 1997. – 202 с.

[9] World Institute of Coal www.worldcoal.org.

[10] Ehlers, C., Leithner, R. Clean Coal Utilization with highest Efficiency // 12th International Conference on Coal Research Proceedings. - Sandton, South Africa, 2000. – P.1-919783-17-2.

[11] Аскарова, А.С., Локтионова, И.В., Лаврищева, Е.И. Численное исследование горения твердого топлива до и после плазменной обработки // Тяжелое машиностроение. Москва. – 2006. - №11. – С.10-13

[12] Askarova, A.S., Karpenko, E.I., Messerle, V.E., Ustimenko, A.B. Modeling of Coal Combustion Activated by Plasma Flame // Presentations Abstracts of 30th International Symposium on Combustion. – Chicago, 2004. – P.423.

[13] Askarova, A., Karpenko, E., Messerle, V., Ustimenko, A. Plasmachemical activation of coal gasification and combustion // 17th International Symposium on Plasma Chemistry. – Toronto, 2005. – P. ISPC–296.

[14] Askarova, A.S., Karpenko, E.I., Messerle, V.E., Ustimenko, A.B. Simulation of low–temperature plasma interaction with pulverized coal for incineration improvement // Works of Seventh International Conference on energy for a clean Environment Clean Air. – Portugal, 2003. – P.32-08.

[15] Askarova, A.S., Lavrichsheva, Ye, Bolegenova, S.A. Investigation of heat and mass transfer process in polydisperse and monodisperse coal dast torch//4th International Symposium “Combution&Plasmochemistry”. - Almaty, 2007. - P.87-89.

Аскарова А. С., Болегенова С. А., Максимов В. Ю., Амангелдиев С. Б., Махаш Ж.Е.

Қазақстанның жэс – теріне it- технологияларды енгізу

Түйіндеме: Жоғары температура әсерлететін орталарда жылумассаалмасу процестерін зерттеу қиын міндет болып табылады, өйткені есепке алынатын өзара байланысты процестер мен құбылыстардың саны көп, күрделі: көп сатылы тізбекті химиялық реакциялар ауыстыру, импульс, жылу мен массаның конвекция, молекулалық ауыстыру, сәуле тарату, турбуленттілік. Отындардың жануы бірқатар спецификалық ерекшеліктерімен негізделген, химиялық реакциялар жағдайында динамикалық және жылулық өзара іс-қимыл реагенттерді қарқынды пайдалану кезінде фазалық өзгерістері, сондай-ақ тәуелді процесс параметрлерін, термодинамикалық жүйесінің жай-күйін, сондай-ақ оның құрылымдық сипаттамалары мен ерекшеленеді. Көп түрлілігі және күрделілігі көрсетілген факторлардың белгілі қиындықтар әзірлеу кезінде толыққанды теориясы жасайды. Елеулі нәтижелері осы бағытта математикалық моделдеу әдістерін алынуы мүмкін.

Түйін сөздер: реагенттер, күлділік, турбулентті ағын, диссипация, жылумассаалмасу, қыздырғыш.

Аскарова А. С., Болегенова С. А., Максимов В. Ю., Амангелдиев С. Б., Махаш Ж.Е.

Implementation of it technologies in the tpp of kazakhstan

Summary: The study of heat and mass transfer processes in high-temperature reacting media is a complex task, since it requires the consideration of a large number of complex interrelated processes and phenomena: multistage chain chemical reactions, transfer of momentum, heat and mass by convection, molecular transport, radiation, turbulence. Combustion of fuels is characterized by a number of specific features due to the occurrence of chemical reactions in the conditions of dynamic and thermal interaction of reactants, intensive mass transfer during phase transformations, and the dependence of the process parameters, both on the thermodynamic state of the system and on its structural characteristics. The variety and complexity of these factors create certain difficulties in the development of a full-fledged theory. Essential results in this direction can be obtained by methods of mathematical modeling.

Key-words: reagents, ash content, turbulent flow, dissipation, heat and mass transfer, burner.

УДК 621,74

V.Yu. Kulikov, Sv.S. Kvon, A.Z. Issagulov, Y.P. Chsherbakova, T.V. Kovaleva

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING SHELL MOLDS WITH UNIFORM HARDNESS THROUGHOUT THE VOLUME

Abstract. Currently, one of the unresolved problems in the manufacture of molds is the unevenness of their technological characteristics in terms of volume shape. And it is applicable not only to sandy-clayey forms. In the improvement of technological processes, special methods of casting are needed. In particular, for averaging the properties of sandy-clayey forms obtained by shaking, prepressing is used. The technology of manufacturing shell molds with uniform hardness throughout the volume is considered in the article.

Key words: prepress, pressure, pulverbakelite.

В.Ю. Куликов, Св.С. Квон, А.З. Исагулов, Е.П. Щербакова, Т.В. Ковалёва
(Карагандинский государственный технический университет)
г. Караганда, Казахстан
sherbakova_1984@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ С РАВНОМЕРНОЙ ТВЕРДОСТЬЮ ПО ВСЕМУ ОБЪЕМУ

Аннотация. В настоящее время одной из нерешённых проблем в изготовлении литейных форм является неравномерность их технологических характеристик по объему форму. Причем это применимо не только к песчано-глинистым формам. В совершенствовании технологических процессов нуждаются и специальные способы литья. В частности, для усреднения свойств песчано-глинистых форм, полученных встряхиванием, используют допрессовку. В статье рассматривается технология изготовления оболочковых форм с равномерной твердостью по всему объему.

Ключевые слова: допрессовка, давление, пульвербакелит.

Одним из представителей формовочных смесей являются песчано-смоляные смеси. Использование литейных форм из подобных смесей обеспечивают получение качественных отливок. Повышение эффективности процесса изготовления отливок вызывает необходимость совершенствования технологии изготовления литейных форм [1].

Вместе с тем, аналогичные технологические задачи стоят и при изготовлении оболочковых песчано-смоляных форм. Несмотря на то, что высота оболочковой формы значительно меньше высоты песчано-глинистых форм, неравномерность механических свойств оболочки (в частности, твердости) имеет место. В частности, вследствие неравномерности нагрева формирующейся оболочки (в большей степени у лада формы), внутренняя часть оболочки имеет большую твердость и прочность в отличие от внешней части оболочки [2, 3].

В связи с этим исследования, направленные на совершенствование технологического процесса, обеспечивающего регулирование свойств формы и их равномерности по всему объему, являются актуальными.

Использование для формообразования оболочки одновременно с нагревом песчано-смоляной смеси статической нагрузки способствуют выравниванию свойств по ее объему. В то же время повышаются и механические свойства полученных оболочковых форм, что дает возможность сократить использование дорогостоящего связующего [4-5].

Изготовлению песчано-смоляных сред (формы, стержни, брикеты) с повышенными твердостью и прочностью в отечественной и зарубежной науке посвящен ряд работ. Проводятся исследования по совершенствованию оборудования, технологии и составов, применяющихся при изготовлении таких сред.

Имеется возможность увеличить степень регулирования параметров изготавливаемой оболочковой формы. Учитывая изменение агрегатного состояния смолы в течение формообразования оболочки (твердая – жидкая – твердая), целесообразно изменять величину давления (то есть использовать вариативную величину давления) [6-8].

При выборе технологических параметров изготовления оболочки из того, что при образовании оболочки вследствие воздействия температуры термореактивная смола (пульвербакелит) после прогрева до 100-150 ^{0}С плавится и переходит в жидкое состояние. Плавление прилегающих к нагреваемой модели слоев смеси происходит примерно через 8-10 секунд после начала формообразования. В дальнейшем, примерно через 18-20 секунд после начала формообразования, при нагреве до 200-250 ^{0}С смола необратимо затвердевает [9-11].

Одним из основных параметров литейной формы наряду с прочность является твердость, которая в полидисперсных смесях зависит от среднего размера частиц, а также от верхней и нижней границ размеров частиц. Прочность и твердость полидисперсных смесей удовлетворительно коррелирует с объемно-поверхностным диаметром.

Кроме того, известно, что с увеличением удельной поверхности сыпучего материала в целом имеет место повышение прочности. Однако в зависимости от характера распределения частиц по размерам могут иметь место заметные отклонения от этой закономерности [12-14]

Изготовление формы проводилось на ТОО «КМЗ им. Пархоменко» (г. Караганда) на модернизированной формовочной машине марки 51713 (рисунок 1). После перемешивания песчано-смоляная смесь засыпалась в бункер машины. После производили опрокидывание бункера со смесью на нагретую до 230 ^{0}С модельную плиту с моделями радиаторов. При этом одновременно через плиту подавалось давление 0,25 МПа. Через 10 секунд давление снизили до 0,2 МПа, а температуру до 210 ^{0}С. А еще через 10 секунд температуру нагрева повысили до 0,35 МПа, а температуру до 260 ^{0}С. При этом формировалась оболочковая форма толщиной 10-12 мм.

Во всех исследованиях использовали в качестве наполнителя кварцевый песок марок 1К02А – 30 %, 1К0315А – 70 %. Была исследована твердость песчано-смоляных форм при литье в оболочковые формы. Образец изготавливали в форме цилиндра. Особенностью изготовления формы являлось то, что для ее образования использовался не только термический нагрев до 250 ^{0}С, но и статическое давление для повышения прочности и твердости оболочки. Определяли зависимость твердости поверхностного слоя оболочковой формы от величины давления, воздействующего на формирующуюся оболочку [15].

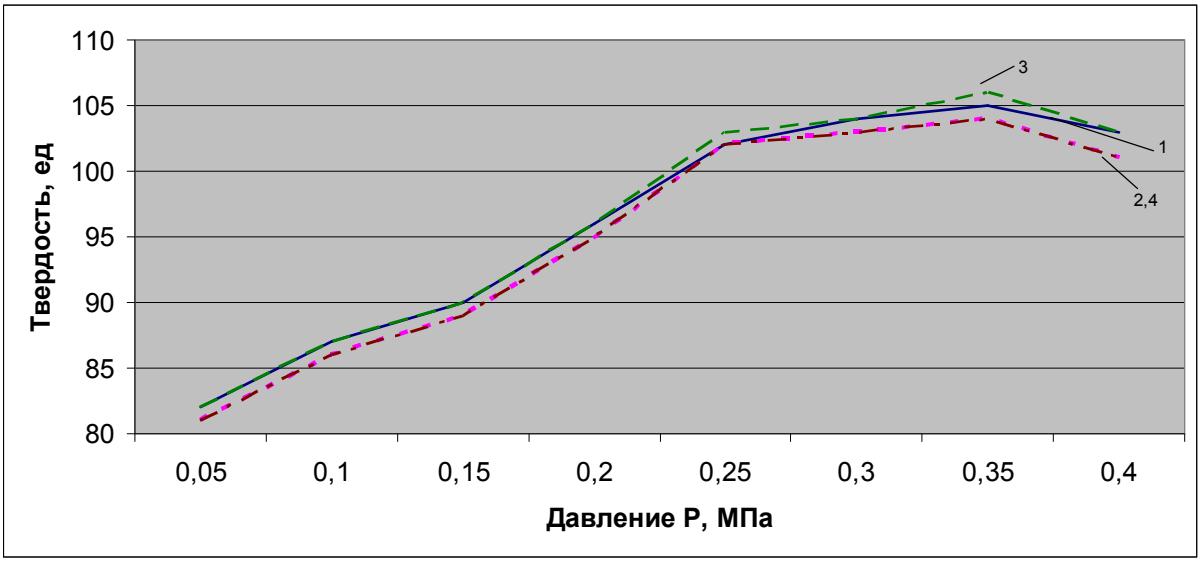


Рис. 1. Формовочная машина марки 51713, дооснащенная прессовой плитой в бункере

Твердость поверхности песчано-смоляной оболочки определяли с помощью твердомера марки 0731М. Полученные результаты приведены на рисунке 2.

Очевидно, что увеличение давления способствует повышению твердости оболочки за счет повышения плотности частиц песка. Увеличение давления свыше 0,25…0,3 МПа не оказывает значительного влияния на твердость, так как при этом достигается предельная плотность упаковки песка и связующего. Дальнейшее же избыточное давление приводит к деформации и разрушению частиц песка, что в конечном итоге ведет к снижению твердости.

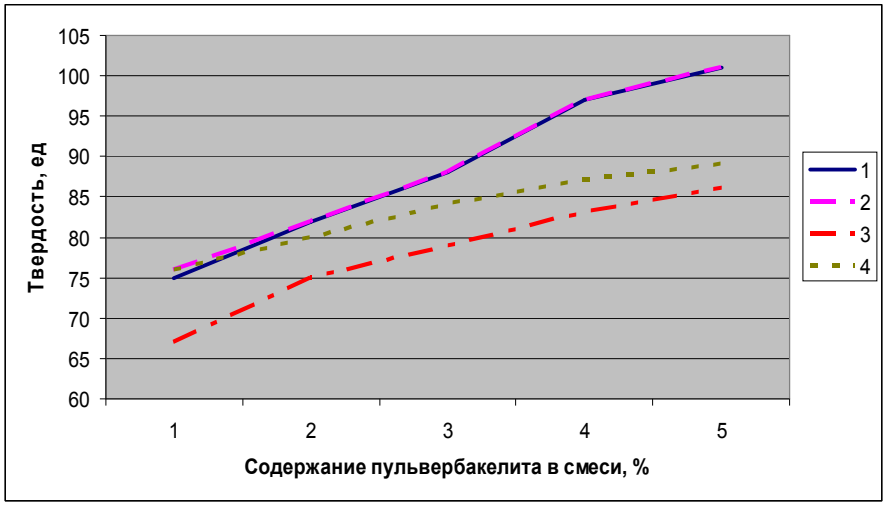
На изменение упаковки частиц под действием внешнего давления оказывают влияние форма, шероховатость и твердость частиц. Они определяют величину трения при перемещении частиц друг относительно друга



1 – на поверхности формы в центре модели; 2 – на поверхности формы на периферии;
3 – на ладе формы в центре модели; 4 – на ладе формы на периферии

Рис.2. Влияние величины давления при формообразовании песчано-смоляной оболочки на ее твердость

В другой серии экспериментов определяли влияние содержания пульвербакелита на твердость оболочковой формы. При этом исследовали образцы форм, полученных как при использовании давления, так и без него (только термическое воздействие). Результаты приведены на рисунке 3.

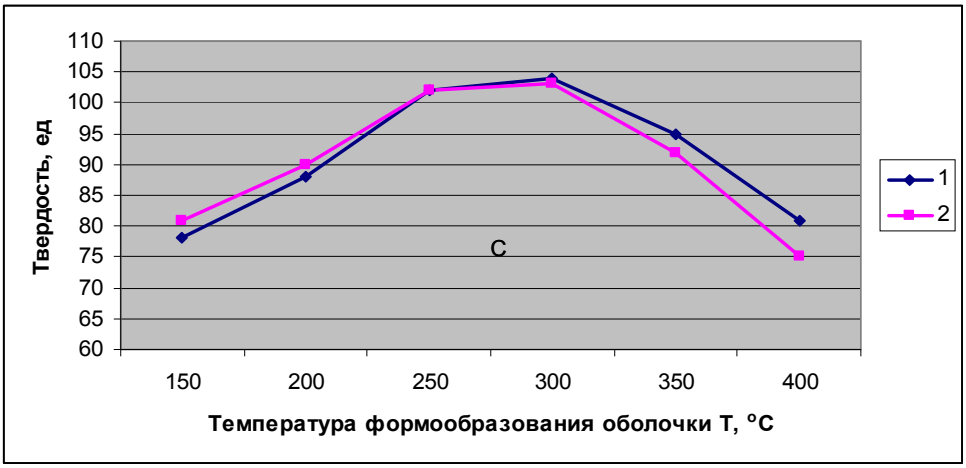


1 – на поверхности формы; 2 – на ладе формы без использования давления:
3 – на поверхности формы; 4 – на ладе формы

Рис. 3. – Влияние концентрации пульвербаклита на твердость оболочковой формы с использованием вариативного давления

Температурный режим, при котором формируемся оболочка, наряду с давлением также влияет на твердость формы. Оболочки, формообразование которых происходит при температуре ниже 200 ^{0}C, имеют меньшую твердость вследствие недостаточного спекания всех частиц песка и смолы. Температура выше 350 ^{0}C приводит к выгоранию пульвербакелита и также приводит к уменьшению твердости (рисунок 4).

При этом как при низкой, так и высокой температурах (относительно технологически необходимой – 220-250 ^{0}C) наблюдается различие в твердости по высоте оболочковой формы. При этом при низкой температуре твердость выше в слое, контактирующем с модельной плитой (лад формы) вследствие расплавлении смолы, а при более высоких температурах твердость в слоях на ладе формы ниже из-за начала выгорания в них смолы.



1 – на ладе формы; 2 – на поверхности формы

Рис. 4. Влияние температуры формообразования оболочки на ее твердость

Экспериментально определено, что вариативное (нестационарное) давление в сочетании с термическим нагревом повышает твердость и ее равномерность по объему оболочковой формы, что в конечном итоге сказывается на качестве изготавливаемых в этих формах отливок. Установлено, что с целью повышения плотности и прочности получаемой оболочки, давление на смесь не должно остаться постоянным в течение всего процесса формирования оболочковой формы, а изменяться в процессе формообразования: вначале целесообразно подавать начальное давление на смесь, составляющее порядка 0,30…0,40 МПа, которое варьируется в течение всего цикла: спустя 10 с понижается на 0,05-0,08 МПа, затем спустя 20 с увеличивается на величину 0,08-0,12 МПа. В конце формирования оболочки толщиной 10-15 мм (за 5-10 секунд до окончания цикла) давление целесообразно снизить до нуля.

Таким образом, приложение нагрузки в процессе формообразования оболочки повышает не только механические свойства оболочковой формы, но и чистоту поверхности отливок и количество пригара на них.

Данные исследования проведены в рамках реализации гранта Комитета науки МОН РК AP05130026 «Разработка и внедрение производства песчано-смоляных форм при нестационарном давлении с целью улучшения качества готовой продукции».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Зимон А.Д., Андриевский Е.И. Аутогезия сыпучих материалов. – М.: Металлургия, 1978. – 287 с.

[2] Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Конунникова С.Г., Кипнис Л.С., Щербакова Е.П. Песчано-смоляные смеси в литейном производстве. Монография // Изд-во КарГТУ, Караганда, 2013.

[3] Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Щербакова Е.П. Прочность и плотность песчано-смоляных смесей при одновременном статическом и термическом прессовании // Труды XI Международной научно-практической конференции «Strategiczne pytania światowej nauki» (7-15 февраля 2015 г.) – Пржемысль, 2015 г. С.13-15.

[4] Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Щербакова Е.П., Ковалёва Т.В. Повышение качества отливок при литье в песчано-смоляные формы. Вена (Австрия), издательство «East-West», 2015.

[5] Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Щербакова Е.П., Ковалёва Т.В., Еремин Е.В. О поведении песчано-смоляной смеси при формообразовании // Литейное производство, Издательский дом «Литейное производство», Москва, 2017, № 3, стр. 23-25.

[6] Куликов В.Ю., Квон С.С., Исагулов А.З., Ковалёва Т.В., Щербакова Е.П. Определение напряжения ползучести и релаксации песчано-смоляных смесей // Фундаментальные исследования, Москва, 2015, № 2 (часть 15). Стр. 3272-3274.

[7] Еремин Е.Н., Куликов В.Ю., Ковалёва Т.В. Исследование песчано-смоляных смесей при одновременном статическом и термическом воздействии // Омский научный вестник. ¬ 2015. ¬ № 3 (143). ¬ С. 27¬29.

[8] Исагулов А.З., Куликов В.Ю. Вывод уравнения прессования песчано-смоляных смесей и их реологические модели // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2007. № 6. – С. 52-56.

[9] Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Ковалёва Т.В., Щербакова Е.П. О реологических свойствах песчано-смоляных форм // Литейное производство. – 2015. – № 2. – С. 15–17.

[10] Исагулов, А.З. Влияние внутрипорового воздуха на напряжённое состояние дисперсной среды при статической нагрузке / А.З. Исагулов, В.П. Малышев, В.Ю. Куликов // Труды университета. – 2004. – № 3. – С. 34–36.

[11] Исследование технологических характеристик дисперсных формовочных материалов / В. Ю. Куликов, Св. С. Квон, Е. П. Щербакова, Т. В. Ковалёва // Mokslas Lietuvos Ateitis. – 2014. – № 6. – С. 640–642.12.

[13] Усенко Р.В., Мазорчук В.Ф., Репях С.И. Прочность спекающегося опорного наполнителя для оболочковых форм // Литейное производство, 2016, № 12, стр. 21-22

[14] Исагулов А.З., Куликов В.Ю. Вывод уравнения прессования песчано-смоляных смесей и их реологические модели // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2007. № 6. – С. 52-56.

[15] Волков Д.А., Волков А.Д., Ефименко А.В. (ОАО «БЕЛНИИЛИТ»). Литье в оболочковые формы и его универсальность в мелкосерийном и серийном производстве // Литейщик России, 2016, № 4, стр. 22-23.

Куликов В.Ю., Квон Св.С., Исағұлов А.З., Щербакова Е.П., Ковалёва Т.В.

Барлық көлемі бойынша біркелкі қаттылықпен қабыршықты қалып дайындау технологиясын әзірлеу

Түйіндеме. Қазіргі таңда құю қалыптарын дайындаудағы шешілмеген мәселе қалып көлемі бойынша технологиялық сипаттамаларының біркелкі болмауы болып табылады. Және бұл тек құм-шайырлы қалыптарға ғана қатысты емес. Технологиялық процесстерді жетілдіруді құюдың арнайы әдістеріде қажет етеді. Көбінесе, сілкумен алынған құм-шайырлы қалыптардың қасиеттерін реттеу үшін қосымша прессеуді қолданады. Мақалада барлық көлемі бойынша біркелкі қаттылықпен қабыршықты қалып дайындау технологиясын әзірлеу қарастырылған.

Кілт сөздер: қосымша прессеу, қысым, пульвербакелит.

Kulikov V.Yu., Kvon Sv.S., Issagulov A.Z., Chsherbakova Y.P., Kovaleva T.V.
Development of the technology of manufacturing shell molds with uniform hardness throughout the volume
Summary. Currently, one of the unresolved problems in the manufacture of molds is the unevenness of their technological characteristics in terms of volume shape. And it is applicable not only to sandy-clayey forms. In the improvement of technological processes, special methods of casting are needed. In particular, for averaging the properties of sandy-clayey forms obtained by shaking, prepressing is used. The technology of manufacturing shell molds with uniform hardness throughout the volume is considered in the article.
Key words: prepress, pressure, pulverbakelite.

УДК 539.3

N. Ashirbayev, P. Duisebayeva, Zh. Ashirbayeva , Zh. Alibekova
M.Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
ank_56@mail.ru

DYNAMIC FIELDS OF STRESS IN ELASTIC BODY WITH FOREIGN INCLUSION

Abstract. The paper deals with the dynamic problem of the normal impact of an absolutely rigid stamp on the face of an elastic rectangular strip of finite dimensions containing an arbitrarily located rectangular foreign inclusion inside it. Formulated in terms of stresses and velocities of displacements, the mixed problem is modeled numerically by means of an explicit difference scheme of the through calculation, based on the method of spatial characteristics. In addition to the known relations, solving equations are obtained at the corner points of a rectangular foreign inclusion in order to find the unknown functions, where their first and second derivatives are discontinuous. In the form of an isoline, the results of a change in the wave fields in an inhomogeneous medium are presented. The analysis of numerical information made it possible to investigate the dynamic effects of stress concentration in the vicinity of the contact of an inhomogeneous medium, as well as near the corner points of a foreign inclusion.
Keywords: speed, voltage, foreign inclusion, stress concentration, numerical solution.

Н.К.Аширбаев[1], П.С.Дуйсебаева[1], Ж.Н.Аширбаева[1], Ж.Д.Алибекова[1]
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан,
ank_56@mail.ru)

ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРУГОМ ТЕЛЕ С ИНОРОДНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ

Аннотация. В работе рассматривается динамическая задача о нормальном ударе абсолютно жесткого штампа по лицевой поверхности упругой прямоугольной полосы конечных размеров, содержащая внутри себя произвольно расположенное прямоугольное инородное включение. Сформулированная в терминах напряжений и скоростей перемещений смешанная задача моделируется численно с помощью явной разностной схемы сквозного счета, основанной на методе пространственных характеристик. В дополнение к известным соотношениям получены разрешающие уравнения в угловых точках прямоугольного инородного включения для нахождения искомых функций, где терпят разрыв их первые и вторые производные. В виде изолинии представлены результаты изменения волновых полей в неоднородной среде. Анализ числовой информации позволил исследовать динамические эффекты концентрации напряжений в окрестности контакта неоднородной среды, а также вблизи угловых точек инородного включения.
Ключевые слова: скорость, напряжение, инородное включение, концентрация напряжений, численное решение.

Введение. Ведущим фактором, определяющим работоспособность современных инженерных конструкций, является их слоисто-неоднородное строение. В этой связи исследование волновых процессов в упругих телах с локальными неоднородностями(ослаблениями) в виде инородных включений, отверстий, вырезов и др. представляет большой интерес, вызванный потребностями развития механики деформируемого твердого тела и многочисленными приложениями в различных отраслях современной техники.

Интерес к этим проблемам, обусловленный, в первую очередь, важностью решения сложных практических задач, велик, и дальнейшее совершенствование численных методов в различных модификациях с использованием все более совершенной электронно-вычислительной техники должно привести к существенному развитию данного направления[1-15].

Таким образом, потребности практики определяют круг актуальных научных и практических задач динамики сплошной среды, которые стали предметом исследования настоящей работы.

Постановка задачи. Пусть полоса с прямоугольным поперечным сечением конечных размеров содержит внутри себя произвольно расположенное прямоугольное инородное включение. Прямоугольное сечение исследуемого тела в системе декартовых координат $x_1 0 x_2$ занимает область $0 \le x_1 \le \ell,\ |x_2| \le L$. Прямоугольное инородное включение заключено в промежутках $\ell_1 \le x_1 \le \ell_2$, $L_1 \le x_2 \le L_2$ (рисунок 1). Физико-механические свойства прямоугольной полосы($i = 1$) и инородного включения ($i = 2$) характеризуются плотностью материала ρ_i, скоростями продольной и поперечной упругих волн a_i, b_i.

В начальный момент времени t = 0 на границе $x_1 = 0$, $|x_2| \le L$ прямоугольной полосы ударяется абсолютное жесткое тело, имеющее скорости перемещений $v_1^{(1)} = f(t)$ *и* $v_2^{(1)} = 0$. Задача заключается в определении внутри неоднородной среды $0 \le x_1 \le \ell,\ |x_2| \le L$ полей напряжений и скоростей перемещений, вызванных фронтами падающих и многократно отраженных, преломленных и дифрагированных упругих волн в моменты времени t>0.

В условиях плоской деформации распространение упругих волн во внутренних точках неоднородной среды описывается системой динамических уравнений гиперболического типа, содержащей в качестве неизвестных безразмерные напряжения $p^{(i)}, q^{(i)}, \tau^{(i)}$ и скорости перемещений $v_1^{(i)}, v_2^{(i)}$ [4, с.503]:

$$\rho_i \cdot v_{1,t}^{(i)} - p_{,1}^{(i)} - q_{,1}^{(i)} - \tau_{,2}^{(i)} = 0, \qquad \rho_i \cdot v_{2,t}^{(i)} - p_{,2}^{(i)} + q_{,2}^{(i)} - \tau_{,1}^{(i)} = 0,$$

$$\frac{1}{\rho_i \cdot (a_i^{\,2} - b_i^{\,2})} \cdot p_{,t}^{(i)} - v_{1,1}^{(i)} - v_{2,2}^{(i)} = 0, \quad \frac{1}{\rho_i \cdot b_i^{\,2}} \cdot q_{,t}^{(i)} - v_{1,1}^{(i)} + v_{2,2}^{(i)} = 0, \tag{1}$$

$$\frac{1}{\rho_i \cdot b_i^{\,2}} \cdot \tau_{,t}^{(i)} - v_{1,2}^{(i)} - v_{2,1}^{(i)} = 0;$$

где

$$a_i = \frac{a_i^0}{a_m^0}, \quad b_i = \frac{b_i^0}{a_m^0}, \quad \rho_i = \frac{\rho_i^0}{\rho_m^0}, \quad (i = 1,2).$$

Здесь $v_1^{(i)}(x_1, x_2, t)$, $v_2^{(i)}(x_1, x_2, t)$ – составляющие вектора скорости перемещений в направлении координатных осей x_1 и x_2. Переход к безразмерным переменным осуществлялся по формулам [4, с.504]:

$$t = \frac{t^0 \cdot a_m^0}{b^0}, \quad x_k = \frac{x_k^0}{b^0}, \qquad v_k = \frac{v_k^0}{a_m^0} (k = 1,2), \quad p = \frac{\sigma_{11}^0 + \sigma_{22}^0}{2 \cdot \rho_m^0 \cdot a_m^{0^2}},$$

$$q = \frac{\sigma_{11}^0 - \sigma_{22}^0}{2 \cdot \rho_m^0 \cdot a_m^{0^2}}, \quad \tau = \frac{\sigma_{12}^0}{\rho_m^0 \cdot a_m^{0^2}}. \tag{2}$$

Верхний индекс «0» придается размерным величинам; b^0 – характерный размер; индекс i (i=1,2) соответствует основному прямоугольному телу, если i=1, и инородному включению, если i=2; индекс m относится к материалу, в котором скорость распространения продольных упругих волн является максимальной $(a_m^0 = \max_i a_i^0)$; $\sigma_{11}^0, \sigma_{22}^0, \sigma_{12}^0$ - компоненты тензора напряжений. Будем считать, что скорость распространения продольных упругих волн в основном прямоугольном теле является наибольшей.

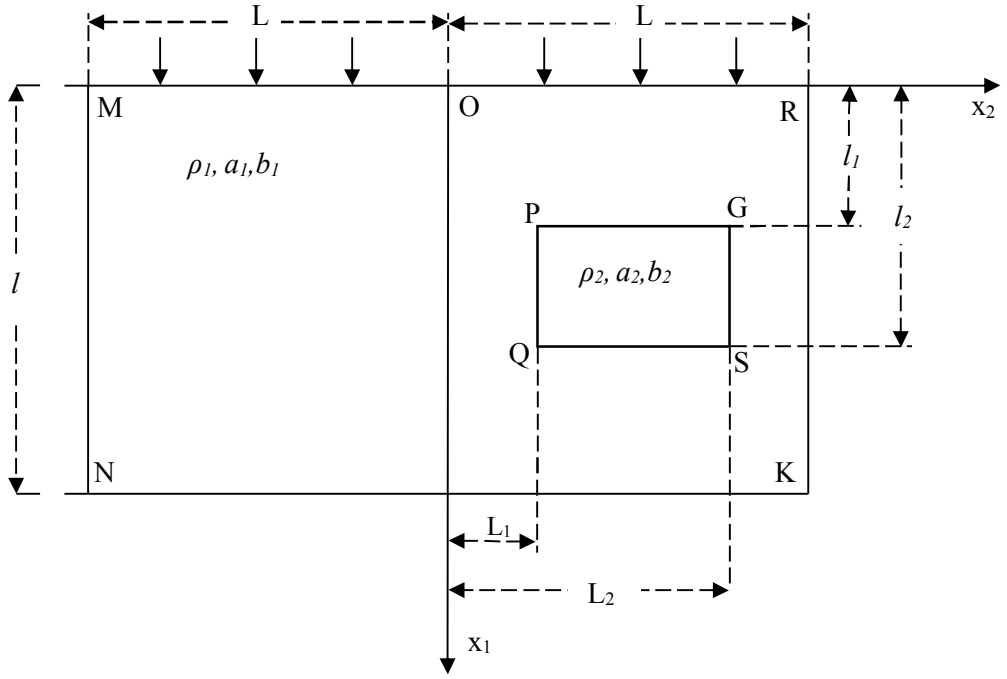


Рис.1. Исследуемая область

В принятых обозначениях граничные условия задачи формулируются следующим образом при $t \geq 0$:

$$v_1^{(1)} = f(t), \quad v_2^{(1)} = 0 \qquad \text{при} \quad x_1 = 0, \ |x_2| \leq L, \tag{3}$$

$$p^{(1)} - q^{(1)} = 0, \quad \tau^{(1)} = 0 \quad \text{при} \quad |x_2| = L, \ 0 \leq x_1 \leq \ell, \tag{4}$$

$$v_1^{(1)} = 0, \ v_2^{(1)} = 0 \qquad \text{при} \quad x_1 = \ell, \ |x_2| \leq L, \tag{5}$$

$$p^{(1)} + q^{(1)} = p^{(2)} + q^{(2)}, \quad \tau^{(1)} = \tau^{(2)}, \quad v_1^{(1)} = v_1^{(2)}, \quad v_2^{(1)} = v_2^{(2)} \tag{6}$$

на контактных границах PG и QS и

$$p^{(1)} - q^{(1)} = p^{(2)} - q^{(2)}, \quad \tau^{(1)} = \tau^{(2)}, \quad v_1^{(1)} = v_1^{(2)}, \quad v_2^{(1)} = v_2^{(2)} \tag{7}$$

на контактных границах PQ и GS.

Начальные условия задачи при t=0, соответствующие состоянию покоя неоднородной среды, принимаются нулевыми:

$$v_1^{(i)} = v_2^{(i)} = p^{(i)} = q^{(i)} = \tau^{(i)} = 0 \qquad (i = 1,2) \tag{8}$$

Методы. Для определения волнового поля в неоднородной среде, вызванного динамическим воздействием на лицевой границе $x_1=0$, $|x_2| \leq L$ основного прямоугольного тела, математически задача сводится к интегрированию гиперболической системы дифференциальных уравнений (1) при граничных и нулевых начальных данных (3)-(8). Поставленная задача решена методом пространственных характеристик, подробный алгоритм численной реализации которого изложен в [5,с.99]. Особенностью рассмотренного тела является то, что на контактных границах неоднородной среды, а также во внутренних угловых точках (P, G, Q, S) инородного включения нарушается «привычная» для динамических задач гладкость функций. Именно на такие особенности не было распространено или вообще, как нам известно, не было метода решения таких задач. В дополнение к известным соотношениям [5, с.102] получены расчетные соотношения на контактных границах неоднородной среды, а также во внутренних угловых точках (P, G, Q, S) инородного включения[4, с.507].

Численные результаты. Разработанная методика была численно реализована для прямоугольной полосы $(0 \leq x_1 \leq 14 \cdot h, |x_2| \leq 12 \cdot h)$ с произвольно расположенным инородным включением $(4 \cdot h \leq x_1 \leq 10 \cdot h, \ 0 \leq x_2 \leq 8 \cdot h)$ при жестком сцеплении разнородных материалов(задача 1). Ма-

териалом основного прямоугольного тела является сталь $(i=1,\quad p_1^0=7.9\cdot10^3$ кг/м^3, $a_1^0=5817$ м/сек, $b_1^0=3109$ м/сек), а инородного включения – медь ($i=2,\quad p_2^0=8.9\cdot10^3$ кг/м^3, $a_2^0=4557$ м/сек, $b_2^0=2131$ м/сек). Программа, составленная на языке Фортран, позволяет рассчитывать достаточно широкий класс динамических задач, описывающих неустановившиеся волновые процессы в неоднородных изотропных средах. Параметры волновых полей вычислялись при следующих значениях исходных данных: $\ell=0.7,\ L=0.6,\ \ell_1=0.20, \ell_2=0.50,\ L_1=0,\ L_2=0.40,\ h=0.05,$ $k=0.025,\ f(t)=t\cdot e^{-t}$ при $t\geq0$ и $f(t)=0$ при $t<0$. Для сравнения расчет был проведен и для однородной стальной полосы без инородного включения с теми же граничными условиями(задача 2).

Вычислительный процесс проводится шагами по времени. Шаг по времени k выбран в соответствии с критерием устойчивости используемой явной конечно–разностной расчетной схемы[5]

$$\left(\frac{k}{h}\right)^2\leq\min\left\{\frac{\gamma^2}{\gamma^2+1},\frac{\gamma^2}{2\left(\gamma^2-1\right)}\right\},$$

где h –шаг по координатам.

Обсуждение. На рисунках 2-3 в плоскости $x_1/h\cdot x_2/h$ для момента времени $t=50\cdot k$ изображены изолинии нормальных напряжений $\mathrm{p}^{(\mathrm{i})}+q^{(i)}=const$ для двух задач 1 и 2. При данном расположении инородного включения (задача 1) эффект несимметричности его относительно оси $x_2=0$

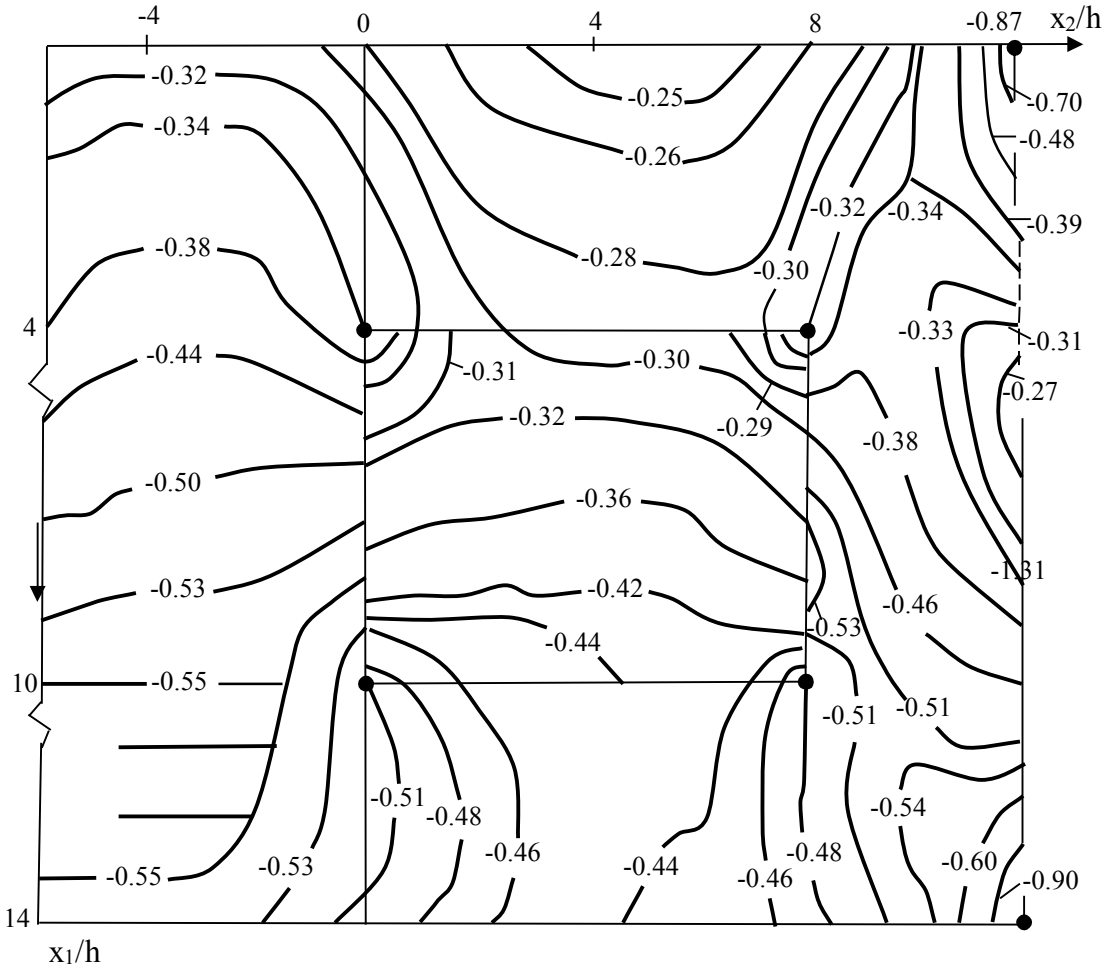


Рис. 2. Изолинии нормальных напряжений $\mathrm{p}^{(\mathrm{i})}+q^{(i)}=const$ в момент времени $t=50k$ (задача I)

оказался существенным и хорошо проявляется взаимовлияние свободной поверхности $x_2 = 0.6$ полосы и инородного включения. Последовательное воздействие плоских волновых фронтов, их взаимодействие с отраженными, преломленными и дифрагированными волнами приводит к динамической концентрации сжимающих напряжений около угловых точек инородного включения, в которых они достигают локальных максимумов. В данный момент времени относительно высокая концентрация формируется около угловой точки Q. Степень концентрации напряжений около угловых точек меняется во времени.

Сравнительный анализ изолиний на рисунках 2 и 3 показывает, что отличительной особенностью напряженного состояния при наличии инородного включения является образование концентрации сжимающих нормальных напряжений $p^{(i)} + q^{(i)}$ около угловых точек инородного включения, уровень которых изменяется во времени вследствие взаимодействия многократно отраженных, преломленных и дифрагированных упругих волн. По сравнению с однородной средой заметно

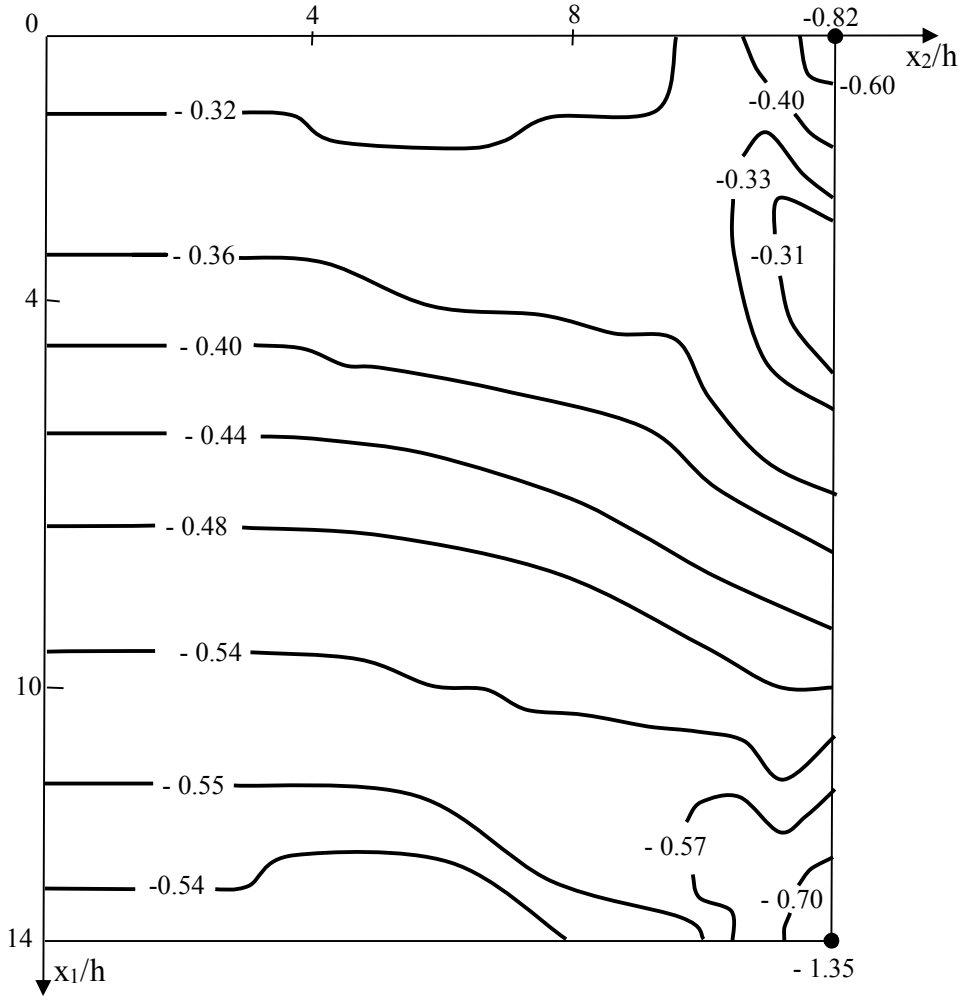


Рисунок 3– Изолинии нормальных напряжений
$p^{(i)} + q^{(i)} = const$ в момент времени
$t = 50k$ (задача 2)

снижается уровень нормальных напряжений $p^{(i)} + q^{(i)}$, что обусловлено наличием инородного включения с акустической жесткостью, вдвое меньшей жесткости материала основного прямоугольного тела. Кроме того, наличие инородного включения значительно сказывается на характере рас-

пределения напряжений. На боковых контактных границах (PQ, GS) разнородных материалов отчетливо видны конечные разрывы напряжений, причем, в основном теле с большей жесткостью нормальные напряжения $p^{(i)} + q^{(i)}$ превышают их значения в области инородного включения, а при переходе из одной области в другую вдоль оси x_1 / h они изменяются непрерывно. Общим для двух задач 1, 2 является наличие наибольших градиентов напряжений в окрестности угловых точек прямоугольной полосы. Напряжение $p^{(i)} + q^{(i)}$ в рассматриваемых областях на всем исследуемом отрезке времени $t \in [0;100 \cdot k]$ является сжимающим.

Заключение. В результате проведенных исследований можно заключить, что разработанная методика расчета применительно к нестационарным динамическим задачам с произвольно расположенным инородным включением прямоугольной формы достаточно правильно передает основные закономерности и особенности протекающих волновых процессов и позволяет проводить исследование напряженно-деформированного состояния в неоднородных средах со сложной системой неоднородностей рассмотренных типов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мамаев Ш.М., Борашева Н.Т. Численное исследование распространения динамических возмущений в составных стержнях сеточно-характеристическим методом//Известия НАН РК. – 2015.–№3(301).–С.145–154.

[2] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Abzhapbarov A., **Shomanbayeva M.** The features of a non-stationary state of stress in the elastic multisupport construction // AIP Conference Proceedings. 2016, V. 1759, 020039, http://dx.doi.org/10.1063/1.4959653.

[3] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh. , Shomanbayeva M. " Features of the Wave Field in a Finite Body with a Noncentral Hole," in International Conference «Functional analysis in interdisciplinary applications» (FAIA2017), AIP Conference Proceedings 1880, edited by Tynysbek Kal'menov and Makhmud Sadybekov (American Institute of Physics, Melville, NY, 2017), 060013 (2017); http://doi.org/10.1063/1.5000667.

[4] Аширбаев Н.К., **Аширбаева Ж.Н.** Расчетные соотношения динамической задачи для прямоугольной области с инородными включениями //Вестник КазНИТУ. – 2017. – №4 (122). – С.500–506.

[5] Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math.-1967.-Vol. 25.- No.1.- P. 97-116.

[6] Gavrilov S.N., Herman G.C. Wave propagation in a semi-infinite heteromodular elastic bar suljected to a harmonic loading//J. Sound and Vibr. 2012.–331 с.– № 20.–P.4464-4480.

[7] Kochaev A.L., Brazhe R.A. Mathematical modeling of elastic wave propagation in crystals: 3d-wave surfaces//Acta mechanika, 2011. – Vol.- 222 № 1-2.–P.193-198.

[8] Parvanova S., Dineva P., Manolis George D. Elastic wave fields in a half-plane with free-surface relief, tunnels and multiple buried inclusions// Acta Mechanica. – 2014.– Vol.225.–P.1843–1865.

[9] Lys E.V., Romenski E.I., Cheverda V. A., Epov M. I. Interaction of seismic waves with zones of concentration of initial stresses // Doklady Earth Sciences. - 2013.–Vol.449 (2).– P. 402-405.

[10] Lesan D., Scalia A. On the deformation of or thotropic Cosserat elastic cylinders // Mathematics and Mechanics of Solids, 2011.–Vol. 16(2).–P.177–199.

[11] Israilov M.Sh. Reduction of Boundary Value Problems of Dynamic Elasticity to Scalar Problems for Wave Potentials in Curvilinear Coordinates // Mechanics of Solids. – 2014.–Vol.46, №1.– P.104-108.

[12] Yi-chao Chen. On the dynamic behavior of a class of Cauchy elastic materials// Mathematics and Mechanics of Solids. – 2016.–Vol16(5).– P.563–569.

[13] Dan Sun, Song-Nan Luo The wave propagation and dynamic response of rectangular functionally graded material plates with completed clamped supports under impulse loadoriginal Research Article// European Journal of Mechanics-A/Solids. – 2015.–Vol.30, №3.–P.396–408.

[14] Alexeeva L.A.,Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus //AIP Conference Proceedings, 2015.– Vol.1676, 020067,DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481.

[15] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Shomanbayeva M. Influence of heterogeneity of nature of border fixing on the propagation of two-dimensional waves// AIP Conference Proceedings. – 2015.–Vol. 1676, 020067, DOI: http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493.

Аширбаев Н.Қ., Дуйсебаева П.С., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д.

Бөгде материалмен толықтырылған серпімді ортадағы кернеуліктің динамикалық өрісі

Резюме. Жұмыста ішкі бөлігі кез келген түрде орналасқан тік бұрышты басқа бөгде материалмен толықтырылған серпімді тік бұрышты ақырлы дененің сыртқы бет жағынан қатты штамппен ұрған кездегі динамикалық есеп қарастырылған. Кернеулер мен жылдамдықтар терминінде қойылған аралас есеп айқын айырымдық схема, атап айтқанда сандық кеңістіктік сипаттамалар әдісімен шешілген. Белгілі теңдеулер жүйесіне қосымша ізделінді функцияның бірінші және екінші ретті туындылары үзілісті тік бұрышты бөгде дененің бұрыштық нүктелерінде ізделінді функцияларды табудың шешуші теңдеулер жүйесі алынды. Біртекті емес ортада пайда болатын толқындық өрістің өзгеру процесі изолиниялар түрінде берілген. Алынған сандық нәтижелерді талдау барысында біртекті емес ортаның түйіскен жанасу нүктелері мен бөгде дененің бұрыштық нүктелерінің маңайында кернеулер концентрациясының динамикалық эффектісін зерттеуге мүмкіндік берді..

Түйін сөздер: жылдамдық, кернеу, бөгде дене, кернеулер концентрациясы, сандық шешім.

Ashirbayev N.K., Duisebayeva P.S., Ashirbayeva Zh.N., Alibekova Zh.D.

Dynamic fields of stress in elastic body with foreign inclusion

Summary. The paper deals with the dynamic problem of the normal impact of an absolutely rigid stamp on the face of an elastic rectangular strip of finite dimensions containing an arbitrarily located rectangular foreign inclusion inside it. Formulated in terms of stresses and velocities of displacements, the mixed problem is modeled numerically by means of an explicit difference scheme of the through calculation, based on the method of spatial characteristics. In addition to the known relations, solving equations are obtained at the corner points of a rectangular foreign inclusion in order to find the unknown functions, where their first and second derivatives are discontinuous. In the form of an isoline, the results of a change in the wave fields in an inhomogeneous medium are presented. The analysis of numerical information made it possible to investigate the dynamic effects of stress concentration in the vicinity of the contact of an inhomogeneous medium, as well as near the corner points of a foreign inclusion.

Keywords: speed, voltage, foreign inclusion, stress concentration, numerical solution.

УДК 681.3

Otynshiyeva AM, Musapirova G.D.

RESEARCH METHODS OF SITE OPTIMIZATION

Abstract. Modern web sites, their structure, modern methods of site optimization, such methods of site promotion as cloaking, swapping, doorways, linkbombing, etc. are investigated. Based on this, a realizable concrete solution and visual result is offered.

Keywords: website, optimization, tags, content, promotion, resource, relevance, IP-address.

А.М Отыншиева, Г.Д.Мусапирова
(Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
НАО Алматинский университет энергетики и связи)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ САЙТА

Аннотация. Исследованы современные веб-сайты, их структура, современные методы оптимизации сайтов, такие способы раскрутки сайтов как клоакинг, свопинг, дорвеи, линкбомбинг и др. На основе этого предложено реализуемое конкретное решение и наглядный результат.

Ключевые слова: веб-сайт, оптимизация, теги, контент, продвижение, ресурс, релевантность, IP-адрес.

Внутренняя оптимизация сайта — комплекс работ над внутренними факторами сайта согласно требованиям поисковых систем, с целью улучшения релевантности сайта продвигаемым запросам. И он состоит из следующих из множество этапов.

Этап 1. На первом этапе мы рассмотрим такой тег, как «title» — данный тег определяет заголовок страницы и что в свою очередь является важным аспектом в продвижении. При отсутствии или дублировании содержимого тега «title» что может негативно сказывается на позициях сайта. Поэтому очень важно для каждой страницы сайта прописать уникальный и оптимизированный «title», который в точности будет отображать содержание страницы. Рекомендуется использовать не более 70 символов для описания заголовка. Для краткого описания содержимого страницы используется мета-тег «description». Хотелось бы отметить, что содержимое мета - тега «description» должно быть уникальным, оптимизированным, количество символов не должно привышать160 для каждой страницы. Для краткого описание ключевых слов, используется мета-тег «keywords», по которым ведется продвижение страниц сайта. В описаниях «title», «description», «keywords» очень важно использовать ключевые слова из собранных вами значений. [1-4]

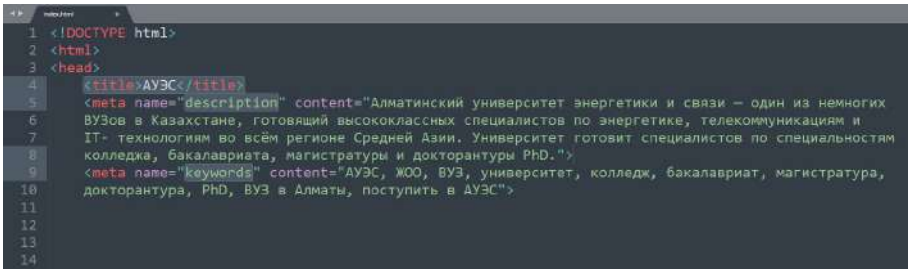


Рис.1. Мета-тег «description».

Этап 2. Анализ структуры сайта. Структура сайта — это очень важный аспект в его продвижении. Лучше всего, если структура сайта трехуровневая:

- главная страница, которая дает посетителям представление, о чем сайт;
- тематические разделы, которые раскрывают различные темы данного сайта;
- подразделы, которые более детально раскрывают эти темы.

Этап 3. Оптимизация изображений. За счет использования подходящих графических форматов и эффективного сжатия без потерь суммарный размер страницы может быть уменьшен иногда на 50% и более. Изображения, полученные с фотоаппаратов или сохраненные в некоторых графических редакторах, могут содержать много килобайт дополнительной информации, комментариев (т. н. метаданных), а также избыточную цветовую палитру.

Существует несколько графических форматов, поддерживаемых всеми современными браузерами: PNG-8, PNG-24, JPEG, GIF, ICO. Каждый из этих форматов позволяет в определенных ситуациях получить значительный выигрыш в размере по сравнению с другими форматами.

Для успешного продвижения сайта по изображениям стоит уделить внимание оптимизации их атрибутов: «Alt», «Title». Описание должно полностью соответствовать содержимому картинки. На одной и той же странице должны быть разные alt теги. Если использовать одни и те же ключи для всех изображений, эта страница будет плохо ранжироваться, и есть шанс попасть под фильтр АГС

Оптимальный объём — от 3-ех до 10-ти слов для alt. Title должен быть длиннее, более развёрнутым. Тексты для alt и title должны отличаться.

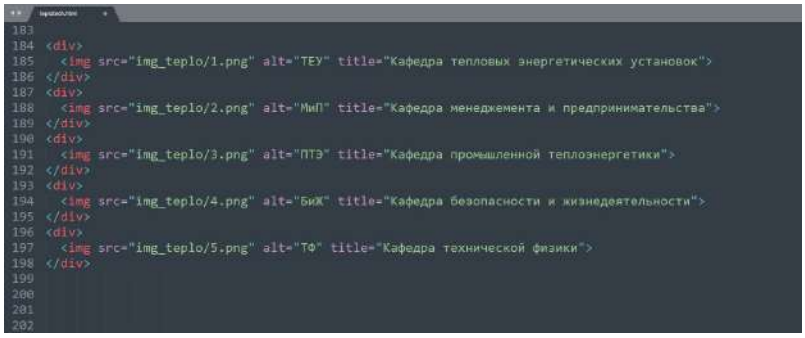


Рис.2. Оптимизации атрибутов

Этап 4. Название файлов картинок. Плюсом для продвижения сайта будет, если названия файла картинок будут понятными и оптимизированными в соответствии с продвигаемыми ключевыми словами.

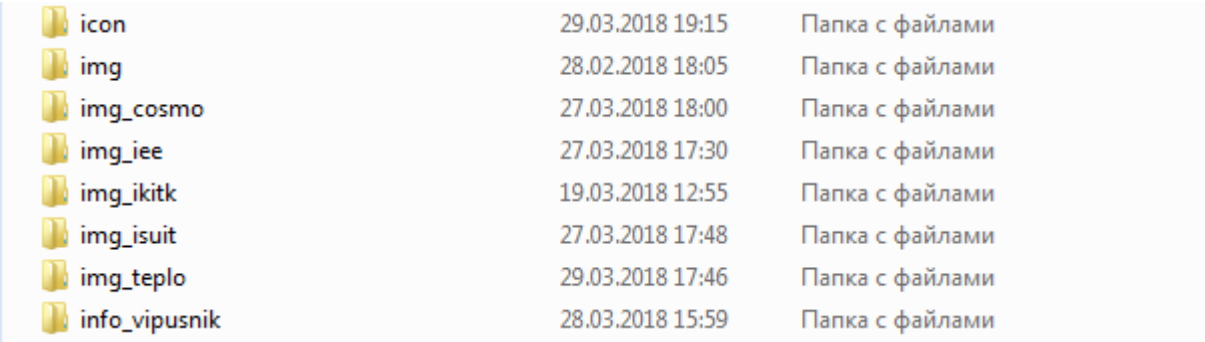


Рис.3. Соответствие ключевых слов

Этап 5. Оптимизация заголовков. Поисковые системы при ранжировании страниц сайта придают большое значение содержимому тегов заголовков. Стоит учитывать, что заголовок должен встречаться на странице всего один раз. При размещении заголовков на странице должна соблюдаться иерархия: Первый тег должен быть всех крупнее, а остальные меньше по размеру первого тега. Рекомендуется в описания заголовков включать ключевые слова, по которым ведется продвижение страницы. [5,6]

```
150
151 <h1 class="container">Форма обучения</h1>
152     <h2 class="align-center pb-3 mbr-fonts-style display-2">Заочная</h2>
153         <h3 class="mbr-section-subtitle mbr-light mbr-fonts-style display-5">
154         - Обучение по программе бакалавриата только на платной основе.
155             <p>- окончившие колледж (техникум) по родственной специальности и успешно
156             сдавшие тестирование КТА (≥ 35 баллов) (продолжительность обучения - 4 года)
157             - имеющие высшее образование (зачисление на основе собеседования) прием документов
158             и собеседование с 20 июня по 25 августа (продолжительность обучения - 2 ÷ 3 года)</p>
159
160
```

Рис.4. Оптимизация заголовков.

Этап 6. Дублированный контент. Для успешного продвижения на сайте не должно быть страниц с дублируемым контентом. Рекомендуется для каждой продвигаемой страницы сайта написать уникальный и оптимизированный контент. Стоит отметить, что категорически запрещается размещать уникальный контент со своего сайта на других источниках (каталогах, порталах, торговых площадках, форумах, социальных сетях). Также не рекомендуется на своем сайте размещать контент с посторонних ресурсов. [7]

Этап 7. Оптимизация контента. Оптимизация текстов — это залог успешного продвижения сайта по выбранным ключевым словам. Текст должен быть структурирован и логичен. Несколько развернутых предложений лучше оформить в компактную, но весомую фразу. Каждый следующий абзац должен вытекать из предыдущего. Не пишите большие тексты. Интернет – это поле для поиска четких и быстрых ответов. Каждый абзац пишите так, чтобы спровоцировать пользователя читать следующий, но при этом избегайте «воды» в тексте. Четких критериев объема текстов нет, но, по опыту, прочитать больше 3000 знаков на одной странице корпоративного сайта уже довольно сложно.

Этап 8. Наличие сайта в Яндекс.Вебмастер, Google Webmasters, Яндекс Метрика, Google Analytics. Перед оптимизацией сайта необходим тщательный анализ его клиентской производительности, а также четко сформулированная цель оптимизации, ведь в подобном усовершенствовании важен только результат, а не процесс. [8,9]

Веб-аналитика (англ. Web analytics) — система измерения, сбора, анализа, представления и интерпретации информации о посетителях веб-сайтов с целью их улучшения и оптимизации. Основной задачей веб-аналитики является мониторинг посещаемости веб-сайтов, на основании данных ко-

торого определяется аудитория сайта и изучается поведение посетителей для принятия решений по развитию и расширению функциональных возможностей веб-ресурса. Веб-аналитика позволяет не только работать над улучшением сайтов, но и проводить работы по оптимизации бюджета на онлайн-продвижение.

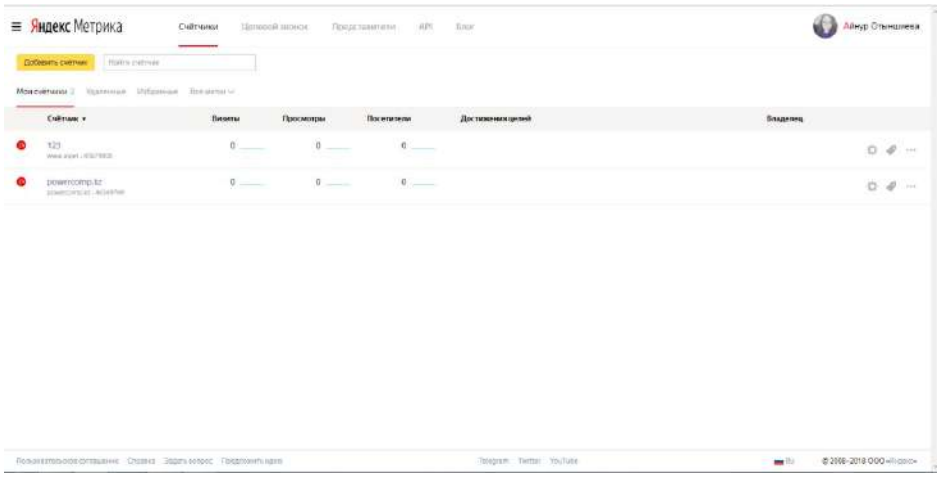


Рис.5. Внешний вид сервиса Яндекс метрика

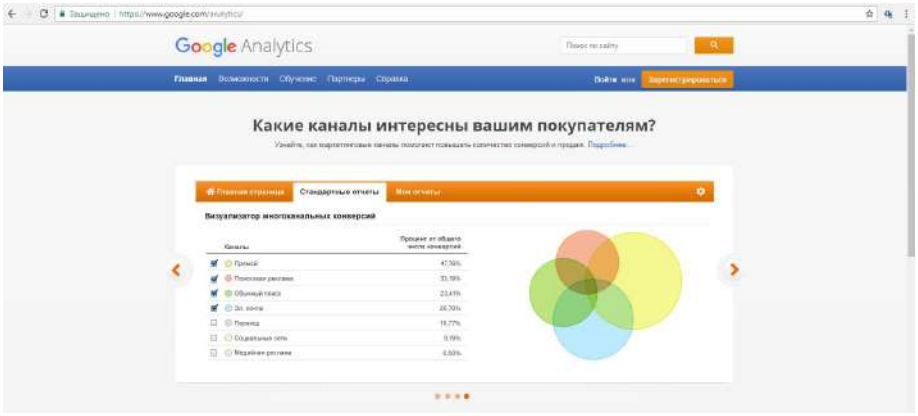


Рис.6. Внешний вид сервиса Google Analytics

В обязательном порядке нужно использовать данные инструменты, чтобы понимать, как работает ваш ресурс, как с ним взаимодействуют пользователи, анализируйте возникающие ошибки и исправляйте их. Это еще один плюс на пути к успешному продвижению сайта.

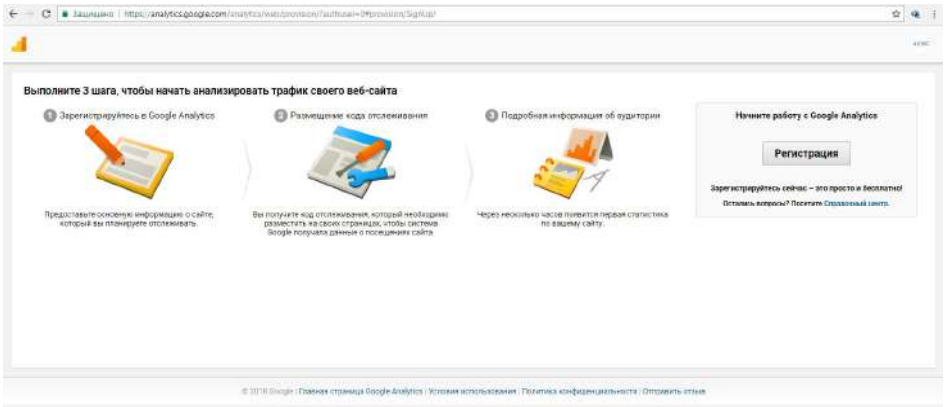


Рис.7. Инструменты усовершенствования сайтов

1. Настройка отслеживании событий (Events). Google Analytics позволяет отслеживать различные действия посетителей сайта, не связанные с их переходом с одной страницы на другую, — например, щелчки по кнопкам, загрузку файлов, взаимодействие со встроенным видео и другое. Этот инструмент сервиса помогает выяснить, какие функции сайта и размещенные на нем призывы к действию оказываются эффективными и какие из них игнорируются посетителями. [10]

2. Наблюдение за скоростью загрузки сайта (Site Speed). Если ваш сайт медленно загружается, вы гарантированно потеряете часть посетителей. Пользователи интернета обычно нетерпеливы и привыкли быстро переключать внимание с одного объекта на другой. Если сайт работает медленно, следует как можно быстрее диагностировать причину и устранить ее.

3. Установка желаемой длины сессии. По умолчанию одна сессия длится 30 минут. Это значит, что если посетитель остается на странице сайта, но не проявляет активности в течение 30 минут, то его следующее действие на сайте будет расцениваться как другое посещение сайта, с отдельной аналитикой. Для некоторых сайтов требуется видеть полный поток одного длительного посещения, независимо от времени простоя.

4. Отслеживание последовательности (Funnels). В Google Analytics можно отслеживать шаги посетителей на пути к достижению определенных целей. Допустим, ваша цель — привести посетителя к покупке товара. Последовательность — это все страницы сайта, составляющие вместе путь посетителя к этой цели. Просматривая данные о последовательностях, вы можете, например, выяснить, на каком этапе воронки продаж некоторые посетители сходят с дистанции.

5. Настройка расширенных сегментов (Advanced Segments). Этот инструмент Google Analytics помогает тонко сегментировать потоки посетителей сайта. Например, вы можете сегментировать различные отчеты сервиса по категориям посетителей, приходящих на сайт по платным рекламным объявлениям, из поисковых систем или путем непосредственного ввода вручную адреса сайта. Вы также можете регулярно наблюдать за тем, что делают ваши посетители при переходе на определенную страницу вашего сайта из поисковых систем.

6. Фильтрование IP-адреса. Некоторые посещения вашего сайта, которые не требуется учитывать, вносят погрешность в аналитику: это могут быть, например, посещения сотрудников вашей компании и повторные посещения спаммеров. Настроив в Google Analytics фильтрацию IP-адресов этих посетителей, вы будете получать более точные данные о посещениях сайта.

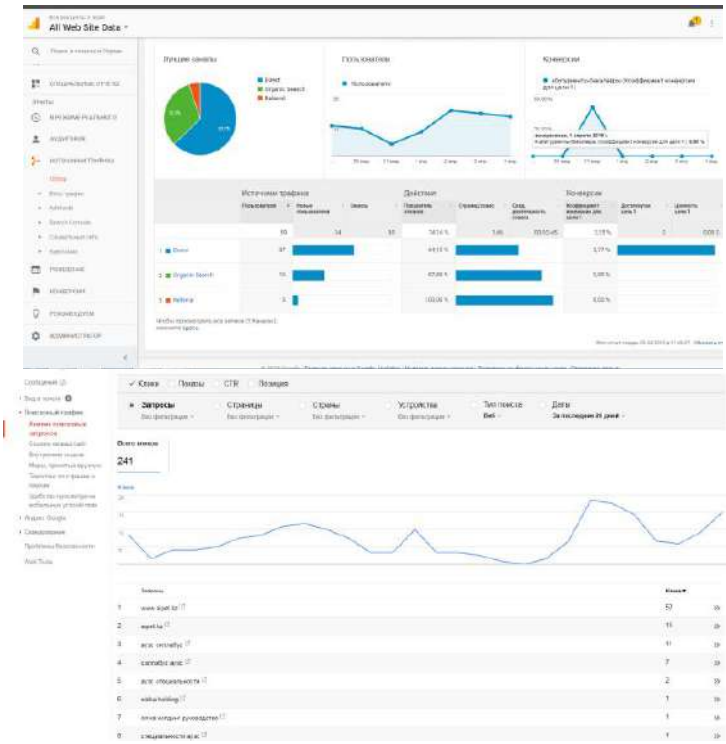


Рис.8. Пример ожидаемого отчета.

Чтобы оптимизировать сайт, нужно знать, какое место в поисковой выдаче он занимает сейчас. Выясните, по каким ключевым словам посетители находят ваш сайт, а по каким нет. Это поможет разобраться в том, что нужно поменять, и понять, что следует оставить как есть. [11]

Этап 9. Социальные кнопки. Социальные факторы оказывают большое влияние на успешное продвижение сайта. В обязательном порядке размещайте у себя на сайте кнопки социальных сетей (vkontakte, facebook, youtube, instagram, и.т.д), создавайте официальные профили в социальных сетях и отслеживайте взаимодействие пользователей с социальных сетей на вашем сайте.

```
644 <div class="col-md-3 col-sm-3 col-xs-12">
645     <h4 class="paragraph">Мы в социальных сетях:</h4>
646         <div>
647             <a href="https://www.youtube.com/channel/UCUnDGC1ddotzf1fpn-hyXDA" target="_blank">
648                 <img src="icon/youtube.png" alt="yt" title="youtube"></a>
649             <a href="https://vk.com/aues_university" target="_blank">
650                 <img src="icon/VK.png" alt="vk" title="vkontakte"></a>
651             <a href="https://www.facebook.com/aues.university/">
652                 <img src="icon/facebook.png" alt="fb" title="facebook"></a>
653             <a href="https://www.instagram.com/aues_university/" target="_blank">
654                 <img src="icon/instagram.png" alt="ig" title="instagram"></a>
655         </div>
656 </div>
657
658
659
```

Рис.9. Создание социальных кнопок

Этап 10. Микроразметка — своего рода единый язык, который одинаково понимают и трактуют поисковые роботы Google, Яндекс, Bing, Yahoo. Об этом они «договорились» еще в далеком 2011 году. Язык этот состоит из специальных тегов (например ,) и их содержимого. С помощью микроразметки можно показать роботам, что определенный текст или другие элементы на странице важны и принадлежат к определенному типу данных (поисковые роботы еще несовершенны в трактовке смысла контента и расстановке приоритетов).

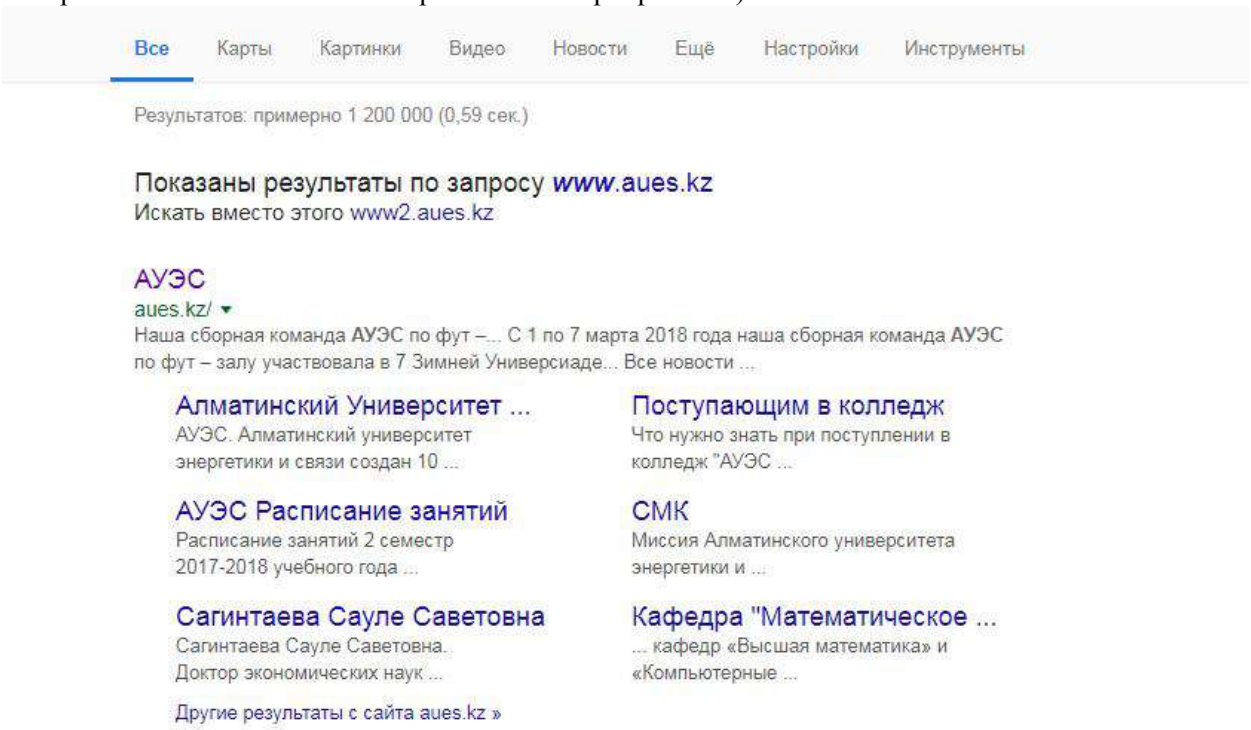


Рис.9. Микроразметка

Этап 11. Наличие исходящих ссылок на посторонние ресурсы. Очень важно проверить, не ссылается ли ваш сайт на какие-либо посторонние ресурсы. Особенно важно определить, не ссылаетесь ли вы на различные запрещенные ресурсы или сайты посторонней тематики. Если вы обнаружите такого рода ссылки на вашем сайте, то рекомендуется их удалить.

Нужно следить за тем, на какие источники ссылается ваш ресурс. В противном случае это может негативно сказаться на продвижении вашего сайта.

Поэтапно проанализируйте свой сайт, найдите все существующие проблемы во внутренней оптимизации и исправьте их в соответствии с указанными рекомендациями.

Этап 12. Мобильная версия

Поисковая оптимизация не будет полной без удобочитаемой мобильной версии — ведь сегодня большинство пользователей просматривают сайты со своих мобильных устройств.

Выводы

Не смотря на всевозможную доступность всевозможной информации, не владея специальным образованием и опытом, не возможно, сделать хорошую работу по оптимизации веб-сайтов. В этой работе изложены результаты огромной работы, как это устроена в нашем мире, за очень хорошей работой и красивым результатом всегда стоит большой опыт и огромная работа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://netpeak.net/ru/blog/mikrorazmetka-chto-nuzhno-znat-seo-spetsialistu-o-slovaryakh-i-sintaksise/

[2] http://www.sembook.ru/book/optimizatsiya-sayta-v-detalyakh/seo-optimizatsiya-teksta/

[3] https://www.google.com/analytics/analytics/features/

[4] https://www.google.kz/intl/ru_ALL/analytics/learn/setupchecklist.html

[5] http://lovim.net/

[6] https://speedupyourwebsite.ru/books/reactive-websites/ReactiveWebsites.v1.4.pdf

[7] Эрик Энж, Стефан Спенсер, Рэнд Фишкин, Джесси Стрикчиола, SEO – искусство раскрутки сайтов, Санк - Петербург, 2014

[8] https://metrika.yandex.ru/list/

[9] https://www.google.com/webmasters/tools/search-analytics?hl=ru&authuser=1&siteUrl=http://www.aipet.kz/

[10] https://analytics.google.com/analytics/web/?hl=ru#realtime/rt-overview/a105007555w156814452p158356185/

[11] http://lovim.net/2015/07/12-sovetov-po-poiskovoj-optimizacii-s-chego-nachat-infografika/

[12] http://lovim.net/2014/06/seo-audit-sajta/

[13] Винаш Кошик, Веб – аналитика на практике, 2008

[14] Мациевский Н.С., Евгений Степанищев, Реактивные веб – сайты. 2010

Отыншиева А.М., Мусапирова Г.Д.

Исследование методов оптимизации сайта

Түйіндеме. Заманауи веб-сайттар, олардың құрылымы, сайттарды оптималдаудың занауи тәсілдерін, сондай-ақ клоакинг, свопинг, дорвеи, линкбомбинг және т.б. сияқты сайттарды жылжыту әдістері зерттеліп, соның негізінде іске асырылатын шынай шешім ұсынылған.

Түйін сөздер: веб-сайт, оптимизалдау, теги, контент, жылжыту, ресурс, релевантілік, IP-адрес.

Otynshiyeva AM, Musapirova G.D.

Research methods of site optimization

Summary. Modern web sites, their structure, modern methods of site optimization, such methods of site promotion as cloaking, swapping, doorways, linkbombing, etc. are investigated. Based on this, a realizable concrete solution and visual result is offered.

Keywords: website, optimization, tags, content, promotion, resource, relevance, IP-address.

УДК 510.5, 519.768.2

A.ZH. Kartbayev

A LEARNING OF THE KAZAKH LANGUAGE MODEL INTERPOLATION PARAMETERS

Abstract. A new variation of language model has been trained on a large Kazakh training set. The language model is crucial part of the statistical machine translation system. The evaluation of the language model based on new parameters indicates that the new model significantly outperformed a baseline model and ideally suits for machine translation experiments.

Key words: language model, machine translation, probablity model, kazakh corpora.

А.Ж. Картбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, a.kartbayev@gmail.com)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА

Аннотация. Для данного исследования была разработана новая языковая модель, подготовленная на большом казахском корпусе текстов. Языковая модель служит основным компонентом систем машинного компонента. Оценка языковой модели на основе новых параметров показывает значительную эфективность новой модели и пригодность для использования в экспериментах машинного перевода.

Ключевые слова: языковая модель, машинный перевод, вероятностная модель, казахский корпус.

Корпус**.** Данный корпус был использован для создания нашей языковой модели. Основная трудность этого исследования заключалась в том, что изначально не был готов к использованию корпус на казахском языке. В начале этой исследовательской работы мы получили корпуса из различных доменов. Мы собрали основу одноязычного корпуса в Интернете, ниже приведены основные статистические данные (табл.1), собранные для этого исследования. Мы также применили нормализацию данных после завершения этапа сбора, чтобы сделать его пригодным для подготовки модели.

Таблица 1. **Статистические данные по корпусу казахского языка**

Корпус	Домен	Применение	Количество предложении	Язык	Количество токенов
Жас алаш	новости	разработка	~1,600,000	казахский	53,520,000
Законы	юрид.	разработка	~240000	казахский	8,000,000
Другие	новости	тестирование	~100000	казахский	3,500,000

Языковая модель**.** Мы рассмотрим n-граммы языковой модели (табл. 2) из одноязычного корпуса, где распределение вероятности слов w_i, длиной I, определяется как:

$$p(w_1, \ldots, w_I) = \prod_{i=1}^{I} p(w_i | w_1 \ldots w_{i-1}), \quad (1)$$

где совместная вероятность последовательности слов вычисляется с использованием правила цепочки в виде произведения условной вероятности предшествующих слов[1]. Суть модели заключается в том, чтобы предсказать вероятность появления последующих слов, даже если нет дополнительной информации о новой последовательности в наборе данных для обучения.

Модель указывает на определенные контексты слов и устанавливает определенную связь между предложениями, имеющими одну и ту же фиксированную историю предыдущих слов $w_1 \ldots w_{t-1}$, которая хранит информацию о потенциальном количестве достижимых последовательностей.

$$p(w_1, \ldots, w_I) = \prod_{i=1}^{I} p\left(w_i \middle| w_{i-(n-1)} \ldots w_{i-1}\right). \quad (2)$$

Условную вероятность n-граммы с порядком n для $n-1$ слов по их относительной частоте можно определить как:

$$p\left(w_i \middle| w_{i-(n-1)}, \ldots, w_{i-1}\right) = \frac{count(w_{i-(n-1)}, \ldots, w_{i-1}, w_i)}{count(w_{i-(n-1)}, \ldots, w_{i-1})}. \quad (3)$$

Назовем ЯМ по мере длины последовательности n-граммы, в зависимости от значения *n*, униграммной, би-граммной или n-граммной моделью. Модель используется для определения грамматической связи между словами предложения. Если они выражают значимое семантическое отношение, то они должны быть отнесены к более высокой вероятности, в противном случае последовательностям следует назначать более низкую вероятность.

Таблица 2. Исходные данные по языковым моделям.

Инструмент	Размер модели, Мб	Перплексивность	Корпус
KenLM	521.2	296.51	Жас алаш
SRILM	117.7	289.92	Законы
IRSTLM	78.6	271.20	Др.газеты

Интерполяция. В связи с разреженностью данных большинство n-грамм могут быть не замечены в наборе данных для обучения. Хотя n-грамма может быть грамматически правильной и показывать высокую вероятность, иногда вероятность слова в ЯМ, относящаяся к ним, будет равна нулю. Это может привести к непредсказуемым результатам, но мы можем улучшить некоторые параметры этой ЯМ.

Интерполяция — это линейная структура распределения вероятностей высокого и нижнего порядка в модели. На самом деле, распределения низкого порядка используются для упорядочения распределении высокого порядка, в результате чего каждая n-грамма вносит весомый вклад в общую вероятность модели. Тогда общая вероятность определяется следующим образом:

$$P_n = \sigma_1 P_1(w_n) + \sigma_2 P_2(w_n|w_{n-1}) + \ldots + \sigma_n P_n(w_n|w_1, \ldots, w_{n-1}) \quad (4)$$
$$0 \le \sigma_i \le 1, \sum \sigma_i - 1$$

Интерполяция отображает взвешенную сумму вероятностей, рассчитанную по корпусу текстовых данных для обучения языковой модели. Этот показатель демонстрируют надежность распределения по каждому из порядков n-граммы на основе данных из набора.

Сглаживание Кнезера-Нэя. Сглаживание языковой модели объединяет влияние методов интерполяции и отсрочки для создания вероятностей последовательности слов, ближайших к фактическому распределению слов.

Существует несколько методов сглаживания, но мы хотим рассмотреть метод сглаживания Кнезера-Нэя, который является одним из самых популярных в современных системах. Принцип сглаживания Кнезера-Нэя основан на идее, что некоторые слова могут часто встречаться с определенными словами в виде постоянной фразы, и они демонстрируют высокую частоту в n-грамм моделях высшего порядка, в противоположном случае появление таких униграмм в моделях нижнего порядка является редким.

Эта вероятность определяется следующим образом:

$$P_{KNey}\left(w_i \middle| w_{i-n+1}^{i-1}\right) = \begin{cases} \frac{\max\left(count\left(w_{i-n+1}^{i-1}\right) - D, 0\right)}{count\left(w_{i-n+1}^{i-1}\right)} & \text{if } count\left(w_{i-n+1}^{i}\right) > 0 \\ \gamma\left(w_{i-n+1}^{i-1}\right) P_{KNey}\left(w_i \middle| w_{i-n+2}^{i-1}\right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

где γ — связаннон с контекстом значение, который обеспечивает правильное распределение вероятности. Распределение низкого порядка может быть определено как:

$$P_{KNey}\left(w_i|w_{i-n+2}^{i-1}\right) = \frac{count(w_{i-n+2}^{i})}{\sum_{w_i} count(w_{i-n+2}^{i})} \quad (6)$$

где $count\left(w_{i-n+2}^{i}\right)$ обозначает предыдущие уникальные слова n-грамм[2].

Вычисление сглаженных вероятностей ЯМ требует набор различных параметров. Это делает процесс более трудным, чем другие методы сглаживания.

Таблица 3. Показатели улучшенной языковой модели.

Инструмент	Метод сглаживания	Перплексивность модели	BLEU для каз-анг. перевода
KenLM	Кнесер-Нея	102.54	20.59
SRILM	интерполированный	94.38	20.64
IRSTLM	backoff KH	92.37	13.85

Анализ качества языковой модели. Существует несколько способов определения качества ЯМ. Наш метод основывается на наборе данных разработки и вычисляет независимую меру качества ЯМ по перплексивности (табл.3). Перплексивность основывается на исходных данных, называемых энтропией, которая измеряет неопределенность распределения как:

$$H(p) = -\sum_x p(x)\log_2 p(x). \quad (7)$$

Для данной последовательности $(w_1, \ldots, w_m)$ перекрестная энтропия $H(P)$ языковой модели P определяется следующим образом:

$$H(P) = -\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} \log_2 P(w_i|w_1, \ldots, w_{i-1}). \quad (8)$$

Перплексивность представляет собой преобразование перекрестной энтропии и вычисляется как:

$$PP = 2^{H(P)} \quad (9)$$

Фактически, он является положительным числом, уменьшая которое, ЯМ становится лучше[3]. Кстати, значения перплексивности двух различных ЯМ сопоставимы, если они используют один и тот же словарный запас.

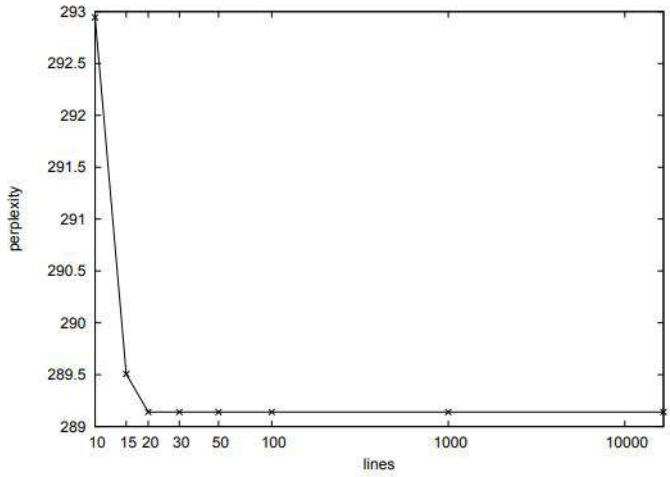


Рис. 1. Статистические показатели модели.

Выводы**.** Мы используем интерполяцию для повышения надежности предсказаний слов в ЯМ. Эти методы решают проблему разреженности данных при использовании распределения вероятности низкого порядка. Нам было необходимо так сгладить модель, чтобы выявить незамеченные n-граммы в учебном корпусе. Если для назначения вероятностей не существует n-грамм высокого порядка, мы переключимся на n-граммы низкого порядка с более богатыми статистическими данными. Мы показали, что характеристики модели могут быть улучшены путем непосредственного исследования основных показателей в наборе разработки.

Существует вероятность, что функция определения сложных выражений может устранить ошибки, путем использования дополнительных источников информации. Безусловно, некоторая малая часть ошибок обусловлена структурными ограничениями модели, только смягчение модели или использование последующей обработки позволят устранить все ошибки.

Все модели были созданы с помощью инструментов с открытым исходным кодом[4][5][6].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Chen S., Goodman J. An empirical study of smoothing techniques for language modeling // In Proceedings of Association Computational Linguistics. - Santa Cruz. – 1996 - p.310-318.

[2] Kneser R., Ney H. Improved Backing-Off for n-gram Modeling // Proceedings of IEEE Conference on Acoustics, Speech, Signal Processing. – Berlin. – 1995 – p.181-184.

[3] Brown P., Della Pietra V., Mercer R., Della Pietra S., and Lai J. An estimate of an upper bound for the entropy of English // Computer Linguists.- vol. 18. – 1992 – p.31-40.

[4] Federico, M., Bertoldi, N., and Cettolo, M. IRSTLM: an open source toolkit for handling large scale language models // In Proc. INTERSPEECH. – Tokyo.- 2008 - p.1618–1621.

[5] Heafield, K., Pouzyrevsky, I., Clark, J. H., and Koehn, P. Scalable modified Kneser-Ney language model estimation // In Proc. ACL, - Genova. -2013 - p.690–696.

[6] Koehn P., Hoang H., Birch A., Callison-Burch C., Federico M., Bertoldi N., Cowan B., Shen W., Moran C., Zens R., Dyer C., Bojar O., Constantin A., Herbst E. Moses: open source toolkit for statistical machine translation // Proceedings of the 45th Annual Meeting of the ACL on Interactive Poster and Demonstration Sessions – Praha.- 2007. - p. 177-180.

[7] Moore R.C. A discriminative framework for bilingual word alignment // Proceedings of the conference on Human Language Technology and Empirical Methods in Natural Language Processing, HLT.- Vancouver. – 2005.- p.81-88.

[8] Bekbulatov, E. and Kartbayev A. A study of certain morphological structures of Kazakh and their impact on the machine translation quality // Proceedings of the IEEE 8th International Conference on Application of Information and Communication Technologies.-2014.- Astana.- p.495-501.

[9] Nirenburg S. Knowledge-Based Machine Translation // Machine Translation, Springer.- 1989 .vol.4, №1.- p.5–24.

[10] Nagao M. A framework of a mechanical translation between Japanese and English by analogy principle // Proceedings of the international NATO symposium on Artificial and human intelligence.-Lyon.-1984.-p. 173-180.

[11] Ziemski M., Junczys-Dowmunt M. and Pouliquen B. The United Nations Parallel Corpus // Proceedings of Language Resources and Evaluation, LREC.- Slovenia.- 2016.- p.3530-3534.]

[12] Koehn P. Europarl: A Parallel Corpus for Statistical Machine Translation // Proceedings of the 10th Machine Translation Summit. - Phuket. - 2005. - p. 79—86.

[13] Boitet C. Bernard Vauquois' contribution to the theory and practice of building MT systems // Proceedings of the 6th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering. – Beijing. - 2010. – p.331-334.

[14] Oswald V.A. and Fletcher S.L. Proposals for the mechanical resolution of German syntax

[15] Patterns // Modern Language Forum.- Berlin.- 1951.- p.21-24.

[16] Hutchins J., Dostert L., Garvin P. The Georgetown-I.B.M. experiment // Conference of Association Machine Translation in the Americas, AMTA.- Washington.-2004.-p. 124-135.

[17] Yang J., Lange E.D. SYSTRAN on AltaVista A User Study on Real-Time Machine Translation on the Internet // Third Conference of the Association for Machine Translation in the Americas, AMTA.- Langhorne.- 1998.- p.275-285.

[18] Luckhardt D. SUSY: Capabilities and range of application // Journal of Cultural and language Communication.- 1982.- vol. 1, №4.- p.213-219.

[19] Nirenburg S. Progress in machine translation.- IOS Press,1993.- p. 246.

Қартбаев А.Ж.

Қазақ тілі моделінің инетрполяция параметрлерін зерттеу

Түйіндеме. Қазақ корпусы негізінде құралған тілдік модель зерртелді. Қазақ тілі моделі статистикалық машинамен аудару жүйесінің негізгі компоненті болып табылады. Жаңа модельді бағалау кезінде, оның машинамен аудару эксперименттеріне қолайлылығы және жаңа параметрлерінің арқасында бұрынғыларынан ұтымдылығын көрсетті.

Түйін сөздер: тіл моделі, машинамен аудару, ықтималдық моделі, қазақ корпусы.

Kartbayev A.ZH.

A learning of the Kazakh language model interpolation parameters

Abstract. A new variation of language model has been trained on a large Kazakh training set. The language model is crucial part of the statistical machine translation system. The evaluation of the language model based on new parameters indicates that the new model significantly outperformed a baseline model and ideally suits for machine translation experiments.

Key words: language model, machine translation, probablity model, kazakh corpora.

УДК 531.02:539.23:548.571

А.Е. Альжанова, А.А. Азмуханов
(Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан,
aliya.alzhan@yandex.kz)

НАНОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ SiO_2/Si ПОСЛЕ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Аннотация. Исследованы наномеханические свойства систем SiO_2/Si до и после облучения. Исследование наномеханических свойств позволяет изучить твердость и модуль Юнга структуры после облучения на наноуровне. Слой диоксида кремния облучался быстрыми тяжелыми ионами Xe (1×10^9 см$^{-2}$, 200 МэВ). После облучения быстрыми тяжелыми ионами в слое диоксида кремния формируются латентные треки. Треки – своеобразные протяженные цилиндры, размерами около 5-10 нм, сформированные в местах падения быстрого тяжелого иона. В данной работе было изучено влияние данных треков на твердость облученного слоя диоксида кремния. Посредством наноиндентора высокого разрешения TI Premier Multiscale была измерена твердость и модуль Юнга для облученной системы SiO_2/Si. Измерения на наноинденторе высокого разрешения TI Premier Multiscale были выполнены в режиме Standard, т.е. при использовании стандартного трансдьюсера при комнатной температуре. Согласно, специфике работы на приборе TI Premier Multiscale перед каждым измерением проводилась поэтапная калибровка прибора. Для калибровки прибора использовались образцы кварца и поликарбоната с числом пробных индентирований – 100. По результатам измерений твердости систем SiO_2/Si до и после облучения, можно сделать вывод, что формирование латентных треков оказывает незначительное влияние на твердость слоя диоксида кремния.

Ключевые слова: ионное облучение, трек, диоксид кремния, твердость, наноиндентирование.

Введение. Облучение образцов SiO_2/Si быстрыми тяжелыми ионами высоких энергий, проводимое на ускорителе DC-60 (г. Астана, Казахстан) позволяет моделировать облучение осколками деления в реальных условиях эксплуатации систем SiO_2/Si в качестве элементов опто-, микро-, наноэлектроники в космической технике или при использовании их в качестве активного элемента газового сенсора.

Облучение систем SiO_2/Si происходило ионами Xe с энергией 200 МэВ и флюенсом 1×10^9 см$^{-2}$. В работах [1-11] доказано, что при данных условиях облучения в слое диоксида кремния образуются латентные треки, которые впоследствии могут быть сформированы в систему наноканалов правильной округлой формы, т.е. мы получаем своеобразную диэлектрическую матрицу, которая может быть заполнена различными веществами и их соединениями, для создания нового наноматериала.

В связи с тем, что пробег ионов в слое диоксида кремния составляет всего несколько мкм, наиболее подходящими методами исследования изменения механических свойств, облученных материалов являются методы наноиндентирования [12,13].

Наноиндентирование заключается во вдавливании в поверхность жесткого индентора с одновременной записью его нагрузки и перемещения. Обработка кривой наноиндентирования позволяет

получить такие характеристики материала, как твердость, модуль Юнга, характеристики ползучести, предел текучести, коэффициент вязкости разрушения, а также рассчитать остаточные напряжения. Так, например, одним из быстроразвивающихся направлений в наноиндентировании реакторных материалов является испытание мини-образцов на изгиб и сжатие, что обеспечивается выбором специальных режимов нагружения вместе с формой индентора [14].

В данной работе посредством наноиндентора TI Premier Multiscale высокого разрешения были исследованы наномеханические свойства систем SiO_2/Si до и после облучения.

Эксперименты. Структуры SiO_2/Si, изготовленные термическим оксидированием кремниевой подложки КДБ 12 диаметром 100 мм с кристаллографической ориентацией (100) в атмосфере влажного кислорода при 900 ^{0}C облучались на ускорителе DC-60 быстрыми тяжелыми ионами ксенона с энергией 200 МэВ при флюенсе 1×10^9 см$^{-2}$. Толщина оксидного слоя по данным эллипсометрии составляла 600 нм. Для облучения образцы вырезались до размеров 1×1 см. После облучения были исследованы наномеханические свойства системы SiO_2/Si. Для чистоты эксперимента, также были исследованы наномеханические свойства необлученных систем SiO_2/Si.

Наномеханические свойства были исследованы посредством использования наноиндентора высокого разрешения TI Premier Multiscale производства компании Hysitron, США (г. Астана, Казахстан) (рисунок 1).



Рис. 1. Наноиндентор TI Premier Multiscale

Все измерения на наноинденторе проводились с контролем глубины внедрения индентора. Глубина задавалась, как 600 нм, что соответствует величине облученного слоя диоксида крмения. Измерения с контролем глубины внедрения проводились для облученных образцов SiO_2/Si, и это вызвано тем, что в результате ионного облучения поверхность повреждается неоднородно, а контроль глубины внедрения позволяет определить критические глубины внедрения для исключения вклада необлученного материала в полученные значения твердости [15].

Для измерений использовался трансдьюсер типа – Standard, т.е. максимальная величина нагрузки - 10 000 мкН, в качестве Load Function была выбрана стандартная трапеция с hold time (время удержания) – 10 секунд. Перед проведением механических испытаний были проведены все необходимые калибровки наноиндентора. Для проведения калибровки machine compliance на стандартном столике было проведено 100 измерений на плавленом кварце с меняющейся нагрузкой начиная от 5000 μN для преобразователя с максимальной нагрузкой 12 мН. Константа калибровки была получена при последующем анализе всех кривых индентирования с автоматическим построением данных в координатах $1/H^2 - 1/(dP/dH)$ и фитированием. На рисунке 2 представлены результаты калибровки machine compliance для стандартного столика и алмазного индентора Берковича, работающего при максимальной нагрузке 12 мН, константа калибровки в данном случае составила 0.9121.

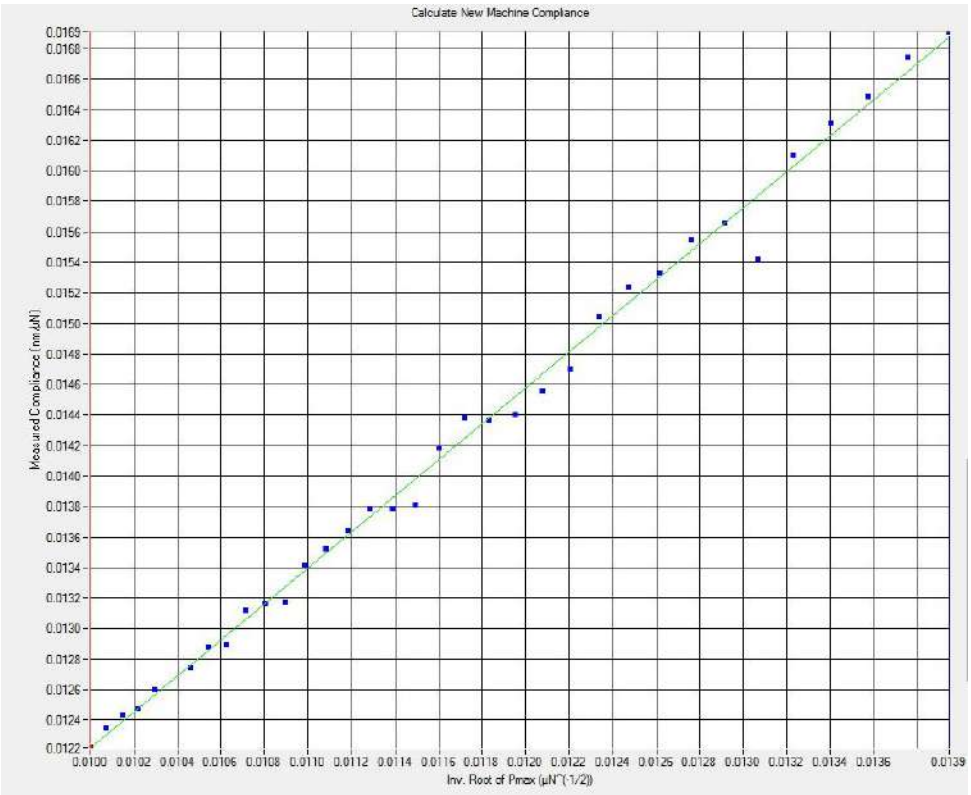


Рис. 2. Результаты калибровки machine compliance при максимальной нагрузке 12 мН.

На рисунке 3 представлена функция формы вершины для алмазного индентора Берковича, работающего при максимальной нагрузке 12 мН.

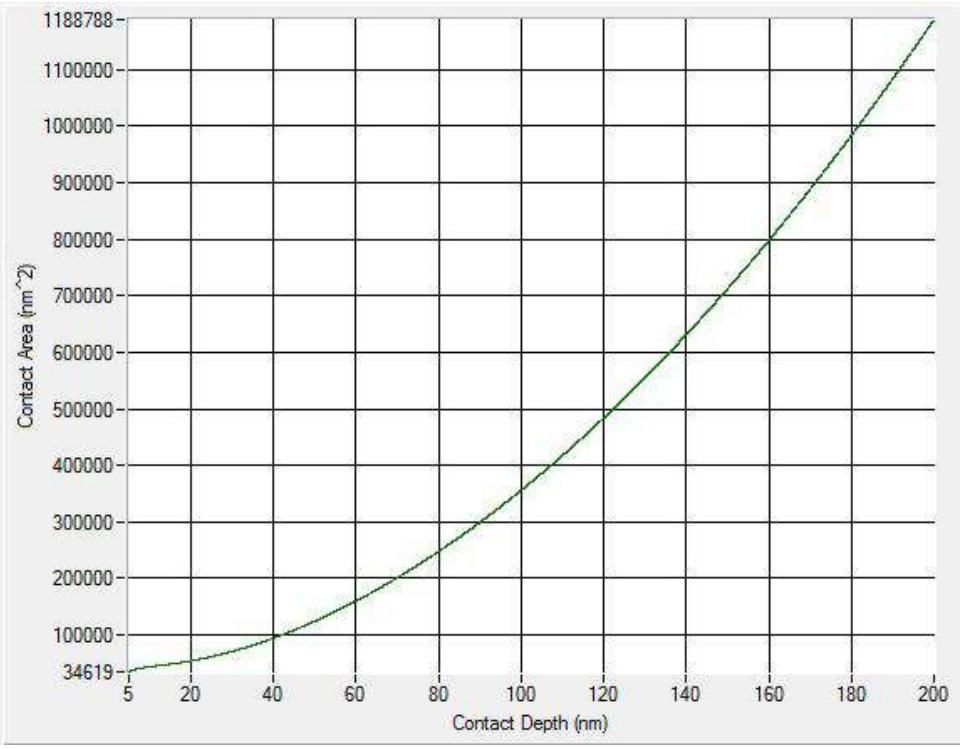


Рис. 3. Результаты калибровки формы индентора при максимальной нагрузке 12 мН.

Калибровка формы индентора (area tip calibration) позволяет учитывать влияние формы вершины индентора при расчете значений твердости и модуля Юнга. Радиус закругления у вершины новой пирамидки Берковича принято считать равным 150 нм. Однако в процессе использования индентора радиус закругления индентора увеличивается, что требует проведения калибровки формы. Калибровки формы индентора были проведены для алмазных пирамидок Берковича, работающих при максимальных нагрузках 12 мН и 2Н при комнатной температуре. Проведение данной калибровки аналогично калибровке machine compliance, однако, диапазон нагрузок должен быть несколько расширен для более точного определения функции, описывающей влияние формы индентора.

Перед каждым проведением измерений также проводились следующие калибровки: калибровка массы индентора, калибровка работы преобразователя и калибровка оптической оси.

Результаты исследования. Ниже на рисунках 4,5 представлены значения твердости и модуля упругости для облученных систем SiO_2/Si соответственно.

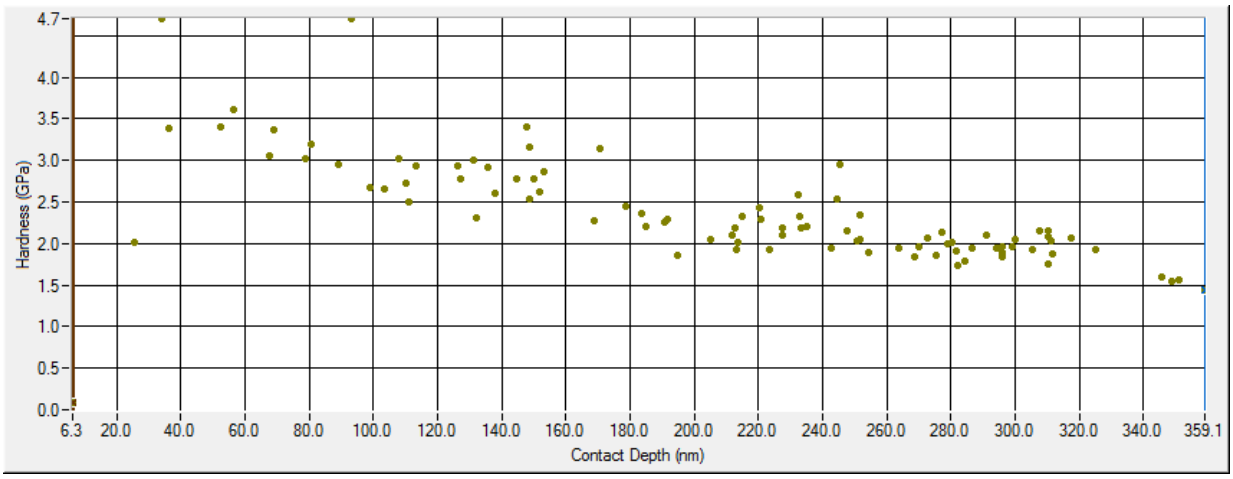


Рис. 4. Значения твердости для систем SiO_2/Si, облученных ионами Xe (200 МэВ, 1×10^9 см$^{-2}$)

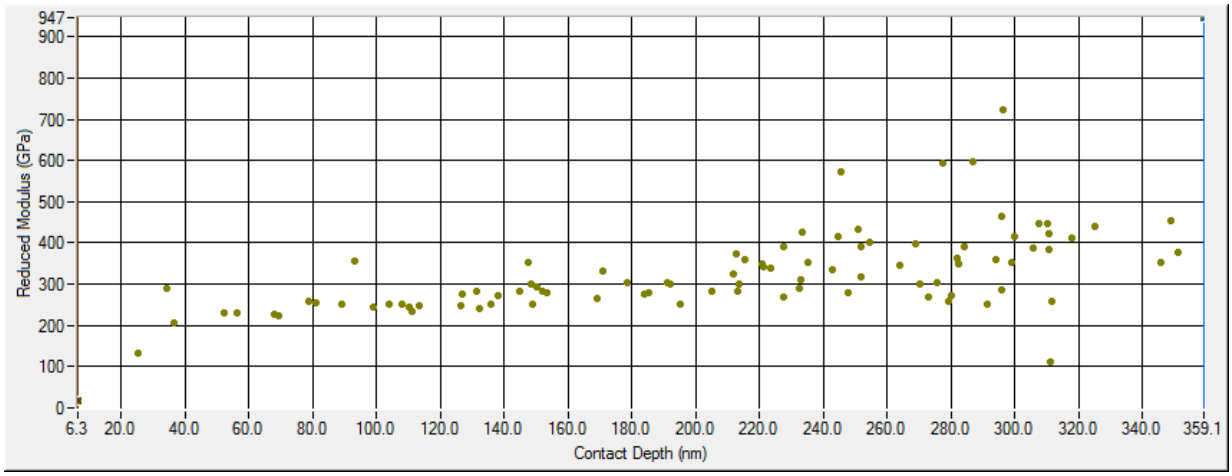


Рис. 5. Значения модуля упругости для систем SiO_2/Si, облученных ионами Xe (200 МэВ, 1×10^9 см$^{-2}$)

По полученным данным твердость облученного образца составляет 2,3 ГПа, а не облученного она равна 2 ГПа.

Заключение

В данной работе были исследованы наномеханические свойства систем SiO_2/Si после облучения быстрыми тяжелыми ионами ксенона. Зная, что облучение слоя диоксида кремния ионами Xe при выбранном нами режиме приводит к созданию латентных треков в местах падения ионов, мы ожидали изменения и в наномеханических свойствах. Измерения твердости и модуля Юнга для облученных

и не облученных систем SiO_2/Si посредством наноиндентора высокого разрешения TI Premier Multiscale помогли сделать следующие выводы: полученные значения несильно отличаются друг от друга, что говорит о незначительном изменении микроструктуры систем SiO_2/Si после облучения быстрыми тяжелыми ионами, но все же данное незначительное различие позволяет еще раз подтвердить формирование латентных треков в облученном слое SiO_2 и в то же время признать, что систему SiO_2/Si можно назвать радиационно-стойким материалом.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Al'zhanova A., Dauletbekova A., Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Akilbekov A., Zdorovets M. Peculiarities of latent track etching in SiO_2/Si structures irradiated with Ar, Kr and Xe ions// Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. – 2016. – Vol. 374. – P. 121-124

[2] Alzhanova A.Ye., Dauletbekova A.K., Komarov F.F., Vlasukova L.A. Trekovoe formirivaniye v structurakh SiO_2/Si i Si_3N_4/Si // Vestnik KarGU. – 2015. – №2(78). – S.4-8.

[3] Komarov F.F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Parkhomenko I, Dauletbekova A., Alzhanova A. Photoluminescence in SiO2/Si structures irradiated with 133 MeV Xe ions // 9th International Symposium on Swift Heavy Ions in Matter: abstract book. – Darmstadt, Germany, 2015. – 136 p.

[4] Vlasukova L., Komarov F., Yuvchenko V., Baran L., Milchanin O., Dauletbekova A., Alzhanova A. et al. Etching of latent tracks in amorphous SiO2 and Si3N4: Simulation and experiment // Vacuum. – 2016. – Vol. 129. – P. 137-141.

[5] Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Dauletbekova A., Alzhanova A. et al. Latent track parameters calculation for SiO2 and Si3N4 // Asian Consortium in Computational: materials of confernce. – Astana, 2014 – 23 p.

[6] Komarov F., Vlasukova L., Yuvchenko V., Dauletbekova A., Alzhanova et al. Simulation of latent track parameters for SiO2 and Si3N4 irradiated with swift ions // Radiation Effects in Insulators and Non-metallic Materials: materials of conference. – Astana, 2014. – P. 34-35.

[7] Vlasukova L.A., Komarov F.F. et al. A new nanoporous material based on amorphous silicon dioxide // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2012. – Vol. 76. – P. 582–587.

[8] Dallanora A., Marcondes T. L. et al. Nanoporous SiO2/Si thin layers produced by ion track etchig: dependence on the ion energy and criterion for etchability // Journal of Applied Physics – 2008. – Vol. 104. – 024307 p.

[9] Toulemonde M., Trautmann C. et al. Track formation and fabrication of nanostructures with MeV-ion beams // Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B. – 2004. – Vol. 216. – P. 1-8.

[10] Vlasukova L.A., Komarov F.F. et al. Etchability of ion tracks in SiO2/Si and Si3N4/Si thin layers // Nanomaterials: Applications and properties. – 2011. – Vol. 2. – P. 393-399.

[11] Vlasukova L.A., Komarov F.F., Yuvchenko V.N. and et al. Threshold and criterion for ion track etching in SiO2 layers grown on Si // Vacuum. – 2014. – Vol. 105. – P. 107-110.

[12] Oliver W. C., Pharr G. M. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments //Journal of materials research. – 1992. – v. 7. – №. 06. – P. 1564-1583.

[13] Golovnin Yu.I. Nanoindentirovanie i mekhanicheskie svoistva tverdykh tel v submicroobemakh, tonkikh pripoverkhnostnykh sloyakh i plenkakh // FTT. – 2008. – t.50, vyp.12. – S. 2113-2142.

[14] Pouchon M. A., Chen J., Ghisleni R., Michler J., Hoffelner W., Characterization of Irradiation Damage of Ferritic ODS Alloys with Advanced Micro-Sample Methods, Experimental Mechanics January. - 2010, v. 50, № 1, P. 79-84.

[15] W.C. Oliver and G.M. Pharr, Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation: Advances in understanding and refinements to methodology, J. Mater. Res. – 2004. – v.19, P. 3–20.

Альжанова А.Е., Азмуханов А.А.

SiO_2/Si құрылымдарының иондық сәулендіру әсеретін кейін наномеханикалық қасиеттері зертеуі

Түйіндеме. SiO_2/Si құрылымдарының наномеханикалық қасиеттері иондық сәулендіру әсеретін кейін және сәулелндіру жоқ жағдайда наномеханикалық қасиеттері зерттеленген. Наномеханикалық қасиеттерін зерттеуі құрылымының иондық сәулендіру әсеретін кейін қаттылықты пен Юнг модулі зерттеуге мүмкіндік береді. Крений диоксиды Xe тез ауыр иондармен сәулелендірінген (1×10^9 $см^{-2}$, 200 МэВ). Ауыр иондармен сәулендіру әсеретін кейін кремний диоксидінде трек құрастырады. Трек – деген ұзын цилиндрі көлемі шамамен 5-10 нм тез ауыр ион қалыптастырылған құлау орындарында құрастыратын. Осы жұмыста сәулендіру әсеретін кремний диоксидтың қаттылығына бұл тректің әсері зерттелді. TI Premier Multiscale наноиндентор қолдана алып, SiO_2/Si сәулелендірген құрылымдарының қаттығы және Юнг модулі өлшеуі істедік. TI Premier Multiscale наноиндентор өлшеулері Standard деген режимда болып жұмыс істедік, немесе стандарт трансдьюсер, бөлме температурасында қолдана алынды. TI Premier Multiscale жұмысына ерекшелігі сәйкес, әр бір өлшеу алдында калибрлеуі жасаланған. Калибрлеуі жасу үшін кварц және поликарбонат үлгілері қолдана алды, индент саны - 100. SiO_2/Si құрылымдарының иондық сәулендіру әсеретін кейін және сәулелндіру жоқ жағдайда қаттылықты

өлшеу нәтижелері бойынша, құрастыланған латент трек қаттылығына елеусіз әсер етеді, сонымен сондай қорытынды құрастыру болады.

Түйінді сөздер: иондық сәулендіру, трек, кремний диоксиды, қаттығы, наноиндент салуы.

Alzhanova A. Ye., Azmukhanov A.A.

Nanomechanical properties of ion irradiated SiO_2/Si systems.

Summary. Nanomechanical properties of SiO_2/Si systems before and after irradiation are investigated. The study of nanomechanical properties allows us to study the hardness and young's modulus of the structure after irradiation at the nanoscale. A layer of silicon dioxide was irradiated with fast heavy ions Xe (1×10^9 cm^{-2}, 200 MeV). After irradiation with fast heavy ions in the silicon dioxide layer formed latent tracks. Tracks-a kind of extended cylinders, about 5-10 nm in size, formed in the fall of fast heavy ion. In this paper, the influence of these tracks on the hardness of the irradiated layer of silicon dioxide was studied. The hardness and young modulus of the irradiated SiO_2/Si system were measured by high-resolution TI Premier Multiscale nanoindenter. *Measurements on the high-resolution TI Premier Multiscale nanoindenter were performed in Standard mode, i.e. when using a standard transmitter at room temperature. According to the specifics of work ON the device TI Premier Multiscale before each measurement was carried out phased calibration of the device. To calibrate the instrument used samples of quartz and polycarbonate with the number of test indentation-100. Based on the results of SiO_2/Si system hardness measurements before and after irradiation, it can be concluded that the formation of latent tracks has a slight effect on the hardness of the silicon dioxide layer.

Key words: ion irradiation, track, silicon dioxide, hardness, nanoindention.

УДК 622.285

O. Zharkevich, O. Nurzhanova, A. Mateshov
Karaganda State Technical University, Karaganda, Kazakhstan
E-mail: zharkevich82@mail.ru

OPTIMIZATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS FOR HYDRAULIC CYLINDERS OF POWERED SUPPORT

Abstract. The largest reserve reduction in the metal consumption of mining machinery is the design optimization of its individual parts. The article considers the possibilities of reducing the weight of the cylinders of hydro props for powered supports by reducing the metal capacity. The cylinders of hydro props are made of 30XGSA alloy steel. Reducing the consumption of this steel in the manufacture of cylinders reduces their weight.

The reasons for the correct determination of the demand for metal and its cost for the production of cylinders are given. A finite-element model of a cylinder is constructed. Loads are placed that exceeded the standards. The stress distribution in the cylinder is determined from its height with a change in wall thickness from 24 cm to 16 cm. It is established that the stress distribution of the cylinder of a hydro prop is uniform. The safety factor is defined. The convergence of the results of the calculated mean equivalent stresses and stresses obtained in ANSYS is 7%. It is established that the optimum thickness for the cylinders of hydro props for of the powered support 2OKP70K is 16 mm. The thickness of the hydraulic cylinder is determined, at which the structure will collapse. The design optimization of the hydraulic support reduces the weight of one hydro prop by 80 kg. The cost of hydro prop also decreases.

Key words: optimization, cylinder, thickness, stress, safety factor

О.М. Жаркевич, О.А. Нуржанова, А.К. Матешов
Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРОВ ГИДРОСТОЕК МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ

Аннотация. Наиболее крупным резервом снижение металлоемкости продукции горного машиностроения является оптимизация конструкции ее отдельных деталей. В статье рассмотрены возможности уменьшения веса цилиндров гидростоек механизированных крепей за счет сокращения металлоемкости. Цилиндры гидростоек изготовлены из легированной стали 30ХГСА. Снижение расхода этой стали при изготовлении цилиндров уменьшает их вес.

Приведены причины правильного определения потребности в металле и его стоимости для производства цилиндров. Построена конечно-элементная модель цилиндра. Закладывались нагрузки, превышающие нормативы. Получены распределения значения напряжений в цилиндре по его высоте с изменением толщины стенки от 24 см до 16 см. Установлено, что распределение напряжений цилиндра гидростойки носит равномерный ха-

рактер. Определен коэффициент запаса прочности. Рассчитана сходимость результатов расчетных средних эквивалентных напряжений и напряжений, полученных в ANSYS, которая составила 7%. Установлено, что оптимальной толщиной для цилиндров гидростоек механизированной крепи 2ОКП70К является 16 мм. Определена толщина цилиндра гидростойки, при котором произойдет разрушение конструкции. Оптимизация конструкции гидростойки механизированной крепи уменьшает вес одной гидростойки на 80 кг. Стоимость гидростойки тоже уменьшается.

Ключевые слова: оптимизация, цилиндр, толщина, напряжение, коэффициент безопасности

Критерием оптимизации является количественный показатель, который выражает предельную меру научно-технического эффекта принимаемого решения для сравнительной оценки возможных решений и выбора наилучшего [1].

Основным конструкционным материалом при производстве цилиндров гидростоек механизированных крепей в настоящее время является металл.

Правильное определение потребности в металле и его стоимости для производства цилиндров имеет важное значение по трем причинам [2]:

- при производстве механизированных крепей потребляется большое количество легированной стали;
- затраты на материалы составляют существенную часть общих затрат при производстве механизированных крепей;
- вес цилиндра и всей конструкции механизированной крепи очень велик.

Снижение расхода легированной стали при изготовлении цилиндров является одним из главных направлений снижения веса и себестоимости [3] гидростоек механизированных крепей.

Поскольку гидростойки механизированных крепей являются ответственными несущими конструкциями они обладают большим коэффициентом запаса прочности [4]. Проведенные исследования напряженно-деформированного состояния гидростоек механизированных крепей позволили доказать, что коэффициент запаса прочности завышен и существует возможность сокращения металлоемкости их конструкций [5].

В связи с этим критерием оптимизации будет является конструктивные изменения цилиндров гидростойки, а именно изменение толщины их стенок.

Оптимизация формы конструкции на практике предполагает использование конечноэлементного анализа для решения задачи механики и вычисления целевого функционала, заданного в той или иной форме, а также геометрических и механических ограничений [6].

Для этого осуществлялось математическое моделирование с использованием ANSYS 14.0 [7], что позволило получить наглядную картину напряженно-деформированного состояния цилиндра гидростойки механизированной крепи 2ОКП70К механизированной крепи.

Для начала была построена 3D-модель цилиндра гидростойки (рисунок 1).

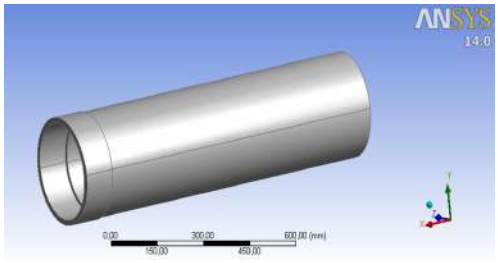


Рис. 1. 3D - модель цилиндра гидростойки

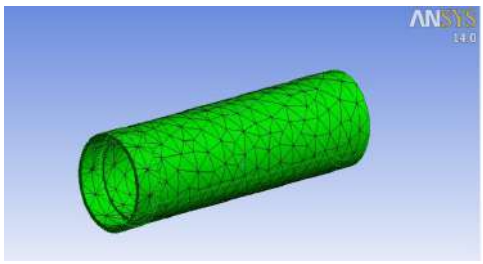
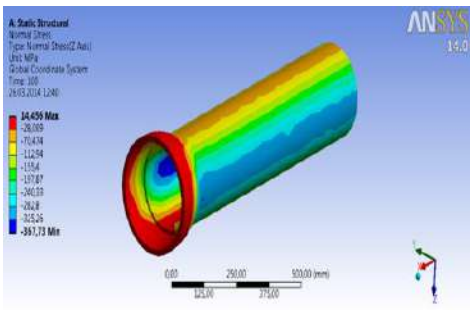


Рис. 2. Конечно-элементная модель цилиндра гидростойки

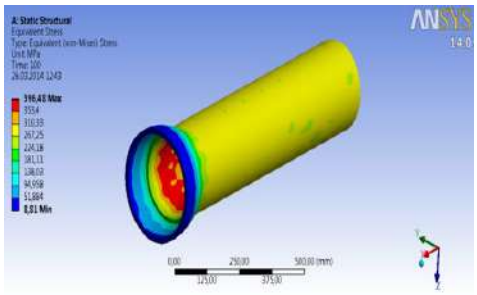
Затем производилось разбиение модели на конечные элементы (рисунок 2).

После этого прикладывалась нагрузка в размере 3000 кН, что почти в 2 раза выше нагрузки 1700 кН, указанной в Р12.25.163 - 90 [8]. Это делалось для того, чтобы обезопасить конструкцию в случае превышения нагрузки.

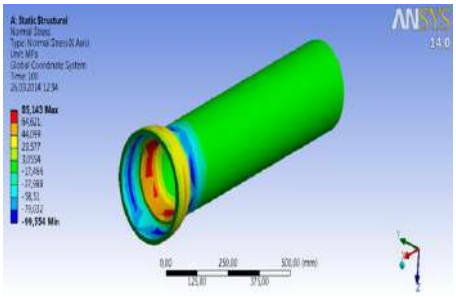
В результате приложения нагрузок были получены результаты распределения напряжений (рисунок 3, 4) в цилиндре гидростойки.



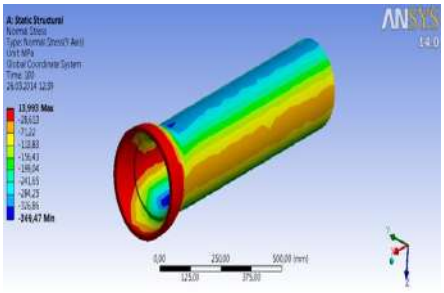
а)



б)



в)

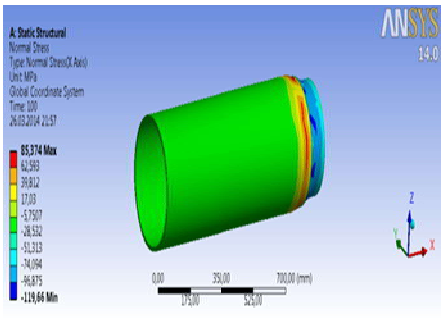


г)

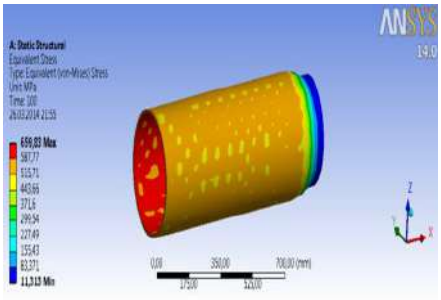
а) напряжения по оси X; б) напряжения по оси Y; в) напряжения по оси Z; г) эквивалентные напряжения модели

Рис. 3. Распределение напряжений в цилиндре гидростойки с толщиной стенок 24 мм

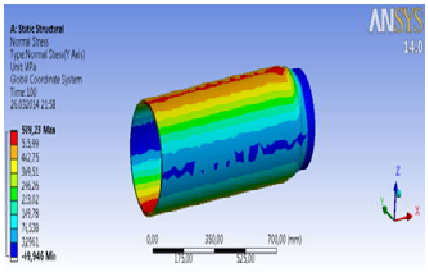
Моделирование напряженно-деформированного состояния производилось с учетом уменьшения толщины стенок моделей с 24 мм до 16 мм.



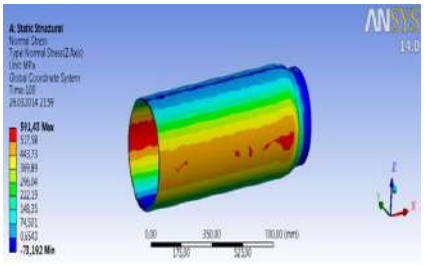
а)



б)



в)



г)

а) напряжения по оси X; б) напряжения по оси Y; в) напряжения по оси Z; г) эквивалентные напряжений модели

Рисунок 4 – Распределение напряжений в цилиндре гидростойки с толщиной стенок 16 мм

Оценивая общее напряженное состояние цилиндра гидростойки, следует отметить относительно равномерный характер распределения напряжений. Растягивающие напряжения, возникающие в цилиндре гидростойки, составили 350 МПа при толщине стенки 24 см и 550 МПа при толщине стенки 16 см. Величина напряжений растет с уменьшением стенки цилиндров.

Подобное распределение напряжений связано с особенностями конструкции и характером работы гидростойки [9]. Нагружение гидростойки сверху при выталкивании поршня под давлением определяет бочкобразное поведение стенок цилиндра [10].

Критерием прочности при расчете гидростоек является коэффициент запаса прочности, определяющийся как отношение предела текучести материала к эквивалентным напряжениям [11].

В данном случае при моделировании закладывались свойства стали 30ХГСА для цилиндров гидростоек. В качестве оценки прочностных параметров гидростойки, полученных при помощи ANSYS 14.0, проводилось сравнение с расчетными данными согласно РД 12.25.163 – 90.

Для определения сходимости результатов [12] расчетных средних эквивалентных напряжений и напряжений, полученных в ANSYS, было проведено сравнение. Сходимость результатов составила 7 %.

По результатам проведенного расчета можно отметить, что прочность цилиндра гидростойки запас прочности ($n \geq 1{,}1$) [13] обеспечивается при толщине стенки цилиндров 15 мм, т.к. результирующие напряжения в цилиндре не превышают предел текучести стали [14], из которой он изготовлен. Однако рекомендуемая толщина цилиндров при проектировании гидростоек – 16 мм, т.к. эта величина сохраняет еще 20% от запаса прочности с учетом превышения реальных нагрузок на крепь в 1,7 раза. Разрушение конструкции произойдет при толщине 12 мм. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Оптимизированный результат**

Параметр	До оптимизации	После оптимизации
Толщина стенки, мм	24	16
Эквивалентные напряжения, мм	350	550
Масса цилиндра, кг	112	72

Оптимизация конструкции гидростойки механизированной крепи за счет сокращения толщины стенки цилиндров до 16 мм позволит уменьшить вес одной гидростойки на 80 кг, т.к. она гидростойка телескопическая и состоит из 2 цилиндров.

Стоимость гидростойки в целом тоже уменьшиться на 110 000 тенге.

ЛИТЕРАТУРА

1. Viktors Savonins. The research of optimisation criterion, based on cluster centroids and its applicability for high dimensionality data clustering // Proceedings of the 10th International Conference “Reliability and Statistics in Transportation and Communication”, 20 – 23 October 2010, Riga, Latvia. - P. 136 - 142.

2. Выскребенцев Э.П. Технологические основы машиностроения. Типы производства. – Алчевск: Дон ГТУ, 2006. – 120 с.

[2] Ya-Li Ma, Jian-Rong, Tan, De-Lun Wang, Zi-Zhe Liu. Light-weight design method for force-performance-structure of complex structural part based co-operative optimization // Chinese Journal of Mechanical Engineering, Vol.5, 2018. - P. 1 - 9.

[3] Жетесов С.С., Сагинов А.С., Лазуткин А.Г., Нургужин М.Р. Пути развития и совершенствования механизированных крепей. - Алма-Ата: Гылым, 1992. – 280 с.

[4] Жетесова Г.С., Жаркевич О.М. К вопросу расчета на прочность гидростоек механизированных крепей. – Materialy VI miedzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji “Strategicze rytania swiatotowej nauki – 2010” (Volume 14) – Prezemysl: Nauka i studia, 2010. – С.14 – 16

[5] Шевцов С.Н. Методы оптимизации конструкций. Раздел курса «CAE системы в авиастроении». - Ростов-на-Дону, 2010. – 20 с.

[6] Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. - М.: Либроком, 2015. - 272 с.

[7] РД 12.25.163 - 90 Крепи механизированные. Стойки и домкраты. Расчет на прочность. Методика.

[8] Хорин В.Н. Расчет и конструирование механизированных крепей. М.: Недра, 1988. – 255 с.

[9] Жаркевич О.М. Обеспечение прочности и повышение износостойкости элементов механизированных крепей /Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Караганда, КарГТУ, 2009. – 122 с.

[10] Nitonye Samson, Ezenwa Ogbonnaya. Calculation for hull strength construction in offshore structures //West African Journal of Industrial and Academic Research. - Vol.8 No.1 September 2013. – P. 1 – 2

[11] ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. часть 6. использование значений точности на практике.

[12] Пряхин А.В., Арчибасов А.С., Пряхин В.В. Анализ значений коэффициентов запаса прочности для различных материалов //Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6 – С. 48 - 49

[13] Драгунов Ю.Г., Зубченко Ю.В., Каширский Ю.В. Машиностроительные материалы. – М.: Машиностроение, 2016. – 1216 с.

[14] Исаева Е.С., Скачкова Л.А., Фех А.И. Оценочный анализ надежности конструкции гидростоек для шахтного оборудования //Фундаментальные исследования. – 2016. – № 5 (часть 3) – С. 470 – 474

Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Матешов А.К.

Механикаландырылған тіреуіштердің гидротірек цилиндрлерінің конструктивті параметрлерін оңтайландыру

Аңдатпа. Тау кен машинажасау өнімдерінің металсыйымдылығын төмендетудің ең ірі резерві оның жеке детальдерінің конструкциясын оңтайландыру болып табылады. Бұл мақалада металсыйымдылығын қысқарту арқылы механикаландырылған тіреуіштердің гидротірек цилиндрлерінің салмағын азайту мүмкіндігі көрсетілген. Гидротіректердің цилиндрлері 30ХГСА легирленген болаттан жасалынған. Цилиндрлерді жасаған кезде бұл болаттың шығынын азайту олардың салмағын төмендетеді.

Цилиндрлерді өңдіру үшін металға деген және оның бағасына қажеттілікті дұрыс анықтау мәселелері келтірілген. Цилиндрдің соңғы – элементтік үлгісі құрастырылған. Нормативтарды асыратын жүктемелер жүктелген. Цилиндрде оның биіктігі бойынша қабырға қалындығы 24см –ден 16 см –ге дейін өзгеруімен кернеулердің мәндері алынған. Гидротіректің цилиндр кернеулерінің таралуы біркелкі болатыны анықталған. Беріктіктік қорының еселігі анықталды. 7% құрайтын ANSYS арқылы алынған кернеулер және есептелген орташа эквивалентті кернеулер нәтижелерінің жинақталуы есептелген. 2ОКП70К механикаландырылған тіреуіштердің гидротірек цилиндрлер үшін оңтайлы қалындығы 16 мм болып табылады. Конструкцияның бұзылуы болатын кездегі гидротірек цилиндрдің қалындығы анықталған. Механикаландырылған тіректердің гидротіреуіш конструкциясының оңтайландыруы бір гидротіреуіштің салмағын 80 кг азайтады. Гидротіреуіштің құны да төмендейді.

Түйінді сөздер: оңтайландыру, цилиндр, қалыңдық, кернеуі, қауіпсіздік коэффициенті

УДК 681.5

A.S. Tergeussizova
(Al – Farabi Kazakh national University, Almaty, Kazakhstan
E-mail:aliya55@mail.ru)

AUTOMATIC MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PRODUCTION AND MATHEMATICAL MODELING OF STABILITY OF THE EXHAUST OF THE OPTICAL FIBER EXHAUST

Abstract. The article deals with the temperature regime in the furnace for extracting optical fiber - as an object of control. The fiber diameter is controlled by maintaining a stable temperature in the melt furnace of the billet and changing the drawing speed. The control system of the technological process of drawing a fiber optic rod is constructed taking into account the trend of the billet diameter. The problem of determining the stability of the process is also presented.

Key words: optical fiber, melt furnace temperature of the billet, fiber diameter, stability of the optical fiber drawing process, control system for the drawing of optical fibers, production of fiber optic cable, fabrication of the fiber core.

А.С.Тергеусизова
(Казахский национальный университет им.аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail:aliya55@mail.ru)

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Аннотация. В статье рассматривается температурный режим в печи вытяжки оптического волокна – как объект управления. Управление диаметром волокна осуществляется путем поддержания стабильной температуры в печи расплава заготовки и изменения скорости вытяжки. Система управления технологическим процес-

сом вытяжки оптоволоконного стержня построена с учетом тренда диаметра заготовки. Также представлена задача определения устойчивости процесса.

Ключевые слова: оптическое волокно, температура печи расплава заготовки, диаметр волокна, устойчивость процесса вытяжки оптического волокна, системы управления процесса вытяжки световодов, производство оптоволоконного кабеля, изготовление сердцевины волокна.

На сегодняшний день, оптическое волокно считается самой совершенной средой для передачи информации. Оно имеет ряд существенных преимуществ, по сравнению с другими существующими каналами, средой передачи информации. Оптическое волокно не подвержено электромагнитному излучению, что предотвращает возникновение наведенных, перекрестных помех. В оптическом кабеле низкое затухание сигнала, что обеспечивает передачу информации на дальние расстояния без необходимости усиления, ретрансляции сигнала. Оптическое волокно имеет широкую полосу частот, что позволяет передавать большие объемы информации.

При получении волокна встает главный вопрос – его качества. Одним из основных показателей качества световода, является постоянство геометрических размеров по всей длине волокна.

Построение системы автоматического управления вытяжки волокна, требует построения адекватных моделей управляемого объекта. В качестве объекта управления рассматривается зона перетяжки оптического волокна, в которой формируются заданные натяжение и диаметр вытягиваемого волокна.

Технологический процесс вытяжки оптического волокна как объекта управления характеризуется наличием нелинейности и транспортным запаздыванием, которые должны учитываться при разработке алгоритмов автоматического управления.

Для минимизации потерь готовой продукции при вытяжке оптического волокна необходимо обеспечить нужную эффективность управления как в стационарном режиме вытяжки, так и в переходных режимах разгона башни вытяжки, когда скорость вытяжки увеличивается от начального до заданного значения.

Главным узлом, в котором формируются оптические свойства волокна, является высокотемпературная печь, в которую вводится заготовка. на нижнем конце которой образуется капля расплава – зона перетяжки (луковица). Заданные оптические свойства волокна, в том числе коэффициент затухания, достигаются конкретным режимом вытяжки.

На рисунке 1 показана структурная схема управления системой вытяжки волокна, содержащая контур автоматического управления диаметром волокна и натяжением вытяжки [1].

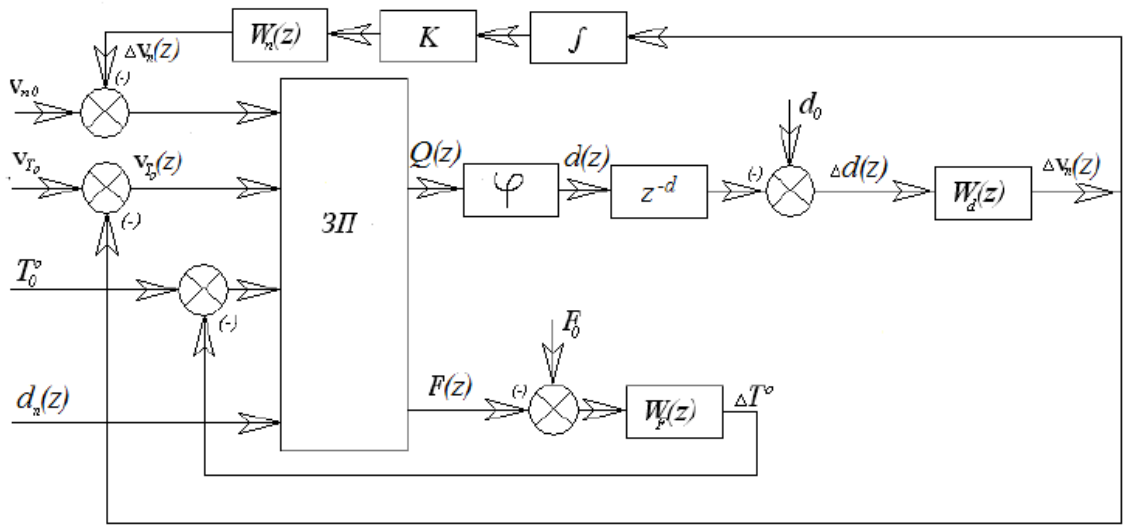


Рис. 1. Структурная схема системы управления технологическим процессом вытяжки волокна: ЗП – зона перетяжки; d – запаздывание, равное времени движения вытягиваемого волокна от луковицы до датчика диаметра; Wn(z) – цифровой регулятор скорости подачи преформы; Wf(z) – цифровой регулятор натяжения вытяжки; Wd(z) – цифровой регулятор диаметра волокна; К – коэффициент пропорциональности между сечениями волокна и преформы; φ – статический коэффициент, отражающий взаимосвязь диаметра волокна и потока расплава, поступающего из луковицы

Оптическое волокно получается путем разогрева заготовки (преформы) и вытягивания ее на установке, так называемой башне, вертикального типа. В процессе изготовления волокна, на его формирование могут влиять возмущающие воздействия. Проанализировать влияние внешних факторов на вытяжку оптического стержня, помогает теория устойчивости. Решение проблемы устойчивости еще на этапе моделирования позволяет эффективно определить область параметров, при которых возможно непрерывное формирование волокна. В связи с вышесказанным, исследование устойчивости и математическое моделирование данного процесса, является важной в практическом плане, задачей.

Одной из необходимых задач проектирования систем автоматического управления зоной перетяжки оптического волокна является задача определения устойчивости процесса вытяжки, обеспечивающая нормальный технологический процесс изготовления градиентных оптических волокон. Определение устойчивости процесса вытяжки оптического волокна (ОВ) с помощью математической системы MATLAB осуществляется на основе непрерывной передаточной функции зоны перетяжки [1]:

$$W(p) = \frac{\ell^{-p\tau}}{(1+T_1 p)(1+T_2 p)} \quad (1)$$

или

$$W(p) = \frac{\ell^{-p\tau}}{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)p + 1} \quad (2)$$

где τ - время запаздывания ; T_1 - постоянная времени; T_2 - постоянная времени, p - символ дифференцирования.

Данная передаточная функция является частью математической модели, которая позволит синтезировать оптимальное управление процессом вытяжки.

С позиции удобства решения задачи определения устойчивости зоной перетяжки ОВ представим передаточную функцию (2) двумя передаточными функциями, каждая из которых имеет следующий вид:

$$W_1(p) = \ell^{-p\tau} \quad (3)$$

$$W_2(p) = \frac{\ell^{-p\tau}}{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)p + 1} \quad (4)$$

Передаточная функция (3) является трансцендентной, поэтому, разложив $\ell^{p\tau}$ в ряд Маклорена, получим передаточную функцию (3) в следующем виде:

$$W_1^*(p) = \frac{1}{W_1} = (1 + \tau * p + \frac{\tau^2}{2} p^2) \quad (5)$$

На основе передаточных функциях (4) и (5) составим алгебраические уравнения в символьном виде:

1. Для звена запаздывания

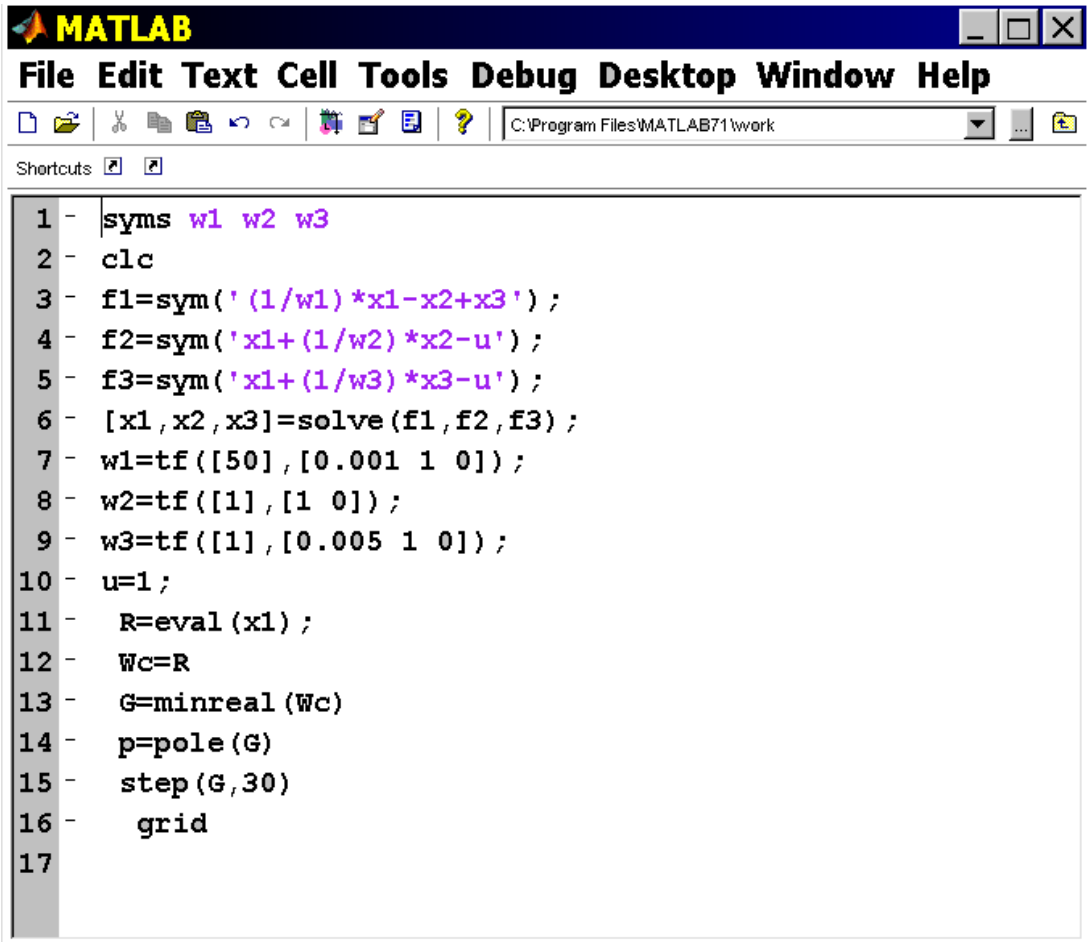
$$(\frac{1}{W_1}) x_{1\text{ВЫХ}} - x_{\text{ВХ}} = 0 \quad (6)$$

2. Для объекта управления (зона перетяжки ОВ)

$$-W_2 * x_{1\text{ВЫХ}} - x_{2\text{ВЫХ}} = 0 \quad (7)$$

здесь $x_{1\text{ВЫХ}}$ - сигнал на выходе звена запаздывания, $x_{2\text{ВЫХ}}$ - сигнал на выходе объекта управления, $x_{\text{ВХ}}$ - сигнал на входе звена запаздывания.

Программа решения задачи определения устойчивости процесса вытяжки оптического волокна составленная на алгоритмическом языке MATLAB [2] представлена на рисунке 1.




```
1 - syms w1 w2 w3
2 - clc
3 - f1=sym('(1/w1)*x1-x2+x3');
4 - f2=sym('x1+(1/w2)*x2-u');
5 - f3=sym('x1+(1/w3)*x3-u');
6 - [x1,x2,x3]=solve(f1,f2,f3);
7 - w1=tf([50],[0.001 1 0]);
8 - w2=tf([1],[1 0]);
9 - w3=tf([1],[0.005 1 0]);
10 - u=1;
11 -  R=eval(x1);
12 -  Wc=R
13 -  G=minreal(Wc)
14 -  p=pole(G)
15 -  step(G,30)
16 -   grid
17
```

Рис. 2. Программа решения задачи определения устойчивости процесса вытяжки оптического волокна, составленная на алгоритмическом языке MATLAB

На рисунке 2 символьные уравнения процесса вытяжки приводятся в строках 3 и 4. Расчет передаточной функции осуществляется с помощью функции *solve* (строка 5). Передаточные функции звеньев (4) и (5) приведены в строках 7 и 9. С помощью функции *pole* (G) рассчитываются корни характеристического уравнения (численные значения корней) передаточной функции процесса вытяжки.

Передаточная функция процесса вытяжки ОВ имеет вид:

```
Transfer function:
                    20.79
-----------------------------------------
s^4 + 101.4 s^3 + 144.1 s^2 + 84.83 s + 20.79
```

Численные значения корней характеристического уравнения передаточной функции имеют вид:

```
p =

-100.0000
  -0.5988
  -0.4167 + 0.4167i
  -0.4167 - 0.4167i
```

Рассчитанные корни характеристического уравнения передаточной функции имеют отрицательные вещественные части, согласно [3] – система устойчива. Переходной процесс вытяжки оптического волокна представлен на рисунке 2.

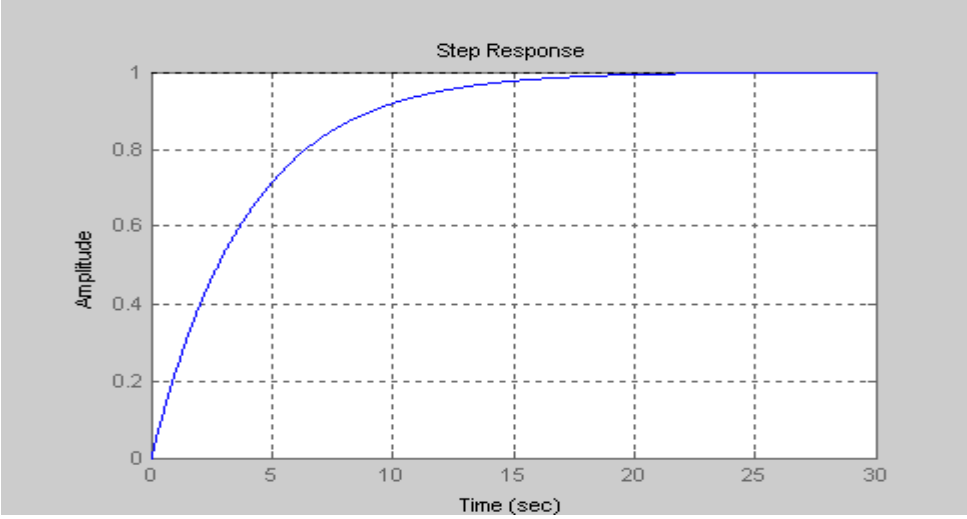


Рис. 2. Переходной процесс вытяжки оптического волокна

При решении задач анализа, синтеза и оптимизации САУ ключевой информацией является математическая модель объекта управления. Однако во многих случаях математическая модель неизвестна или неизвестны ее параметры. Это приводит к необходимости построения регуляторов, параметры которых изменяются так, чтобы при изменяющихся параметрах объекта точность и качество системы оставались неизменными. Для этого необходимо знать изменяемую во времени математическую модель объекта.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Чостковский Б.К., Галиуллин Р.Ш. Математическое моделирование и управление технологическим процессом вытяжки оптических волокон// Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». Самара: СамГТУ, 2011. №2(30). с. 52-57.

[2] Чостковский Д.Б. Структурный синтез системы управления процессом вытяжки градиентных оптических волокон // Вестник СамГТУ. Сер. Технические науки. – Самара, 2010. – Вып. 4. – С. 72-77.

[3] Чостковский Б.К. Методы и системы оптимального управления технологическими процессами производства кабелей связи. Монография. – М.: Машиностроение, 2009. – 190с.

[4] Алексеев Е Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.:НТ Пресс, 2006 - 464 с.

[5] Иванов Г.А., Первадчук В.П. Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 171 с.

[6] Первадчук В.П., Владимирова Д.Б., Деревянкина А.Л. Исследование влияния технологических и геометрических параметров на стабильность изотермического процесса вытягивания кварцевых труб // Перспективы науки. – 2015. – №10(73). – С. 110-115.

[7] F. Sandoz et al. «A Novel process to manufacture high efficiency laser fibers» Photonics 2008, Dehli.

[8] P. Roy et al. «Active Optical Fibers: New design and alternative method of fabrication», Photonics 2008, Dehli.

[9] Sarkar, B. Orchanian, A. Chan. «A Novel VAD process», IWCS 2008

[10] Жиро А. Технологии производства оптических волокон. Обзор последних разработок // Наука и техника. 2009. №4. С. 22-27.

[11] https://elibrary.ru/query_results.asp – Open Library – Open library of educational information

[12] http://www.laserportal.ru

[13] http://ru.science.wikia.com

Тергеусизова А.С.

Оптикалық талшықты созу процессінің технологиялық өндірісің автоматты басқару және созу процесінің турақтылығын математикалық моделдеу

Түйіндеме. Мақалада, оптикалық талшықты созу пешіндегі температуралық режим – басқару объектісі ретінде қарастырылады. Талшық диаметрін басқару, әзірлемені балқыту пешіндегі тұрақты температураны ұстау және созу жылдамдығын өзгерту жолымен жүзеге асырылады. Оптоталшықты өзекті созудың технологиялық процесін басқару жүйесі, әзірлеме диаметрінің трендін ескерумен құрылған. Сонымен қатар, процесстің тұрақтылығын анықтау мәселесі көрсетілген.

Тірек сөздер: оптикалық талшық, әзірлмемені балқыту пешігің температурасы, талшық диаметрі, оптикалық талшықты созу процесінің тұрақтылығы, жарық жолдарын созу процесін басқару жүйелері, оптоталшықты кабельді өндіру, талшық өзекшесін даярлау.

Tergeussizova A.S.

Automatic management of technological production and mathematical modeling of stability of the exhaust of the optical fiber exhaust

Summary. As the control object, the waist zone of the optical fiber is considered, in which the specified tension and diameter of the drawn fiber are formed. The analysis of the principles of construction of automated control and control systems for the technological process of drawing optical fibers is performed.The article deals with the temperature regime in the furnace for extracting optical fiber - as an object of control. The fiber diameter is controlled by maintaining a stable temperature in the melt furnace of the billet and changing the drawing speed. The control system of the technological process of drawing a fiber optic rod is constructed taking into account the trend of the billet diameter. The problem of determining the stability of the process is also presented.

Key words: optical fiber, melt furnace temperature of the billet, fiber diameter, stability of the optical fiber drawing process, control system for the drawing of optical fibers, production of fiber optic cable, fabrication of the fiber core.

УДК 669.2/.8

А.К. Серикбаева, А.К. Самешова
(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова
Актау, Республика Казахстан, akm_rgp@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ «PbO – S»

Аннотация: В статье даны результаты термических и рентгенофазовых исследований фазовых превращении в модельной системе «PbO - S». В системе «PbO-S» в зависимости от количества серы образуются оксисульфаты. При малом количестве серы равном 1:0,1 преобладает образование оксисульфата состава $Pb_2OSO_4(2PbO{\cdot}SO_2)$, его содержание в конечном продукте обжига достигается до 98,6%, уже при соотношении 1:0,5 с увеличением содержание серы, в системе образуются до 66,3% - $2PbO{\cdot}SO_3$ и 33,7% - $3PbO{\cdot}SO_3$. А при соотношении оксида свинца и серы 1:1,5 рекция сульфидобразование смещатся к концу с образованием в конечном продукте до 47,7% англезита. Сульфидизация, большей частью, происходит в свободном пространстве шихты - с взаимодействием серы с PbO. Об этом свидетельствует выпуклость наклонной температурной (Т) линии в пределах 230-340°С. температур и развитие здесь интенсивного экзотермического эффекта.

Ключевые слова: оксид свинца, сера, сульфидирование, термогравиметрия, рентгенофазовый анализ.

В металлургии процесс сульфидирования применяется довольно давно[1-6], и проведены исследовательские работы по сульфидированию окисленной никелевой руды с элементной серой. На основании результатов работы сделан вывод о возможности применения в качестве сульфидизатора технической серы [7]. В другой работе исследовано поведение никеля, кобальта, железа и магния при автоклавном выщелачивании окисленной никелевой руды с использованием элементной серы в качестве окислительного реагента взамен традиционно применяемой серной кислоты и установлено, что важным звеном в цепочке элементарных актов образования сульфидов является полимерная сера [8-11].

Сульфидирование с серой оксида свинца термодинамический вероятен даже при механическом размалывании [12-15]. В отечественных исследованиях также применяется сульфидирование оксида

свинца, арсенатов свинца с серой [16, 17]. В работе [17] сульфидирован свинцовая пыль для извлечения мышьяка.

Изучение модельной системы состоящей из оксида свинца и серы является необходимым для понимания процессов протекающих при пирометаллургической переработке оксидных свинцовых руд и отходов.

В статье изучены фазовые превращения, протекающие в модельной системе «оксид свинца – сера».

Термические и рентгенофазовые анализы проводились в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева.

Обсуждение результатов

В системе PbO-S, состоящий из 1 части соединения PbO и 0,1 части элементной S (см. рисунок 1а) в условиях динамического нагрева оставили на кривых дериватограммы более доступную информацию о состояниях преобразуемых фаз. Морфология DTA-кривой изучаемой смеси четко разделили температурный диапазон на интервалы пассивного и активного участия серы в сульфидизации оксида свинца. Роль пассивного реагента серы проявляется в пределах температур 195 и 315°С. Это исходные точки обеих ветвей весьма интенсивного экзотермического пика, выстроенного из теплоты формирования SO_2. Здесь сера не является донорским материалом для организации сульфидного соединения, а скорей выполняет функцию генератора тепловой энергии, ускоривший процесс сульфидизации PbO.

Количество серы, покинувшую систему в виде SO_2 и не участвовавшая напрямую в реализации развития новых структурных образований, составило 2,9%. Это показание термогравиметрических измерений в пределах 190-290°С с учетом выбросов из системы адсорбированной воды и окисленной серы в промежутке 60-190°С.

Активность поведения серы по отношению оксида свинца начинает проявляться уже при 300°С, после ее перехода в газообразное состояние и постепенно достигает своего апогея в области 580°С, где потребление становится +3,2%. Этому приращению веса DTA- и DTG-кривые ответили формированием в окрестности 500°С мощных пиков экзотермической направленности.

В процессе подъема массы образца с образованием оксисульфатов и сульфидов свинца этому термическому проявлению предшествовал эндотермическая реакция выброса в атмосферу еще одной порции не затребованного диоксида серы, затормозив в пределах 340-450°С прирост кислорода в шихте. Максимальное потребление серы для формировании сульфидных солей достигается при 840°С.

Эндотермический эффект при 840^0С видимо связан с плавлением смеси $PbS+PbO+PbSO_4$ [18]. Здесь $\Delta m(O_2)$ достигает величины +3,5%. В пределах этой температуры DTA-кривая выстраивает сдвоенный эндотермический пик связанный с совпадением температур плавления двух свинцовых новообразований в виде $2PbO{\cdot}SO_3$ и $PbS \cdot PbSO_4$, одно из которых дает инконгруэтное плавление, поскольку протекает в режиме изменения массы образца. Завершает процесс термического преобразования сублимация расплавленного материала. Общая потеря веса с учетом выброса в атмосферу H_2O, S, SO_2 и сублимируемых частиц пробы, а также с привнесением в систему кислорода составило при 1000°С - 4,5 %.

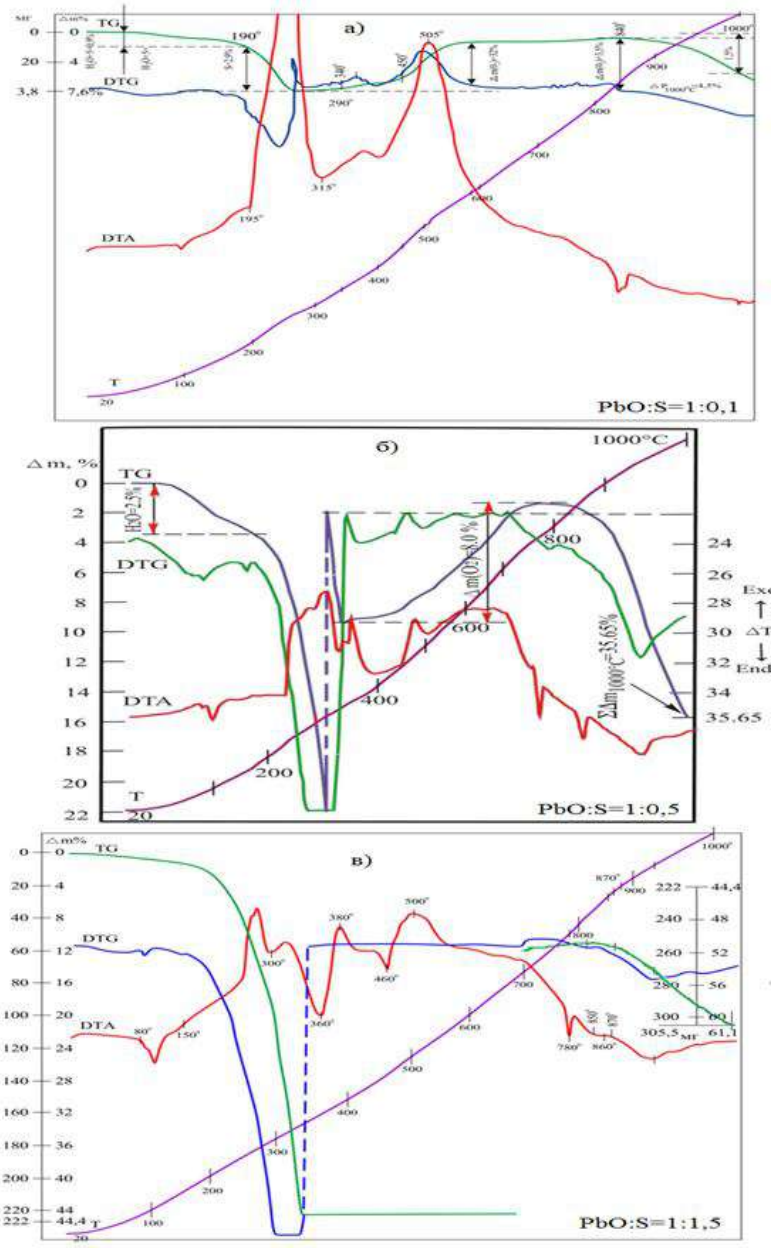
В системе PbO-S, с соотношением оксида свинца к сере, как 1:0,5 (см. рисунок 1б) при нагревании дает ряд эффектов, характерных для обоих компонентов рассматриваемой смеси. Присутствие элементарной серы в исследуемой смеси, как правило, оставляет на DTA-кривой три эндотермических эффекта, одна из которых (при 85°С) имеет физическую природу (полиморфное превращение), а две последующие (при 95 и 150°С) относятся к химическим преобразованиям, т.е. принадлежат к процессам дегидратации и частичной к дегазации пробы. Присутствие воды в образце обусловлено включением в него порошковой серы.

Следующим этапом термического проявления серы служит процесс его взаимодействие, который протекает в пределах 230-340°С. Сульфидизация, большей частью, происходит в свободном пространстве шихты - с взаимодействием серы с PbO. Об этом свидетельствует выпуклость наклонной температурной (Т) линии в указанном промежутке температур и развитие здесь интенсивного экзотермического эффекта.

Результаты термического анализа образца подтверждают определения РФА (таблица 1) в плане наличия в продуктах обжига двух форм свинца:$2PbO{\cdot}SO_3$ и $PbS \cdot PbSO_4$ и возможности существования в них разностного типа оксида названного металла.

Таблица 1. **Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа кристаллических фаз образцов из оксида свинца с серой**

Соединения	Формула	%
PbO : S = 1 : 0,1		
Ланаркит	$Pb_2OSO_4(2PbO{\cdot}SO_2)$	98,6
Англезит	$Pb(SO_4)$	1,4
PbO: S = 1 : 0,5		
Сульфат свинца	$Pb_2SO_5(2PbO{\cdot}SO_3)$	66,3
Оксисульфат свинца	$Pb_3O_2SO_4$ (3PbO·SO_3)	33,7
PbO: S = 1 : 1,5		
Ланаркит	Pb_2OSO_4	52,3
Англезит	$Pb(SO_4)$	47,7



а) PbO:S=1:0,1;б) PbO:S=1:0,5;в) PbO:S=1:1,5

Рис. 1. Дериватограммы системы «оксид свинца – сера»

Реальная мощность подобного тепловыделения могла быть еще выше, однако часть этого ресурса была затрачена на погашение встречного потока тепла вызванным удалением SO_2 из системы см. рисунок 1б (DTA-кривая). Автономное окисление избыточной серы под действием нагрева привносит в систему дополнительную тепловую энергию, которая при сульфидизации ускоряет процесс внедрения SO_2 в структуру PbO.

В окрестности 700°С выброс тепловой энергии достигает максимального уровня, но затем, в пределах 720-950°С наблюдается степенное угасание тепловыделения. На всем пути (390-870°С) термического преобразования промежуточного продукта прокаливания DTA-кривая образует три явно выраженные пики, один из них - экзотермический при 480°С, а остальные два, при 770°С и 860°С, – эндотермические, см. рисунок 1б. Первое из названных проявлений имеет химическую природу, поскольку пик на указанной кривой дублируется на DTG-линии, а термогравиметрическая кривая отмечает прирост массы образца - результат формирования оксисульфата свинца. Эндотермическая же реакция при 860°С осуществляется без изменения термогравиметрических параметров, указывает на физическое происхождение процесса, а именно на плавление. Несколько иное представление складывается относительно предшествующей реакции, протекающей в области 770°С. Конфигурация эндотермического пика весьма схожа с выше описанным фрагментом DTA, однако согласно, контрольных данных DTG-измерений, реакция, вызвавшее это тепловыделение сопровождается слабым потерей массы. Это свидетельствует о том, что данный тип реакции есть инконгруэтное плавление смесей $PbS+PbO+PbSO_4$.

Следующее и последнее эндотермическое проявление протекает в области 950°С. Оно связано с процессом сублимации продукта обжига. Ход этой реакции не прекращается и после 1000°С, т.е. протекание его выходит за пределы инструментального контроля температуры. Изучение механизма сульфидизации требует так же рассмотрение фактов изменения термогравиметрической кривой образца в период повышения температуры печи от 340 до 1000°С.

По мере затухания свободного выброса серы в атмосферу, хорошо прослеживается увеличение массы исследуемой шихты, которая от точки подъема (Δm при 340°С) достигает своего максимума (8%) при 800°С.

Далее, при достижении температуры шихты 1000°С, навеска образца теряет свою массу до величины – 35,65%. Все это свидетельствует о том, что после выброса избыточногоS из системы часть соединения образуют с оксидом свинца одну из форм сульфатного образования. При вхождении в зону более высоких температур - 760-800°С, одно из новообразований плавится (инконгруэтно) с выделением в атмосферу избытка кислорода или оксида серы и с дифференциации сульфата свинца на стабильные фазы англезита и галенита (таблица 1). В дальнейшем процесс идет с обильным выбросом газовых компонент с переходом части сформировавшихся структур в состояние плавления. Завершает процесс термических преобразований, как было указано выше, сублимация. При этом контролируемая часть TG-кривой этого процесса (в пределах 870-1000°С) отмечает потерю веса образца, составляющей 6,3%.

В системе PbO+S в котором оксид свинца соотносится с серой, как 1:1,5 (см. рисунок 1в) дает при нагревании только некоторые соответствия очертания кривых образца (см. рисунок 2б). В основном же, наблюдаются ряд несогласий характера развития главных термических эффектов пробы, вызванных сменой в его составе прежнего соотношения компонентов. Преобладание в полтора раза количества серы над оксидом свинца, приводит к изменению интенсивности ряда эффектов и смещению их по температурному диапазону. Это привело к взаимным срезам эндо- и экзотермических пиков на DTA-кривой, вызванными близостью температур проявляемых реакций. Так, например, в связи с увеличением в изучаемом образце концентрации серы, амплитуда низкотемпературных (80-150°С) трех проявлений на кривой заметно выросло. То же самое происходит с реакцией внедрения серы в структуру PbO. Здесь усиление активности данного процесса сопряжено также со смещением DTA-пика с положения 480°С (см. рисунок 1б), до 500°С (см. рисунок 1в). И, наоборот, с ростом количества серы в составе смеси уменьшился до минимума высокотемпературный (860°С) эффект, связанный с плавлением свинцового образования. Что касается пика при 770°С, отмеченного на кривой образца (см. рисунок 1б) (инконгруэтное плавление), то в случае нагревания см. рисунок 1в, указанное плавление утрачивает статус «инконгруэтное», поскольку переход продукта в жидкую фазу осуществляется без изменения химического состава реагента, т.е. без потери веса. В работе [19, 20] также указано, что образование жидкой фазы увеличивает сульфидирование. В наших исследованиях

нивелированный пик данного процесса отмечается при 860°С, а само плавление осуществляется в пределах 830- 870°С.

Термогравиметрическая кривая в процессе нагревания образца полностью подчинена правилам химических превращения и ведет себя в соответствии вариаций выброса из системы летучих продуктов обжига или привнесения в нее кислорода. Так холостой выброс в атмосферу серы в форме SO_2, осуществляемая до ~360°С, приводит к сильному понижению траектории TG-кривой, указывающее потерю веса до ~50%. При этом теряется больше половины массы образца. В пределах ~400-800°С поступательный ход термогравиметрической кривой имеет противоположное направление. В этом интервале температур в системе образуются два типа сульфатных соединений англезит и галенит (таблица 1). Формирование этих минералов протекает до 860°С,после которой продукты двух плавлений под действием высокой температуры частично сублимируются (пик 930°С) и кривая TG снова устремляется вниз и отмечает при1000°С потерю веса – 61,1%.

Таким образом, взаимодействие в системе PbO – S при недостатке серы характеризуется двумя основными экзоэффектами, характерными взаимодействию при 195 – 275 – 315^{0}С по уравнению реакции 2PbO + 2S = PbS_2O_3 и диспропорционированию промежуточного продукта – тиосульфата свинца при 475 – 505 – 600^{0}С по уравнению реакции:

$$4PbS_2O_3 \rightarrow PbSO_4 + 3PbS + 4SO_2 \quad (1)$$

По мере увеличения расхода серы происходит ослабление второго эффекта, что можно объяснить полнотой сульфидирования (таблица 1). При этом появляется эффект кипения избыточной серы (444,4^{0}С). Небольшой эндоэффект при недостатке серы, видимо относится кипению оксида свинца.

А механизм сульфидизации в системе PbO-S можно представить следующим образом:

$$2PbO + S + 1{,}5O_2 \rightarrow 2PbO \cdot SO_3 \quad (2)$$

$$2PbO \cdot SO_3 + PbO \rightarrow 3PbO \cdot SO_3 \quad (3)$$

$$3PbO \cdot SO_3 + S \rightarrow PbSO_4 + 2PbO \quad (4)$$

$$PbSO_4 + 2PbO + 5S \rightarrow 3PbS + 3SO_2 \quad (5)$$

$$2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2 \quad (6)$$

$$2PbS + 4O_2 = 2PbSO_4 \quad (7)$$

В системе PbO-S в зависимости от количества серы также образуются оксисульфаты. При малом количестве серы равном 1:0,1 преобладает образование оксисульфата по реакции 1, его содержание в конечном продукте обжига достигается до 98,6%, уже при соотношении 1:0,5 с увеличением содержание серы, протекают реакции 1 и 2 одновременно, в системе образуются 66,3% - $2PbO \cdot SO_3$ и 33,7% - $3PbO \cdot SO_3$. А при соотношении оксида свинца и серы 1:1,5 рекция сульфидобразование смещатся к концу видимо протекат реакции 4 - 7, так как конечном продукте обнаружено 47,7% англезит.

Таким образом, в системе PbO – S сульфидизация оксида свинца с элементарной серой протекает в несколько стадии через образование промежуточных соединений – оксисульфатов свинца.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Власов О. Процессы сульфидиования в металлургии. – LAP Lambert akademic publishing, 2012. – 220с.

[2]H. Simchi, T.N. Walter, T.H. Choudhury, L.Y. Kirkley, J.M. Redwing, S.E. Sulfidation of 2D transition metals (Mo, W, Re, Nb, Ta): thermodynamics, processing, and characterization // Journal of materials science. – 2017. – V. 52. - № 17. – P. 10127-10139.

[3] P. Bolsaitis, K. Nagata. Kinetics of sulfidization of iron oxide with SO_2-CO mixtures of high sulfur potential. //Metallurgical Transactions. – 1980. – V. 11. - Issue 2. – P. 185-190.

[4] Шиврин, Г. Н. Сульфидирование цветных металлов элементарной серой с восстановителем в слабокислых средах // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия . – 1984 . – № 4 . – С.57-60.

[5] X.B. Min, B.S. Zhou, Y. Ke, L.Y.Chai, K. Xue, C. Zhang, Z.W. C. Shen, Sulfidation behavior of ZnFe2O4 roasted with pyrite: Sulfur inducing and sulfur-oxygen interface exchange mechanism. // Applied surface science. - 2016. - Vol. 371. – P. 67-73.

[6] Быстров С.В., Щелкунов В. В., Цой А.В. Сульфидирование окисленной никелевой руды парообразной серой //Цветные металлы. – 2009. - №6 – С.85-91.

[7] Серова Н.В., Китай А.Г. и др. Физико-химические исследования процесса сульфидирования окисленных никелевых руд элементной серой //Цветные металлы.- 2010.-№11- С.58-63.

[8] J.W. Han, W. Liu, T.F. Zhang, K. Xue, W.H. Li, F. Jiao, Mechanism study on the sulfidation of ZnO with sulfur and iron oxide at high temperature. // Scientific reports, 2017. - Vol. 7. – P. 562-567.

[9] Y. Li, W. Ji-Kun, W. Chang, L. Chun-Xia, J. Ji-Bo, F. Wang, Sulfidation roasting of low grade lead-zinc oxide ore with elemental sulfur // Minerals engineering. - 2010. - Vol. 23. - № 7. – P. 563-566.

[10] Y. Ke, N. Peng, K. Xue, X.B. Min, L.Y. Chai. Sulfidation behavior and mechanism of zinc silicate roasted with pyrite // Applied surface science. – 2018. - Vol. 435. – P. 1011-1019.

[11] Z. Li, Q.W. Zhang, M. Chen. The Sulfidation Technology of Non-ferrous Oxides Resources // International conference on sustainable energy and environment protection (icseep 2015), may 30-31, 2015- P. 661-667.

[12] Wenyi Yuan, Jinhui Li, Qiwu Zhang, Fumio Saito. Mechanochemical sulfidization of lead oxides by grinding with sulfur. - http://dx.doi.org.

[13] Т.А.Кетегенов. Механохимическое сульфидирование окисленных минералов меди. //Известия национальной Академии наук Республики Казахстан. Серия химии и технологии. – 2011. - № 4. - С. 63-66.

[14] Уракаев Ф.Х., Такач Л. Механизмы образования «горячих пятен» в механохимических реакциях металлов с серой //Журнал физической химии. -2001. - Т.75. - № 6. – С.1052-1058.

[15] Yuan, Wenyi; Li, Jinhui; Zhang, Qiwu; et al.Powder technology. // J.powtec. 2012. – V. 230, P. 63-66

[16] Садыков М.Ж., Луганов В.А. Высокотемпературное сульфидирование оксида свинца серой //Изв.ВУЗов. Цветная металлургия. - 1988.- № 6. - С.52-56.

[17] Жумашев К.Ж., Журинов М.Ж. Основы извлечения мышьяка. – Алматы: Ғылым, 1992. – 151с.

[18] Полывянный И.Р. Исследование кинетики и термического разложения сульфата свинца. //Известия АН КазССР, сер.горного дело, металлургии, строительства и строительных материалов. - 1956. -№ 9. -С.46-48.

[19] J.W. Han, W. Liu, D.W. Wang, F. Jiao. Selective Sulfidation of Lead Smelter Slag with Sulfur // Metallurgical and materials transactions process metallurgy and materials processing science. - 2016. - Vol. 47. - № 1. – P. 344-354.

[20] Y.X. Zheng, W. Liu, W.Q. Qin, F. Jiao, J.W. Han, K. Yang, H.L. Luo, Sulfidation roasting of lead and zinc carbonate with sulphur by temperature gradient method. // Journal of central south university. – 2015. - Vol. 22. - № 5. – P. 1635-1642.

Серікбаева А.Қ., Самешова А.К.

«PbO – S» жүйесіндегі фазалық айналымдарды зерттеу

Түйіндеме. Мақалада «PbO - S» модельді жүйесіндегі фазалық айналымдарды термиялық және рентгендіфазалық зерттеу нәтижелері келтірілген. «PbO-S» жүйесінде күкірттің мөлшеріне байланысты қорғасынның оксисульфаттары түзіледі. Күкірттің аз мөлшерінде (1:0,1) ара қатынасында Pb_2OSO_4(2PbO·SO_2) құрамды оксисульфаттың түзілуі анықталды, оның соңғы өнімдегі мөлшері 98,6%-ға жетеді. Күкірттің мөлшерін 1:0,5 қатынасына көбейткенде 66,3% - 2PbO·SO_3 және 33,7% - 3PbO·SO_3 түзіледі. Ал қорғасын тотығы мен күкірттің ара қатынасы 1:1,5 болғанда сульфидтүзілу соңына қарай ығысып, 47,7% англезит түзілумен аяқталады. Сульфидтелу шихтаның бос кеңістігінде күкіртпен PbO әрекеттесуімен жүреді. Оның дәлелі ретінде 230-340°С температура аралығындағы температуралық дөңшені айтуға болады, осы жерде интенсивті экзотермиялық эффекттер дамиды.

Негізгі сөздер: қорғасын тотығы, күкірт, сульфидтеу, термогравиметрия, рентгендіфазалық талдау.

Serikbayeva A.K., Sameshova A.K.

Study of phase transformations in the "PbO-S" system

Summary. In article results of thermal and X-ray phase researches phase transformation in the model system "PbO-S" are yielded. In the PbO-S system depending on amount of sulfur oxysulphates are formed At small amount of sulfur equal 1:0,1 formation of oxysulphate of structure of Pb2OSO4(2PbO·SO2) prevails, his contents in the final product of roasting is reached to 98,6%, already at a ratio 1:0,5 with increase the content of sulfur, in system are formed up to 66,3% - 2PbO·SO3 and 33,7% - 3PbO·SO3. And at a ratio of oxide of lead and sulfur 1:1,5 a rektion sulfide education to be displaced by the end with education in the final product up to 47,7% of the anglezit. Sulfidization, mostly, happens in free space of furnace charge - to interaction of sulfur with PbO. The camber of the inclined temperature (T) line within 230-340 °C demonstrates to it. temperatures and development here intensive exothermic effect.

Key words: lead oxide, sulfur, sulfidation, thermogravimetry, X-ray phase analysis.

УДК 62-83:681.3

N.K. Almuratova, Zh. Zh. Toigozhinova
(Almaty University of Power Engineering & Telecommunications,
Republic of Kazakhstan, E-mail: janar_tj@mail.ru)

SUSTAINABILITY OF THE DYNAMICS OF NONLINEAR SYSTEM «FREQUENCY CONVERTER - ASYNCHRONOUS ENGINE»

Abstract. In the article considers the problem of determining the stability of a closed nonlinear system of a frequency converter - an induction motor using the mathematical system MATLAB. A structural diagram of the system model and a graph of the transient process of the speed and torque of an induction motor are given. The mathematical description of the transfer functions of the dynamic links of the system by algebraic equations in symbolic form and the program for determining the stability of a closed nonlinear system, as well as the graphs of the transient processes of the speed and motor torque for confirming the stability of the closed system of a frequency converter – asynchronous motor.

Key words: nonlinear systems, frequency converter, transfer function, sustainability, flow diagram.

Н. К. Алмуратова, Ж. Ж. Тойгожинова
(Алматинский университет энергетики и связи,
Республика Казахстан, janar_tj@mail.ru)

УСТОЙЧИВОСТЬ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ»

Аннотация. В статье рассматривается задача определения устойчивости замкнутой нелинейной системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель с помощью математической системы MATLAB. Приводится структурная схема модели системы и график переходного процесса скорости и момента асинхронного двигателя. Дается математическое описание передаточных функций динамических звеньев системы алгебраическими уравненьями в символьном виде и программа определения устойчивости замкнутой нелинейной системы, а также графики переходных процессов скорости и момента двигателя для подтверждения устойчивости замкнутой системы «ПЧ – АД».

Ключевые слова. Нелинейная система, преобразователь частоты, передаточная функция, устойчивость, структурная схема, переходной процесс.

Основное условие нормального функционирования системы автоматического управления состоит в требовании устойчивости её переходного процесса [1]. Исследование нелинейных систем управления связано с преодолением значительных математических трудностей. Основная трудность состоит в том, что не существует единого точного метода решения нелинейных уравнений и для каждого вида нелинейности приходится изыскивать специфический частный метод [2].

Одной из необходимых задач анализа замкнутой нелинейной системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ – АД) является задача определения устойчивости системы. Структурная схема замкнутой нелинейной системы «ПЧ – АД» в среде MATLAB представлена на рисунке 1.

Структурная схема замкнутой нелинейной системы «ПЧ – АД» составлена на основе [3,4]. Структурная схема «ПЧ – АД» с регулятором скорости двигателя является линеаризованной. Регулятор скорости состоит из инерционно – форсирующего звена. В структурной схеме системы асинхронный двигатель представлен двумя динамическими звеньями с передаточными функциями: $W_1 = K_1 / s -$ передаточная функция первого динамического звена двигателя (интегрирующее звено); $W_2 = g/(T_q s + 1)$ – передаточная функция второго звена двигателя. Передаточные функции звеньев двигателя охвачены единичной обратной связью. В передаточных функциях двигателя приняты следующие обозначения:

$K_1 = 1/gTm$ – коэффициент интегрирующего звена, g – жесткость механической характеристики, Tm – электромеханическая постоянная времени, Tq – электромагнитная постоянная времени цепи статора и ротора.

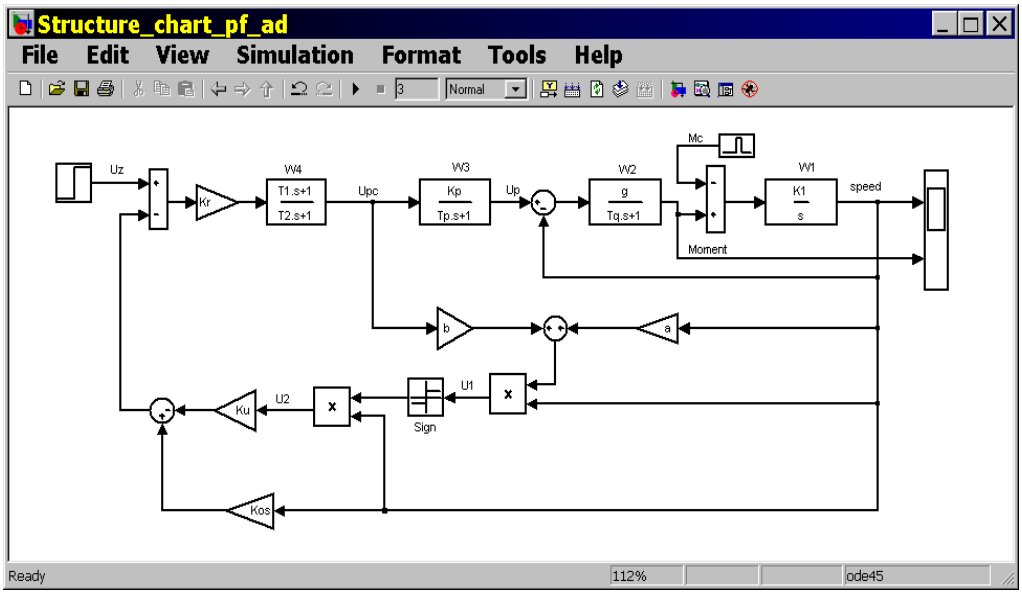


Рис. 1. Структурная схема нелинейной системы «ПЧ – АД»

Передаточная функция преобразователя частоты, с коэффициентом передачи Kp и постоянной времени T_P, имеет вид

$$W_P = Kp/(T_P s + 1),$$

здесь W_P – передаточная функция преобразователя частоты, K_P – передаточный коэффициент преобразователя частоты, T_P – постоянная времени цепи управления преобразователя частоты.

Остальная часть структурной схемы системы «ПЧ – АД» с регулятором скорости двигателя является системой с переменной структурой [7]. К элементам переменной структуры системы рисунка 1 следует отнести: множительные звенья, звено двухпозиционного реле без гистерезиса и пропорциональные звенья системы (датчик скорости двигателя и датчик регулятора скорости). Переходные процессы скорости и момента асинхронного двигателя представлены на рисунке 2.

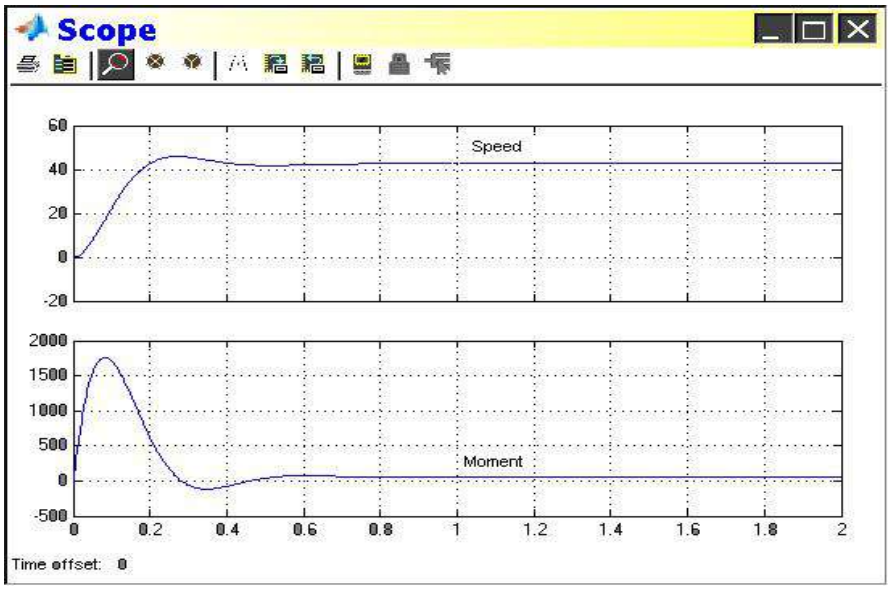


Рис. 2. Переходные процессы скорости и момента асинхронного двигателя

Из рисунка 2 видно, что переходной процесс скорости асинхронного двигателя получается без перерегулирования и колебаний.

Для определения устойчивости замкнутой нелинейной системы «ПЧ – АД» необходимо определить передаточную функцию системы, на основе которой определяется устойчивость системы с помощью MATLAB. Для определения передаточной функции системы составляются символьные алгебраические уравнения системы по передаточным функциям динамических звеньев системы. Алгебраические уравнения в символьном виде асинхронного двигателя можно записать следующим образом, при статическом моменте двигателя равным нулю:

$$x_1 - W_1 * x_2 = 0, \tag{1}$$

где $x_1 = \omega$ – угловая скорость АД, $x_2 = M$ – электромагнитный момент АД, W_1 – передаточная функция первого звена двигателя, $h = M_c$ – статический момент нагрузки, второе уравнение двигателя запишется в следующем виде

$$x_1 + (1/w_2)x_2 - x_3 = 0 \tag{2}$$

здесь $x_3 = U_P$ – напряжение на выходе преобразователя частоты, W_2 – передаточная функция второго звена двигателя.

Алгебраическое уравнение преобразователя частоты в символьном виде запишется:

$$x_3 - Wp * x_4 = 0\ , \tag{3}$$

где $x_4 = U_{PR}$ - напряжение на выходе регулятора скорости двигателя, W_P – передаточная функция преобразователя частоты.

Уравнение напряжения на выходе регулятора скорости U_{PR} в символьном виде можно записать следующим уравнением

$$x_4 = w_4(K_R U - K_R(K_{oc}x_1 + K_u U_2), \tag{4}$$

где K_R – коэффициент усиления ошибки системы, K_{oc} – коэффициент передачи датчика скорости, K_u – коэффициент усиления напряжения с выхода множительного звена, U_2 – напряжение с выхода множительного звена управляющего устройства системы, W_4 – передаточная функция регулятора скорости двигателя $W_4 = (T_1 s + 1)/(T_2 s + 1)$.

Напряжение U_2 уравнения (4) запишется в следующем виде

$$U_2 = x_1 sign((ax_1 + bx_4) * x_1) \tag{5}$$

здесь a и b – коэффициенты усиления внутренних обратных связей системы.

Подставляя в (4) выражение для U_2, после несложных преобразований, получаем следующий вид уравнения (4) в символьном виде

$$K_R K_{oc} x_1 + (1/w1)x_4 = K_R U + K_R K_U x_1 sign((ax_1 + bx_4)x_1) \tag{6}$$

Программа определения устойчивости замкнутой нелинейной системы «ПЧ – АД» на основе уравнений (1). (2), (3) и (6) и математической системы MATLAB [6], представлена на рисунке 3.

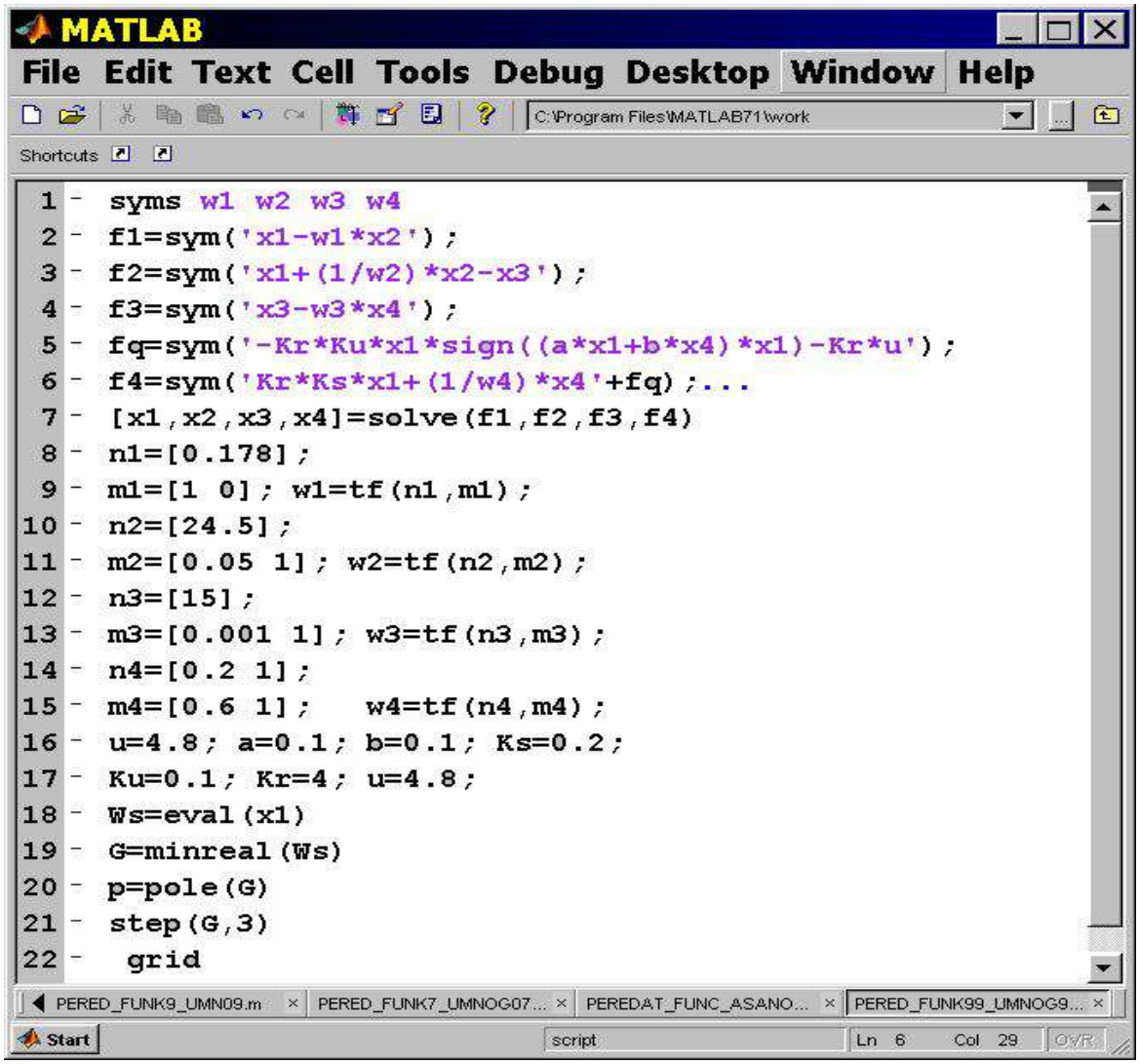


Рис. 3. Программа определения устойчивости замкнутой системы «ПЧ – АД»

В результате счета программы, полученная передаточная функция замкнутой нелинейной системы «ПЧ – АД» имеет вид:

```
Transfer function:

     8.373e006 s^3 + 1.679e010 s^2 + 8.457e012 s + 4.187e013
-------------------------------------------------------------------
s^6 + 3022 s^5 + 3.065e006 s^4 + 1.066e009 s^3 + 2.238e010 s^2

                                        + 2.972e011 s + 1.018e012
```

Отметим, что с помощью функции step(G,2) (21 – строка программы) на дисплей ПК выводится график переходного процесса скорости асинхронного двигателя. График переходного процесса скорости АД показан на рисунке 4.

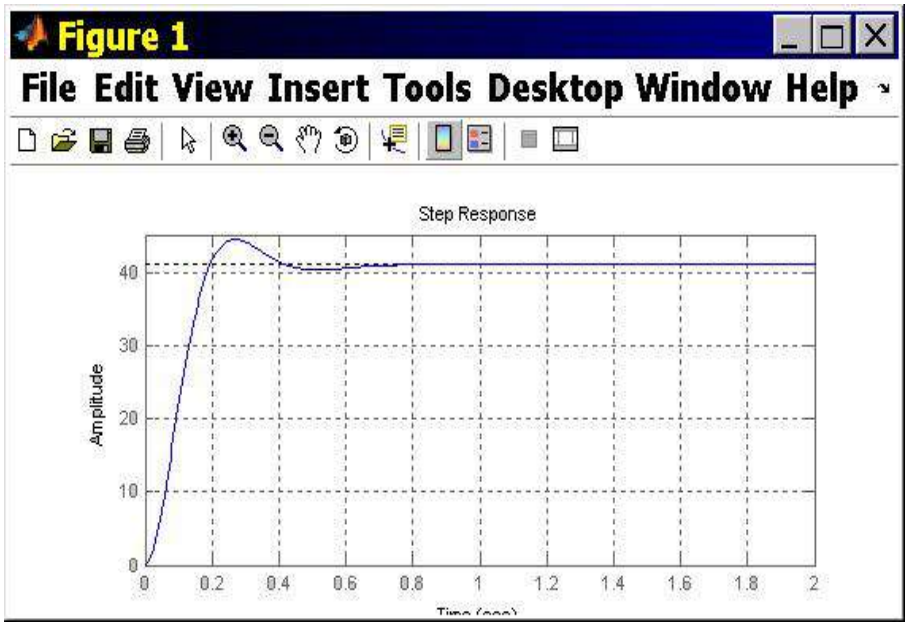


Рис. 4. Переходной процесс скорости асинхронного двигателя

Сравнивая кривую переходного процесса скорости двигателя, приведенную на рисунке 2, с кривой переходного процесса скорости рисунка 4, можно отметить, что графики скоростей двигателя идентичны. В результате счета программы определения устойчивости замкнутой системы «ПЧ – АД» также получены численные значения корней характеристического уравнения передаточной функции системы, Численные значения корней характеристического уравнения передаточной функции системы имеют вид:

```
p =

   1.0e+003 *

   -1.0001
   -1.0001 + 0.0000i
   -1.0001 - 0.0000i
   -0.0084 + 0.0120i
   -0.0084 - 0.0120i
   -0.0047
```

Так как корни характеристического уравнения передаточной функции системы имеют отрицательные вещественные части, то согласно [7] система устойчива.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Фельдбаум А.А., Бутковский А.Г. Методы теории автоматического управления. – М.: Издательство «Наука», 1971. – 744 с.

[2] Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. Л. – М.: Издательство «Энергия», 1966. 364 с.

[3] Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.

[4] А.В. Нетушила. Теория автоматического управления. Ч. II. – М.: «Высшая школа», 1972. - 432 с.

[5] Емельянов С.В. Системы автоматического управления с переменной структурой. «Наука», 1967 г.

[6] Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.: НТ Пресс, 2006. – 464 с.

[7] Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб.: «Профессия», 2004. – 752 с.

Алмуратова Н. К., Тойгожинова Ж. Ж.

Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыштың сызықты емес жүйесінің динамикасының орнықтылығы

Түйіндеме. Мақалада MATLAB бағдарламасының көмегімен асинхронды қозғалтқыш – жиілікті түрлендіргіштің бейсызықты тұйықталған жүйенің орнықтылығы анықталған. Тұйықталталған жүйе моделінің құрылымдық сұлбасы және асинхронды қозғалтқыштың моменті мен жылдамдығы бойынша өтпелі процестерінің сызбасы келтірілген. Жүйенің символдық түрдегі алгебралық теңдеуімен динамикалық буындардың беріліс функцияларының математикалық жазылуы және тұйықталған сызықты емес жүйенің орнықтылығын анықтау бағдарламасы көрсетілген. Сонымен қатар жиілікті түрлендіргіш-асинхронды қозғалтқыштың тұйықталған жүйесінің орнықтылығын дәлелдейтін қозғалтқыштың момент және жылдамдық бойынша өтпелі процестерінің сызбасы келтірілген.

Түйін сөздер. Сызықты емес жүйе, жиілікті түрлендіргіш, беріліс функциясы, тұрақтылық, құрылымдық сұлба, өтпелі процес.

Almuratova N. K., Toigozhinova Zh. Zh.

Sustainability of the dynamics of nonlinear system «frequency converter - asynchronous engine»

Summary. In the article the flow diagram of nonlinear close system is driven a transformer of frequency is an asynchronous engine by means of MATLAB. In this paper program of solution of differential equations of third order in MATLAB mathematical complex by *odephas* 3 function, which used for the construction of graphs of transients of speed and torque of the engine to confirm the stability of the closed system of a frequency converter - an induction motor, is presented in order to determine stability of nonlinear system of frequency adjustable asynchronous electric drive.

Key words. Nonlinear systems, frequency converter, transfer function, sustainability, flow diagram.

УДК 62-83:681.3

P.I. Sagitov, K.S. Asanova, Zh. Zh. Toigozhinova

OTIMIZATION OF ENERGY SAVING IN A REGULATED SYSTEM FREQUENCY CONVERTER ASYNCHRONOUS ENGINE

Abstract. In the article given a closed linearized system of frequency converter -asynchronous motor and a graph of the transient process of speed and torque of asynchronous motor. Given a mathematical description of transfer functions of the system by algebraic equations in a symbolic form and a program of calculation the parameters of the control system that ensure the reduction of electricity consumption.

Keywords: frequency converter, induction motor, energy saving.

П. И. Сагитов, К. С. Асанова, Ж.Ж. Тойгожинова
(Алматинский университет энергетики и связи,
Республика Казахстан
janar_tj@mail.ru)

ОТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РЕГУЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ- АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Аннотация. В статье приводится замкнутая линеаризованная система преобразователь частоты – асинхронный двигатель и график переходного процесса скорости и момента асинхронного двигателя. Дается математическое описание передаточных функций системы алгебраическими уравненьями в символьном виде и программа расчета параметров системы управления обеспечивающих снижение потребления электроэнергии.

Ключевые слова: преобразователь частоты, асинхронный двигатель, энергосбережение.

В настоящее время регулируемый электропривод переменного тока широко внедряется в различные отрасли промышленного и сельскохозяйственного производства. Так как среди регулируемых электроприводов доминирующее положение занимает частотно – регулирующие асинхронные электроприводы, то проблема энергосбережения приобретает особую актуальность [1]. В связи с этим одной из задач энергосбережения (снижения энергопотребления) является задача выбора параметров рациональной системы управления частотно – регулируемого электропривода. Решение зада-

чи выбора параметров (параметрический синтез) системы управления асинхронного электропривода осуществляется на основе линеаризованной замкнутой системы преобразователь частоты – асинхронный электропривод (ПЧ – АД) [2], Структурная схема замкнутой системы ПЧ – АД в среде MATLAB представлена на рисунке 1.

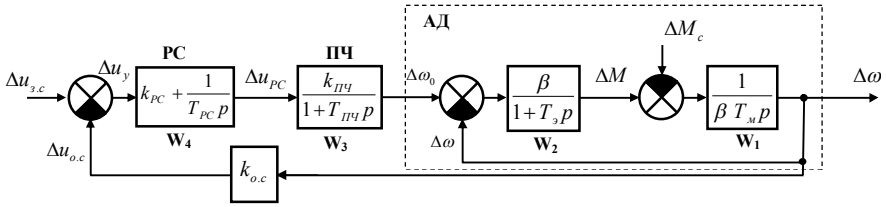


Рисунок 1 – Структурная схема системы ПЧ-АД

На схеме приняты следующие обозначения:

β – модуль жесткости механической характеристики АД, $T_э$ – электромагнитная постоянная времени цепей статора и ротора АД, $k_{ПЧ}$ – передаточный коэффициент функции ПЧ, $T_{ПЧ}$ – постоянная времени цепи управления ПЧ, $T_м$ – электромеханическая постоянная времени.

Уравнение движения можно записать в следующем виде:

$$\frac{d\Delta\omega}{dt}=\frac{1}{\beta T_м}\left(\Delta M-\Delta M_c\right). \tag{1}$$

Дифференциальное уравнение электромагнитного момента запишется:

$$T_э\frac{d\Delta M}{dt}+\Delta M=\beta\left(\Delta\omega_0-\Delta\omega\right). \tag{2}$$

Уравнение преобразователя частоты имеет вид:

$$T_{ПЧ}\frac{d\Delta\omega_0}{dt}+\Delta\omega_0=k_{ПЧ}\Delta U_{PC}, \tag{3}$$

а уравнение регулятора скорости запишется в следующем виде:

$$T_{PC}\frac{d\Delta U_{PC}}{dt}=k_{PC}T_{PC}\frac{d\Delta U_y}{dt}+\Delta U_y. \tag{4}$$

Приращение ΔU_y запишем в следующем виде:

$$\Delta U_y=\Delta U_{з.с}-k_{o.c}\Delta\omega, \tag{5}$$

где $\Delta U_{з.с}$ - приращение задающего сигнала;

$k_{o.c}$ - коэффициент обратной связи по скорости.

Приведем вышеуказанные уравнения к задаче нелинейного программирования с ограничением на независимые переменные [3]. Для этого производные переменных уравнений (1), (2), (3) и (4) приравниваем нулю. После несложных преобразований указанных уравнений мощность асинхронного двигателя, как функция многих переменных имеет следующий вид

$$P_{AD}=\beta*K_{ПЧ}*\Delta\mathrm{u}_{\mathrm{PC}}*\Delta\omega-\beta*\Delta\omega^2, \tag{6}$$

где $P_{AD}=\mathrm{M}*\omega$ мощность асинхронного двигателя (символы приращения опущены), $\Delta\mathrm{u}_{\mathrm{PC}}$ – напряжение на выходе регулятора скорости, $\Delta\omega$ – угловая скорость двигателя.

Ограничение на независимые переменные запишется в виде

$$\Delta\mathrm{u}_{\mathrm{PC}}+K_{OC}*\Delta\omega-\Delta u_{З.С.}\le 0, \tag{7}$$

здесь K_{OC} – коэффициент обратной связи по скорости двигателя, $\Delta u_{З.С.}$ – задающий сигнал. Отметим, что в уравнениях (6) и (7) неизвестными параметрами являются коэффициент передачи преобразователя частоты и коэффициент обратной связи по скорости двигателя. С целью удобства решения поставленной задачи, задачи минимизации мощности асинхронного двигателя с одновременным определением численных значений коэффициентов преобразователя частоты и коэффициента обрат-

ной связи по скорости двигателя, введем замену переменных $x_1 = \Delta\omega$, $x_2 = \Delta u_{PC}$. В связи с этим уравнение (6) и (7), с параметрами двигателя 4А160М6У3 (15 кВт), принимают вид:

$$f(x) = 16{,}3 * k_{ПЧ} * x_1 * x_2 - 16{,}3 * x_1^2 \quad (8)$$

$$g(x) = k_{OC} * x_1 + x_2 - A \le 0, \quad (9)$$

где $f(x) = P_{AD}$, $g(x)$ – ограничение и $A = \Delta u_{З.С}$.

Программа решения задачи нелинейного программирования с неизвестными параметрами $k_{ПЧ}$ и k_{OC} функции $f(x)$ и ограничения $g(x)$ составленная на алгоритмическом языке системы MATLAB имеет вид:

```
function Sintes_Parametrov
global Kpr; global Koc; global T1; global T2;
disp('Программа метода сканирования');
h=0.1; e=0.01; f1=1e6;
Kpr=1/exp(rand)*20; Koc=1/exp(rand);
T1=1/exp(rand); T2=1/exp(rand);
x1=1;  while x1<=100
x2=1;  while x2<=50
g1=Koc*x1+x2;
if abs(g1-5)<e;
f=abs(16.3*Kpr*x1*x2-16.3*x1^2);
if f<=f1 y1=x1;end
if f<=f1 y2=x2;end
f1=f;
end
x2=x2+h; end
x1=x1+h; end
disp('Результаты счета');
disp('f1='); disp(f1); m=0;
s1=0; s3=0; s5=0; s7=0;
for i=1:100
 m=m+1;
s1=s1+Kpr; s2=sqrt(s1/m)^2; s3=s3+Koc;
s4=sqrt(s3/m)^2; s5=s5+T1;  s6=sqrt(s5/m)^2;
s7=s7+T2;  s8=sqrt(s7/m)^2;
end
Kpr=s2; disp('Kpr='); disp(Kpr)
Koc=s4; disp('Koc='); disp(Koc)
T1=s6; disp('T1='); disp(T1)
T2=s8; disp('T2='); disp(T2)
x0=[0;0;0;0]; interval=[0 2];
[T,X]=ode45(@systm,interval,x0);
plot(T,X(:,1)*4,'k-',T,X(:,2),'r-');
grid
function dx=systm(t,x)
Kpr=s2; T1=s6; Koc=s4; T2=s8; u=1;
dx=zeros(4,1);
dx(1)=0.61*x(2);
dx(2)=815*x(3)-815*x(1)-50*x(2);
dx(3)=1000*Kpr*x(4)-1000*x(3);
dx(4)=(1/T2)*5-((Koc/T1)/(1.63*T2))-(Koc/T2)*x(1);
end
end
```

Отметим, что в программе метод сканирования [4] используется для минимизации мощности двигателя. Для расчета кривых переходного процесса скорости и электромагнитного момента двигателя замкнутой системы ПЧ – АД, при полученных параметров $k_{ПЧ}$ и $k_{ОС}$, в программе используется численный метод Рунге – Кутта [5]. По кривым переходного процесса визуально определяется качество переходных процессов и выбирается наиболее приемлемый процесс с позиции перерегулирования и времени регулирования системы. Численные значения начальных приближений искомых параметров задаются случайными числами. На рисунке 2 приведены переходные процессы скорости и электромагнитного момента системы ПЧ – АД, с рассчитанными параметрами $k_{ПЧ}$ и $k_{ОС}$.

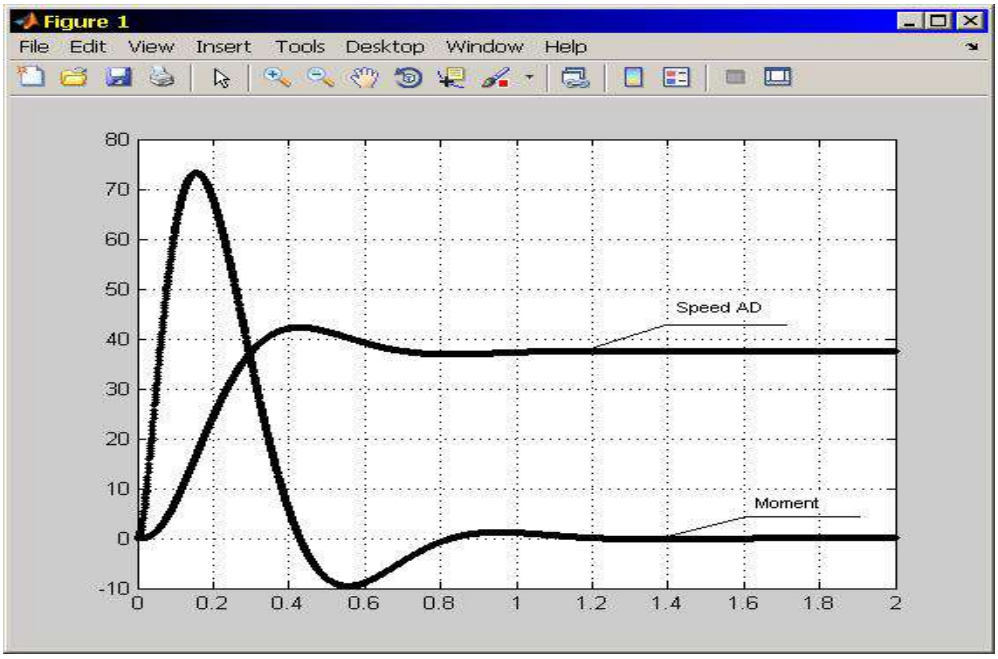


Рис. 2. Кривые переходного процесса скорости и момента асинхронного двигателя

Результаты счета: $K_{PR} = 10{,}15$; $K_{ОС} = 0{,}47$; $T_1 = 0{,}48$; $T_2 = 0{,}68$.

Перерегулирование и время регулирования, при расчитанных параметрах на ЭВМ в пределах нормы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.

[2] Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.

[3] Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: Кн. 2. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 320 с.

[4] Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. – М.: Химия, 1975. – 576 с.

[5] Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.: НТ Пресс. 2006. – 404 с.

П. И. Сагитов, К. С. Асанова, Ж.Ж. Тойгожинова

ЖИІЛІКТІ ТҮРЛЕНДІРГІШ – АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАН ТҰРАТЫН РЕТТЕЛЕТІН ЖҮЙЕДЕ ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУДІ ОҢТАЙЛАУ

Резюме. Мақалада асинхронды қозғалтқыш – жиілікті түрлендіргіштің тұрақтандырылған тұйықталған жүйе моделінің құрылымдық сұлбасы және асинхронды қозғалтқыштың моменті мен жылдамдығы бойынша өтпелі процестері келтірілген. Сонымен қатар жүйенің символдық түрдегі алгебралық теңдеуімен беріліс функциясының математикалық үлгісі және электр энергиясын тұтынуды төмендету үшін басқару жүйесінің параметрлерін есептеу бағдарламасы келтірілген.

Түйін сөздер. жиілікті түрлендіргіш, асинхронды қозғалтқыш, энергияны үнемдеу.

Sagitov P.I., Asanova K.S., Toigozhinova Zh. Zh.

Otimization of energy saving in a regulated system frequency converter asynchronous engine

Summary. In the article given a closed linearized system of frequency converter -asynchronous motor and a graph of the transient process of speed and torque of asynchronous motor. Given a mathematical description of transfer functions of the system by algebraic equations in a symbolic form and a program of calculation the parameters of the control system that ensure the reduction of electricity consumption.

Keywords: frequency converter, induction motor, energy saving.

УДК 681.51:681.7.068

A.S.Tergeussizova

Management systems for the optical fiber exhaust and innovative technologies for its production

Abstract. The article gives an overview of manufacturing technologies of optical telecommunication fibers and related innovative solutions. The production stages are described using the following methods: Vapor Phase Axial Deposition - VAD, Outside Vapor Deposition - OVD, Plasma Chemical Vapor Deposition - PCVD and Modified Outside Vapor Deposition - MCVD. The control systems of the drawing of optical fibers by perturbation and deviation are considered.

Key words: control systems for the drawing of fibers, production of fiber optic cable, fabrication of fiber core, method of axial vapor deposition, method of external vapor deposition, modified method of chemical vapor deposition, chen on by means of a furnace, plasma method of chemical vapor deposition.

А.С. Тергеусизова
(Казахский национальный университет им.аль-Фараби, Алматы, Казахстан
E-mail: aliya55@mail.ru)

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В статье приведен обзор технологий изготовления оптических телекоммуникационных волокон и связанные с ними инновационные решения. Раскрыты этапы производства с использованием следующих методов: Vapour Phase Axial Deposition - VAD, Outside Vapour Deposition - OVD, Plasma Chemical Vapour Deposition – PCVD и Modified Outside Vapour Deposition - MCVD. Рассмотрены системы управления процесса вытяжки световодов по возмущению и отклонению.

Ключевые слова: системы управления процесса вытяжки световодов, производство оптоволоконного кабеля, изготовление сердцевины волокна, метод осевого и наружного парофазного осаждения, модифицированный метод химического парофазного осаждения, метод химического парофазного осаждения с помощью печи.

Введение

На протяжении последних лет в производстве оптических волокон произошли серьезные изменения в плане применяемых технологий. Колебания спроса и снижение цен на оптические телекоммуникационные волокна привели к необходимости разработки новых экономически эффективных технологий изготовления и новых конструкций волокон. В настоящей статье описаны принятые в отрасли технологии производства оптических телекоммуникационных и специальных волокон, а также представлены несколько последних инновационных решений для изготовления заготовок и волокон. Стимулом для разработки инновационных технологий является стремление к сокращению производственных расходов, повышению производительности, достижению экономии, обусловленной ростом масштабов производства, и улучшению характеристик оптического волокна. Волокна специального назначения, производятся небольшими партиями, с многочисленными типами конструкций (подкатегорий), продаются метрами, при этом стимулом для новых технологических решений служат требования гибкости производства в связи с постоянно изменяющимися конструкциями оптических волокон.

Обзор технологий изготовления оптических телекоммуникационных волокон и связанные с ними инновационные решения

Стандартная последовательность технологического процесса производства одномодовых оптических волокон состоит из следующих этапов: изготовление заготовки сердцевины оптического волокна (Core), наращивание оболочки (Clad), вытяжка заготовки в волокно (Draw) и, наконец, прове-

дение испытаний на соответствие качества волокна (испытание на прочность, проверка геометрических параметров и оптические испытания) (QC) [1, с.22].

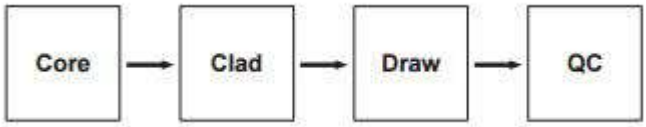


Рис.1. Этапы технологического процесса

Изготовление заготовки сердцевины одномодового оптического волокна

Волоконные детали с высокой разрешающей способностью можно получить только при использовании световодов с одинаковой геометрией. Отклонения отдельных элементов геометрии (формы поперечного сечения, размеров и т.п.) приводит к снижению частотно-контрастных характеристик детали, появлению микроструктурного шума и различного рода дефектов в рабочей зоне деталей.

Заготовка сердцевины определяет качество и эксплуатационные характеристики волокна и поэтому является его наиболее важной частью. К известным процессам изготовления сердцевины относятся следующие: Vapour Phase Axial Deposition - VAD, Outside Vapour Deposition - OVD, Plasma Chemical Vapour Deposition – PCVD и Modified Outside Vapour Deposition - MCVD. Наиболее широко применяются методы VAD и OVD.

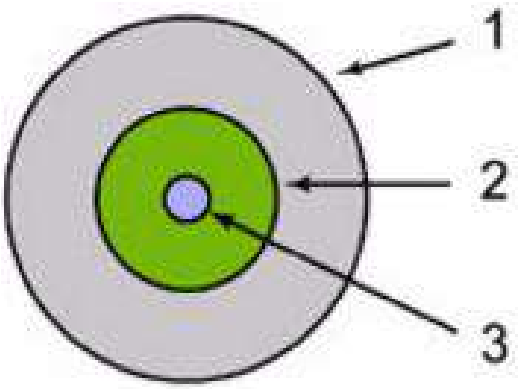


Рис. 2. Сердцевина и оболочка оптического волокна
1 – защитное покрытие, 2-отражающая оболочка, 3 – сердцевина оптического волокна

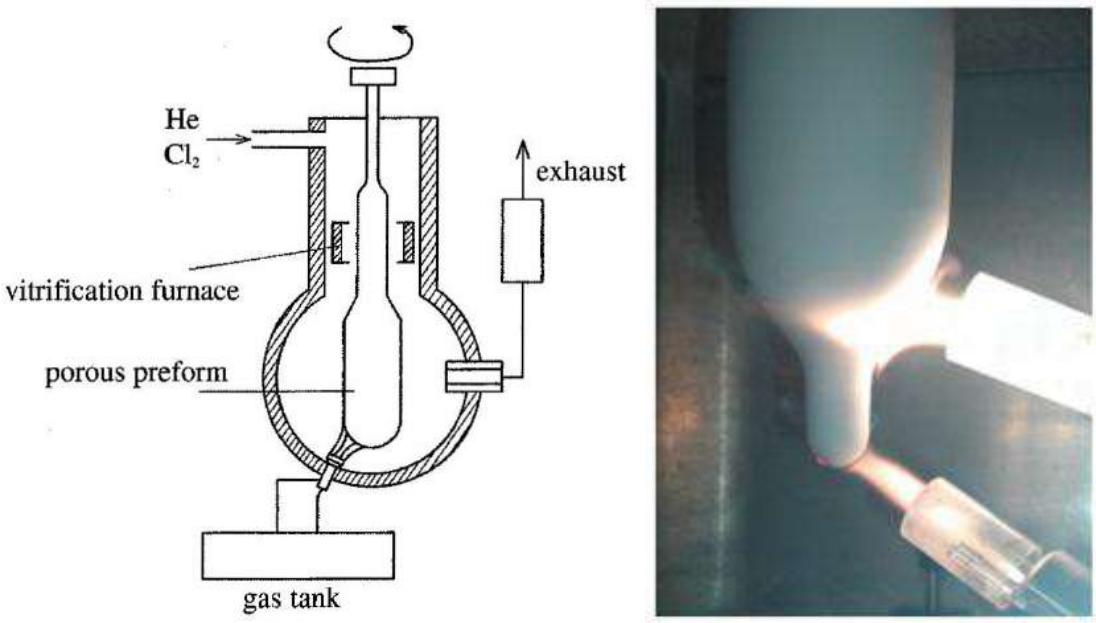
Процесс изготовления сердцевины волокна методом VAD

Метод осевого парофазного осаждения (VAD), изобретенный в 1970 году в Японии, представляет собой химический процесс гидролиза в пламени, при котором в результате реакции паровой фазы формируются наночастицы стекла, образующие окиси. Частицы (SiO_2, GeO_2) осаждаются в осевом направлении на вращающемся кварцевом стержне путем термофорезного осаждения [4]. Пористая заготовка затем спекается (дегидратируется и остекловывается), а потом вытягивается в стержень, готовый к наращиванию оболочки. Метод VAD лучше всего подходит для изготовления оптических волокон с низким содержанием гидроксильных групп, но он также является очень трудным процессом для промышленного производства. В традиционной технологии осаждения по методу VAD используются концентрические кварцевые горелки, изготовленные в стекольных мастерских, и небольшие камеры осаждения с естественным потоком воздуха. Металлическая горелка выполнена из обработанного на прецизионном станке металлического газораспределителя с коррозионностойкой трубкой и образует тепловой и химический барьер путем подачи чистого воздуха. Образование пламени и химическая реакция происходят в ламинарном потоке чистого воздуха. Это дает возможность получать очень точное и повторяемое осаждение, контролировать при помощи конструкции объем и скорость газов, использовать стандартные рецептуры, поскольку они ведут себя единообразно на любой установке для осаждения. Большая камера с принудительным потоком воздуха имеет раздельные выпускные отверстия для сердцевины и оболочки с минимальным осаждением на стенках камеры, обеспечивает хорошую возможность контроля нежелательного вторичного осаждения, а также по-

вышения стабильности пламени благодаря ламинарной зоне осаждения. Такая конструкция камеры успешно используется для производства оптических волокон с низким пиком воды при скорости осаждения 6 г/мин. В настоящее время ведутся дальнейшие разработки с целью повышения производительности этих установок [1, с.23].

Управление процессом VAD очень тщательное. Преломление зависит от распределения температуры по поверхности заготовки, положения и угла пламени. Расход сырья, материалов, топлива и выхлопных газов, скорость вращения пористой заготовки и её положение должны быть постоянными. Увеличение скорости осаждения влечет за собой проблемы. Эффективность осаждения SiO2 составляет от 60 до 80%. В производстве одномодового волокна, одна горелка используется для основного осаждения и одна или более горелки для нанесения оболочки.

Метод VAD аналогичен методу OVD в той степени в которой осаждение является не внутренним а наружным процессом, при котором образуется пористая заготовка, которая затем обезвоживается и спекается. Однако при использовании метода VAD кварцевый порошок (белая сажа) осаждается в осевом направлении, а не в радиальном (как это имеет место в процессе OVD). Это обстоятельство затрудняет модификацию профиля показателя преломления, но облегчает получение более длинных заготовок.



a) b)

Рис. 3. а - производство по технологии VAD; б - метод осаждения VAD

Процесс изготовления сердцевины волокна методом OVD

Метод наружного парофазного осаждения (OVD), как и метод VAD, представляет собой процесс гидролиза в пламени. В отличие от метода VAD, в котором традиционно применяются концентрические кварцевые горелки, для процесса OVD производители всегда использовали металлические горелки. Использование металлических горелок не оказывало отрицательного воздействия на качество оптического волокна.

Этот метод использует боковое осаждения на ядро, которое вращается с постоянной скоростью. Как правило, ядро 0.5 см в диаметре и сделано из Al2O3 или графита. Топливо, SiCl4, и соответствующие примеси подаются в горелку. Принцип этого метода показан на рисунок 4, а. Гидролиз паров галогенидов в пламени приводит к появлению твердой сажи оксида или смеси оксидов, часть которых оседает на ядро, формируя пористое вещество, плотность которого составляет около 1/3 плотности кремниевого стекла. Слои легируются на стержень, после чего формируются в вытянутое волокно. После легирования, стержень, из-за различного теплового расширения, аккуратно удаляется и пористая структура спекается в печи при температуре около 1500°C (рисунок 4, b). Этот метод предоставляет высокие требования к защите окружающей среды от загрязнения.

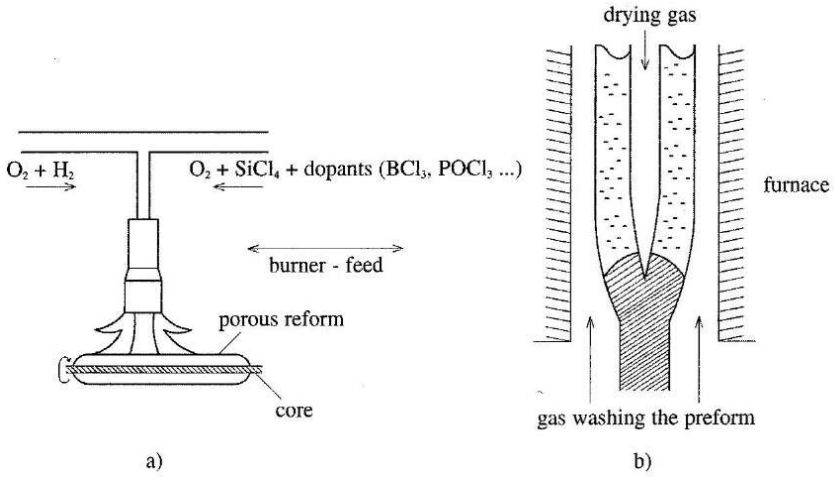


Рис. 4. Принцип производства методом OVD

Управление технологией OVD также требует: необходимость поддержания постоянной скорости потока сырья и топлива, вращения заготовки и постоянную температуру горелки. При стекловании скорость газа, вращения и температура горелки должны быть постоянными. При стекловании возникает химические реакции между примесями и газом, что приводит к изменению профиля показателя преломления.

Процессы изготовления сердцевины волокна методами MCVD и FCVD

Модифицированный метод химического парофазного осаждения (MCVD) заключается в процессе образования субмикронных частиц кварца в результате окисления SiCl4 и последующем осаждении ультрадисперсного порошка SiO2 и GeO2 внутри высококачественной вращающейся опорной трубы. Эта технология используется с 1980-х годов и представляет собой простой процесс послойного осаждения. В процессе MCVD источником тепла являются расположенные снаружи кислородно-водородные горелки, в то время как в процессе FCVD (метод химического парофазного осаждения с помощью печи) источником тепла является печь. После того, как произошло осаждение, трубка «схлопывается» в стержень, обычно на том же станке для изготовления заготовок. Метод MCVD широко применяется для изготовления оптических волокон специального назначения, поскольку он позволяет легко контролировать показатель преломления каждого слоя.

Основным преимуществом процесса MCVD является то, что и структуру и свойства световода можно обеспечить еще в заготовке, а потом сохранить в готовом волокне. Относительные размеры и профиль показателя преломления заготовки передаются готовому волокну в процессе вытягивания.

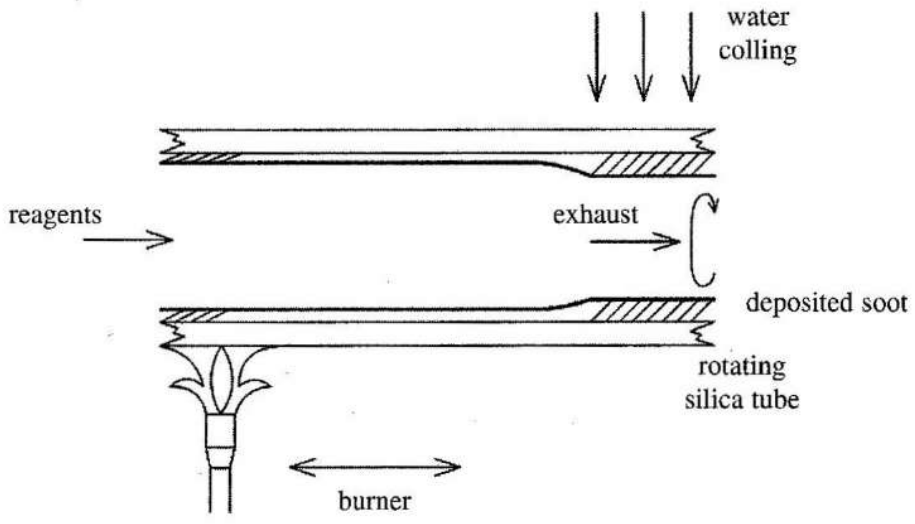


Рис. 5. Принцип производства методом MCVD

Однако этот метод уже не так широко используется в производстве телекоммуникационных оптических волокон, так как он не дает возможности изготавливать очень большие заготовки, длина зоны осаждения часто ограничивается 1 метром. Усовершенствованный вариант этого метода с использование нагревательной печи вместо горелок (FCVD) позволяет сократить содержание гидроксильных групп в заготовке и изготавливать волокна с низким пиком воды. Он также позволяет увеличить «полезный» размер опорной трубы.

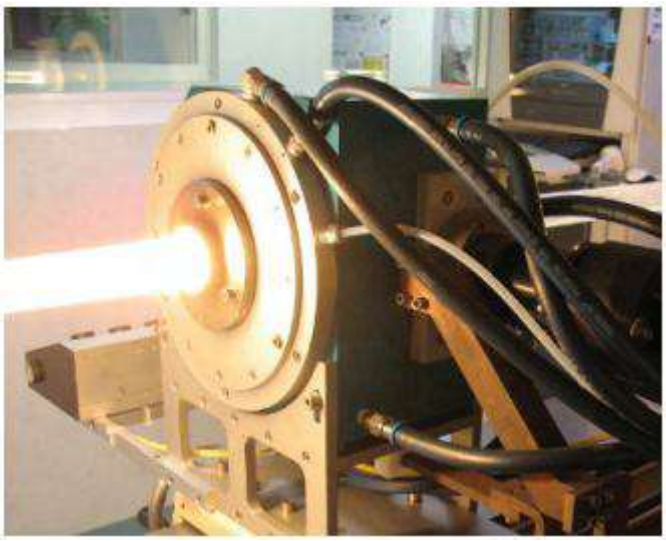


Рис. 6. Нагревательная печь для процесса FCVD

Процесс PCVD

Плазменный метод химического парофазного осаждения (PCVD), изобретенный компанией Philips в 1980-х годах, запатентованный и принадлежащий компании Draka, так же как и методы MCVD/FCVD, представляет собой процесс внутреннего осаждения. Единственным существенным отличием является то, что источником тепла, используемым для спекания осажденного ультрадисперсного порошка внутри опорной трубы, служит расположенная внутри плазма низкого давления, создаваемая радиочастотным полем. Это позволяет очень точно контролировать процесс спекания слоев, что обеспечивает более точный контроль профиля показателя преломления, особенно, в случае оптических волокон с градиентным показателем преломления, но в то же время при этом допускается значительное включение легирующих примесей. Развитие этой технологии для изготовления телекоммуникационных оптических волокон идет в том же направлении, что и развитие технологии MCVD, то есть целью дальнейшего развития является изготовление заготовок сердцевины волокна с меньшим соотношением B/A и стержней для изготовления сердцевины с большими диаметрами, что приведет к повышению производительности [1, с.24].

Контролировать PCVD легче, чем другие методы. Высокие требования предъявляются к сырью. Другие параметры, такие как давление в трубе, температура печи, энергия плазмы, скорость резонатора и т.д. существенно не влияют на результирующие параметры.

В развитии процесса изготовления стержней для сердцевины одномодовых оптических волокон отмечаются шаги по увеличению размера заготовок, повышению производительности, решению проблем, связанных с вызванным наличием гидроксильных групп, затуханием, и новыми конструкциями волокон, требующих новых профилей показателя преломления.

Важными отличительными чертами процесса является следующее:

- постоянное наращивание заготовки;
- точное регулирование расхода сырья;
- поддержание постоянной температуры пламени;
- поддержание постоянной температуры в зоне нагревания за готовки;
- поддержание постоянной скорости поворота заготовки;
- сохранение зоны наращивания заготовки.

Готовая стержневая заготовка (независимо от способа ее изготовления) вытягивается в волокно.

Для каждого типа волоконных деталей требуется своя специфическая технология вытяжки световодов. Технология определяется методами ее проведения, режимами и условиями изготовления отдельных ее полуфабрикатов. Но во всех технологических процессах неизменно присутствует операция изготовления одножильных стержней (световодов). Это могут быть полые трубки, тонкие штабики с диаметром поперечного сечения 0,5.. .2 мм. При их изготовлении применяется метод вытягивания из фильеры или метод перетягивания из заготовки, конец которой размягчен под действием температуры.

Размягченное таким образом стекло может вытягиваться под действием собственной силы тяжести, внешних растягивающих усилий или выдавливаться из замкнутого объема.

Системы управления процесса вытяжки световодов

Процесс вытяжки требует постоянного контроля и управления. Поэтому необходимо знать его характеристики и уметь оценивать влияние всех значимых факторов на качество вытягиваемого световода. Прежде всего, это касается основных технологических параметров: температуры разогрева стекломассы, скорости подачи стекла в зону нагрева, скорости и усилия вытяжки световода.

Выбор критериев управления является ответственным этапом, поскольку тем самым определяется структура управляющей системы в целом.

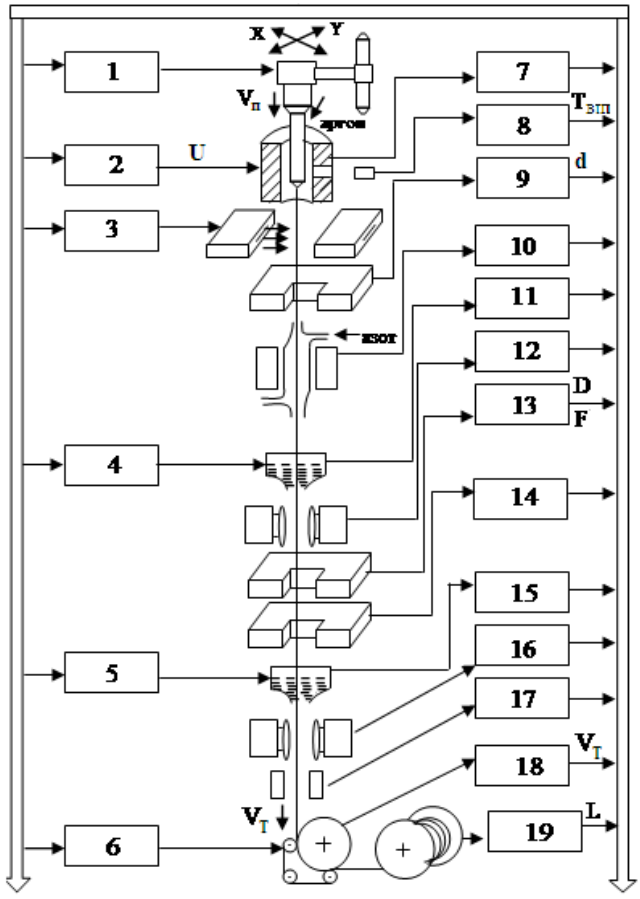


Рис. 7. Автоматизированная башня вытяжки оптического волокна:
1 - узел подачи и позиционирования заготовки по осям X и Y; 2 - генератор напряжения U нагревательного элемента;3 - узел питания газовых инжекторов датчика натяжения; 4 - узел питания и позиционирования фильеры первичного покрытия; 5 - узел питания и позиционирования фильеры вторичного покрытия; 6 - электропривод тягового устройства; 7 - высокотемпературная печь; 8 - оптический пирометр, измеряющий ТВТП; 9 - лазерный измеритель диаметра d и осевого положения волокна X и Y; 10 - охлаждающая камера; 11 - лаковая фильера первичного покрытия; 12 - ультрафиолетовая печь первичного покрытия; 13 - лазерный измеритель диаметра волокна D по лаковому покрытию; 14 - измеритель эксцентричности покрытия; 15 - лаковая фильера вторичного покрытия; 16 - ультрафиолетовая печь вторичного покрытия; 17 - измеритель натяжения волокна с лаковым покрытием; 18 - тяговое устройство; 19 - приёмное устройство с датчиком длины L

Главным узлом, в котором формируются оптические свойства волокна, является высокотемпературная печь, в которую вводится заготовка. На нижнем конце, которой образуется капля расплава – зона перетяжки (луковица). Заданные оптические свойства волокна, в том числе коэффициент затухания, достигаются конкретным режимом вытяжки.

Соответственно, цель управления проектируемой системы автоматизации – управление температурой высокотемпературной печи (ВТП) $T_{ВТП}$, определяющей натяжение вытяжки при известной скорости, и управление приводами устройства подачи преформы и тягового колеса, определяющими скорость подачи преформы v_n и скорость вытяжки v_T. При этом алгоритм управления процессом вытяжки должен обеспечивать заданное сочетание натяжения и скорости вытяжки при существующих возмущающих воздействиях [2].

Типовая башня вытяжки оптического волокна представлена на рисунке 7. Она оснащена локальными системами автоматического управления скорости подачи преформы, скорости вытяжки, температуры высокотемпературной печи, которые минимизируют влияние возмущающих воздействий, имеющих характер случайных процессов [3].

Для технологического процесса вытяжки световодов можно использовать системы управления по возмущению и по отклонению.

В изучаемом процессе возмущения любого вида приводят к изменению конфигурации зоны формирования и усилия вытягивания. Поэтому структуру управления можно построить по схеме, изображенной на рисунке 8.

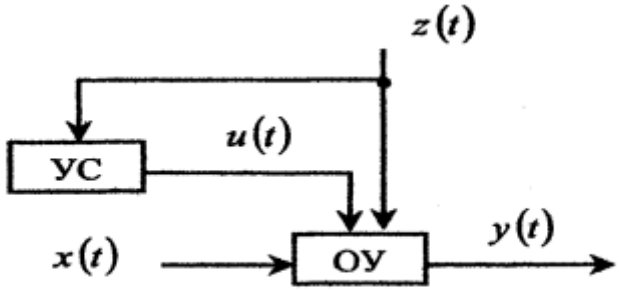


Рис. 8. Система управления по возмущению

На рисунке обозначено: ОУ - объект управления; УС - управляющее устройство; x(t) - управляющая команда (вход, например, скорость вытяжки); y(t) - регулируемая величина (выход, диаметр световода); и z(t) - управляющее воздействие. При таком управлении контролируется параметр z(t) (например, усилие вытягивания), который мгновенно реагирует на изменения, происходящие внутри самого объекта управления. В этом состоит основное преимущество такой структуры управления. Однако, поскольку выходной параметр вытягиваемого световода не контролируется, то это требует выявления связи между изменениями усилия вытягивания и диаметра световода.

Структура управления по отклонению изображена на рисунке 9.

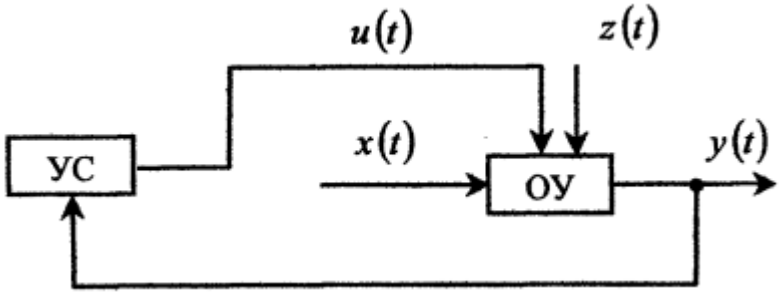


Рис. 9. Система управления по отклонению

Для такой структуры управления осуществляется постоянный контроль выходного параметра y(t). Управление формируется по результатам контроля. В этом случае возникает проблема транспортного запаздывания. То есть информацию о состоянии объекта управления невозможно получить в режиме реального времени. Следовательно, необходимо устанавливать зависимости, позволяющие определять состояние объекта управления в определенные последующие моменты времени, если известны управляющие и возмущающие воздействия в предыдущие моменты.

Эти зависимости вынуждают вести поиск оптимальных для конкретных условий значений управляемого параметра. В этом случае сигнал управления вырабатывается непрерывно и он должен соответствовать оптимальным значениям.

Заключение

Таким образом, при разработке средств автоматизированного производства выявились проблемные вопросы, которые не находят своего решения эмпирическим путем. К их числу относятся: прогнозирование и оптимизация параметров процесса; стабилизация его характеристик; нахождение зависимостей между входными и выходными параметрами процесса; оптимальная организация систем контроля; оценка уровня помех, не влияющих на качество управления.

Это объясняется сложностью процессов, происходящих при формообразовании световода. Кроме того, характеристики объекта управления определяются как процессами, происходящими в зоне формирования, так и параметрами устройств, осуществляющих вытяжку световодов.

Решение возникающих проблем и соответственно принятие решений при проектировании технологических комплексов, то есть выбор схем управления, средств измерений, исполнительных устройств, расчет настроек регуляторов, оценка качества систем управления в условиях неопределенности возможно на основе создания математических моделей адекватно описывающих технологический процесс.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жиро А. Технологии производства оптических волокон. Обзор последних разработок // Наука и техника. 2009. №4. С. 22-27.

[2] Чостковский Б.К., Галиуллин Р.Ш. Математическое моделирование и управление технологическим процессом вытяжки оптических волокон// Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки». Самара: СамГТУ, 2011. №2(30). с. 52-57.

[3] Чостковский Д.Б. Структурный синтез системы управления процессом вытяжки градиентных оптических волокон // Вестник СамГТУ. Сер. Технические науки. – Самара, 2010. – Вып. 4. – С. 72-77.

[4] Чостковский Б.К. Методы и системы оптимального управления технологическими процессами производства кабелей связи. Монография. – М.: Машиностроение, 2009. – 190с.

[5] Алексеев Е Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.:НТ Пресс, 2006 - 464 с.

[6] Бесекерский А.В., Попов Е.П. Теория автоматического управления. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2004ю – 752с.

[7] Иванов Г.А., Первадчук В.П. Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2011. – 171 с.

[8] Первадчук В.П., Владимирова Д.Б., Деревянкина А.Л. Исследование влияния технологических и геометрических параметров на стабильность изотермического процесса вытягивания кварцевых труб // Перспективы науки. – 2015. – №10(73). – С. 110-115.

[9] F. Sandoz et al. «A Novel process to manufacture high efficiency laser fibers» Photonics 2008, Dehli.

[10] P. Roy et al. «Active Optical Fibers: New design and alternative method of fabrication», Photonics 2008, Dehli.

[11] Sarkar, B. Orchanian, A. Chan. «A Novel VAD process», IWCS 2008

[12] https://elibrary.ru/query_results.asp – Open Library – Open library of educational information

[13] http://www.laserportal.ru

[14] http://ru.science.wikia.com

Тергеусизова А.С.

Оптикалық талшықты созу процесін басқару жүйелері және оны өндірудің инновациялық технологиялары

Түйіндеме. Мақалада оптикалық телекоммуникациялық талшықтарды даярлау технологияларына және олармен байланысты инновациялық шешімдерге шолу келтірілген. Келесі әдістерді пайдаланып өндіру кезеңдері ашылған: Vapour Phase Axial Deposition - VAD, Outside Vapour Deposition - OVD, Plasma Chemical Vapour Deposition – PCVD және Modified Outside Vapour Deposition - MCVD. Жарықжолдарын ауытқу және жаңылу бойынша созу процесін басқару жүйелері қарастырылған.

Тірек сөздер: жарықжолдарын созу процесін басқару жүйелері, оптоталшықты сымды өндіру, талшық өзекшесін даярлау, остік парофазалық тұндыру, сыртқы парофазалық тұндыру әдісі, химиялық парофазалық тұндырудың плазмалық әдісі.

Tergeussizova A.S.

Management systems for the optical fiber exhaust and innovative technologies for its production

Summary. The method of manufacturing, the use of certain impurities and chemical elements, the production technology, all these parameters affect the technical characteristics of the optical fiber, such as signal attenuation, impurity losses, loss on inhomogeneities and dispersion. The article gives an overview of manufacturing technologies of optical telecommunication fibers and related innovative solutions. The production stages are described using the following methods: Vapor Phase Axial Deposition - VAD, Outside Vapor Deposition - OVD, Plasma Chemical Vapor Deposition - PCVD and Modified Outside Vapor Deposition - MCVD. The control systems of the drawing of optical fibers by perturbation and deviation are considered.

Key words: control systems for the drawing of fibers, production of fiber optic cable, fabrication of fiber core, method of axial vapor deposition, method of external vapor deposition, modified method of chemical vapor deposition, chemical vapor deposition by means of a furnace, plasma method of chemical vapor deposition.

УДК 622.276.72

S.T. Nurseiit, A.K. Sariyeva, A.K. Danlybaeva
(al- Farabi Kazakh National University, Physics and Technology Faculty,
Almaty, Kazhakstan. E-mail: s_suan@mail.ru)

ANALYSIS OF DOMESTIK AND FOREIGN SYSTEMS OF ENVIROMENTAL CERTIFICATION OF CONSTRUCTION SITES.

Abstract. Modernity is an urgent problem of increasing energy efficiency and ensuring the safety of human life with the use of "green" standards in the field of construction. In this regard, one of the urgent tasks is to limit the negative impact of construction work on the environment and ensure the rational use and protection of all natural resources.

This article examines the certification of building materials and the use of this system in different parts of the world according to the environmental standards LEED (The Leader ship in Energy and Environmental Design).

Keywords: Green buildings, Green standards, inverse analysis, global warming, certification, standards.

С.Т. Нұрсейіт, А.Қ. Сариева, А.К. Данлыбаева
(Аль- Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы, Е-майл: s_suan@mail.ru)

ҚҰРЫЛЫС НЫСАНДАРЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СЕРТИФИКАТТАУДЫҢ ОТАНДЫҚ ЖӘНЕ ШЕТ ЕЛДІК ЖҮЙЕСІНІҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫСЫ ТУРАЛЫ

Аңдатпа. Қазіргі заман талабына қарай құрылыс саласында жасыл стандарттарды пайдалану арқылы энерготиімділікті арттыру және адамның тіршілік әрекетінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету көкейкесті мәселе болып отыр. Осыған орай, құрылыс қызметінің қоршаған ортаға жағымсыз әсерін шектеуге және табиғи ресурстардың барлық түрлерін ұтымды пайдалану мен қорғауды қамтамасыз етуге қол жеткізу кезек күттірмейтін міндеттердің бірі.

Бұл мақалада LEED (The Leader ship in Energy and Environmental Design) экологиялық стандарттар жүйесіне сай құрылыс материалдарының сертификатталуы және бұл жүйенің әлемнің әр түрлі аймақтарында қолдану мүмкіндігі қарастырылған.

Түйін сөздер: «Жасыл» құрылыс, «Жасыл стандарттар», инвертаризациялық талдау, жаһандық жылыну, сертификаттау, стандарттар.

Кіріспе. Қазақстанда, сондай-ақ әлемде жалпы бізге үйреншікті энергия көздерінің қорларының азаюымен байланысты мәселелер бұрыннан бері бақыланып келеді, осылайша, мысалы сарапшылардың болжамдары бойынша көмірдің қоры 600, газдың қоры – 50, уран қоры – 27-80 жылға жетуі керек. Мұндай тұжырым энергияны үнемдеуді бірінші орынға қою қажеттілігін туындатады. Бұл қажеттілік үш жаһандық мәселелерге негізделеді оларды шешу арқылы энергиялық тиімді экономикаға қол жеткізе аламыз. Бұндай қоршаған ортаның сапасы экономикалық бәсекеге қабілеттілікті және энергетикалық қауіпсіздікті арттырады. Көптеген заманауи қалалар үшін ойластырылмай жоспарланған қала кеңістіктері, сапасыз тұрғын үйлер мен құрылыстар, сондай-ақ жарықтандыру мен желдетудің төмен сапасы, қымбат эксплуатация және жоғары энергия сыйымдылығы, дамымаған сәулет түрлері, дұрыс ойластырылмаған көлік инфрақұрылымы салдары өзендердің ластануына алып келеді. Сондай-ақ өте үлкен аумақты алып жататын дұрыс ұйымдастырылмаған қоқыс үйінділері, биологиялық түрлердің төмендеуі, көмірсутекті, отынды жағу сияқты мәселелер өзекті болып табылады. Мұндай тәсіл мемлекеттің аумағы мен экономикасының

тұрақты, үйлесімді дамуына кепіл бола алмайды, себебі адамдарға мұндай ортада өмір сүру қолайсыз. Дегенмен құрылыс саласында жасыл стандарттарды пайдалану арқылы, адамның тіршілік әрекетінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және қолайлы шарттарын жасауға, құрылыс қызметінің қоршаған ортаға жағымсыз әсерін шектеуге және табиғи ресурстардың барлық түрлерін ұтымды пайдалану мен қорғауды қамтамасыз етуге қол жеткізуге болады.

«Жасыл» құрылыс деп - құрылыс нысаны орналастырылатын аймақтың тұрақты дамуын қамтамасыз етуге арналған тиімді құралды айтуға болады. Жасыл құрылыс, жасыл ғимараттар мақсаты ғимараттың барлық өмірлік кезеңінде, жобалауға арналған жерді таңдаудан бастап, құрылыс, эксплуатация, жөндеу және бұзу барысындағы энергетикалық және материалды ресурстарды тұтыну деңгейін төмендету болып табылатын құрылыс және ғимараттардың эксплуатация тәжірибесі.

Негізгі бөлім. «Жасыл стандарттар» Еуропалық Одақта, Солтүстік Америкада, Австралияда, Азия елдерінде кең түрде пайдаланылады және Орта Шығыста және латын Америкасында қолданылып келеді, тіпті Африкада ресми түрде мойындалған бірнеше «жасыл» ғимараттар тұрғызылған. Алайда Африкалық елдерде өздерінің жеке стандарттары шығарылмаған. «Жасыл ғимараттардың» артықшылықтарының қатарына: ғимараттың инвестициялық қызығушылығының жоғарылауы және қосымша маркетингтік мүмкіндіктер, эксплуатациялық шығыстардың тежелуі, қалдықтардың мөлшерінің азаюы, энергия мен суды тұтынудың қысқаруы, жалға алушылар үшін ыңғайлы және қауіпсіз шарттарды орнату, CO_2 қалдықтарының төмендуі және қоршаған ортаға ұқыптап қарау және ғимарат иегерінің әлеуметтік жауапкершілігінің жоғары болуы кіреді [1].

Қазіргі уақытта қолданылатын «жасыл» ғимараттар стандарттарын ішінен «BREEAM», «LEED», «GreenGlobes» стандарттарын атап айтуға болады. Бұл стандарттардың негізінде жер бөліктерін, энергияны, су және құрылыс материалдарын пайдалану нормативтері жатады. Сертификатталған ғимараттар қоршаған ортаның барынша төмен ластануын қамтамасыз етеді, мұндай құрылыстардың эксплуатациясы кәсіби экологиялық менеджментпен бірге жүргізіледі [2].

LEED (The Leader ship in Energy and Environmental Design) экологиялық стандарттар жүйесі 1998 жылы U.S. Green Building Council немесе USGBC коммерциялық емес американдық ұйыммен әзірленген. LEED рейтингтік жүйесі құрылғаннан кейін 83462 ғимарат сертификат алды немесе сертификаттау үшін тіркелді. Экологиялық стандарттарға сәйкес құрастырылған ғимараттар әлемнің 150 мемлекетінде орналасқан және 1280 км^2 ауданды алып жатыр. LEED ұлттық нұсқалары Канадада, Бразилияда, Италияда және Үндістанда пайдаланылады.

LEED жүйесінде әр түрлі ғимарат типтерін сертификаттаудың келесідей сызбалары әзірленген: жаңа құрылыс, сауда алаңдары, мектептер, мейманшылық қызметін көрсететін ұйымдарға арналған ғимараттар, өнімдердің қоймалары және оларды тарату орталықтары, денсаулық сақтау нысандары, ақпараттық орталықтар және іші өңделмеген ғимараттар (Core&Shell). (LEED v4 Rating System Selection Guidance, 2014)

2013 жылы шыққан LEED v4 стандартының соңғы нұсқасы 8 бөлімнен тұрады:

1. Орналастыру және көлік жүйесі
2. Іргелес аумақ
3. Су ресурстарын пайдалану тиімділігі
4. Энергияны үнемдеу және атмосфераны қорғау
5. Материалдар және ресурстық база
6. Ғимараттың ішіндегі ауа сапасы
7. Жобадағы жаңа стратегиялар және инновациялар
8. Аймақтық ерекшеліктер

Бұл бөлімдердің әрқайсысында белгілілі бір мөлшердегі талаптар болады. Осы талаптарға сәйкес келуі бойынша бағаланатын жоба сынақ балдарын алады. Кейбір талаптар сертификат алу үшін міндетті болады және олар бойынша балл берілмейді. LEED жүйесі мемлекеттегі құрылыс саласындағы мемлекеттік стандарттармен орнатылған талаптарды алмастырмайды, бірақ LEED талаптары сапа бағалауының жетілдірілген критериі бола отырып, жоғары және заманауи сұраныстарды қанағаттандырады. Стандарттар әр түрлі аймақтардың (тек АҚШ) ерекшеліктерін ескереді және оларға байланысты бағалау критерилерін өзгертеді. Ғимараттар LEED бойынша 4 деңгейде жіктелуі мүмкін:

- Certified – сертификатталған (40-49 балл жинаған)
- Silver – күміс (50-59 балл жинаған)

- Gold – алтын (60-79 балл жинаған)

- Platinum – платина (80 баллдан жоғары балл жинаған) (LEED v4 for Building Design and Construction, 2016)

LEED американдық стандарттарды және құрылыс материалдарын сертификаттау жүйесін қолдануды қатал регламенттейді, сол себеп жүйенің икемділігін және оны әлемнің әр түрлі аймақтарында қолдану мүмкіндігін төмендетеді.

«Материалдық және ресурстық база» бөлімінде 12 критерий бар, олардың үшеуі базалық және орындауға міндетті болып табылады (олар бойынша балл қойылмайды). Құрылыс материалдарына қатысты критерийлер бойынша 12 балл алуға болады, бұл LEED жүйесіндегі баллдардың ең жоғарғы қосындысының 10,9 % құрайды. Олардың кейбіреулері құрылыс материалдарына тиесілі. (LEED v4 forBuilding Designand Construction, 2016)

1. Ғимараттың өмірлік кезеңі барысында қоршаған ортаға әсерді төмендету (Buildinglife-cycleimpactreduction). Бұл критерийде әсер етуді төмендетудің бірнеше мүмкіндіктерін таңдауға болады, олардың біреуі құрылыс материалдарына қатысты болады.

Ғимарат құрылысы кезінде құрылыс материалдарын екінші рет пайдалану қарастырылған. Екінші рет пайдаланылатын материалдардың үлесі ғимарат бетінің ауданынан пайызбен есептелінеді. Бұл үлес 25% болған кезде LEED жүйесінде 2 балл, 50% – 3 балл, 75% – 4 балл (Core&Shell сызбасында – 5 балл) қойылады. (LEEDv4 for Building Design and Construction, 2016)

2. Құрылыс материалдарының қоршаған ортаға әсерінің сипаттамасы және оларды оңтайландыру – экологиялық декларация (Building product disclosure and optimization – environmental product declarations). Талап екі бөліктен тұрады, олардың орындалуына 1 баллдан беріледі.

Бірінші бөлік – экологиялық декларация. Ғимаратта пайдаланылған минимум 5 өндіруші шығарған, кем дегенде 20 түрлі құрылыс материалдар келесі критерийлерге сәйкес келеді:

- өндірілген өнімнің кем дегенде төрттен бірі бойынша ISO 14044 сәйкес өндірістің өмірлік кезеңін инвертаризациялық талдау және бағалау жүргізілген

- шығарылған өнімнің жартысы үшін ISO 14025 бойынша (III типті экомаркалау) тәуелсіз үшінші тараппен бекітілген және өнімнің барлық өмірлік кезеңін сыни қарастыратын өнімнің жалпы салалық экологиялық декларациясы дайындалған.

- барлық өнім үшін ISO 14025 бойынша (III типті экомаркалау) тәуелсіз үшінші тараппен бекітілген және өнімнің барлық өмірлік кезеңін сыни қарастыратын өнімнің ерекше (осы өнімнің әсерінің ерекшеліктерін қарастыратын) экологиялық декларациясы дайындалған.

- үшінші тараппен бекітілген және экологиялық құрылыс бойынша Американдық кеңеспен мойындалған кез келген басқа экологиялық декларация

Екінші бөлік – көп критерилі оңтайландыру. Жобада пайдаланылатын және III типті экомаркалауға ие кем дегенде 50% құрылыс материалдары құны бойынша төменде сипатталған келесі критериді қанағаттандырады.

Бұл материалдар үшін келесі алты көрсеткіштің үшеуі бойынша сала бойынша салыстырмалы түрде орташа деңгейдегі әсердің төмендеуін көрсету қажет:

- жаһандық жылыну потенциалы (CO_2 эквивалентінде жылыжай газдарының эмиссиясы)

- озон қабатының жұқаруы (CFC-11 эквивалентте жылыжай газдарының эмиссиясы)

- топырақ және су ресурстарының тотығуы (H+ мольдерінде немесе SO_2 эквивалентінің килограммында)

- эвтрофикация (азот немесе фосфор эквивалентінің килограммдарында)

- тропосфералық озонның түзілуі (азот немесе этен оксидтерінің эмиссиясы, кг-мен)

- жаңартылмайтын ресурстардың азаюы, МДж-мен

Бұл талап «Ғимараттың өмірлік кезеңі барысында қоршаған ортаға әсерді төмендету» критериінің талабына ұқсайды және сол сияқты есептелінеді. Сала бойынша орташа деңгей ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007 американдық стандарттың G қосымшасында көрсетілген.

Сондай-ақ, ғимарат корпусына кіретін құрылыс және құрылымдық материалдар талапқа жауап беретін барлық материалдардың құнының 30% астам үлесін құрай алмайды. Шығарылған жері (өндіру, сатып алу, өндіріс) жобаның орналасқан жерінен 100 миль (160 км) шекте орналасқан материалдардың үлесі екі еселік өлшемде бағаланады. (LEED v4 forBuilding Designand Construction, 2016)

3. Құрылыс материалдарының әсерінің сипаттамасы және оларды оңтайландыру – шикізат көздері болып табылады. Бұл критерий негізгі 2 талаптан тұрады, олардың әрқайсысының орындалуына 1 баллдан беріледі.

Біріншісі – құрылыс материалдарының көзі мен өндірілуі бойынша есептілік. Әр түрлі 5 өндірушіден келетін, тұрақты пайдаланылатын өнімдердің кем дегенде 20 атауында өздерінің шикізат жеткізушілерінің жарияланған есептері болуы керек. Жарияланған есептерде міндетті түрде шикізатты өндіру орны туралы ақпарат, жер ресурстарын экологиялық жауапты пайдалану туралы ақпарат, шикізатты өндіру мен өндірістен қоршаған ортаға әсерді төмендету бойынша шаралар, экологиялық жауапты жеткізуші статусына қол жеткізу үшін қол жетімді стандарттар және бағдарламаларға сәйкестік бойынша міндеттер туралы ақпарат болуы керек.

Жария есептер үшінші тараппен бекітілмеген жағдайда, олар талапқа сәйкестікке қол жеткізу үшін құрылыс өнімі бірлігінің жартысы ретінде бағаланады (яғни, егер барлық есептер өздігінен декларацияланатын болса, онда ғимаратта пайдаланылатын 40 құрылыс өнімдері үшін есеп болуы керек).

Үшінші тараппен бекітілген есептер толық бірлік құрылыс өнімі ретінде бағаланады. LEED жүйесінде келесі стандарттар және бағдарламалар бойынша дайындалған есептер мойындалады:

- тұрақты даму туралы есептілік Global Reporting Initiative (GRI)
- Экономикалық серіктестік және даму ұйымының тұрақты даму туралы есептілігі (Халықаралық бастамалар үшін басшылық етуші қағидалар)
- ISO 26000:2010 сәйкес әлеуметтік жауапкершілік бойынша нұсқаулық
- осы мақсаттар үшін экологиялық құрылыс бойынша ұжымдық әлеуметтік жауапкершілік критерилеріне жауап беретін Американдық кеңеспен бекітілетін басқа бағдарламалар

Екінші талап – жауапты өндірудің көшбасшылық тәжірибелері. Ғимаратта пайдаланылатын құрылыс өнімдерінің жалпы құнының 25% келесі критерилердің біреуіне сәйкес келуі керек:

- өндірушінің кеңейтілген жауапкершілігі. Құрылыс өнімі әлеуметтік жауапкершіліктің кеңейтілген бағдарламасын жүзеге асыратын өндірушіден алынады. Критериді орындау үшін оған құны бойынша барлық өнімнің 50% сәйкес келуі қажет.
- биологиялық негіздегі материалдар. Құрылысты орындаушы ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы бойынша Желі стандартының талаптарына жауап беретін биологиялық негіздегі өнімдерді пайдаланады. Биологиялық шикізатты ASTM TestMethod D6866 сынау әдістемелерінің көмегімен тексерілуі керек, оны жинау экспорттаушы-елдің және қабылдаушы-елдің заңнамалық талаптарына сәйкес келуі керек. Жануарлардың терілерінің негізіндегі өнімдер және олардан дайындалған материалдар пайдаланылмауы қажет.
- ағаш негізіндегі өнімдер. Құрылыс орындаушы FSC бойынша немесе Американдық кеңеспен мойындалған жасыл құрылыс бойынша кез келген басқа бағдарлама бойынша сертификатталған ағаш өнімдерді пайдаланады.
- материалдарды қайталап пайдалану. Материалдарды қайталап пайдалану деп құрылыс орындаушының екінші рет қайта өңделген және жөнделген материалдарды пайдалануын айтады.
- қайта өңделген құраушылар. Құрылыс орындаушы құрамында қайта өңделген (яғни пайдаланылған және жұмыс күйіне дейін қалпына келтірілген) және қайтадан өндірілетін (демонтаждаудан кейін екінші ретті пайдалану бағдарламасы бар) құраушыларды пайдаланады.

Сонымен қатар, тұрақты даму бойынша Американдық кеңестік стандарттарына жауап беретін өндірудің басқа тәжірибелерін пайдалануға болады.

Шығарылған жерлері жобаның орналасқан жерінен 100 миль (160 км) ара қашықтықта орналасатын материалдардың құны бойынша үлесі екі еселік өлшемде бағаланады. Ғимарат құрамына кіретін құрылыс және құрылымдық материалдар критериге жауап беретін барлық материалдардың құнының 30% жоғары үлесін құрай алмайды. (LEEDv4 for Building Design and Construction, 2016)

4. Құрылыс материалдарының қоршаған ортаға әсерінің сипаттамасы және оларды оңтайландыру – құраушылар. Бұл критерий негізгі 2 талаптан тұрады, олардың әрқайсысының орындалуына 1 баллдан беріледі.

Қорытынды. Бірінші – құраушылар бойынша есептілік. Құрылыс орындаушы жобада өнімнің химиялық құрамын көрсету үшін келесі бағдарламалардың біреуін пайдаланатын кемінде 5 түрлі өндірушінің тұрақты орнатылған кем дегенде 20 түрлі өнімдерін пайдаланады (құраушылар ретінде міндетті түрде өнімдегі мөлшері 0,1% асатын заттар көрсетілуі керек):

- Өндірушіден инвентаризация. Өндіруші атауы және CAS-тіркеу нөмірі бойынша сәйкестендірілген барлық ингредиенттердің толық тізімін жарияланады. Коммерциялық құпия немесе интеллектуалды меншік болып табылатын құраушылар үшін атауы және CAS-нөмірі көрсетілмеуі мүмкін, бірақ міндетті түрде оның функциялық ролі мен құрамы туралы ақпарат берілуі керек.

- Денсаулыққа зияны жоқ өнім декларациясы. Соңғы өнімнің Health Product Declaration open Standard стандартқа сәйкес барлық белгілі қауіпті әсерлері толық ашылған денсаулыққа зияны жоқ өнімнің жарияланған толық декларациясы болады.

- Cradleto Cradle сертификаттау. Соңғы өнім базалық деңгейдің Cradleto Cradle (2 нұсқа) бағдарламасы бойынша немесе қола деңгейдің Cradleto Cradle (3 нұсқа) бағдарламасы бойынша сертификатталған.

- Американдық кеңеспен мойындалған экологиялық құрылыс бойынша басқа бағдарлама.

Екінші – ингредиенттерді оңтайландыру. Құрылыс орындаушы жобада тұрақты орнатылған өнімдерді пайдаланады, олардың үлесі құраушыларды оңтайландыру жүйесі құжаттандырылған барлық өнімдердің жалпы құнының 25% құрайды. Келесі жағдайлар үшін өнімдердің жалпы құнынан үлесі өзгертіледі:

- Құрамды инвентаризациялау сызбасы Green Screen v1.2. Мөлшері 0,1% басталатын және сызба бойынша қауіптіліктің бірінші деңгейіне ие болмайтын ингредиенттер үшін толық инвентаризацияланған химиялық құрамы бар өнімдер үшін. Егер құраушылар Green Screen List Translator сызбасы бойынша бағаланса, олардың құны 100% нақты құн мөлшері бойынша есептелінеді. Егер құраушылар Green Screen сызбасы бойынша толық бағалаудан өтсе, олардың құны нақты құнның 150% мөлшерінде есептелінеді.

- Cradleto Cradle сертификаттау. Алтын деңгейдің Cradleto Cradle (2 нұсқа) сызба бойынша сертификатталған соңғы өнімдердің үлесі нақты құнның 100%, платина деңгейдің Cradleto Cradle (2 нұсқа) – 150%, күміс деңгейдің Cradleto Cradle (3 нұсқа) – 100%, алтын немесе платина деңгейдің Cradleto Cradle (3 нұсқа) – нақты құнның 150% есептелінеді.

- REACH халықаралық регламент тізімінде аталған құраушылары жоқ өнімдердің үлесі 100% нақты құнмен бағаланады.

Үшінші – құраушыларды жеткізу тізбегін оңтайландыру. Құрылыс орындаушы жобада келесі талаптар орындалатын, үлесі барлық өнімдердің жалпы құнының 25% құрайтын тұрақты орнатылған өнімдерді пайдаланады:

1) Денсаулық сақтау, қауіпсіздік және қатерді төмендету бойынша тексерілген және сенімді бағдарламаларға қатысатын өндірушілерден ары кеткенде өнім құраушыларының 99% (салмағы бойынша) жеткізіледі.

2) Құраушылары үшінші тараппен бекітілген жеткізу тізбегіне ие өндірушілердің өнімдері жеткізіледі. Тізбектердің тексерілген бөліктерінде кем дегенде келесілер болуы керек:

- ингредиенттердің қауіптілігі мен әсерін ескере отырып оларды таңдаудың қол жетімді және ашық процестері мен әдістемелері.

- химиялық ингредиенттердің қауіпсіздігі, әсері және экологиялық сипаттамалары туралы ақпаратты сәйкестендіру, құжаттандыру және жариялау процесстері.

- әзірлеу және жетілдіру барысында химиялық құраушылардың денсаулыққа және қоршаған ортаға қаупі мен қатерін басқару бойынша шараларды жүзеге асыру.

- өндіріс және тасымалдау барысында химиялық құраушылардың денсаулыққа және қоршаған ортаға қаупі мен қатерін басқару бойынша шараларды жүзеге асыру.

- жеткізу тізбегінің барлық кезеңінде құраушылардың қауіпсіздігін бағалауды және құраушылардың қауіпсіздігі мен қатері туралы ақпаратты басқаруды жүзеге асыруды жүргізуге мүмкіндік беретін процесстер.

Екінші және үшінші критериде шығару көздері (өндіру, сатып алу, өндіріс орны) жобаның орналасқан жерінен 100 миль (160 км) шекте орналасатын материалдардың құн бойынша үлесі екі еселік өлшемде бағаланады. Жоғарыдағы сияқты ғимарат корпусына кіретін құрылыс және құрылымдық материалдар критериге жауап беретін барлық материалдардың құнының 30% астам үлесін құрай алмайды. (LEED v4 for Building Design and Construction, 2016)

5. Тұрақты биоаккумуляцияланатын және улы заттардың – қорғасын, мыс, кадмий шығарылуын төмендету.

Бұл критериде ғимараттың ішкі және сыртқы элементтері үшін пайдаланылатын бояуларда кадмийді пайдалануға тыйым салынатын талаптар болады. (LEEDv4 for Building Design and Construction, 2016)

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] GL-008-009 «Building Products Using Recycled Materials» //Hong Kong Green Label Scheme, 2010.

[2] LEED v4 for Building Design and Construction (updated April 5, 2016) // U.S. Green Building Council, Washington DC, 2016.

[3] К вопросу эффективности новых технологий реконструкции зданий и сооружений / А.Н Асаул, Г.Я Зейниев, С.М Агеев, Б.В Лабудин // Промышленное и гранжданское строительство. 2009.- № 5. 55-56.

[4] Вернеке Д. Энергоэффективное строительство – это мировая тенденция //Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2008. - №10. – С. 26-27.

[5] Гиссин В.И. Управление качеством продукции: Учебн. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2000.

[6] Близнюк О.В. Внедрение «зеленых» стандартов строительства в целях реализации национальных интересов // Экономика строительства. -2012. – № 2. – С. 29-36

[7] Мишин В.М. Управление качеством: Учебное пособия для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000-303с.

[8] Погожев И.Б., Сульповар Р.Х. Обобщеные показатели качества при управлениипредприятием. – М.: Стандарты и качество,1973-235с.

[9] Иванова К. А., Журенкова А. С. «Зеленые» стандарты в строительстве // Молодой ученый. - 2016. - №9.1. — С. 31-34

[10] Гаевская, З.А., Лазарева, Ю.С., Лазарев, А.Н. Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов // Молодой учёный. – 2015. – №16(96). – С. 145-152.

[11] Гусева, Т.В., Молчанова, Я.П., Панкина, Г.В., Петросян, Е.Р // Компетентность. – 2012. – №8(99). – С. 22-28.

[12] Классификация организаций в сфере экоустойчивого строительства // НП «Содействие устойчивому развитию архитектуры и строительства – Совет по «зеленому» строительству».

[13] Кошкина, С.Ю., Корчагина, О.А., Воронкова, Е.С. «Зелёное» строительство как главный фактор повышения качества окружающей среды и здоровья человека.

[14] Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. – 2013. – №3(47). – С. 150-158.

[15] Экологическое строительство в России // 2011-2013 АНО «Национальное Агентство Устойчивого Развития».

Нұрсейіт С.Т., Сариева А.Қ., Данлыбаева А.К.

Анализ отечественных и зарубежных систем экологической сертификации объектов строительства

Аннотация. Современность - это настоятельная проблема повышения энергоэффективности и обеспечения безопасности человеческой жизни с использованием «зеленых» стандартов в области строительства. В этой связи одной из насущных задач является ограничение негативного воздействия строительных работ на окружающую среду и обеспечение рационального использования и охраны всех природных ресурсов.

В этой статье рассматривается сертификация строительных материалов и использование этой системы в разных частях мира по экологическим стандартам LEED (The Leader ship in Energy and Environmental Design).

Ключевые слова: Зеленые здания, Зеленые стандарты, инверсный анализ, глобальное потепление, сертификация, стандарты.

Nurseiit S.T., Sariyeva A.K., Danlybaeva A.K.

Analysis of domestik and foreign systems of enviromental certification of construction sites.

Abstract. Modernity is an urgent problem of increasing energy efficiency and ensuring the safety of human life with the use of "green" standards in the field of construction. In this regard, one of the urgent tasks is to limit the negative impact of construction work on the environment and ensure the rational use and protection of all natural resources.

This article examines the certification of building materials and the use of this system in different parts of the world according to the environmental standards LEED (The Leader ship in Energy and Environmental Design).

Keywords: Green buildings, Green standards, inverse analysis, global warming, certification, standards.

УДК 66.074.912

Н.Х. Байматова

(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан, baimatova.nassiba@gmail.com)

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДСОРБЦИИ БЕНЗОЛА, ТОЛУОЛА, ЭТИЛБЕНЗОЛА И О-КСИЛОЛА ИЗ ВОЗДУХА ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИМИ АДСОРБЕНТАМИ

Аннотация. Адсорбция является наиболее традиционным методом для удаления летучих органических соединений из воздуха. Адсорбционные методы, основанные на поглощении токсичных веществ твердыми сорбентами, широко используются для очистки воздуха. Для очистки воздуха от летучих органических соединений чаще применяют углеродсодержащие адсорбенты, имеющие развитую площадь поверхности,

обусловленную внутренней пористостью, которая состоит из макро-, мезо- и микропор. Шунгитовый концентрат, скорлупа грецкого ореха и косточки абрикоса являются недорогим местным сырьем, который может быть использован в качестве более дешевой альтернативы активированному углю. Переработка и получение полезного продукта на их основе позволит обеспечить рациональное использование сырьевых ресурсов Республики Казахстан.

В данной работе изучена эффективность очистки воздуха внутри помещений от бензола, толуола, этилбензола и о-ксилола углеродсодержащими сорбентами на основе растительного и минерального сырья.

Ключевые слова: адсорбция, БТЭК, воздух внутри помещений, углеродсодержащие адсорбенты

ВВЕДЕНИЕ

Очистка воздуха и выбросов в него является актуальной для большинства городов и промышленных предприятий, так как позволяет привести воздух в соответствие санитарным нормам [1]. Во всем мире активно развивается рынок очистителей воздуха для закрытых помещений, данные об эффективности которых для реальных систем, как правило, отсутствуют. Большинство систем очистки разработано на высоких концентрациях одного загрязнителя [2,3]. В научной литературе также имеются подтверждения того, что некоторые системы очистки воздуха в значительной степени неэффективны, а другие - образуют вредные побочные продукты [4].

Главной сложностью разработки подобных систем очистки является сложность контроля эффективности очистки воздуха (газа), которая определяется по результатам анализа воздуха до и после очистки. Каждый эксперимент требует анализа большого количества образцов, особенно в динамическом режиме, когда блок (фильтр) очистки находится в потоке воздуха. Например, классические методы определения летучих органических загрязнителей (ЛОС) в потоке воздуха основаны на продувке отбираемого воздуха через сорбционную трубку с последующей термодесорбцией в устройство для ввода проб газового хроматографа (ГХ), криофокусированием и газохроматографическим анализом [5]. Прямой ввод в испаритель ГХ изучаемого воздуха не обеспечивает достаточных пределов обнаружения ЛОС при их типичной концентрации в атмосферном воздухе.

Адсорбция является наиболее традиционным методом для удаления ЛОС из воздуха [6]. Данный метод имеет преимущества по сравнению с другими методами (метод ионизации [7], катилитическое [8], фотокаталитическое [9] и термическое окисление [10], биофильтрация [11]) благодаря простоте конструкций, низкой стоимости, а также возможности улавливания как низких, так и высоких концентраций загрязнителей. Адсорбционные методы, основанные на поглощении токсичных веществ твердыми сорбентами, широко используются для очистки промышленных выбросов и воздуха. Для улавливания органических загрязнителей обычно используются три основных типа сорбентов: неорганические адсорбенты (молекулярные сита), углеродсодержащие адсорбенты и органические полимеры. Площадь поверхности сорбентов влияет на тип улавливаемых аналитов. Неорганические сорбенты применяют для улавливания полулетучих органических соединений, органические полимеры со сравнительно небольшой площадью поверхности применяются для таких соединений, как гликоли, фталаты, альдегиды и акрилаты. Для очистки воздуха от ЛОС чаще применяют углеродсодержащие адсорбенты, имеющие развитую площадь поверхности (500-3000 $м^2/г$), обусловленную внутренней пористостью, которая состоит из макро-, мезо- и микропор.

Одними из перспективных материалов для производства углеродсодержащих адсорбентов являются шунгитовый концентрат, косточки абрикоса и скорлупа грецкого ореха. Шунгит обладает способностью очищать воду практически от всех примесей, органических веществ, бактерий и микроорганизмов, многих металлов и неметаллов. К настоящему времени в Казахстане разведано Коксуйское месторождение с подтверждённым запасом шунгита 49 млн тонн. Сорбенты на основе скорлупы грецкого ореха и косточек абрикоса являются пористыми материалами, обладающими сорбционными свойствами, и не уступающими по качеству активированному углю.

Шунгитовый концентрат, являющийся отходом переработки полиметаллических руд, скорлупа грецкого ореха и косточки абрикоса являются недорогим местным сырьем, который может быть использован в качестве более дешевой альтернативы активированному углю. Переработка и получение полезного продукта на их основе позволит обеспечить рациональное использование сырьевых ресурсов Республики Казахстан.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1 Приготовление модифицированных углеродсодержащих адсорбентов

Активация с NaOH адсорбента на основе шунгитового концентрата

После процесса пенной флотации для концентрирования углеродсодержащего сырья, описанного в разделе 2.6, концентрат высушивали при 140-150°С. После порошок шунгита смешивали с сухим едким натром при разных соотношениях масс (1:0,8 и 1:1), затем добавляли дистиллированную воду и смесь высушивали 24 ч при 70°С. Затем связующее вещество (сахарная патока, ТОО Бурундайский сахарный завод, Алматы, Казахстан) было добавлено к высушенному концентрату.

Импрегнирование адсорбентов

Импрегнирование углеродсодержащих адсорбентов проводили путем нанесения металсодержащего катализатора методом пропитки. Выбор и содержание оксидов данных металлов были определены анализом данных литературного обзора [12]. Авторы статьи [12] показали эффективность очистки воздуха на 99% от о-ксилола с концентрацией 0,6 г/м^3 композиционными материалы с Cu-Mn-Ce.

Для получения углерод-металлического катализатора для очистки воздуха от ЛОС, носитель поэтапно пропитывали при постоянном перемешивании солями церия, марганца и меди, с дальнейшим упариванием раствора при температуре 100-110°С. Далее сухой импрегнированный носитель прокаливали в атмосфере инертного газа при температуре 500°С в течение 1 ч в муфельной печи для образования оксидов. Температуру прокаливания подбирали таким образом, чтобы все соли, применявшиеся для пропитки носителя, разложились до оксидов этих металлов. Для того чтобы избежать образования непрочного высокопористого продукта, осуществляли медленный подъем температуры. Скорость подъема температуры составила 2°С/мин. Концентрацию импрегнируемой соли подобрали таким образом, чтобы содержание оксидов церия, марганца и меди составляло 2 %, 3 % и 3 % (масс.), соответственно. Таким образом были получены 3 углерод-металлические каталитические системы:

- УМКС-СМС1 – углерод-металлическая (Ce-Mn-Cu) каталитическая система на основе скорлупы грецкого ореха;
- УМКС-СМС2 – углерод-металлическая (Ce-Mn-Cu) каталитическая система основе активированного угля;
- УМКС-СМС3 – углерод-металлическая (Ce-Mn-Cu) каталитическая система на основе шунгитового концентрата.

2 Изучение адсорбции БТЭК углеродсодержащими адсорбентами из воздуха внутри помещений в динамическом режиме

Адсорбцию ЛОС изучали на специально сконструированной установке, состоящей из компрессора Jun-Air OF302 (JUN-AIR, Inc., США), стеклянной трубки длиной 25 см и внутренним диаметром 5 мм, виалы объемом 20 мл, закрытой магнитной крышкой с тефлон-силиконовыми септами и 250-мл пузырькового расходомера. Виала была снабжена входными и выходными портами (рисунок 1).

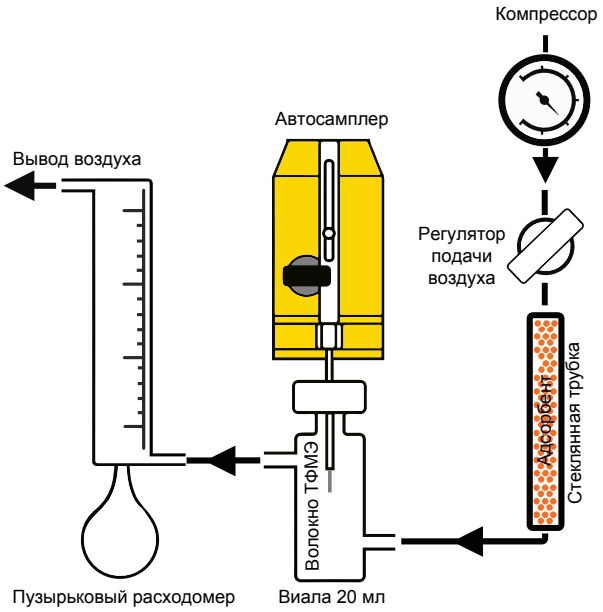


Рис. 1. Схема установки для изучения эффективности сорбционной очистки лабораторного воздуха от бензола, толуола, этилбензола и о-ксилола

В систему подавали лабораторный воздух с концентрациями бензола, толуола, этилбензола и о-ксилола 18-27, 40-51, 1-2 и 2-8 мкг/м^3, соответственно. Сорбцию проводили при температуре 20-25 °С. Масса адсорбента в стеклянной трубке составляла ~1,3 г, а толщина слоя - 12 см. Слой адсорбента фиксировался с двух сторон стекловолокном. В ходе эксперимента использовали 2 типа адсорбентов – модифицированный шунгит (AIM Lab, Алматы, Казахстан) с размером частиц 0,62-4,0 мм и активированный уголь (Ирбитский химико-фармацевтический завод, Ирбит, Россия) с размером частиц 0,4-4,0 мм.

Воздух до и после очистки адсорбентом экстрагировали волокном CAR/ПДМС 85 мкм в течение 3 мин из виалы с использованием автосамплера Combi PAL (CTC Analytics AG, Швейцария).

Лабораторный воздух подавали в систему при скоростях 300 и 75 мл/мин. Объемный расход 300 мл/мин обеспечивает линейную скорость подачи воздуха 25 см/с, что близко к значению этого параметра в коммерческих системах очистки воздуха, работающих при скоростях >20 м^3/ч, необходимых по санитарным нормам [13]. Эксперимент был проведен также при 75 мл/мин по причине отсутствия сорбции БТЭК адсорбентом на основе шунгита при скорости 300 мл/мин.

3 Методика анализа

Для контроля концентраций БТЭК до и после очистки воздуха углеродсодержащими адсорбентами был использован метод ТФМЭ/ГХ/МС. В работе использованы два типа волокон для ТФМЭ – 65 мкм ПДМС/ДВБ для экспериментов в статическом режиме и 85 мкм CAR/ПДМС для динамической адсорбции. Волокно CAR/ПДМС, как известно, обеспечивает большую эффективность экстракции [14,15].

После экстракции экстракционное покрытие вводили в устройство для ввода проб (с делением потока/без деления потока) газового хроматографа с масс-спектрометрическим детектором 6890N/5973N (Agilent, США), нагретое до 250 °С автосамплером Combi PAL (CTC Analytics AG, Швейцария). Время десорбции волокон ТФМЭ составило 5 минут.

Хроматографирование проводили ли на капиллярной колонке DB-WAXetr (Agilent, США) 60 м х 0,25 мм, заполненной полярной стационарной фазой толщиной 0,50 мкм. Температуру термостата колонки программировали от 40°С (выдержка 1 мин) до 160 °С (выдержка 2 мин) со скоростью нагрева 10 °С/мин. Полное время хроматографирования составляло 15 минут. Температуры интерфейса, квадруполя и источника ионов МСД составляли 240°С, 150°С и 230°С, соответственно

Время удерживания для БТЭК составили 8,6, 10,3, 11,8 и 12,8 мин, соответственно. Для обеспечения наибольшей чувствительности масс-спектрометрическое детектирование проводили в режиме мониторинга наиболее интенсивных ионов аналитов (m/z 78, 91 и 106 а.е.м.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Каталитическое окисление ЛОС является перспективной технологией, которая обеспечивает разложение ЛОС при небольших температурах и низких затратах. Ключевым параметром данной технологии является выбор правильного типа катализатора. Поэтому одним из недостатков термокаталитического метода является правильный выбор катализатора, его устойчивость к каталитическим ядам, механическая прочность, низкая стоимость.

Для окисления ЛОС обычно используют катализаторы, содержащие драгоценные металлы. В последнее время интерес исследователей сместился к композициям на основе оксидов переходных металлов. При этом к числу наиболее эффективных катализаторов относятся материалы, содержащие оксид церия, что связывают с его способностью к переносу активного кислорода, участвующего в процессе окисления. Оксиды переходных металлов Cu-Mn-Ce были выбраны согласно исследованиям [12], где авторы статьи показали 99% эффективность очистки воздуха с концентрацией о-ксилола 0,6 г/м^3 композиционными материалы.

Целью данного исследования являлось установить влияние углерод-металлических каталитических систем для эффективности очистки воздуха внутри помещений от БТЭК.

Для сравнения были изучены адсорбенты без импрегнирования. Адсорбент на основе ореховой скорлупы, импрегнированный оксидами переходных металлов, показал полную очистку от толуола, этилбензола и о-ксилола, при температуре 100 °С (рисунок 2).

Бензол достигает изначальной концентрации через 6954 мин после начала процесса очистки, после чего его концентрация снижается, что может быть вызвано скачком концентрации бензола при наполнении микрошприца на шприцевом насосе на отметке 14328 мин.

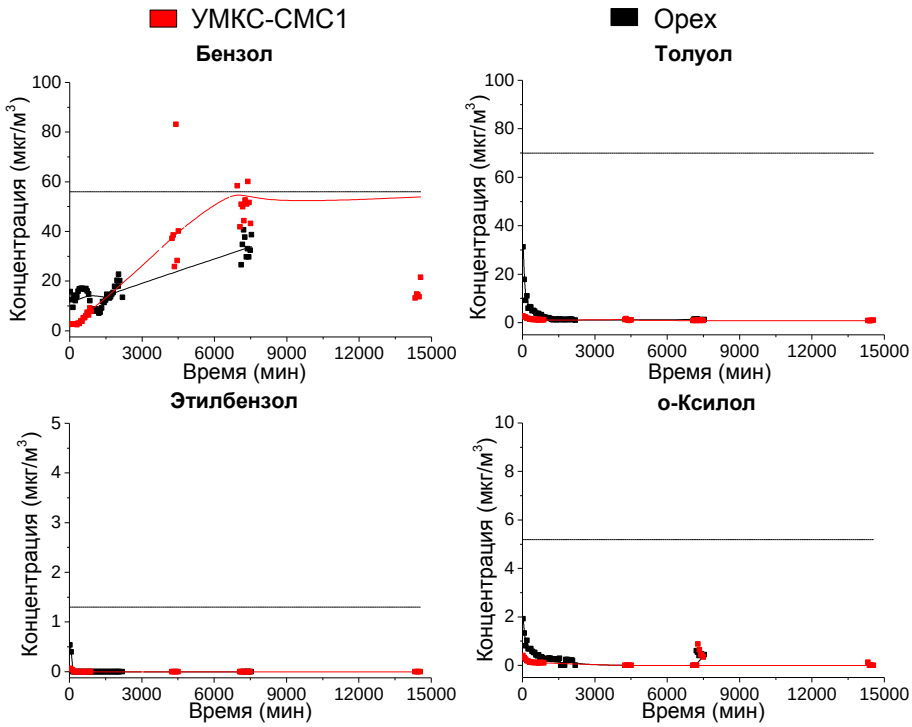


Рис. 2. Эффективность очистки воздуха внутри помещений УМКС-СМС1

Бензол достигает изначальной концентрации через 6954 мин после начала процесса очистки, после чего его концентрация снижается, что может быть вызвано скачком концентрации бензола при наполнении микрошприца на шприцевом насосе на отметке 14328 мин.

Активированный уголь, импрегнированный оксидами переходных металлов, показал полную очистку от толуола, этилбензола и о-ксилола, а также позволил снизить концентрацию бензола в 50 раз при температуре 100°С (рисунок 3).

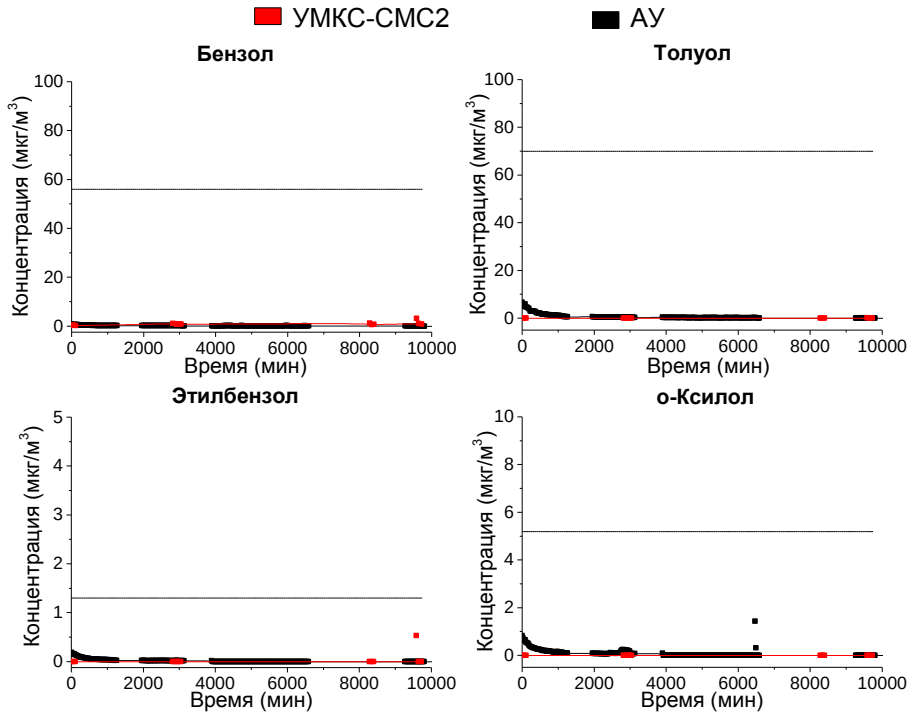


Рис.3. Эффективность очистки воздуха внутри помещений УМКС-СМС2

Адсорбент на основе шунгитовой породы не обеспечил очистку воздуха от бензола, толуола и этилбензола при температуре 100°С. При тех же условиях концентрация о-ксилола снижается в 6 раз в течение 81 минуты с последующим возвращением на исходный уровень (рисунок 4).

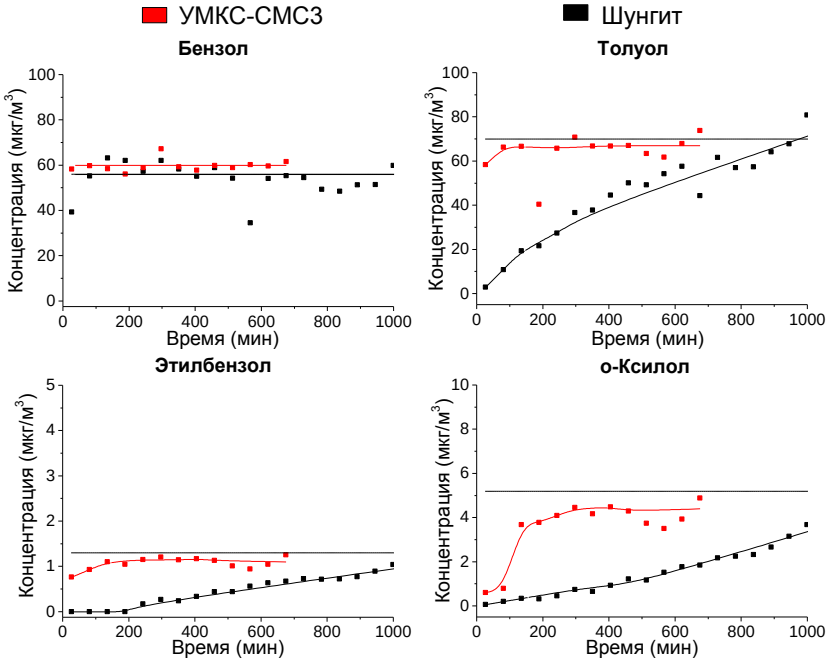


Рис. 4. Эффективность очистки воздуха внутри помещений УМКС-СМС3

Таким образом, адсорбенты на основании скорлупы грецкого ореха, шунгита и активированного угля, импрегнированные оксидами переходных металлов таких, как Ce-Mn-Cu, не увеличивают эффективность или длительность очистки воздуха внутри помещений от БТЭК, но уменьшают общую емкость сорбента по отношению к данным загрязнителям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы было изучено влияние углерод-металлических каталитических систем для эффективности очистки воздуха внутри помещений от БТЭК. Углерод-металлическая (Ce-Mn-Cu) каталитическая система на основе скорлупы грецкого ореха УМКС-СМС1, углерод-металлическая (Ce-Mn-Cu) каталитическая система на основе активированного угля (УМКС-СМС2) и углерод-металлическая (Ce-Mn-Cu) каталитическая система на основе шунгитового концентрата (УМКС-СМС3) не увеличивают эффективность или длительность очистки воздуха внутри помещений от БТЭК, но уменьшают общую емкость сорбента по отношению к данным загрязнителям

Использованная методология, основанная на ТФМЭ-ГХ-МС, позволила просто, быстро и недорого получить избыточные данные о процессе очистки воздуха от следовых количеств БТЭК. Эксперименты в динамическом режиме были полностью автоматизированы и позволили получить графики высокого разрешения. Таким образом, используемый подход может быть рекомендован как аналитический инструмент при разработке новых адсорбентов и систем по очистке воздуха. Он может быть расширен увеличением спектра определяемых аналитов, включая полициклические ароматические углеводороды, фенолы, галогенированные углеводороды и другие известные загрязнители воздуха.

Благодарности

Работа выполнялась в рамках проектов МОН РК: 4185/ГФ4 «Разработка полуавтоматической станции мониторинга концентраций органических загрязнителей в атмосферном воздухе городов хроматографическими методами» и 1303/ГФ4 «Углерод-металлические каталитические системы для очистки воздуха от токсичных соединений и выхлопных газов автотранспорта».

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Types E. American Lung Association. Residential Air-Cleaning Devices. http://www.lungusa.org. 13.11.2016.

[2] Ao C.H., Lee S.C. Combination effect of activated carbon with TiO2 for the photodegradation of binary pollutants at typical indoor air level // Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. - 2004. - Vol. 161, issue 2-3. - P. 131–140.

[3] Ao C.H., Lee S.C. Enhancement effect of TiO2 immobilized on activated carbon filter for the photodegradation of pollutants at typical indoor air level// Applied Catalysis B: Environmental. - 2003. - Vol. 44, issue 3. - P. 191–205.

[4] Jo W., Kang H. Purification of BTEX at indoor air levels using carbon and nitrogen co-doped titania under different conditions // Journal of the Environmental Science. - 2012. - Vol. 21, issue 11. - P. 1321–1331.

[5] Sidheswaran M.A., Destaillats H., Sullivan D.P., Cohn S., Fisk W.J. Energy efficient indoor VOC air cleaning with activated carbon fiber (ACF) filters // Building and Environment. - 2012. - Vol. 47, issue 1. - P. 357–367.

[6] Uhde E. Part one measuring organic indoor pollutants // Organic Indoor Air Pollutant. - 2009. - Vol. 35. - P. 3–18.

[7] Vandenbroucke A.M., Morent R., De Geyter N., Leys C. Non-thermal plasmas for non-catalytic and catalytic VOC abatement // Journal of Hazardous Materials. - 2011. - Vol. 195. - P. 30–54.

[8] EPA . Destruction of organic contaminants by catalytic oxidation // EPA/600/D-87/224. – 1987.

[9] Zhong L., Haghighat F., Blondeau P., Kozinski J. Modeling and physical interpretation of photocatalytic oxidation efficiency in indoor air applications // Building and Environment. - 2010. - Vol. 45, issue 12. - P. 2689–2697.

[10] Benitez J. Process Engineering and Design for Air Pollution Control // PTR Prentice Hall. - Englewood Cliffs NJ, 1993. - P. 466.

[11] Doble M., Kumar A. Biotreatment of Industrial Effluents // Resources, Conservation and Recycling. - 2007. - Vol. 51, issue 2. - P. 507–509.

[12] K. Dossumov, M. Nauryzbayev, D. Churina, S. Efremov, B. Kenessov. M. Telbayeva, Composite materials for adsorption catalytic purification of toxic organic impurities //J. Energy Power Eng. – (2015). – 9 – P. 259–264.

[13] СНИП 2.04.05-91*, Отопление, вентиляция и кондиционирование, Москва, Россия. (1999) 1–71.

[14] F. Werres, F. Michel, B. Shirey, Y. Chen. SPME for the determination of volatile organic compounds in water: Results from global interlaboratory trial for validation of new ISO 17943, 2014.

[15] J. Pawliszyn, Handbook of Solid Phase Microextraction. – Chemical Industry Press, 2009. – 406 P.

Baimatova N

Investigation of efficiency of benzene, toluene, ethylbenzene and o-xylene adsorption from indoor air by modified carbon-based adsorbents

Summary. Adsorption is the most traditional method for the removal of VOCs from air. Adsorption cleaning methods are widely used for the treatment of air and based on the absorption of toxic substances by solid sorbents. Carbon-based adsorbents with advanced surface area, which is due to internal porosity consisting of macro-, meso- and micropores, are often used to clean the air from VOCs. Shungite concentrate, walnut shells and apricot seeds are inexpensive local raw materials, which can be used as a cheaper alternative to activated carbon. Processing and obtaining of useful products based on them will ensure the rational use of natural resources of the Republic of Kazakhstan.

In this study the efficiency of air cleaning from benzene, toluene, ethylbenzene and o-xylene with carbon-based sorbents based on vegetable and mineral raw materials has been studied.

Key words: adsorption, BTEX, indoor air, carbon-based adsorbents

Байматова Н.Х.

Бөлме ішіндегі ауадан бензолдың, толуолдың, этилбензолдың және о-ксилолдың модифицирленген көміртек құрамды адсорбенттерде адсорбциясының тиімділігін зерттеу

Резюме.Адсорбция ауадан ұшқыш органикалық қосылыстарды бөлу үшін дәстүрлі әдіс болып табылады. Уытты заттардың қатты сорбенттерде жұтылуына негізделген адсорбциялық әдістер ауаны тазартуда кеңінен қолданылады. Ауаны ұшқыш органикалық қосылыстардан тазарту үшін негізінен көміртек құрамды адсорбенттер қолданылады. Олар макро-, мезо- және микрокеуектерден құралған ішкі кеуектілігіне байланысты үлкен беттік ауданға ие. Шунгит концентраты, грек жаңғағының қабығы және өрік сүйектері жергілікті арзан шикізат болып, белсендірілген көмірге арзан балама ретінде қолданылуы мүмкін. Олар негізінде пайдалы өнімді алу және өңдеу Қазақстан Республикасының шикізат ресурстарын тиімді пайдалануға жол ашады.

Берілген жұмыста бөлме ішіндегі ауаны бензолдан, толуолдан, этилбензолдан және о-ксилолдан өсімдік және минералды шикізаттар негізіндегі көміртек құрамды сорбенттер көмегімен тазарту тиімділігі зерттелінді.

Кілтті сөздер: адсорбция, БТЭК, ауа, көміртек құрамды адсорбенттер.

ӘОЖ (378.016.02:004.032.6:574)

G.A. Mirzakhmedova
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty Kazakhstan,
gulbanu.myrzahmedova@gmail.com)

MANAGEMENT OF ECONOMIC CLUSTERS

Abstract. Cluster systems interest is associated with consolidation processes and pooling of capital that can lead to activation of enterprise integration processes. Effective functioning of clusters as an economic system is a team strategic planning process. Here it is necessary to study the theoretical and methodological study of coordination of the organization of science and industry and other economic spheres. Revision of the strategic planning option determines the need for creating new schemes and procedures for group planning processes that apply to clusters.

To investigate the structural model VA. We use the three-sectoral economy model presented by Kolemayev. In clause the economic model of a cluster (EMC) is considered. The problem of finding the optimal steady state of the EMC, at which the results of the operation of the whole cluster are maximal. To solve this problem, the Pontryagin maximum principle method was used. With the help of algebraic transformations, a function is obtained whose zero point determines the solution of the problem of finding the optimal steady state of the EMC.

Keywords: economic cluster; steady state of the system; the Pontryagin maximum principle method.

Г.А. Мирзахмедова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ. Қазақстан Республикасы
gulbanu.myrzahmedova@gmail.com)

ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЛАСТЕРЛЕРДІ БАСҚАРУ

Аннотация. Бұл мақалада экономикалық кластер моделі қарастырылған. Мақсатты кластердің нәтижелері максималды болып табылатын экономикалық моделінде тиімді стационарлы күйді іздеу есебі сызықты емес программалау есебіне алып келеді. Қойылған есепті шешімін алу үшін Понтрягиннің максимум қағидасы тәсілі қолданылады. Алгебралық түрлендірулер көмегімен экономикалық кластер моделінде тиімді стационарлы күйді іздеу есебінің шешімін нөлдік нүктесі анықтайтын функция алынған. Кластердің тиімді стационарлы қалып-күйінің шешімін анықтайтын алгоритм нақты мысал үшін қолданылған.

Кілттік сөздер: экономикалық кластер; жүйенің стационарлы күйі; Понтрягиннің максимум қағидасы әдісі.

Кластерлік жүйелерге деген қызығушылық кәсіпорындарды интеграциялау процесстерін белсендіруге алып келетін топтастыру үрдістері және капиталдарды біріктірумен байланысты. Кластерлерді экономикалық жүйе ретінде тиімді функциялау өзегі топтық стратегиялық жоспарлау процессі болып табылады. Бұл жерде ғылым мен өнеркәсіп салаларын және өзге де экономикалық сфераларды ұйымдастыруды үйлестіру мәселелерін теориялық және әдістемелік зерттеу қажет. Стратегиялық жоспарлау объектісін таңдауды қайта қарау жаңа сұлбаларды және кластерлерге қолданылатын жобаларды басқаруды жоспарлау үрдістері тобының процедураларын құру қажеттілігін анықтайды.

Құрылымдық модельді зерттеу үшін В.А. Колемаевтың ұсынған үш секторлы экономика моделін қолданамыз.

Келесі теңдеулер бойынша сипатталатын үш секторлы экономика моделін қарастырайық [2, 264 б.]:

- Секторларды қормен жабдықтандыруға арналған дифференциалдық теңдеу:

$$\frac{dk_i}{dt} = -\lambda_i k_i + \frac{s_i}{\theta_i} x_i,\ \lambda_i > 0,\ k_i(0) = k_i^n,\ i = 0,1,2; \tag{1}$$

- Еңбек балансы: $\theta_0 + \theta_1 + \theta_2 = 1,\ 0 < \theta_i < 1;$ (2)

- Инвестициялық баланс: $s_0 + s_1 + s_2 = 1,\ 0 < s_i < 1;$ (3)

- Материалды баланс: $(1-\beta_0)x_0 = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2,\ \beta > 0;$ (4)

- Секторлардың салыстырмалы шығарылымы: $x_i = \theta_i f_i(k_i),\ i = 0,1,2.$ (5)

Мұндағы $x_i = \frac{X_i}{L}, k_i = \frac{K_i}{L}$ – секторлардың салыстырмалы шығарылымы және жабдықтандырылуы; $s_i = \frac{I_i}{\sum_{i=0}^{2} I_i}$ және $\theta_i = \frac{L_i}{L}$ – инвестициялық және еңбек ресурстарын үлестірудегі секторлардың үлесін басқарушы параметрлер; X_i, K_i, I_i, L_i – өнімнің салыстырмалы бағадағы шығарылымы, физикалық капитал, *i*-ші сектордағы инвестиция және саны; β_i - *i*-ші сектордағы өнім бірлігіне кететін материалдық шығындар, λ_i - *i*-ші сектордағы қормен жабдықтандырылуының тозу коэффициенті.

Сапа критериі ретінде максимум дисконтталған нақты тұтыну таңдалған

$$J(\theta_i, s_i) = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} x_2(t) dt. \tag{6}$$

(1) - (5) жүйелерін бастапқы $k^n = (k_0^n, k_1^n, k_2^n)$ тепе - теңдік қалпынан $k^c = (k_0^c, k_1^c, k_2^c)$ тепе - теңдіктің стандартты қалпына келтіретін және (6) функционалын максимум мәнге жеткізетін s_i және θ_i басқарушы параметрлерін табу керек.

Қойылған есептің шешімі екі кезеңнен тұрады. Бірінші кезеңде ресурстардың стандартты үлестірімін анықтау үшін сызықты емес программалау есебі шешіледі. Екінші кезеңде траектория шеакаралары бекітілген тиімді басқару есебі қарастырылады.

Әрбір экономикалық сектор үшін негізгі өндірістік қор бекітілген, сонымен қатар еңбек ресурстары мен инвестиция экономикалық секторлар арасында еркін ауыса алады деп тұжырымдалсын.

Технологиялық әдіс тұрақты деп есептелінеді және сызықты – біртекті жаңа классикалық өндірістік функциялар көмегімен беріледі:

$$X_i = F_i(K_i, L_i), \ i = 0,1,2. \tag{7}$$

Секторлардың өндірістік функциялары Кобба-Дуглас функциясы болған жағдайын қарастырамыз:

$$X_i = F_i(K_i, L_i) = A_i K_i^{\alpha_i} L_i^{1-\alpha_i}, \ i = 0,1,2, \tag{8}$$

олай болса

$$f_i(k_i) = \frac{X_i}{L_i} = A_i k_i^{\alpha_i}, \ A_i > 0, \ 0 < \alpha_i < 1, \ i = 0,1,2. \tag{9}$$

Мұндағы A_i - бейтарап техникалық процесс коэффициенті; α_i - фонд бойынша икемділік коэффициенті.

(5) және (9) функциялардың өндірістік функциясын қолдана отырып (1) дифференциалды теңдеуді келесі түрде жазамыз:

$$\dot{k}_0 = -\lambda_0 k_0 + \frac{s_0}{\theta_0} \theta_1 A_1 k_1^{\alpha_1} \qquad k_0(0) = k_0^0; \tag{10}$$

$$\dot{k}_1 = -\lambda_1 k_1 + s_1 \theta_1 A_1 k_1^{\alpha_1} \qquad k_1(0) = k_1^0; \tag{11}$$

$$\dot{k}_2 = -\lambda_2 k_2 + \frac{s_2}{\theta_2}\theta_2 A_2 k_2^{\alpha_1} \qquad k_2(0) = k_2^0 . \tag{12}$$

Экономикалық кластердің тиімді стационарлы күйін іздеу есебін шешу. Бұл мақалада кластердің үш өлшемді экономикалық моделінің стационарлы шешімі ізделініп жатқандықтан секторлардық қор жабдықтамасы уақыт бойынша өзгермейді. Есепті шығару үшін келесідей алмастырулар енгізейік.

$$x_i = k_i - k_i^s, \;\; \dot{x}_i = \dot{k}_i, \;\; i = 0,1,2$$

$$\frac{s_i}{\theta_i}\theta_1 = u_i, \;\; i = 0,1,2$$

Олай болса, (10)–(12) теңдеулері келесідей болады:

$$\dot{x}_i = -\lambda_i\left(x_i + k_i^s\right) + A_1\left(x_i + k_i^s\right)^{\alpha_1} u_i \qquad \begin{matrix} x_i(0) = x_i^0, \\ x_i(T) = x_i^T, i = 0,1,2 \end{matrix} \tag{13}$$

Сапа критериі ретінде квадратты функционалды төмендегідей етіп аламыз

$$J(x,u) = \frac{1}{2}\int_{t_0}^{T}\left[xQx^* + \left(u\left(x+k^s\right)^{\alpha_1} - u^s\left(k^s\right)^{\alpha_1}\right)R\left(u\left(x+k^s\right)^{\alpha_1} - u^s\left(k^s\right)^{\alpha_1}\right)^*\right]dt \tag{14}$$

Қойылған есептің шешімін анықтау үшін Понтрягиннің максимум қағидасы әдісін қолданамыз және шекаралары бекітілгендіктен Гамильтон функциясы келесі түрде жазамыз:

$$H(x,u) = -\frac{1}{2}\left[xQx^* + \left(u\left(x+k^s\right)^{\alpha_1} - u^s\left(k^s\right)^{\alpha_1}\right)R\left(u\left(x+k^s\right)^{\alpha_1} - u^s\left(k^s\right)^{\alpha_1}\right)^*\right] + \psi\left(-\lambda\left(x+k^s\right) + A_1\left(x+k^s\right)^{\alpha_1} u\right) \tag{15}$$

Гамильтон функциясын пайдаланып алгебралық түрлендірулер жасай отырып $u(t)$ басқаруды $\frac{\partial H}{\partial u} = 0$ анықтаймыз және қозғалыс теңдеуін $\dot{\psi} = -\frac{\partial H}{\partial x}$, $\dot{x} = \frac{\partial H}{\partial \psi}$ құрамыз. $u(t)$ басқаруы келесі түрде болады:

$$u(t) = \left(x + k^s\right)^{-\alpha_1}\left[R^{-1}A\psi + u^s\left(k^s\right)^{\alpha_1}\right] \tag{16}$$

және алгебралық түрлендірулер нәтижесінде (17) дифференциалды теңдеулер жүйесін түріндегі қозғалыс теңдеуін аламыз.

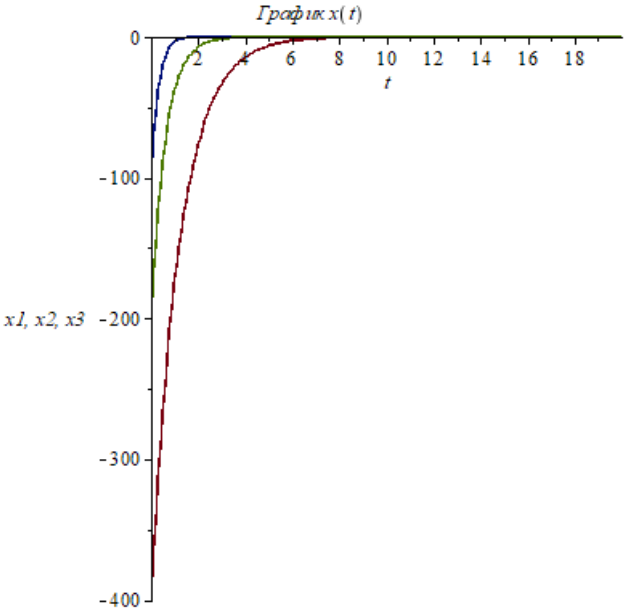
$$\begin{cases} \dot{x} = -\lambda\left(x+k^s\right) + A_1\left(x+k^s\right)^{\alpha_1} u \qquad x(0) = x_0, \;\; x(T) = x_T \\ \dot{\psi} = Qx + \lambda\psi \end{cases} \tag{17}$$

Есептеу мысалы. Қойылған есептің тиімді стационар жағдайын іздеу есебін А.В.Колемаев [2] зерттеген. Ол экономика салалары бойынша үшсекторлы модель қарастырады және стационарлы жағдайын табады. [2]-дегі қолданылған классикалық Лагранж көбейткіштер әдісі еңбек ресурстарын үлестіруді есептеуге мүмкіндік береді. 1-кестеде А.В. Колемаевтың кластерлердің тиімді стационарлы күйін іздеу есебі үшін модель коэффициенттерінің шамалары келтірілген.

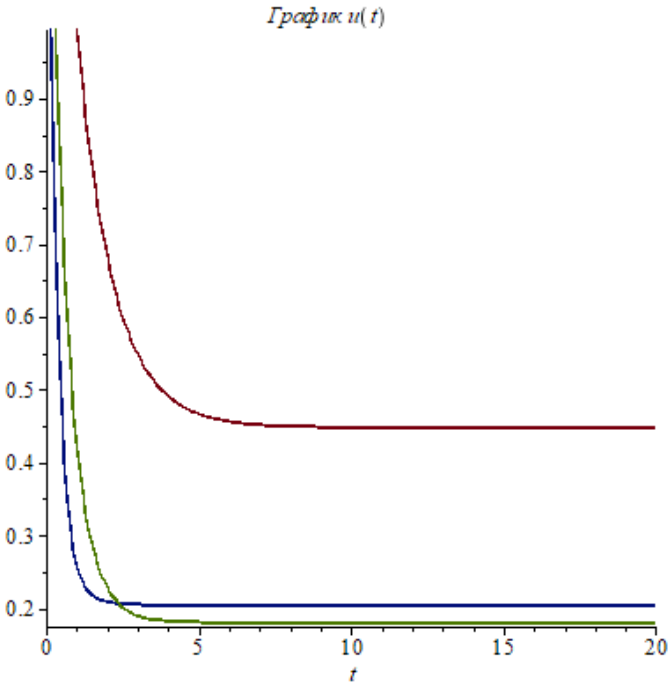
Қойылған есеп үшін сипатталған әдіс көмегімен үш өлшемді кластердің экономикалық моделінің тиімді стационарлы күйін іздеу есебінің шешімі табылды. Нәтижесі 2-кестеде келтірілген.

Байқап отырғанымыздай еңбек қорының мәндері 1-кестедегі шамалармен сәйкес келеді. Келтірілген әдіс көмегімен инвестициялық ресурс үлестірімін және секторлардың қор жабдықтамаларын анықтауға болады.

Қорытынды. Бұл жұмыста экономикалық кластердің дифференциалдық және алгебралық теңдеулер түрінде берілген математикалық моделі зерттелген болатын. Зерттеу нәтижесінде төмендегідей шешімдерге ие болдық. 1- суретте қозғалыс қалып күйінің графигі келтірілген. 2 – суретте басқару графигі келтірілген. Қойылған есепті шығару барысында Понтрягиннің максимум қағидасы әдісі қолданылды.



1-сурет. $x(t)$ - функциясының графигі.



2-сурет. $u(t)$ - функциясының графигі.

Кесте – 1. **А.В. Колемаев [2] бойынша параметрлер және есептің шешімі.**

I	*0*	*1*	*2*
Модель коэффициенттері			
α_i	*0,46*	*0,68*	*0,49*
β_i	*0,39*	*0,29*	*0,52*
λ_i	*0,05*	*0,05*	*0,05*
A_i	*6,19*	*1,35*	*2,71*
Шешімі			
θ_i	*0,4*	*0,25*	*0,35*

Кесте – 2. **Ұсынылған әдісті қолдана отырып алынған экономикалық модельдің тиімді стационарлы күйін есептеу нәтижесі.**

I	*0*	*1*	*2*
θ_i	*0,3944*	*0,2562*	*0,3494*
s_i	*0,2763*	*0,4476*	*0,2761*
k_i	*966,56*	*2411,61*	*1090,17*

Берілген алгоритм бойынша есептеу жұмыстарын орындау үшін MAPLE программалық пакеті қолданылды. Құрылған алгоритм кластердің стационарлы күйін іздеу есебі үшін тиімді алгоритм болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Джусупов А.А., Калимолдаев М.Н., Малишевский Е.В., Мурзабеков З.Н. Решение задачи стабилизации трехсекторной модели отрасли // Проблемы информатики (Новосибирск, ИВММГ СОРАН).– 2011.– №1. – С. 20–27.

[2] Колемаев В.А. Экономико-математическое моделирование. – М.: ЮНИТИ, 2005. – 421 с.

[3] Мурзабеков З.Н. Оптимизация управляемых систем. – Алматы: АТУ, 2009. – 216 с.

[4] Портер М. Конкуренция / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005. – 608 с.

[5] Azhimetova, G. (2010). Current state of the cotton and textile industry in Kazakhstan. Perspectives of Innovations. Economics & Business, 5(2): 37–40.

[6] Dasterdi, R.B., Isfahani, R.D. (2011). Equity and economic growth, a theoretical and empirical study: MENA zone. Economic Modelling, 28: 694–700.

[7] De, S. (2014). Intangible capital and growth in the "new economy": Implications of a multi-sector endogenous growth model. Structural Change and Economic Dynamics, 28: 25–42.

[8] Dumitru, O., Loretti, D., Mihaela, N. (2013). Deterministic and Stochastic Three-Sector Dynamic Growth Model with Endogenous Labour Supply. Economic record, 89(284): 99–111.

[9] Eitzen, H.C. (2012). Dilemmas of Diversification: Regional Economic Development and Business-Industrial Clusters in China and Kazakhstan. Journal of Emerging Knowledge on Emerging Markets (JEKEM), 4: 26–25.

[10] Sen, P. (2013). Capital accumulation and convergence in a small open economy. Review of International Economics, 21(4): 690–704.

[11] Xue, M., Zhou, Sh. (2007). A model of optimal allocations of physical capital and human capital in three sectors. WUJNS, 12(6): 997–1002.

[12] Zhang, J.S. (2011). The analytical solution of balanced growth of non-liner dynamic multi-sector economic model. Economic Modeling, 28: 410–421.

[13] Артемов В.И. Перспективы кластерных производственно – экономических комплексов топливно – энергетического профиля // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. – 2004. - №634. – С.63-67.

[14] Кучин Б.Л., Якушева Е.В. Управление развитием экономических систем: технический прогресс, устойчивость. – М.: Экономика, 1990. – 157с.

[15] Цихан Т.В. Кластерная теория экономического развития // «Теория и практика управления», №5, 2003г.

Мирзахмедова Г.А.

Управление экономическими кластерами

Реферат. В статье рассмотрена экономическая модель кластера (ЭМК). Задача поиска оптимального стационарного состояния ЭМК, при котором максимальными являются результаты деятельности целого кластера. Для решения поставленной задачи использованы метод принцип максимума Понтрягина. С помощью алгебраических преобразований получена функция, нулевая точка которой определяет решение задачи поиска оптимального стационарного состояния ЭМК.

Ключевые слова: экономический кластер; стационарное состояние системы; метод принцип максимума Понтрягина.

Mirzakhmedova G.A.

Management of economic clusters

Summary. In clause the economic model of a cluster (EMC) is considered. The problem of finding the optimal steady state of the EMC, at which the results of the operation of the whole cluster are maximal. To solve this problem, the Pontryagin maximum principle method was used. With the help of algebraic transformations, a function is obtained whose zero point determines the solution of the problem of finding the optimal steady state of the EMC.

Keywords: economic cluster; steady state of the system; the Pontryagin maximum principle method.

УДК 537.87

A. Omar, A. Amantayeva, A. Bissekenova, A. Agishev, S. Hohlov.
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: omaruzhan@gmail.com)

INFORMATION ENTROPY SPECTRA OF HOT STARS

Abstract. A new method for estimating the information entropy of spectra of main sequence stars and stars with a gas-dust envelope is used in the work. Such an approach allows quantifying these objects on the basis of the chaos present in their spectra. For the physical interpretation of the values obtained, information-entropy criteria for self-organization are adopted, in the form of fixed, stable self-similar values. The reliability and reliability of the method is confirmed by the results of analysis of dozens of stars. According to the results obtained, the values of the normalized entropy of the spectra of main sequence stars lie in the region of self-organization. Chaos in their spectra is ordered and regular, which allows such systems to remain stable over a long period of time. The spectra of stars with gas-dust envelopes have normalized entropy values below the criterion of self-similarity, which indicate nonstationary and nonequilibrium physical processes taking place in them. In other words, these stars are at an active stage of the evolution of stars.

Key words: Hot stars, stars type FS Cma, information entropy, Shannon entropy, chaos, self-organization

А.Омар, А.Амантаева, А.Бейсекенова, С.Хохлов., А. Агишев
(әл Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ЫСТЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ СПЕКТРІНІҢ ИНФОРМАЦИЯЛЫҚ ЭНТРОПИЯСЫ

Аңдатпа. Бұл жұмыста бас тізбек жұлдыздары мен газтозаңды қабықшалы жұлдыздардың информациялы энтропиясын бағалаудың жаңа әдісі қолданылды. Бұндай тәсіл обьекттің спектріндегі хаостың болуы негізінде санды топтауға мүмкіндік береді. Алынған мәндердің физикалық түсіндірмесі үшін өзқауымдылықтың информация-энтропиялы критерийі өзұқсастың қозғалмайтын, тұрақты мәні түрінде алу қабылданған. Әдістің сенімділігі мен дәлдігін ондаған жұлдыздардың талдау нәтижелері растайды. Алынған нәтижелерге сәйкес, бас тізбек жұлдыздарының спектріндегі нормаланған энтропия мәні өзқауымдылық аймағында жатыр. Олардың спектріндегі хаос реттелген, бірзаңды, бұндай жүйелерді ұзақ уақыт аралығында тұрақты болуына мүмкіндік береді. Газтозаңды қабықшалы жұлдыздардың спектрі өзұқсастық критериінен аз нормаланған энтропия мәніне ие, бұл болып жатқан физикалық құбылыстардың стационарлы емес, тұрақсыз екендігін растайды. Басқаша айтқанда, берілген жұлдыздар дамудың белсенді кезеңінде.

Түйін сөздер: Ыстық жұлдыздар, FS Cma типті жұлдыздар, информциялық энтропия, Шеннон энтропиясы, хаос, өзқауымдылық.

Кіріспе

Жүз жылдан астам уақыт аралығында энтропия тепе-теңсіз статистикалық физика мен термодинамиканың ғана емес , бүтін жаратылыс білімінің кілтті өлшемі болып табылады. Табиғаттағы реттілік пен хаос, информацияның тегі мен таралуы, қайтымсыздық мәселелері сұрақтарын талқылаған кезде, энтропияның мәні аса зор[1-5]. Алайда қазіргі сәтте астрофизикалық объекттер үшін энтропияның сандық есептеулер іс жүзінде жоқ, сирек жағдайда Больцман энтропиясы есептелген, өте жақсы зерттелген жұлдыздар үшін бар[6-10]. Әйтседе, тепе-теңссіз жүйені ескеру бізді қоршаған ортаның физикасын түсіну үшін маңызды. Ал жұлдыздар Әлемде кең таралған объект болып табылады, әрі көрінетін заттың 97% массасын құрайтын болғандықтан, жұлдыз түріне энтропия тәуелділігін түсіну қажет. Бірақ қазіргі әдебиетте бұл сұрақ жауапсыз. Осылайша Әлемде таралған маңызды объекттер үшін энтропияның сандық талдауы жүргізілмеді. Сондықтан осы жұмыстың негізгі мақсаты информация-энтропиялы талдауға негізделген ыстық жұлдыздардың спектрін сапалы сипаттау болып табылады. Информациялы энропиялық талдау арқылы алынған диаграмма жұлдыздарды стохастылық , өзұқсас, өзаффиндік, тұрақтылық, өзін-өзі ұйымдастырудың сандық критерийлері бойынша классификациялауға, таңдалынған жұлдыздың эволюция күйін болжауға мүмкіндік береді.

Сигналдың информация – энтропиялы сипаттамалары

Жұмыс [11] сәйкес информация мен энтропияның келесі анықтамасын қолданамыз. $P(x)$ ол x оқиғасының реализация ықтималдығы. Сол үшін информация саны төмендегідей есептеледі:

$$I(x) = -\ln P(x) \tag{1}$$

Шеннон энтропиясы немесе информациялық энтропия $S(x)$ информацияның орта мәні ретінде анықталады:

$$S(x) = \sum_i P_i(x) I_i(x) = -\sum_i P_i(x) \ln P_i(x) \tag{2}$$

Мұндағы, i реттлік нөмірі. Осы әдіспен информация мен энтропияны анықтау арқылы, келесі өрнекке өтеміз [12]:

$$P(I) = \int_I^\infty f(I)dI, \;\; f(I) = P(I) = e^{-I} \tag{3}$$

$$S(I) = \int_I^\infty If(I)dI = (1+I)e^{-I} \tag{4}$$

мұндағы , $f(I)$ ықтималдық тығыздығының таралу функциясы.

$P(I)$ және $S(I)$ сипаттаушы функция ретінде қолданып, [13] жұмысқа сәйкес қозғалмайтын нүктелерді табамыз:

$$f(I) = I, \;\; e^{-I} = I, \;\; I = I_1 = 0.567 \tag{5}$$

$$S(I) = I, \;\; (1+I)e^{-I} = I, \;\; I = I_2 = 0.806 \tag{6}$$

Олар шексіз бейненің итерация көптігінің шешімі шекарасымен үйлесімді болып табылады.

$$I_{i+1} = f(I_i), \;\; \lim_{i\to\infty} \exp\big(-\exp(\ldots - \exp(I_0)\ldots)\big) = I_1, \tag{7}$$

$$I_{i+1} = S(I_i), \;\; \lim_{i\to\infty} \exp\big(-\exp(\ldots - \exp(\ln(I_0+1) - I_0)\ldots)\big) = I_2, \tag{8}$$

I_0 – бастапқы мәні. Жақшалар саны $i+1$. I_1 саны өзаффинді критерийі ретінде, ал I_2 саны өзұқсастықтың критерийі ретінде анықталады. $I_1 = 0.567$ және $I_2 = 0.806$ сандарының физикалық мағынасы көрінісі [11] жұмысқа енгізілді.

FS CMa типті жұлдыздар және бас тізбектің қалыпты жұлдыздарының спектрі зерттеу объектісі ретінде алынды.

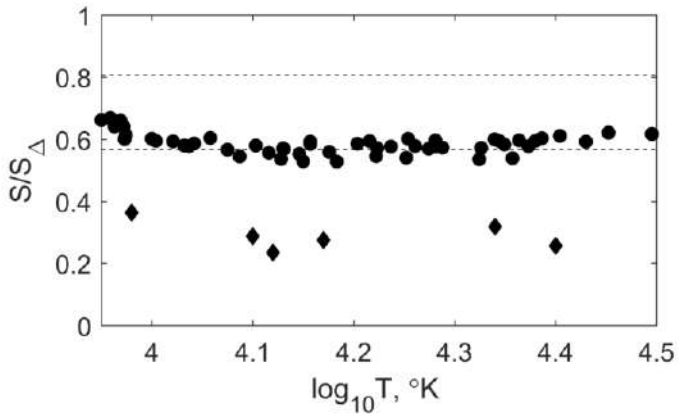
Observatoire de Haute Provence обсерваториясындағы спектрографы (R ~ 42000), 1.93м. диаметрлі телескоптан алынған қалыпты жұлдыздардың спектрін қолданамыз. Таңдалынған жұлдыздардың проекциялық жылдамдығы 100 км/с аспады. Спектрдің сигнал/шуыл қатынасы ~ 100 құрайды. Өткізілген талдаудың спектралды аралығы 4000-7000 Å. Қалыпты жұлдыздардың беттік температурасы 4000 – 25000 К. Температура мәндері жоғары дәйектелген жұмыстан алынған[14, 15]. FS CMa жұлдызының спектрі HIRON (R = *80,000*) спектрографты 1.5 м CTIO телескобымен, сондай ақ ESPaDoNS спектрополяриметр қолданылуымен спектроскопиялық режимдегі 3.6 метрлік CFHT телескобымен алынды. Температуралар анықталынған жұмыс[16].

Нәтижесінде зерттелінетін объекттердің спектрі Шеннон энтропиясы төмендегі формуламен анықталынды:

$$S(x) = \sum_i P_i(x) I_i(x) = -\sum_i P_i(x) \ln P_i(x), \qquad (9)$$

мұндағы i $-x$ мәні көптігінің ұяшыққа бөліну нөмірі, $I(x)$ кейбір x физикалық шамасының информациясы, $P(x)$ – x шамасының ықтималдық реализациясы.

Спектрдің нормаланған информациялы энтропиясы $S(x)$ жұлдыздың тиімді температурасымен байланысты анықталынды. Әртүрлі формалы импульстердің теңбүйірлі үшбұрыш энтропиясы S_Δ максималды, мұндай жағдайда $x_i(t_j)$ таралуы біркелкі (сызықты) болады. Сол себепті энтропия нормасы ретінде S_Δ алынды.



1-сурет. FS CMa типті жұлдыз спектрінің информациялы энтропия мәні

1- Суретте көрінетіндей, қалыпты жұлдыздардың спектрі өзұқсастық $(S/S_\Delta = 0.806)$ аймағында жатыр және өзаффинді энтропиясы $(S/S_\Delta = 0.567)$. Бұл критерийлер [9] жұмыстан алынды. Дәл осындай тәсілмен FS CMa типті жұлдыз яғни $0.567 \le \frac{S}{S_\Delta} \le 0.806$ тыс масштабты инварианттылғы аралығындағы мәнді қабылдай алатын басқа классты жұлдыз энтропиясы анықталынды. Бұл ыстық жұлдыздардың суық жұлдыздардың бейберекеттілігімен салыстырғанда күрделі құрылымды екенін білдіреді. Осындай әдіспен, берілген жұмыстың нәтижесі информациялы-энтропиялы талдау әртүрлі жұлдыз типіне байланысты санды топтауға мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Қорытынды

Бұл жұмыста біз жұлдызды олардың энтропиялы сипаттамасына сәйкес спектрі бойынша топтауға болатын мүмкіндікті көрсеттік. Әртүрлі табиғаттың спектріндегі нормаланған энтропияның есебі санды критерий бойынша айырмашылықты – стохастылық пен өзқауымдастықты көрсетеді. Осындай әдіспен зерттелінетін құбылыстардың физикалық табиғаты да топтасу әртүрлілігі туралы қорытындыға келеміз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Arellano Ferro A., Giridhar S., Rojo Arellano E. A Revised Calibration of the MV-W(O I 7774) Relationship using Hipparcos Data: Its Application to Cepheids and Evolved Stars // Revista Mexicana de Astronomía y Astrofisica. – 2003.– Vol. 39, pp. 3-15

[2] Prigogine, I.; Nicolis, G. Self-Organization in Non-Equilibrium Systems; Wiley: New York, NY, USA, 1977.

[3] Kleidon, A., Lorenz, R., Eds. Non-Equilibrium Thermodynamics and the Production of Entropy in Life, Earth, and Beyond; Springer: Berlin, Germany, 2004.

[4] Martyushev, L.M.; Seleznev, V.D. Maximum entropy production principle in physics, chemistry and biology. Phys. Rep. 2006, 426, 1–45.

[5] Grandy, W.T. Entropy and the Time Evolution of Macroscopic Systems; Oxford University Press: Oxford, UK, 2008.

[6] Basu, B.; Lynden-Bell, D. A survey of entropy in the Universe. Q. J. R. Astron. Soc. 1990, 31, 359–369.

[7] Frampton, P.H.; Hsu, S.D.H.; Kephart, T.W.; Reeb, D. What is the entropy of the universe? Class. Quant. Grav. 2009, 26, doi:10.1088/0264-9381/26/14/145005.

[8] Egan, C.A.; Lineweaver, C.H. A larger estimate of the entropy of the Universe. Astrophys. J. 2010, 710, 1825–1834.

[9] Aoki, I. Entropy productions on the earth and other planets of the solar system. J. Phys. Soc. Jpn. 1983, 52, 1075–1078.

[10] Kennedy, D.C.; Bludmanthe, S.A. Variational Principles for Stellar Structure. Astrophys. J. 1997, 484, 329–340.

[11] Z. Zh. Zhanabaev, "Obobshchennaya metricheskaya kharakteristika dinamicheskogo khaosa", Materialy VIII Mezhdunarodnoi shkoly Khaoticheskie avtokolebanyai obrazovanie struktur, Saratov, pp. 67-68, 2007

[12] Z.Zh. Zhanabaev, "Information properties of self-organizing systems", Rep. Nat. Acad. Of Science RK. Vol. 5, pp. 14-19, 1996.

[13] Z. Zh. Zhanabaev, S. N. Akhtanov, "New method for investigating of bifurcation regimes by use of realization of a dynamical system", Eurasian Physical Technical Journal, vol. 12, № 2(24), pp. 10-16, 2015.

[14] Gray, R. O.,Corbally, C. J. The calibration of MK spectral classes using spectral synthesis. 1: The effective temperature calibration of dwarf stars // Astronomical Journal (ISSN 0004-6256). - 1994. - Vol. 107, no. 2. - P. 742-746

[15] Zorec J., Cidale L., Arias M. L., Frémat Y., Muratore M. F., Torres A. F., Martayan C. Fundamental parameters of B supergiants from the BCD system. I. Calibration of the (λ_1, D) parameters into Teff // Astronomy and Astrophysics. – 2009. – Vol. 501. – P. 297-320

[16] Martyushev L.M., & Zubaraev S.N., 2015 Entropy, 17,658-668

Омар А.Ж., Амантаева А.Е., Бисекенова А., Агишев А, Хохлов С.А.

Информационная энтропия спектров горячих звезд

Резюме. В работе использован новый метод оценки информационной энтропии спектров звезд главной последовательности, и звезд с газопылевой оболочкой. Такой подход позволяет количественно классифицировать эти объекты на основе хаоса присутствующего в их спектрах. Для физической интерпретации полученных значений приняты информационно-энтропийные критерии самоорганизации, в виде неподвижных, устойчивых значений самоподобия. Надежность и достоверность метода подтверждается результатами анализа десятков звезд. Согласно полученным результатам, значения нормированной энтропии спектров звезд главной последовательности лежат в области самоорганизации. Хаос в их спектрах является упорядоченным и закономерным, что позволяет таким системам оставаться устойчивыми на длительном промежутке времени. Спектры звезд с газопылевыми оболочками имеют значения нормированной энтропии ниже критерия самоподобия, что свидетельствуют о нестационарных и неравновесных физических процессах протекающих в них. Другими словами, данные звезды находятся на активной стадии эволюции звезд.

Ключевые слова: Горячие звезды, звезы типа FS Cma, информационная энтропия, энтропия Шеннона, хаос, саморганизация.

Omar A., Amantayeva A., Bissekenova A., Agishev A., Hohlov S.

Information entropy spectra of hot stars

Abstract. A new method for estimating the information entropy of spectra of main sequence stars and stars with a gas-dust envelope is used in the work. Such an approach allows quantifying these objects on the basis of the chaos present in their spectra. For the physical interpretation of the values obtained, information-entropy criteria for self-organization are adopted, in the form of fixed, stable self-similar values. The reliability and reliability of the method is confirmed by the results of analysis of dozens of stars. According to the results obtained, the values of the normalized entropy of the spectra of main sequence stars lie in the region of self-organization. Chaos in their spectra is ordered and regular, which allows such systems to remain stable over a long period of time. The spectra of stars with gas-dust envelopes have normalized entropy values below the criterion of self-similarity, which indicate nonstationary and

nonequilibrium physical processes taking place in them. In other words, these stars are at an active stage of the evolution of stars.

Key words: Hot stars, stars type FS Cma, information entropy, Shannon entropy, chaos, self-organization

УДК 517.946

A.V. Rogovoy, K. Karasheva
(South-Kazakhstan Humanitarian Institute for the Humanities, Shymkent, Kazakhstan
Miras university, Shymkent, Kazakhstan, E-mail: rog2005@list.ru)

PROPERTIES OF ONE CLASS SOLUTIONS OF TRICOMI PROBLEM FOR MIXED TYPE EQUATIONS

Abstract. Tricomi problem for Lavrent'ev-Bitsadze and Gellerstedt equations in the case of special type curve in elliptical boundary part for Gellerstedt equation and for the case in which the elliptic part of the boundary is part of a circle for Lavrent'ev-Bitsadze equation has been considered in the work. New class of non continuous in corner points solutions for the homogeneous Lavrent'ev–Bitsadze equation have been introduced. Non trivial solutions of this class have been build. For the inhomogeneous Lavrent'ev–Bitsadze equation, we introduce the notion of an *n*-regular solution and prove a criterion for the existence of such a solution. A criterion of existence of *n*-regular solution of Tricomi problem for Gellerstedt equation in the terms of angles between elliptic curve and line of exchange of equation type has been proved. The proof is based on using of Mellin integral transforms and special functions properties.

Key words: Tricomi problem, mixed type equations, non continuous solutions, integral transforms, special functions.

А.В. Роговой, К. Карашева
(Южно-Казахстанский уманитарный институт им.М.Сапарбаева, Шымкент, Казахстан
Университет Мирас, Шымкент, Казахстан, E-mail: rog2005@list.ru)

СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА ЗАДАЧИ ТРИКОМИ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ СМЕШАННОГО ТИПА

Аннотация. Рассматривается задача Трикоми для уравнений Лаврентьева–Бицадзе и Геллерстедта в случае, когда эллиптическая часть границы совпадает с частью некоторой окружности для уравнений Лаврентьева–Бицадзе и с кривой особого типа для уравнения Геллерстедта. Для однородного уравнения Лаврентьева–Бицадзе введен новый класс решений, не являющихся непрерывными в угловых точках области, и построены в явном виде нетривиальные решения из этого класса. Для неоднородного уравнения Лаврентьева–Бицадзе введено понятие n - регулярного решения и доказан критерий существования такого решения. Для уравнения Геллерстедта получен критерий существования n - регулярного решения в терминах углов подхода кривой в эллиптической части области к линии изменения типа уравнения. Доказательство основано на использовании интегрального преобразования Меллина и свойств специальных функций.

Ключевые слова: задача Трикоми, уравнения смешанного типа, разрывные решения, интегральные преобразования, специальные функции.

Введение. Глубокое изучение уравнений смешанного типа было начато с работы Ф.Трикоми [1], в которой было предложено уравнение, называемое сейчас уравнением Трикоми, и рассмотрена краевая задача для него (задача Трикоми). Исследования Ф.Трикоми были продолжены М.Чибрарио [2] и С.Геллерстедтом [3]. Задача Трикоми для модельного уравнения Лаврентьева-Бицадзе была впервые предложена в работе М.А.Лаврентьева и А.В.Бицадзе [4] и подробно изучена в последующих работах А.В.Бицадзе [5]-[6]. В работе [7] установлено достаточное условие существования регулярного решения задачи Трикоми для уравнения Геллерстедта. Существование и единственность сильного решения задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева–Бицадзе исследовались в [8]–[10]. Спектральные вопросы задачи Трикоми изучены в работе [11]. Нелинейное уравнение Лаврентьева-Бицадзе рассмотрено в работе [12]. Дальнейшие обобщения задачи Трикоми на новые виды уравнений и задач приведены в [13]-[14]. В настоящей работе введен новый класс n - регулярных решений задачи Трикоми для уравнения Геллерстедта, в зависимости от поведения в угловых точках, и изучены его свойства.

Основная часть. В конечной области $\Omega \subset R^2$, ограниченной при $y<0$ - характеристиками $AC:\ x-\frac{2}{m+2}(-y)^{\frac{m+2}{2}}=0$ и $BC:\ x+\frac{2}{m+2}(-y)^{\frac{m+2}{2}}=1$ уравнения Геллерстедта

$$\operatorname{sgn} y\,|y|^m u_{xx}+u_{yy}=f(x,y), \tag{1}$$

а при $y>0$ - кривой

$$\sigma_\delta=\left\{(x,y):\ \left(x-\frac{1}{2}\right)^2+\left(\frac{2}{m+2}y^{\frac{m+2}{2}}+\delta\right)^2=\frac{1}{4}+\delta^2,\quad -\infty<\delta<+\infty\right\},$$

рассматривается задача Трикоми: найти решение уравнения (1), удовлетворяющее краевому условию

$$u|_{\sigma_\delta\cup AC}=0, \tag{2}$$

так чтобы были выполнены следующие условия «склеивания» решения на линии изменения типа уравнения $\{y=0\}$:

$$u(x,+0)=u(x,-0),\quad u_y(x,+0)=u_y(x,-0),\quad 0<x<1. \tag{3}$$

По числу δ определим

$$\gamma_\delta=arcctg\,2\delta,\qquad 0<\gamma_\delta<\pi. \tag{4}$$

Отметим, что функция $h(x,y)$ принадлежит классу $C^{\alpha,\beta}_{A,B}\left(\overline{\Omega}\right)$ тогда и только тогда, когда функция $x^\alpha\,|1-x|^\beta\,h(x,y)\in C\left(\overline{\Omega}\right)$.

Назовем n-регулярным решением задачи Трикоми , принадлежащее классу

$$u(x,y)\in C^2(\Omega)\cap C\left(\overline{\Omega}\right)\cap C^{-n,0}_{A,B}\left(\overline{\Omega}\right)\qquad (v(x,y)\in C^2(\Omega)\cap C\left(\overline{\Omega}\right)\cap C^{0,-n}_{A,B}\left(\overline{\Omega}\right)).$$

При $m=0$ задача (1)-(3) сводится к задаче Трикоми для уравнения Лаврентьева-Бицадзе (задаче Т)

$\operatorname{sgn} y\,u_{xx}+u_{yy}=f(x,y)$,

$u|_{\sigma\cup AC}=0$,

$u(x,+0)=u(x,-0),\quad u_y(x,+0)=u_y(x,-0),\qquad 0<x<1.$

Кроме того, наряду с задачей Т, рассматривается следующая задача Т*

$\operatorname{sgn} y\,v_{xx}+v_{yy}=g(x,y)$,

$v|_{\sigma_\delta\cup BC}=0$,

$v(x,+0)=v(x,-0),\quad v_y(x,+0)=v_y(x,-0),\qquad 0<x<1.$

Для однородных задач Т и Т* (при $f\equiv 0$ и $g\equiv 0$ соответственно) были получены следующие результаты [15].

Теорема 1 *Существует бесконечное множество решений* $u_k(x,y)\in C^{-\alpha_k,\alpha_k}_{A,B}\left(\overline{\Omega}\right)$ *однородной* ($f\equiv 0$) *задачи Т. Данные решения определяются равенствами*

$$u_k(x,y)=\begin{cases}\mathrm{Re}\left(\dfrac{1-x+iy}{(1-x)^2+y^2}-1\right)^{\alpha_k}+\mathrm{Im}\left(\dfrac{1-x+iy}{(1-x)^2+y^2}-1\right)^{\alpha_k}, & y>0,\\ \left(\dfrac{1}{1-x-y}-1\right)^{\alpha_k}, & y<0,\end{cases}$$

где $\alpha_k=\dfrac{\frac{3\pi}{4}+\pi k}{\gamma_\delta}$, $k=0,1,\ldots$. *Кроме того,* $u_k(x,y)\notin L_2(\Omega)$ *при* $k\geq 1$, *а* $u_0(x,y)\in L_2(\Omega)$ *только при выполнении условия* $\gamma_\delta>\dfrac{3\pi}{4}$.

Теорема 2 *Существует бесконечное множество решений* $v_k(x,y)\in C_{A,B}^{\alpha_k,-\alpha_k}(\overline{\Omega})$ *однородной* ($g\equiv 0$) *задачи T*. Данные решения задаются формулами*

$$v_k(x,y)=\begin{cases}\mathrm{Re}\left(\dfrac{x+iy}{x^2+y^2}-1\right)^{\alpha_k}+\mathrm{Im}\left(\dfrac{x+iy}{x^2+y^2}-1\right)^{\alpha_k}, & y>0,\\ \left(\dfrac{1}{x-y}-1\right)^{\alpha_k}, & y<0,\end{cases}$$

где $\alpha_k=\dfrac{\frac{3\pi}{4}+\pi k}{\gamma_\delta}$. *Кроме того,* $v_k(x,y)\notin L_2(\Omega)$ *при* $k\geq 1$, *а* $v_0(x,y)\in L_2(\Omega)$ *только при выполнении условия* $\gamma_\delta>\dfrac{3\pi}{4}$.

Для неоднородных задач T и T* имеют место следующие теоремы [16].

Теорема 3 *Необходимым и достаточным условием* n*-регулярности решения задачи T для любой правой части* $f(x,y)\in C(\overline{\Omega})$ *является условие:* $\gamma_\delta<\dfrac{3\pi}{4n}$, $n=1,2,\ldots$. *Для* n*-регулярности решения при любых углах подхода* γ_δ *правая часть уравнения должна удовлетворять условиям* $\iint_\Omega v_k(x,y)f(x,y)dxdy=0$, $k=0,\ldots,j_0$, *где функции* v_k *определяются из теоремы 2,* $j_0=\left[\dfrac{n\gamma_\delta}{\pi}-\dfrac{3}{4}\right]$, *а* $[z]$*- целая часть числа z.*

Теорема 4 *Необходимым и достаточным условием* n*-регулярности решения задачи T* для любой правой части* $g(x,y)\in C(\Omega)$ *является условие* $\gamma_\delta<\dfrac{3\pi}{4n}$, $n=1,2,\ldots$. *Для* n*-регулярности решения при любых углах подхода* γ_δ *правая часть уравнения (I) должна удовлетворять условиям* $\iint_\Omega u_k(x,y)g(x,y)dxdy=0$, $k=0,\ldots,j_0$, *где функции* u_k *определяются из теоремы 1,* $j_0=\left[\dfrac{n\gamma_\delta}{\pi}-\dfrac{3}{4}\right]$, *а* $[z]$*- целая часть числа z.*

Вернемся, наконец, к задаче Трикоми для уравнения Геллерстедта (задаче (1)-(3)). Введем следующие обозначения

$$u(x,0)=\tau(x), \tag{5}$$

$$u_y(x,0)=\nu(x). \tag{6}$$

Сделаем следующую замену переменных

$$y_1 = \begin{cases} \dfrac{2}{m+2} y^{\frac{m+2}{2}}, & y > 0, \\ -\dfrac{2}{m+2}(-y)^{\frac{m+2}{2}}, & y \le 0. \end{cases} \tag{7}$$

В этом случае задача (1)-(3) преобразуется к виду

$$\operatorname{sgn} y_1 \, u_{xx} + u_{y_1 y_1} + \frac{m}{m+2} \cdot \frac{u_{y_1}}{y_1} = f_1(x, y_1), \tag{8}$$

$$u|_{\sigma_\delta \cup AC} = 0, \tag{9}$$

$$u(x,+0) = u(x,-0), \ \lim_{y_1 \to +0} y_1^{\frac{m}{m+2}} u_{y_1}(x, y_1) = \lim_{y_1 \to -0} (-y_1)^{\frac{m}{m+2}} u_{y_1}(x, y_1), \ 0 < x < 1, \tag{10}$$

где

$$f_1(x, y_1) = \begin{cases} \left(\dfrac{m+2}{2} y_1\right)^{-\frac{2m}{m+2}} f\left(x, \left(\dfrac{m+2}{2} y_1\right)^{\frac{2}{m+2}}\right), & y_1 > 0, \\ \left(-\dfrac{m+2}{2} y_1\right)^{-\frac{2m}{m+2}} f\left(x, \left(-\dfrac{m+2}{2} y_1\right)^{\frac{2}{m+2}}\right), & y_1 < 0. \end{cases} \tag{11}$$

Уравнения характеристик при этом запишутся как $AC: \ x + y_1 = 0$, $BC: \ x - y_1 = 1$, а кривая σ_δ - в виде

$$\sigma_\delta = \left\{ (x, y): \ \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 + (y_1 + \delta)^2 = \frac{1}{4} + \delta^2, \ -\infty < \delta < +\infty \right\}.$$

Наконец, определения (5) и (6) функций $\tau(x)$ и $\nu(x)$ примут вид

$$\tau(x) = u(x,0), \tag{12}$$

$$\nu(x) = \lim_{y_1 \to 0} \left(\frac{m+2}{2} y_1\right)^{\frac{m}{m+2}} u_{y_1}(x, y_1). \tag{13}$$

В гиперболической части области Ω_1^- ($y_1 < 0$) рассмотрим задачу Коши-Гурса (Дарбу)

$$-u_{xx} + u_{y_1 y_1} + \frac{m}{m+2} \cdot \frac{u_{y_1}}{y_1} = f_1(x, y_1), \tag{14}$$

$$u|_{AC} = 0, \tag{15}$$

$$\lim_{y_1 \to 0} \left(\frac{m+2}{2}\right)^{\frac{m}{m+2}} (-y_1)^{\frac{m}{m+2}} u_{y_1}(x, y_1) = \nu(x). \tag{16}$$

Решение этой задачи полностью исследовано [17, с. 118 – 121]. В характеристических переменных $\begin{cases}\xi = x + y_1,\\ \eta = x - y_1\end{cases}$ оно записывается в виде

$$u(\xi,\eta) = \gamma\int_0^{\xi}\frac{\nu(t)dt}{(\xi-t)^{\frac{m}{2(m+2)}}(\eta-t)^{\frac{m}{2(m+2)}}} + \int_0^{\xi}d\xi_1\int_{\xi_1}^{\eta} f_1\left(\frac{\xi_1+\eta_1}{2},\frac{\xi_1-\eta_1}{2}\right)\cdot H(\xi_1,\eta_1,\xi,\eta)d\eta_1, \quad (17)$$

$$\gamma = \frac{k}{2}\cdot\left(\frac{4}{m+2}\right)^{\frac{m}{m+2}}, \quad (18)$$

$$k = \frac{\Gamma\left(\frac{m}{2(m+2)}\right)}{\Gamma\left(\frac{m+4}{2(m+2)}\right)\cdot\Gamma\left(\frac{m}{m+2}\right)}, \quad (19)$$

$$H(\xi_1,\eta_1,\xi,\eta) = \begin{cases}\dfrac{(\eta_1-\xi_1)^{\frac{m}{m+2}}}{(\eta-\xi_1)^{\frac{m}{2(m+2)}}\cdot(\eta_1-\xi)^{\frac{m}{2(m+2)}}}F\left(\dfrac{m}{2(m+2)},\dfrac{m}{2(m+2)};1;\dfrac{(\xi_1-\xi)(\eta_1-\eta)}{(\xi_1-\eta)(\eta_1-\xi)}\right), & \eta_1>\xi,\\ \dfrac{k\cdot(\eta_1-\xi_1)^{\frac{m}{m+2}}}{(\eta-\xi_1)^{\frac{m}{2(m+2)}}\cdot(\eta_1-\xi)^{\frac{m}{2(m+2)}}}F\left(\dfrac{m}{2(m+2)},\dfrac{m}{2(m+2)};\dfrac{m}{m+2};\dfrac{(\eta_1-\xi_1)(\eta-\xi)}{(\xi-\xi_1)(\eta-\eta_1)}\right), & \eta_1\le\xi.\end{cases} \quad (20)$$

Полагая $y_1 = 0$, откуда $\xi = \eta = x$, получим из соотношения (17) следующее выражение для функции $\tau(x) \equiv u(x,0)$:

$$\tau(x) = \gamma\int_0^{x}\frac{\nu(t)dt}{(x-t)^{\frac{m}{m+2}}} + F_1(x), \quad (21)$$

$$F_1(x) = k\int_0^{x}\frac{d\xi_1}{(x-\xi_1)^{\frac{m}{2(m+2)}}}\int_{\xi_1}^{x}\frac{(\eta_1-\xi_1)^{\frac{m}{m+2}}}{(x-\eta_1)^{\frac{m}{2(m+2)}}}\,f_1\left(\frac{\xi_1+\eta_1}{2},\frac{\xi_1-\eta_1}{2}\right)d\eta_1. \quad (22)$$

Вводя новые переменные $x = \dfrac{x_1}{1+x_1}$, $t = \dfrac{t_1}{1+t_1}$, соотношение (21) записано в виде

$$\frac{\tau\left(\frac{x_1}{1+x_1}\right)}{(1+x_1)^{\frac{m}{m+2}}} = \gamma\int_0^{x_1}\frac{\nu\left(\frac{t_1}{1+t_1}\right)dt_1}{(1+t_1)^{\frac{m+4}{m+2}}(x_1-t_1)^{\frac{m}{m+2}}} + \frac{F_1\left(\frac{x_1}{1+x_1}\right)}{(1+x_1)^{\frac{m}{m+2}}}. \quad (23)$$

Заметим, что при $0<x<1$ имеем $0<x_1<+\infty$. Проведя еще одну замену $t_1 = x_1\theta$, откуда $\theta = \dfrac{t_1}{x_1}$, соотношение (23) записано в виде

$$\frac{\tau\left(\frac{x_1}{1+x_1}\right)}{(1+x_1)^{\frac{m}{m+2}}} = \gamma x_1^{\frac{2}{m+2}}\int_0^{1}\frac{\nu\left(\frac{x_1\theta}{1+x_1\theta}\right)d\theta}{(1+x_1\theta)^{\frac{m+4}{m+2}}(1-\theta)^{\frac{m}{m+2}}} + \frac{F_1\left(\frac{x_1}{1+x_1}\right)}{(1+x_1)^{\frac{m}{m+2}}}. \quad (24)$$

К обеим частям равенства (24) применим преобразование Меллина $F(s)=\int_0^\infty x^{s-1}f(x)dx$.

Получим

$$\int_0^\infty x^{s-1}\frac{\tau\left(\frac{x}{1+x}\right)}{(1+x)^{\frac{m}{m+2}}}dx=\gamma\int_0^\infty x^{s-1}dx\cdot x^{\frac{2}{m+2}}\int_0^1\frac{\nu\left(\frac{x\theta}{1+x\theta}\right)d\theta}{(1+x\theta)^{\frac{m+4}{m+2}}(1-\theta)^{\frac{m}{m+2}}}+\int_0^\infty x^{s-1}\frac{F_1\left(\frac{x}{1+x}\right)}{(1+x)^{\frac{m}{m+2}}}dx. \qquad (25)$$

Используя формулу [18, с. 269]

$$\int_0^\infty x^{s-1}dx\cdot x^\alpha\int_0^\infty\theta^\beta u(x\theta)v(\theta)d\theta=\int_0^\infty x^{s+\alpha-1}u(x)dx\cdot\int_0^\infty x^{-s-\alpha+\beta}v(x)dx,$$

получим

$$\int_0^\infty x^{s-1}dx\cdot x^{\frac{2}{m+2}}\int_0^1\frac{\nu\left(\frac{x\theta}{1+x\theta}\right)d\theta}{(1+x\theta)^{\frac{m+4}{m+2}}(1-\theta)^{\frac{m}{m+2}}}=\int_0^\infty x^{s+\frac{2}{m+2}-1}\frac{\nu\left(\frac{x}{1+x}\right)d\theta}{(1+x)^{\frac{m+4}{m+2}}}dx\cdot\int_0^1\frac{x^{-s-\frac{2}{m+2}}dx}{(1-x)^{\frac{m}{m+2}}}=$$

$$=\int_0^\infty x^{s-\frac{m}{m+2}}\frac{\nu\left(\frac{x}{1+x}\right)d\theta}{(1+x)^{\frac{m+4}{m+2}}}dx\cdot\int_0^1 x^{-s-\frac{2}{m+2}}(1-x)^{-\frac{m}{m+2}}dx. \qquad (26)$$

Используя формулу [19, с. 21]

$$\int_0^1 x^{a-1}(1-x)^{b-1}dx=\frac{\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(a+b)},\quad a>0,b>0, \qquad (27)$$

получим,

$$\int_0^1 x^{-s-\frac{2}{m+2}}(1-x)^{-\frac{m}{m+2}}dx=\frac{\Gamma\left(\frac{m}{m+2}-s\right)\Gamma\left(\frac{2}{m+2}\right)}{\Gamma(1-s)}, \qquad (28)$$

причем, исходя из условий формулы (27), должно быть выполнено следующее условие

$$\left.\begin{array}{l}\frac{m}{m+2}-s>0\\ \frac{2}{m+2}>0\end{array}\right\}\ \Rightarrow\quad s<\frac{m}{m+2}. \qquad (29)$$

Учитывая соотношения (26) и (28), обозначая

$$\bar{\tau}(s)=\int_0^\infty x^{s-1}\frac{\tau\left(\frac{x}{1+x}\right)}{(1+x)^{\frac{m}{m+2}}}dx, \qquad (30)$$

$$\bar{\nu}(s)=\int_0^\infty x^{s-\frac{m}{m+2}}\frac{\nu\left(\frac{x}{1+x}\right)}{(1+x)^{\frac{m+4}{m+2}}}dx=\int_0^\infty x^{s-1}\cdot\frac{x^{\frac{2}{m+2}}}{(1+x)^{\frac{m+4}{m+2}}}\nu\left(\frac{x}{1+x}\right)dx, \qquad (31)$$

$$\overline{F}(s)=\int_0^{\infty}x^{s-1}\frac{F_1\left(\dfrac{x}{1+x}\right)}{(1+x)^{\frac{m}{m+2}}}dx, \tag{32}$$

из формулы (25) получим

$$\overline{\tau}(s)=\gamma\frac{\Gamma\left(\dfrac{m}{m+2}-s\right)\Gamma\left(\dfrac{2}{m+2}\right)}{\Gamma(1-s)}\overline{\nu}(s)+\overline{F}(s). \tag{33}$$

Равенство (33), в котором параметр s должен удовлетворять условию (29), есть основное соотношение между функциями $\tau(x)$ и $\nu(x)$, полученное в ходе решения задачи Коши-Гурса в гиперболической части.

В эллиптической части области Ω_1^+ рассмотрим следующую задачу

$$u_{xx}+u_{y_1y_1}+\frac{m}{m+2}\cdot\frac{u_{y_1}}{y_1}=f_1(x,y_1), \tag{34}$$

$$u\big|_{\sigma_\delta}=0, \tag{35}$$

$$u(x,0)=\tau(x), \tag{36}$$

где $\sigma_\delta=\left\{(x,y):\ \left(x-\frac{1}{2}\right)^2+(y_1+\delta)^2=\frac{1}{4}+\delta^2,\quad -\infty<\delta<+\infty\right\}$.

Сделаем следующую замену переменных

$$x=\frac{r^2+r\cos\varphi}{1+2r\cos\varphi+r^2},\ y_1=\frac{r\sin\varphi}{1+2r\cos\varphi+r^2}\quad\Leftrightarrow\quad r=\sqrt{\frac{x^2+y_1^2}{(1-x)^2+y_1^2}},\ \varphi=arctg\frac{y_1}{x(1-x)-y_1^2}, \tag{37}$$

а также замену функции

$$u(x,y_1)=\frac{u_1\left(\sqrt{\dfrac{x^2+y_1^2}{(1-x)^2+y_1^2}},\ arctg\dfrac{y_1}{x(1-x)-y_1^2}\right)}{\left((1-x)^2+y_1^2\right)^{\frac{m}{2(m+2)}}}\quad\Leftrightarrow\quad u(x,y_1)=\left(1+2r\cos\varphi+r^2\right)^{\frac{m}{2(m+2)}}u_1(r,\varphi). \tag{38}$$

В результате получим следующую задачу

$$r^2u_{1rr}+\frac{2(m+1)}{m+2}ru_{1r}+u_{1\varphi\varphi}+\frac{m}{m+2}ctg\varphi\cdot u_{1\varphi}=f_2(r,\varphi), \tag{39}$$

$$u_1\big|_{\sigma_\delta}=0, \tag{40}$$

$$u_1(r,0)=\frac{\tau\left(\dfrac{r}{1+r}\right)}{(1+r)^{\frac{m}{m+2}}}, \tag{41}$$

где $\sigma_\delta=\{(r,\varphi):\ \varphi=\gamma_\delta,\quad r>0,\quad -\infty<\delta<+\infty\}$,

$$f_2(r,\varphi)=\frac{r^2}{\left(1+2r\cos\varphi+r^2\right)^2}\,f_1\left(\frac{r^2+r\cos\varphi}{1+2r\cos\varphi+r^2},\frac{r\sin\varphi}{1+2r\cos\varphi+r^2}\right). \tag{42}$$

а определение (6) функции $\nu(x)$ запишется в виде

$$\left(\frac{m+2}{2}\right)^{\frac{m}{m+2}}\lim_{\varphi\to 0}\sin^{\frac{m}{m+2}}\varphi\cdot u_{1\varphi}(r,\varphi)=\frac{r^{\frac{m}{m+2}}\nu\left(\frac{r}{1+r}\right)}{(1+r)^{\frac{m+4}{m+2}}}. \tag{43}$$

К задаче (39)-(41) и к соотношению (43) применим преобразование Меллина. Обозначив

$$\overline{f}(s,\varphi)=\int_0^\infty r^{s-1}f_2(r,\varphi)dr, \tag{44}$$

$$\overline{u}(s,\varphi)=\int_0^\infty r^{s-1}u_1(r,\varphi)dr, \tag{45}$$

а также учитывая введенные ранее определения (30) и (31) функций $\overline{\tau}(s)$ и $\overline{\nu}(s)$, получим, согласно [20], следующее соотношение для задачи (39)-(41)

$$\overline{\nu}(s)=-\frac{\overline{\tau}(s)}{(m+2)^{\frac{2}{m+2}}}\cdot\frac{\Gamma\left(\frac{m+1}{m+2}\right)}{\Gamma\left(\frac{m+3}{m+2}\right)}\cdot\frac{\mathrm{P}^{\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}{\mathrm{P}^{-\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}+\int_0^{\gamma_\delta}\frac{\overline{u}_2(s,t)\overline{f}(s,t)}{\Delta(s,t)}dt\cdot\frac{1}{(m+2)^{\frac{2}{m+2}}}. \tag{46}$$

Равенство (50) есть основное соотношение между функциями $\tau(x)$ и $\nu(x)$, полученное в эллиптической части. Теперь из двух равенств (33) и (46) выразим функции $\overline{\tau}(s)$ и $\overline{\nu}(s)$, учитывая обозначения (18) и (19).

$$\overline{\tau}(s)=\frac{\frac{\Gamma\left(\frac{m+3}{m+2}\right)}{\Gamma\left(\frac{m+1}{m+2}\right)}\cdot\int_0^{\gamma_\delta}\frac{\overline{u}_2(s,t)\overline{f}(s,t)}{\Delta(s,t)}dt+\frac{\Gamma(1-s)}{\Gamma\left(\frac{m}{m+2}-s\right)}\cdot\overline{F}(s)}{\frac{\Gamma(1-s)}{\Gamma\left(\frac{m}{m+2}-s\right)}+\frac{\mathrm{P}^{\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}{\mathrm{P}^{-\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}}, \tag{47}$$

$$\overline{\nu}(s)=\frac{\frac{1}{(m+2)^{\frac{2}{m+2}}}\cdot\frac{\Gamma(1-s)}{\Gamma\left(\frac{m}{m+2}-s\right)}\cdot\frac{\Gamma\left(\frac{m+1}{m+2}\right)}{\Gamma\left(\frac{m+3}{m+2}\right)}\cdot\left(\frac{\Gamma\left(\frac{m+3}{m+2}\right)}{\Gamma\left(\frac{m+1}{m+2}\right)}\cdot\int_0^{\gamma_\delta}\frac{\overline{u}_2(s,t)\overline{f}(s,t)}{\Delta(s,t)}dt-\frac{\mathrm{P}^{\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}{\mathrm{P}^{-\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}\cdot\overline{F}(s)\right)}{\frac{\Gamma(1-s)}{\Gamma\left(\frac{m}{m+2}-s\right)}+\frac{\mathrm{P}^{\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}{\mathrm{P}^{-\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}}. \tag{48}$$

Заключение. Проводя анализ функций $\bar{\tau}(s)$ и $\bar{\nu}(s)$, определяемых из соотношений (47) и (48), и их связь с исходными функциями $\tau(x)$ и $\nu(x)$, доказана следующая основная теорема.

Теорема 5 *Необходимым и достаточным условием* $\left(n-\frac{m}{m+2}\right)$- *регулярности решения задачи Трикоми для уравнения Геллерстедта является необращение функции*

$$R(s,\gamma_\delta)\equiv\frac{\Gamma(1-s)}{\Gamma\left(\frac{m}{m+2}-s\right)}+\frac{\mathrm{P}^{\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}{\mathrm{P}^{-\frac{1}{m+2}}_{s-\frac{m+1}{m+2}}(\cos\gamma_\delta)}=0$$

в нуль на промежутке $\frac{m}{m+2}-n<s<\frac{m}{m+2}$, $n=1,2,\ldots$. *При* $\gamma_\delta\to 0$ *решение будет* $\left(n-\frac{m}{m+2}\right)$- *регулярным для любого конечного* n, *а при* $\gamma_\delta\to\pi$ *решение не будет* $\left(n-\frac{m}{m+2}\right)$- *регулярным для любого* n. *При* $\gamma_\delta=\frac{\pi}{2}$ *решение будет* $\left(n-\frac{m}{m+2}\right)$ *регулярным только для* $n=1$. *В случае, если решение не будет* $\left(n-\frac{m}{m+2}\right)$- *регулярным – на правую часть уравнения Геллерстедта должны быть наложены дополнительные условия.*

ЛИТЕРАТУРА

[1] Tricomi F. Sulle equazioni lineari alle derivate parziali di 2^0 ordine di tipo misto.- Mem. Lincei.- Ser. V.- XIV.- fasc. VII (1923).

[2] Cibrario M. Sulla reduzione a forma canonica delle equazioni lineari alle derivate parziali di secondo ordine di tipo misto.- Rend. Lombardo.- 1932.- v.65.- p. 889 – 906.

[3] Gellerstedt S. Sur un probleme aux limites pour une equation lineaire aux derivees partielles du second ordre de type mixte.- Thesis.- Uppsala.- 1935.

[4] Лаврентьев М.А., Бицадзе А.В. К проблеме уравнений смешанного типа.// Доклады АН СССР.- 1950.- Т. 70.- С. 373 – 376.

[5] Бицадзе А.В. О некоторых задачах смешанного типа.// Доклады АН СССР.- 1950.- Т. 70/- № 4.- С. 561 – 565.

[6] Бицадзе А.В. Уравнения смешанного типа. М., 1959.

[7] Роговой А.В. Решение задачи Трикоми для уравнений смешанного типа методом преобразований Меллина.- Автореферат диссертации … кандидата физико-математических наук.- Шымкент.- 2004.- 26с.

[8] Моисеев Е.И. Уравнения смешанного типа со спектральным параметром. М., 1988.

[9] Кальменов Т.Ш., Базарбеков А.Б. Критерий сильной разрешимости задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева–Бицадзе // Докл. АН СССР. 1981. Т. 261. № 2. С. 265–268.

[10] Кальменов Т.Ш., Садыбеков М.А., Ержанов Н.Е. Критерий сильной разрешимости задачи Трикоми для уравнения Лаврентьева–Бицадзе. Общий случай // Дифференц. уравнения. 1993. Т. 29. № 5. С. 870–875.

[11] Sabitova Yu. K. On location of the spectrum of the Tricomi problem// Siberian Mathematical Journal.- 2015.- Vol. 56.- No. 1.- pp.160–176.

[12] Zhenguo Feng. The Tricomi problem for a genuinely nonlinear Lavrentiev–Bitsadze equation of mixed type// J. Math. Anal. Appl.- 2013.- Vol. 398.- pp. 303–314.

[13] Baltaeva U. Solvability of the analogs of the problem Tricomi for the mixed type loaded equations with parabolic-hyperbolic operators// Boundary Value Problems.- 2014.- 211.

[14] Zarubin A. N. The Tricomi Problem for a Nonlinear Mixed-Type Equation With Functional Retarded, Advanced, and Concentrated Deviation// Russian Mathematics, 2017, Vol. 61, No. 11, pp. 16–25.

[15] Роговой А.В. Существование нетривиального разрывного решения однородной задачи Трикоми и ее сопряженной для уравнения Лаврентьева-Бицадзе.// Известия НАН РК. Серия физико-математическая.- 2010.- №3.- С.126-129.

[16] Rogovoy A.V. Properties of Solutions of the Tricomi Problem for the Lavrent'ev–Bitsadze Equation at Corner Points// Differential Equations, 2013, Vol. 49, No. 12, pp. 1650–1654.

[17] Смирнов М.М. Уравнения смешанного типа.- М.: «Высшая школа».- 1985.- 304с.

[18] Бейтмен Г., Эрдейи А. Таблицы интегральных преобразований. Том 1. Преобразования Фурье, Лапласа, Меллина.- М.: Наука.- 1969.- 343с.

[19] Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Элементарные функции.- М.: «Наука».- 1981.- 927с.

[20] Базарбеков А.Б. Гладкость решения задачи Трикоми для уравнений смешанного типа// Дифференциальные уравнения.- 1989.- т. 25.- №5.- С. 816 – 822.

Роговой А.В., Карашева К.

Аралас теңдеулер үшін Трикоми мәселесінің бір класс шешімдерінің қасиеттері

Түйін. Жұмыста Лаврентьев-Бицадзе және Геллерстедт теңдеулеріне арналған Трикоми есебі қарастырылады. Егерде шекараның эллиптикалық бөлігі шенбердің бөлігімен сәйкес келсе бұл Лаврентьев-Бицадзе теңдеуі үшін, ал эллиптикалық бөлігі арнайы типті қисық сызықпен сәйкес келсе Геллерстедта теңдеу үшін. Біртекті Лаврентьев-Бицадзе теңдеуі үшін деменнің бұрыштың нүктерінде үздіксіз болып табылмайтын шешімдердің жаңа сыныбын енгізді және осы сыныптан тыс тривиалды шешімдерді оның түрде жасады. Біртекті Лаврентьев-Бицадзе теңдеуі үшін n-тұрақтылық тұжырымдамасы еңгізілді және мұндай шешімнің өлшемі дәлелденді. Геллерстедт теңдеуі үшін облыстық эллиптикалық бөлігілден қисық көзқарастың бұрымтарына және теңдеу түрінің өзгеру сызығына байланысты n-тұрақты шешімнің өлшемі алынады. Дәлел Меллин интегралдың түрлендіруді және арнайы функцияладың қасиеттерін пайдалануға негізделген.

Түйін сөздер. Трикоми есебі, аралас типті теңдеулер, үзіліссіз шешімдер, интегралдық өзгерістер, арнайы функциялар.

Rogovoy A.V., Karasheva K.

Properties of one class solutions of Tricomi problem for mixed type equations

Abstract. Tricomi problem for Lavrent'ev-Bitsadze and Gellerstedt equations in the case of special type curve in elliptical boundary part for Gellerstedt equation and for the case in which the elliptic part of the boundary is part of a circle for Lavrent'ev-Bitsadze equation has been considered in the work. New class of non continuous in corner points solutions for the homogeneous Lavrent'ev–Bitsadze equation have been introduced. Non trivial solutions of this class have been build. For the inhomogeneous Lavrent'ev–Bitsadze equation, we introduce the notion of an *n*-regular solution and prove a criterion for the existence of such a solution. A criterion of existence of *n*-regular solution of Tricomi problem for Gellerstedt equation in the terms of angles between elliptic curve and line of exchange of equation type has been proved. The proof is based on using of Mellin integral transforms and special functions properties.

Keywords. Tricomi problem, mixed type equations, non continuous solutions, integral transforms, special functions.

УДК:539.166.3:311.3/.4

D.L Turdykhanova, D.B.Berikov, K.Sh.Zhumadilov
(Eurasian National University after L.N.Gumilyov, Astana, Kazakhstan.
E-mail: damira17296@gmail.com)

STATISTICAL ANALYSIS OF THE HOMOGENEITY OF THE NUCLIDE COMPOSITION IN DIFFERENT AREAS

Abstract. Gamma radiation is a photon with high energy, to detect them, firstly was exampled the processes of interaction of gamma-quantum with matter, such as, Photoelectric absorption, Compton scattering and Pair production. Also, a gamma spectrometer with a crystal detector has been selected.

To determine the distribution of nuclides in a particular region, the spectrum of nuclides was obtained from 9 points in 3 sites by a gamma spectrometer with a scintillator NaI(Tl). Then, statistical analysis was performed to compare the spectra of each obtained site. The T-test statistical method was applied twice: firstly, the spectrums of one site were compared with each other, further, the average value of the spectrums on each site was calculated and accordingly, the sites were compared. Finally, there were determined different places with equal nuclide distributions, despite the fact that each place mostly has different nuclide structures.

Key words: gamma radiation, photoelectric effect, Compton effect, pair-production, spectrometer, statistical analysis.

Д.Л. Тұрдыханова, Д.Б. Бериков , К.Ш. Жумадилов
(Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан
E-mail: damira17296@gmail.com)

ӘРТҮРЛІ АЙМАҚТЫҢ НУКЛИДТІК ҚҰРАМЫНЫҢ БІРТЕКТІЛІГІН СТАТИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

Аңдатпа. Гамма сәулелену - жоғары энергиясы бар фотондар, оларды тіркеу үшін алдымен гамма-кванттың затпен әсерлесу процестері, яғни фотоэффект, комптон эффектісі және электрон-позитрондық қосақ түзу процестері қарастырылып, кристалл детекторы бар гамма спектрометр таңдалынып алынды.

Нуклидтердің белгілі аймақта таралу заңдылығын анықтау үшін, 3 учаскінің 9 нүктесінен нуклидтердің спектрлері NaI(Tl) сцинтилляторы бар гамма спектрометр арқылы алынды. Алынған әр учаскінің спектрлерін салыстыру үшін статистикалық анализ жасалды, яғни T-test статистикалық әдісі екі рет қолданылып, алдымен бір учаскінің спектрлері бір-бірімен салыстырылып, соңында спектрлердің орташа мәні алынып, учаскілер бір-бірімен салыстырылды.

Осылайша бір аймақтың кейбір учаскілерінің нуклидтік құрылымы ұқсас болса, басқа учаскілерінде нуклидтер таралуы айырмашылық жасайтыны анықталды.

Түйін сөздер: гамма сәулелену, фотоэффект, Комптон эффектісі, жұптардың пайда болуы, спектрометр, статистикалық анализ.

Кіріспе

Гамма сәулелену - жоғары энергиясы бар фотондар; ядроның өздігінен гамма-сәулесін шығаруы. Гамма-квант шығуы ядроның қозған күйінен аз энергиялы күйге көшуімен сипатталады.[1] Гамма сәулесі қысқатолқынды ($\lambda \leq 10^{-10}$) электромагниттік сәуле және әр гамма-кванттың Е энергиясы мен $P_к$ импульсі бар.[2,10,15]

Энергиясы 10Мэв-тен аспайтын гамма сәулесінің затпен әсерлесуі кезінде болатын процестер:

1. Фотоэффект кезінде гамма квант электронмен жұтылады, және атоммен әсерлесіп, өзінің толық энергиясын электронға береді. Осы кезде атом қозған күйде болып, флуоресценциялық сәулелену немесе Оже электрон шығарады.

2. Комптон шашырауы – фотонның атом электронына өз энергиясының қандайда бөлңгңн бере отырып, шашырауы. Гамма кванттың энергиясы электронның байланыс энергиясынан көп болған жағдайда ғана шашытау құбылысы болады. Гамма кванттың жарты энергиясы электронға жартысы шашырап шыққан фотонға кетеді.

3. Электрон-позитрон жұбының пайда болуы – фотон жұтылып, электрон және позитрон жұптарының пайда болу процесі. Пайда болған жұптар ионизация процесін немесе тежегіш сәулелену тудырады. Позитрон баяулап, электронмен аннигиляция процесіне ұшырап, гамма квантын шығаруы мүмкін. Процесс үлкен энергия аумақтарында байқалады (1-10Мэв)[3,10,11]

Гамма кванттар зарядсыз болғандықтан оны тіркеу 2-ші ретті электрондарды тіркейтін детектор арқылы жүзеге асады, мысалы бұл жұмыста тіркегіш ретінде сцинтилляциялық әдіс бойынша тіркейтін құрылғы қолданылды.[14]

Зерттеу нысаны және әдістері.

Зерттеу нысаны - Еуразия Ұлттық Университеті оқу ғимаратының аймағындағы нуклидтердің таралуы.

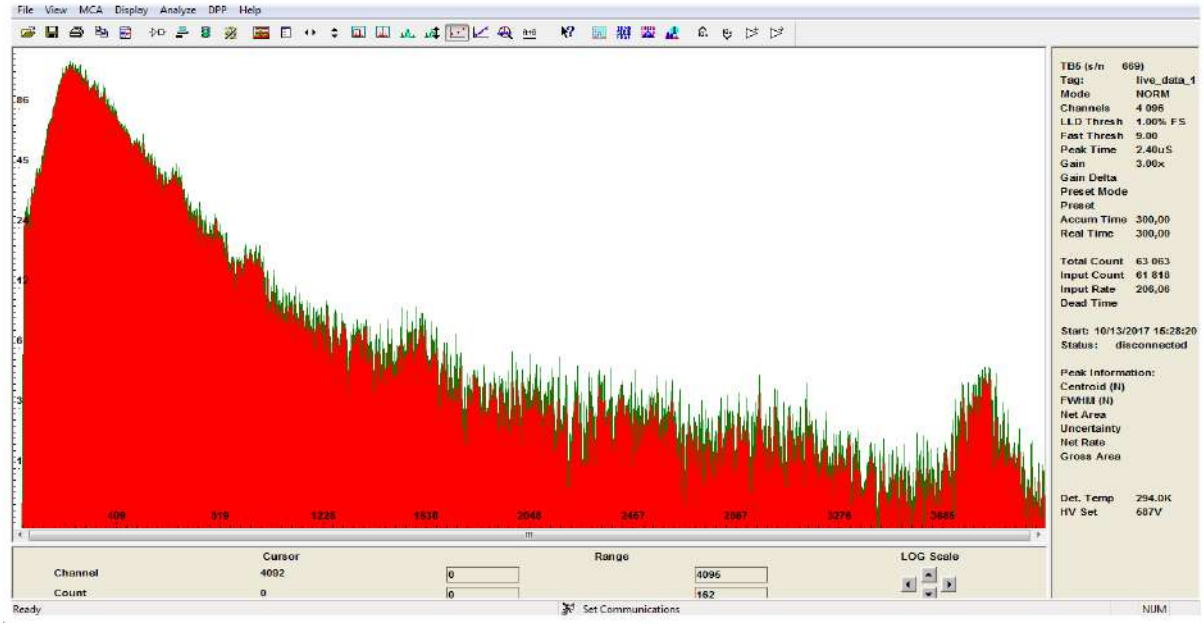
Зерттеу әдістері:

Алдымен нуклидтердің спектрін алу үшін amptek ұсынған GAMMA RAD5 NaI(Tl) сцинтилляторы бар портативті гамма спектрометрі қолданылды.

GAMMA-RAD5 – толық интеграцияланған γ-сәулелі спектрометр. Оның құрамына сцинтиллятор , PMT, Amptek DP5G-ге негізделген сандық импульсті процессор, заряд сезгіш күшейткіш, артық қуат көздеріне бақылау және байланысу үшін қажетті барлық аппараттық және бағдарламалық құралдар кіреді. Бұл жалғыз, біріктірілген, портативті модуль.

Бірнеше негізгі инновациялар бұл жүйені пайдалану үшін қолайлы етеді. Алдымен, сцинтиллятор мен PMT механикалық әсерден қорғау үшін нығайтылған. Екіншіден, Ethernet интерфейсі ұзақ қашықтықта жұмыс істеуге мүмкіндік береді: интернет арқылы 100 м , жалпы USB интерфейсі кез-келген компьютермен (қуат пен деректер) жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Үшіншіден, ол цифрлық архитектурамен ерекшеленеді, сондықтан ол арнайы жағдайлар үшін

ыңғайлы болады. GAMMA-RAD5 зертханалық қолданудан ұлттық қауіпсіздік жағдайдарында γ-сәулелі спектроскопия өлшемдеріне өте қолайлы.[4,10]



1-сурет. Еуразия Ұлттық Университеті аймағында GAMMA RAD5 спектрометрмен алынған спектр түрі

Спектрлер 2-ші суретте корсетілген бойынша үш учаскеден алынды.



2-сурет. Спектрлерді алу схемасы

Оқу ғимаратының алдынан, жанынан, артынан 4 метр арақашықта 3 реттен жалпы 9 спектр алынды. Әр спектр 300 сек. уақыт аралығында жинақталды. Спектрометр әр спектр үшін жерден 40 см биіктікте орналастырылды. Осылайша тәжірибенің негізгі бөлімі аяқталды, келесі міндет үш учаскенің спектрлерін статистикалық анализ бойынша салыстыру.[15]

Статистикалық анализ жасауға T-test әдісі Graphpad ұсынған Prism7 программасында жасалды.[5-7]

T-test бойынша, салыстырылатын екітүрлі учаскенің спектрлерінің "P" ықтималдық мәні <0,01-ден кіші болса, нуклидтер бірдей таралған деген мағына беретін нөлдік гипотезаны қабылдамайды яғни нуклидтік құрылымдары әртекті, ал P>0.01 болса, онда 2 учаскедегі нуклидтер біртекті таралған деп есептеледі.

1 T-test анализі қорытындысы төмендегі кестелер бойынша түсіндіріледі.

1.1-кестеде бір учаскенің спектрлері бір бірімен салыстырылды.Спектрлер айырмашылығының бар/жок болуы ықтималдық мәнге байланысты анықталған. Салыстырылған спектрлердің "P" ықтималдық мәні <0,01-ден кіші болса, нуклидтер бірдей таралған деген мағына беретін нөлдік гипотезаны қабылдамайды яғни нуклидтік құрылымдарында айырмашылық бар, ал P>0.01 болса, онда 1 учаскедегі нуклидтер біртекті таралған және спектрлерінде айырмашылығы жоқ болады.[5,7-9]

Кесте-1.1 **T-test анализі бойынша спектрлерді салыстыру** [13]

учаскі	салыстырылған спектрлер	айырмашылық	P <0.01, 99%
участок 1	Спектр1.1-Спектр1.2	бар	<0,0001
	Спектр1.1-Спектр1.3	жок	0,3588
	Спектр1.2-Спектр1.3	бар	<0,0001
участок 2	Спектр2.1-Спектр2.2	бар	0,0012
	Спектр2.1-Спектр2.3	бар	<0,0001
	Спектр2.2-Спектр2.3	бар	<0,0001
участок 3	Спектр3.1-Спектр3.2	бар	<0,0001
	Спектр3.1-Спектр3.3	бар	0,0001
	Спектр3.2-Спектр3.3	бар	<0,0001

1.2-кестеде негізгі салыстыру жасалды, яғни бір учаскенің спектрлерінің орташа мәні қабылданып, учаскелердің нуклидтік құрылымының біртектілігі тексерілді.

Кесте-1.2 **T-test анализі бойынша учаскелерді салыстыру** [13]

салыстырылған аймақтар, (орташа мәндері бойынша)	айырмашылық	P<0.01, 99%
участок 1- участок 2	бар	<0,0001
участок 1- участок 3	жок	0,0267
участок 3- участок 2	бар	<0,0001

Қорытынды

Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті аймағының 3 учаскесінде жасалған Статистикалық T-test анализ қорытындысы бойынша, 1-ші учаскі мен 3-ші учаскілердегі нуклидтік құрылымы ұқсас, яғни біртекті таралған, ал 1-ші мен 2-ші және 2-ші мен 3-ші учаскілердегі нуклидтердің таралуы әртекті екені анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қадыров Н. Ядролық физика негіздері–Алматы, -2000.-150-326 б.

[2] Practical Gamma-ray Spectrometry–2nd Ed. Gordon R.Gilmore,-2008.-25-207б.

[3] Иондаушы сәулелердің затпен өзара әсерлесуі.Акылбеков А.Т., Гиниятова Ш.Г., Дәулетбекова А.Қ. /Астана,.- 2012.-77б.

[4] Amptek, Inc. Gamma-Rad5 user manual, - 2-10б.

[5] Интернет ресурс: https://www.graphpad.com/guides/prism/7/statistics/index.htm?stat_the_method_of_bonferroni.htm , кірген күн:01.03.18

[6] INTRODUCTION TO MATHEMATICAL PROBABILITY . BY J. V. USPENSKY NEW YORK AND LONDON '. -1937.- 339б.

[7] Analyzing Data with GraphPad Prism, Harvey Motulsky. -1999.- 39-59б.

[8] Rider, P. R. (1939). An introduction to modern statistical methods. Oxford, England: Wiley. - 22-ші бөлім.

[9] Hogg, Robert V Introduction to mathematical statistics. 149,219,283б.

[10] Gamma-Ray Detectors Hastings A Smith,Jr., and Marcia Lucas, 43,45-46б.

[11] Беспалов В.И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие /Томский политехнический университет. – 5-е изд., рас- шир. –2017. – 91-106б.

[12] https://2gis.kz/astana/geo/9570759093518343%2C71.463747%2C51.153509?queryState=center%2F71.466515%2C51.153294%2Fzoom%2F16,кірген күн: 01.03.18

[13] Curtis Frye and Joan Lambert, Microsoft Office 2016 Step by Step, Redmond, Washington. -2015.-201-205б,351-372б.

[14] Основы экстремальных методов ядерной физики, Москва Атомиздат.-1977.- 365-370, 208-235б.

[15] Профессор, д.х.н. И.Н. Бекман, Измерение ионизирующих излучений, Москва – 2006.- 5-13б.

Турдыханова Д.Л., Бериков Д.Б., Жумадилов К.Ш.

Статистический анализ однородности нуклидтого состава в разных участках.

Резюме. В статье описана регистрация спектров с помощью гамма спектрометра на трех разных участках, и проведение их сравнительного анализа методом T-test.

Ключевые слова: гамма излучение, фотоэффект, эффект Комптона, образование пар, спектрометр, статистический анализ.

Turdykhanova D.L., Berikov D.B., Zhumadilov K.Sh.

Statistical analysis of the homogeneity of the nuclide composition in different areas.

Summary. The article describes the registration of spectra with a gamma spectrometer at three different sites, and their comparative analysis by the T-test method.

Key words: gamma radiation, photoelectric effect, Compton effect, pair-production, spectrometer, statistical analysis.

ОӘЖ 519.6

M.Zh. Sakypbekova

NUMERICAL SOLUTION OF THE BASIC EQUATIONS OF HYDRODYNAMICS IN THE SIMULATION OF A TWO-DIMENSIONAL FLOW

Abstract. This article describes mathematical modeling of physical processes that are associated with the development of technology. The processes of turbulent transport represent a complex physical phenomenon, the theoretical study of which relies on the basic laws of physics, and is described by the equations of hydrodynamics. The solution of the stationary problem of fluid motion is considered. Depending on the highest order and boundary conditions, characterized by the Navier-Stokes equations, for equations of the second order iterative algorithms are used. The result of the solution using approximate numerical methods is the ability to analyze mathematical models based on differential equations. The main requirement of the grid method in modeling tasks is to provide results with minimal errors. It is necessary to solve elliptic equations in the study of stationary processes in physics. Also, the solution of the problem considered in this article use Jacobi's method to find points on the grid.

Keywords: grid, computational fluid dynamics, differential equation, Navier-Stokes equation, boundary value problems

М.Ж. Сакыпбекова

(Алматы қ., әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университет, sakypbekova.meruyert@gmail.com)

ЕКІ ӨЛШЕМДІ АҒЫНДЫ МОДЕЛЬДЕУДЕ ГИДРОДИНАМИКАНЫҢ НЕГІЗГІ ТЕҢДЕУІН САНДЫҚ ШЕШУ

Аңдатпа. Мақалада техниканың дамуына байланысты физикалық үдерісті математикалық моделдеуі жазылған. Турбулентті тасымалдау үдерісі күрделі физикалық құбылыс болып табылады, теориялық зерттеуі физиканың заңдарына негізделеді және гидродинамиканың теңдеулерін сипаттайды. Сұйылмалы сығылмайтын сұйықтық қозғалысының стационарлық мәселесін шешу қарастырылады. Жоғары ретті және шекаралық

шарттарына байланысты Навье-Стокс теңдеулерімен сипатталатын екінші ретті теңдеулерде интерациялық алгоритмдер қолданылады. Дифференциялдық теңдеу негізінде құрылған математикалық моделін талдау мүмкіндігі нәтиже ретінде шешімнің жуықталған сандық әдістер көмегімен шешіледі. Есептерді моделдеуде тор әдістерінің негізгі талабы, ең аз қателікпен алынатын нәтижемен қамтамасыз ету болып табылатыны жазылған. Физикалық табиғаттағы стационарлық үдерістерді зерттеуде эллиптикалық түрде болатын теңдеулерді шешуге тура келеді. Мақалада қарастырылған есепті шешуде Якоби интеграциялық әдісі тордың ішкі нүктелерін табу үшін қолданылды.

Түйін сөздер: тор, есептеу гидродинамикасы, дифференциялдық теңдеу, Навье-Стокс теңдеуі.

Кіріспе

Есептеу гидродинамика өнімділігі жоғары есептеуде қолданудың негізгі аймағының бірі болып табылады. Заманауи есептеу гидродинамика өзекті мәселелерді, тұтқыр сұйықтықтың қозғалысын, газдың ағысының физика-химиялық айналуын сандық зерттеу, әртүрлі ортада соғылу толқындарының таралуын зерттеуге, газодинамикалық есептерді шешуге бағытталған. Навье-Стокс теңдеулерімен сипатталатын теңдеулер жоғары ретті және шекаралық шарттарының күрделілігіне байланысты екінші ретті теңдеулерде итерациялық алгоритмдер қолданылады. Күрделі геометриялық форма аумағындағы есептерге физикалық есептеулерді талап етеді. Есептерді әртүрлі құрылғыда моделдеуде құрылымды емес торларды құрылған сандық әдістерге ерекше көңіл аударылады.

Тор әдістеріне ұсынылатын негізгі талап ең аз қажет ресурстарда, уақыт және жады көлемінде, жоғары нақтылықпен, ең аз қателікпен алынатын нәтижемен қамтамасыз ету болып табылады. Есептеу торын генерациялау үдерісін максимальды автоматтандыру қажет, күрделі геометрия объектілерінің айналасындағы торды генерациялау мүмкіндігін қамтамасыз ету, ағым ерекшіліктерін нақты сипаттайды, тұрақтылық жағдайда максимальды мүмкін сандар үшін шешімге орнықты жинақылықты қамтамасыз ету керек.

Тордың құрылымды қосымшаларын шектеуде пайдаланушылар күрделі геометрияда құрылымды емес торларды қолдануды іргелі жылжытты. Сандық жұмыстарда торды пайдаланушылар құрылымды емес торларға қызығушылық танытқан, өйткені ол күрделі геометрияда тор құру үшін жеткілікті икемділікпен қамтамасыз етеді және торға бейімділік талабын жеңілдетеді [1-3].

Қазіргі уақытта қозғалыс денеге әсер ететін және шектеулі беттегі сұйықтықтың және газдың, күштердің ағымдары жайлы ақпараттардың көлемінің ұлғайуы Навье-Стокс теңдеулер жүйесін шешуде сандық әдістерді қолдануда[1]. Навье-Стокс теңдеулерінің толық жүйесін шешу негізінде тұтқыр сығылмайтын сұйықтық ағындарын зерттеу бұрыннан жүргізілуде. Әдебиеттерде Навье-Стокс теңдеулерінің аналитикалық біріктірулері өте аз жағдайларда белгілі. Осы аймақтарда сандық әдістерді қолдану ғана мүмкін. Қазіргі уақытта Навье-Стокс теңдеулерін сандық шешу үшін әртүрлі айырымдық сұлбалар бар. Олар теңдеулер жүйесіндегі ағын және құйын айнымалыларына қолдануға құрылған[4]. Навье-Стокс теңдеуінің ерекшеліктерінің бірі сызықтық емес және теңдеулерінің параболла-эллиптикалық сипаттамаларында. Сондықтан дұрыс модельдеу үшін қысым үшін Пуассонның эллиптикалық теңдеуін қолдану қажет.

Негізгі теңдеу

Осы әдістерді қолдану өндірістік тәжиірбелі зерттеу көлемін қысқартуға мүмкіндік береді. Ағымның физикалық ерекшіліктерін түсіну және газдық динамика теңдеуінің дискретті апроксимацияларына негізделген тор әдістері сандық әдістердің ішінде тәжиірбеде басты орын алады. Турбулентті ағымды сипаттау үшін гидродинамиканың негізгі теңдеуі Навье-Стокс теңдеуі болып табылады[5].

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{1}{Re}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-\frac{\partial p}{\partial y}+\frac{1}{Re}\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0 \quad (3)$$

мұндағы, v, u –жылдамдық, p –қысым, t- уақыт, Re – Рейнольдс саны.

Шешу әдісі

(1)-(3) теңделерді шешу үшін айқын итерациялық сұлба пайдаланылады. Бірінші кезеңде u_{ij}^{*} жылдамдықтың аралық мәні анықталып, есептелінеді

$$u_{ij}^{*} = u_{ij}^{n} + \Delta t\left(-u_{ij}^{n}\frac{u_{ij}^{n}-u_{i-1j}^{n}}{\Delta x} - v_{ij}^{n}\frac{u_{ij}^{n}-u_{ij-1}^{n}}{\Delta y} + \frac{1}{Re}\left(\frac{u_{i+1j}^{n}-2u_{ij}^{n}+u_{i-1j}^{n}}{\Delta x^{2}} + \frac{u_{ij+1}^{n}-2u_{ij}^{n}+u_{ij-1}^{n}}{\Delta y^{2}}\right)\right)$$

$$v_{ij}^{*} = v_{ij}^{n} + \Delta t\left(-u_{ij}^{n}\frac{v_{ij}^{n}-v_{i-1j}^{n}}{\Delta x} - v_{ij}^{n}\frac{v_{ij}^{n}-v_{ij-1}^{n}}{\Delta y} + \frac{1}{Re}\left(\frac{v_{i+1j}^{n}-2v_{ij}^{n}+v_{i-1j}^{n}}{\Delta x^{2}} + \frac{v_{ij+1}^{n}-2v_{ij}^{n}+v_{ij-1}^{n}}{\Delta y^{2}}\right)\right).$$

Үздіксіздік теңдеуді пайдаланып p_{ij}^{n+1} анықтаймыз.

$$p_{ij}^{n+1} = \frac{p_{i+1j}^{n}+p_{i-1j}^{n}}{\Delta x^{2}} + \frac{p_{ij+1}^{n}+p_{ij-1}^{n}}{\Delta y^{2}}.$$

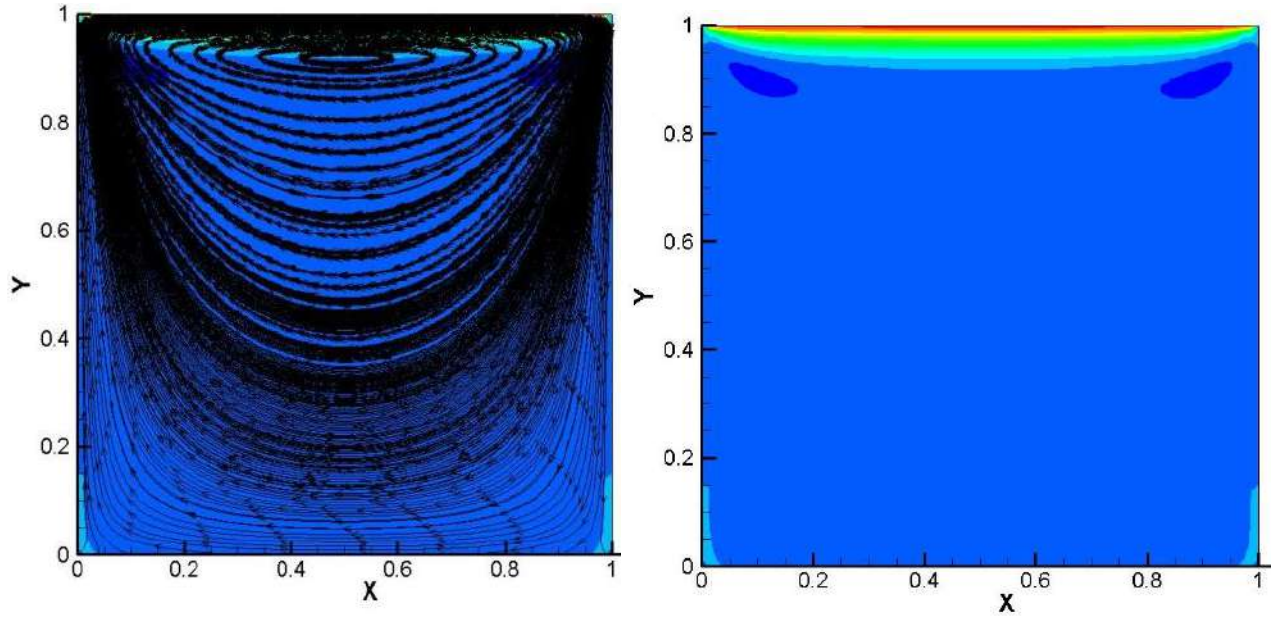
Қозғалыс теңдеуінің толық аппроксимациясын тексеру. Жылдамдықтың келесі $n+1$ деңгейі анықталады

$$u_{ij}^{n+1} = \Delta t\left(\frac{p_{ij}^{n}-p_{i-1j}^{n}}{\Delta x}\right) + u_{ij}^{*},$$

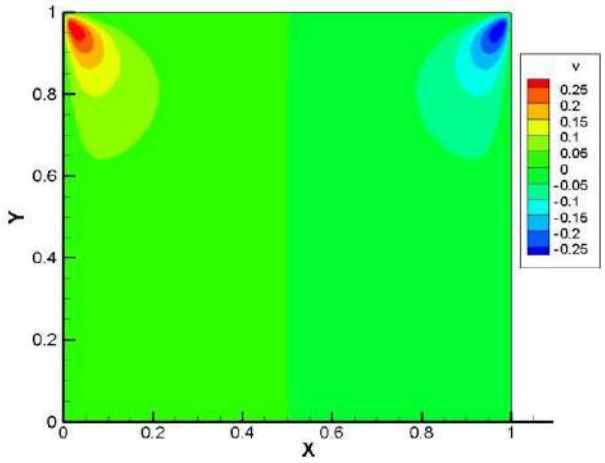
$$v_{ij}^{n+1} = \Delta t\left(\frac{p_{ij}^{n}-p_{i-1j}^{n}}{\Delta x}\right) + v_{ij}^{*}.$$

Сандық нәтижесі

Төменде сандық модельдеу көрсетіледі. Барлық есептеу C++ тілінде жүргізіледі. Есепті шешу үшін 81×81 өлшемімен есептеу торы алынған. Модельдеу үшін $Re = 100$, $\varepsilon = 0.001$ қолданылады. Барлық компьютерлік модельдерде Tecplot.360 пайдаланылады.



1-сурет. $Re = 100$, $\varepsilon = 0.001$ қолданылған, u қатысты қозғалысы көрсетілген.



2-сурет. $Re = 100$, $\varepsilon = 0.001$ қолданылған, v қатысты қозғалысы көрсетілген.

Есептеу математиканың негізгі міндеті дербес туындыда дифференциалдық теңдеулерді шешуболып табылады, мысалға жылу беру процесстерін моделдеуде және т.б. Аналитикалық түрде есептерді айқын шешу кейбір дербес жағдайдаларда ғана болады. Сондықтан есептерді шешудің тиімді жолы жуық сандық әдістерді қолдану болып табылады[5]. Тиімді және қанағаттандырылатын уақытты алу үшін параллельді технологияларды қолдану және жоғары есептеу архитектураны қолдануды талап етеді. Жоғары өнімді жүйелерде сандық әдістерді тиімді қолдану үшін есептеу жүйесінің және параллельдеу технологияның ерекшеліктерін ескеру қажет. Графикалық процессорлар (GPUs) есептеудің қарқынды бөліктерін модельдеудін іске қосуға арналған аппараттық құрал болып келеді, себебі олар кәдімгі процессорлармен салыстырғанда баға мен өнім көрсеткіші жақсы. Есептің тиімді уақытын алу үшін OpenACC технологиясы пайдаланылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Волков К.Н., Емельянов В.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся плоскостях.М.: Физматлит. 2010. 486 с.

[2] Kallinderis Y, Vijayan P (1993) Adaptive refinement–coarsening scheme for three-dimensional unstructured meshes. AIAA J 31(8):1440–1447.

[3] Farhat C, Pierson K, Degand C (2001) Multidisciplinary simulation of the maneuvering of an aircraft. Eng Comput 17:16–27.

[4] Роуч П. Вычислительная гидродинамика.– М.: Мир, 1980.– 616 с.

[5] Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.

[6] Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.

[7] Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1987. С. 373–382.

[8] Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкости. М.: Мир, 1991. Т. 1. 502 с.

[9] Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1984. 152 с.

[10] Кузнецов А.Е., Стрелец М.Х. Численное моделирование существенно дозвуковых ста- ционарных неизотермических течений однородного вязкого газа в каналах // Числен- ные методы механики сплошной среды. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1983. Т. 14. № 6. С. 97–114.

[11] Фомин А.А. Численное исследование влияния граничных условий на решение задач термогравитационной конвекции в открытых областях. Томск: ТГУ, 1985. 51 с. Деп. в ВИНИТИ 22.11.85 № 8069-В.

[12] Корн Г. Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн. М.: Наука, 1978.

[13] Алгазин С. Д. Численные алгоритмы классической матфизики. 5. Уравнения Стокса. М., 2002. (Препр. / РАН. Ин-т проблем механики; №700).

[14] Алгазин С. Д. Численные алгоритмы классической матфизики. 13. Уравнения Навье — Стокса. М., 2006. (Препр. / РАН. Ин-т проблем механики; № 805)

[15] Абдибеков У.С., Усенбаев Н.Б., Каруна О.Л. Численное моделирование турбулентного течения в канале.

[16] Deardorff J.W. A numerical study of three-dimensional turbulent channel flow at large Reynolds numbers // J. Fluid Mech. 1970. Vol. 41. P. 453–480.

[17] Douglas CC, Hu J, Kowarschik M, Rude U, Weiss C (2000) Cache optimization for structured and unstructured grid multigrid. Electron Trans Numer Anal 10:21–40.

[18] Gloth O, Hanel D, Tran L, Vilsmeier R (2003) A front tracking method on unstructured grids. Comput Fluid 32(4):547–570.

[19] Darbandi M, Fouladi N (2011) A reduced domain strategy for local mesh movement application in unstructured grids. App Numer Math 61(9):1001–1016. doi:10.1016/j.apnum.2011.04.005.

[20] https://www.sharcnet.ca/Software/Imsl/7.0.0/math/math.htm?turl=docs%2 ffps2h.htm.

Сакыпбекова М.Ж.

Численное решение основных уравнений гидродинамики в моделировании двумерного течения

Резюме. В статье описано математическое моделирование физических процессов, которые связаны с развитием техники. Процессы турбулентного переноса представляют собой сложное физическое явление, теоретическое изучение которого опирается на основные законы физики, и описываются уравнениями гидродинамики. Рассматривается решение стационарной задачи о движение жидкости. В зависимости от высокого порядка и граничных условий, характеризующиеся уравнением Навье-Стокса, для уравнения второго порядка используются итерационные алгоритмы. Результатом решения с помощью приближенных численных методов является, возможность анализа математических моделей, построенных на основе дифференциальных уравнений. Необходимо решать эллиптические уравнения при изучении стационарных процессов в физике. Основные требование метода сетки в моделирование задачи, является предоставление результатов с минимальными погрешностями. Также в решении задачи рассмотренной в данной статье, используется метод Якоби для поиска точек сетки.

Ключевые слова: сетка, вычислительная гидродинамика, дифференциальное уравнение, уравнение Навье-Стокса.

Sakypbekova M.Zh.

Numerical solution of the basic equations of hydrodynamics in the simulation of a two-dimensional flow

This article describes mathematical modeling of physical processes that are associated with the development of technology. The processes of turbulent transport represent a complex physical phenomenon, the theoretical study of which relies on the basic laws of physics, and is described by the equations of hydrodynamics. The solution of the stationary problem of fluid motion is considered. Depending on the highest order and boundary conditions, characterized by the Navier-Stokes equations, for equations of the second order iterative algorithms are used. The result of the solution using approximate numerical methods is the ability to analyze mathematical models based on differential equations. The main requirement of the grid method in modeling tasks is to provide results with minimal errors. It is necessary to solve elliptic equations in the study of stationary processes in physics. Also, the solution of the problem considered in this article use Jacobi's method to find points on the grid.

Keywords: grid, computational fluid dynamics, differential equation, Navier-Stokes equation, boundary value problems

УДК 621.926.323

G.A. Guryanov, V.A. Kim, O.Yu.Vasileva
(D. Serikbayev East-Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.
E-mail: k-v-a@list.ru)

DEVELOPMENT OF THE MECHANICAL-MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF THE DESTRUCTION OF SOLID PARTICLES AND DEFINITION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF CONVEX-CONCAVE ROLLERS

Abstract. Currently, the market of crushing equipment is mainly represented by roller crushers of rather monotonous structures with no significant differences in technical characteristics and having general characteristic disadvantages such as limited capture angle and oversized captured pieces of material, low grinding rate, relatively low crushing forces and productivity, as well as low quality of the finished product by the granulometric composition and the shape of the grains. The listed disadvantages reduce the efficiency and expediency of roller crushers. Therefore, often instead of using the crushers of the given type, we use the ones that are more complicated and consume more meta, but with higher jaw and cone crushers efficiency. To eliminate the shortcomings of the roller crushers, the authors developed a new convex-concave form (profile) of the roll, which, in comparison with cylindrical rollers, improves the grip of the material and the technical characteristics of the crusher. With this intention, the author developed a 2D modeling of pairs of convex-concave rolls with the number of protrusions and troughs from 4 to 9 in steps of 1. In the

result, the characteristics of convex-concave rolls, such as dimensions of the output slit, maximum size of captured pieces, degree of grinding, relationship between the diameter of the rolls and the size of initial pieces were determined. Comparison of the results of the simulation of the crusher with convex-concave rollers with the characteristics of a typical double roll crusher with rolls of the same size showed a significant advantage of the convex-concave rolls before the cylindrical ones: for them the maximum size of the gripped piece and the degree of crushing is 3,5 to 3,7 times larger, whereas the diameter ratio roll and the size of the original piece is 3,5 times smaller.

Keywords: lump material, gripping angle, grinding process, roller crusher, computer model.

Г.А. Гурьянов, В.А. Ким, О.Ю. Васильева
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. E-mail: k-v-a@list.ru)

РАЗРАБОТКА МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПУКЛО-ВОГНУТЫХ ВАЛКОВ

Аннотация. В настоящее время рынок дробильного оборудования представлен валковыми дробилками довольно однообразных конструкций, имеющих незначительные различия в технических характеристиках и общие характерные недостатки такие как: ограниченный угол захвата и максимальный размер захватываемых кусков материала, низкая степень измельчения, относительно невысокие дробящие усилия и производительность, низкое качество готового продукта по гранулометрическому составу и форме зерен. Перечисленные недостатки снижают эффективность и целесообразность использования валковых дробилок. Поэтому зачастую вместо дробилок данного типа используют более металлоемкие и сложные по конструкции, но более эффективные в работе щековые и конусные дробилки. Для устранения недостатков валковых дробилок авторами разработана новая, выпукло-вогнутая форма (профиль) валка (валок ВВФ), которая должна, по сравнению с цилиндрическими валками, улучшить захват материала и технические характеристики дробилки, повысить качество измельчения. В результате 2D-моделирования пар валков ВВФ с количеством выступов и впадин от 4 до 9 с шагом 1 определены характеристики валков ВВФ, например, размеры выходной щели; максимальный размер захватываемых кусков; степени измельчения; соотношения между диаметром валков и размером исходных кусков и др. Сравнение результатов моделирования дробилки с валками ВВФ с характеристиками типовой двухвалковой дробилки с валками того же размера показывает значительное преимущество валков ВВФ перед цилиндрическими: для них максимальный размер захватываемого куска и степень измельчения примерно в 3,5...3,7 раза больше, отношение диаметра валка и размера исходного куска в 3,5 раза меньше.

Ключевые слова: кусковой материал, угол захвата, процесс измельчения, валковая дробилка, компьютерная модель.

При анализе и решении задач по устранению недостатков конструкций валковых дробилок и повышения эффективности их работы, было установлено, что добиться положительного результата можно за счет применения новой формы валков, отличной от цилиндрической [1-13].

В результате проведенных аналитических исследований был разработан валок выпукло-вогнутой формы (валок ВВФ) [15], профиль которого образуется не менее чем тремя окружностями, имеющими диаметр, меньший, чем диаметр описанной окружности валка. Схема пары валков ВВФ, образованных четырьмя окружностями (рисунок 1).

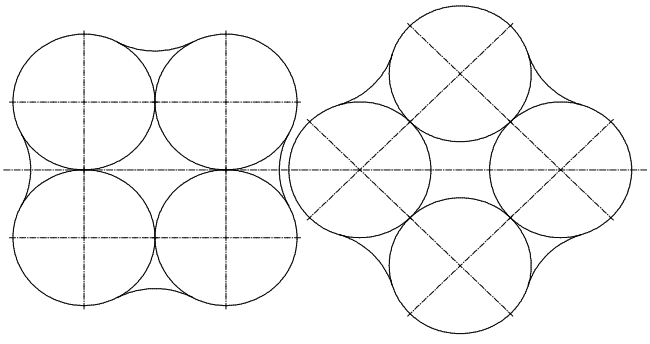
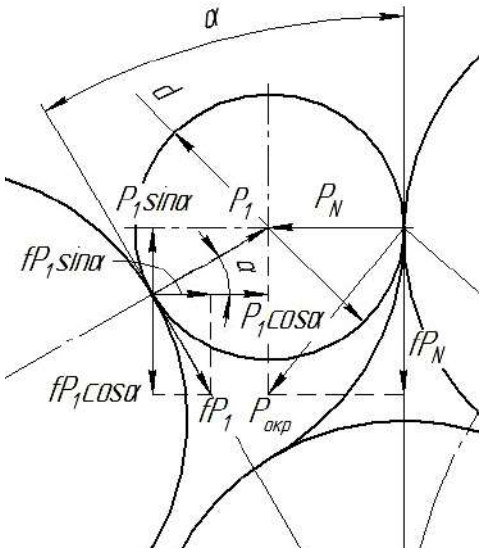


Рис. 1. Валки выпукло-вогнутой формы

Прежде чем, применить валки ВВФ в конструкции экспериментальной дробилки, авторами было проведено теоретическое исследование процесса измельчения материала в рабочей камере дробилки и взаимодействия куска измельчаемого материала с валками ВВФ, методом компьютерного моделирования.

В валковой дробилке с валками ВВФ, в отличие от традиционных валковых дробилок с цилиндрическими валками, захват и разрушение кусков материала происходит не за счет затягивания в сужающееся пространство, а за счет непосредственного раздавливания кусков между двумя сближающимися выпукло-вогнутыми поверхностями валков при их вращении. Процесс захвата и разрушения в данной дробилке очень близок к процессу разрушения в щековой дробилке с простым движением щеки, но в отличие от щековой дробилки, имеет более сложную кинематику движения дробящих поверхностей. При этом неизвестно в какой фазе вращения валков происходит захват куска материала и его последующее разрушение раздавливанием, неизвестны геометрические параметры выпукло-вогнутых валков, а конкретно, угол захвата, оптимальное количество выступов и впадин в профиле валков, соотношение между размером исходного куска d и диаметром валка D и другие параметры.

Прежде, чем перейти к нахождению вышеперечисленных параметров, определим зависимость угла захвата «α» от параметров дробилки с выпукло-вогнутым профилем валков для случая сжатия куска в камере дробления. За расчетное положение валков принято положение, определенное методом двухмерного компьютерного моделирования, при котором кусок исходного материала перестает перекатываться по вогнутой поверхности валка под действием выпуклой части противоположного валка, и начинает сжиматься поверхностями валков, попадая в состояние, характеризуемое равновесием куска (рисунок 2).



α – угол захвата.
f – коэффициент трения.
d – диаметр исходного куска.
$P_{окр}$ – окружное усилие.
P_N – составляющая окружного усилия.
P_1 – усилие дробления.

Рис. 2. Схема для определения угла захвата дробилки с валками ВВФ

Для положения, показанного на рисунке 2, составим уравнение равновесия куска материала вдоль вертикальной оси (Z):

$$\sum \mathrm{P_Z} = 0; \qquad P_1 \times \sin\alpha - f \times P_1 \times \cos\alpha - f \times P_N = 0, \tag{1}$$

где f – коэффициент трения измельчаемого материала по материалу валка.

Выразим P_N через P_1 согласно расчетной схеме:

$$P_N = P_1 \times (f \times \sin\alpha + \cos\alpha). \tag{2}$$

Преобразуем условие равновесия (1) с учетом (2):

$$P_1 \times \sin\alpha - f \times P_1 \times \cos\alpha - f \times P_1 \times (f \times \sin\alpha + \cos\alpha) = 0 .$$

После соответствующих математических преобразований, получим выражение для определения тангенса угла захвата куска материала:

$$tg\alpha = \frac{2 \times f}{1 - f^2}, \tag{3}$$

откуда угол захвата:

$$\alpha = arctg \frac{2 \times f}{1 - f^2}. \tag{4}$$

Для твердых пород коэффициент трения о сталь равен f = 0,3, тогда угол захвата:

$$\alpha = arctg \frac{2 \times 0{,}3}{1 - 0{,}3^2} \approx 33^{\circ}.$$

Таким образом, из полученной зависимости (4) видно, что угол захвата зависит только от коэффициента трения и не зависит от параметров дробилки. Т.е. угол захвата при измельчении раздавливанием одного и того же материала будет одинаковым для всех типов дробилок, независимо от формы валка. Значит, для протекания процесса дробления угол захвата в исследуемой валковой дробилке с валками ВВФ не должен превышать угол, определенный выше, т.е. $\alpha \approx 33°$.

Для валковой дробилки угол захвата зависит от соотношения диаметров валка D и куска d, то есть не угол захвата, а именно соотношение D/d является наиболее важным, так как именно оно определяет не только технологические параметры работы дробилки, но и ее геометрические размеры. Угол захвата в 32...34° при гладких цилиндрических валках традиционных дробилок обеспечивается только при большом размере валков (при D/d=17…20), поэтому задача при применении валков ВВФ заключается в том, чтобы обеспечить угол захвата в 32° при гораздо меньшем размере валков (при D/d=4…6).

Попытки определить соотношение D/d, соответствующее углу захвата $\alpha \approx 32°$, для дробилки с валками ВВФ аналитическим путем показали, что это, во-первых, сопряжено с большими трудностями, вследствие геометрической сложности построения выпукло-вогнутого профиля валков, а, во-вторых, не позволяет получить общие теоретические зависимости для нахождения данного соотношения при различном количестве образующих выступов и впадин на валках. Для нахождения соотношения D/d для дробилки с валками ВВФ обратимся к плоским графическим компьютерным моделям. Для реализации компьютерного моделирования воспользуемся CAD приложением КОМПАС-3D V16.

Задачами, решаемыми при моделировании, являются:

– получение геометрических параметров валков ВВФ;

– определение оптимального количества выступов и впадин, образующих профиль валков ВВФ;

– определение минимального размера выходной щели;

– определение положения валков ВВФ для захвата куска материала при обеспечении рассчитанного угла захвата;

– определение максимального размера захватываемого исходного куска материала;

– определение степени измельчения;

– определение соотношения диаметров валка и куска материала.

Для построения моделей были приняты следующие допущения: кусок материала – шарообразный, валки абсолютно твердые.

Сначала построим графические модели пар выпукло-вогнутых валков с количеством выступов и впадин, равным 4, 5, 6 и 7, с диаметром описанной окружности валка D = 800 мм и с радиусами выступов $R_в$, равными радиусам впадин $R_{вп}$. Затем найдем такие положения моделей валков, при которых начнется захват куска материала и при этом будет выдерживаться угол захвата $\alpha \leq 33°$. Для этого с помощью моделей сымитируем процесс работы дробилки, последовательно проворачивая через один градус валки от исходного положения (валки сориентированы по главным осям) до момента захвата куска материала, при условии отсутствия заклинивания (наложения) валков.

Процесс моделирования весьма трудоемкий и объемный, поэтому приведем только несколько характерных положений валков при их вращении от исходного до найденного, при котором начнется захват куска материала (рисунок 3 – 6). Результаты компьютерного моделирования приведены в таблице 1.

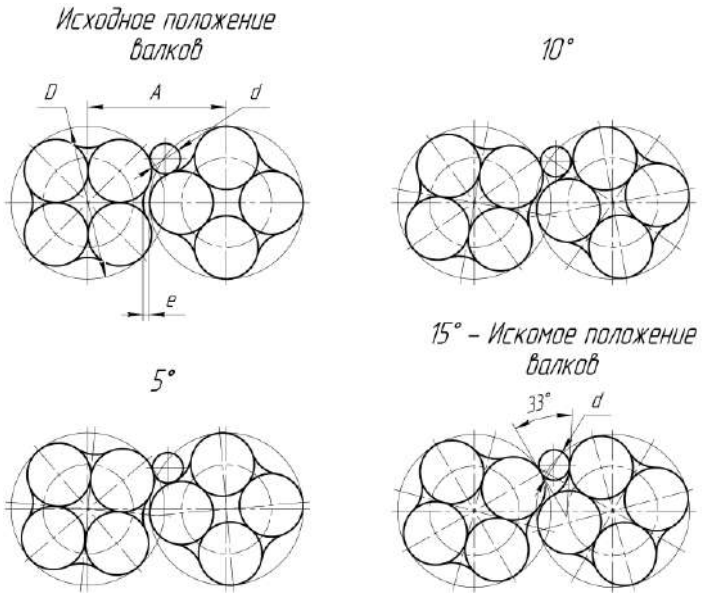


Рис. 3. Графическая модель вращения валков с количеством выступов и впадин, равным 4

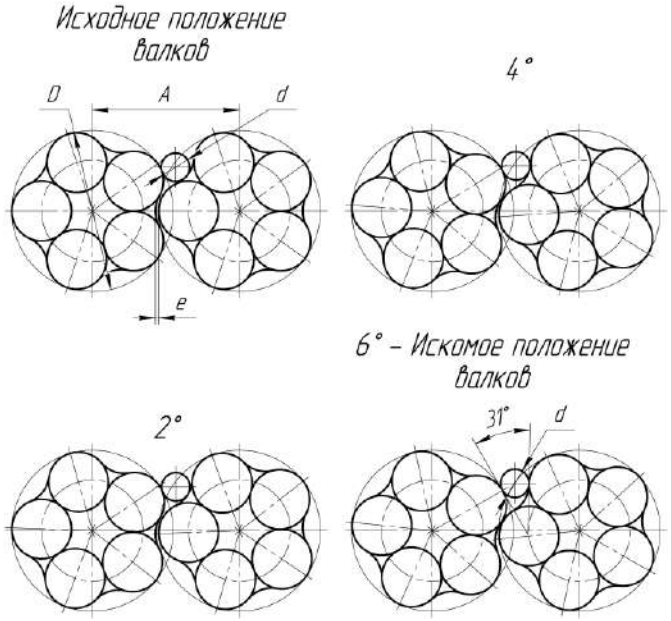


Рис. 4. Графическая модель вращения валков с количеством выступов и впадин, равным 5

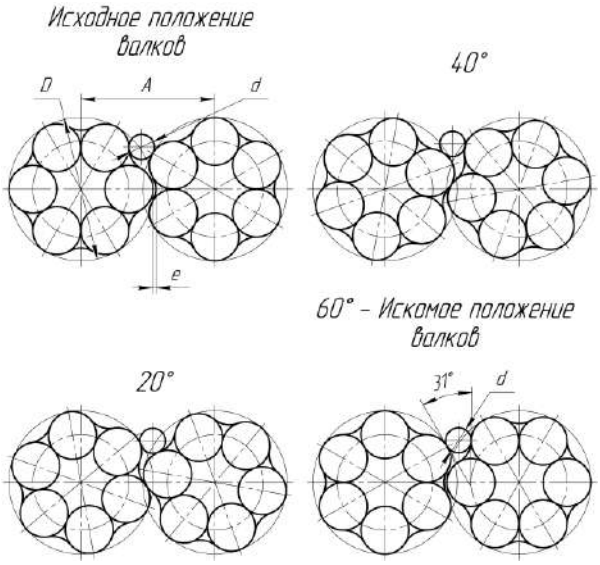


Рис. 5. Графическая модель вращения валков с количеством выступов и впадин, равным 6

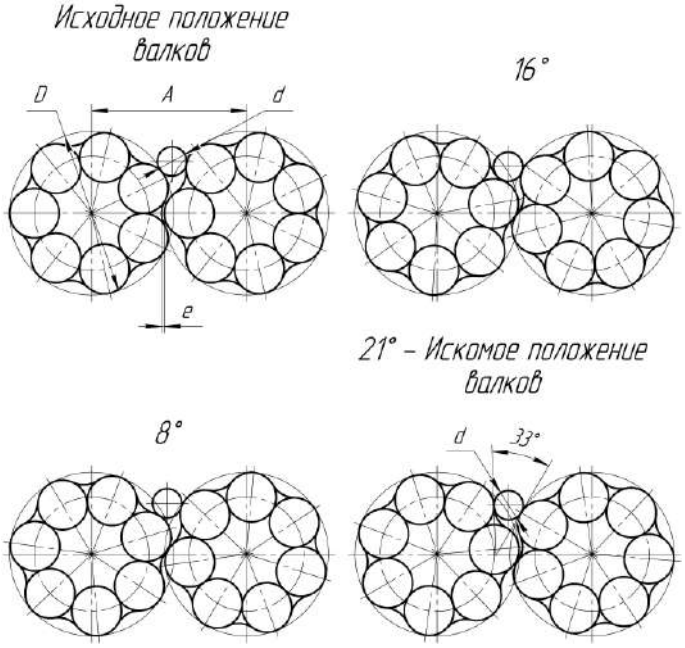


Рис. 6. Графическая модель вращения валков с количеством выступов и впадин, равным 7

Таблица 1. **Геометрические характеристики валковых дробилок с выпукло-вогнутым профилем**

Параметры дробилок	Количество выступов и впадин					
	4	5	6	7	8	9
Диаметр описанной окружности валка D, мм	800	800	800	800	800	800
Расстояние между осями вращения валков A, мм	720	728	742	754	760	764
Максимальный диаметр исходного куска материала d, мм	159	141	140	143	136	133
Минимальный размер выходной щели e, мм	34	16	15	14	12	9
Радиусы выступов и впадин $R_в$=$R_{вп}$, мм	165,5	148	133	121	111	102
D/d	5	5,7	5,7	5,6	5,9	6,0
Степень измельчения i=d/e	4,7	8,8	9,3	10,2	11,3	14,8

По результатам моделирования, представленным в таблице 1, можно сделать следующие выводы:

– при увеличении количества образующих цилиндров (выступов и впадин) увеличивается межосевое расстояние A;

– закон изменения максимального размера захватываемого куска материала d не просматривается;

– при изменении количества образующих цилиндров (выступов и впадин) с 4 до 5 минимальный размер выходной щели e резко уменьшается; при дальнейшем увеличении количества образующих цилиндров (выступов и впадин) до 7 характер уменьшения щели равномерный;

– степень измельчения i изменяется обратно пропорционально размеру выходной щели;

– по мере увеличения количества образующих цилиндров (выступов и впадин) радиус выступов $R_в$ и впадин $R_{вп}$ уменьшается.

По данным моделям валков сложно сделать однозначный вывод об изменении геометрических параметров выпукло-вогнутых валков и оптимальном количестве выступов и впадин. Для того чтобы более точно изучить изменение данных параметров, дополнительно построим и рассмотрим еще две модели валков с количеством выступов и впадин равным 8 и 9 (рисунок 7 – 8). Результаты дополнительного моделирования также внесем в таблицу 1.

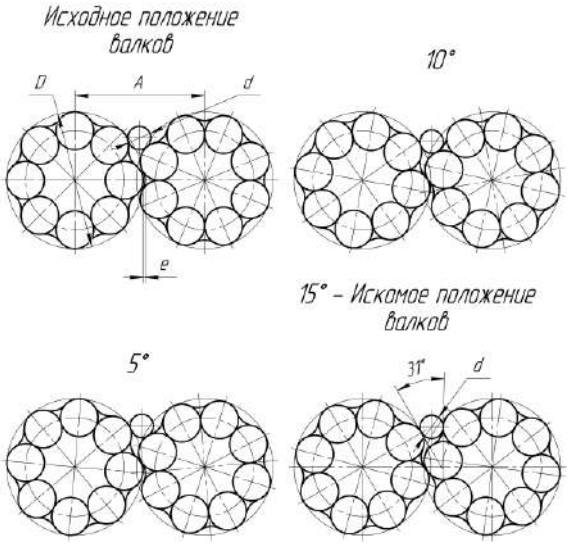


Рис. 7. Графическая модель вращения валков с количеством выступов и впадин, равным 8

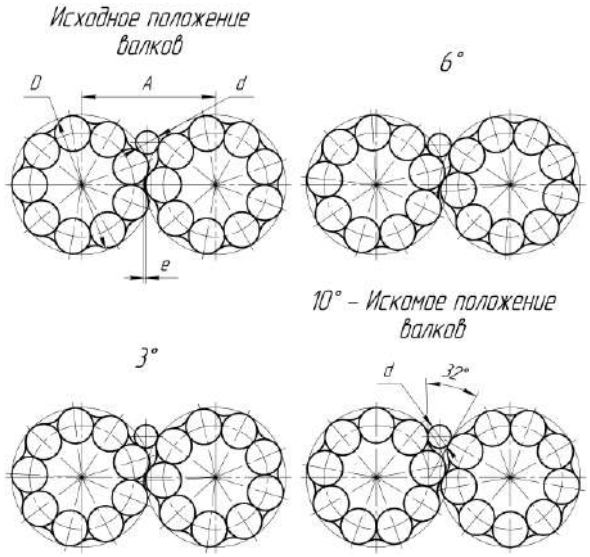


Рис. 8. Графическая модель вращения валков с количеством выступов и впадин, равным 9

Как видно из результатов дополнительного моделирования, при дальнейшем увеличении количества выступов и впадин можно добиться ширины выходной щели e, обеспечивающей мелкое дробление. Однако при этом будет уменьшаться радиус выступов $R_в$ и впадин $R_{вп}$ (т.е. профиль валка стремится к окружности), что повлечет за собой уменьшение рабочей длины (по дуге окружности радиусом $R_в=R_{вп}$) зоны параллельности в камере дробления, и, как следствие, отразится на качестве готового продукта. Прослеживается дальнейшее увеличение межосевого расстояния A, закон изменения максимального размера захватываемого куска материала d по-прежнему не просматривается, однако просматривается резкое уменьшение размера захватываемого куска при увеличении количества выступов и впадин с 7 до 8, характер уменьшения минимального размера выходной щели *e* и, соответственно, увеличения степени измельчения i сохраняется.

Таким образом, наиболее рационально использовать валки с количеством выступов и впадин, равным 4 для крупного дробления, с количеством образующих цилиндров (выступов и впадин) от 5 до 9 для среднего и мелкого дробления. Из рассмотренных моделей наиболее выгодными геометрическими параметрами обладают валки с количеством образующих цилиндров (выступов и впадин) равным 5, 6 и 7. При этом, для валков с количеством образующих цилиндров (выступов и впадин), равным 6, численные значения таких параметров как D/d и i больше чем при 5, но меньше чем при 7, т.е. из рассмотренного диапазона количества образующих цилиндров (выступов и впадин) (5, 6, 7) лучшим является среднее значение. Кроме того, при количестве образующих цилиндров (выступов и впадин), равным 6, проще реализовать конструкцию валков, т.к. окружность идеально делиться на 6 частей, что непосредственно упрощает конструкторско-технологическую работу.

Для сравнения приведем в таблице 2 параметры типовой двухвалковой дробилки среднего дробления с цилиндрическими гладкими валками с диаметром валков D=800 мм [14] и выбранной для исследования и разработки конструкцией валковой дробилки с валками ВВФ, с количеством образующих цилиндров (выступов и впадин), равным 6.

Таблица 2. **Сравнение геометрических характеристик валковой дробилки с выпукло-вогнутым профилем валков и типовой валковой дробилки**

Параметры дробилки:	Валковая дробилка с выпукло-вогнутым профилем валков с количеством выступов и впадин равным 6:	Типовая валковая дробилка:	Численные соотношения:
D, мм	800	800	-
A, мм	742	816	-
d, мм	140	40	140/40 = 3,5
e, мм	15	16	-
D/d	5,7	20	20/5,7 = 3,5
i = d/e	9,3	2,5	9,3/2,5 = 3,7

Если сравнить геометрические характеристики, полученные для валков с количеством образующих цилиндров (выступов и впадин), равным 6, с аналогичными параметрами типовой двухвалковой дробилки с гладкими валками, то увидим значительное преимущество валков ВВФ перед классическими цилиндрическими (таблица 2). При одном и том же диаметре валков D=800мм и примерно одинаковой величине выходной щели e = 15…16 мм максимальный размер захватываемого куска материала d для дробилок с выпукло-вогнутым профилем примерно в 3,5 раза больше, чем для гладких валков, а, следовательно, для дробилки с выпукло-вогнутыми валками отношение D/d в 3,5 раза меньше, степень измельчения i примерно в 3,7 раза больше. При этом частота вращения валков ВВФ, предположительно, может быть увеличена примерно в 4 раза.

Полученные результаты моделирования позволяют решить и обратную задачу, т.е. при равных технологических возможностях значительно уменьшить габариты дробилки с валками ВВФ по сравнению с типовой дробилкой, а также теоретически позволяют заменить в технологической линии измельчения материалов две последовательно установленные традиционные валковые дробилки на одну с валками ВВФ.

Выводы.

1) На основе анализа конструкций валковых дробилок и их рабочих органов определены их основные недостатки, основным из которых является малый угол захвата кусков материала.

2) Перспективным способом устранения основного недостатка и повышения эффективности валковых дробилок может являться применение их рабочих органов (валков), имеющих форму, отличную от цилиндрической, поэтому работу следует вести в направлении разработки новой формы валков. Исходя из этого положения, получен новый профиль валков, отличный от окружности, а именно, выпукло-вогнутый профиль.

3) Была разработана и обоснована форма валков, позволяющая снизить габаритные размеры дробилки за счет уменьшения угла захвата по сравнению со стандартными валками. Данная форма валков является вновь разработанной и не встречается в ранее запатентованных конструкциях.

4) Разработана методика определения угла захвата для валковых дробилок с выпукло-вогнутым профилем валков. Созданы графические компьютерные модели и произведено компьютерное моделирование работы дробилок с выпукло-вогнутым профилем валков, наглядно отображающее процесс захвата и разрушения куска материала. В результате определены геометрические параметры выпукло-вогнутых валков с различным количеством выступов и впадин, разработана методика определения угла захвата и определено наиболее рациональное количество выступов и впадин. Полученные значения степени измельчения (i=6…10) позволяют говорить об использовании валковой дробилки с валками ВВФ наравне с щековыми при дроблении прочных материала.

5) Необходимо продолжать работу по исследованию дробилок с валками ВВФ и провести дальнейшие экспериментальные исследования на опытных образцах дробилок для проверки полученных результатов теоретических исследований и компьютерного моделирования.

6) Положительный результат этой работы позволит создать принципиально новую по своим показателям валковую дробилку со значительно улучшенными параметрами, которая сможет составить конкуренцию на внешнем рынке лучшим мировым образцам валковых дробилок, выпускаемых мировыми лидерами в данной области машиностроения. В том числе на основе дробилки с валками ВВФ можно получать более эффективные валковые дробилки высокого давления, которые находят все большее применение, например, при обогащении рудных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дугин Ю.А. Теоретическое обоснование вальцового измельчающего устройства // Материалы международной научно-практической конференции. ВГСХА. – Волгоград, 2005. – С. 18-21.

[2] Ли С.В. Проектирование и конструирование рабочих органов строительно-дорожных машин с планетарным движением // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций. – Алматы, 2003. – №6. – С. 47-50.

[3] Ли С.В. Дробилка с планетарно-роторным движением валков // Научно-технический сборник: Новости науки Казахстана. КазГосИНТИ. – Алматы, 2002. – №3. – С. 38-40.

[4] Гурьянов, Г.А., Ким, В.А. Повышение эффективности валковых дробилок совершенствованием их рабочих органов // Материалы XI Республиканской научно-технической конференции. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2011. – Ч. III. – С. 100-101.

[5] Гурьянов, Г.А., Ким, В.А. Тенденции развития и совершенствования валковых дробилок // Современные научные исследования в дорожном и строительном производстве. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – ПНИПУ, Пермь, 2011. – Том 1 – С. 91-95.

[6] Гурьянов, Г.А., Ким, В.А. Совершенствование конструкций валковых дробилок применением выпукло-вогнутого профиля валков // Материалы международной научно-практической конференции. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2011. – Ч. II. – С. 184-188.

[7] Акунов В.И. Анализ современной дробильной техники и её развития. – М.: Машиностроение, 2004. – С. 230.

[8] Buss B., Shubert H. Zur Bruchfunction bei der Einselkornd ruckzerkleinerung. – Zerkleingen, Zerkleinerun in Canns, 1971.

[9] Hukki R. T. Tumbling mill capacity and power consumption are related to mill speed. – Trans. AIME, 1954. – Vol. 199. – P. 728-730.

[10] Brach I. Theoretishe problemi der Mineralstoffserkleinerung und deren Finflub auf der Entweiklund der Zerkleinerung maschinen wiss. – L.Techn. Koohschkle. Otto nongueriche. Magdeburg, 1965. – №1-2.

[11] Hirosi M., Ikkitosi A. A now theory of size reduction involving fracture technics. – Canadian Metallurgical Quaterly, 1971. – Vol.10. – P.1-4.

[12] Цепляев А.Н., Дугин Ю.А. Особенности конструкции вальцового измельчительного аппарата // Вестник АПК Волгоградской области. – 2005. – № 1. – С. 21-22.

[13] Петрова Е.В. Взгляд в будущее – обзор новинок, представленных на выставке ConExpo-Con / Agg. // Строительная техника и технологии. – 2014. –№3 (103). – С. 30-48.

[14] Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 320.

[15] Предварительный патент РК №19801, В02С 4/30, бюл. №8, 15.08.2008г.

Гурьянов Г.А., Ким В.А., Васильева О.Ю.

Қатты бөлшектерді бұзу процесінің механика-математикалық моделін әзірлеу және кедір-бұдырлы біліктердің геометриялық параметрлерін анықтау

Аңдатпа: Мақалада кедір-бұдырлы біліктердің конструкциясын біліктердің геометриялық профилі пішінін өзгерту арқылы жетілдіру, сондай-ақ кесек материалды жаңа профилді біліктің қармау процесінің компьютерлік моделі нәтежиесі көрсетілген.

Түйінді сөздер: кесек материал, қармау бұрышы, ұнтақтау процесі, білікті уатқыш, компьютерлік модель.

Guryanov G.A., Kim V.A., Vasileva O.Yu.

Development of the mechanical-mathematical model of the process of the destruction of solid particles and definition of geometric parameters of convex-concave rollers

Summary: The article considers a variant of improving the design of a roller crusher by changing the geometric shape of the profile of rolls, as well as the results of computer simulation of the process of gripping a piece of material in a roller crusher with a new roll profile.

Keywords: lump material, gripping angle, grinding process, roller crusher, computer model.

M. Mansurova, M. Kaipoldayev
(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: mansurova.madina@gmail.com, m.kaipoldaev@gmail.com)

DEVELOPMENT OF A MODULE FOR DETECTING DUPLICATE TEXTS

Abstract: This paper is devoted to solve the problem of eliminating duplicating articles in the news web-portal. A model of the system for detecting and eliminating such articles is described. Also, two algorithms for comparing texts are given and an analysis of their effectiveness is made. The main task was to develop a module for eliminating duplicate articles for the news web-portal.

Keywords: w-shingling algorithm, Hirschberg's algorithm, duplication of texts, text processing.

М.Е. Мансурова, М.Е.Қайполдаев
(Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан.
E-mail: mansurova.madina@gmail.com, m.kaipoldaev@gmail.com)

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДУБЛИРУЮЩИХСЯ ТЕКСТОВ

Аннотация: Данная работа посвящена решению задачи устранения дублирующихся статей в новостном портале. Описана модель системы обнаружения и устранения таких статей. Также приведены два алгоритма сравнения текстов и сделан анализ их эффективности. Основной задачей являлась разработка модуля устранения дублирующихся статей для новостного портала.

Ключевые слова: алгоритм Шинглов, алгоритм Хиршберга, дублирование текстов, обработка текста.

1. Введение

Проблема повторяющегося содержимого текста очень становится очень актуальной в современных реалиях. Если содержимое различных текстов описывает одно и то же событие или объект, то это может привести к различным негативным последствиям. К примеру в поисковых системах необходимо выводить данные содержащие различный контент, так-как пользователю не желательно просматривать множество схожих сайтов. Также любой документ претендующий на уникальность должен пройти процедуру выявления плагиата. В таких ситуациях необходима разработка систем и алгоритмов, которые выявляют сходства содержимого текстов и устраняет дублирование документов.

Значительной проблемой анализа данных на дублирование является то, что с развитием интернет технологий количество веб-документов очень сильно возросло, что в свою очередь привело к увеличению числа схожих документов. Данный фактор привел к необходимости разработки более эффективных методов выявления дублирования.

2 Постановка задачи

На данный момент в лаборатории НИИ ММ КазНУ им. аль-Фараби разработан веб-портал который занимается сбором и анализом информаций о чрезвычайных ситуациях на территории Казахстана. Данный сайт собирает и публикует новостные данные с официальных источников МВД РК. Однако, вследствии того что многие новостные сайты публикуют схожие новости, возникает проблема дублирующихся новостей.

Для обеспечения оригинальности публикующихся новостей необходимо разработать и добавить модуль фильтрации новых новостей и оставлять лишь один из многих дублирующихся новостей (рис. 1). Предварительно все собранные за небольшой промежуток времени новости будут храниться в кэш-памяти системы. Затем модуль выявления дублирующихся записей будет обрабатывать данные кэша и удалять записи которые удовлетворяют условиям дублирования статей. После чего на сайте публикуются лишь оригинальные новости. Эти же новости отправляются на хранение в базу данных новостей в качестве архива. На портале будет публиковаться лишь самая первая по дате публикации новость из всех одинаковых записей.

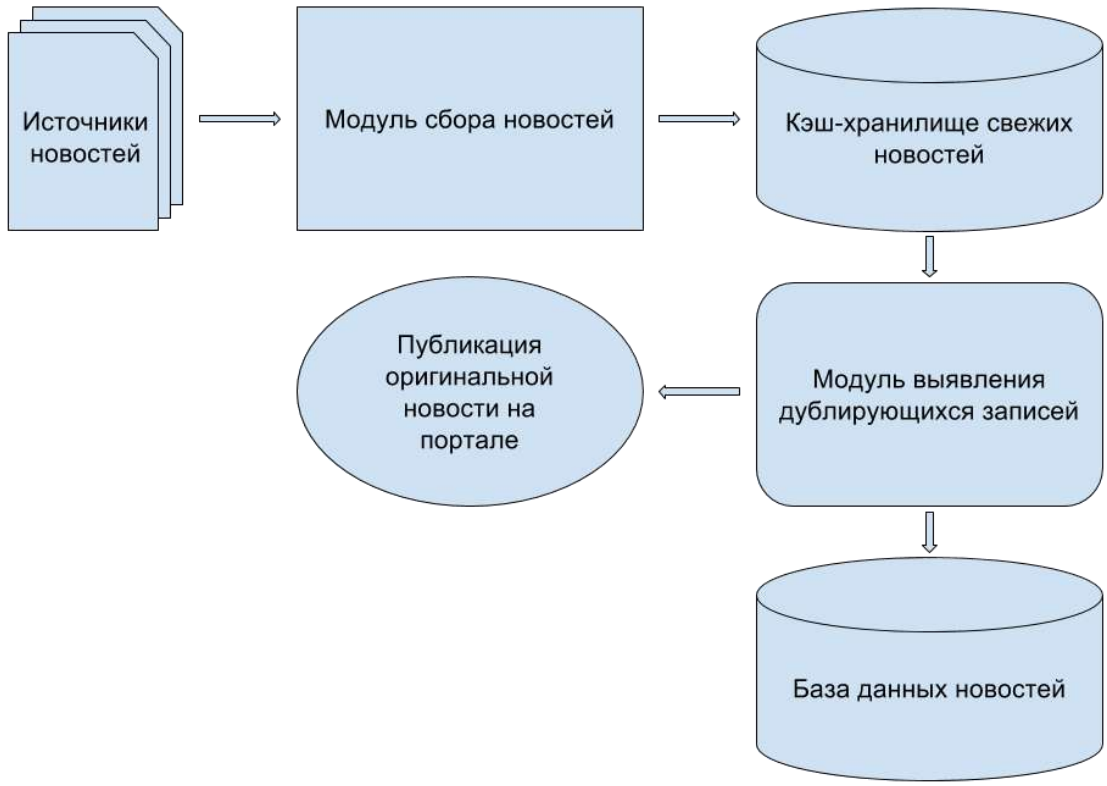


Рис. 1. Модель системы сбора и публикации новостей

3 Существующие решения

Для определения схожести текста вычисляются различные метрики. Одним из часто используемых мер схожести является расстояние Левиншейна[1]. Данное расстояние определяется как наименьшее количество операции удаления и вставки символа с помощью которых из одного текста можно получить второе. Имеются также модификации данного алгоритма которые учитывают вес операции. К примеру, операции удаления и вставки символа имеют вес 1, а операция замены символа имеют вес 2. Данная метрика называется “расстояние редактирования”.

Выше приведенные метрики применимы для сравнения строк, однако для сравнения больших текстов они не подходят, так-как эти метрики вычисляются с помощью сравнения символов. Для сравнивания текстов объектом сравнения необходимо брать целые слова. В связи с чем широко распространен алгоритм шинглов разработанный A. Broder et al[2]. В данном методе сравниваемые тексты делятся на множество частей (шинглов), которые попарно сравниваются друг с другом. Дальнейшим развитием данного метода является такой алгоритм, при котором вычисляются 84 контрольных сумм каждого документа. Далее эти 84 шингла образуют 6 супершинглов. Затем каждый документ представляется всеми парными сочетаниями из 6 супершинглов, эти сочетания называются мегашинглами. Два текста будут считаться схожими если у них совпадает не менее одного мегашингла.

Другой подход основанный на лексической характеристике текста создан A. Chowdhury et al. Этот алгоритм основывается на вычислении дактилограммы I-Match. Для этого необходимо составить словарь со средними значениями IDF (*inverse document frequency*). После этого находится пересечение множеств слов из составленного словаря и всех слов текста. Затем, если значение этого пересечения больше заданного порога, то вычисляется дактилограмма I-Match. А два документа можно считать схожими по содержанию если данные дактилограммы идентичны.

Существуют подходы основывающиеся на сходстве фонетического звучания слова. На данный момент большинство фонетических алгоритмов разработаны для английского языка, следовательно не могут корректно применяться для языков не схожих с данным. Наиболее популярными фонетическими алгоритмами являются Soundex, New York State Identification and Intelligence System, Cologne phonetics и т.д.

4 Выбор алгоритма и его реализация

Для решения задачи нахождения схожести текстов нами были выбраны два алгоритма: алгоритм w-shingling и алгоритм Хиршберга[3]. Выбор данных методов обусловлен их эффективностью и относительной простотой реализации.

4.1 Алгоритм w-shingling

W-shingling - это алгоритм оценки сходства двух документов. Суть данного алгоритма заключается в нахождении количества шинглов принадлежащих обоим документам. Затем находится отношение общих шинглов двух текстов к общему количеству шинглов в двух текстах.

Шингл - это последовательность, фиксированной длины, подряд идущих слов в тексте. Например, рассмотрим следующее выражение: “Мороз и солнце; день чудесный!”. Разделим данное предложение на шинглы с длинной 3. Для наглядности не будем учитывать знаки препинания. Получаем: “Мороз и солнце”, “и солнце день”, “солнце день чудесный”. Несложно догадаться, что количество шинглов равно

количество слов в тексте - длина шингла + 1.

Перед применением данного алгоритма необходимо провести предварительную обработку текста, т.е. удалить все знаки препинания, удалить стоп-слова (слова не имеющие смысловой нагрузки), привести слова к стандартной форме (именительный падеж, единственное число и т. п.).

Предобработка текста для применения алгоритма w-shingling

●Удаление всех лишних символов. Для осуществления данной операции была написана функция, которая удаляет все символы кроме A-Z, a-z, А-Я, а-я.

●Удаление стоп-слов. Для этого действия применялась функция которая сравнивает слова текста со стоп-словами, которые хранились в файле где записаны все слова такого типа. При совпадении из текста удалялось данное слово.

●Приведение слов к нормальной форме. Для этого применялся лемматизатор Apache Lucene.

Для нахождения дактилограммы шинглов была применена хэш-функция CRC32. Дактилограмма необходима для упрощения процесса сравнивания шинглов, так как гораздо быстрее сравнивать числовые значения хэш-функций, нежели сравнивать шинглы в виде строк.

При написании программы пришлось совместить деление слов на шинглы и нахождение дактилограммы (т.е. контрольной суммы), так как имелась предстала следующая проблема. У шинглов, с одинаковым набором слов но расположенных в разном порядке, дактилограмма должна быть одинаковой. К примеру шинглы “солнце встает над Алматы” и “над Алматы встает солнце” должны иметь одинаковое значение дактилограммы.

Для решения этой задачи сначала были найдены значение хэш-функции для каждого слова в тексте. Затем чтобы получить дактилограмму каждого шингла производилось суммирование значений хэш-функций всех слов содержащихся в данном шингле.

Для получения величины схожести двух текстов необходимо сравнить дактилограмму каждого шингла первого текста и каждого шингла второго текста. Если в первом тексте *n* шинглов а во втором *m* шинглов, то количество сравнений будет равно *n*m*. Количество совпадений сохраняется для дальнейших вычислений.

Для оценки схожести двух текстов применялся коэффициент Жаккара. Данный коэффициент находит сходство двух множеств по формуле

пересечение двух множеств / объединение двух множеств.

Данная величина будет принадлежать промежутку значений [0, 1].

4.2 Алгоритм Хиршберга

Данный алгоритм находит длину наибольшей общей подпоследовательности символов двух текстов с помощью динамического программирования[2]

$$l_{i,j} = |lcs(x(1,i), y(1,j))|.$$

Алгоритм был модифицирован таким образом, что единицей сравнения были взяты слова а не буквы. К примеру возьмем два предложения: “Сегодня был прекрасный и теплый день.” и “Сегодня очень теплый день.”. Общей подпоследовательностью слов этих предложений будет “Сегодня тёплый день”. Данная модификация алгоритма позволяет быстро сравнивать два текста по набору слов.

Для начала разработанная программа проводит предобработку текста аналогично алгоритму w-shingling, т.е. текст очищается от знаков препинания, союзов и слов не имеющих смысловой нагрузки, а также каждое слово приводится к стандартной форме (ед. ч, и. п). Затем слова первого текста и слова второго текста записываются в два различных массива сохраняя порядок следования. После этого находится общая подпоследовательность слов в данных массивах по следующей формуле:

$$|lcs(x(1,i), y(1,j))| = \begin{cases} 0, & \text{если } i = 0 \text{ или } j = 0; \\ |lcs(x(1,i-1), y(1,j-1))| + 1, & \text{если } x(i) = y(j); \\ \max(|lcs(x(1,i-1), y(1,j))|, |lcs(x(1,i), y(1,j-1))|), & \text{если } x(i) \neq y(j). \end{cases}$$

Разберем данную формулу по каждому условию.

1) Если длина одной из последовательности равна нулю, то очевидно что длина общей подпоследовательности тоже равна нулю. Данное утверждение является отправной точкой для реализации динамического программирования, далее остается только составить рекуррентное соотношение.

2) Если i-ый элемент первой последовательности и j-ый элемент второй последовательности равны, то длина общей подпоследовательности будет на один больше чем длина общей подпоследовательности двух последовательностей длины i - 1 и j - 1 соответственно.

3) Если i-ый элемент первой последовательности не равен j-ому элементу второй последовательности, то длина общей подпоследовательности будет равна максимальному значению из двух длин подпоследовательностей, в первом случае при уменьшении длины первой последовательности на один, во втором случае при уменьшении длины второй последовательности на один.

Для того, чтобы при рекурсивном вызове функции lcs не вычислять повторно функции с одинаковыми аргументами, значения вычисленных функций записываются в матрицу, и в дальнейшем необходимые значения будут браться оттуда.

После нахождения длины общей подпоследовательности применяем коэффициент Жаккара и получаем процент схожести двух текстов.

5 Экспериментальное выявление эффективности алгоритмов

Алгоритмы были запрограммированы на языке Java, а качество работы программ было оценено критерием качества кластеризации *purity*. Данный критерий рассчитывает величину схожести двух кластеризованных документов, и изменяется в промежутке [0, 1] (1 - полное сходство кластеризованных документов, 0 - абсолютное различие кластеризованных документов).

Тестирование программы осуществлялось следующим образом:

1. с помощью экспертной оценки было распределено по кластерам, 115 новостей с различных новостных порталов Казахстана. Критерием кластеризации была идентичность события описываемого новостью.
2. программа кластеризовала те же новости по схожести.
3. проводилась оценка подобия кластеров, созданных человеком и созданных программой, мерой схожести кластеров *purity*.
4. проводилась вариация порогового процента схожести для улучшения показателя *purity*.

Данные тестирования приведены ниже в виде графиков. Экспериментальным путем выяснилось что эффективность алгоритма Хиршберга на 3.5% больше чем у алгоритма w-shingling. Также выяснилось что работа алгоритма Хиршберга наиболее корректна при размере общей подпоследовательности равной 11% от обьединенного множества слов в двух текстах, в то время как алгоритм w-shingling при 7% пересечения множеств шинглов двух текстов. Также при проведении анализа результатов выяснилось что очень важны метаданные новостей такие как место и дата событий, учет данных факторов является темой дальнейших работ.

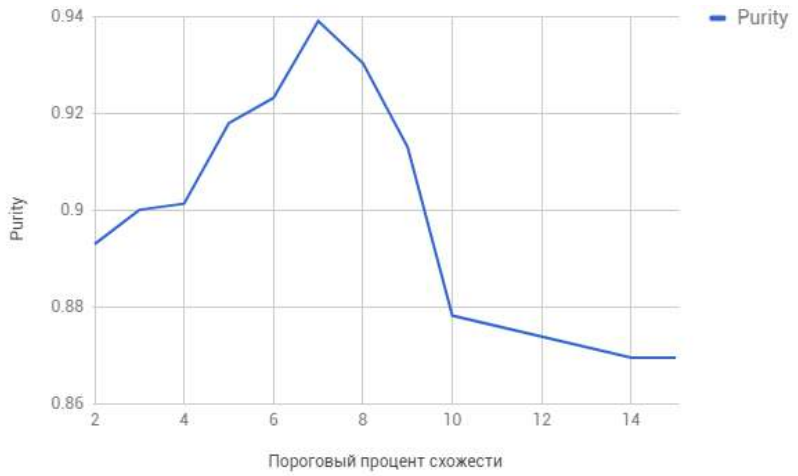


Рис. 2. Зависимость качества кластеризации от порогового процента пересечения множеств шинглов двух текстов в алгоритме w-shingling.

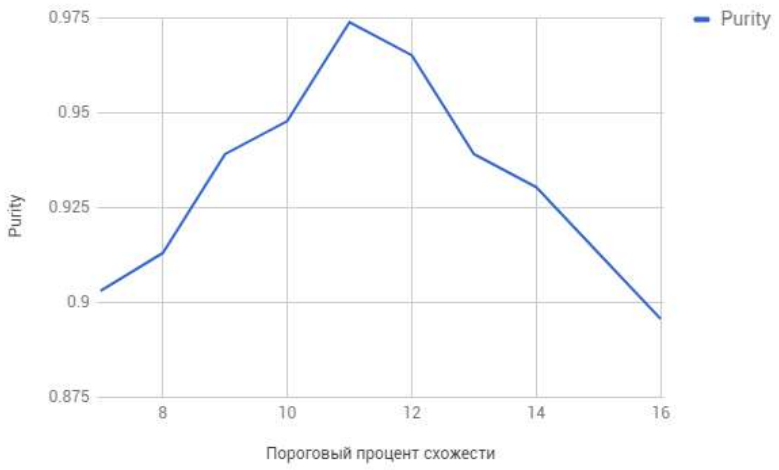


Рис. 3. Зависимость качества кластеризации от порогового размера в процентах общей подпоследовательности в алгоритме Хиршберга.

6 Резюме

В работе предложена схема обнаружения дублирующихся записей в веб-портале. Описаны существующие решения данной задачи. Также описаны алгоритмы w-shingling и Хиршберга, проведен сравнительный анализ их эффективности.

В результате эксперимента выяснилось что алгоритм Хиршберга более корректно кластеризовал новости по схожести. Этот факт дает основание полагать, что, при решении такого рода задач необходимо применять данный алгоритм.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Влади́мир И. Левенштейн (1965). Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов // *Доклады Академий Наук СССР*. – (Февраль, 1966) – С. 707 – 710.

[2] (Broder, Glassman, Manasse, and Zweig 1997) *Syntactic Clustering of the Web*. // SRC Technical Note – 1997 – С. 4 – 15.

[3] Д. Н. Рубцов, В. Б. Барахнин. Выявление дубликатов в разнородных библиографических источниках. // Институт вычислительных технологий СО РАН. УДК 004.02 - С. 86 – 93.

[4] A. Kolcz, A. Chowdhury, J. Alspector. Improved Robustness of Signature-Based Near-Replica Detection via Lexicon Randomization. // KDD – 2004 – С. 605 – 610.

[5] Ландэ Д.В., Дармохвал А.Т., Морозов А.Ю Подход к выявлению дублирования сообщенийв новостных информационных потоках // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды 8-ой Всероссийской научной конференции (RCDL2006). – Суздаль, 2006.

[6] Cousins, S.A. (1998), "Duplicate detection and record consolidation in large bibliographic databases: the COPAC database experience" // Journal of Information Science, Vol. 24 No. 4, pp. 231-40.

[7] M. Gabel, L. Jiang, and Z. Su. Scalable detection of semantic clones // international conference on Software engineering, ICSE '08, 2008.

[8] Luís Filipe da Cruz Nassif and Eduardo Raul Hruschka, "Document Clustering for Forensic Analysis: An Approach for Improving Computer Inspection", IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION FORENSICS AND SECURITY, VOL. 8, NO. 1, JANUARY 2013

[9] D. Renukadevi , S. Sumathi, "TERM BASED SIMILARITY MEASURE FOR TEXT CLASSIFICATION AND CLUSTERING USING FUZZY C-MEANS ALGORITHM", International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 3, Issue 4, April 2014

[10] I-Jen Chiang, Charles Chih-Ho Liu, Yi-Hsin Tsai, and Ajit Kumar, "Discovering Latent Semantics in Web Documents Using Fuzzy Clustering", IEEE TRANSACTIONS ON FUZZY SYSTEMS, VOL. 00, NO. 0, 2015

[11] Athman Bouguettay, Qi Yu, Xumin Liu, Xiangmin Zhou, Andy Song, "Efficient agglomerative hierarchical clustering", Expert Systems with Applications 42 (2015) 2785–2797

[12] A. Saha and S. Das, "Axiomatic generalization of the membership degree weighting function for fuzzy c means clustering: Theoretical development and convergence analysis," Inf. Sci., vol. 408, pp. 129–145, 2017.

[13] J. J. Whang, D. F. Gleich, and I. S. Dhillon, "Overlapping community detection using neighborhood-inflated seed expansion," IEEE Trans. Knowl. Data Eng., vol. 28, no. 5, pp. 1272–1284, May 2016.

[14] J. Wu, H. Liu, H. Xiong, J. Cao, and J. Chen, "K-means-based consensus clustering: A unified view," IEEE Trans. Knowl. Data Eng., vol. 27, no. 1, pp. 155–169, Jan. 2015.

[15] Thong, P.H., Son, L.H.: Picture Fuzzy Clustering: A New Computational Intelligence Method. Soft Computing 20(9) (2016) 3544–3562.

Mansurova M., Kaipoldayev M.

Development of a module for detecting duplicate texts

Summary. The paper proposes a scheme for detecting duplicate entries in a web portal. The existing solutions of this problem are described. The w-shingling and Hirschberg algorithms are also described, and a comparative analysis of their effectiveness is carried out.

As a result of the experiment, it turned out that Hirschberg's algorithm more correctly clustered news on similarity.

Keywords: w-shingling algorithm, Hirschberg's algorithm, duplication of texts, text processing.

Мансурова М.Е. Қайполдаев М.Е.

Көшірме мәтіндерін анықтау модулін жасау

Резюме. Жұмыста қайталанатын мәтіндерді табу тәсімі ұсынған. Осы мәселенің бар шешімдері сипатталған. Хиршберг және w-shingling алгоритмдеры сипатталған, олардың тиімділіктері салыстырланды.

Эксперимент натижесінде Хиршберг алгоритмі жаңалықтарды неғұрлым дұрыс кластеризовать ететін болып табылды.

Кілттік сөздер: w-shingling алгоритмі, Хиршберг алгоритмі, қайталанатын мәтіндер, мәтінді өңдеу.

УДК. 1082

D. Zh. Ahmed-Zaki , M.E. Mansurova , G. B. Tulemissova
(UIB University, Almaty, Kazakhstan Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
tulemissova.gulvira@mail.ru)

HIGH-PERFORMANCE MOBILE COMPUTING

Abstract. The technology of mobile computing is one of the most actively developing new technologies. Mobile computing is a calculation with some level of services available for mobile platforms. This article discusses the current state of mobile computing and describes the key elements of mobile computing, as well as highlights important issues and relevant trends. Also a client-server mobile application is presented in this article, which distributes a task to several mobile devices connected with local network WIFI.

Keywords: mobile computing, network communication, threads, types of wireless communication, client-server connection.

Д. Ж. Ахмед-Заки , М. Е.Мансурова , Г. Б. Тулемисова
UIB университеті, Қазақстан, Алматы қ.
әл-Фараби атындағы ҚазақҰлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.
tulemissova.gulvira@mail.ru

ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ МОБИЛЬДІ ЕСЕПТЕУЛЕР

Аннотация. Соңғы уақыттағы мобильді құрылғыларға сұраныстың артқандығын олардың нарықта сатылым көрсеткішінің өте жоғары деңгейде тұрғандығынан байқауға болады. Және бұлтты есептеуге және мобильді есептеуге көп көңіл бөлінуде. Мобильді қосымшалардың санының артуы және оның ішінде мобильді есептеуге қатысты есептердің көбеюі оларды тиімді шешу жолдарын қарастыруға түрткі болады. Шешу жолдарының бірі мобильді байланыс орнатудың дұрыс жолын таңдау болып табылады. Сол мақсатта бұл жұмыста мобильді есептеудегі сымсыз байланыс түрлеріне жалпы ақпарат берілген. Және мобильді есептеулерді қолдануының мысалы ретінде MCompute мобильді қосымшасы құрылып осы жұмыста көрсетілген. Бұл қосымша локальді желіде ешқандай сервер-компьютердің көмегінсіз байланыс орнатып, бір үлкен есепті бірнеше ұялы телефонға таратып беріп, олардың ресурстарын пайдалана отырып есептетеді.

Кілттік сөздер: мобильді есептеу, желілік байланыс, ағындар, сымсыз байланыс түрлері, клиент-серверлік байланыс.

Кіріспе

Қазіргі таңда үлкен есептерді параллельді есептету, суперкомпьютерлер екпіндей дамуда. Сондықтан бағдарламалаушылардың алдында актуальді есеп – есептемелерді және деректерді тиімді түрде тарату есебі тұр. Мобильді құрылғылардың жоғары өнімді процессорларының жылдам дамуы, оларда параллельді алгоритмдерді жүзеге асыруға мүмкіндік тудырып отыр. Соңғы кезде бұл салада көптеген жұмыстар жүргізілуде, мәселен, Nvidia Tegra K1 және келесі шығарылымдары CUDA технологиясын пайдалану арқылы параллельді алгоритмдерді жүзеге асыруға қолданылып жүр. [1-3] Сонымен қатар, бұлтты есептеулер кең қолданысқа ие. [4,5] Үлестірілген есептеуді жылдам ұйымдастыруға арналған бағдарламалық кешеннің ең соңғы мысалы ретінде BOINC бағдарламалық кешенін алуға болады. Ол (GRID есептеуге арналған Беркли университетінің) үлестірілген есептеуді ұйымдастыру үшін ашық бағдарламалық жасақтама платформасы. Бұл кросс-платформалы бағдарламалық жасақтама Серверлік және Клиенттік бөліктен тұрады. Қазіргі уақытта BOINC математика, молекулярлық биология, медицина, астрофизика және климатология саласындағы жобаларға арналған әмбебап платформа болып табылады. BOINC зерттеушілерге бүкіл әлем бойынша дербес компьютерлердің үлкен есептеу қуатын қолдануға мүмкіндік береді. 2017 жылы BOINC барлық желінің орташа өнімділігі 20 петафлопс, 830 000 белсенді компьтердерден (хосттардан) тұратын үлестірілген желі ретінде ұсынылды. Платформа түрлі операциялық жүйелерде жұмыс жасайды, мысалы, Mircosoft Windows және GNU/Linux, CentOS/RHEL, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, Solaris, Mac OS X және Android. [11-15] Ал Ява бағдарламалау тілінің ерекшелігі – ағындарды пайдалану арқылы да мобильді құрылғыларда есептетуде жоғары өнімділікке қол жеткізуге болады. Бұл жұмыста ағындардың көмегімен сервер-құрылғы басқа құрылғыдардан келген сұралымды параллельді өңдеп, жоғары өнімді бағдарламалаудың тиімді көрінісі ретінде ұсынылып

отыр. Және әр құрылғы өз бөлігін есептеу кезінде есепті екіге бөліп, қосалқы құрылған ағында екінші жартысын есептету арқылы уақыт ұтымдылығын көрсетті.

Мобильді есептеулер деректерді, дыбысты және видеоны мобильді құрылғы арқылы желімен жібереді. Мобильді құрылғылар жергілікті желіге (LAN) қосылуы мүмкін, немесе олар Wi-Fi-ды қолдана алады және де сымсыз жергілікті желіге (WLAN) қосылу арқылы сымсыз технологияларды қолдануы мүмкін. Соңғы кездерде көптің назарын аударған сымсыз желі технологиясы – ad-hoc сымсыз желісі. Мобильді ad-hoc желісі белгіленген инфрастуктураның жоқтығына қарамастан бір-бірімен деректерді алмастыра алатын сымсыз хосттардан тұрады. Сымсыз LAN үлкен емес аумақта, мысалы, ғимарат немесе офистерде жұмыс жасауға арналған. Сымсыз LAN-де, датчик және ad-hoc желісінде екі хост арасындағы байланыс ылғи тура бола бермейді. Сымсыз LAN, датчик және ad hoc желісі байланыс үшін бірдей жиілікті қолданады. Кез-келген екі хосттар арасындағы тура (немесе біржақты) жіберу айтарлықтай көп күш-қуат талап етуі мүмкін (әдетте, күш-қуат хосттар арасындағы қашықтықтың квадраттық немесе жоғары дәрежесімен кемиді) және басқа ұқсас жіберілулермен соқтығысуларға бейім келеді. Солай, екі хост, әдетте, басқа хосттар арқылы желіде (бірнеше технологиялар байланысы) хабарласады. Бұның шешімі – маршрутизация мәселесінің шешімі болып табылады. Жасырын станция меселесіне орай соқтығысуды (collisions) анықтау қиынға соғады. Бір-бірімен тура байланыспаған екі хост соқтығысуды тудырып отырған ортақ көршісіне біруақытта хабарлама жіберуі мүмкін. Мобильді байланыс мобильділік кезінде байланысты қолдау арқылы маршрутизацияға қолдау көрсетуі керек.

Спутниктер хабар тарату қызметтеріне, сонымен қатар тұрақты қолданушыларға қалааралық және халықаралық ұялы қызмет көрсетуіне қол жетімділік береді. Төменгі-жерлік орбиталы (LEO) спутниктік жүйелер, мысалы, Teledesic сияқты (288 спутниктер), Жердің кез-келген нүктесінде мобильді байланысты қамтамасыз ете алады [6].

Есептеулерді басқа машинаға жіберу – ол жаңа идея емес. Ағымдағы әйгілі клиент-серверлік есептеу моделі мобильді қолданушыларға Web браузерлерді ашуға, Интернеттен қалаған ақпаратын іздеуге, және онлайн сатып алуларды жүзеге асыруға мүмкіндік беретіні бізге мәлім.

Бұл жұмыста ұялы телефонның мүмкіндіктерін зерттей отырып, үлкен көлемді деректермен жұмыс жасау проблемасын шешу үшін жолдар мен әдістер енгізілді. Қолданыстағы алгоритмдер қарастырыла отырып, тиімділері пайдаланылды. Осы мақсатта ағындарды, Java сокеттерін пайдаланып, параллельді құрылған қосымшалар іске асырылды, сондай-ақ, нәтижелерін салыстыру үшін, Java бағдарламалау тілінде және Android операциялық жүйесіне жазылған тізбектелген алгоритмдер ұсынылды. Нәтижелер берілген аралықтағы сандардың тізімі, деректердің саны және бағдарламаның орындалуына кеткен уақыты түрінде көрсетілген. Қосымша құрудың мақсаты ұялы телефонда берілген аралықтағы деректерді мүмкіндігінше тез іздеп және көрсететін қосымша құру. Осы мақалада біз дәстүрлі есептеу қуатына қол жеткізуге мүмкіндік болмаған жағдайда үлкен есептерді шешу үшін мобильді технологиялар пайдаланылуы мүмкін екендігін көрсетуге тырыстық.

Бүгінгі таңда әлемді ақпараттық технологиялар мен телекоммуникация қызметтерінсіз елестету мүмкін емес. Жаңа қызметтерді, шешімдерді және ғылыми жетістіктерді білу және сонымен қоса оларды тиімді қолдану маңызды болып табылады. Оларды оңтайлы пайдалану арқылы бұрынғы есептерді шешуге жаңа көзқарас береді және бұрын шешілмеген мәселелерге өзіндік шешім жолын көрсетеді. Бұл уақытты үнемдеуге, ресурстардың оңтайлы пайдаланылуына және ақшалай шығындарды азайтуға қол жеткізеді. Осы тәсілдердің бірі деректерді іздеуге арналған жоғары өнімді мобильдік қосымшаны әзірлеу болып табылады. «Үлкен» міндеттерді шешу уақыты – міндеттерді есепке алу операцияларының саны мен құрылғыларды жоғары жылдамдықпен орындауымен анықталады. Әрине, жоғары жылдамдықтағы құрылғылардың өнімділігімен бірге, шешілетін міндеттердің көлемі де өседі.

1:N байланыс орнату негізінде клиент-серверлік қосымшасын құру.

Техникалық қызмет көрсетушілер ретінде Android операциялық жүйесіндегі үш ұялы телефон қолданылды. Олар жайында ақпарат:

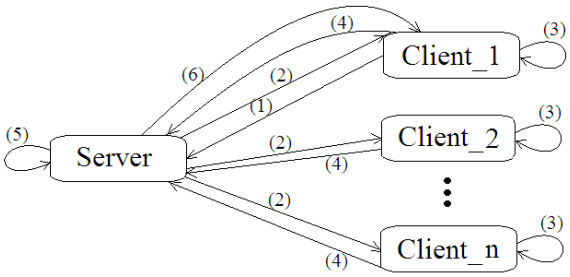
(1) Сервер-құрылғы: Number of model: SM-A520F, Version of Android: 6.0.1, Version of core: 3.18.14-10911830 dpi@SWDD5821 #1 Thu 8 11:53:04 KST 2017.

(2) User1 клиент-құрылғысы Number of model: SM-A310F, Version of Android: 7.0, Version of core: 3.10.61-12219145 dpi@SWDG4705 #1 Wed Sep 13 12:30:44 KST 2017.

(3) User2 клиент-құрылғысы Number of model: GT-S5282, Version of Android: 4.1.2, Version of core: 3.0.8-1553101 userse.infra@R0210-10 #1 Tue Jun 24 16:52:21 KST 2014.

Соңғы жүргізілген есептеулерге сүйене отырып Мобильді құрылғылардың мүмкіндіктерін ескере отырып, бірдің-көпке құрылымын пайдалану арқылы мобильді қосымша жүзеге асырылды. Есеп ретінді 1000000 элементі бар бір-өлшемді массивті 1-1000 арасындағы кездейсоқ сандармен толтырамыз. Массив элементтерін жылдам сұрыптау алгоритмін пайдалатын өсу ретімен сұрыптап шығамыз. Және Екілік іздеу алгоритмін пайдаланып, 10,5 пен 11,35 арасындағы сандарды іздейміз.

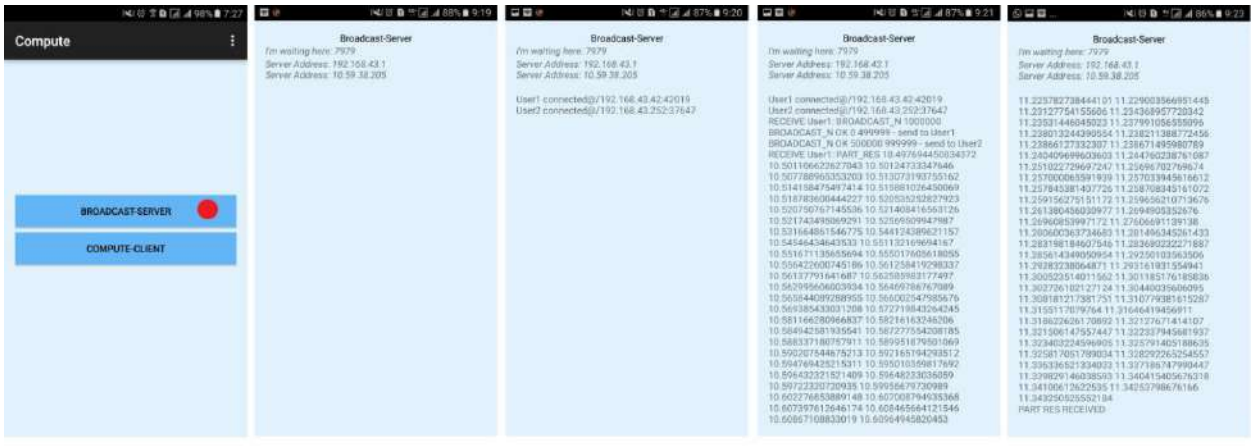
Бірдің көпке қатынасы (1-сервер, N-клиент) негізінде құрылған клиент серверлік қосымша жүзеге асырылды. Клиент пен сервер бір-бірімен WIFI локальді желісі арқылы байланысқан.



Сурет 1 – 1:N байланысты қосымшаның жұмыс жасау реті

1-суретте көрсетілгендей, өзінің есебін шығартушы клиент (Client_1) серверге сұраныс жібереді (1). Сервер өзіне осы уақытқа дейін тіркелген клиенттеріне есепті бөліп береді (2), әр клиент өзіне жіберілген бөліктен қажет мәліметтерді іздеп тауып (3), нәтижені серверге жібереді (4), сервер барлық нәтижені біріктіріп (5), сұраныс жасаған клиентке қайтарады (6).

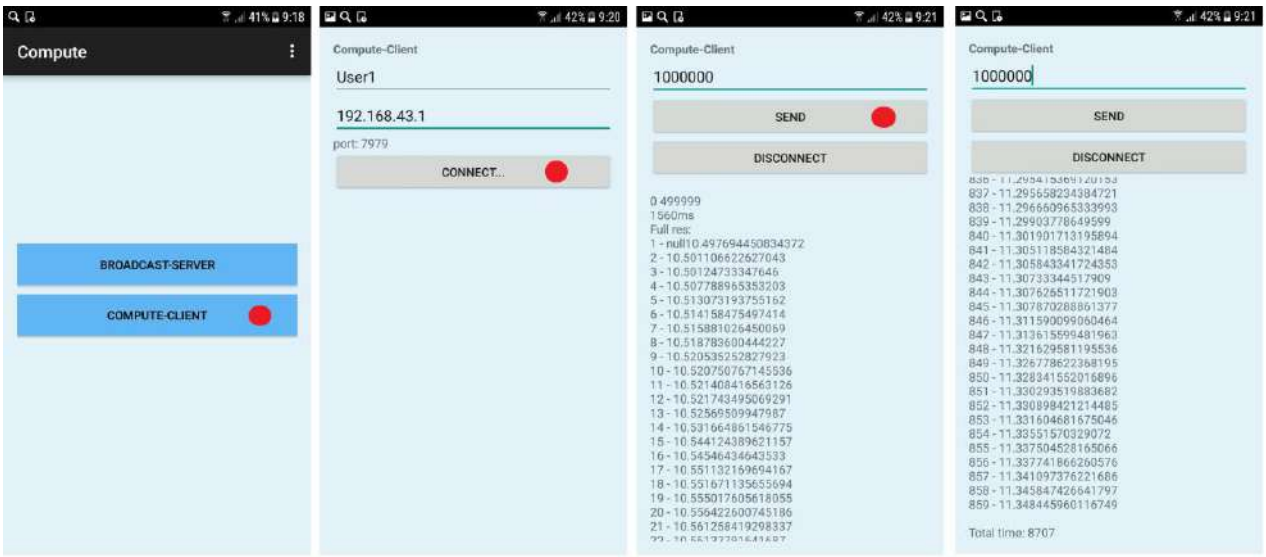
Сервер клиенттермен паралельді жұмыс жасау үшін әрқайсысына жеке ағын құрады. Және ол ағындарды динамикалық массивте сақтайтын болады: *userList = new ArrayList<ChatClient>();* егер клиент желіден шығып кетсе, сервер ол ағынды массивтен өшіріп тастайды. Серверге келген хаттарды басқару үшін әр келген хаттың алдында кілттік сөздер бар болады: “WELCOME” – әр клиент ең алғаш қосылу үшін жіберген хаттың алдында; “SCATTER_N” – клиент сұраныс жібергенде; “PART_RES” – клиенттер өз бөліктерінің нәтижелерін жіберегенде хат алдында жүретін кілттік сөздері. Мұнда клиенттер есептеуші машиналар, ал сервер есепті бөліп беруші (Scatter) рөлін атқарып отыр.



Сурет 2 – Қосымшаны Сервер ретінде қолдану

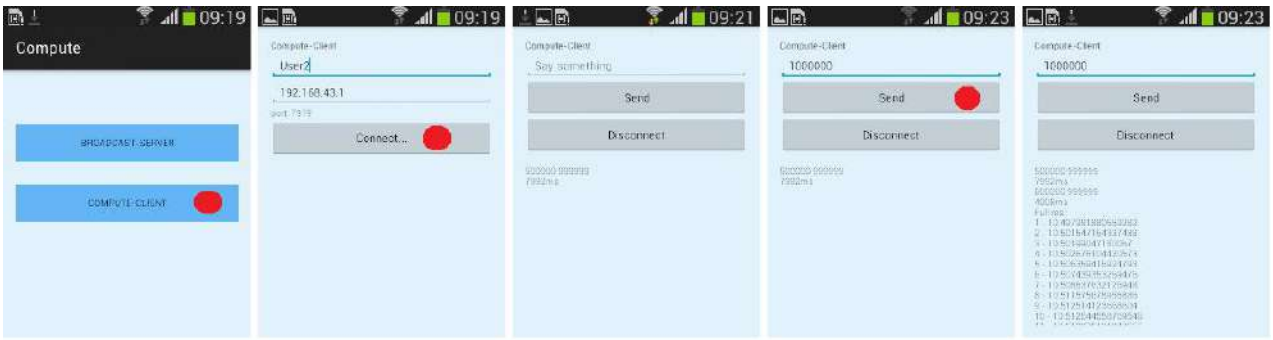
Қосымшаны ашқаннан кейін Бірінші ұялы телефон Сервер батырмасын таңдайды. Сервер-құрылғыда (1) орындалған қосымшаның Broadcast-server батырмасын басқаннан кейін келесі парақшаға көшеді. Ол парақшада сервер құрылғысының қай порт нөмеріне қосылғандығы жайында және оның IP-адресі көрсетіліп тұрады. Сервердің порт нөмерін және IP-адресін білген, бір локальді желіге қосылған кез-келген клиент серверге қосыла алады. 2 Суретте көрсетілгендей Серверге User1 және User2 атты екі клиент қосылды. User1-клиент серверге 1000000-ды массив жібереді, сервер оны 0-499999 элементтерін User1-ге 500000-999999 элементін User2-ге есептеуге жібереді. Олардың Жылдам сұрыптау алгоритмімен

сұрыптап, екілік іздеу алгоритмімен іздеп тапқан нәтижелерін қабылдап, біріктіріп сұраныс жасаған User1-клиентіне толық нәтижені жібереді. Қосылған екі клиенттің екеуі де есептерін жібере алады.



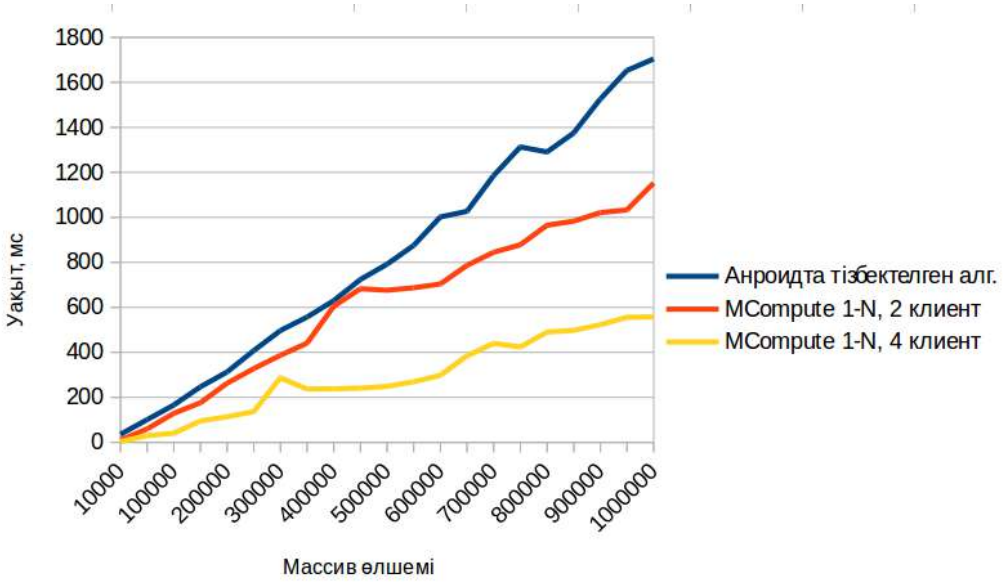
Сурет 3 – Қосымшаны Клиент ретінде қолдану, User1

3 Суретте көрсетілгендей Қосымшаны ашқаннан кейін ұялы телефон Клиент батырмасын таңдайды. User1 клиент-құрылғысында (2) қосымшаның Compute-client батырмасын басқаннан кейін келесі парақшаға көшеді. Ол парақшада Клиент өз атын, яғни User1, сервердің IP-адресін енгізіп қосылу батырмасын басады. Парақшада сервердің порт нөмері көрсетіліп тұрады. Серверге User1 клиент қосылды. User1-клиент серверге 1000000-ды массив жібереді, сервер оны 0-499999 элементтерін User1-ге 500000-999999 элементін User2-ге есептеуге жібереді. Олардың Жылдам сұрыптау алгоритмімен сұрыптап, екілік іздеу алгоритмімен іздеп тапқан нәтижелерін есептеп, User1 өз бөлігін серверге жібереді. Біріктірілген толық нәтижені серверден User1-клиенті қабылдап интерфейске шығарады.



Сурет 4 – Қосымшаны Клиент ретінде қолдану, User2

4 Суретте көрсетілгендей Қосымшаны ашқаннан кейін ұялы телефон Клиент батырмасын таңдайды. User2 клиент-құрылғысында (3) қосымшаның Compute-client батырмасын басқаннан кейін келесі парақшаға көшеді. Ол парақшада Клиент өз атын, яғни User2, сервердің IP-адресін енгізіп қосылу батырмасын басады. Парақшада сервердің порт нөмері көрсетіліп тұрады. Серверге User2 клиент қосылды. User1-клиент серверге 1000000-ды массив жіберген, сервер оны 0-499999 элементтерін User1-ге 500000-999999 элементін User2-ге есептеуге жібереді. Олардың Жылдам сұрыптау алгоритмімен сұрыптап, екілік іздеу алгоритмімен іздеп тапқан нәтижелерін есептеп, User2 өз бөлігін серверге жібереді. Бұл жерде User2 құрылғысы өз бөлігін есептеп беруші рөлін атқарып тұр. Қосылған екі клиенттің екеуіде есептерін есептете алады.



Сурет – 5. Тізбектелген алгоримт мен Mcompute қосымшасын салыстыру

MCompute 1:N қосымшасында 1 Сервер және 2 клиент; 1 Сервер және 4 клиент байланысын орнатып іздеу есебі орындатылды. Сурет – 5-те іздеу есебін Анроидта тізбектелген алгоритммен, MCompute 1:N қосымшасын 1 Сервер және 2 клиент; 1 Сервер және 4 клиент байланысын орнатып есептеткен кездегі бағдарламалардың орындалу уақыттары көрсетілген. 1000-нан 1000000-ға дейінгі массив элементтері үшін әр бағдарламаның орындалу уақыты сәйкестендірілді. Диаграммадан 1 Сервер және 4 клиент байланысын орнатып есептеткен MCompute қосымшасының Анроидта тізбектелген алгоритмінен және 1 Сервер және 2 клиент байланысын орнатып есептеткен MCompute қосымшасынан жылдамырақ орындалғандығын байқауымызға болады. Яғни, 1 Сервер және 4 клиент байланысын орнатып есептеткен MCompute қосымшасы уақыт жағынан ұтыс бар екенін көрсетті.

Сонымен қатар, MCompute қосымшасын басқа есептерді ұялы телефондарға үлестіріп параллельді есептету үшін қолдануға болады. Осы мақсатта, MCompute қосымшасына анықталған интегралды есептеу үшін қолданылды. a және в аралығын Трапеция әдісімен N клиент санына үлестіріп берілді, әр клиент өз бөлігін есептеп болғаннан кейін нәтижесін серверге жіберді, ал сервер өз кезегінде нәтижелерді қосып сұраныс жасаған клиентке толық нәтижені, яғни, сұраныс жасаған клиенттің берген а – төменгі шегі және в – жоғарғы шегі үшін F функциясының интегралының мәнін қайтарды.

Қорытынды. Болашақта құрылатын мобильді қосымшалар құру барысында мобильді технологияның соңғы жетістіктерін ескере кеткен жөн. Ағымдағы мобильді есептеу технологиялары және мобильділіктің бір көрінісі сымсыз байланыс технологиясының жетістіктерін білу керек және тиімдісін таңдай білу керек. Ұялы желілер сөзсіз сымсыз желілердің бірінші және басқаларымен салыстырғанда сәтті коммерциялық мәлімдемесі болып саналды. Сондықтан дәл осы саладағы зерттеулер басқаларына қарағанда ілгері жылжуда. Сонда да, ол мобильдік жүйелерде жаңа технологиялардың пайда болуы арқасында қызу зерттеу тақырыбы болып қала береді. Жүзеге асырылған қосымша басқа да есептеулерді жүргізуге қолданыла алатындығын көрсету мақсатында қосымшаға Трапеция әдісін қолданып, функцияның интегралы есептетілді. Құрылған қосымша жайында толық мәліметтер келтірілді және қосымшаның орындалу реті көрсетілген суреті де ұсынылды.

Бұл есептеу үлгісінің тиімділі жоғары, біріншіден, ұялы телефоны бар кез-келген қолданушы үлкен сервердің көмегінсіз, локальді желіде бірнеше басқа ұялы телефондардың ресурстарын пайдалану арқылы өз есебін есептете алады, екіншіден, көрселген үлгі бойынша үлестіре отырып параллельді есептету кезінде уақыт жағынан ұтыс бар.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh., Daribayev B.S. and Turar O.N. Organization of High-performance Computing on the Mobile Platforms to Calculate the Oil Recovery of Reservoir// ECMOR : 15th European Conference on the Mathematics of Oil Recovery/ Amsterdam, Netherlands, 29 August – 1 September, 2016.

[2] Akhmed-Zaki D. Zh., Daribayev B.S., Imankulov T. S., Turar O.N. High-performance computing of oil recovery problem on a mobile platform using CUDA technology// Eurasian Journal of mathematical and computer applications Volume 5, Issue 2, 2017. - P. 4-13.

[3] Боресков А. В., Харламов А. А. Основы работы с технологией CUDA// 2010. - 232 с.: ил. - ISBN 978-5-94074-578-5

[4] Sridhar T. Cloud Computing. A Primer: The Internet Protocol Journal, Volume 12, No.3, [Electronic] https://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet -protocol-journal/back-issues/table-contents-45/123-cloud1.html

[5] Kumar K., Yung-Hsiang Lu. Cloud computing for mobile users: Can offloading computation save energy// Purdue University, [Electronic] https://www.cs.purdue. edu/homes/bb/cs590/handouts/computer.pdf

[6] Handbook of Wireless Networks and Mobile Computing, Edited Ivan Stojmenovic´, 2002 John Wiley & Sons, Inc. ISBNs: 0-471-41902-8 (Paper), 0-471-22456-1 [Electronic] https://www.nettech.in/e-books/Wireless-networks-and-mobile-computing.pdf

[7] Mobile computing, Tutorials Point, [Electronic] http://www.tutorialspoint. com/mobile_computing/mobile_computing_tutorial.pdf

[8] The Mobile Data Challenge: Big Data for Mobile Computing Research, 01.02,2018,https://infoscience.epfl.ch/record/192489/files/Laurila_MDC_2012.pdf

[9] T. Do and D. Gatica-Perez. Contextual conditional models for smartphone-based human mobility prediction// In Proc. ACM Int. Conf. on Ubiquitous Computing, Pittsburgh, - Sep. 2012.

[10] Cloud Intelligence [Электронный ресурс]. URL: http://www.cloudint.com/index.html (дата обращения: 25.11.2012)

[11] Detailed stats, [Electronic] https://boincstats.com/en/stats/-1/project/ detail 14.03.2018

[12] Open-source software for volunteer computing, [Electronic] https://boinc.berkeley.edu 15.03.2018

[13] Ивашко Е. Е., Головин А. С. Вычислительная эффективность BOINC-GRID// Международная конференция/ Высокопроизводительные вычисления. – Украина, Киев, 8-10 октября 2012. - С. 187-194.

[14] Ивашко Е. Е., Никитина Н. Н. Использование BOINC-грид в вычислительноемких научных исследованиях // Вестник Новосибирского государственного университета. Информационные технологии. — 2013. — Т. 11. — №1. — С. 53–57.

[15] Ивашко. Е. Распределенные вычисления: Часть 4. Проект BOINC изнутри. https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-boinc-4/l-boinc-4-pdf.pdf 20.03.2018

Д. Ж. Ахмед-Заки, М. Е.Мансурова, Г. Б. Тулемисова

Высокопроизводительные мобильные вычисления

Резюме. Спрос на мобильные устройства можно доказать тем, что в данный момент у них очень высокий уровень продаж на рынке. Большое внимание уделяется облачным вычислениям и мобильным вычислениям. С увеличение числа мобильных приложений, включая увеличение числа приложений с мобильными вычислениями, нужно уметь выбирать метод и архитектуру вычисления. Одним из начальных решений является правильный выбор способа настройки мобильного соединения. Для этой цели в этой работе представлена общая информация о типах беспроводной связи в мобильных вычислениях. И мобильное приложение MCompute, которое является примером мобильных вычислений, было реализовано и представлено в данной работе. Это приложение распределяет одну большую задачу на несколько мобильные устройства, соединенные на одной локальной сети без поддержки серверного компьютера, для вычисления используется ресурсы мобильных телефонов.

Ключевые слова: мобильные вычисления, сетевая связь, потоки, типы беспроводных связей, клиент-серверная связь.

D. Zh. Ahmed-Zaki, M.E. Mansurova, G. B. Tulemissova

High-performance mobile computing

Summary. Demand for mobile devices can be proved by the fact that they have a very high level of sales in the market at this moment. Much attention is paid to cloud computing and mobile computing. With the increase in the number of mobile applications, including the increase in the number of applications with mobile computing, you need to be able to choose the method and architecture of the calculation. One of the initial solutions is the correct choice of how to configure the mobile connection. For this purpose, this paper provides general information on the types of wireless communication in mobile computing. And the mobile application MCompute, which is an example of the mobile computing, has been implemented and presented in this work. This application distributes one large task to several mobile devices connected on the same local network without the support of the server computer, mobile phone resources are used for the calculation.

Keywords: mobile computing, network communication, threads, types of wireless communication, client-server connection.

УДК 519.63; 519.684

А.А. Исахов, А.М.Шубай
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы
e-mail: alibek.issakhov@gmail.com, shubay.aidana@gmail.com)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В СОСУДАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

Аннотация. В настоящее время сосудистые заболевания головного мозга являются основной причиной развития ишемического инсульта. В данной работе исследовалось влияние различных анатомических (угол изгиба, размер стеноза) факторов на гемодинамику артерии с патологической извитостью. Выявлено, что уменьшение угла изгиба приводит к снижению объема крови, поступающей в мозг, и возможному формированию септального стеноза в области изгиба. Проведено численное моделирование движения крови в анатомически реальной здоровой и патологически извитой сонной артерии (СА) человека с атеросклеротическим поражением. Полученные численные результаты для случаев здоровой СА и патологически извитого кровеносного сосуда показало значительное влияние изгиба артерии на характер гемодинамики кровотока. Таким образом, наличие извитости создает дополнительно благоприятные условия для развития атеросклероза. Вычисления проводились в программном пакете ANSYS Fluent.

Ключевые слова: патологическая извитость, сонная артерия, уравнение Навье – Стокса, атеросклеротическая бляшка, стеноз, патологические изменения в кровеносных сосудах.

Введение

Одной из наиболее важных проблем современной медицины является дальнейшая разработка и усовершенствование диагностических, терапевтических и хирургических методов лечения расстройств мозгового кровообращения. Это связано с большой распространенностью цереброваскулярных заболеваний, в структуре которых первое место занимают нарушения кровообращения ишемического характера, обусловленные атеросклерозом, второе – патологическими извитостями (ПИ) сонных и позвоночных артерий (ПА). Считается, что нарушения мозгового кровообращения при ПИ приводят к образованию септального стеноза в месте перегиба и к образованию пристеночных тромбов.

На сегодняшний день посвящено множество исследовательских работ изучению течения крови в сосудах при определенных условиях в организме человека. В работе Sud и Sekhon [1] была исследована математическая модель течения в артериях, подверженных пульсирующему давлению и физической нагрузки на тело. Также авторами Misra и Sahu в работе [2] была разработана модель сравнения потоков крови в крупных кровеносных сосудах, находящихся под влиянием оказания давления на них. Но все эти исследования были ограничены тем, что кровь рассматривалась как неньютоновская жидкость, хотя в большинстве случаев кровь ведет себя как ньютоновская жидкость. Доказательством этому служит проведение вискозиметрических исследований [3], где явно заметно, что кровь обладает многими свойствами неньютоновской жидкости. Кроме того, в работах Stoltz [4], Kaibar и Fukad[5], Terston[6], Murata[7] и многих других наблюдается, что при определенных условиях (например, невысокая скорость течения крови в узких сосудах) кровь проявляет неньютоновское поведение и увеличение скорости потока крови приводит к снижению вязкости [8]. Большое количество работ K. S. Mekeimer и M. A. Elkot [9, 10, 11] посвящено изучению кровотока в артериях со стенозом с использованием ньютоновских жидкостных моделей. В статье Robertson [12] представлены реологические свойства крови, включая его неньютоновские характеристики. В работе Riahi [13] исследованы проблемы кровотока в артерии в присутствии перекрывающегося стеноза. В научных трудах Venkatesan [14] исследован поток крови через узкую артерию с колоколообразным стенозом, рассматривающий кровь как модель жидкости Кассона[15], результаты которых были сравнены с результатами модели жидкости, представленных в работе J. C. Misra и G. C. Shit [15].

В настоящей статье проводится изучение особенностей гемодинамики в зонах патологических извитостей артерий и их влияние на напряженно-деформированное состояние стенок сосуда.



а *б* *в*

Рис.1. Виды патологических извитостей артерий: *а* – *С* и *S* – образный изгиб; *б* -перегиб (кинкинг); *в* – петля (койлинг)

Различают три вида извитостей: изгиб (С- и S-образные), перегиб (кинкинг) и петля (койлинг) (рисунок 1). Каждая форма извитости по-своему влияет на гемодинамику и напряженно-деформированное состояние артерии. На поведение артерии с конкретным видом ПИ оказывают влияние также размер стеноза в артерии, угол изгиба. Наблюдения Weibel и Fields, показывают, что наиболее опасными видами ПИ являются перегиб и петля (рисунок 2) [16].

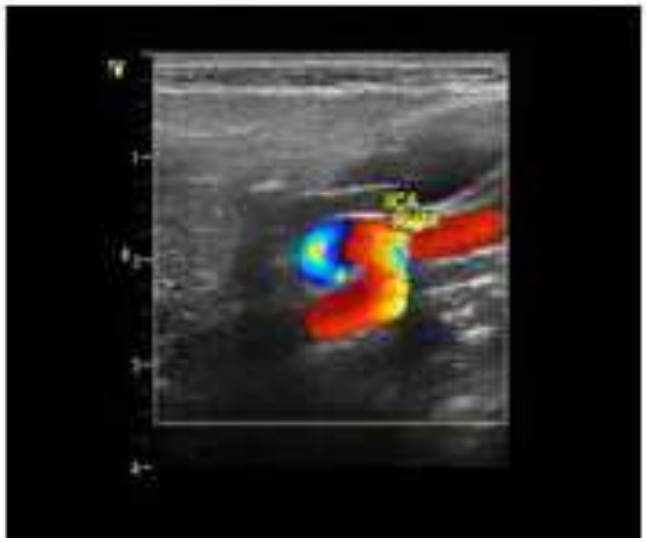


Рис. 2. Сканограммы форм ПИ ВСА по J. Weibel и W. Fields

В работе при построении и описании математической модели процесса кровообращения кровь представляла собой ньютоновскую жидкость. Для численного моделирования данного процесса используются осредненные уравнения Навье-Стокса и программный продукт ANSYS FLUENT. Уравнения Навье-Стокса создают систему уравнений, которые численно решаются с использованием ANSYS FLUENT.

Постановка задачи и математическая модель

В работе осуществлена постановка задачи и получены уравнения течения крови в сосудах в толстостенном гипер-упругом сосуде. Предполагается, что кровь является однородной несжимаемой ньютоновской средой. Сосуд рассматривается как толстостенный цилиндр из гипер-упругого материала.

Для описания движения крови используются нестационарные двумерные уравнения Навье-Стокса с постоянной плотностью и кинематической вязкостью [1, 2]:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t}+u\dfrac{\partial u}{\partial x}+v\dfrac{\partial u}{\partial y}+w\dfrac{\partial u}{\partial z}=-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x}+\vartheta\left(\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right); \\ \dfrac{\partial v}{\partial t}+u\dfrac{\partial v}{\partial x}+v\dfrac{\partial v}{\partial y}+w\dfrac{\partial v}{\partial z}=-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x}+\vartheta\left(\dfrac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right); \\ \dfrac{\partial w}{\partial t}+u\dfrac{\partial w}{\partial x}+v\dfrac{\partial w}{\partial y}+w\dfrac{\partial w}{\partial z}=-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x}+\vartheta\left(\dfrac{\partial^2 w}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 w}{\partial y^2}+\dfrac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right); \\ \dfrac{\partial u}{\partial x}+\dfrac{\partial v}{\partial y}+\dfrac{\partial w}{\partial z}=0. \end{cases} \quad (1)$$

где p - давление, u, v, w - компонент скорости, ρ - плотность, x, y, z - пространственные координаты, t-время, ϑ -кинетическая вязкость. Используя данную систему уравнение, в работе моделируется три задачи на исследование стеноза в сосудах головного мозга.

Численное моделирование

Для дискретизации системы уравнений (1) используется алгоритм SIMPLE. Таким образом, для нестационарного случая алгоритм SIMPLE Патанкара-Сполдинга можно представить в виде следующей последовательности этапов [18]:

1. Представления начального поля давления p° и задания $p^*= p^\circ$, t=0.
2. Определения начального поля скорости u°, v°.
3. Решение уравнений движения для получения u^*, v^*.
4. Решение уравнения для p' и расчет p путем добавления p' к p^*.
5. Нахождение u, v.
6. В случае, если $|p'|$ мало во всех узлах расчетной сетки, то полагаем $p^\circ= p$, u°, $= u$, $v^\circ= v$, t =t +Δ t В противном случае используем найденное p как p^*.

Процедура SIMPLE с успехом была использована для решения целого ряда задач расчета течений несжимаемой жидкости. Однако в некоторых случаях скорость сходимости оказывается недостаточно быстрой. Это связано с тем, что уравнение для поправки давления дает завышенные значения, даже если соответствующие поправки к компонентам скорости вполне правдоподобны. Поэтому уравнение $p = p_0 + p'$ часто заменяют уравнением $p = p_0 + \alpha_p p'$, где α_p- параметр нижней релаксации. Поскольку сразу невозможно определить оптимальное значение параметра нижней релаксации, процедуру SIMPLE модифицируют с целью увеличения скорости сходимости. Такая модифицированная процедура получила название SIMPLER (SIMPLE revised). В ней поправки к скорости вычисляются так же, как и в процедуре SIMPLE, но используется полное уравнение Пуассона для давления. Кроме того, сначала приближенно задается поле скорости, а не поле давления. Поскольку в таких условиях вычисляемое в процедуре SIMPLER давление близко к корректному искомому, то необходимость в нижней релаксации становится существенно ниже. В результате этого сходимость решения достигается за меньшее число итерации.

Верификация математической модели

Для верификации численного алгортитма и математической модели численно решается тестовая задача. В основе проведенной исследовательской работы лежит статья Jeremie Labroquere [19].

В статье Jeremie Labroquere была использована труба длиной –радиусом - l при числе Рейнольдса Re=100. Причем $\frac{L}{l}=10$ (рисунок 3).

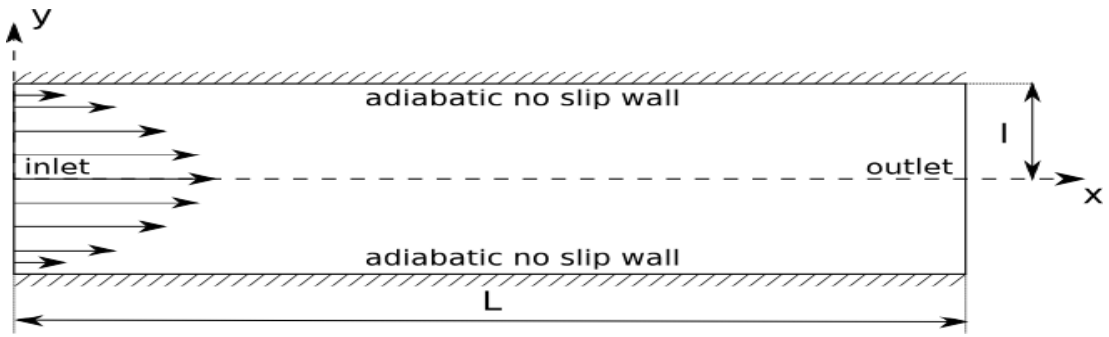


Рис. 3. Вычислительная область.

Для построения кровеносного сосуда использовала программу Ansys. Где длина области L=10, диаметр l=1 и размером 100x1000.

В програмном продукте Ansys вводим входную скорость с соответствующую числу Рейнольдса = 100. Получаем на координатной плоскости профили скоростей при X/L=0 и X/L=9 и теоретическим несжимаемым решением Пуазейля (параболический профиль скоростей), определенной:

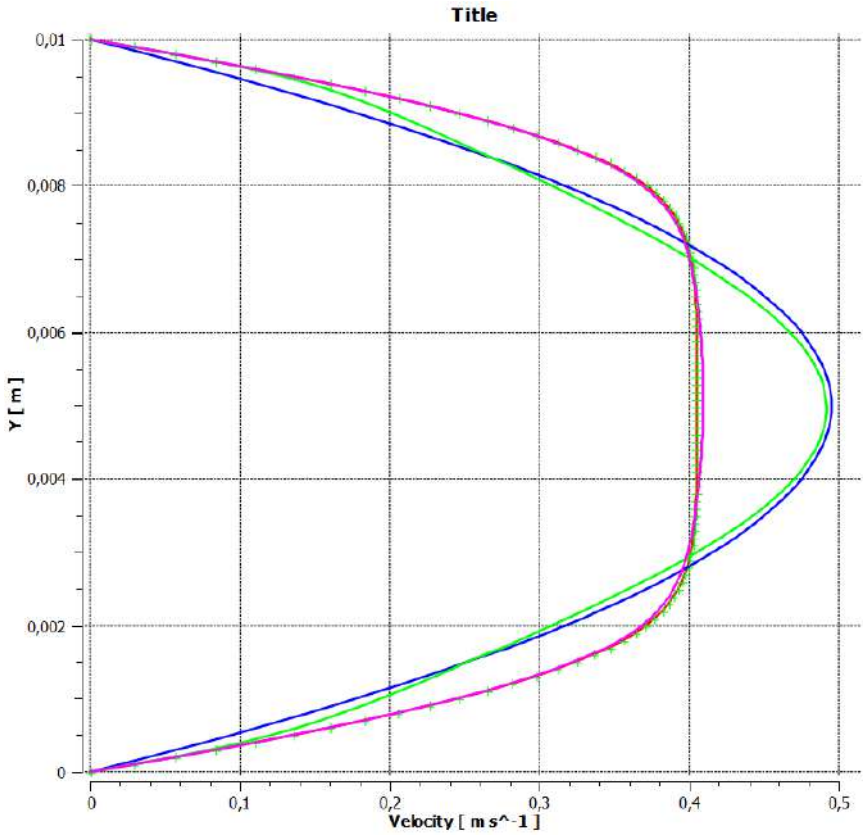
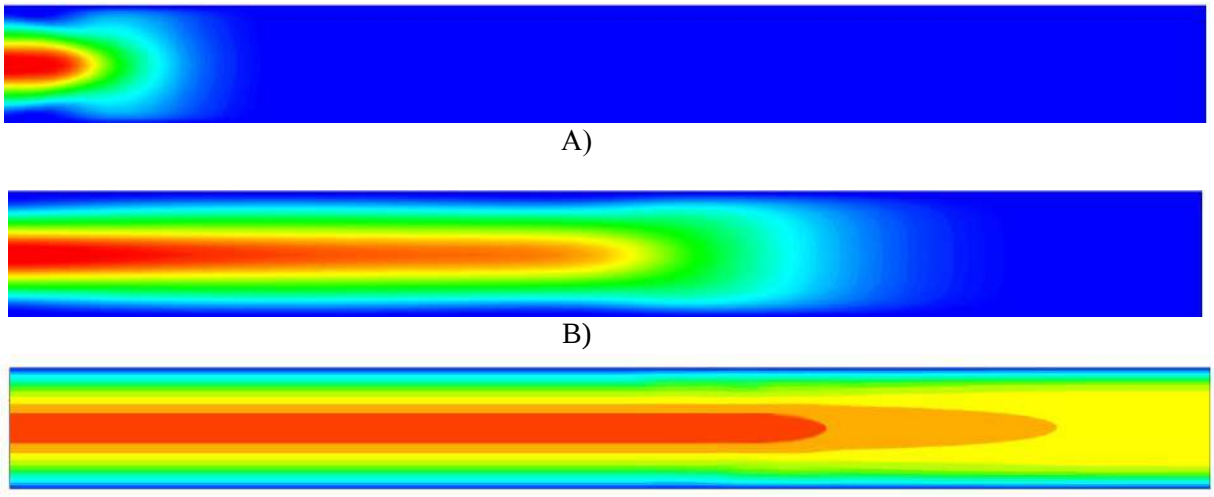


Рис. 4. Профиль скорости при точках $x/L=0$ и $x/L=9$.

Из рисунка 4 видно, что полученные результаты в ходе исследования совпадают с аналитическим решением, которые взяты со статьи Jeremie Labroquere [14].

Контур поля скорости крови в сосудах головного мозга при Re=100 (рисунок 5):



A)

B)

C)

Рис. 5. Контур поля скоростей при числе Рейнольдсе Re=100 при различных временных слоев (A) t=0, B) t=5, C) t=10).

Результаты численных расчетов

Численные расчеты были проведены в Ansys (Ansys Inc., USA). В качестве сетки для построенных геометрических моделей использовалось неструктурированное разбиение ввиду сложности геометрии сосуда. Размер ячейки сетки был взят 0.01 см.

Кровь предполагалась ньютоновской жидкостью с плотностью ρ=1050 кг/м^3 и коэффициентом динамической вязкости $\mu=0.0037\left[\frac{г}{см\cdot с}\right]$, которые были взяты с таблицы 1(сонная артерия). Ее движение описывается уравнением Навье–Стокса для несжимаемой жидкости.

На входе и в выходе артерии задавалась функция постоянной скорости и давление. При моделировании артерии использовались свойства как показано в таблице 1.

Сосуды	*D*	$V\left[\frac{см}{с}\right]$	$\rho\left[\frac{г}{см^3}\right]$	$\mu\left[\frac{г}{см\cdot с}\right]$	$T\left[^\circ C\right]$
Артерий 1)Сонная артерия	0,15-0,25	50	1,05	0,0255-0,03	40-41
2)Позвоночная артерия	0,15-0,25	25	1,05	0,0255-0,03	40-41
3)По глазничная артерия	0,15-0,25	15	1,05	0,0255-0,03	40-41
4)Внутре-сонная артерия	0,15-0,25	75	1,05	0,0255-0,03	40-41
Артериола	0,005-0,01	45	1,05	0,0255-0,03	40-41
Вены: 1) Полые вены	0,5-3	10-20	1,05	0,0255-0,03	40-41
2) Венула	0,004-0,005	0,3-1	1,05	0,0255-0,03	40-41
Капилляры	0,00045-0,0007	0,2-0,3	1,05	0,0255-0,03	40-41

Материал стенки предполагался гиперупругим. Движение стенки описывается уравнением Навье — Стокса. Задавалось условие взаимодействия твердого тела и жидкости (Fluid-Solid Interaction).

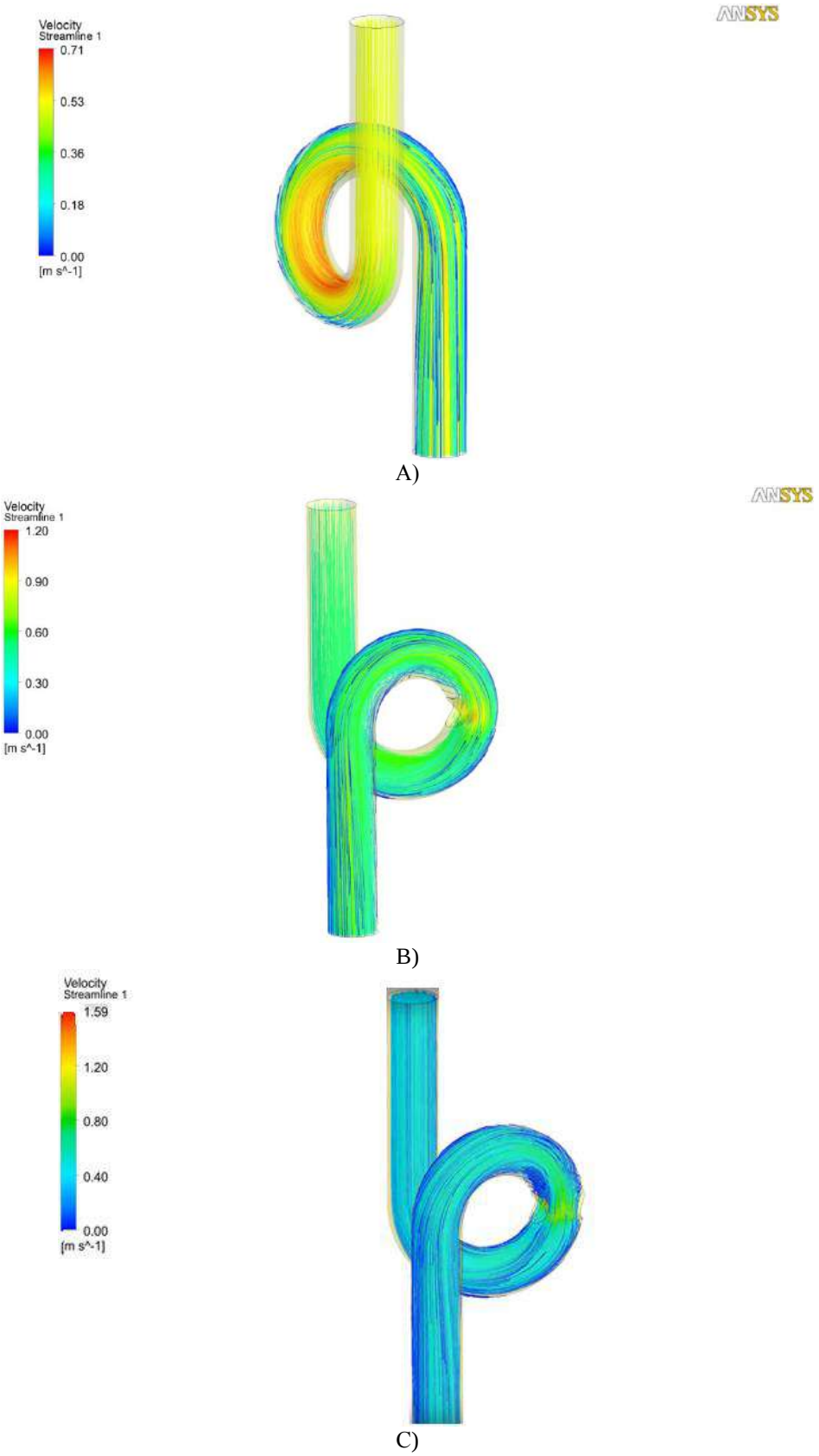
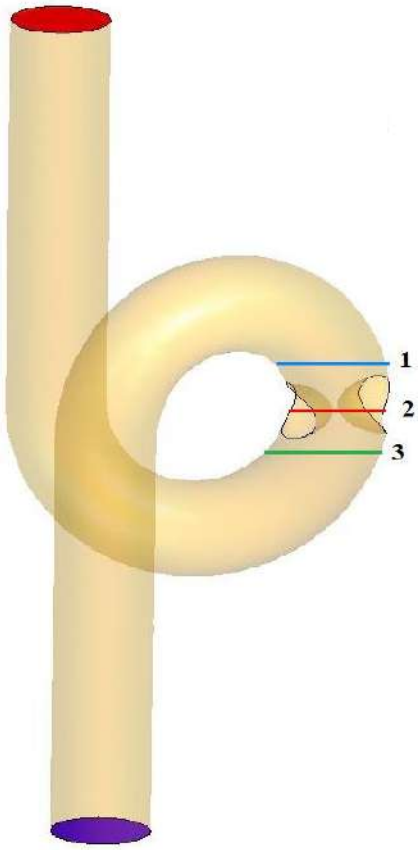


Рис. 6. Контур поля скорости при скорости $\upsilon = 50\frac{см}{с}$: A) здоровый сосуд, B) стенозом на одной стенке, C) стенозом на двух стенках.

При уменьшении угла изгиба приводит к снижению объема крови, поступающей в мозг, и повреждению стенки сосуда в месте изгиба с возможным образованием септального стеноза (рисунок – 6 (A, B, C)). Увеличение размеров стеноза не меняет значительно объемного кровотока, но может вызвать дальнейший ее рост. Повышение скорости крови увеличивается атеросклеротическая бляшка в месте изгиба.

Таким образом, построенная модель сонной артерии с патологической извитостью позволяет определить тип, характер течения болезни на ранних стадиях.

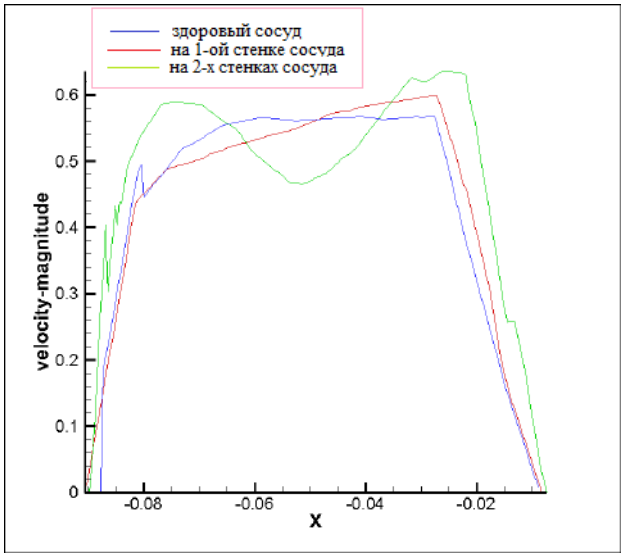
Рассмотрены три типа сосудов, такие как здоровый сосуд с изгибом, извитый сосуд с атеросклеротической бляшкой на одной стенке и на двух стенках. Были исследованы поведение кровотока в сосуде и построены профили скоростей в значимых определенных областях кровеносного сосуда (рисунок 7-8).



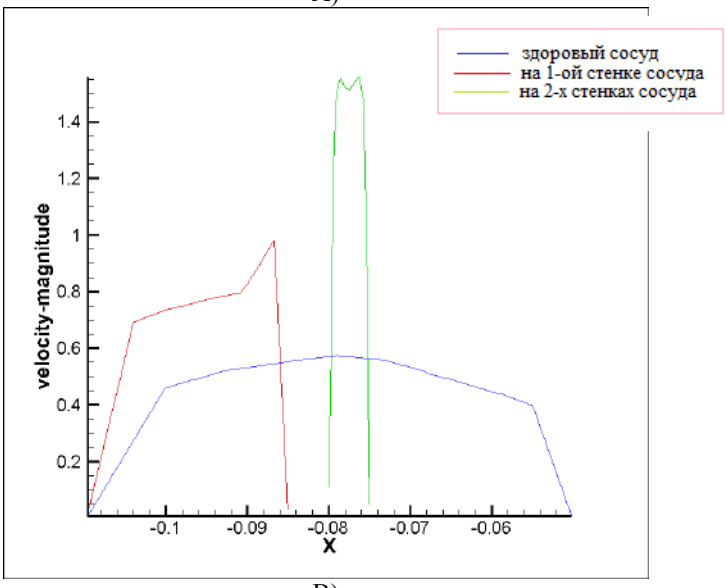
1 – входная область
2 – место изгиба
3 – выходная область

Рис 7. Схема исследуемого кровеносного сосуда

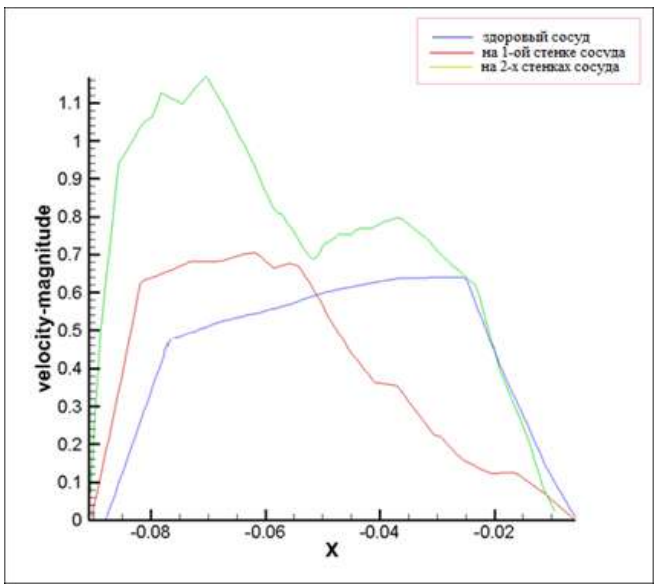
Из полученных графиков можно заметить, что на входе в суженную под влиянием двустороннего стеноза сонную артерию, наблюдается умеренное течение крови, возникающий из-за геометрии русла сосуда. При наличии такого типа стеноза, значение скорости кровотока на выходе из сонной артерии в два раза выше, по сравнению с выходной скоростью кровотока в сосуде без патологий. В месте перегиба патологического кровеносного сосуда с двумя стенозами наблюдается увеличение скорости кровотока почти в три раза, относительно скорости кровотечения в здоровом сосуде (рисунок 8 (A, B, C)). Это приводит к повышению давления, что влечет за собой септальный инсульт.



A)



B)



C)

Рис 8. Вертикальный профили скорости: A) на входной области, B) на месте изгиба, C) на выходной области.

Заключение

Верификация моделей показало, что результаты, полученные с помощью построенных биомеханических моделей сонной артерии без патологии, дает удовлетворительный результат. Что позволяет нам применить данный численный метод к интересующей нам задаче течения крови в сосудах головного мозга с патологическими заболеваниями.

Построенная биомеханическая модель сонной артерии с патологической извитостью позволила выявить факторы, способствующие развитию атеросклероза, и подтвердила, что наиболее опасным видом извитости является петля, который в наибольшей степени уменьшает объемный кровоток.

Численное моделирование атеросклеротической бляшки в сосудах головного мозга дает возможность установить картину течения и степень заболевания вызванного стенозом. Для установления развития физиологических и патологических процессов в артерии важными параметрами является распределение скорости вдоль оси и падение давления. Одно из характерных особенностей течения крови в пораженных стенозом кровеносных сосудах, является появление вихревого режима течения, которая является как патология, в отличие от нормального кровообращения. В ламинарном режиме течение крови в сосудах головного мозга течение происходит при низких значениях числа скорости. При, наличии стенозов в сосудах, значительно уменьшается расход крови из-за появления вихревых зон. Взяв за основу в работе численное решение системы уравнений Навье — Стокса нами численно смоделированы движения крови в изогнутых сосудах головного мозга. Исследовано поведение потока крови при наличии атеросклеротических бляшек, что позволяет диагностировать заболевание на ранних стадиях и правильно выбрать пути терапевтического лечения и профилактики. Результаты данной работы можно использовать в решении задач клинической медицины.

ЛИТЕРАТУРА

[1] V.K. Sud and G.S. Sekhon, Arterial flow under periodic body acceleration, Bull. Math. Biol. 47, 35-52, (1985).

[2] J.C. Misra and B.K. Sahu, Flow through blood vessels under the action of a periodic acceleration field: A mathematical analysis, Computers Math. Applic. 16 (12), 993-1016, (1988).

[3] E. Belardinelli, M. Ursino and E. Lemmi, A preliminary theoretical study of arterial pressure perturbations under shock accelerations, ASME J. Biomech. Engng. 111, 233-240, (1989).

[4] G.R. Cokelet, The rheology of human blood, In Biomechanics-Its Foundations and Objectives, (Edited by Y.C. Fung, N. Perrone and M. Anliker), pp. 63-103, PrenticeHall, (1981).

[5] S. Kaibar, H.G. Fukad, R.L. Fuhro, P.R. DiGiovanni, S. Fine and J.D. El-iedman, Measurement of velocity profiles of red blood cells in the microcirculation by laser doppler anemometry (LDA), Biorheol. 12, 207-210, (1975).

[6] M. Terston, T. Koyama, H. Mishina and T. Asakura, Pulsatile blood flow in arteriole of frog web, Biorheol. 16, 163-170, (1979).

[7] J.H. Murata and D.F. Young, Flow through a converging-diverging tube and its implications in occlusive vascular stenosis-I, Theoretical development, J. Biomech. 3, 297-316, (1970).

[8] D.E. Mann and J.M. Tarbell, Flow of non-Newtonian blood analog fluids in rigid curved and straight artery models, Biorheol. 27, 711-733, (1990).

[9] K. S. Mekeimer, M. A. Elkot, The micropolar fluid model for blood flow through multiple stenosic arteries, Int. J. Pure. Appl. Math. 4 (2007) 393.

[10] Kh. S. Mekeimer, M. A. Elkot, The micropolar fluid model for blood flow through tapered arteries with a stenosis, Acta Mech. Sinica 24 (2008) 637-644.

[11] Kh. S. Mekeimer, M. A. Elkot, Suspension model for blood flow through arterial catheterization, Chem. Eng. Comn 197 (1) (2010).

[12] A. M. Robertson, A. Sequeira, R. G. Owens, Rheological models for blood, in: L. Formaggia, A. Quarteroni, A. Veneziani (Eds), Cardiovascular Mathematics. Modeling and simulation of the cardiovascular system, 1, 2009, pp. 211-241.

[13] D. N. Riahi, R. Roy, S. Cavazos, On arterial blood flow in the overlapping stenosis, Bull. Math. Bio. (1974) 36-39.

[14] J. Venkatesan, D. S. Sankar, K. Hemlatha, Y. Yatim, Mathematical analysis of Casson fluid model for blood rheology in stenosed narrow arteries, J. Appl. Math. 2013 (2013) article ID 583809, 11 pages.

[15] J. C. Misra, G. C. Shit Blood flow through arteries in a pathological state: a theoretical study, Int. J. Eng. Sci. 44 (10) (2006) 662-671.

[16] J. Weibel, T. Tortuosity, coiling and kinking of the internal carotid artery. Etiology and radiographic anatomy [Text] / T. Weibel, W.S. Fields // Neurology.-1965.-Vol.15.-P.7-11.

[17] T. Murata, Theory of non-Newtonian viscosity of red blood cell suspension: Effect of red cell deformation, Biorheol. 20, 471-483, (1983).

[18] Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости/ пер с англ. М.: Энергоатомиздат, 1984. - 152с

[19] Jeremie Labroquere Navier-Stokes computation with num3sis – Poiseuille flow and Backward facing step.

[20] Issakhov A., Mathematical modeling of the discharged heat water effect on the aquatic environment from thermal power plant // International Journal of Nonlinear Science and Numerical Simulation, – 2015, 16(5), pp. 229–238, doi:10.1515/ijnsns-2015-0047.

[21] Issakhov A., Mathematical modeling of the discharged heat water effect on the aquatic environment from thermal power plant under various operational capacities // Applied Mathematical Modelling, –2016, Volume 40, Issue 2, pp. 1082–1096 http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2015.06.024.

[22] Issakhov A. Large eddy simulation of turbulent mixing by using 3D decomposition method // *J. Phys.: Conf. Ser.* – 2011 318(4), pp. 1282-1288, doi:10.1088/1742-6596/318/4/042051.

[23] Chorin A.J. Numerical solution of the Navier-Stokes equations // Math. Comp. –1968, 22, pp. 745-762.

Исахов А.А., Шубай А.М.

Мидағы қан жүйесіндегі паталогиялық өзгеріс болған жағдайда қан ағынын тематикалық моделдеу

Түйіндеме. Қазіргі заманда мидың қан тамырлар аурулары ишемикалық инсульттің дамуының басты себебі болып табылады. Бұл мақалада патогенді қисық артерияның гемодинамикасы бойынша әртүрлі анатомиялық (бүгілу бұрышы, стеноз өлшемі) факторлардың әсері зерттелді. Иілу бұрышының төмендеуі миға кіретін қан көлемінің азаюына алып келеді және иілу аймағындағы септал стенозының қалыптасуына әкеліп соқтыруы мүмкін. Атеросклеротикалық зақымдануы бар адамның анатомиялық шынайы және патологиялық қисық каротид артериясында (ҚА) қан ағымының сандық пішіндеуі жүргізілді. Сау ҚА және патологиялық тұрақсыз қан айналымы жағдайлары бойынша алынған сандық нәтижелері қан ағынының гемодинамикасы бойынша артериялық иілудің маңызды әсерін көрсетті. Осылайша, бүгілудің болуы атеросклероздың дамуы үшін қосымша қолайлы жағдайлар жасайды. Есептеулер ANSYS Fluent бағдарламалық пакетінде орындалды.

Кілтік сөздер: патологиялық қисықтық, каротид артериясы, Навье - Стокс теңдеуі, атеросклеротикалық түйіндік, стеноз, қан тамырларындағы патологиялық өзгерістер.

Issakhov A., Shubai A.

Mathematical modelling of blood flow in vascular system of the with pathological changes

Summary. Currently, cerebrovascular diseases are the main cause of the development of ischemic stroke. In this paper, the effect of various anatomical (angle of bend, stenosis size) factors on hemodynamics of an artery with pathological tortuosity was investigated. It was found that a decrease in the bending angle leads to a decrease in the volume of blood entering the brain and the possible formation of septal stenosis in the bending region. Numerical modeling of blood flow in anatomically real healthy and pathologically tortured carotid artery (CA) of a person with atherosclerotic lesion has been performed. The obtained numerical results for cases of healthy CA and pathologically convoluted blood vessel showed a significant effect of arterial bend on the hemodynamics of blood flow. Thus, the presence of crimp creates additional favorable conditions for the development of atherosclerosis. Calculations were carried out in the software package ANSYS Fluent.

Key words: pathological tortuosity, carotid artery, Navier - Stokes equation, atherosclerotic plaque, stenosis, pathological changes in blood vessels.

УДК 519.63; 519.684

А.А. Исахов, А.К. Бисенгалиева

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

e-mail: alibek.issakhov@gmail.com, semabissengaliyeva@gmail.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ ОРГАНИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ

Аннотация. В настоящее время, благодаря активному развитию научно-технического прогресса, для получения точных прогнозных результатов в задачах водной среды, а именно, моделирования распространения и поведения движения температуры, давления, скоростей, загрязнения определенными веществами на конкретной местности, внутри заданного пространства, с помощью передовых программ используются

вычислительные аэродинамика и гидродинамика. Это требует компьютерного моделирования и анализа выходных данных турбулентного потока и распространения для различных входных, краевых параметров с использованием системы уравнений Навье-Стокса (RANS).

В данной работе рассматривалась задача влияния загрязнения водной среды фенолами из канала сточных вод на ближайший населенный пункт. Были рассмотрены случаи с постоянными выбросами со скоростями 2, 4, 6, 8 м/с.

По данным вычислений постоянный выброс загрязнителей со скоростями 4, 6, 8 м/с приводят к пагубным последствиям в близлежащем населенном пункте. Вычисления проводились в программном пакете ANSYS Fluent.

Ключевые слова: уравнения Навье-Стокса, водная среда, органические отходы, турбулентность, загрязнитель.

Введение

Гидробиологические показатели характеризуют качество воды как среды обитания живых организмов, населяющих водоемы. Разные организмы обладают разной реакцией на воздействие загрязнителей. При загрязнении природных вод в водных экосистемах наблюдаются изменения, связанные с падением биологической продуктивности, вымиранием целых трофических звеньев, снижением уровня функционирования большинства гидробионтов и, в конечном итоге, отмиранием экосистемы. Загрязнение, созданное человеком, разрушает природный баланс постоянно умножающимся количеством отходов, вытекающих из разных источников. Особое место среди отходов занимают органические отходы промышленных предприятий.

Фенолы являются одним из наиболее распространенных загрязнителей, поступающих в поверхностные воды со стоками предприятий. Сброс фенольных вод в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы не только своей токсичностью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов (кислорода, углекислого газа). Фенольные сточные воды наносят вред рыболовству и представляют опасность для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Для рыб концентрация фенола 3-5 мг/л является уже губительной. Но даже в том случае, когда эта концентрация значительно ниже, рыбу в качестве продукта питания употреблять нельзя, так как она имеет неприятный привкус карболовой кислоты. Присутствие даже очень малых количеств фенола в воде, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей, значительно ухудшает ее качества. Фенол негативно влияет на сердечно-сосудистую систему, нервную и на другие внутренние органы, такие как почки, печень и др. Попадание вещества в организм через желудочно-кишечный тракт (вместе с жидкостью, к примеру) способствует затруднению движения, может спровоцировать кровотечение, язву. Несмотря на быстрый период выведения из организма, фенол способен нанести непоправимый урон, а лечение может занять несколько лет. Наиболее серьезные последствия – развитие онкологических заболеваний, бесплодие, проблемы с сердцем. Во многих странах его использование в производстве товаров домашнего обихода, категорически запрещено в виду его токсичной активности.

В улучшении состояния экосистемы и качества воды в целом может помочь точное прогнозирование поведения загрязнителей в водной среде. Для этого необходимо предпринять надлежащие меры для сведения к минимуму распространения загрязнителей, опираясь на полученные данные, такие, как скорость, температура и распределение загрязнений. П. Эремия, Г. Марусик в свих трудах исследовали системы, состоящие из двух компонентов: математическое моделирование изучаемого сектора и оценки качества воды с помощью полученной численной модели [1, 2, 3]. Нирмала Кхандан изучал, как использование математического моделирования помогает предсказать поведение водных систем, а также определяет результаты действий различных процессов на водные системы [4, 5]. Также в его работе в процессе моделирования используются системы алгебраических уравнений, обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения с частными производными и др. [4]. Х. Фишер описывает уравнения Навье-Стокса, которые лежат в основе моделирования жидкостей, при рассмотрении задач смешивания во внутренних и прибрежных водах [6]. Фуа, Манли, Роза, Тэмам в своих уравнениях описывают сохранение массы, импульса и энергии. Решениями уравнений являются поля переменных в моделируемой области [7]. Также численное моделирование для решения уравнений Навье-Стокса в своих работах используют Андерсон, А. Исахов [8, 9].

В сточных водах обнаружены различные загрязняющие вещества такие, как синий метилен [19], зеленая кислота 16 [20], додецилбензолсульфонат [21], фенол [22] и т. д. Фенол и фенольные

соединения входят в число наиболее серьезных загрязнителией воды [22], введенные потоками промышленных отходов такими, как нефтехимические сточные воды, нефтеперерабатывающие заводы и каучук, пластмассы, клеи, смолы и инсектицидов. Эти соединения, присутствующие в промышленных стоках, могут вызвать генотоксичность в корнях растений [23]. Хотя фенол не остается в окружающей среде на долгое время, постоянный выпуск этого соединения приводит к его накоплению в воде, воздухе и почве [24]. Фенол очень токсичен даже при низких концентрациях, что приводит к серьезным проблемам в нервной системе человека. В результате, удаление фенола из промышленных стоков с использованием эффективного способа, является актуальной задачей [25]. Различные методы такие, как адсорбция активированного угля [26], химического окисления [27] и биологическая обработка [28] были использованы для обработки фенольных или фенолоподобных соединений, которые испытывают определенные недостатки такие, как трудоемкие и дорогостоящая эксплуатация, а также возможное производство токсичных побочных продуктов.

Для численного моделирования данного процесса используются осредненные уравнения Навье-Стокса (RANS) и программный продукт ANSYS FLUENT. В качестве модели турбулентности для замыкания системы уравнений используется стандартная k-ε модель. Существуют две основные формулировки моделей k-ε. Обычно данную модель называют «стандартной» моделью k-ε. Лаундер и Шарма первоначальным импульсом для модели k-ε рассматривали улучшение модели длины смешивания, а также осуществляли поиск альтернативы алгебраически предсказуемым турбулентным масштабам длины в потоках средней и высокой сложности [17, 18]. Уравнения RANS, модели турбулентности, температуры и концентрации создают систему уравнений, которые численно решаются с использованием ANSYS FLUENT.

Математическая модель

При построении математической модели рассматривалась двухмерная модель стационарного состояния для анализа потока во всей области. В математической модели были приняты следующие данные:

а) поток турбулентный, полностью развитый и вязкий;

б) рабочая жидкость (вода - H_2O), является ньютоновской и несжимаемой;

в) диссипация, давление считаются пренебрежимо малыми величинами. Исходя из вышеперечисленного, уравнения RANS выражаются следующим образом:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\mu_{eff}}{\rho}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)\right) \tag{2}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j T}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\mathrm{Pr}_t}\right)\frac{\partial T}{\partial x_j}\right) \tag{3}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j Y_i}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\left(\rho D_i + \frac{\mu_t}{Sc_t}\right)\frac{\partial Y_i}{\partial x_j}\right) \tag{4}$$

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\delta_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right) + G_k + G_b - \rho\varepsilon - Y_m \tag{5}$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t}+\frac{\partial \rho u_j \varepsilon}{\partial x_j}=\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\left(\mu+\frac{\mu_t}{\delta_\varepsilon}\right)\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right)+C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}\left(G_k+C_{3\varepsilon}G_b\right)-C_{2\varepsilon}\rho\frac{\varepsilon^2}{k} \quad (6)$$

$$\mu_{eff}=\mu+\mu_t$$

$$\mu_t=\rho C_\mu\frac{k^2}{\varepsilon}$$

$$G_k=\mu_t S^2$$

$$G_b=\beta g_i\frac{\mu_t}{\mathrm{Pr}_t}\frac{\partial T}{\partial x_i}$$

$$\mathrm{Pr}_t=0.85, Sc_t=\frac{\mu_t}{k}$$

$$S=\sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

$$S_{ij}=\frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)$$

где C_μ - константа со значением 0.09, ρ - плотность, k - кинетическая энергия турбулентности, x_i - координата в i направлении, u_i - компонент скорости в i направлении, Y_i - концентрация вещества i, D_i - диффузионный коэффициент вещества i, T - температура, μ - ламинарная вязкость, μ_t - турбулентная вязкость, $\delta_k=1, \delta_\varepsilon=1.3$ - турбулентное число Прандтля для k и ε соответственно, G_k - генерация кинетической энергии турбулентности из-за средних градиентов скорости, S – модуль средней скорости тензора напряжений, G_b - генерация кинетической энергии турбулентности из за плавучести, Y_M - влияние флуктуирующей дилатации в общую скорость диссипации, k – турбулентная кинетическая энергия, ε - скорость турбулентной диссипации, $C_{1\varepsilon}, C_{2\varepsilon}$ и $C_{3\varepsilon}$ - константы, значения которых по умолчанию: 1.44, 1.92 и 1.0.

Постановка задачи

При постановке задачи рассматривается область реки Нура в Карагадинской области, расположенная в пределах 2 км от канала сточных вод, объединенного сброса сточных вод АО «АрселлорМиттал Темиртау» и ХМЗ АО «ТЭМК» в городе Темиртау, изображенная на рисунке 1. Близлежащий населенный пункт, расположенный по течению реки – село Чкатово, в Бухар-Жырауском районе Карагандинской области Казахстана. Рассматриваются данные в точке с координами 50,1с.ш. и 72,8 в.д., расположенной перпендикулярно к исследуемому населенному пункту.

Для построения геометрии на программе Ansys была произведена отцифровка карты с приложения GoogleMaps. Для решения задачи была использована неструктурированная сетка с количеством узлов 34998 и элементов 34306. Вдоль берегов реки было произведено сгущение со знаменателем геометрической прогрессии 1,2 (рисунок 2).

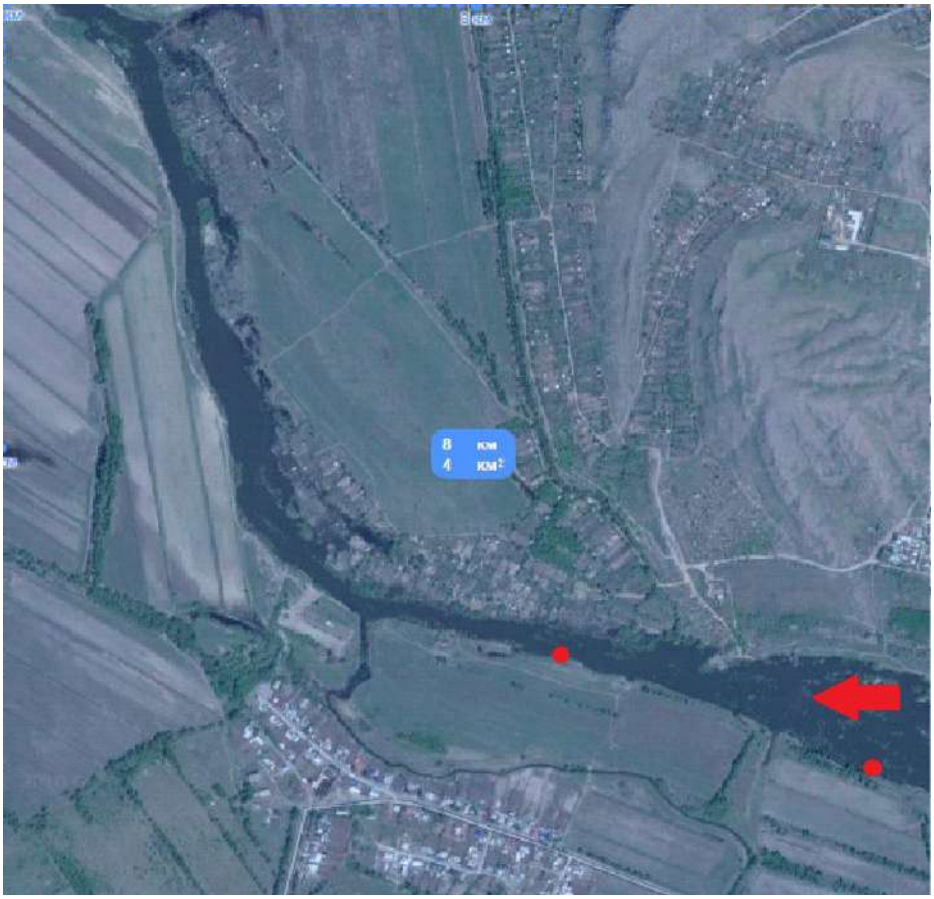


Рис. 1 - Выбранная область карты реки Нура

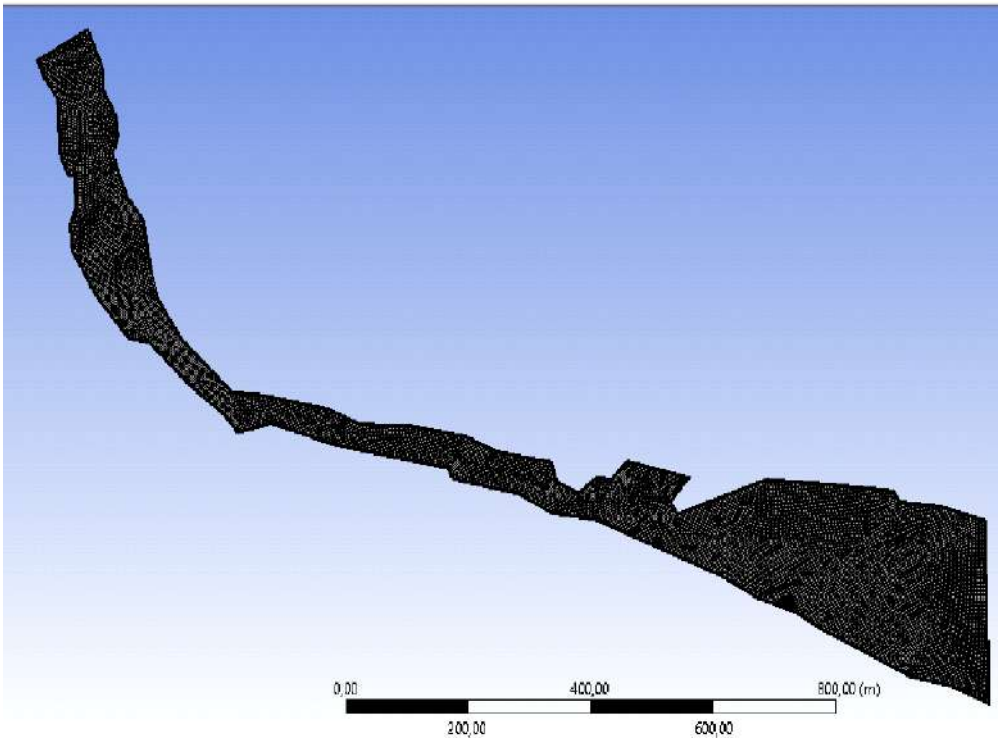


Рис. 2. - Геометрия с изображением сетки выбранной области

По данным, взятым с информационной бюллетени о состоянии окружающей среды бассейна реки Нура 2017 года Министерства энергетики Республики Казахстан, концентрация фенолов, которые относятся к группе органических отходов, составляет 0,0023 мг/дм^3, что в 2,3 раза превышает нормальное содержание фенолов в воде.

Чтобы выяснить концентрацию фенолов вблизи населенного пункта, были рассмотрены следующие задачи. Рассматривается двухмерная область с выбросом концентрацией фенолов, C_6H_5OH, равной 0,02, T = 293K, скорость реки $v_{реки}$ = 4 м/с ($v_{реки\ по\ x}$ = -3,68 м/с, $v_{реки\ по\ y}$ = 1,56 м/с). Данные параметры применялись в четырех вариантах скорости поступления сточных вод при 2, 4, 6, 8 м/с под наклоном в 8^0. Продолжительность времени расчета составляет 1 неделю или 168 часов.

Численный метод

Численные вычисления проводились на программе Ansys Fluent. В качестве метода решения был выбран метод на основе давления (Pressure-Based Solver), изображенный на рисунке 3 [15]. Основные характеристики метода:

• В Pressure-Based Solver каждое уравнение решается по отдельности.

• Уравнение неразрывности принимает форму уравнения коррекции давления, как часть алгоритма Патанкара SIMPLE.

• Включены факторы релаксации в дискретизированных уравнениях.

• Для улучшения стабильности включен итерационный процесс.

• Коэффициент релаксации, α, изменяется от одной итерации к следующей:

$$\phi_p = \phi_{p,old} + \alpha\Delta\phi_p$$



Рис. 3. Алгоритм Pressure-Based Solver

Численные результаты

В ходе выполнения исследований были получены результаты при скоростях выбросов сточных вод в 2, 4, 6, 8 м/с. На рисунках 4, 7, 10, 13 изображены контуры распределения скоростей в реке при скоростях выбросов сточных вод со скоростями 2, 4, 6, 8 м/с соответственно. На рисунках 5, 8, 11, 14 изображены контуры распределения концентрации фенолов при скоростях выбросов сточных вод 2, 4, 6, 8 м/с соответственно. При скорости выбросов сточных вод в 2 м/с концентрация фенолов вблизи населенного пункта равна 0,00068, что соответствует норме содержания фенолов в воде. При скорости выбросов сточных вод в 4 м/с концентрация фенолов вблизи населенного пункта равна 0,00117, что в 1,17 раз превышает норму содержания фенолов в воде. При скорости выбросов сточных вод в 6 м/с концентрация фенолов вблизи населенного пункта равна 0,00163, что в 1,63 раза превышает норму содержания фенолов в воде. При скорости выбросов сточных вод в 8 м/с

концентрация фенолов вблизи населенного пункта равна 0,00197, что в 1.97 раз превышает норму содержания фенолов в воде.

На рисунках 6, 9, 12, 15 изображены увеличенные масштабы распределения концентрации фенолов в реке со скоростями выброса сточных вод 2, 4, 6, 8 м/с соответственно. Для исследования профилей распределения концентрации фенолов были выбраны распределения на расстоянии 600, 900, 1250 м. от канала сточных вод. Численные результаты профилей распределения концентрации фенолов изображены на рисунках 16, 17, 18 соответственно.

По полученным результатам мы видим, что профиль концентрации фенолов на расстоянии 900 м. от канала сточных вод меньше концентрации фенолов на расстоянии 600 м. от канала сточных вод в 4 раза. А концентрация фенолов на расстоянии 1250 м. от канала сточных вод в 2 раза меньше, чем на расстоянии 900 м.

Каждой из исследуемой задачи соответствует свое превышение нормы концентрации фенолов в воде на определенном расстоянии от канала сточных вод. В случае скорости выбросов при 2 м/с оптимальное расстояние для использования начинается с 750 м. от канала сточных вод. В случае скорости при 4 м/с. – 890 м, при 6 м/с – 975 м., при 8 м/с – 1000 м.

На основе полученных данных мы можем сделать следующие выводы, что при выбросе сточных вод с концентрацией фенолов в 2%, вода, расположенная на расстоянии 600 м. (рисунок 16) от канала сточных вод не пригодна для пользования близлежащего населения. Но начиная с расстояния в 900 м. (рисунок 17) вода в реке соответствует норме, за исключением выбросов со скоростью в 6, 8 м/с. В случае, если скорость выбросов 6, 8 м/с, желательно использовать воду в реке на расстоянии не меньше 1000 м. (рисунок 18) от канала сточных вод.

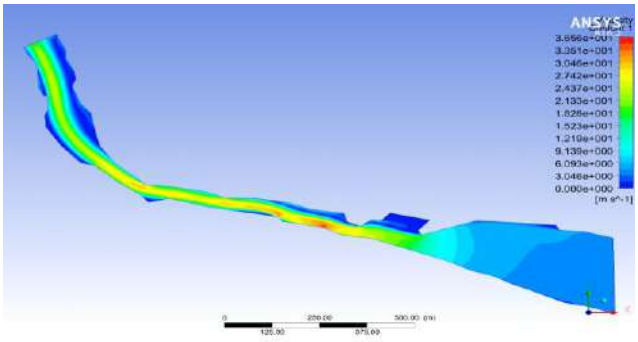


Рис. 4. Контур распределения скоростей в реке при скорости выбросов канала сточных вод в 2 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

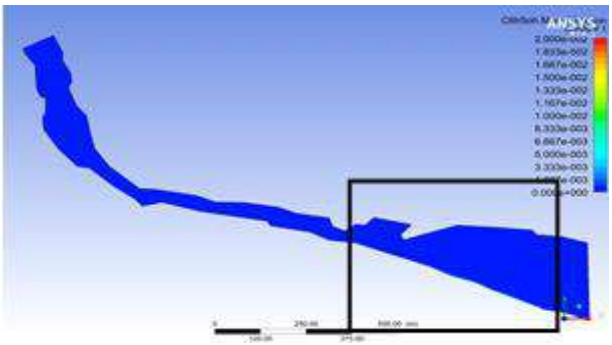


Рис. 5. Контур распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 2 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

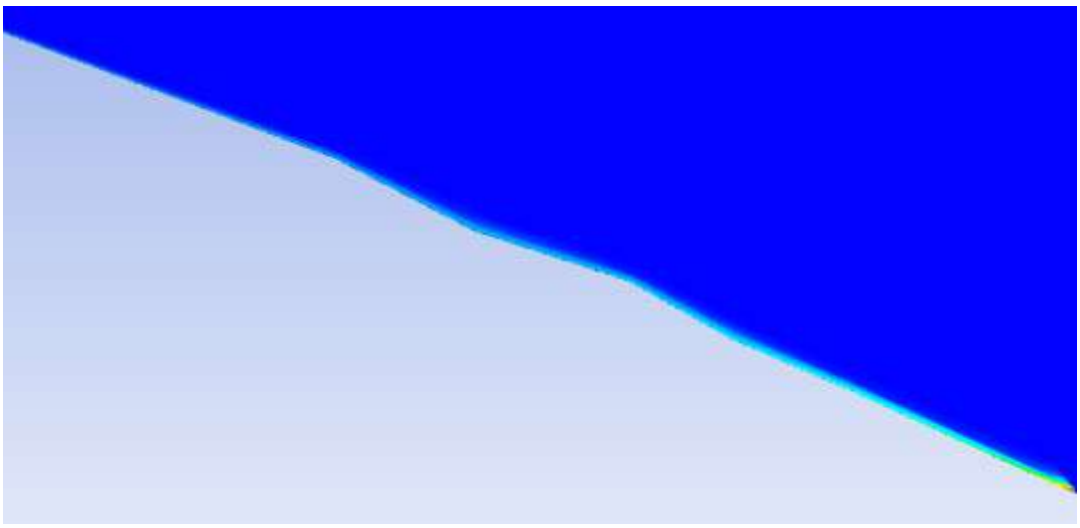


Рисунок 6 – Увеличенный масштаб результатов распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 2 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

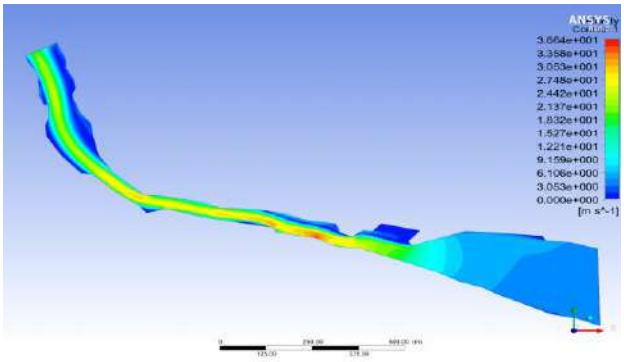


Рис. 7. Контур распределения скоростей в реке при скорости выбросов канала сточных вод в 4 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

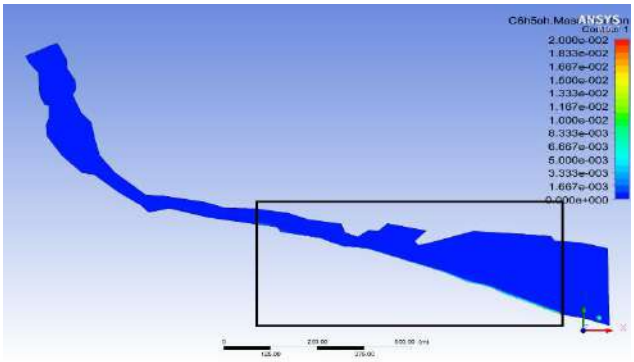


Рис. 8. Контур распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 4 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

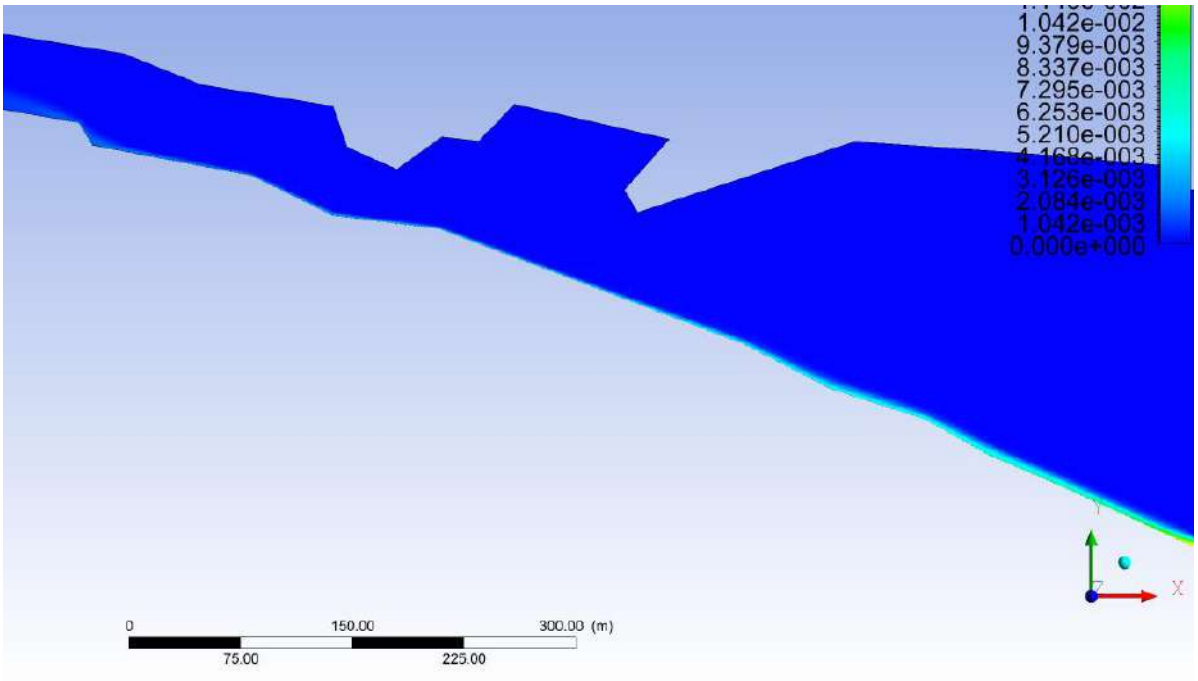


Рисунок 9 - Увеличенный масштаб результатов распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 4 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

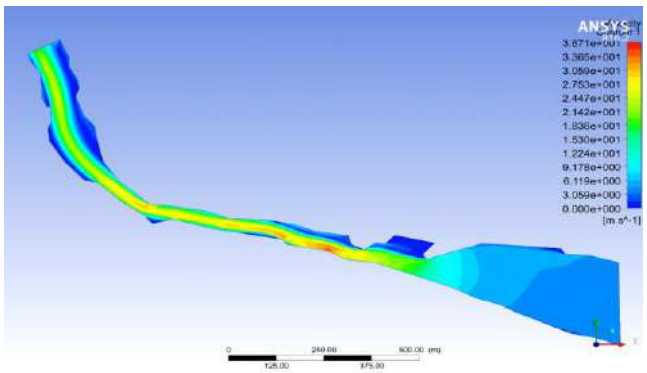


Рис. 10. Контур распределения скоростей в реке при скорости выбросов канала сточных вод в 6 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

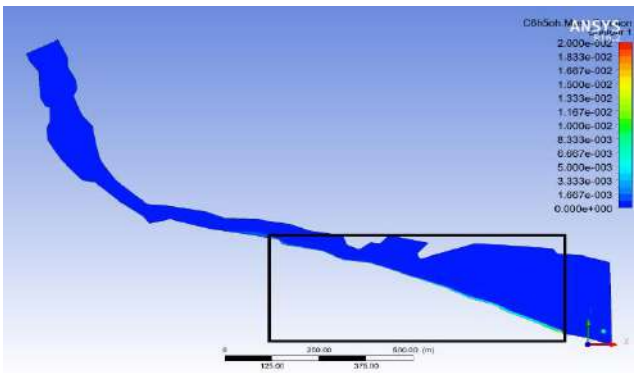


Рис.11. Контур распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 6 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

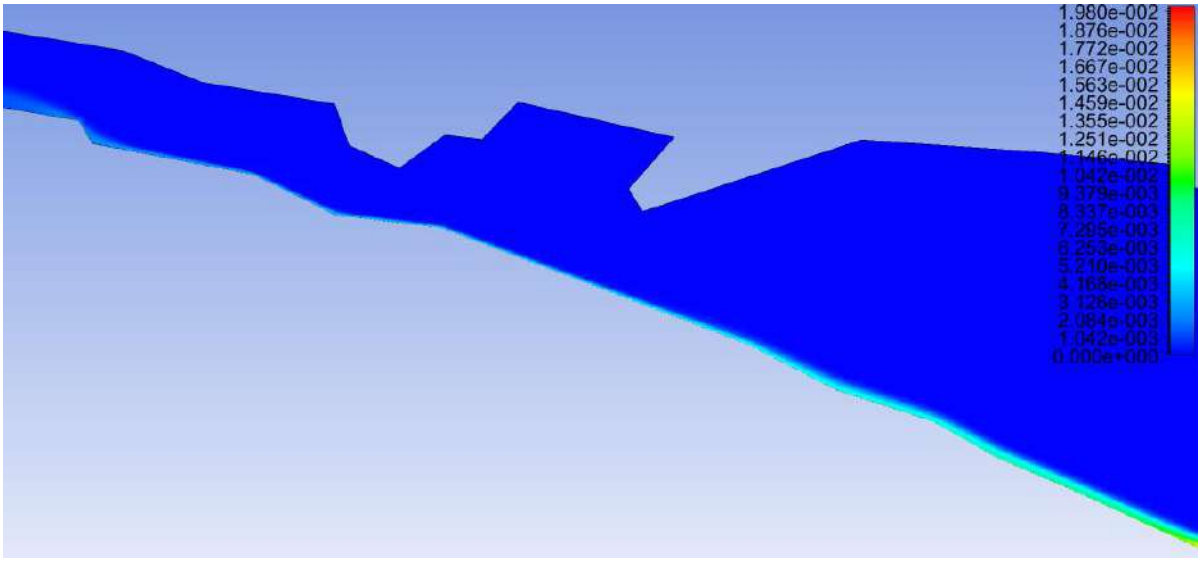


Рисунок 12 - Увеличенный масштаб результатов распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 6 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

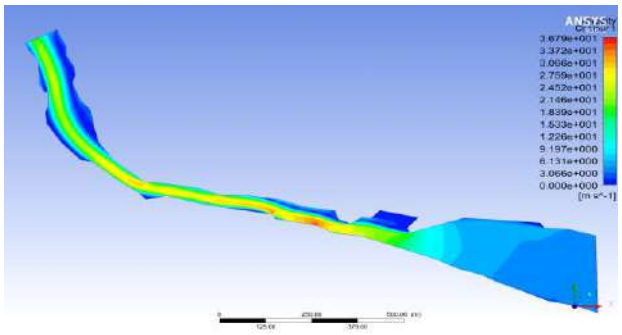


Рисунок 13 – Контур распределения скоростей в реке при скорости выбросов канала сточных вод в 8 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

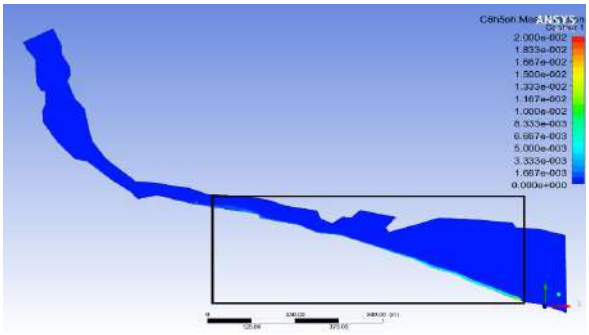


Рисунок 14 – Контур распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 8 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

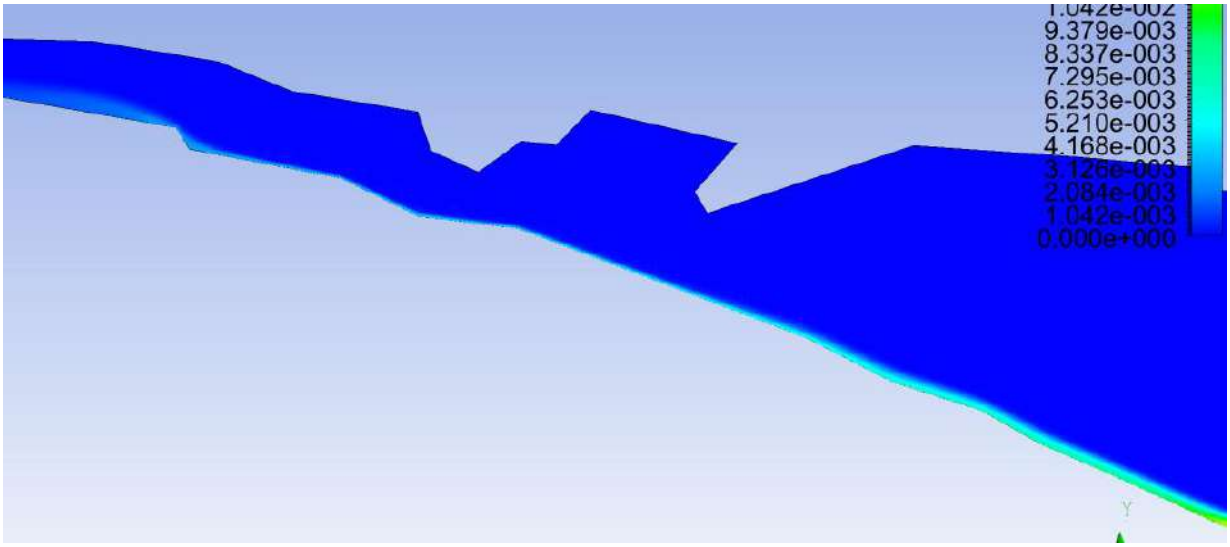


Рисунок 15 - Увеличенный масштаб результатов распределения концентрации фенолов при скорости выбросов канала сточных вод в 8 м/с на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

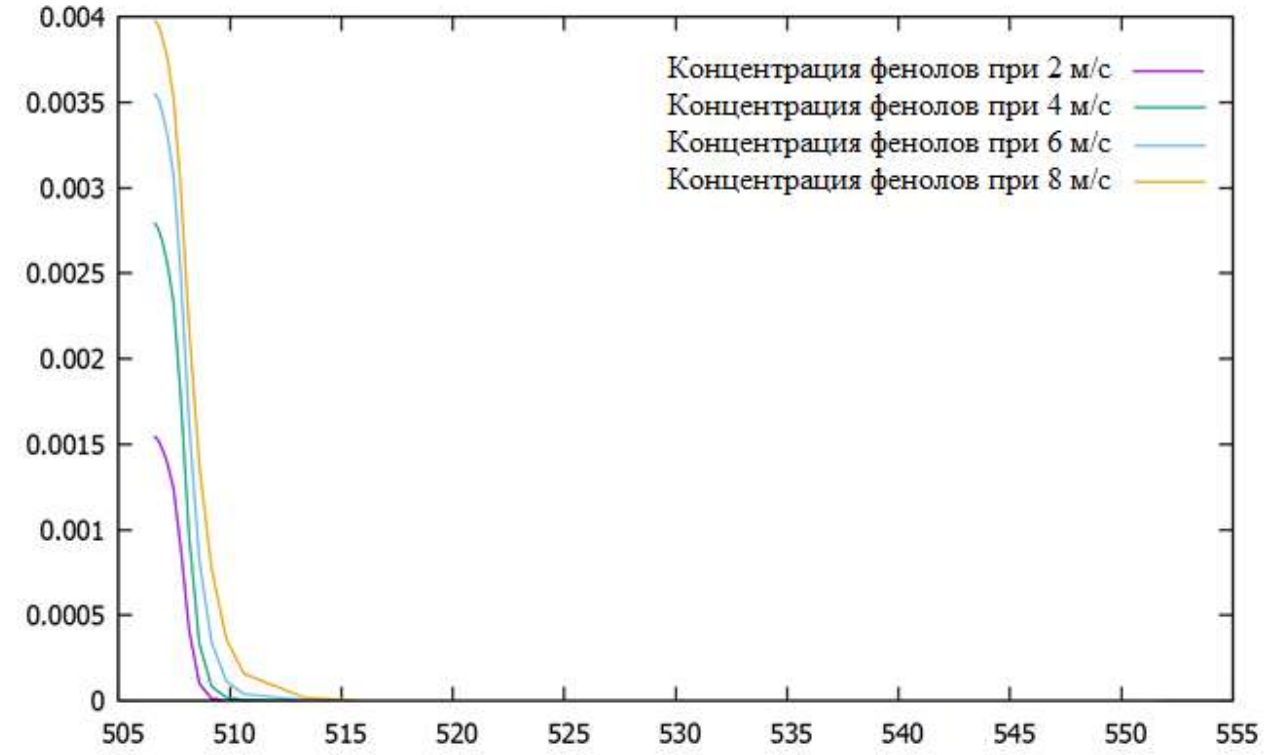


Рисунок 16 – Профиль распределения концентрации фенолов на расстоянии 600 м. от канала сточных вод на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

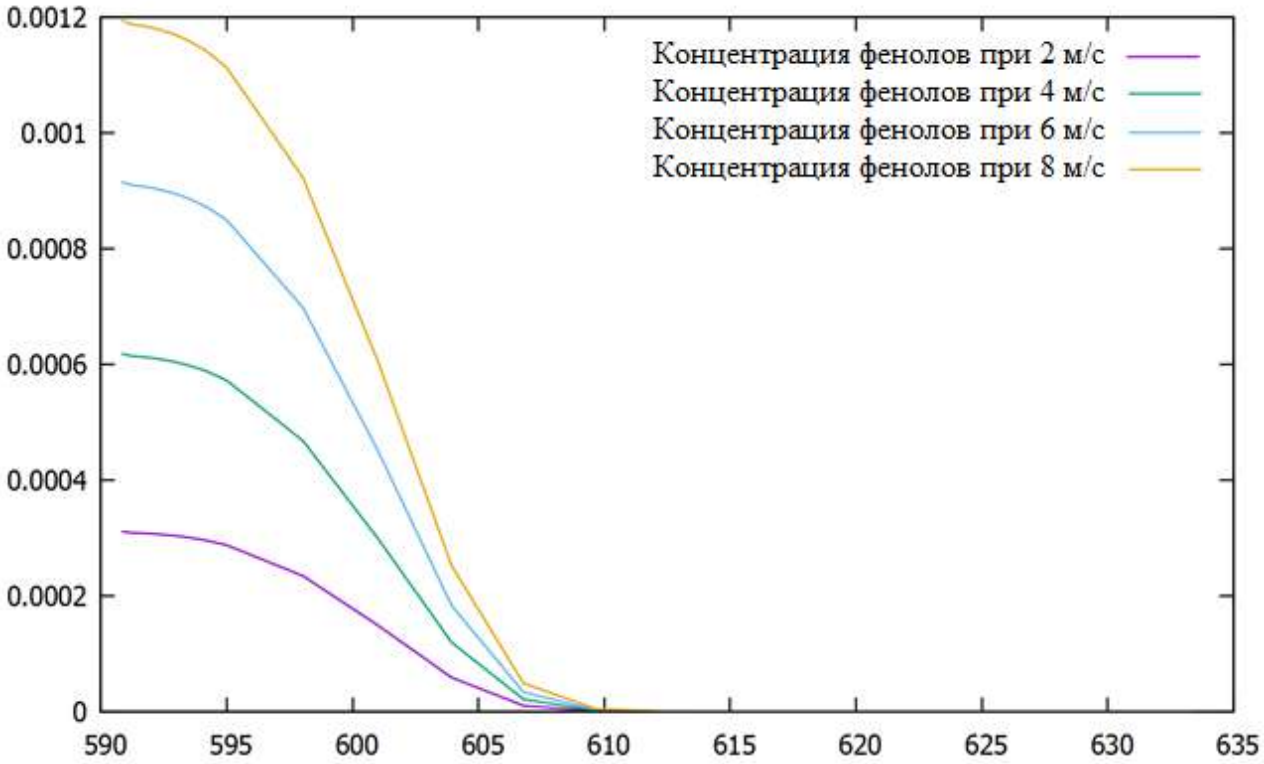


Рисунок 17 – Профиль распределения концентрации фенолов на расстоянии 900 м. от канала сточных вод на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

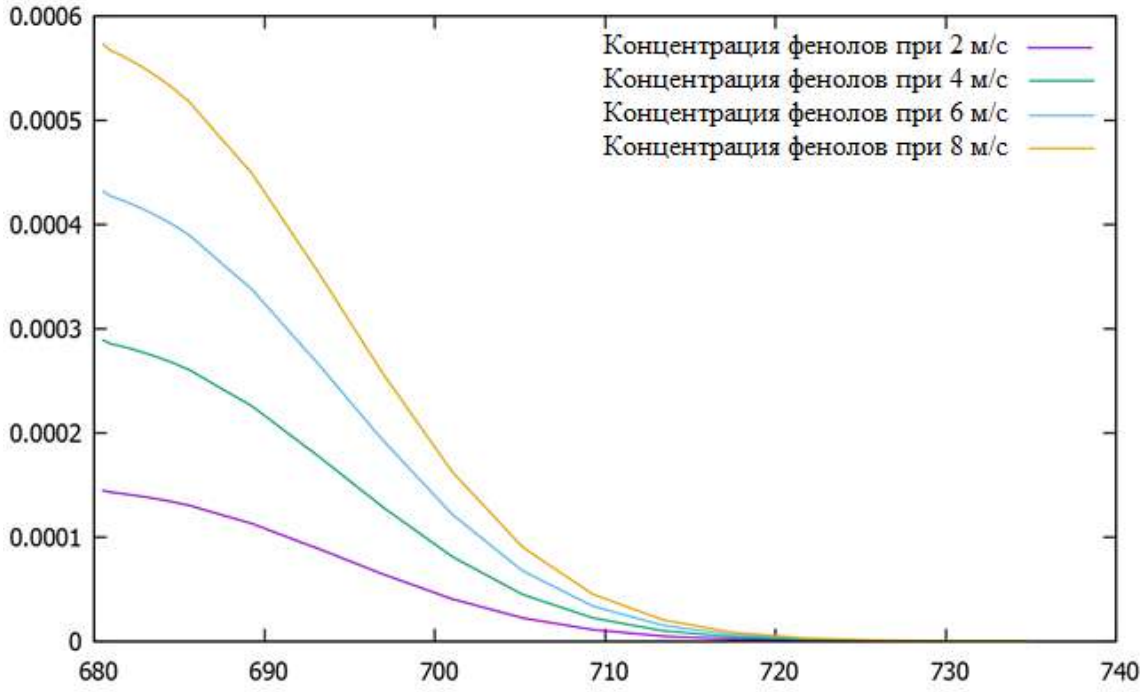


Рис. 18. Профиль распределения концентрации фенолов на расстоянии 1250 м. от канала сточных вод на последнем временном слое при расчетах в 7 дней

Заключение

Данная статья посвящена математическому моделированию распространения загрязнения фенолов в водной среде, которая решается с использованием осредненных по времени уравнений Навье-Стокса. Для численного моделирования используется программное обеспечение ANSYS FLUENT 16.2. В качестве исследуемого объекта была рассмотрена река Нура в Карагадинской области, расположенная в пределах 2 км от канала сточных вод, объединенного сброса сточных вод АО «АрселлорМиттал Темиртау» и ХМЗ АО «ТЭМК», в городе Темиртау. Обнаружено, что в зависимости от скорости выброса канала сточных вод, оптимальное расстояние с концентрацией фенолов, соответствующей норме содержания в воде, отлично друг от друга и чем выше скорость, тем выше кратность превышения концентрации. Получены определенные расстояния от канала сточных вод, отрицательно влияющие на состояние экосистемы и качество воды в целом, при скоростях в 2, 4, 6, 8 м/с. По проведеным численным результатом можно прийти к выводу, что при подходящей вычислительной сетки и при использования стандартной k-ε турбулентной модели можно моделировать потоки концентрации фенолов для прогноза и решения экологических проблем в водной среде.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] R. Găgescu, M. Tertişco, P. Junie, C. Eremia, Ensuring sustainable use of water on Earth by computerized environmental monitoring, Romanian Journal of Information and Automation, vol. 21, No. 3, pp. 5-12, 2011.

[2] G. Marusic, A study on the mathematical modeling of water quality in "river-type" aquatic systems, in: Journal Wseas Transactions on Fluid Mechanics, Issue 2, Volume 8, pp. 80 – 89, April 2013.

[3] G. Marusic, Study on numerical modeling of water quality in „Rivertype" systems, in: Meridian Ingineresc, Nr. 2, pp. 38 – 42, 2013.

[4] N. Nirmala Khandan et al., Modeling Tools for Environmental Engineers and Scientists, CRC Press, pp. 10-11, 2001.

[5] Iu. Florescu, Fluids mechanics. Bacau University press, pp. 7-8, 2007.

[6] H. Fisher et al. Mixing in Inland and Coastal Waters. California: Academic Press, 1979.

[7] C. Foias, O. Manley, R. Rosa, R. Temam, Navier-Stokes Equations and Turbulence. Cambridge: University Press, 2004.

[8] Anderson, Computational Fluid Dynamics for Engineers. Cambridge: University Press, 2012.

[9] Исахов А. Математическое моделирование тепловой нагрузки на водную среду при различных эксплуатационных мощностях ТЭС // Вестник КазНУ, 2014. №2(81), стр. 52-61.

[10] Chung T. J. Computational Fluid Dynamics // Cambridge University Press, 2002, p 1012.

[11] Ferziger J. H., Peric M. Computational Methods for Fluid Dynamics // Springer; 3rd edition, 2013, p 426.

[12] Флетчер С. Вычислительные методы в динамике жидкостей: в 2-х томах: Ò.2. // И.: Мир, 1991. – 552 с.
[13] Роуч П. Вычислительная гидродинамика - И.: Мир, 1972. – 612 с.
[14] Пейри Р., Тэйлор О. Вычислительные методы в задачах механики жидкости – Л.: Гидрометеоиздат, 1986 – 352 с.
[15] Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости/ пер с англ. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
[16] G. Mannina, ”Uncertainty Assessment of a Water-Quality Model for Ephemeral Rivers Using GLUE Analysis”, in: Environmental Engineering, vol. 137, no. 3, pp. 177-186, 2011.
[17] Jones, W. P., and Launder, B. E. (1972), "The Prediction of Laminarization with a Two-Equation Model of Turbulence", International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 15, 1972, pp. 301-314.
[18] Launder, B. E., and Sharma, B. I. (1974), "Application of the Energy Dissipation Model of Turbulence to the Calculation of Flow Near a Spinning Disc", Letters in Heat and Mass Transfer, vol. 1, no. 2, pp. 131-138.
[19] Li Z., Shen W., He W., Zu X., (2008), Effect of Fe-doped TiO2 nanoparticle derived from modified hydrothermal process on the photo-catalytic degradation performance on methylene blue. Hazardous Mater. 155: 590-594.
[20] Sakthivel S., Shankar M. V., Palanichamy M., Arabindoo B., Bahnemann D. W., Murugesan V., (2004), Enhancement of photo-catalytic activity by metal deposition: Characterization and photonic efficiency of Pt, Au and Pd deposited on TiO2 catalyst. Water Res. 38: 3001-3008.
[21] Devi L. G., Rajashekhar K. E., (2011), A kinetic model based on non-linear regression analysis is proposed for the degradation of phenol under UV/solar light using nitrogen doped TiO2 . Molec. Catal. A: Chem. 334: 65-76.
[22] Akbal F., Onar A. N., (2003), Photo-catalytic degradation of phenol. Environ. Monitor. Asses. 83: 295-302.
[23] Iqbal M, (2016), Vicia faba bioassay for environmental toxicity monitoring: A review. Chemosphere. 144: 785-802.
[24] Ksibi M., Zemzemi A., Boukchina R., (2003), Photo-catalytic degradability of substituted phenols over UV irradiated TiO2. Photochem. Photobiol. A: Chem. 159: 61-70.
[25] Wang K. H., Hsieh Y. H., Chou M. Y., Chang C. Y., (1999), Photocatalytic degradation of 2-chloro and 2-nitrophenol by titanium dioxide suspensions in aqueous solution. Appl. Catal. B: Environ. 21: 1-8.
[26] Brasquet C., Le Cloirec P., (1997), Adsorption onto activated carbon fibers: Application to water and air treatments. Carbon. 35: 1307-1313.
[27] Huang C. P., Dong C., Tang Z., (1993), Advanced chemical oxidation: Its present role and potential future in hazardous waste treatment. Waste Manag. 13: 361-377.
[28] Lawrence A. W., McCarty P. L., (1970), Unified basis for biological treatment design and operation. Sanitary Eng. Division. 96: 757-778.

Исахов А.А., Бисенгалиева А.К.

Органикалық қалдықтармен судың ластануын модельдеу

Қазіргі таңда ғылыми-технологиялық ілгерілеу барысында, сулы ортаның мәселелеріндегі болжамында, дәл нәтижелерді алуда, атап айтқанда температура, қысым, жылдамдық, белгілі аумақта ластануды бағалауда алдыңғы қатарлы есептеуіш аэро және гидродинамика есептеулері көптеп қолданылады. Ол өз алдына турбулентті ағынды, түрлі кіру және шекаралық шарттарды, Навье-Стокс (RANS) теңдеулерін компьютерлік модельдеуді және алынған нәтижелердің талдауын қажет етеді.

Берілген жұмыста ағын сулардағы органикалық ластаушылардың, елді мекен жанындағы суға әсерін қарастырылған. Ластаушы ағын суының жылдамдығы түрлі болып қарастырылды 2, 4, 6, 8 м/с.

Есептеулер нәтижесінде ағын су жылдамдығы 6, 8 м/с жылдамдықпен қозғалса, ол жақын жерде орналасқан елді мекен қауіпті жағдай туғызуы мүмкін. Есептеулер ANSYS Fluent бағдарламалық пакетінде жүргізілді.

Кілттік сөздер: Навье-Стокс теңдеулері, сулы орта, органикалық шығындар, турбуленттік, ластаушы.

Issakhov A., Bisengaliyeva A.

Modeling of organic waste water pollution

Nowadays due to the active development of scientific and technological progress, to obtain accurate predictive results in the tasks of the aquatic environment, exactly, in the modeling of the extension and behavior of the movement of temperature, pressure, velocities, polution by certain substances in a specific locations, within a given space, advanced programs use computational aerodynamics and hydrodynamics. This requires computer simulation and analysis of output data, turbulent flow and extension for various input, edge parameters by using the Navier-Stokes equations system (RANS).

This work considered the problem of the effect of pollution of the water environment with organic waste from the sewage channel to the nearest settlement. Cases with constant emissions were considered with velocities 2, 4, 6 and 8 m/s.

According to the calculations, a constant emission of pollutants with velocities 6, 8 m/s leads to destructive consequences in the nearby settlement. Calculations were carried out in the software package ANSYS Fluent.

Key words: Navier-Stokes equations, water environment, organic waste, turbulence, pollutant.

УДК 629.195+531.1

Н.М. Утенов, С.А. Жапбаров, С.Т. Ахметова, М.Д. Шинибаев
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова, Казахстан, Шымкент;
АО «Национальный Центр Космических исследований и технологий» Казахстан, Алматы,
Sagat_1965@mail.ru)

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОРБИТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРОБНОГО ТЕЛА СОВМЕСТНО С ЦЕНТРОМ МАСС

Аннотация. При изучений вращательных орбитальных движений углы Эйлера определялись коэффициентами зависящие от корней исследуемого полинома. Эти коэффициенты представляют собой малые модули эллиптических интегралов первого рода. В этих углах сохранены величины порядка k^2, так как сохранение остальных членов приводит к громоздким результатам. Поэтому требуется способ или правило, которое упрощает решения в угловых переменных. Изложенный метод позволяет получить приближенное решение задачи орбитальных движений пробного тела совместно с центром масс в поле тяготения Хилла, как явные функции времени с точностью порядка $O(k^4)$, где k – модуль эллиптического интеграла 1-го рода.

Ключевые слова: Поле тяготения Хилла, орбитальное движения, пробное тела, промежуточная орбита, наклон орбиты эллиптического типа.

Введение

Ранее в статье [1] была решена задача о поступательно-вращательном движении пробного тела, центр масс которого совершает орбитальное движение по орбите эллиптического типа в плоскости *OXY*. Здесь *OZ* была направлена по оси вращения Земли, причем остальные оси были фиксированы и дополняли систему координат до правой. Орбитальное движения пробного тела на плоскости *OXY* описываются дифференциальными уравнениями в переменных Хилла [1,с.41] :

$$\frac{d\vartheta}{dw}=\frac{w}{\sqrt{\alpha+Hw^2+2w^3-w^4}}, \tag{1}$$

$$\frac{d^2s}{d\vartheta^2}+(1+\frac{\beta}{w^4})s=0, \tag{2}$$

где: $\frac{dt}{d\vartheta}=\frac{\rho^2}{C}$, $\frac{1}{\rho}=w\frac{\mu}{C^2}$, $\alpha=\frac{\nu c^6}{\mu^4}, \beta=\frac{(\nu-\nu')c^6}{\mu^4}$, $\nu'=-2\nu$, $H=\frac{2h}{\mu^2}C^2$,

h -постоянная интеграла энергии, C- постоянная интеграла площадей, ρ -проекция радиуса-вектора на O^*XY , $s=\frac{z}{\rho}$ -тангенс широты, $tg\,\lambda=s$, t- время, ϑ –(истинная долгота).

Практика показала [2, с.79-84], [3, с.85-91], что решения, предложенные в [1], имеют малую точность и неоправданную громоздкость. Поэтому в данной статье разработан более рациональный подход к решению задачи о пространственных поступательно-вращательных движениях пробного тела в поле тяготения Хилла, который более компактен и дает решение проблемы с точностью порядка $O(10^{-5}\leftrightarrow 10^{-6})$. Аналогичные вопросы, связанные с Лунной теорией и промежуточными орбитами изучаются и зарубежом [4-7].

Интегрирование дифференциальных уравнений орбитальных движений пробного тела совместно с центром масс

Пусть пробное тело совершает пространственные поступательно-вращательные движения в поле тяготения Хилла. Тогда силовая функция имеет вид:

$$U=\frac{\mu}{\sqrt{\rho^2+z^2}}+\frac{1}{2}\vartheta\rho^2+\frac{1}{2}\vartheta' z^2$$

где $\rho^2 = x^2 + y^2$, $\mu = f(M+m)$-гравитационный параметр, равный произведению постоянной тяготения на сумму масс Земли и пробного тела, ϑ и ϑ^1 -постоянные параметры, подбираемые так, чтобы получилась истинное движение перицентра и восходящего узла орбиты пробного тела.

В случае малого наклона орбиты эллиптического типа к плоскости OXY $s \neq 0$, $s^2 \approx 0$, где $s=tg\lambda$, причем $\alpha > 0, H < 0$. С учетом этих предположений (1) и (2) примут вид:

$$\frac{d\vartheta}{dw} = \frac{w}{\sqrt{\alpha - Hw^2 + 2w^3 - w^4}} \tag{3}$$

$$\frac{dt}{d\vartheta} = \frac{\rho^2}{C}, \tag{4}$$

$$\frac{d^2 s}{d\vartheta^2} + (1 + \frac{3\nu C^6}{\mu^4} w^{-4}\ )s = 0, \tag{5}$$

В (3) подкоренной полином

$$G_4(w) = \alpha - Hw^2 + 2w^3 - w^4$$

имеет три положительных $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ и один отрицательный корень α_4 [3, с.79]. Расположим их в порядке убывания

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4.$$

Для действительных движений $G_4(w) > 0$. Отсюда эллиптический тип орбитального движения центра масс пробного тела возможен на двух интервалах:

A. $\alpha_4 < w < \alpha_3$ B. $\alpha_2 < w < \alpha_1$.

Далее рассмотрим движение на интервале А. На интервале А справедливо следующее преобразование (3) к нормальной форме Лежандра [3, с.79,80]:

$$d\vartheta = \mu_0 \frac{w d\bar{\varphi}}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \bar{\varphi}}}, \tag{6}$$

$$w = \frac{\alpha_4 \alpha_{31} + \alpha_1 \alpha_{43} \sin^2 \bar{\varphi}}{\alpha_{31} + \alpha_{43} \sin^2 \bar{\varphi}}, \tag{7}$$

где:

$$w = \alpha_4, \quad \bar{\varphi} = 0; \quad w = \alpha_3, \quad \bar{\varphi} = \frac{\pi}{2}, \quad \alpha_{i,k} = \alpha_k - \alpha_i \quad (i,k=1,2,3,4),$$

$k^2 = \frac{\alpha_{43}\alpha_{12}}{\alpha_{13}\alpha_{42}}$, $0 < k < 1$, $\mu_0 = \frac{2}{\sqrt{\alpha_{31}\alpha_{42}}}$, k – модуль эллиптического интеграла первого рода, $\bar{\varphi}$ – амплитуда, μ_0 – параметр.

Выделим в (7) k^2 и приведем его к виду

$$w = w_{00} + \left(k^2 w_{02} + k^4 w_{04}\right) + \left(k^2 w_{12} + k^4 w_{14}\right) \cos 2\bar{\varphi} + k^4 w_{24} \cos 4\bar{\varphi}, \tag{8}$$

где:

$$w_{00}=\alpha_3,\ w_{02}=w_{12}=\frac{\alpha_{31}^2\alpha_{42}}{2\alpha_{41}\alpha_{12}},\ w_{04}=-\frac{8}{3}\frac{\alpha_{31}^3\alpha_{42}^2}{\alpha_{41}^2\alpha_{12}^2},\ w_{14}=\frac{4}{3}w_{04},\ w_{24}=\frac{w_{04}}{3}.$$

Теперь, учитывая $\rho=\frac{c^2}{\mu w}$, найдем полярный радиус

$$\rho=\rho_{00}+(k^2\rho_{02}+k^4\rho_{04})+(k^2\rho_{12}+k^4\rho_{14})\cos 2\bar{\varphi}+k^4\rho_{24}\cos 4\bar{\varphi}, \quad (9)$$

где:

$$\rho_{00}=\frac{c^2}{\mu w_{00}},\ \rho_{02}=\rho_{00}\frac{w_{02}}{w_{00}},\quad \rho_{04}=\frac{\rho_{00}}{2w_{00}^2}\left(-2w_{00}w_{04}+2w_{02}^2+4w_{02}w_{12}+w_{12}^2\right),\ \rho_{12}=-\rho_{00}\frac{w_{12}}{w_{00}},\quad \rho_{14}=-\rho_{00}\frac{w_{14}}{w_{00}},\ \rho_{24}=\frac{\rho_{00}}{2w_{00}^2}\left(-2w_{24}w_{00}+w_{12}^2\right).$$

Подставив (8) в (6), учитывая $(1-k^2sin^2\varphi)^{-1/2}$, найдем

$$\vartheta=(\vartheta_{00}+k^2\vartheta_{02}+k^4\vartheta_{04})\bar{\varphi}+(k^2\vartheta_{12}+k^4\vartheta_{14})\sin 2\bar{\varphi}+k^4\vartheta_{24}\sin 4\bar{\varphi}, \quad (10)$$

где:

$$\vartheta_{00}=\mu_0 w_{00},\ \vartheta_{02}=\mu_0\left(w_{02}+\frac{1}{4}w_{00}\right),\ \vartheta_{04}=\mu_0\left(w_{04}+\frac{1}{4}w_{02}-\frac{1}{8}w_{12}+\frac{9}{64}w_{00}\right),$$
$$\vartheta_{12}=\frac{1}{2}\mu_0\left(w_{12}-\frac{1}{4}w_{00}\right),\ \vartheta_{14}=\frac{1}{2}\mu_0\left(w_{14}-\frac{1}{4}w_{02}+\frac{1}{4}w_{12}-\frac{3}{16}w_{00}\right),$$
$$\vartheta_{24}=\frac{1}{4}\mu_0\left(w_{24}-\frac{1}{8}w_{12}+\frac{3}{64}w_{00}\right).$$

Принимая во внимания (9),(10) и (4), найдем уравнение времени:

$$t=(t_{00}+k^2t_{02}+k^4t_{04})\bar{\varphi}+(k^2t_{12}+k^4t_{14})\sin 2\bar{\varphi}+k^4t_{24}\sin 4\bar{\varphi}, \quad (11)$$

где:

$$t_{00}=\frac{\vartheta_{00}\rho_{00}^2}{C},\ t_{02}=t_{00}\left(\frac{2\rho_{02}}{\rho_{00}}+\frac{\vartheta_{02}}{\vartheta_{00}}\right),$$
$$t_{04}=\frac{t_{00}}{\rho_{00}}\left[(4\rho_{04}\rho_{00}+2\rho_{02}^2+\rho_{12}^2)\frac{1}{2\rho_{00}}+(\rho_{02}\vartheta_{02}+\rho_{12}\vartheta_{12})\frac{2}{\vartheta_{00}}\right],$$
$$t_{12}=\frac{t_{00}}{\rho_{00}}\rho_{12},\ t_{14}=\frac{t_{00}}{\rho_{00}}\left(\rho_{14}+\frac{\rho_{02}\rho_{12}}{\rho_{00}}+\frac{3\vartheta_{12}\rho_{02}}{\vartheta_{00}}\right),$$
$$t_{24}=\frac{t_{00}}{2\rho_{00}}\left(\rho_{24}+\frac{\rho_{12}^2}{4\rho_{00}}+\frac{\rho_{12}\vartheta_{12}}{\vartheta_{00}}\right).$$

Обратив (11), найдем

$$\bar{\varphi}=(\varphi_{00}+k^2\varphi_{02}+k^4\varphi_{04})t+(k^2\varphi_{12}+k^4\varphi_{14})\sin 2t+k^4\varphi_{24}\sin 4t, \quad (12)$$

где:

$$\varphi_{00}=t_{00}^{-1},\ \varphi_{02}=-t_{02}t_{00}^{-2},\ \varphi_{04}=t_{00}^{-2}(t_{00}-t_{04}),\ \varphi_{12}=-t_{00}^{-1}t_{12},$$
$$\varphi_{14}=t_{00}^{-1}(t_{00}t_{12}t_{00}^{-1}-t_{04}),\quad \varphi_{24}=t_{00}^{-1}(t_{00}^2-t_{24}).$$

Теперь приступим к интегрированию уравнения (5):

$$\frac{d^2 s}{d\vartheta^2} + \left[1 + \nu\left(\frac{3C^6}{\mu^4} w^{-4}\right)\right] s = 0 \tag{13}$$

Пусть $s \neq 0$, но $s^2 \approx 0$, тогда из (8) $w^{-4} = \alpha_3^{-4} + O(k^2)$ и $\nu k^2 \approx 0$, так как $\nu = 0(10^{-12} \div 10^{-14})$. Отбрасывая вторую слагаемую в квадратной скобке, имеем вместо (13)

$$\frac{d^2 s}{d\vartheta^2} + s = 0, \tag{14}$$

Зададим начальные условия, пусть при $\vartheta = 0$, $s = s_0$, $\dot{s} = V_{\lambda_0}$.

Решение (14) имеет вид

$$s = s_0 \cos\vartheta + V_{\lambda_0} \sin\vartheta = a\sin(\vartheta + \varepsilon), \tag{15}$$

где: $a = \sqrt{s_0^2 + V_{\lambda_0}^2}$, $tg\varepsilon = \frac{s_0}{V_{\lambda_0}}$, a – амплитуда свободных колебаний орбиты, ε – начальная фаза колебаний.

Используем, что $s = \frac{Z}{\rho}$, тогда из (15) и (9) имеем

$$\begin{aligned} Z = s\rho = a\sin(\vartheta + \varepsilon) \\ \cdot [\rho_{00} + (k^2\rho_{02} + k^4\rho_{04}) + (k^2\rho_{12} + k^4\rho_{14})\cos 2\bar{\varphi} \\ + k^4\rho_{24}\cos 4\bar{\varphi}]. \end{aligned} \tag{16}$$

В технических приложениях, как было отмечено во введении,

$$k^2 \approx O(10^{-3}), \qquad k^4 \approx O(10^{-6}),$$

следовательно, полагая $a \approx O(10^{-6})$, $a^2 \doteq 0$ тогда (16) можно переписать с точностью $O(k^4)$

$$Z = a\rho_{00}\sin(\vartheta + \varepsilon_0), \tag{17}$$

где ϑ в виду $a = O(k^4)$ будет определен из (10) как $\vartheta \doteq \vartheta_{00}\bar{\varphi} = \vartheta_{00}\varphi_{00}t = Kt$, то есть

$$Z = a\rho_{00}\sin(Kt + \varepsilon_0), \quad K = \vartheta_{00}\varphi_{00}. \tag{18}$$

Таким образом задачи Хилла найдены цилиндрические координаты пробного тела в случае эллиптического типа движения на интервале $\alpha_4 < w < \alpha_3$, как явные функции времени посредством выражений (9),(12) и (18).

Полученные решения компактны и пригодны и в случае малого наклона орбиты к основной плоскости.

Таким образом, найдены цилиндрические координаты ρ, v, z пассивно- гравитирующего тела в поле тяготения Хилла в случае малого наклона его орбиты к основной плоскости. Результаты исследований представляют собой новую промежуточную орбиту, которая может быть использована при построении точных теории движения ИСЗ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Astemessova K., Bekov A., Shinibaev M., Ussipbekova D. Translational-Rotational Motion EAS in Hill's Gravity Field//Advanced Materials Research. Vol.983(2014) pp.300-306.

[2] Шинибаев М.Д. Поступательно-вращательное движение твердого тела в стационарном и нестационарном поле тяготения Земли. – Алматы: Ғылым, 2000.- 132с.

[3] Шинибаев М.Д., Дайырбеков С.С. Новый метод интегрирования уравнений свободного движения ИСЗ. Поступательно-вращательные движения ИСЗ в стационарном и нестационарном поле тяготени я Хилла. – Palmarium academic publishing. Saarbrucken. – Deutschland, 2016. – 144с.

[4] Kolb, E.W. and M.S. Turner, 1994. The Early Universe. Westview Press, pp.1-283.

[5] Guth, A., 1998. The Inflatonary Universe. Basic, pp.1-204.

[6] M.S. Turner. 2007. Quarks and the Cosmos. Science,315:59-61.

[7] Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. - М..: Наука, 1965.- 416с.

[8] Шинибаев М.Д. Поступательное движение пассивно гравитирующего тела в центральном и нецентральном поле тяготения. – Алматы: РИО ВАК РК, 2001.- 128с.

Утенов Н.М., Жапбаров С.А., Ахметова С.Т., Шинибаев М.Д.

Орталық сынамалы дененің орбиталық қозғалысы дифференциалдық теңдеулерінің цилиндрлік координаталары

Аңдатпа. Айналмалы орбиталық қозғалысты зерттеуде Эйлер бұрышы полином түбірлеріне тәуелді коэффициенттер арқылы анықталады. Бұл коэффициенттер бірінші ретті эллиптикалық интеграл модулі арқылы өрнектеледі. Өрнектерде k^2 ретті шамалар сақталған, ал одан жоғары ретті шамалар жазылған болса, онда үлкен өрнекте жазылады. Сондықтан ондай өрнектерді қысқартудың әдістері немесе үлгілерін табу қажет болады. Мақалада көрсетілген әдіс Хилл өрісіндегі сынамалы дененің орбиталық қозғалысының шешімін жуық түрде $O(k^4)$ дәлдікте және көрнекі түрде табуға болатынын көрсетеді.

Кілтті сөздер: Хилл тартылыс өрісі, орбиталық қозғалыс, сынамалы дене, аралық орбита, эллиптикалық түрдегі орбита ауытқуы.

Utenov N.M., Zhapbarov S.A., Achmetova S.T., Shinibaev M.D.

Cylindrical coordinates of the differential equations of the orbital motion of the test body together with the center

Summary. In the study of rotational orbital motions, Euler angles were determined by coefficients depending on the roots of the polynomial under study. These coefficients are small modules of elliptic integrals of the first kind. These angles, stored values of the order k^2, as the preservation of other members leads to unwieldy results. Therefore, a method or rule is required that simplifies solutions in angular variables. The method enables to obtain an approximate solution of the problem of orbital movement of the test body in conjunction with the center of mass in the gravitational field of the hill, as explicit functions of time with an accuracy of order $O(k^4)$, where k is the modulus of the elliptic integral of the 1st kind.

Key words: gravitational Field hill, the orbital motion of a test body, the intermediate orbit, the inclination of the orbit of elliptic type.

ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.777

Т.С. Макаев, А.Ф. Чекимбаев, А.З. Исагулов, М.К. Ибатов, Д.А. Исагулова.
(Карагандинский государственный технический университет,
филиал РГП «НЦ КПМС РК» ХМИ им. Ж.Абишева, г. Караганда, Республика Казахстан)
isagulova_diana@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛИСТОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КУУ-ЧЕКИНСКОЕ» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВЫПЛАВКЕ СПЛАВА ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены высокозольные угли, которые используются в качестве основного сырья для производства комплексного сплава. Одним из перспективных и потенциальных источников углистого сырья являются высокозольные угли месторождения «Куу-Чекинское», расположенное наиболее близко к площадке, намеченной для строительства Карагандинского завода комплексных сплавов.

Результаты измерений показывают, что в интервале температур 700-1000°С высокозольный уголь месторождения «Куу-Чекинское» обладает достаточными значениями электросопротивления сходными со сравнительными образцами борлинских и экибастузских высокозольных углей.

Ключевые слова: ферросиликоалюминий, высокозольные угли, электросопротивление, месторождение «Куу-Чекинское»

Для производства комплексного сплава ферросиликоалюминий в качестве основного сырья используются высокозольные угли. Основными требованиями к углистому сырью являются – достаточность углерода для прохождения восстановительных процессов, содержание в зольной части суммы оксидов кремния и алюминия не менее 90% и низкое содержание плавких компонентов и фосфора. Немаловажным является близость расположения сырьевого источника.

Одним из перспективных и потенциальных источников углистого сырья являются высокозольные угли месторождения «Куу-Чекинское», расположенное наиболее близко к площадке, намеченной для строительства Карагандинского завода комплексных сплавов (ТОО «КЗКС»).

Углистое сырье угольного месторождения «Куу-Чекинское» не исследовалось в качестве сырья для выплавки ФСА, поэтому это направление является интересным и актуальным.

Месторождение находится в 50 км от города Караганды и связано с железнодорожной веткой с магистралью Астана-Караганда. Вблизи месторождения проходит автомобильная дорога Караганда-Павлодар.

Оценка запасов угля по данным 1968 года составляет 176 млн. тонн балансовых и 501 млн. тонн забалансовых запасов [1-4].

Стратиграфия отложений месторождения «Куу-Чекинское» подразделены на три свиты – аккудукская, ашлярикская и карагандинская. Продуктивными являются верхняя карагандинская свита и нижележащая ашлярикская свита.

Нижняя часть ашлярикской свиты безугольная, верхняя угленосная мощностью до 200 метров сложена темно-серыми мелкозернистыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Угольная часть представлена восьми угольными пластами $a_7 – a_1$ (снизу вверх).

Карагандинская свита представлена нижней подсвитой мощностью 180 метров и содержит основные промышленные угольные пласты, разделенные темно-серыми песчаниками и алевролитами. Аргиллиты встречаются редко и приурочены к кровле и почве угольных пластов [5,7,11].

Угли месторождения относятся к каменным, гумусовым разновидностям со значительной степенью минерализации [6-12]. В зольной части преобладают каолинит и другие разновидности глинистых веществ. В незначительных количествах содержатся кальцит и сидерит. Отдельные

минералы, такие как зерна кварца, пирит, минералы группы анатаз-брукита составляют не более 1% от общей массы золы.

Угли месторождения практически сходны по составу. Отмечается сходность состава зольной части углей со средней зольностью 30-40%, так и с зольностью 45% и более. Содержание общей серы в углях 0,34-1,0%, в частности сульфидной серы не более 0,01%. Содержание фосфора относительно низкое и колеблется от 0,01% до 0,04%.

Угли характеризуются относительно повышенным содержанием летучих компонентов – 22-24%, что характерно для углей товарного качества зольностью 43-47%. С увеличением зольности количество летучих компонентов монотонно снижается до 18-20%.

В соответствии с расчетными данными для выплавки ферросиликоалюминия с содержанием алюминия не менее 15% требуются высокозольные угли с содержанием оксида алюминия не менее 28%. При этом соотношение минеральной части к углероду должно быть не более 2 в расчете на сухую массу. В таблице 1 представлены химические составы золы углей, характерные для пластов карагандинской и ашлярикской свиты.

Таблица 1. **Химический состав золы углей**

Пласты	Химический состав золы, %						
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	P_2O_5
$к_1 – к_{10}$	60-65	26-31	2,5-4,5	0,6-2,0	0,5-1,0	0,7-1,0	0,01-0,04
$а_1 – а_7$	54-60	28-34	2,5-5,0	1,0-4,0	0,5-1,5	0,8-1,2	0,01-0,04

Как видно из данных таблицы 1 состав золы для различных пластов практически сходен. Отмечается незначительное повышение содержания оксида алюминия для угленосных пластов ашлярикской свиты и соответственно снижение диоксида кремния с 60-65% до 54-60%. Поэтому одним из важных и чувствительных факторов при выборе углистого сырья для выплавки ферросиликоалюминия будет являться соотношение зольной и углеродистой частей.

При среднем содержании летучих компонентов около 20% и влажности до 4% зольность используемого углистого сырья не должна быть менее 52% (на сухую массу) при выплавке сплава с содержанием кремния 55-58% и алюминия 14-15%. Для выплавки сплава с содержанием 52-55% кремния и не менее 17,5% алюминия потребуется углистое сырье зольностью не менее 54% (на сухую массу) при вышеназванных прочих условиях.

Соответственно представленные зависимости будут адекватными только в случае нормального хода процесса выплавки ферросиликоалюминия и извлечении кремния и алюминия не менее 80% и 77% соответственно.

Выплавка сплава ферросиликоалюминий характеризуется большой энергоемкостью и высокой температурой необходимой для прохождения восстановительных реакций с образованием кремния и алюминия. Температура в реакционной зоне ванны электропечей находятся в прямой зависимости от температуры плавления и электрического сопротивления шихтовых материалов. При этом определяющим является значения электрического сопротивления шихты в верхних горизонтах, оказывающее влияние на глубину посадки электродов. Глубокая посадка электродов приводит к более высокой концентрации тепловой мощности в нижних горизонтах печи, стабилизирует ход процесса восстановления и уменьшает удельный расход электроэнергии.

Поэтому такие характеристики углистого сырья, как электросопротивление и спекаемость, являются также одними из важных свойств.

Экспериментальное измерение электросопротивления и спекаемости опытной пробы высокозольного угля месторождения «Куу-Чекинское» зольностью 46% проводили в сравнении с ранее тестированными образцами высокозольных углей месторождений «Борлы» и «Экибастуз» с аналогичной зольностью 45-50%.

Исследования осуществлялись в лабораторной высокотемпературной установке по измерению электросопротивления, описанной в источнике [2,13-16].

В качестве контактных измерителей использовали графитовые электроды диаметром 20 мм, давление на столб шихты – 0,02-0,04 МПа, крупность материала 1-5 мм, высота слоя материала – 60-80 мм.

Изменения удельного электросопротивления и усадки шихты фиксировали через 100ºС при скорости нагрева 15ºС в минуту. Результаты измерений представлены на рисунке 1.

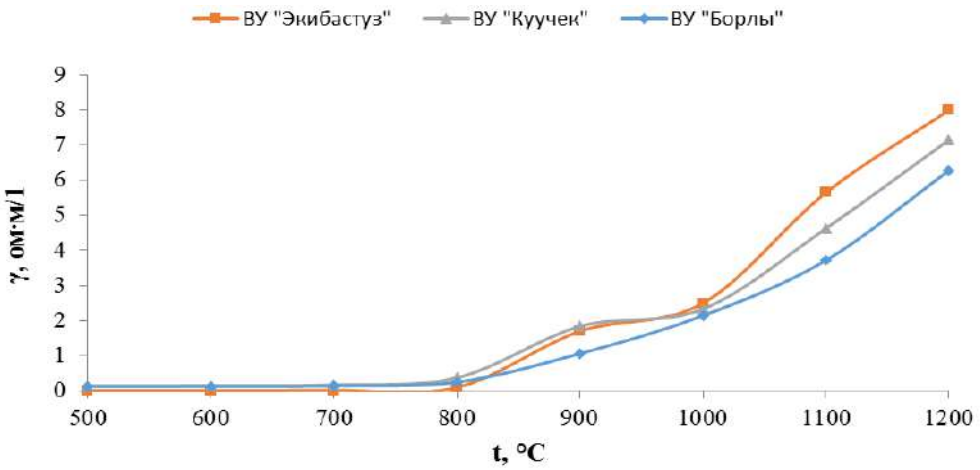


Рис. 1. Изменение электропроводности в зависимости от температуры для высокозольных углей месторождений «Борлы», «Куу-Чекинское» и «Экибастуз»

Результаты измерений, представленные на рисунке 1, показывают, что в интервале температур 700-1000°С высокозольный уголь месторождения «Куу-Чекинское» обладает достаточными значениями электросопротивления сходными со сравнительными образцами борлинских и экибастузских высокозольных углей. Данное показывает на возможность стабильного хода процесса выплавки ферросиликоалюминия с достаточной глубиной посадки электродов в шихте и гарантируемым выделением тепловой энергии в реакционной зоне ванны руднотермической электропечи. Отмечается незначительное спекание исследованной опытной пробы угля в отличие от экибастузского и борлинского высокозольных углей. Это показывает на возможность удовлетворительной газопроницаемости шихты на колошнике ванны электропечи и исключению локальных высокотемпературных газовых прорывов, посредством которых происходят потери кремния и алюминия в газовую фазу.

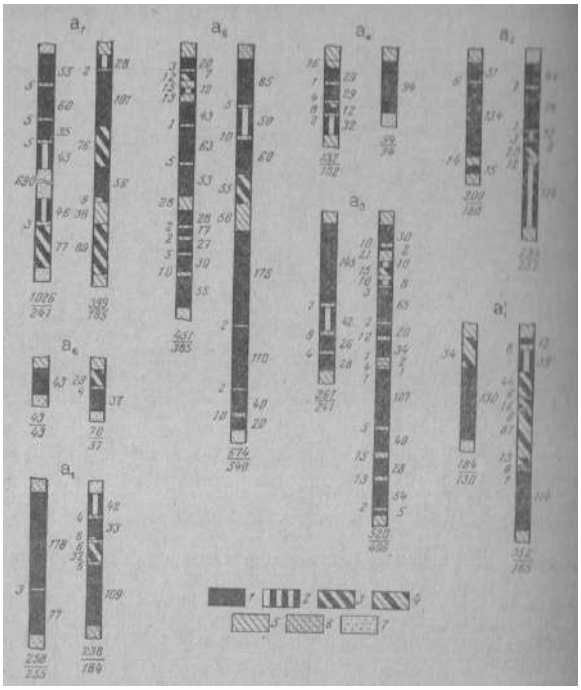


Рис. 2. Строение угольных пластов ашлярикской свиты месторождения «Куу-Чекинское» (числитель – общая мощность пласта, знаменатель мощность угольной массы, см).
1- уголь, 2- уголь зольный (A^c = 45-50%), 3 – углистые аргиллиты, 4 – слабоуглистые аргиллиты, 5 – аргиллиты, 6 – алевролиты, 7 – песчаники, [1].

На рисунке 2 представлен стратиграфический разрез ашлярикской свиты, где отмечены расположение и мощности угольных пластов. Отмечается наличие пластов высокозольных углей и углистых аргиллитов, являющихся потенциальным сырьем для выплавки ферросиликоалюминия. В частности повышенное содержание высокозольного углистого сырья залегает в верхних пластах a_1 и a_2 ашлярикской свиты. Общая фактическая угленосность данной свиты составляет 14,7 млн. т/км^2. Это показывает на достаточность запасов углистого сырья, пригодного для выплавки марочных сортов ферросиликоалюминия на месторождении «Куу-Чекинское».

Таким образом, проведенный анализ угольного месторождения «Куу-Чекинское» показал на достаточность запасов высокозольных разновидностей углей, имеющих требуемые физические свойства и химический состав, что наряду с близостью расположения к площадке Карагандинского завода комплексных сплавов характеризует их как потенциальное сырье для выплавки ферросиликоалюминия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Том 5. Угольные бассейны и месторождения Казахстана. Книга 1. Бассейны и месторождения палеозойского возраста. - М., «Недра», 1973. - 720 с.

[2] Чекимбаев А.Ф. Совершенствование технологии выплавки ферросиликоалюминия с применением новых видов углистого сырья. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук, Караганды, 2010 г. – 114 с.

[3] Исабаев С.М., Кузгибекова Х.М., Жинова Е.В. Определение физико-химических закономерностей селекции углистых веществ при переработке арсенопиритного концентрата// Международный научно-исследовательский журнал. - 2013. - № 8-2 (15). - С. 24-27.

[4] Кост Л.А., Лебедева Л.Н., Шпирт М.Я. Влияние температуры и исходного сырья на состав продуктов термообработки углистых пород в среде азота и аргона// Химия твердого топлива. - 2009. - № 6. - С. 47-49.

[5] Валиев Ю.Я., Сафиев Х., Бобоев Х.Э., Маджидов Т.С., Раджабова Д.А. Ф изико-химический анализ минерального сырья месторождения зидды // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. - 2016. - № 2 (163). - С. 88-93.

[6] Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И., Никитин А.И. Рациональное использование отходов углеобогащения кузбасса // В сборнике: Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности Сборник трудов XIII международной научно-практической конференции. Сибирское отделение Российской академии наук; Кемеровский научный центр СО РАН; Институт угля СО РАН; Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН; Кузбасский государственный технический университет; ООО «НФ «КУЗБАСС-НИИОГР»; Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь»; под редакцией В.И. Клишина; З.Р. Исмагилова; В.Ю. Блюменштейна; Г.П. Дубинина. - 2011. - С. 397-400.

[7] 7 . Кольба А.В., Третьяков С.В., Загородний Д.А. Ферросиликоалюминий - выгодный ферросплав // Сталь. - 2008. - № 8. - С. 71.

[8] Белов Б.Ф., Троцан А.И., Паренчук И.В. Классификация и оптимизация сплавов ферросиликоалюминиядля раскисления стали // Черная металлургия. - 2013. - № 12 (1368). - С. 24.

[9] Жарков А.С., Дочилов Е.А., Петров Е.А., Соколова Т.В., Удовиченко В.П., Скороденко Н.М. Оценка эффективности применения ферросиликоалюминия в составе детонита-м // Взрывное дело. - 2010. - Т. 104-61. - С. 183-187.

[10] Тен Э.Б., Лихолобов Е.Ю. Повышение качества отливок из стали 110г13л обработкой в ковше ферросиликоалюминием и титаном // Литейщик России. - 2010. - № 10. - С. 18-20.

[11] Нурумгалиев А.Х., Арбузов В.А., Нурымов Ж.Д. К вопросу о комплексной переработке сланцев шубаркольского месторождения // Наука и Мир. - 2014. - Т. 1. - № 5 (9). - С. 123-126.

[12] Букин А.В., Серегин А.Н. Разработка технологии выплавки ферросиликоалюминия из некондиционных бокситов и глиноземистых отходов металлургии и электроэнергетики // Проблемы черной металлургии и материаловедения. - 2014. - № 2. - С. 31-36.

[13] Букин А.В., Серегин А.Н., Шутова А.В., Ковалева И.Е. Разработка комплексной технологии получения ферросиликоалюминия и напрягающего портландцемента на основе металлургической переработки североонежских бокситов иксинского месторождения // Проблемы черной металлургии и материаловедения. - 2016. - № 3. - С. 54-61.

[14] Болгару К.А., Чухломина Л.Н., Максимов Ю.М. Исследование механизма и закономерностей азотирования комплексного ферросплава - ферросиликоалюминия в режиме свс // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. - 2016. - № 4. - С. 34-40.

[15] Шарая О.А., Варлыгин Г.А., Попов В.Р. Повышение износостойкости поршневых колец // В сборнике: ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ - АГРОПРОМЫШЛЕННОМУ ПРОИЗВОДСТВУ материалы LV международной научно-технической конференции. Секции 12-16: Применение электрической энергии в сельском хозяйстве. Физика, химия и нанотехнология. Механика и математические методы. Безопасность жизнедеятельности и техническая эксплуатация автотранспорта. Тепловодогазоснабжение сельского хозяйства. ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». - 2016. - С. - 119-124.

[16] Шарая О.А., Дахно Л.А. Упрочнение деталей сельскохозяйственной техники и инструмента путем модифицирования поверхности // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2014. - № 4 (4). - С. 14-29.

Макаев Т.С., Чекимбаев А.Ф., Исагулов А.З., Ибатов М.К., Исагулова Д.А.

Исследование характеристик углистого сырья месторождения «Куу-Чекинское» применительно к выплавке сплава ферросиликоалюминий

Түйіндеме Мақалада кешенді қорытпа өндірісі үшін негізгі шикізат болып табылатын жоғары күлді көмір қарастырылған. Кешенді қорытпалардың Қарағанды зауытының құрылысына арналған жерге жақын «Қу-Шоқы» кен орнының жоғары күлді көмірі ең перспективті және потенциалды қайнар көзі болып табылады.

Зерттеу нәтижелері 700-1000°С температура арасында «Қу-Шоқы» кен орнының жоғары күлді көмірінің басқа борлы және екібастұз көмірлерімен салыстырғанда электркедергісі жоғары болатынын көрсетеді.

Түйін сөздер ферросиликоалюминий, жоғары күлді көмір, электркедергі, «Қу-Шоқы» кен орыны

Makaev T.S., Chekimbaev A.F., Isagulov A.Z., Ibatov M.K., Isagulova D.A.

Исследование характеристик углистого сырья месторождения «Куу-Чекинское» применительно к выплавке сплава ферросиликоалюминий

Summary In the article high-ash coals are considered, which are used as the main raw material for the production of a complex alloy. One of the promising and potential sources of carbonaceous raw materials are the high-ash coals of the Ku-Chekinskoye deposit located closest to the site planned for the construction of the Karaganda complex alloy plant.

The results of the measurements show that in the temperature range of 700-1000 ° C the high-ash coal of the Ku-Chekinskoye deposit has sufficient electrical resistance values similar to the comparative samples of Borlin and Ekibastuz high-ash coals.

Key words ferrosilicoaluminum, high-ash coals, electrical resistivity, the Ku-Chekinskoye deposit

UDC 541.183/49+544.726

N.A. Bektenov, E.E. Ergozhin, K.M. Kalmuratova, A.K. Baidullaeva, K.A.Sadykov, S.B.Ryspaeva.
(Institute of Chemical Sciences named after A.B.Bekturov" JSC, Almaty, Kazakhstan
Kazakh National Research Technical University after K.I.Satpaev
ainasha.kz@list.ru, bekten_1954@mail.ru)

PERSPECTIVE COMPLEXING IONITES: SYNTHESIS, PROPERTIES AND APPLICATION

Abstract. The analysis of the state of publications of recent years describing the preparation, physico-chemical properties, sorption properties and the use of complexing (chelating) ion exchangers is carried out.

Keywords: complexing ion-exchange resins, chelate, chelate resin, chelating sorbents, copolymerization, ion exchange, sorbent.

With the development of science researchers more pay attention to the creation of new ion-exchange materials with improved properties. Their structure based on the available reactive monomers and oligomers, which containing an active complexion functional group. In this regard, intensive studies have been conducted in the field of synthesis of complexion (chelating) ion exchanges and their applications.

Constantly expanding the field of use and synthesis of ion exchangers are: desalination of salted waters, wastewater treatment industry and food products, production of amino acids, proteins, nucleic acids, purification of antibiotics, hormones, sorption, separation and concentration of metal ions in hydrometallurgy, electrochemical technology, etc.

Chelating sorbents or the terms "chelate resin," "chelating ion exchangers" have been known for a long time. The desire to synthesize the ion exchangers having a high selectivity to specific ions has led to the emergence of a number of polymer sorbents, that containing specific groups, groups of atoms characteristic for individual ions. We used a variety of techniques that allow us to fix of the group of atoms of molecules of the organic reagent to the polymer matrix, which properties were well known from the practice of analytical chemistry.

Chelate, chelate (from the Latin. chelate -claw) or cyclic complex compounds — clawlike complex compounds, formed by the interaction of metal ions with polydentate (have several donor centers) ligands.

The chelates contain a central ion (particle) — complexion and coordinated ligands around them. The inner sphere chelate consists of cyclic groups, including the complexing agent.

Chelates are used in chemistry for the separation, concentration and analytical determination of various elements.

These includes crosslinked polymers with three-dimensional structure possessing simultaneously complexion or ion-exchange and complexing properties due to the presence of functional-analytical groups included in the polymer. Fixing the group of atoms or molecules of the organic reagent on the polymer matrix, which properties are well known, possibly to obtain sorbents with high selectivity.

An important difference of chelating polymer sorbents from other types of sorbents is the presence in the matrix reactive groups. This groups capable to reacting with the solution of metal. As a result, formed chelate complexes. These groups can be put into polymer matrix by chemical reactions, or they are formed during the synthesis of the polymer sorbent.

Complexion properties of the polymeric sorbents depends on many factors: the nature of the matrix and functional groups, the degree of homogeneity and spatial arrangement of the groups, the presence of other functional groups. In this regard, the mechanism of interaction of sorbents in many cases rather complicated and remain unclear. Can be roughly defined chelating sorbents like organic polymeric compounds containing groups which, in accordance with the chemical nature of the active groups and their geometry and coordination capabilities can form chelate complexes upon interaction with metal ions in the solution.

A feature of chelating sorbents is their selectivity in the interaction with metal ions in the solution. This is determined mainly by the nature of the reactive groups contained in the polymer. If these groups are capable of coordinating the interaction with metal ions, so in sorption can be formation of complexes in the polymer phase due to coordination [1-2].

Currently scientist used various compounds for the synthesis polymer matrix of chelating sorbents: polymers of linear and spatial structure, obtained by polycondensation and polymerization, natural organic polymers, synthetic fiber and other compounds. Recently, as polymer matrixes are increasingly using cellulose, copolymers of styrene and divinylbenzene, methyl methacrylate, acrylonitrile and other polymers.

The selectivity of chelating sorbents are mainly determined by the nature of the chelating groups contained in them. In addition, the selectivity of sorption depends on the conditions of adsorption: the pH of the solution, concentration and state of compounds in solution, the presence of complexing agents and background electrolyte. Often we used them for the selective concentration and separation of elements on the stages of the analysis. Also chelating sorbents are used for fine cleaning solutions such as acids, alkali and salts of various metals[2-3].

Properties of chelating sorbents:

1) Acid – base properties
2) Complexing properties
3) Selective properties
4) Kinetic properties
5) Chemical and mechanical stability and regenerative properties
6) Analytical properties:

a) selective condensation
b) separation of elements

7) sorption properties, etc[4].

Chelating sorbents along with groups capable of reacting with the other metal to form the chelate cycles, usually contain other ionogenic groups. Therefore, the full sorption capacity depends on the amount and sorption capacity of all functional groups.

For chelating sorbents the main important characteristic is the sorption capacity, caused by the interaction of metal with the chelating groups of the sorbent, which determine its selective properties. Therefore, to characterize the sorption capacity of chelating sorbents to we determine the sorption capacity in those conditions in which the sorbent interacts with the metal due to the chelating groups. For example, for the characterization of sorbents oxygenology and other groups use the value of the sorption capacity of these sorbents for ion Cu(Il). To characterize the sorption capacity of chelating adsorbents with hydrazide groups we should determine the sorption capacity for zinc in the presence of calcium salts[5].

As the analysis of the literature shows, most of the work in the field of research polymer chelating sorbents oriented to the solution of a practical task or learning two or three items with sorbents of the heterogeneous structure of functional-analytic groups. They does not provide a systematic approach to establish patterns and factors influencing the properties of the sorbent, polyhalite and sorption process.

As applied to polymeric chelating-forming sorbents elaborated a single logical system of forecasting the most important analytical parameters of the sorbents, their polymeric chelates, the process of chemisorption based on the correlations, establishing a quantitative link between the physic-chemical properties, the ability of ions to either hydrolyzed elements and analytical dimensions of the process of chemisorption. System was developed based on the bilateral correlations as well, with properties of sorbents and the properties of the elements. This system allows to quantitatively predict the most important analytical parameters of sorbents, the process of chemisorption of trace elements, targeted selection, synthesis and use of an effective polymeric chelating sorbents with desired properties a priori [6].

Synthesized chelate-containing chromatographic sorbents with grafted layers of nickel - malonic and acetoacetic esters by the method of sequential assembly on the surface of the carrier through the chlorination stage of silica gel. Investigated their structural and chromatographic characteristics of physico-chemical methods. It is shown that these sorbents can be used in gas chromatography for the separation of light olefin, aromatic, saturated hydrocarbons and alcohols, aldehydes and ketones[7].

The author of the work [8] created a new chelate-containing sorbents with a wide range of properties in area chromatographic separation and sorption concentration of solid-phase organic nucleophilic substances. There were developed conditions for obtaining chelate-containing sorption materials for gas chromatography, solid-phase extraction and sorption concentration. Studied the process of modifying a polymeric phases of different nature of the metal complexes. It is established that the modification of polymers, chelates metals leads to the formation of stable structures in the range of 30-40 % by weight of chelate of the metal. Fragments of this structure are macrochelate, which coordinate with each other via the metal atom.

Modern foreign studies [9] focused on the synthesis of new complex-containing sorbents with the use of unconventional metal-containing compounds, which include liquid crystals based on complex compounds, the various macrocycles cryptands, 25 - cyclodextrins, crown ethers with internal ion, β, fullerenes, metal. Existing sorbents are different from each other with complicated, heat and high cost, instability, operating temperature limit 1100C. However, obtained with their help components have even higher value.

One of the unique property of chelate-containing sorbents is the dependence of the sorption characteristics of the material from the method of formation of surface layers of metal complexes and modification of stationary phases. Fixation of the modifier on the surface of the carrier is carried out through physical or chemical interactions. The latter are preferable because it can achieve significantly greater stability of the resulting materials to various environmental influences. In the case of the physical method of modifying the carrier or cover a certain amount of the liquid phase, or create a surface layer of a solid body by adhesion or adsorption from solutions of already prepared compounds [10].

The most promising area in the field of improving the selectivity of the sorption processes is a synthesis of polymeric chelating sorbents (PHS), characterized by high efficiency, selectivity, and cost effectiveness.

Carried out a systematic study of the physico-chemical and analytical properties of a new class of chelating sorbents, substituted polystyrene-(azo-)>-3,4-dihydroxybenzene and sorption process. The studied sorbents were quantified (11=98-100%) absorb these elements at intervals of acidity: 0.5 M HC1 - pH = 4.2 V for 30-120 minutes at room (20±2°C) temperature. The values of sorption capacity of the sorbents at optimum conditions of sorption on the investigated elements was 4.7 and 6.9 mg/g for titanium, 3,7-6,2 mg/g for zirconium, 5.3 to 6.6 mg/g for thorium[11].

By immobilizing various carriers (silica gel, white soot, macroporous glass, aluminium oxide) and direct synthesis (hydrolytic polycondensation tetraalkoxysilane with g-aminopropyltriethoxysilane) received a number of aminopropionic sorbents. Subsequent reaction with acrylic acid obtained sorbents with functional groups of b -alanine. It is shown that the sorbents containing b-alanine have higher selective sorption of ions Cu2+, than sorbents with amino groups[12].

By the method of polymer-analogous transformations we synthesized three types of chelating sorbents: carboxymethylaminomethyl (SOR - bent I) based on linear polystyrene, carbon - dietilaminoetoksietanol (sorbent II) based on copolymer of styrene and divinylbenzene (2% DVB) and carboxyethylpyrrole (sorbent III). The study of acid-base properties of synthesized sorbents was done by the method of potentiometric titration. It was established that these sorbents can be used for separation and concentration of ions of transition metals, such as copper(II), nickel(II), cobalt(II) and zinc(II) from natural waters and wastewaters[13].

For the concentrating sorption of precious metals prefer to use copolymers, which contains in macromolecules of nitrogen, oxygen and sulfur atoms. On the properties of the sorbents influenced not only functional groups having the specified atoms, also crosslinking agents that provide a certain structure of

macromolecules, their chemical and thermal stability. In the static mode was studied the sorption properties of complexing copolymers: 1-vinyl-1,2,4-triazole with acrylic acid (C1), acrylonitrile (C2) (Fig. 1, tab. 1) in relation to the silver cation and the anionic chloride complexes of silver, gold (3+), platinum (4+), palladium (2+). A complex of studies showed that the obtained copolymers are very effective sorbents of precious metals[14].

Synthesized a new class of polymer chelating sorbents based on polystyrene and substituted pyrocatechol having substituents of different nature in the structure (NH2, H, Sh, SO3H, NO2). Established correlation pK, pH, sorption of chelates with the aim of studying the regularities of the influence of structural features and acid-base properties of functional-analytical groups of sorbents on the parameters of chemical sorption of titanium and zirconium [15].

Among the chelating-forming ion exchangers, phosphoric acid cation exchangers favorably differ such practically important properties as a sufficiently high exchange capacity, thermal and radiation resistance, the mechanical strength of the polymer matrix, increased selectivity for many metal ions.

Thanks to these characteristics they found wide application for the separation and concentration of ions in hydrometallurgy, nuclear technology. They, obviously, will acquire great practical significance in the new fields of science and technology [16].

The authors studied sorption of uranium ions from nitric acid solutions containing different amounts of HNO3, sulfonic cationite KU-2x8, phosphate by cation-exchange KFP-12 and aminoheterocycles impolite. The IR spectra shows the formation of polymer complexes. The ion-coordination mechanism of the sorption of uranium ions by the cation exchanger KFP-12 is clearly manifested, it is also possible sorption of uranium ions in the singly charged nitrate complex ion. The obtained isotherms of extraction of uranium ions by the cation-exchange KFP-12 have a convex shape with a steep rise in the region of low concentration, which is favorable for the sorption of raffinate solutions. Nitrogen phosphorus-containing polyampholytes also have a high ability to adsorb uranium from nitric acid solutions. The highest exchange capacity have polyampholytes based on the polyacrylate ANKF-80 and ANKF-80 [17].

In this work was studied the possibility of using polymeric chelating sorbents for quantitative extraction of ions of beryllium and strontium from objects of different composition. The distribution curves of the equilibrium forms of sorbents studied are plotted as a function of depending on the pH. It was established the prospects of using the studied group of ion-exchangers for group and individual extraction of beryllium and strontium from environmental objects [18].

Researched and studied the inhibiting effect of phosphorus-containing complexons and complexonates on a metal [19].

Studied acid-base properties of new polymeric chelating sorbents with functional groups of iminodipropylamine acid, calculated their constant acid-base dissociation, the influence of the polymer matrix on the acid-base properties of sorbents in comparison with low-molecular structural analogs. Determined the optimal conditions for the selective extraction of ions of copper (II) and group of ions of copper (II), nickel (II), cobalt (II) and zinc(II) from aqueous solutions by a new chelating sorbents based on synthetic polymer matrices of organic nature with functional groups iminodipropylamine acid [20].

As a result of the research, there was developed new ways of obtaining chelating agents more ecologically safe and biologically active, derived from succinic acid. These methods allow us to avoid pollution of the environment. Also they are eco-friendly and cost-effective. The project is aimed at replacing traditional chelators, dangerously accumulate in the environment, to the more ecologically safe complexones in all spheres of their application. The difference between the proposed chelators from a traditional is that they decompose in the soil and under the action of sunlight, whereas the standard chelating agents remain in the soil, than cause environmental pollution [21].

To ensure environmental safety, i.e. to reduce or prevent pollution of water basins, should be carried out pre-treatment of liquid effluent. The solution to this problem can be achieved by the cleanup activities using ion-exchange and chelating sorbents [22].

Thermogravimetric analysis of the modified sorbents is carried out, the conditions of sorption of heavy metal ions on of modified sorbent are investigated. The kinetics of sorption of copper, zinc and cadmium by complexing polymeric sorbent is studied [23].

Results of investigation [24] of Cu (II), Co (II) and Ni (II) chelating resins (CR) bearing iminodiacetate (IDA) ligands are presented. CR-metal complexes were characterized by FT-IR spectroscopy, X-ray diffraction (XRD), thermal behavior (TG and DTG) under nitrogen and electron paramagnetic resonance (EPR). Spectra of FT-IR complexes of CR-metal showed the characteristic CR bands were still present, but reddened after the metal complexation, and new bands assigned to the Me-N bonds were noted. Thermal behavior of metal-CR-complexes support complexation of metals, complexation of metals, leading to a decrease in the thermal stability of CR, the

lowest thermal stability was found when the largest amount of Cu (II) was loaded.

The study showed that the conditions of sorption equilibrium of copper, zinc, cadmium and lead ions with the help of chelating resins Diaion CR 11, Dowex M 4195 and Duolite C 467, depending on the degree of neutralization of their ionogenic groups, acidity of the medium and concentration of solutions; the corresponding equations expressing sorption isotherms are proposed. The kinetics of these processes have been studied; Thermodynamic quantities are calculated on the basis of equilibrium and kinetic parameters. It is shown that, under the selected conditions, the selectivity is controlled by the enthalpy coefficient with calorization and a decrease in entropy [25].

The process of sorption of elements of the titanium and thorium subgroups by chemically modified silica has been studied and the possibility of their use for concentrating micro quantities of these elements and for efficient separation has been demonstrated, and in the development of methods for concentrating and separating these elements in industrial and natural objects [26].

A new chelating-forming ion exchanger was synthesized on the basis of a copolymer of styrene, divinylbenzene and guaran with hydroxyxate 5 aminosalicylic acid. The physico-chemical and sorption properties of these ion exchangers have been studied. Based on the above studies, the hydroxy-group derivative of guarana is more selective than the gasoline copolymer [27].

A brief review of chelating resins is presented. Illustrative examples are shown as regeneration with complexation, iminodiacetate resins: mercury, amidoxime resins: uranium from sea waters, oligoamine resins, kinetics [28].

As a result of the potentiometric study, the acid-base properties of functional-analytical groups of polymeric chelating sorbents - with the ions Cu (II), Co (II), Ni (II), U (VI), Th (IV), Ce (III) and Sr (II) quantitative correlations between the pK q functional-analytical groups of sorbents and lg of their polychelate are established. The established correlations allow to carry out the forecast of physicochemical parameters of PCC and the process of chemisorption, directed synthesis, choice and application of complex-forming sorbents [29].

The results [30] of the investigation of chelating Diaion CR11 ion exchange resins in the form of hydrogen are presented, and the absorption of trivalent chromium, copper and iron from synthetic and industrial products is determined. Equilibrium isotherms have shown that the resin has a stronger dependence on Cu (II) and Fe (II) ions than Cr (III).

In conclusion, in this article was considered raw materials for the synthesis of complexing sorbents, their methods of preparation, physical-chemical and sorption properties in relation to ions of different (heavy and radioactive) metals, and their application in a various of technological processes.

REFERENCES

[1] Ergozhin E.E., Bektenov N.A., Kalmuratova K.M., Abdralieva G.E., Sadykov K.A. Synthesis, properties and application of phosphoric acid cation exchangers. // Chemical Journal of Kazakhstan, - No. 3, -2014. - P.31-35

[2] Ergozhin E.E., Akimbaeva A.M. Organomineral sorbents and polyfunctional systems based on natural aluminosilicate and coal-mineral raw materials - A: Prints, 2007, - 373 p.

[3] Ergozhin E.E., Bektenov N.A., Akimbaeva A.M. Polyelectrolytes based on glycidyl methacrylate and its copolymers. - A: EVERO, 2004. - 271 p.

[4] Saldadze K.M., Kopylova-Valova V.G. Complexing ion exchangers. - Moscow: Chemistry, 1980.-336 p.

[5] Myasoedova G.V., Savvin S.B. Chelating-forming sorbents. - Moscow 1984.-172p.

[6] Oskotskaya E.R. Polymeric chelating-forming sorbents on a polystyrene matrix in the analysis of natural and technical objects // The dissertation of the doctor of chemical sciences - Moscow, 2006. -330 p.

[7] Pakhnutova E.A., Slizhov Yu.G., Ryzhova G.L. Production of sorbents with grafted layers of chelates of acetoacetic and malonic esters for gas chromatography / Applied Chemistry and Related Areas / Polzunovskii Bulletin, No. 1. 2013. - P.179-181.

[8] Gavrilenko M.A. Concentration and separation of nucleophilic substances on sorbents modified with chelate complexes of transition metals // The dissertation of the doctor of chemical sciences. 02.00.02: -Tomsk 2015. -301 p.

[9] Kovalsky V.J. Complexation gas chromatography of aliphatic nucleophiles on capillary columns coated with a stationary phase containing chiral organic chelates of europium // Chem. Anal. 1995. - Vol. 40. – No 5. -P. 715-721.

[10] Nikitin Yu.S., Petrova R.S. Experimental methods in adsorption and molecular chromatography. - Moscow: Published by Moscow State University, 1990. -318 p.

[11] Degtyareva O.A. Investigation and application of polymeric chelating sorbents in the analysis of natural and technical objects (rocks, steels, alloys) on the content of titanium, zirconium, thorium // The dissertation of the candidate of chemical sciences. - Moscow 2011. -147p.

[12] Neudachina L.K., Eremin D.V., Skorik Yu.A., Yatluk Yu.G., Lakiza N.V. Synthesis and sorption properties of new chelating-forming sorbents with inorganic basis and b-alanine functional groups // Theses of the VII

conference "Analytics of Siberia and the Far East - 2004"

[13] Baranova N.V., Neudachina L.K. Acid-base properties of new polymeric chelating sorbents / XV International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists "Modern technics and technology". 2009. p. 13-14.

[14] 14. Shaulina L.P., Ermakova T.G., Kuznetsova N.P., Prozorova G.F. Concentration of gold ions with complexing sorbents on the basis of 1-vinyl-1,2,4-triazole // Vestnik buryatskogo gosydarstvennogo universiteta. № 3 /2014 . 24. 99-102 s.

[15] Oskotskaya E.R., Basargin N.N., Degtyreva O.A., Rozovski U.G., Konsentrirovanie titana I sirkonya polimernymi chelatoobrazyushimi sorbentami // Vserossiskaya konferensya "Chimicheski analiz veshestv i materialov". Moskva. 2000. S.185

[16] Ergozhin E.E., Begenova B.E., Polielektrolity i komplexony. – A: Prints, 2010. – 164 s.

[17] Ruchkov V.N., Norkina L. V., Sorbsya urana iz azotnokislyh rastvorov kationitami i poliamfolitami // Radiochimya. 2007. T.49. -№5. –S.442-444.

[18] Miroshnichenko O.V., Basargin N.N., Anikin V.U., Primenenie polimernyh chelatoobrazyushih sorbentov dlya konsentrirovanye Be i St // Sbornik materialov I–Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferensya "Nauka i sovremennost – 2010". Novosibirsk, 13-18 s.

[19] Stepin S.N., Kyznesova O.P., Vahin A.B., Habibrahmanov B.I., Primenenie fosforsoderzhashih komplexonov I komplexsonatov v kachestve ingibitorov korozii metallov. Vesnil Kazanskogo technologicheskogo universiteta. № 13. T15. 2012. 88-97 s.

[20] Baranova N.V., Sorbsya ionov perehodnyh metallov na chelatnyh sorbentah s funksional`nymi gruppami iminodipropionovoi kisloty. Avtoreferat diss. kand. chim. nauk. Ekaterinburg. 2013. 123 s.

[21] Kopich N.I., Nicol`ski V.M., Ispolzovanie biologicheski razlagaemyh komplexonov v kachestve ekologicheskoi alternativy klassicheskim komplexonam // Sbornik materialov III Vserosiskoi konferensi s mezhdunarodnym uchastiem. "Actual`nye voprosu chimicheskoi tehnologi I zashity okruzhaushei sredy". Novocheboksarsk, 21-22 november 2013. 94 s.

[22] Alosmanov R.M., Issledovanie sorbsi ionov rtuti fosforosoderzhashim sorbentom // Ecology and promushlennost` Russia. –2008. –№11. –S. 36-37

[23] Ataeva N.I., Tataev S.D. Concentration and determination of copper, zinc and cadmium by chelating modified sorbent // Bulletin of the Dagestan State University. 2012. Issue 1. P. 240-244

[24] Ecaterina Stela Dragan, Maria Valentina Dinu, Gabriela Lisa, Andrzej W. Trochimczuk Study on metal complexes of chelating resins bearing iminodiacetate groups // European Polymer Journal 45 (2009) 2119–2130

[25] Abbasov A.D., Jafarli M.M., Memmedova F.S., Heyderova F.F. Thermodynamic characteristics of sorption of metal-ions by ion exchangers // Bulletin of the Tomsk State University Chemistry 2016. № 1(3). P. 71-78

[26] Vertinskaya E.E. Application of chelates forming sorbents on the basis of silica in the analysis // International Scientific Readings April 20-22, 2017 Collection of scientific works Vladivostok P. 201-203.

[27] 27. Kalpa Mandal, Sameer Vyas, Swati Vyas. Synthesis of new chelating ion exchange resins derived from guaran and divinylbenzene styrene copolymer for selective adsorption of metal ions // Journal of Applied Chemistry (Sep. – Oct. 2013) Volume 5, Issue 3, P. 63-67.

[28] 28. R. J. Eldridge. Chelating ion exchange resins CSIRO Molecular Science,

[29] Clayton South, Victoria, Australia – 2000. - P. 2271-2279

[30] 29. Kichigin O.V., Basargin N.N., Rozovsky Yu.G. Correlation of the acid-base properties of polymeric chelating sorbents and the stability constants of their polyhelicates with U (VI), Th (IV), Ce (III), Cu (II), Co (II), Ni (II), Sr (II) // Electronic Scientific Journal of the Kursk State University -2006. - № 1. P. 6-11.

[31] 30. Inamuddin, Mohammad Luqman. Ion Exchange Technology I. Theory and materials. Springer Dordrecht Heidelberg New York London - 2012. - 561 p.

Н.А. Бектенов, Е.Е. Ергожин, К.М. Калмуратова, А.К. Байдуллаева,К.А. Садыков, С.Б. Рыспаева

Перспективные комплексообразующие иониты: синтез, свойства и применение

Резюме. Проведен анализ публикаций последних лет, описывающих получение, физико-химические свойства, сорбционные свойства и применение комплексообразующих (хелатообразующих) ионитов.

Ключевые слова: комплексообразующие иониты, хелат, хелатные смолы, хелатотобразующие сорбенты, сополимеризация, ионный обмен, сорбент.

Н.А. Бектенов, Е.Е. Ергожин, К.М. Калмуратова, А.К. Байдуллаева, К.А. Садыков, С.Б. Рыспаева,

Перспективті комплекстүзуші иониттер: синтезі, қасиеттері және олардың қолданылуы

Түйіндеме. Соңғы жылдардағы жарияланымдарға талдау жасай отырып, комплекстүзуші (хелаттүзуші) иониттердің алынуы, физико-химиялық қасиеттері, сорбциялық қасиеттері мен олардың қолданылуы қарастырылды.

Тірек сөздер: комплекстүзуші иониттер, хелат, хелатты шәйірлер, хелаттүзуші сорбенттер, сополимерлену, ион алмасу, сорбент.

УДК 661.824 + 661.846

K.H. Mashtakova, Zh.K. Akhmadiyarova
(Master students of Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan mashtakova.kamila@mail.ru)

DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MONOPOTASSIUM PHOSPHATE FROM A MIXTURE OF MONOCALCIUM PHOSPHATE AND GYPSUM WITH A ONE-STAGE AND TWO-STAGE SEPARATION OF GYPSUM

Abstract: The possibility of monopotassium phosphate obtaining using a mixture of monocalcium phosphate and gypsum from the Karatau deposit (Republic of Kazakhstan) as a raw material by means of synthesis with the equimolar amount of potassium sulfate in an aqueous solution with followed by filtration of the resulting suspension, crystallization from the filtrate, separation and drying of the product was established. Technological calculations have been made and the technological scheme of production of water-soluble monopotassium phosphate has been developed. It has been proved that a cyclic process is feasible, after which the mother liquor, after separation of the product and the wash filtrate, is completely returned to the decomposition step as a dilution solution after washing the precipitate. The results of laboratory tests confirmed the possibility of implementing the developed technology and obtaining a product that meets the requirements of regulatory documentation. Agrochemical tests show that nutrient solutions used in capillary watering systems, when applied with full doses of monopotassium phosphate, have a positive effect both on the increase in fruit yield and on the quality of the produce. The developed technology for the production of monopotassium phosphate with a one-stage and two-stage separation of gypsum provides a high-quality product with a lower content of anhydrite compared with imported analogues.

Keyword: monopotassium phosphate, dicalcium phosphate, monocalcium phosphate, potassium sulfate, one-stage gypsum separation, two-stage gypsum separation, technology, production.

Introduction

Soils of Kazakhstan are characterized by a low level of fertility. Surveys have shown that 25% of the arable land of the Republic is characterized by a very low humus content (<2.0%), and hence nitrogen, 47% – low (2-4%), 24% average (4-6%), and only 4% – high. 70% of arable land is characterized by very low and low availability of phosphorus, 24% – medium, 3% – high. The quality of arable land can be increased with mineral fertilizers. The level of yield is directly dependent on the intensity of application of fertilizers. In the process of human economic activity, along with the harvest from the soil, nutrients are carried out, and their losses occur because of the natural processes (erosion, washing out, etc.). To preserve the fertility of soils, it is necessary to compensate for these losses by introducing appropriate amounts of nutrients in the form of fertilizers [1].

Complex fertilizers containing phosphorus and potassium are most popular among consumers, since they have a high content of nutrients and good physical, chemical and mechanical properties. The development of water-soluble fertilizer technology is an urgent problem of the chemical industry of the Republic Kazakhstan. The growing scarcity of natural resources necessitates their rational use, which, simultaneously with the need to reduce the negative impact on the environment, inevitably leads to a continuous improvement of existing and the creation of fundamentally new, more efficient technologies. This applies fully to the technological solutions being developed for the enterprises for the production of mineral fertilizers.

As a result of the existing negative balance of phosphorus and potassium, there is an urgent need to fill the deficit of these elements to preserve the fertility of soils. One of the tools to cover this deficit may be phosphorus-potassium fertilizers. In this connection, it seems expedient to carry out research to find and develop a new, if possible flexible, technology for complex granular phosphate-potassium fertilizers using available raw materials [2].

Technique of the experiments

As the initial phosphate raw materials, samples were used, which were produced by «EuroChem-Karatau» LLP. Prior to the technological studies, the average samples were analyzed by standard methods of quantitative analysis of phosphate raw materials.

According to the results of our study, the process of obtaining mono-kali phosphate includes the following stages:

– synthesis of potassium sulfate;

– filtration of the resulting suspension and washing of the precipitate to obtain a solution of monopotassium phosphate (basic filtrate), gypsum precipitate and wash filtrate;

– crystallization from the main filtrate and separation of crystals from the mother liquor;

– return the mother liquor and the wash filtrate to the decomposition step as dilution solution after the first filtration;

– drying of the product [3].

This work is devoted to the preparation of monopotassium phosphate in the laboratory, which is based on the interaction of potassium sulfate KSO_4 with monocalcium phosphate $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ to form the main substance monopotassium phosphate $K(H_2PO_4)_2$ and gypsum $CaSO_4$, which is later separated to obtain a cleaner fertilizer. The main task in the work was to study the chemistry and the conditions for obtaining the final raw materials with the minimum content of gypsum in the product. In the process of obtaining monopotassium phosphate, the selection of the optimum temperature and further filtration of gypsum from the monopotassium phosphate solution was of great importance, since these factors influence the content of gypsum in the final product. In addition to these parameters, the temperature in the process chemistry is of great importance, since it affects the solubility of gypsum in aqueous solutions. Gypsum in turn in aqueous solutions is in several forms, such as anhydrite $CaSO_4$, hemihydrate $CaSO_4 \cdot 0{,}5H_2O$ and hydrate $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Two schemes for the production of monopotassium phosphate from phosphogypsum and potassium sulfate KSO_4 were developed: 1-stage and 2-stage separation of gypsum [4].

One-stage separation of gypsum. The raw material is fed into a three-necked flask equipped with a stirrer. To heat the reaction mixture, a stirrer is used. At the same time, K2SO4 is introduced into the flask and mixed in a dry state. Ion exchange occurs. The system is heated to 120-130°C at normal atmospheric pressure for 1 hour. The temperature is monitored with a mercury thermometer. After passing this time, add water to the flask. All is stirred also 1 hour at temperature 98ºC. The suspension is then filtered through a Büchner funnel using a water jet pump into a Bunsen flask. A white tape is used as a filter. The filtered liquid overflows with glassware and enters the drying cabinet for 48 hours. The precipitate is also dried.

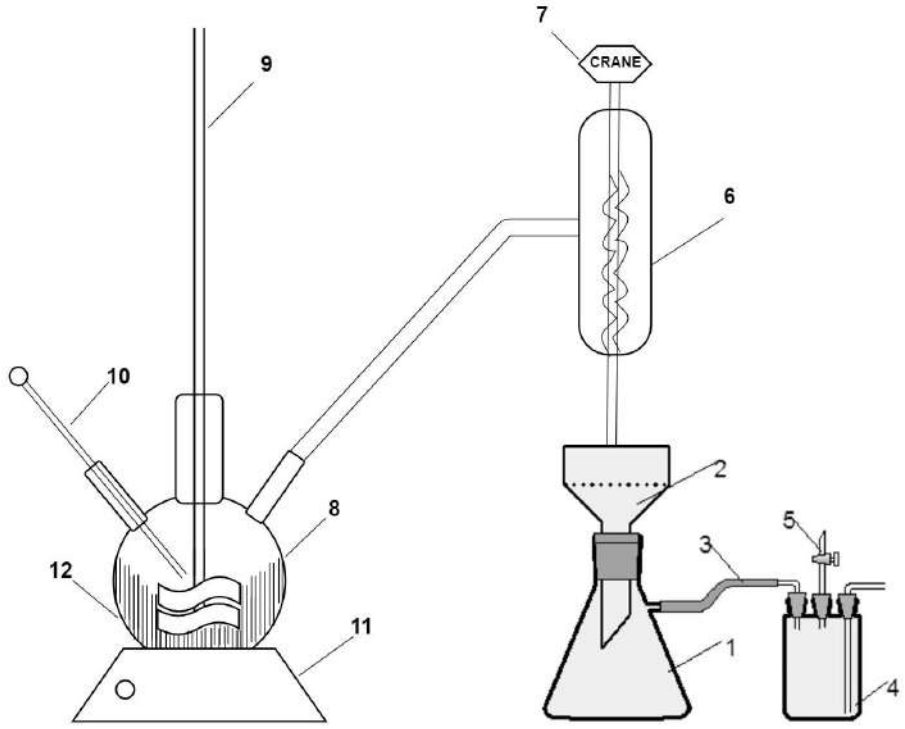
Two-stage separation of gypsum. The raw material is fed into a three-necked flask equipped with a stirrer. To heat the reaction mixture, a stirrer is used. At the same time, the flask receives water and mixes. The system is heated from 45°C to 50°C under normal atmospheric pressure for 1 hour. The temperature is monitored with a mercury thermometer. The solution is then filtered through a Buchner funnel using a water jet pump into a Bunsen flask. thus the first stage of the process passes. A white tape is used as a filter. The filtered liquid is returned to the flask and potassium sulfate is added, thereby the second stage of the process begins. That is, the mother liquor after separation of the product and the wash filtrate after washing the gypsum precipitate is sent to the decomposition stage of the raw material in the dilution solution.

In the second stage, the suspension is heated for an hour at 98°C. The suspension is then filtered through a Bunsen flask via a water jet pump through a Buchner funnel. A white tape is used as a filter. The filtered crystals, along with a filter from a Buchner funnel, are transferred to a double-folded filter paper sheet and squeezed between sheets of filter paper. The operation is repeated several times, then the crystals are transferred to the bucks. To constant mass, the substance is brought to an electric drying cabinet at a temperature of 80-100°C for 48 hours.

Reaction for both processes:

$$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + K_2SO_4 + H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O + 2KH_2PO_4$$

To speed up the filtration and to completely free the precipitate from the solution, vacuum filtration is used. For this purpose, a vacuum filtering apparatus is collected (Figure 1). It consists of a Bunsen flask, a Buchner porcelain funnel, a safety flask and a water-jet vacuum pump. In this case, soluble impurities leave the filtrate, which do not crystallize together with the main substance, since the solution was not supersaturated with respect to impurities.



1 – Bunsen flask; 2 – Buchner funnel; 3 – vacuum hose; 4 – safety bottle; 5 – air cock; 6 – water-jet pump; 7 – tap for water supply; 8 – three-necked flask; 9 – agitator; 10 – thermometer; 11 – electric tile; 12 – shirt.

Figure 1. Installation for vacuum filtration

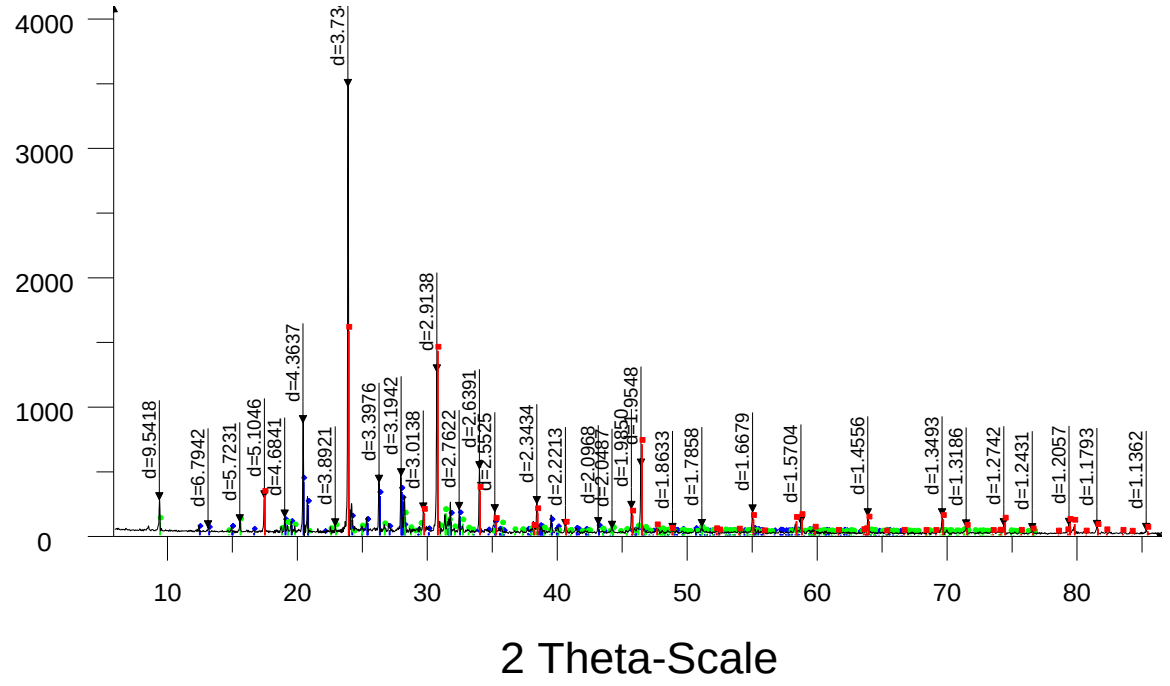
Results and discussions

As a result of the research, chemistry and the conditions for obtaining the desired product – monopotassium phosphate were studied. Also, when obtaining monopotassium phosphate, the optimum process temperature was determined for 1-stage and 2-step separation of gypsum from the product. The filtration rate of the solution of monopotassium phosphate from gypsum was determined, the type of filters for filtration was chosen, the process chemistry was studied to convert gypsum into a less soluble form in order to reduce its content in the final product. The samples obtained during the study were studied for the content of the main nutrient components in the product: the content of potassium K, digestible and total phosphate P_2O_5. As a result of the selection of optimal conditions (temperature, filtration rate), a cleaner product with a minimum gypsum content (0,2-0,5%) was obtained for the chemical process [5].

For one-stage separation the total phosphate content of P_2O_5 is 57,0%, the total potassium content is 29,20% in the obtained monopotassium phosphate and for two-stage separation the total phosphate content of P_2O_5 is 55,71%, the total potassium content is 28,38%, which indicates its high purity and allows predicting good physicochemical properties of this material. The performed X-ray phase analysis confirmed the results. Table 1 and Figure 2 show the results of the X-ray phase analysis of the obtained monopotassium phosphate with a two-stage separation of gypsum.

Table 1. **Percentage of monopotassium phosphate compounds**

Compound Name	Formula	S-Q
Potassium Hydrogen Phosphate	$K(H_2PO_4)$	50,1
Potassium Hydrogen Phosphate	$KH_5(PO_4)_2$	32,8
Syngenite, syn	$K_2Ca(SO_4)_2 \cdot (H_2O)$	17,1



● – Potassium Hydrogen Phosphate – $K(H_2PO_4)$
● – Potassium Hydrogen Phosphate – $KH_5(PO_4)_2$
● – Syngenite, syn – $K_2Ca(SO_4)_2 \cdot (H_2O)$

Figure 2. Diffractogram of monopotassium phosphate

Conclusions

The results of the performed studies were the scientific basis for the creation of an efficient technology for the production of phosphorus-containing fertilizers with a minimum content of gypsum. The possibility of using alternative raw materials for the production of monopotassium phosphate by the developed method has been experimentally investigated and technologically evaluated. Based on the studies carried out, new technological solutions have been developed and proposed for processing the decomposition product for the targeted products. The technological scheme of the process of obtaining phosphorus-potassium fertilizers is substantiated and developed. The initial data for the design of the workshop for the production of granular fertilizers was compiled and issued.

At present, a number of tests are being conducted to introduce the technology for the production of monopotassium phosphate from a mixture of MCP and gypsum with a one-stage and two-stage separation of gypsum at «EuroChem-Karatau» LLP.

REFERENCE

[1] Angelov A.I., Levin B.V., Barbashin A.A. Opportunities of the industry of phosphorus fertilizers in ensuring food security // Moscow, 2006. – 3-9 p.

[2] Korshunov V.V. The need for phosphate fertilizers has been reduced by three times, nitrogen and potassium fertilizers have been unchanged // Moscow, 2006. – 4 p.

[3] Wing J.P.E. Selecting a phosphoric acid process. Di, Hemi, & Hemi-Di Processes for New Plants & Conversions // Clearwater Beach, Florida, USA, 2008. – 23 p.

[4] Aguilar K.K. Preparation of potassium dihydrogen phosphate by the conversion method. // St. Petersburg, 2005. – 19 p.

[5] Kononov A.V. Technology of inorganic substances and mineral fertilizers. The course of lectures // Novgorod, 2007. – 237 p.

Маштакова К.Х., Ахмадиярова Ж.К.

Разработка технологии производства монокалийфосфата из смеси монокальцийфосфата и гипса с одностадийным и двухстадийным отделением гипса

Аннотация: Возможность получения монокалийфосфата получена с использованием смеси монокальцийфосфата и гипса с Каратауского месторождения (Республика Казахстан) в качестве сырья путем

синтеза с эквимолярным количеством сульфата калия в водном растворе, получаемом суспензией, кристаллизацией из фильтрата устанавливают разделение и сушку продукта. Проведены технологические расчеты и разработана технологическая схема производства водорастворимого монокалийфосфата. Доказано, что циклический процесс возможен, после чего маточный раствор после отделения продукта. Результаты лабораторных испытаний подтвердили возможность внедрения разработанной технологии и получения продукта, соответствующего требованиям нормативной документации. Агрохимические исследования показывают, что растворы питательных веществ, используемые в системах капиллярного полива при применении с полными дозами монокалийфосфата, оказывают положительное влияние как на увеличение выхода фруктов, так и на качество продукта. Разработанная технология производства монокалийфосфата с одноступенчатым и двухступенчатым разделением гипса обеспечивает высококачественный продукт с более низким содержанием ангидрита по сравнению с импортными аналогами.

Ключевое слово: монокалийфосфат, дикальцийфосфат, монокальцийфосфат, сульфат калия, одностадийное отделение гипса, двухстадийное отделение гипса, технология, производство.

Маштакова К.Х., Ахмадиярова Ж.К.

Монополиялық фосфат пен гипс қоспасынан монопоталық фосфатты өндіру технологиясын бір сатылы және екі реттік гипстен өндіру

Түйіндеме. нәтижесінде суспензия сүзу кейін су ерітіндісінде калий сульфаты эквимолярном сомасы синтез арқылы шикізат ретінде гипс қоспасы Қаратау депозитті (Қазақстан Республикасы) пайдалана отырып, monopotassium фосфат және гидролизденген тауықтық бауырының монокальций фосфат болуы, сүзінді кристалдану, өнімді бөлу және кептіру. технологиялық есептеулер жүргізілді және суда еритін monopotassium өндірісінің технологиялық схемасы әзірленді. Бұл циклдік процесс сүзінді өнім бөлу және жуу тұнба жууға кейін ерітінді ретінде ыдырау қадамға толық қайтарылады кейін аналық ерітінді, содан кейін орындалатынына дәлелденді. Зертханалық зерттеулердің нәтижелері әзірленген технологияны енгізу және нормативтік құжаттаманың талаптарына сәйкес келетін өнім алу мүмкіндігін растады. Агрохимиялық зерттеулер жеміс табыстылығын арттыру бойынша оң әсер, сондықтан өнім сапасы сияқты, monopotassium фосфат толық дозада бірге қолданған кезде коректік шешімдер капиллярлы суару жүйелерінде пайдаланылатын көрсетеді. гипс бір және екі кезеңді бөле отырып әзірленген өндірістік технология monopotassium импорт аналогтарымен салыстырғанда ангидрит төмен мазмұнмен жоғары сапалы өнім ұсынады.

Түйін сөздер: monopotassium фосфат, фосфат дикальци гидролизденген тауықтық бауырының монокальций фосфат, калий сульфаты, гипс сылағы екі кезеңді бөлу бір-қадам бөлу, технология, өндірістік.

УДК 662.199

A.K. Bissenova, Yu. V. Kazakov
(Al - Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty
bissenova12@mail.ru)

RESEARCH OF COMBUSTION PROCESSES OF THE PYROTECHNIC STRUCTURES APPLIED TO INCREASE AN OUTPUT IN OIL WELLS

Abstract. The pyrotechnic delay composition based on ammonium nitrate was developed for well treatment in order to increase oil production. Laws of the combustion process of the composition with different ratios of components are investigated.

Keyword: *bottom-hole zone*, asphalt-resin-paraffin deposits, oil production rate, delay pyrotechnic composition, gas generator, ammonium nitrate.

Introduction

Methods based on the combustion process are widely used for processing bottom-hole zone of the well. For melting of asphalt-resinous-paraffin deposits, pyrotechnic delay compositions are used, which provide an increased temperature in the processing interval for a certain time. Therefore, it is of great interest to use pyrotechnic delay compositions for cleaning oil wells. The highly heated gases released during combustion of the retarding composition, being under excessive pressure, open cracks, penetrate into pores and melt the impurities therein in the form of asphalt-resinous-paraffin deposits.

The impact of energy pyrotechnic compositions on the bottom-hole formation zone allows to increase the well flow rate by 3 -15 times for up to 2 years due to purification, increase in the size and number of pores in the bottom-hole zone of the oil-saturated reservoir [1,2].

Currently of interest are pyrotechnic delay compounds based on ammonium nitrate. This is due, first of all, to the low cost of ammonium nitrate, low sensitivity to mechanical and detonation effects and significantly lower content of harmful compounds in combustion products compared to analogues [3,4].

Experimental part

For the study of processes of combustion pyrotechnical delay compositions were chosen as the oxidizer is ammonium nitrate, a binder is epoxy resin, an inhibitor is starch, *combustibles* are magnesium and smokeless powder.

The compositions were prepared at 10 gramm and weighed on electronic scales «ELB 300» and mixed until a thick mixture was formed and at T = 50 °C dried in furnace during 2 hours, then at room temperature during 24 hours, resulting in a solid composition.

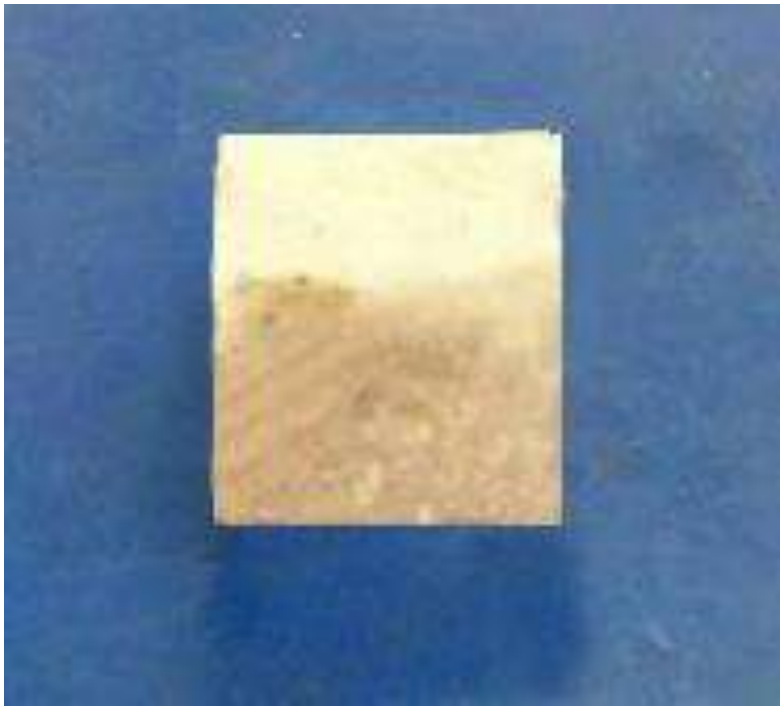


Figure 1. The finished composition

For experimental studies samples of delay compositions were pressed in the form of a cube with a height of 1 cm.

Combustion was initiated from the top of the sample with the initiating composition 50% of magnesium and 50% of smokeless powder. Combustion of the composition was studied in the combustion reactor at atmospheric pressure. The combustion temperature was determined using an optical pyrometer. The burning time was determined by the stopwatch.

Results and discussion

For studying burning process of pyrotechnic delay compositions were prepared with various ratios of components which given in Table 1.

Table 1. **The various composition of components**

Components	Weight, %				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Ammonium nitrate	50	60	65	70	75
Starch	20	20	15	5	10
Epoxy resin	30	20	20	25	15



t=15 s t=30 s t=45 s



t=55 s t=65 s t=80 s

Figure 2. The combustion process at different time intervals

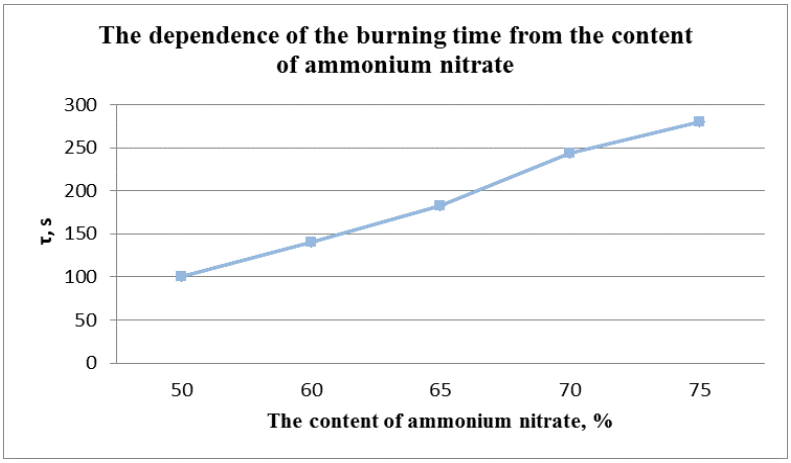


Figure 3. The dependence of the burning time from the content of ammonium nitrate

As can be seen from figure 3, the burning time depends on the content of ammonium nitrate, with an increase in the content of ammonium nitrate, the burning time of the composition increases accordingly.

Table 2. **The values for plotting the dependence of the burning temperature on the burning time**

I.		II.		III.		IV.		V.	
τ, s	T, °C	τ, s	T, °C	τ, s	T, °C	τ, s	T, °C	τ, s	T, °C
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	200	12	200	8	200	8	200	6	200
24	400	24	400	14	400	14	400	10	400
36	600	36	600	22	600	20	600	14	600
48	800	48	800	30	800	26	800	18	800

60	1000	60	1000	37	1000	33	1000	22	1000
88	1400	88	1400	53	1400	48	1400	30	1400
105	1600	100	1600	65	1600	55	1600	35	1600
140	1850	121	1823	92	1854	70	1811	50	1829
175	1600	143	1600	118	1600	85	1600	65	1600
192	1400	155	1400	130	1400	92	1400	70	1400
220	1000	183	1000	146	1000	107	1000	78	1000
232	800	195	800	153	800	114	800	82	800
244	600	207	600	161	600	120	600	86	600
256	400	219	400	169	400	126	400	90	400
268	200	231	200	175	200	132	200	94	200
280	0	243	0	183	0	140	0	100	0

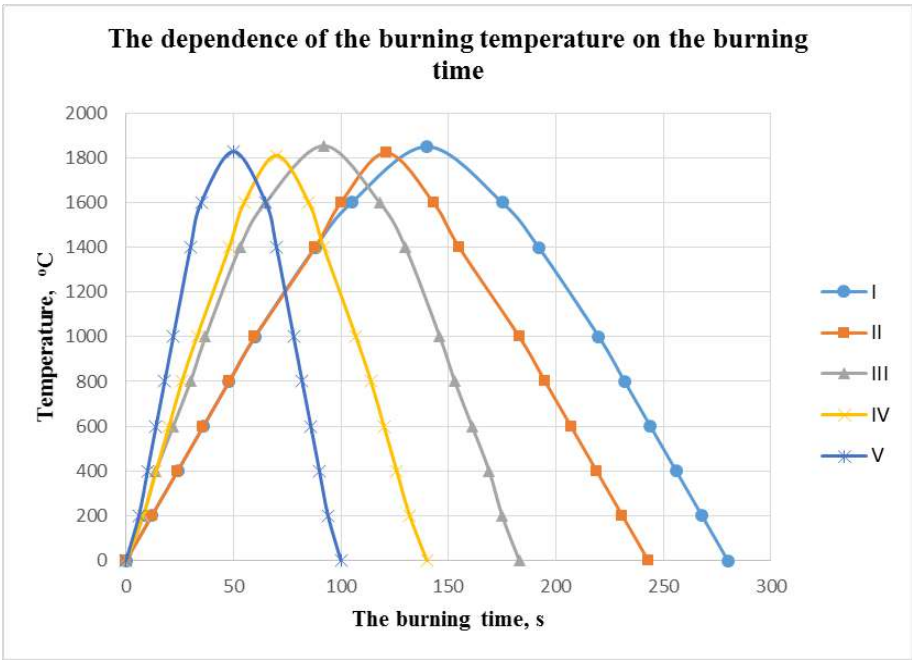


Figure 4. The dependence of the burning temperature on the burning time

In Figure 4, you can see the temperature change at certain time intervals.

The main characteristic of combustion is the rate of combustion. The linear rate of combustion was determined by the formula:

$$u = \frac{l}{\tau}, \quad (1)$$

where l - is the length of the sample, mm

τ - time of burning, s

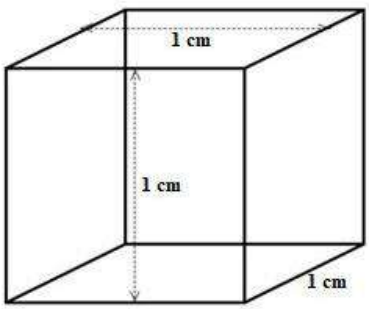


Figure 5. The sample of prepared composition with geometric characteristics

Table 3. **Calculation of the linear combustion rate of the composition with different % contents of the components**

№	Weight, %			l, mm	τ, s	u, mm/s
	Ammonium nitrate	Starch	Epoxy resin			
1	50	20	30	10	100	0,1
2	60	10	30	10	140	0,07
3	65	15	20	10	183	0,05
4	70	5	25	10	243	0,04
5	75	10	15	10	280	0,03

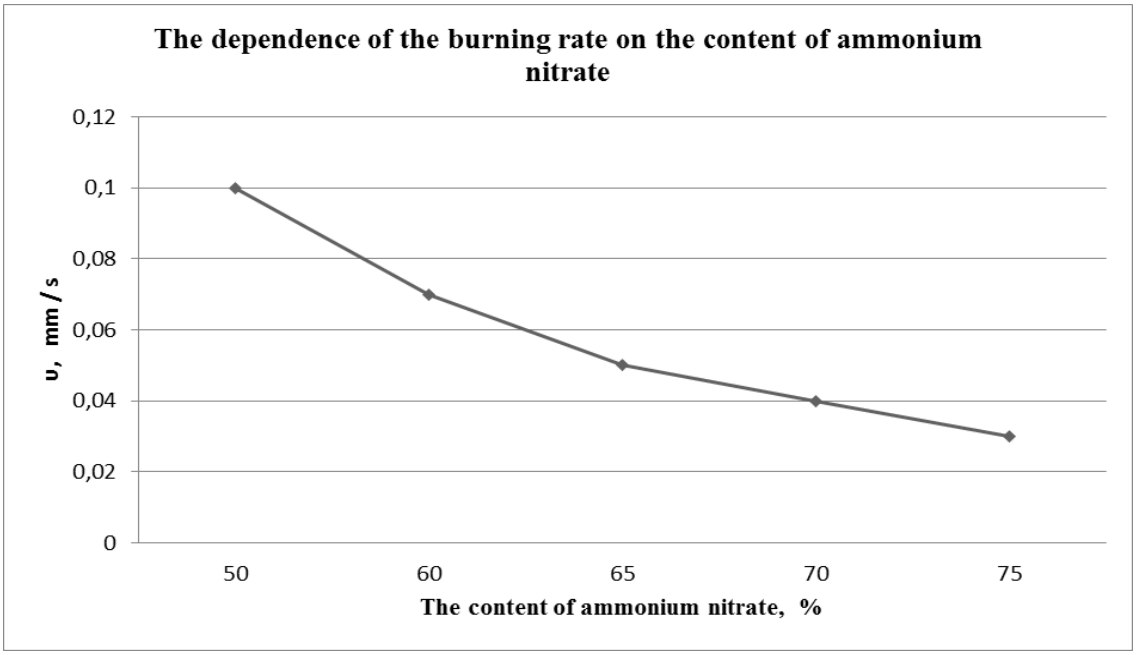


Figure 6. The Dependence of the burning rate on the content of ammonium nitrate

As can be seen from figure 6, the rate of combustion depends on the content of ammonium nitrate, with an increase in the content of ammonium nitrate, the rate of combustion of the composition decreases accordingly, and the advantageous content of the components is the 1st composition, which consists of ammonium nitrate-50%, starch – 20%, epoxy resin -30%.

Conclusion

The obtained data showed that the optimal composition for providing time delays and the necessary combustion rate is the composition containing ammonium nitrate – 50%, starch – 20%, epoxy resin – 30%, with a burning rate of 0.1 mm/s, and the burning time of which was 100 s at a height of 1 cm. The gas generator equipped with this slowing composition is most suitable for the application of processing the bottom-hole zone of oil wells.

The structure possesses low sensitivity to friction and blow, is safe in production and at all stages of the address, possesses high physical and chemical stability, does not demand special storages and special cars for transportation. Can be prepared at the site of the introduction of works.

REFERENCES

[1] Chipiga SV, Sadykov IF Development of express technologies and technical means for their implementation with the purpose of intensification of oil production, minerals using combustion and explosion processes / Kazan National Research Technological University. Kazan, 2011.

[2] AA Shidlovsky. Fundamentals of pyrotechnics: Textbook. allowance. M .: Mechanical Engineering, 1973. 321 p.

[3] Simones P., Pedroso L., Portugal A.New propellant Component. Part II. Study of a PSAN / DNAM / HTPB-Bounded Design // Propellants, Explosives, Pyrotechnics. 2001. № 26. P. 278-283.

[4] Arkhipov VA, Popok VN, Saveleva LA Burning energy systems of condensed systems based on ammonium nitrate. III All-Russian Conference "Energy Condensed Systems": Conference proceedings. M.: Torus-Press, 2006. P.130-131.

Бисенова А.Қ., Казаков Ю.В.

Исследование процессов горения пиротехнических составов применяемых для увеличения дебита в нефтяных скважинах

Резюме. Был разработан пиротехнический замедлительный состав на основе аммиачной селитры для обработки скважин с целью увеличения дебита нефти. Исследованы закономерности процесса горения состава с различными соотношениями компонентов.

Ключевые слова: призабойная зона скважины, асфальтено-смолисто-парафиновые отложения, дебит нефти, пиротехнический замедлительный состав, газогенератор, аммиачная селитра.

Бисенова А.Қ., Казаков Ю.В.

Мұнай ұңғымасының шығымын жоғарылату үшін қолданылатын пиротехникалық құрамдардың жаңу үдерісін зерттеу

Түйіндеме. Мұнай ұңғымасының шығымын жоғарылату мақсатында аммиакты селитра негізінде пиротехникалық бәсеңдеткіш құрам жасалды.

Түйін сөздер: ұңғыманың кенжар аймағы, асфальтено-шайырлы парафиндік шөгінділер, мұнай шығымы, пиротехникалық бәсеңдеткіш құрам, газгенератор, аммияк селитрасы

УДК 661.8

Kh. S.Tassibekov, A.R.Tszyu
(al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Republic of Kazakhstan, Arkadiy.tszyu@gmail.com)

INVESTIGATION OF SOME RARE METALS DISTRIBUTION IN TECHNOLOGICAL WASTES OF PHOSPHORIC MINERALS PROCESSING

Annotation. Various methods of decomposition of rare-earth raw materials (Karatau phosphorite, agglomerate and slag) have been studied. The effect of various acids and their mixtures on the decomposition process in an open and closed systems was studied. Rare earth solutions were analyzed by mass spectrometry. The optimum method and components of decomposition of rare-earth raw materials was revealed. It was shown that the greatest number of rare elements is possessed by slag.

Keywords: rare earth metals (REM), rare earth elements (REE), microwave autoclave decomposition, acid decomposition, slag.

Introduction.

Today rare earth elements represent a high interest and industrial meaning for world modern production. This type of elements with their compounds are used in almost all spheres, such as innovate research and practical technologies in metallurgy, nuclear power engineering, optics, medicine, chemical and glass industry, production of telecommunications equipment, electronics, laser technology and other. In addition, at the present time, the attention of specialists is attracted to such an aspect as rational nature management. It should also be noted that one of the most relevant topics in the industry is non-waste production.

Scientific and technological progress achieved in recent years in chemistry, metallurgy, mechanical engineering, radio electronics, aircraft and auto industry, nuclear industry and other modern fields is due largely to the successful use of materials based on rare elements. Chemistry and technology of rare and scattered elements, which include about 50 elements of D.I. Mendeleev's periodic system, in recent years has become one of the largest and most important in practice sections of modern inorganic chemistry and technology [1].

In connection with the position of rare-earth elements in the periodic system of Mendeleyev, it is assumed that they have completely unusual properties: the chemical properties of these elements are very little or almost not similar to the properties of most other elements. To some extent this assumption is correct. However, in the presence of uniqueness of chemical properties, there is also a similarity of rare earth

metals with conventional elements, in particular, with alkaline earth metals. The apparent anomaly of the properties of rare earths is largely due to the unusual type of their electronic configuration, which, on the one hand, gives them unique properties, and on the other hand, allows the existence of ionic bonds. The usual properties depend on these bonds, which affect the size and charge of the ion [2].

In Kazakhstan, the industry of rare-earth elements has a priority in the country's economy. For the development of this trend, the country enjoys the support of the PRC.

At the site of the Kazakhstan Karatau phosphorite deposit, there are a large number of rare earth elements [3]. The number of rare earth elements in a given area varies from 614 to 1088 g / t. The overwhelming quantity among these rare-earth elements is the yttrium group. When mining rare-earth elements of the Republic of Kazakhstan, it is first of all necessary to focus attention on the phosphorites of the Karatau deposit, taking into account their unique resources of rare-earth elements.

Methods

To prepare the REM raw materials in the form of phosphorite, agglomerate and slag for decomposition, a number of successive processes were carried out. In the beginning, the raw materials were broken by a hummer. Then it was crushed on a jaw crusher, after which it was transformed to a homogeneous mass in a ball mill.

Decomposition was carried out by three methods.

1. Decomposition by sintering
2. Acid decomposition
3. Microwave autoclave decomposition

For the decomposition, various acids and their mixtures were used, Table 1.

Table 1. **Applied acid mixtures**

Autoclave decomposition	Acid decomposition	Sintering decomposition
6 ml HNO_3 + 2 ml HCl	6 ml HNO_3 + 2 ml HCl	3 g soda + 30 ml HNO_3
6 ml H_2SO_4	6 ml H_2SO_4	Only previous component
6 ml H_3PO_4	Only previous component	Only previous component
5 ml HNO_3 + 1 ml H_2O_2	Only previous component	Only previous component

Decomposition of a raw material samples containing rare-earth elements by sintering.

To carry out this process, it is need to take 0,5 g of a sample, 3 g of soda, which were weighted on analytical weight. Then put them into a platinum crucible and stir thoroughly there. After this it is need to put crucible to muffle furnace, raise the temperature to 750 ^{0}C and let it stay there for 90 minutes.

A light blue melt was taken and putted to a glass where 30 ml 10% nitric acid was added. After this glass was heated on a plate. The received solution was filtered with a «white ribbon» filter, the filter was rinsed with hot distilled water. Then the filtrate was transferred to a 50 ml flask, flask was filled up to the mark. Prepared solutions were given for analyzes.

Decomposition of the sample with a mixture of HCl + HNO_3 (1: 3) is carried out by the acid method in the following way:

Firstly 0,1 g of the sample was putted in a porcelain crucible. This crucible was let in muffle furnace for 20 minutes at 800 ^{o}C until constant mass. then The sample is cooled to room temperature. 0.1 g of the sample is placed in a glass, in with 2 ml HCl + 6 ml HNO_3 (1:3). The glass is heated on the stove until the appearance of salt. 5% 5 ml of HNO_3 are added to the resulting salt. After this obtained solution was filtrated with a «white ribbon» filter, the filter was rinsed with hot distilled water. Then the filtrate was transferred to a 50 ml flask, flask was filled up to the mark. Prepared solutions were given for analyzes.

The decomposition of the sample with H_2SO_4 is carried out by the acid method in the following way:

Firstly 0,1 g of the sample was putted in a porcelain crucible. This crucible was let in muffle furnace for 20 minutes at 800 ^{o}C until constant mass. then The sample is cooled to room temperature. 0.1 g of the sample is placed in a glass, in with 6 ml H_2SO_4. The glass is heated on the stove until the appearance of salt. 5% 5 ml of HNO_3 are added to the resulting salt. After this obtained solution was filtrated with a «white ribbon» filter, the filter was rinsed with hot distilled water. Then the filtrate was transferred to a 50 ml flask, flask was filled up to the mark. Prepared solutions were given for analyzes.

For Autoclave microwave decomposition of samples in a closed system, the same options were used, table 2.

Table 2. **Decomposition program on Speedwave Four samples preparation system**

T, oC	t, min
150	5
170	10
190	15
200	20
180	10

The Autoclave microwave decomposition of the sample in closed system with a mixture of HCl + HNO3 (1:3) is carried out in the following way:

Weighed 0.1 g of the sample is put in Teflon dish with 2 ml HCl + 6 ml HNO3 (1:3). Then The autoclave was airtight closed.

At the end of the decomposition process, wait until the autoclave has cooled to room temperature. The solution is transferred to a 50 ml volumetric flask. Then bring it to the mark with distilled water. The resulting solution was filtered with a «white ribbon» filter. Prepared solutions were given for analyzes.

The Autoclave microwave decomposition of the sample in closed system with a H_2SO_4 is carried out in the following way:

Weighed 0.1 g of the sample is put in Teflon dish with 6 ml H_2SO_4 Then The autoclave was airtight closed.

At the end of the decomposition process, wait until the autoclave has cooled to room temperature. The solution is transferred to a 50 ml volumetric flask. Then bring it to the mark with distilled water. The resulting solution was filtered with a «white ribbon» filter. Prepared solutions were given for analyzes.

The Autoclave microwave decomposition of the sample in closed system with a H_3PO_4 is carried out in the following way:

Weighed 0.1 g of the sample is put in Teflon dish with 6 ml H_3PO_4 Then The autoclave was airtight closed.

At the end of the decomposition process, wait until the autoclave has cooled to room temperature. The solution is transferred to a 50 ml volumetric flask. Then bring it to the mark with distilled water. The resulting solution was filtered with a «white ribbon» filter. Prepared solutions were given for analyzes.

The Autoclave microwave decomposition of the sample in closed system with a mixture of HNO_3 + H_2O_2 is carried out in the following way:

Weighed 0.1 g of the sample is put in Teflon dish with 5 ml HNO_3 + 1 ml H_2O_2. Then The autoclave was airtight closed.

At the end of the decomposition process, wait until the autoclave has cooled to room temperature. The solution is transferred to a 50 ml volumetric flask. Then bring it to the mark with distilled water. The resulting solution was filtered with a «white ribbon» filter. Prepared solutions were given for analyzes.

Then all obtained solutions were analyzed by mass-spectrometry with inductively coupled plasma.

Results and discussion.

Results of analyzes are shown in tables 2-4.

Table 2. **Values of the sample rare-earth elements composition after decomposition by sintering**

Sample	μg/l							
	Dy	Gd	Er	Ho	Lu	Tb	Tm	Yb
Phosphorite	55,221	66,333	29,234	12,958	2,462	8,798	3,323	15,82
Agglomerate	63,342	51,782	24,765	11,12	1,567	7,992	2,899	16,71
Slag	72,248	86,284	38,945	14,947	3,091	13,004	4,623	21,227

Table 3. **Values of the sample rare-earth elements composition after acid decomposition**

Sample		μg/l							
		Dy	Gd	Er	Ho	Lu	Tb	Tm	Yb
$HCl+HNO_3$	Phosphorite	34,55	65,85	19,72	7,01	1,29	5,65	2,11	10,51
	Agglomerate	40,12	51,30	22,82	9,02	1,74	6,03	3,07	13,00
	Slag	91,88	113,33	50,91	18,98	4,21	14,82	5,88	29,86
H_2SO_4	Phosphorite	46,57	54,55	24,66	9,18	1,50	7,61	2,86	14,23
	Agglomerate	71,62	52,79	26,78	12,66	2,68	7,00	2,37	19,83
	Slag	93,66	107,64	52,18	18,74	3,13	15,02	5,12	30,77

Table 4. **Values of the sample rare-earth elements composition after autoclave microwave decomposition in closed system**

Sample		μg/l							
		Dy	Gd	Er	Ho	Lu	Tb	Tm	Yb
$HCl + HNO_3$	Phosphorite	18,0	23,9	11,0	4,3	0,7	3,2	1,1	6,1
	Agglomerate	24,0	23,7	12,2	4,5	0,8	3,5	1,3	6,5
	Slag	33,0	32,1	16,4	6,2	1,3	4,8	1,9	8,7
H_2SO_4	Phosphorite	53,6	64,8	27,7	13,3	2,8	9,2	3,7	16,2
	Agglomerate	61,8	50,2	23,2	11,5	1,9	8,4	3,3	17,1
	Slag	70,7	84,7	37,4	15,3	3,5	13,4	5,0	21,6
H_3PO_4	Phosphorite	91,4	101,2	48,5	18,7	3,4	13,4	5,3	26,1
	Agglomerate	75,1	81,7	45,1	16,0	3,6	11,0	4,5	24,8
	Slag	92,8	100,1	56,9	19,0	4,5	15,0	5,6	31,0
$HNO_3 + H_2O_2$	Phosphorite	174,5	261,6	121,8	45,7	10,1	34,5	11,7	61,5
	Agglomerate	175,6	243,5	115,9	43,1	7,4	33,0	13,0	62,5
	Slag	211,9	259,6	156,8	46,1	10,09	45,4	16,9	85,9

Decomposition of a raw material samples containing rare-earth elements by sintering. Proceeding from the data on the decomposition by the sintering method of three samples (phosphorite, agglomerate, slag) - it is evident that the most amount of rare-earth elements is possessed by slag. This is why we consider slag as the richest content of rare earth elements. But in the case of samples with rare earth elements decomposition by the sintering method with soda, the previous values mean that the rare-earth elements do not completely pass decomposition.

Decomposition of the sample by the acid method. Considered that the decomposition of rare-earth samples did not go completely, based on the results of analysis of REM samples after acid decomposition by a mixture of HCl + HNO_3 (1: 3). In a solution of slag from three objects - a large number of rare earth elements members is observed. Therefore, it was considered that in the slag composition there are many rare earth elements. Considered that the decomposition of rare-earth samples did not go completely, based on the results of analysis of REM samples after acid decomposition by sulfuric acid. Comparing the decomposition by HCl + HNO3 (1: 3) and sulfuric acid there isn't significant difference. In a solution of slag from three objects - a large number of rare earth elements members is observed. Consequently, it was considered that in the slag composition there are many rare earth elements. But comparing the values of the decomposition by sintering this method (acid) is much more effective.

The Autoclave microwave decomposition of the sample in closed system. Considered that the decomposition of rare-earth samples did not go completely, based on the results of analysis of REM samples after autoclave microwave decomposition by HCl + HNO_3 (1:3) and H_2SO_4. In a solution of slag from three objects - a large number of rare earth elements members is observed. But comparing the degree of decomposition by a HCl + HNO_3 (1:3) mixture and H_2SO_4, H_2SO_4method is much more effective. And comparing the degree of decomposition by a HCl + HNO_3 (1:3) mixture and H_2SO_4, H_3PO_4 method is much more effective. A large number of rare earth elements members is observed not only in a solution of slag, there are also a lot of REE in phosphorite and agglomerate samples. But comparing the degree of decomposition by HCl + HNO_3 (1:3) mixture, H_2SO_4 and H_3PO_4, HNO_3 + H_2O_2method is much more effective. And large number of rare earth elements members is observed again not only in a solution of slag, there are also a lot of REE in phosphorite and agglomerate samples.

Choice of the optimal decomposition method. Decomposition by sintering was carried out with soda and HNO_3. The solutions obtained as a result of this showed no large values of the content of rare-earth elements. Therefore, this method is considered to be ineffective.

And in the acid method of decomposition, acids were used. Comparing these acids with each other - there is not a big difference, but in the same time the amount of rare-earth elements in the solution is small. This is why this method is not effective too.

Rare earth elements samples were decomposed in microwave autoclaves with acids and mixtures of acids: HNO_3 + HCl, H_2SO_4, H_3PO_4 and HNO_3 + H_2O_2. The results for comparison are shown on the figures 1-3.

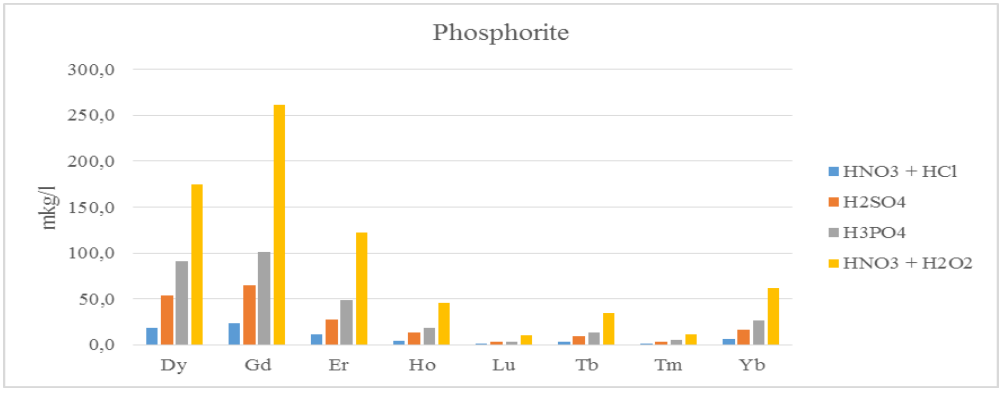


Figure 1. The effect of acids and their mixtures on the autoclave microwave decomposition of the phosphorite sample

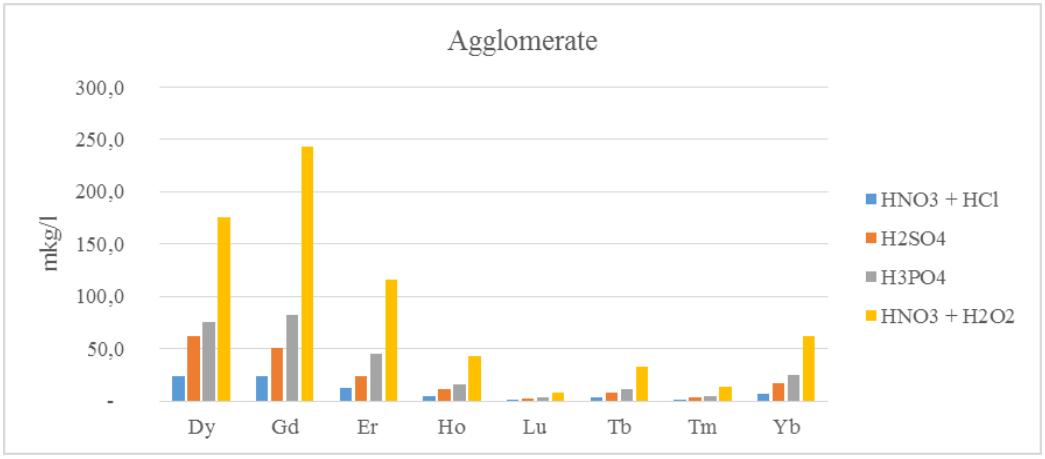


Figure 2. The effect of acids and their mixtures on the autoclave microwave decomposition of the agglomerate sample

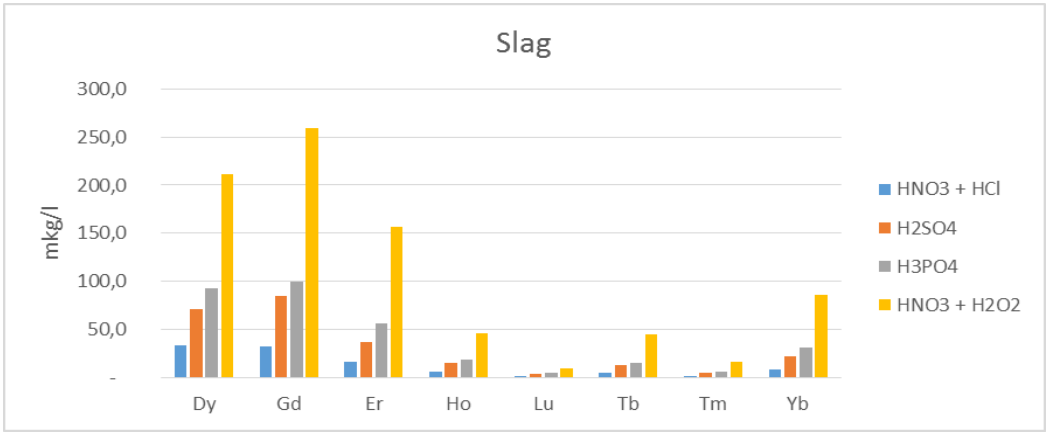


Figure 3. The effect of acids and their mixtures on the autoclave microwave decomposition of the slag sample

Comparing all of the above methods and their components, the most optimal method and component is the autoclave microwave decomposition in closed system with a mixture of $HNO_3 + H_2O_2$.

Conclusions.

The decomposition of the REM of raw materials in an open and closed system was carried out with the help of various acids and their mixtures. The resulting REM containing solutions were analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry. After analysis of rare-earth raw materials - the slag had the highest concentration. It was found that the optimum decomposition method is microwave autoclave decomposition with a mixture of $HNO_3 + H_2O_2$.

REFERENCES

[1] Plyushchev VE, Stepina SB, Fedorov P.I. Chemistry and technology of rare and scattered elements. M: "Higher School", 1976. Part 1, P. 3-4.

[2] Spedding F.H., Daane A.H. The rare earths. – 1956. – P.5-6.

[3] Ed. Abdulina AA, Bespaeva Kh.A., Votsalevsky E.S. "Deposits of rare metals and rare earths in Kazakhstan." Directory – Almaty. – 2009. – P 16.

Тассибеков Х.С., Цзю А.Р.

Исследование распределения некоторых редких металлов в технологических отходах переработки фосфорных минералов

Резюме. Изучены различные методы разложения редкоземельного сырья (Каратауский фосфорит, агломерат и шлак). Изучено влияние различных кислот и их смесей на процесс разложения в открытой и закрытой системах. Редкоземельные растворы были анализированы с помощью масс-спектрометрии. Выявлен оптимальный метод и компоненты разложения редкоземельного сырья. Было показано, что наибольшее количество редких элементов принадлежит шлаку.

Ключевые слова: редкоземельные металлы (РЗМ), редкоземельные элементы (РЗЭ), микроволновое автоклавное разложение, кислотное разложение, шлак.

Тассибеков Х.С., Цзю А.Р.

Фосфор минералдарын өңдеу қалдықтарында кейбір сирек металдардың таралуын зерттеу.

Түйіндеме. Сирек кездесетін шикізаттың (Қаратау фосфорит, агломерат және шлак) ыдырауының түрлі әдістері зерттелген. Түрлі қышқылдардың және олардың қоспаларының ашық және жабық жүйелерде ыдырау процесіне әсері зерттелді. Сирек-жердегі ерітінділер масс-спектрометрия арқылы талданды. Сирек жер шикізаттың ыдырауының оңтайлы әдісі мен компоненттері анықталды. Сирек элементтердің ең көп саны шлагқа тиесілі екендігі көрсетілді.

Кілттік сөздер: сирек жер металдары (СЖМ), сирек жер элементтері (СЖЭ), микротолқынды автоклавты ыдырату, қышқылды ыдырату, шлак.

УДК УДК 66.081.3: 669. 21.63

Ш.Ч. Алтынбек, Л.С. Болотова, М.Д. Акжаркенов, А.О. Байконурова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева, Казахстан, 050013, Алматы, ул. Сатпаева, 22
Филиал РГП «НЦ КПМС РК» Государственное научно-производственное объединение
промышленной экологии «Казмеханобр», Казахстан, 050036, Алматы, ул. Джандосова,
67 Altynbek.shinar@gmail.com, L_bolotova@yahoo.com, a.baikonurova@yandex.kz)

ВЫБОР СОРБЕНТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ПРОДУКТИВНЫХ РАСТВОРОВ

Аннотация. В данной статье изложены результаты проведенных исследований по выбору сорбента для извлечения золота из золотосодержащих растворов, полученных методом кучного выщелачивания золотосодержащей руды. Для этой цели использовали активированный уголь марки HAYCARB YA00-60 и анионообменную смолу марки АМ-2Б, которые широко используются в золотодобывающей промышленности. Было исследовано поведение металлов-примесей в процессе ионного обмена. Показано, что по своим сорбционным характеристикам наиболее эффективен сорбент марки АМ-2Б.

Ключевые слова: активированный уголь, ионообменная смола, емкость сорбента, маточный раствор.

Введение

Наиболее перспективным способом выделения золота и серебра из разбавленных цианидных растворов является сорбционное извлечение. В качестве сорбентов могут быть использованы ионообменные смолы и активированные углеродные материалы [1,2].

Каждый из сорбентов имеет свои положительные и отрицательные особенности. Ионообменные смолы обладают повышенной кинетикой сорбции и емкостью по золоту при сорбции из растворов, имеющих в своем составе металлы-примеси (такие как цинк, медь). Активированные угли по сравнению со смолами имеют более высокую селективность по золоту при сорбции из сложных по составу растворов. В то же время недостатком активированных углей является их повышенная чувствительность к присутствующим в растворах солям кальция и органическим соединениям, таким как флотационные реагенты, машинные масла и смазочные материалы [3,4]. Ионообменные смолы не подвержены такому отравлению и для них не требуется высокотемпературная (750 ^{o}C) регенерации, как для углей. Десорбция золота и примесей с активированного угля осуществляется при повышенной температуре (130-150 ^{o}C) и давлении (300-500 КПа), с ионообменной смолы – при температуре 50-60 ^{o}C и атмосферном давлении. Стоимость 1 т активированного угля в 3-3,5 раза дешевле, чем 1 т смолы. Однако, учитывая лучшую кинетику и более высокую емкость по золоту ионообменной смолы, меньшие механические потери, затраты на единовременную загрузку сорбентов и их расход, становится очевидным преимущество использования органических сорбентов для извлечения золота из продуктивных растворов по сравнению с активированными углями. Кроме того, эффективность ионообменной технологии была существенно повышена при использовании инновационных высокоэффективных технологий десорбции золота и регенерации ионообменной смолы с последующим электролитическим извлечением золота из товарных регенератов [5].

Следует отметить, что окончательный выбор сорбента зависит только от специфических особенностей перерабатываемого сырья и соответственно технико-экономических показателей применяемой технологии.

Марки активированного угля, которые хорошо зарекомендовали себя в промышленной эксплуатации – это уголь HAYCARB YA00-60, производства Таиланд, CALGON CARBON фирмы Calgon Carbon Corporation, Филиппины, PicaGold G210 AS, Австралия и JX-102 Китайского производства. Все эти марки угля, производимые из скорлупы кокосовых орехов, являются наиболее механически прочными.

Анионообменные смолы марок АМ-2Б (Украина ГП «Смолы»), PUROGOLD A 193 (Великобритания) и D 301 G (Китай) являются наиболее широко используемыми в сорбционной технологии золота.

Нами для сравнения сорбционных характеристик сорбентов были выбраны активированный уголь марки HAYCARB YA00-60 и анионообменная смола АМ-2Б.

Методика исследований

Сравнение сорбционных характеристик сорбентов проведено статическим методом.

Для проведения исследований использован щелочной цианидный раствор, полученный при цианировании золотосодержащей руды, следующего состава, мг/л: золото 0,80; серебро 0,26; медь 10,88; цинк 11,90; никель 1,22; кобальт 0,315; цианид натрия 820; pH 10,29.

По методу насыщения при смене растворов навески сорбентов массой 0,5 г перемешивали в агитаторе в течение 24 часов с 0,5 л продуктивного раствора. Затем сорбенты декантацией отделяли от фильтрата, заливали следующей порцией раствора и перемешивали в течение 24 часов. Перечисленные операции были использованы в течение 6 циклов. Растворы после каждой операции анализировали на содержание золота и сопутствующих примесей атомно-адсорбционным методом. Сорбенты после последней операции сорбции были проанализированы пробирным методом на содержание золота.

Результаты и их обсуждение

На рисунках 1-5 приведены результаты изменения содержания золота и примесей по циклам насыщения.

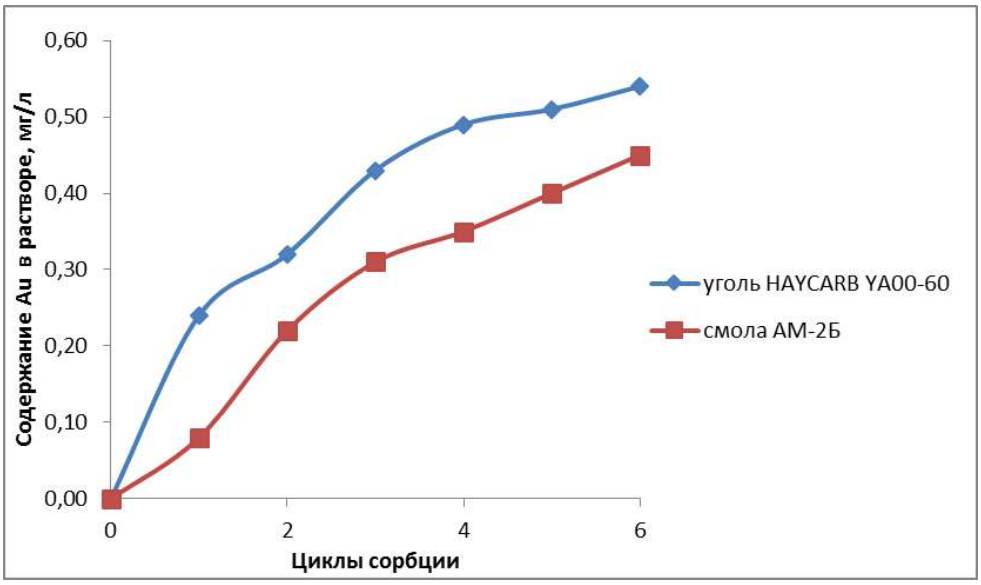


Рис. 1. Изменение содержания золота в маточном растворе после каждого цикла сорбции

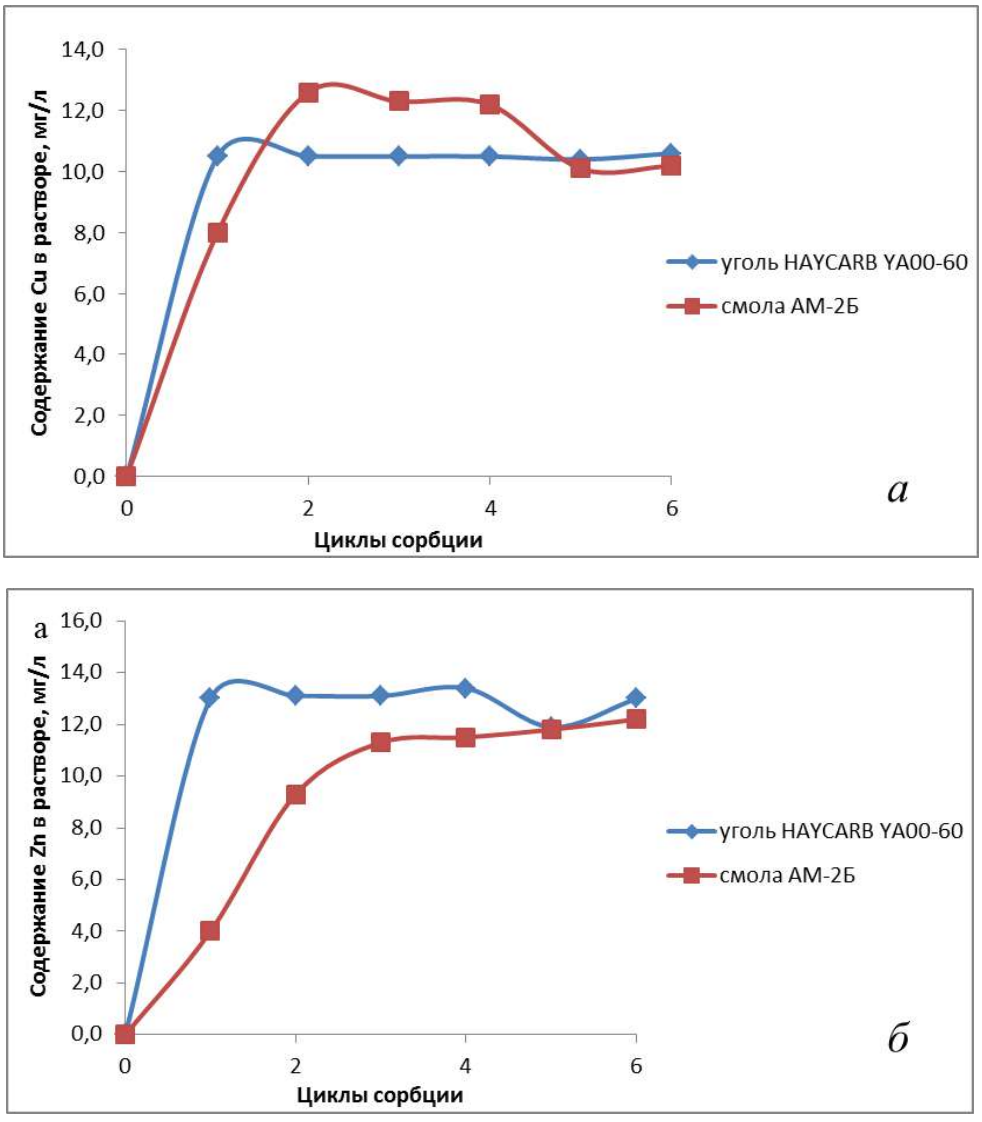


Рис. 2. Изменение содержания меди (а) и цинка (б) в маточных растворах после каждого цикла сорбции

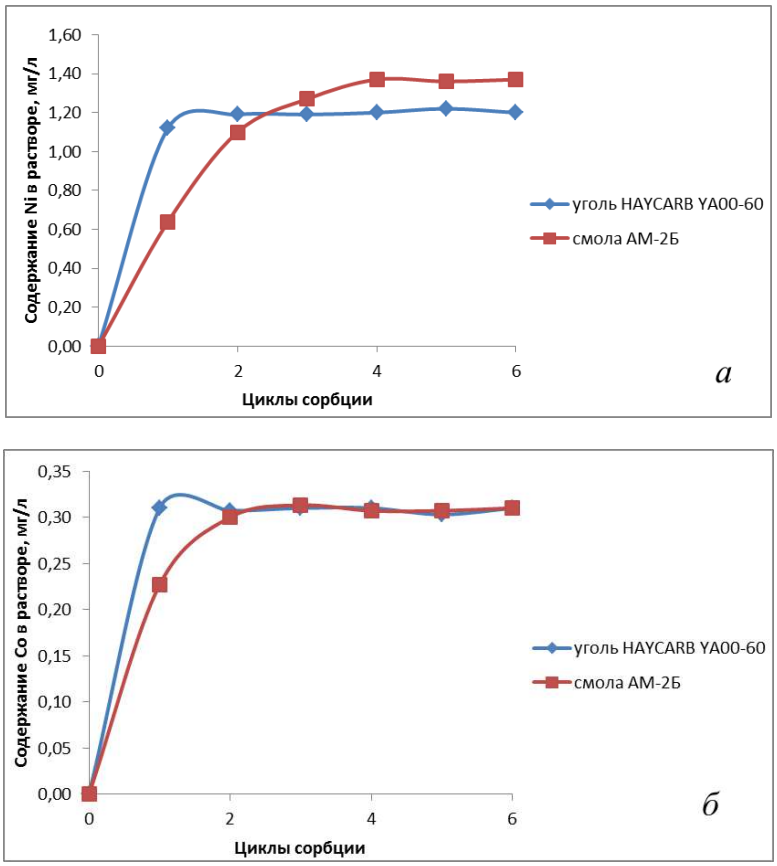


Рис. 3. Изменение содержания никеля (а) и кобальта (б) в маточных растворах после каждого цикла сорбции

Как видно из рисунков (1-3), содержание золота в маточном растворе после сорбции смолой (0,45 мг/л) ниже, чем при сорбции углем (0,54 мг/л), что указывает на более высокие сорбционные характеристики ионообменной смолы АМ-2Б.

Смола достаточно эффективно сорбирует металлы-примеси в первом цикле процесса, мг/л: Au – 0,08; Cu – 7,99; Zn – 4,0; Ni – 0,64; Co – 0,227. В последующих циклах сорбции происходит конкурирующая сорбция золота и вытеснение им из ионита ионов примесных металлов. После 6 циклов сорбции ионообменной смолой содержание металлов-примесей в растворе составляет, мг/л: Au – 0,45; Cu – 10,19; Zn – 12,2; Ni – 1,37; Co – 0,310.

Извлечение металлов-примесей из золотосодержащих растворов активированным углем практически не наблюдается.

Результаты насыщения сорбентов золотом по циклам приведено на рисунке 4.

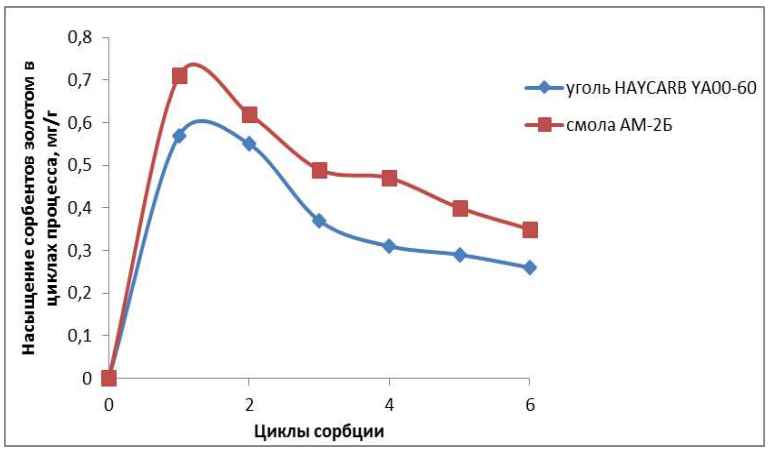


Рис. 4. Изменение насыщения сорбентов золотом по циклам процесса сорбции

Более наглядно можно сравнить сорбционные характеристики сорбентов по изотермам сорбции золота (рисунок 5), которые показывают емкость сорбентов в зависимости от равновесной концентрации золота в растворе.

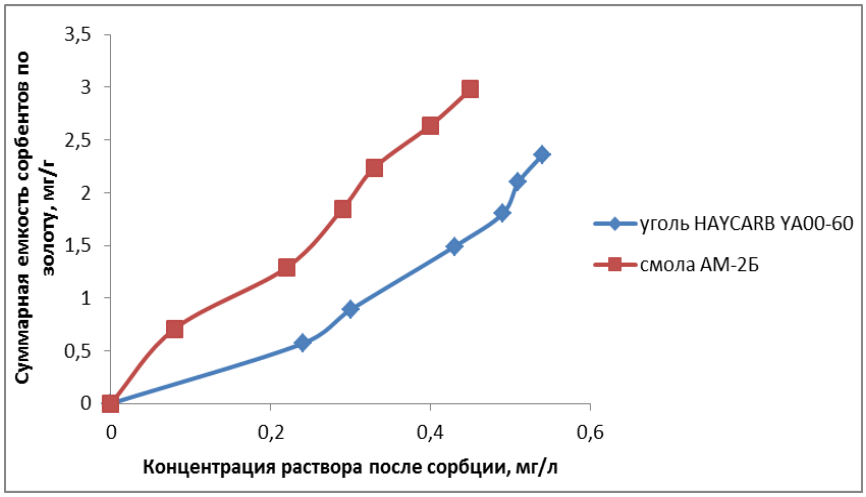


Рис. 5. Изотермы сорбции золота

Из представленных на рисунке 5 данных видно, что суммарная емкость анионообменной смолы АМ-2Б по золоту выше (2,98 мг/г) чем активированного угля марки HAYCARB YA00-60 (2,36 мг/г).

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что в процессе сорбции золота из продуктивных золотосодержащих растворов анионообменый анионит АМ-2Б имеет более высокую емкость по металлу, чем активированный уголь. Кроме того, для обеспечения сбросных содержаний золота потребуется меньшая загрузка смолы, чем угля.

Показано, что примеси металлов извлекаются совместно с золотом в органический реагент (1,2 циклы). Но по мере насыщения ионита золотом происходит его конкурирующая сорбция и сопутствующие примеси вытесняются в маточный раствор до концентраций, приближающихся к их исходным значениям.

На основании полученных данных для переработки золотосодержащей руды в качестве сорбента растворенного золота рекомендуется использовать анионообменную смолу марки АМ-2Б.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абсалямов Х.К. Исследование влияния различных факторов на сорбционное извлечение золота из бедных золотосодержащих руд //КИМС, 2002, № 5, С. 32-35

[2] В.М. Мухин, А.В. Тарасов, В.Н. Клушин. Активные угли России. – М.: Металлургия. − 2000. − 352 с.

[3] Ш.Ч. Алтынбек, А.О. Байконурова. Изучение влияния состава золотосодержащих растворов на сорбцию золота природными и синтетическими ионитами, Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан (Доклады НАН РК), 4 (308) 2016, С. 17-23

[4] Болотова Л.С., Романенко А.Г. Технологическая и экономическая оценка сорбентов в процессе кучного выщелачивания золота. Материалы международного совещ. «Прогрессивные методы обогащения и комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья (Плаксинские чтения -2014)». – Алматы, (Казахстан), 2014. – С. 404-407

[5] Ш. Алтынбек, Л. Болотова. Изучение состава продуктивных золотосодержащих растворов кучного выщелачивания с целью выбора наиболее эффективного сорбента для извлечения золота. Науч.-техн. журн. Промышленность Казахстана. – Алматы, 2013. – № 5(80), 10, С. 91-95

Алтынбек Ш.Ч, Болотова Л.С, Акжаркенов М.Д, Байконурова А.О.

Алтынқұрамды рудалық кен орнынан ерітілген алтынды алу үшін сорбент таңдау

Резюме. Бұл мақалада алтынды кен орнының кенді шаймалау нәтижесінде алынатын алтынды ерітіндіден алтынды алу үшін сорбент таңдау бойынша зерттеу жұмыстары жүргізілді. Осы мақсатта алтын өнеркәсібінде кең қолданылатын Haycarb YA00-60 белсендірілген көмір және АМ-2Б маркалы ионалмастырғыш шайырлар пайданылды. Ион алмасу барысында қоспа металлдардың сипаттамалары зерттелді.

Түйінді сөздер: белсендірілген көмір, ионалмастырғыш шайылар, сорбент сыйымдылығы, калдықты ерітінді

Altynbek Sh.Ch, Bolotova L.S, Akzharkenov M.D, Baikonurova A.O.

The choice of sorbent for extracting gold from productive solutions

Summary. This article describes the results of the conducted experiments on the choice of a sorbent for extracting gold from gold-containing solutions obtained by heap leaching of gold-containing ore. For this purpose, activated carbon HAYCARB YA00-60 and anion exchange resin AM-2B, which are widely used in the gold industry, were used. The behavior of impurity metals in the course of ion exchange was investigated.

Key words: activated carbon, ion-exchange resin, sorbent capacity, mother liquor

УДК 622.342.1

A.T. Abubakriev, E.M. Kamalov, A.K. Koizhanova,
G.A. Aristanova, O.V. Atanova, D.R. Magomedov
Satbaev University, Institute of Metallurgy and Ore Benefication» Joint-stock company, Almaty, Kazakhstan. E-mail: aigul_koizhan@mail.ru

STUDY OF THE ACTIVITY OF IRON-OXIDIZING BACTERIA IN THE PROCESS OF BIO-OPENING TAILINGS ENRICHMENT

Abstract. Data on the physiology of growth of thionic microorganisms in the process of biooxidation of flotation tailings are presented. The results of studies on growth dynamics, changes in the pH of the medium, oxidation of iron, and the effect of microbial cells on the mineralogical composition of the tailings of enrichment are presented. The study was carried out on the flotation tailings of the gold-bearing ore of the Vasilkovsky deposit, with a residual gold content of 0.43 g / t. In the process of investigation, the original flotation tailings were subjected to additional grinding on a ball mill for 30 minutes, achieving a yield of -0.044 mm -92%. According to the results of the mineralogical analysis, it was found out that the investigated material mainly consists of nonmetallic material represented by quartz (52-54%), andesine (10-12%), microcline (18-20%), muscovite (2-3%), clinochlore and riebeckite (4-5%). The direct influence of the dynamics of cell growth on the active oxidation of iron is established, which in turn plays an important role in the process of biovection and recovery of residual gold from man-made waste. The most environmentally safe way of processing is biooxidation.

Key words: chemolithotrophs, biooxidation, tailings of enrichment, dynamics of cell growth, iron oxidation, mineralogical composition.

А.Т. Абубакриев, Э.М. Камалов, А.К. Койжанова,
Г.А. Арыстанова, О.В.Атанова ,Д.Р. Магомедов
Satbaev University, Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан E-mail: aigul_koizhan@mail.ru,

ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗООКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПРОЦЕССЕ БИОВСКРЫТИЯ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Аннотация. Представлены данные о физиологии роста тионовых микроорганизмов в процессе биоокисления хвостов флотации. Приведены результаты исследований по динамике роста, изменение pH среды, окисление железа и влияние микробных клеток на минералогический состав хвостов обогащения. Исследование проведены на хвостах флотации золотосодержащей руды Васильковского месторождения, с содержанием остаточного золота 0,43 г/т. В процессе исследований исходные хвосты флотации подвергали дополнительному измельчению на шаровой мельнице в течение 30 минут, добившись выхода класса -0,044 мм -92 %. По результатам минералогического анализа выявлено, что в основном исследуемый материал состоит из нерудного материала, представленного кварцем (52-54%), андезином (10-12%), микроклином (18-20%), мусковитом (2-3%), клинохлором и рибекитом (4-5%). Установлено, прямое влияние динамики роста клеток на активное окисление железа, что в свою очередь играет важную роль в процессе биовскрытия и извлечения остаточного золота из техногенных отходов. Наиболее экологически безопасным способом переработки является биоокисление.

Ключевые слова: хемолитотрофы, биоокисление, хвосты обогащения, динамика роста клеток, окисление железа, минералогический состав.

Внедрение бактериального выщелачивания, как и других гидрометаллургических способов добычи металлов, имеет большое экономические значение. Расширяются сырьевые ресурсы за счёт использования бедных и потерянных в недрах руд и т.д. Бактериальное выщелачивание обеспечивает комплексное и более полное использование минерального сырья, повышает культуру производства, не требует создания сложных горнодобывающих комплексов, благоприятно для охраны окружающей среды [1-4].

Актуальность данного направления исследования обусловлена наличием в нашей стране большого количества бедных золотосодержащих руд и отходов их производства, являющихся потенциальным резервом увеличения производства золота. Поэтому исследования, направленные на повышение эффективности извлечения золота из техногенного минерального сырья имеют не только научно-практическое, но и социальное и экологическое значение. Необходимо отметить, что для полноценного использования микроорганизмов в процессе извлечения золота нужно первоначально изучить их биологические свойства, их физиологию, которые в будущем будут пригодны для регулировки процессов биовскрытия. Наиболее активными являются культуры тионовых бактерий, адаптированные к комплексу факторов (pH, тяжёлые металлы, тип концентрата и т.д.) в условиях активного процесса бактериального выщелачивания. В связи с этим, целью данной работы является изучение активности железоокисляющих бактерий в процессе биоовскрытия хвостов обогащения.

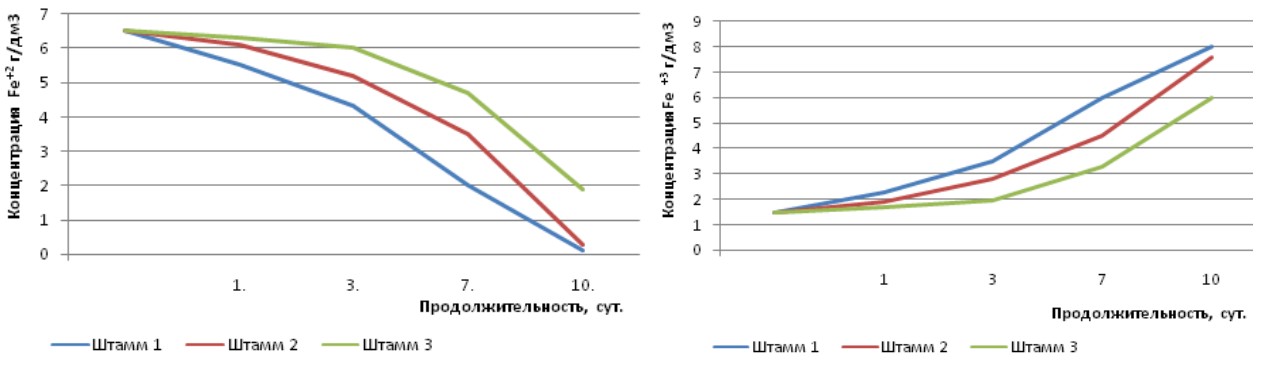
Объектами исследования являлись отвальные хвосты флотации золотоизвлекательной фабрики ТОО «Altyntau Kokshetau», содержащих золото (Au-0,43 г/т). Вовлечение в производство хвостов флотации золотоизвлекательных фабрик позволит значительно расширить минерально-сырьевую базу золота.

Для изучения физиологических свойств бактерий в процессе биовскрытия хвостов флотации были использованы различные штаммы тионовых бактерий *A.ferrooxidans*, выделенные из исходной руды Васильковского месторождения - штамм 1 (тест 1), отвалов кучного выщелачивания того же месторождения - штамм 2 (тест 2) и лабораторный штамм - штамм 3 (тест 3). В процессе биовскрытия параллельно изучались биологические свойства этих штаммов, которые непосредственно определяют активность исследуемых штаммов: изменения pH среды, плотность клеток, окислительные свойства (окисление Fe^{2+} до Fe^{3+}).

Условия предварительного биологического окисления (для трех штаммов одинаковые условия биовскрытия):

- *тесты 1,2,3:* масса пробы 100 г (90 % -0,044 мм), предварительная промывка хвостов флотации от следов примесей (Т:Ж=1:4; H_2SO_4 – 1-2 %; температура 25ºС; время агитации – 2 ч); бактериальное вскрытие промытого кека (Т:Ж=1:5; pH – 1,8-2,5; Fe^{3+} - 8,5 г/дм^3; концентрация бактериальных клеток *A. ferrooxidans* – 10^6 кл/мл; продолжительность биовскрытия – 240 ч, непрерывное перемешивание на шейкере при 230 об/мин). После биовскрытия биокек промывали щелочным раствором до нейтрального показателя pH-6,5 и для последующего цианирования промывали до pH-10.

Как было сказано выше, в процессе биовскрытия изучались биологические свойства трех штаммов. Все три культуры были культивированы на синтетической среде 9К (Сильвермана и Люндгрена). В процессе биоокисления были определены следующие параметры: изменение pH среды, плотность клеток бактерий, а также окисление двухвалетного железа до трехвалентного, концентрация сопутствующих элементов переходящих в раствор. Результаты приведены на рисунках 1,2.



а **б**

Рис. 1. Степень окисления железа (с Fe^{2+} до Fe^{3+}) тионовыми бактериями в процессе биовскрытия (а и б)

В результате опытов установлено, что окислительные свойства 3-х различных штаммов отличаются между собой. Наиболее активным был штамм 1, где активное окисление двухвалентного железа наблюдается с первых же суток. Изначально концентрация общего железа в растворе составляла 8,0 г/дм^3, далее в процессе биовскрытия происходит полное окисление железа и на 10 сутки остаточное концентрация двухвалентного железа составила 0,05 г/дм^3. В остальных штаммах на 10 сутки этот показатель был равен: штамм 2 – 0,3 г/дм^3 и штамм 3 – 1,9 г/дм^3. По степени окисления железа можно судить, что наиболее активным является штамм 1, так как этот показатель является одним из преимущественных факторов при вскрытии золотосодержащих минералов из трудновскрываемых упорных отходов.

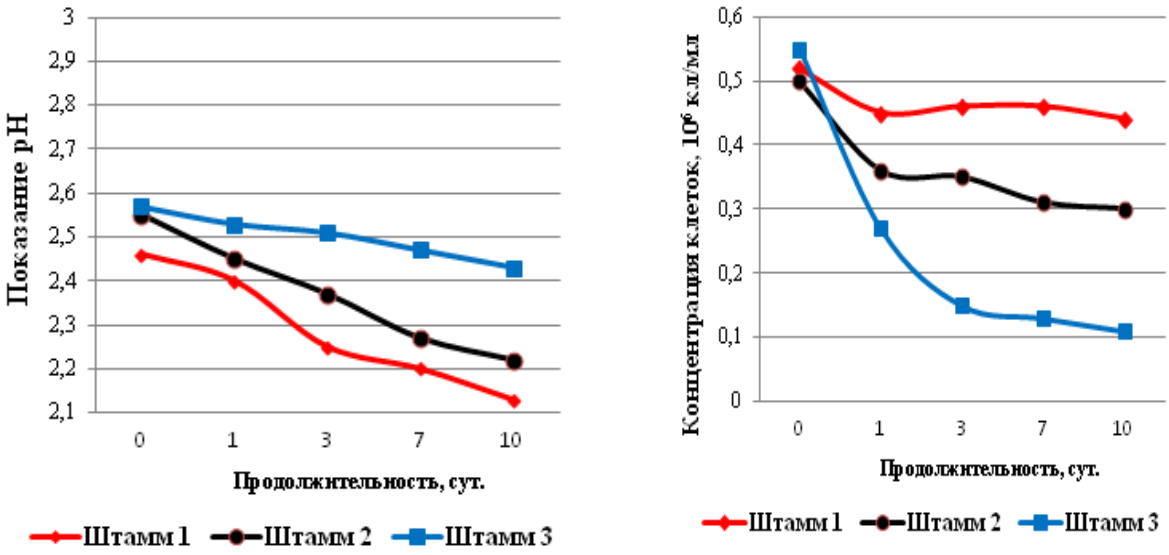
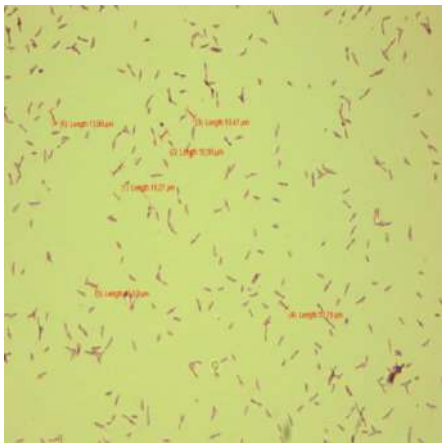
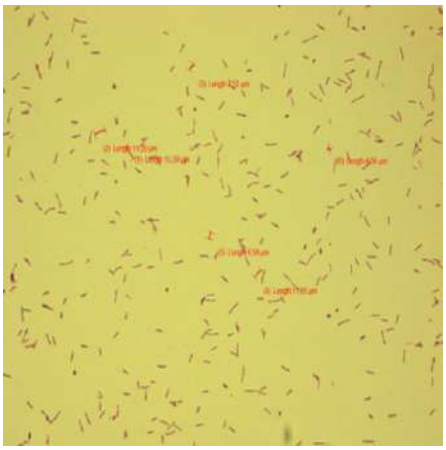


Рис.2. Изменение pH среды и концентрации клеток в процессе биовскрытия

Как видно на рисунке 2, в процессе биовскрытия в биорастворах со штаммами 1 и 2 идет активное подкисление среды. Изначально pH среды было равно 2,46-2,56, после 10 суток биовскрытия этот показатель составил pH=2,13-2,14. Наиболее активным был штамм 1, выделенный из руды Васильковского месторождения. Только у штамма 3 показатель pH на 10 сутки было 2,53, что указывает на то, что процесс активного роста клеток и окисления железа проходит менее интенсивно, по сравнению с другими штаммами. Также, судя по концентрации клеток в биорастворах можно сделать вывод, что штаммы 1 и 2 хорошо адаптируются к хвостам флотации и в процессе биовскрытия не наблюдались резких сокращений концентрации клеток. По графику видно, что изменение концентрации клеток происходит в очень медленном темпе и к концу процесса в биорастворах содержится достаточное количество клеток. В процессе биовскрытия уменьшение плотности клеток у штаммов 1 и 2 составляет всего лишь 15,4-40%, остаточная концентрация клеток в биорастворе составляет 84,6 % - у штамма 1, и 60 % у штамма 2, что указывает на резистентность данных штаммов к исследуемому субстрату. У лабораторного штамма 3 плотность клеток резко уменьшается после первых суток контакта с хвостами флотации, далее после 3 суток идет постепенное сокращение количество клеток. При уменьшении концентрации клеток процессе вскрытия трудноупорных минералов и их кристаллических решеток проходит в очень медленном темпе, что в последующем отрицательно влияет на процесс выщелачивания золота. Там, где не происходит резких колебаний концентрации клеток процесс окисления железа идет активно и процесс разрушения кристаллических решеток, где ассоциировано золото, осуществляется намного интенсивнее. Это свойство характерно для активных штаммов, таких как в наших опытах – штаммы 1 и 2. Если сравнить по активности клеток и интенсивности окисления железа, то штамм 3 (лабораторный штамм) проявил меньшую активность в процессе вскрытия минералов из хвостов флотации, что указывает на не эффективность использования данного штамма для биовскрытия хвостов флотации. При микроскопировании также были обнаружены цельные клетки, без каких либо морфологических изменений (рисунок 3).



Исходная культура штамм 1 до биовскрытия



Культура штамм 1 после 10 суток биовскрытия

Рис. 3. Бактериальные клетки штамма 1 под оптическим микроскопом при увеличении х 1000

Как видно из рисунка 3, бактериальные клетки не подверглись морфологическим изменениям, и клеточная структура до и после биовскрытия сохранена, что указывает на адаптированность данных клеток к вещественному составу исследуемого объекта.

В результате проведенных опытов установлено, что в процессе биоокисления в растворе обнаружено изменение концентрации сопутствующих металлов переходящих в раствор благодаря деятельности тионовых бактерий. Это свидетельствует об активной деятельности данных микроорганизмов, и обнаруженные клетки в растворах после биоокисления также подтверждают их адаптацию к хвостам флотации.

В результате проведенных опытов по биоокислению установлено, что наиболее активным среди исследованных культур является штамм 1, выделенный из руды Васильковского месторождения, который показал быструю адаптивность к исследуемому объекту (хвосты флотации) по всем параметрам (таблица 1).

Таблица 1. **Содержание сопутствующих элементов в растворе после биоокисления с *A. Ferrooxidans* в течение 5-10 суток**

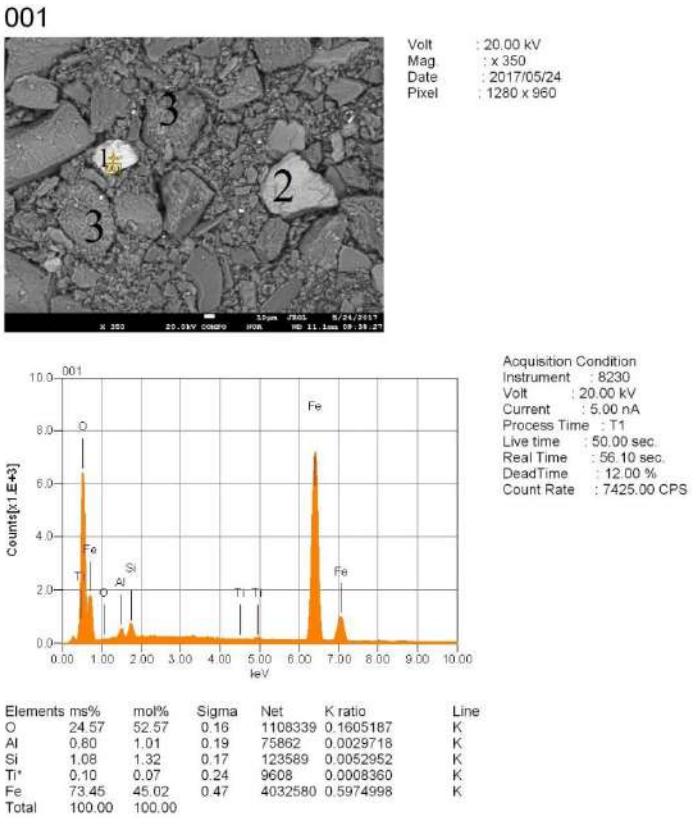
Наименование	Содержание, г/дм^3				
	Fe	Cu	Zn	As	S
	5 сутки биовскрытия				
Хвосты флотации	7,52	0,0002	0,001	0,32	5,2
	10 сутки биовскрытия				
Хвосты флотации	9,05	0,011	0,010	1,29	6,3

Как видно из таблицы – 1 для эффективного биоокисления хвостов флотации штаммом 1 оптимальным временем определено 10 суток контакта *A. Ferrooxidans* с исследуемым раствором. Также в процессе биоокисления в растворе обнаружено изменение концентрации сопутствующих металлов переходящих в раствор благодаря деятельности тионовых бактерий. Это свидетельствует об активной деятельности данных микроорганизмов, и обнаруженные клетки в растворах после биоокисления также подтверждают их полную адаптацию к хвостам флотации.

В процессе минералогического анализа порошковых проб после предварительного их изучения в иммерсионных жидкостях были изготовлены полированные искусственные аншлифы (брикеты). Материал всех проб изучался минералогическими методами с использованием микроскопа LEICA DM2500P. Состав минералов изучался на электронно-зондовом микроанализаторе марки JEOL JXA 8230 Electron Probe Microanalyses. Целью исследований являлась диагностика минералов и их изменения в результате биологического окисления. Внешне порошковая проба светло-серого цвета, состоящая, в основном, из нерудного материала, представленного кварцем (52-54%), андезином (10-12%), микроклином (18-20%), мусковитом (2-3%), клинохлором и рибекитом (4-5%). В брикете видны единичные зерна сульфидов и гидроокислов железа.

На рисунке 4 общий вид пробы хвостов флотации в режиме COMPO, увел 250 с зерном оксидов железа, сфеном и породообразующими минералами.

Биокек – твердый остаток после биовскрытия. Внешне порошковая проба светло-серого цвета, состоящая в основном из нерудных минералов, представленных кварцем (55%), андезином (12%), микроклином (15-16%), мусковитом (2-3%), клинохлором и рибекитом (4-5%). Присутствуют гидроокислы железа (около 10%). Сульфидные минералы представлены редкими зернами пирита (рисунок 5).

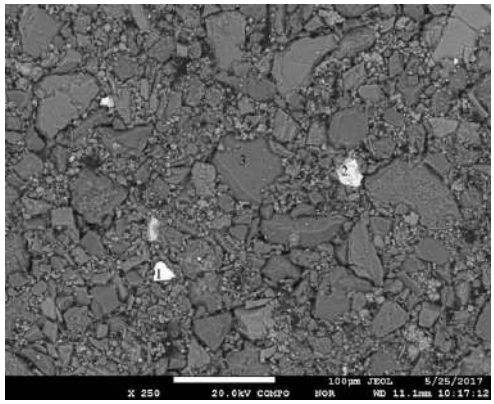


1 - оксид железа; 2 - сфен; 3 - нерудные минералы

Рис. 4. Растровая электронная микроскопия исходной пробы хвостов флотации

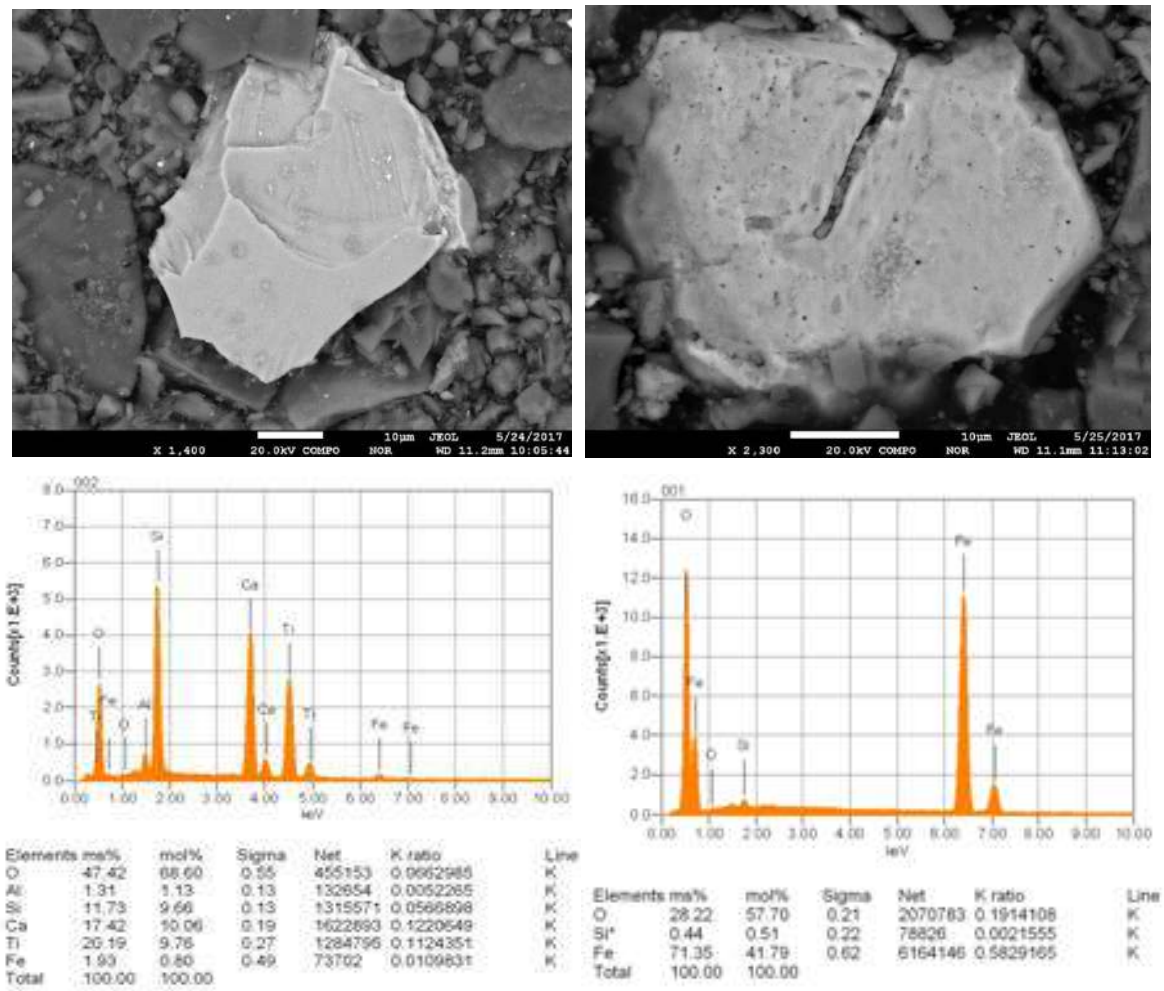
На рисунке 6 общий вид пробы в режиме COMPO, увел 250 с зерном оксидов железа, пиритом и породообразующими минералами.

Пирит следующего состава (%): Fe – 48.76, S – 51.24; гидроокислы железа (%): Fe –71-72, O – 27-28, S – 0.4-0.6. Гидроокислы железа иногда сохраняют кубическую форму первичного пирита.



1 - пирит, 2 - гидроокислы Fe; 3 - породообразующие минералы.

Рис. 5. Растровая электронная микроскопия кека после биовскрытия



Исходная проба Биокек

Рис. 6. Растровая электронная микроскопия исходной пробы и биокека

Как видно из рисунка 6, в биокеке произошли структурно морфологические изменения в виде появления щелей и отверстий на поверхности твердого остатка. Видно, что поверхностная структура исходной пробы ровная, без каких-либо морфологических видоизменений. Тогда как топографический снимок биокека позволяет нам увидеть явные структурные изменения, в местах контакта бактерий с минералами, где произошли микроразрушения кристаллических решеток, что может способствовать контакту поверхности золотин с выщелачивающим агентом при цианировании. Так как хвосты флотации по происхождению относятся к техногенным отходом данного месторождения то для эффективного извлечения золота в последующем цианировании приемлемым является использование штамма 1 при проведении предварительного биовскрытия.

Таким образом, в процессе биовскрытия хвостов изучены биологические свойства трех штаммов бактериальных культур *A. ferrooxidans* – выделенных из исходной руды Васильковского месторождения (штамм 1), из отвалов того же месторождения (штамм 2) и лабораторный (штамм 3). Необходимую для роста энергию эти бактерии получают при окислении восстановленных соединений серы и двухвалентного железа в присутствии свободного кислорода. Они развиваются при pH от 1 до 4,8 с оптимумом при 2—3. Интервал температур, в котором могут развиваться бактерии этого вида, составляет от 3 до 40°C с оптимумом при 28°C. Основными ионами в растворе являются окисленная форма железа (Fe^{3+}) и восстановленная форма (Fe^{2+}), то величина окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) определяется их соотношением. При бактериальном окислении сульфидных минералов концентрация Fe^{3+} может достигать 20-30 г/л. В процессе окислительно-восстановительной реакции формируется высокий окислительно-восстановительный потенциал среды, который влияет на структуру золотосодержащих материалов, облегчая последующее цианирование.

Установлено прямое влияние динамики роста клеток на активное окислении е железа в процессе биовскрытия хвостов. Определено, что окислительные свойства штаммов в достаточной степени отличаются между собой. Наибольшую активность из них проявил штамм 1. Показано, что бактериальные клетки штамма 1, с учетом того, что они являются аборигенными обитателями данного месторождения, быстро адаптируются к условиям биовскрытия и процесс происходит немного интенсивнее по сравнению с использованием других штаммов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Tuovinen O.H., Kelly D.P. Biology of Th. Ferrooxidans in relation to the microbiological leaching of sulfi de ores // Z.Allg. Micribiol. 1972. V. 12. № 4. P. 311-396.

[2] Бочаров З.В Игнаткина В.А., Абрютин Д.В. Технология переработки золотосодержащего сырья. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2011, 328 с.

[3] Канаев А.Т., Канаева З.К., Мырзаханова И.А., Уразбекова Г.Е., СатыбалдиеваГ.К., Мусаев К.Л. Глубокое извлечение золота из хвостов обогащения месторождения Акбакай культурой Aciditiobacillus ferrooxidans // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 6. – С. 115-120.

[4] Турин К.К., Башлыкова Т.В., Ананьев П.П., Бобоев И.Р., Горбунов Е.П. Извлечение золота из хвостов золотоизвлекательной фабрики от переработки упорных руд смешанного типа / Цветные металлы. – 2013. - №5. - С. 39-43.

Абубакриев А.Т., Камалов Э.М., Койжанова А.К., Арыстанова Г.А., Атанова О.В., Магомедов Д.Р.

Байыту қалдықтарын био-ашылуы темір тотықтыру бактерияларының белсенділігін зерттеу

Резюме. Флотация қалдықтарның биототығуы процесінде тиондық микроорганизмдердің өсу физиологиясы туралы мәліметтер келтірілген. Өсу динамикасына, ортаны pH өзгеруіне, темірдің тотығуына және байыту қалдықтарын минералогиялық құрамына микробтық жасушалардың әсері туралы зерттеулер нәтижелері ұсынылған. Зерттеу Васильковка кен орнының флотация қалдықтары бойынша жүзеге асырылды, қалдық құрамында 0,43 г / т болатын алтын мөлшері бар. Зерттеу барысында алғашқы флотациялық қалдықтар шарикті диірменде 30 минуттан кейін -0,044 мм -92 % -ға жетуіне қосымша ұсақтауға ұшырады. Минералогиялық талдау нәтижелері бойынша зерттелген материал негізінен кварц (52-54 %), жәнегезе (10-12 %), микроклин (18-20 %), мусковит (2-3 %), клиноклон және рибекайт (4-5 %). Жасушалардың өсу динамикасының темірдің белсенді тотығуына тікелей әсерін тигізеді, бұл өз кезегінде адамның жасанды қалдықтарынан қалдық алтынның биоашылуы мен қалпына келу процесінде маңызды рөл атқарады.

Түйін сөздер: хемолитотрофтар, тотығу, байыту қалдықтары, жасуша өсу динамикасы, темір тотығуы, минералогиялық құрамы.

УДК 541.21.22

К.А.Бекжигитова, Т.А. Имангалиев, А.Ж.Суйгенбаева,
Д.А.Жунисбекова, Б.Т. Олжатаева
(Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
sevam@mail.ru, Южно-Казахстанский педагогический университет, Шымкент, Казахстан)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПАХИКАРПИНА НА ОСНОВЕ АЛКАЛОИДОВ

Аннотация. Исследовано электрохимическое восстановление алкалоидов группы d-спартеина: афиллина и афиллидина в биологически активное вещество - хлоргидрат пахикарпина. Установлены оптимальные условия ведения процесса. Приведены зависимости выхода по веществу (ВВ%) и выхода по току (ВТ%) от потенциала катода и концентрации электролита. Методами хроматографии, - ЯМР, ИК и масс-спектрометрии установлены механизм, структура и химическая формула целевого продукта хлоргидрата пахикарпина. Методом математического моделирования электросинтеза были определены оптимальные условия ведения процесса: время электролиза τ=3 часа, потенциал катода Ек=-1,25 В, температура t=30^{0}С, концентрация исходной смеси $С_{исх}$=0,85М, концентрация соляной кислоты Cнcl =0,4М.

Ключевые слова: электрохимический синтез, алкалоиды, электроды, потенциал, концентрация, хроматография, спектрометрия.

Введение

Биологические активные вещества (БАВ) получают из растительного сырья путем экстракции:

анабазин, кодеин, морфин, папаверин и т.п., а сопутствующие алкалоиды проявляют токсичность, другие малоэффективны, а некоторые вообще не обладают биологической активностью и они идут в отвал. Данный момент эти побочные продукты находятся в складских помещениях нереализованными. Но структуры этих алкалоидов позволяют получать на их основе новые БАВ путем модификации их структуры, введения новых функциональных групп -OC_2H_5, -OCH_3, -OH, -NO_2, димеризация и т.д. [1,2].

Существующие в Казахстане технологии производства БАВ очень трудоемки, многостадийны и энергоемки. В связи с этим, определенный интерес представляет поиск других, более эффективных методов получения БАВ на основе растительного сырья Республики Казахстан (РК).

Целью данной работы является исследование электрохимического синтеза хлоргидрата пахикарпина на основе алкалоидов группы d-спартеина: афиллина и афиллидина.

Методика эксперимента и материалы

В данной работе с целью выбора материала катода для электровосстановления смеси алкалоидов афиллина и афиллидина были предварительно исследованы металлы как с высоким, так и с низким перенапряжением водорода. На основании результатов поисковых опытов в качестве материала катода был выбран- Pb.

Для проведения электролиза при постоянном значении потенциала электрода использовался потенциостат ПЭБ-20. Система термостатирования состояла из ультратермостата U-10 (теплоноситель - вода). Электролиз проводили в стеклянном электролизере с керамической диафрагмой, пропитанной жидким стеклом. Потенциалы электродов контролировались относительно ртутно-сульфатного полуэлемента. Перемешивание проводилось с помощью магнитной мешалки. Концентрация исходных и конечных веществ в процессе электролиза контролировалась путем титрования кремневольфрамовой кислотой. Для электровосстановления или электроокисления природных гетероциклических соединений обычно используются чаще всего Hg или Pb электроды, хотя имеются случаи электролиза и на других материалах электродов [1-4].

Методы идентификации конечных продуктов

Разделение и анализ конечных продуктов электросинтеза проводилась с помощью тонкослойной хромотографии на пластинах «Syllifol» (Чехия). Элюирование проводили экспериментально подобранными системами растворителей (хлораформ-метанол-бензол) в соотношении 1:0,5:0,1 об.

Для определения молекулярной формулы соединения хроматографически чистые пробы конечных продуктов подвергались качественному и количественному элементному анализу на углерод, водород, азот, бром. Молекулярный вес определяли криоскопическим методом в ледяной уксусной кислоте. Температуру плавления определяли с помощью прибора ПТП (ТУ25-II-II44-76).

Для снятия ЯМР - спектров использовались приборы «Varian – S-100 XL» (США) с частотой 100МГц. и «Hitahi» (Япония) - 60 МГц. ИК-спектры снимались на приборе «Specord-75J» на пластинах из КВг, NaCI (толщина кюветы -$1 \cdot 10^{-5}$ М), без растворителя в виде осажденных кристаллов иди жидкой пленки. Спектры снимались при t=25°C и концентрации 20-30 мг/0,5 мл $CHCl_3$ или D_2O.

Масс-спектр снимался на масс-спектрометре «Varian MAT-313» при напряженности электронного поля 60 эв и t= 25°C, без растворителя.

Электрохимическое восстановление смеси алкалоидов афиллина и афиллидина

При производстве гидрохлорида анабазина из алкалоидов «Anabasis appilla» в виде смеси алкалоидов образуются отходы: лупинина, афиллидина, анабазамина, афиллина, в соотношении 0,1:0,05:0,8:0,05 масс. Опыты по электровостановлению смеси алкалоидов в водных растворах HCI проводились в электролизере с наноанодом и нанокатодом. Выбор HCI в качеств электролита был обусловлен наибольшим выходом суммарного продукта электролиза по сравнению со случаями применения в качестве электролитов водных растворов NaOH, KOH и HNO_3. Электролиз в предварительных опытах проводился при катодной плотности тока Iк=0,8-1,5 А/дм^2, в интервале температур 25-50^{0}C, в 0,2-1М водных растворах HCI. Объемные концентрации исходного смеси алколоидов варьировались в интервале 0,2-0,6 М. Продолжительность электролиза контролировалась по количеству пропущенного электричества (Qgh=2,5Qтеор).

По окончании электролиза электролит нейтрализовался 5% водным раствором KOH. Нерастворившийся в воде твердый продукт электролиза отделялся путем фильтрации, после чего вода осторожно упаривалась. Сероватый остаток, содержащий NaCl, продукт электролиза и непрореагированный алкалоид, растворялся в безводном метиловом спирте. Нерастворившийся в метаноле NaCl отфильтровывался, затем метанольный экстракт обесцвечивался путем пропускания

его через колонку с активированным углем. Осветленный метанольный раствор, содержащий целевой продукт и исходное вещество, обезвоживался над безводным Na_2SO_4.

Влияние концентрации электролита

Авторами отмечается влияние кислотности среды на выход целевых продуктов при восстановлении ряда гетероциклических соединений. На таблице 1 приведены результаты выхода по веществу (ВВ%) и выхода по току (ВТ%) от концентрации электролита. Влияние природы электролита и pH среды на процесс электровосстановления рассматривался в ряде работ [5,9].

Как заметно из таблицы 1 и как было отмечено выше, концентрация свободной соляной кислоты благоприятно влияет на процесс. Вместе с тем, как видно из таблицы 1 ВВ% и ВТ% от концентрации электролита проходит через максимум при Cнcl = 0,4М. По-видимому, максимум обусловлен образованием солей исходных афиллина и афиллидина в растворе электролита и увеличением скорости диффузии на поверхность свинцового катода в области двойного электрического слоя (ДЭС), а также увеличением скорости десорбции конечного продукта хлоргидрата пахикарпина от поверхности электрода, что согласуется с данными литературы [6-8].

Таблица 1. **Выход по ВВ % и ВТ % хлоргидрата пахикарпина от концентрации электролита**

Cнcl	0,1	0,3	0,4	0,6
ВВ%	12	78	92	60
ВТ%	30	54	61	48

На таблице 2 показан выход хлоргидрата пахикарпина ВВ% и ВТ% от потенциала свинцового катода ВВ%, ВТ%.

Таблица 2. **Выход по ВВ % и ВТ % хлоргидрата пахикарпина от потенциала катода**

E,B	0,85	0,8	1	1,2	1,4	1,6
ВВ%	49	62	70	83	94	55
ВТ%	34	42	50	63	74	64

Из таблицы 2 видно, что выход хлоргидрат пахикарпина проходит через максимум при E=-1,4В. С дальнейшим повышением потенциала катода выход продукта уменьшается, что, по-видимому, связано с десорбцией исходного смеси алколоидов. Как видно, повышение плотности тока благоприятно влияет на выход целевого продукта.

Как известно, органические вещества могут адсорбироваться на поверхности электрода при определенном потенциале. E=-1,4В, по всей видимости, соответствует тому потенциалу, когда наблюдается максимальная адсорбция исходных веществ. Препаративное электровосстановление смеси алкалоидов при контролируемом потенциале Pb-катода показало, что образование целевого продукта происходит при E=-1,2:-1,4В. Электролиз при E=-0,85±1,6В, как показал анализ состава раствора, приводит к полному восстановлению афиллидина до афиллина. Максимальный выход целевого продукта электролиза хлоргидрата пахикарпина образуется при E=-1,4В.

Влияние температуры и времени электролиза

Температурную зависимость ВВ% и ВТ% гидрохлорида пахикарпина исследовали в пределах 25÷40°С. Влияние времени электролиза на процесс исследовали в интервале 0,5÷4 часа.

Обычно катодные процессы проводятся при низких значениях температуры с целью упрощения технологии процесса и получения стабильных, химически устойчивых конечных продуктов. На основании предварительных экспериментов установлено, что влияние температуры процесса на выход целевого продукта - гидрохлорида пахикарпина очень незначительно, увеличение температуры приводит к некоторому уменьшению выхода целевого продукта, в основном, за счет процессов осмоления конечных веществ.

Методом математического моделирования электросинтеза были определены оптимальные условия ведения процесса: время электролиза τ=3 часа, потенциал катода Ек=+1,25 В, температура $t=30^0$С, концентрация исходной смеси $C_{исх}$=0,85М, концентрация соляной кислоты Cнcl =0,4М.

При оптимальных условиях ведения процесса выход по веществу и току хлоргидрата пахикарпина составляют 94,0% и 74% соответственно.

Идентификация конечных продуктов электросинтеза.

На основании результатов ТСХ и адсорбционной хроматографии при электровосстановлении смеси алколоидов образуются два конечных продукта с R^f=0,6 (продукт 1) и R^f=0,92 (продукт 2). Вещество с R_f -0,92 (продукт 2) составлял основную массу полученных продуктов.

В отличие от ИК-спектра продукта 1 в спектре продукта 2 не наблюдается полосы поглощения в области 3500 $см^{-1}$, характерные для гидроксильной группы. В спектре продукта 2 не обнаружен обертон колебаний >C=O лактамной группы в диапазоне частот 3300$см^{-1}$, характерный для спектров исходных алкалоидов. Полоса поглощения в спектре начинается при 2920 $см^{-1}$, образуя два пика с максимумами 2910 $см^{-1}$, причем очень сильные и широкие с интенсивностью ≈ 90,0%, что характерно для деформационных колебаний > C – H_2 связей алкалоидов группы d-спертеина. В ЯМР-спектре продукта 2 полностью отсутствуют характерные сигналы функциональных групп. Сигналы при $\delta_{м.д.}$=1,25, $\delta_{м.д.}$=2,11, $\delta_{м.д.}$=2,61 относятся, по-видимому, только к колебаниям протонов > C – H_2 связей, т.к. колебания протонов функциональных групп обыкновенно лежат в более высокой области химического сдвига.

В масс-спектре продукта 2 при электронном ударе образуются основные фрагменты ионов с массой m/e=97,110,137,197,224. Ион с m/e=137 является максимальным, интенсивность остальных ионов на рисунке приведена относительно интенсивности максимального иона в %. Недиссоциированный ион с m/e=234 определен как молекулярный. Образование основного фрагмента с массой m/e=136,137,138 при электронном ударе E=60эв характерно для алкалоидов группы d-спартеина (пахикарпина). Наибольшая интенсивность фрагмента с m/e=136 для алкалоидов хлоргидрата пахикарпина наблюдается и в работе авторов [10].

Молекулярный ион с M^+=234 в спектре продукта 2 по массе совпадает с молекулярной массой алкалоида пахикарпина, что дало возможность предположить об их идентичности. Поэтому, для подтверждения этого предположения были сняты в тех же условиях, что и спектры продукта 2, ИК-, ЯМР и масс-спектры природного пахикарпина. При сравнении соответствующих спектров продукта - 2 и спектров природного хлоргидрата пахикарпина выявлена их полная аналогия.

По результатам анализа ИК, - ЯМР и масс-спектров природного пахикарпина и вещества – 2, последний был идентифицирован, как хлоргидрат пахикарпина [13,14].

Схема реакции и ее обсуждение

По литературным данным, при электровосстановлении гетероциклических соединений, содержащих в своей структуре карбонильные > C = O группы, в зависимости от условий ведения процесса могут образоваться полностью восстановленные гетероциклические углеводороды, гидрокси- или димерные производные. В солянокислых растворах на электродах с высоким перенапряжением, в основном, образуются углеводороды и гидрооксипроизводные.

На основании результатов вольтамперометрических и емкостных измерений, а также данных анализа по идентификации образование продуктов электровосстановления можно представить следующим образом:

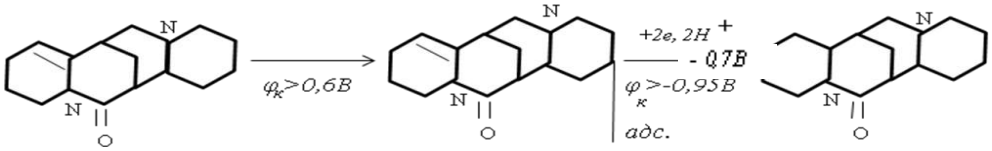
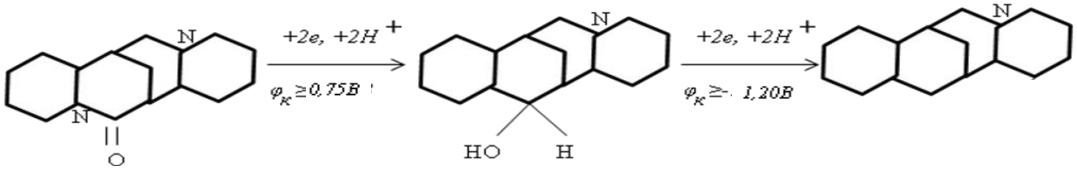


Схема 1 – Реакции образования продуктов электровосстановления



афиллин 10-гидроксипахикарпин пахикарпин

Схема 2 – Образование пахикарпина

При E>-0,85В афиллидин адсорбируется на поверхности свинцового катода. Максимум адсорбции, по данным вольтамперных и импедансных измерений, находится при E>-1,2В. При таком потенциале катода, по-видимому, происходит протонизация связи молекулы афиллидина в положении 5 и 6, по схеме 1, и он переходит в афиллин, который является одним из компонентов исходной смеси.

На основании результатов идентификации продуктов электровосстановления смеси афиллина и афиллидина, основным продуктом электролиза является хлоргидрат пахикарпина.

Афиллин максимально адсорируется при E≥-1,40В, при этом потенциале к нему присоединяются 2е и $2H^+$ с образованием 10-гидроксипахикарпина по схеме 2. Затем 10-гидроксипахикарпин также принимает 2е , $2H^+$ и с замещением гидрокси группы полностью образуется восстановленное гетероциклическое соединение – хлоргидрат пахикарпина. Такая схема процесса, проведенного при контролируемом потенциале, хорошо согласуется с данными идентификации продуктов электросинтеза хлоргидрата пахикарпина,

Анализ продуктов электролиза при контролируемом потенциале показал, что при E≤-0,85В не происходит восстановления афиллидина, в основном образуются смолообразные продукты. Афиллидин до афиллина восстанавливается при E≥-0,85В. Следы 10-гидроксипахикарпина появляются при значении E=-0,8В, что, по-видимому, объясняется восстановлением адсорбированного афиллина. С увеличением E>-1,1В повышается выход по веществу 10-гидроксипахикарпина и при значении E≥-1,12В наблюдается образование хлоргидрата пахикарпина. Максимальный выход по веществу хлоргидрата пахикарпина наблюдается при E≥-1,4В.

Установлено электрохимическое поведение алкалоидов группы d-спартеина: афиллина, афиллидина. Показана возможность электрохимического восстановления смеси алкалоидов в хлоргидрат пахикарпин. Определены влияние экспериментальных факторов на процесс. Сняты – ЯМР, ИК и масс-спектры продукта хлоргидрата пахикарпина. Определены оптимальные условия ведения процесса.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Асланов Х.А., Шибаев А.И., Садыков А.С. // Химия природных соединений - 1972. -Вып.324. - С.274 -279.

[2] Ахмед С., Хан А.И., Куренин Р., Субхани М.С. Ассоциация водородных связей в промежуточных продуктах электровосстановления бензохинонов и нафтохинонов. // Электрохимия - 2007. –Т. 43. - №7. - С.851 – 860.

[3] Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Батраков В.В. Адсорбция органических соединений на электродах. - М.: Наука, 1968. - 176 с.

[4] Журинов М.Ж., Серикбаев А.Б., Флюшин М.Я., Асманов Х.А. //Узбекский химический журнал.- Ташкент, 1986. -№3. - С.243-249.

[5] Журинов М.Ж., Серикбаев Б.А., Приходко Н.А., Имангалиев Т.А., Еримбетов А.К. // Тезисы докладов конференции «VBсесоюзное совещание по электрохимии» - Москва,1974. [6] Конарев А.А, Лукьянц Е.А., Негримовский В.М. Электросинтез гидрохлорида 5-амино-4-оксопентановой кислоты // Электрохимия. – 2007. - Т. 43 - №11. - С.1320 – 1328.

[7] Конарев А.А. Электрохимический синтез 1,3-диметил-4-амино-5-формиламиноурацила в присутствии хлорида аммония // Электрохимия. – 2007. –Т. 43.- №10. - С.1272 – 1276.

[8] Луковцев В.П., Доронин А.Н., Луковцева Н.В., Семенова В.А., Ганшин В.М. Идентификация алкалоидов методом инверсионной вольтамперометрии // Электрохимия.- 2009. –Т. 45. - №7. - С.869-872.

[9] Лялин Б.В., Петросян В.А., Уграк Б.И. Электросинтез 4-хлорпроизводных пиразола и его алкилзаменяющих // Электрохимия. – 2008. – Т. 44. - №12. - С.1418 – 1425.

[10] Мулдахметов З.М., Журинов М.Ж., Минаев Б.Ф. Квантовая электрохимия алкалоидов. –Алматы: Наука, 1986. -174 с.

[11] Сильверстейн Р., Басслер Г., Морриа Г. Спектрометрическая идентификация органических соеднинений. - М.: «Мир», 1977.

[12] Томилов А.П., Фиошин М.Я. Смирнов В.И., Майрановский С.Г. Электрохимия органических соединений. – М.: «Химия», 1967.

[13] Томилов А.П., Фиошин М.Я., Смирнов В.А. Электрохимический синтез органических веществ. – М.: «Химия», 1976.

[14] Фиошин М.Я., Миркинд Л.А., Журинов М.Ж. Электрохимическое алкоксилирование органических соединений // Успехи химии. – 1973. - Т.42.- №4. –С. 677-694.

[15] Loudon, G. Marc. Organic chemistry. CD-ROM. New work, Oxford, 2002, 1353 p.

[16] Buechel K.H., Moretto H.-H., Woditsch P. Industrial Inorganic Chemistry, 2nd, compl. rev. ed. Wiley. 2000. -663 p.

Бекжигитова К.А., Имангалиев Т.А., Суйгенбаева А.Ж., Жунисбекова Д.А., Олжатаева Б.Т.

Алкалоидтар негізінде пахикарпиннің электрохимиялық синтезі

Түйіндеме. d-спартеин алколоид топтарының электрохимиялық тотықсыздандыруы зерттелінді: афиллиндіден және афиллидиндіден биологиялық белсенді зат – пахикарпин алынды. Процесті жүргізудің тиімді шарттары белгіленді. Катодтың потенциалынан және электролиттің концентрациясынан ток бойынша шығымы (ШТ%) және зат құрамы бойынша (ЗҚ%) тәуелділіктері келтірілді. Храмотография, ИҚ, -ЯМР және масс-спектометрия әдістері арқылы пахикарпиннің бүтіндей өнімінің құрылым және химиялық формуласы белгіленді. Элетросинтезді математикалық моделдеу жолымен процесті жүргізудің тиімді шарттары айқындалды: электролиз уақыты τ=1,2 сағат, катод потенциалы Ук=+1,20В, температурасы t=25-30^{0}С, бастапқы қоспаның концентрациясы $C_{бас}$=0,6М, күкірт қышқылының концентрациясы $C_{H_2SO_4}$ =1,4М.

Түйінді сөздер: электрохимиялық синтез, алкалоидтар, электродтар, потенциал, концентрация, хроматография, спектрометрия.

Bekzhigitova K. A., Imangaliyev T.A., Suygenbayeva A. Zh., Zhunisbekova D.A., Olzhataeva B. T.

Electrochemical synthesis of pahikarpin based on alkaloids

Summary. Electrochemical restoration of alkaloids of d-spartein group is investigated: an afillin and an afillidin into biologically active agent - pakhikarpin. The optimal conditions of process conducting are established. There are dependences of the result by the substance (RS%) and the result by current (RC%) on the cathode potential and concentration of electrolyte. By methods of a chromatography the pakhikarpin mechanism, structure and a chemical formula are installed. The optimal conditions of process conducting were established by the method of mathematical modeling of electrosynthesis: electrolysis time τ = 1,2 hours, the cathode potential Uk = + 1,20 B, temperature *t*=25-30^{0}C, concentration of the initial mixture $C_{initial}$=0,6 M, concentration of sulfuric acid $C_{H_2SO_4}$ =1,4 M.

Key words: electrochemical synthesis, alkaloids, electrodes, potential, concentration, chromatography, spectrometry.

УДК 669.054.8

О.А. Дрючкова, Р.А. Быков, Д.А. Асанов, С.В. Мамяченков, Е.А. Сычева
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д.Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,
Екатеринбург, Российская Федерация,
[3]Филиал РГП «НЦ КПМС РК» «ВНИИцветмет», Усть-Каменогорск, Республика Казахстан
olesyal89@mail.ru)

ОПЫТ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД

Аннотация. Актуальность, решения проблем переработки техногенных отходов обогащения полиметаллических руд, определяется необходимостью вовлечения в переработку все более бедного сырья, снижения затрат на хранение, утилизацию и обезвреживанию отходов, снижения загрязнения окружающей среды. В статье представлены результаты проведенного патентного и библиографического поиска информации по теме переработки техногенных отходов обогащения. Рассмотрены перспективные направления изучения переработки данных отходов различными методами. Исходя из проведенного анализа данных, установлены основные направления переработки техногенных отходов обогащения полиметаллических руд. Отмечено, что выгоднее использовать комбинированные гидрометаллургические способы переработки техногенных отходов обогащения. Показана перспектива использования техногенных отходов горно- металлургических комплексов в качестве масштабного источника важного и полезного минерального сырья.

Ключевые слова: техногенное сырье, полиметаллические руды, обогащение, гидрометаллургия, извлечение.

Накопившиеся в последние десятилетия техногенные отходы являются результатом интенсивного развития горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. Необходимость в переработке таких отходов обосновывается тем, что горнопромышленные отходы обогатительных фабрик требуют специальных инженерных сооружений для хранения, а сами отходы содержат не

только полезные, но и вредные компоненты, которые оказывают негативное влияние на окружающую природу и здоровье человека. Это приводит к росту затрат на хранение, утилизацию и обезвреживание отходов, выплат за ущерб от загрязнения окружающей среды и изъятия земель сельского хозяйства.

Техногенное сырье является сложным объектом для переработки из-за особенностей вещественного, фазового состава и прочих физико-химических свойств. Каждый вид техногенного сырья требует индивидуального и системного подхода к его технологической оценке.

Нарастающее накопление техногенных отходов является следствием несовершенства традиционных технологий добычи, обогащения и переработки минерального сырья предприятиями рудного, горно-металлургического и нерудного профиля.

Высокие темпы добычи и переработки минерального сырья привели к образованию большого количества горнопромышленных отходов. На предприятиях горнопромышленного производства Казахстана в отвалах и хвостохранилищах находится более 20 млрд. т техногенных минеральных образований. Ежегодно накапливается около 1млрд. т техногенных минеральных образований. Уровень использования горнопромышленных отходов в настоящее время является низким (не более 10%). Техногенные минеральные образования используются в количестве 2-3% от ежегодного поступления в отвалы.

Техногенные минеральные отходы занимают значительные земельные площади и являются источником пыле – и газовыделений, токсичных образований, загрязняют атмосферу, почву, поверхностные и подземные воды, оказывают негативное воздействие на окружающую природную среду [1].

В тоже время отходы горно-обогатительного производства содержат ряд ценных цветных, благородных и редких металлов и минералов вмещающих пород, что позволяет рассматривать их как техногенные месторождения полезных ископаемых-источники важного и полезного минерального сырья [2].

Инновационные подходы к рациональному использованию минеральных ресурсов невозможны без комплексного использования минерального сырья, без разработки и внедрения малоотходных и безотходных технологий переработки техногенных отходов.

В этом направлении давно и активно идут промышленно развитые страны, такие как Россия, США, Германия, Япония, Австралия, Канада, в которых ведётся работа по разработке комбинированных технологий вовлечения в производственный оборот техногенных отходов [3].

В Казахстане также проводились исследования по переработки техногенных отходов горно-обогатительного производства. Так как глубокая переработка минерального сырья отвечает принципам инновационного развития недропользования, и является доминирующим направлением в системе переработки техногенного сырья в мировых промышленно развитых странах [4].

Глубокая переработка техногенного сырья подразумевает максимально возможное извлечение всех ценных компонентов с получением допустимой номенклатуры товарной продукции в процессе полного цикла комбинированной переработки: обогатительного, пиро-, гидро-, био-гидрометаллургического переделов, а также утилизация полученных вторичных отходов переработки техногенных продуктов.

Исследования, проведенные в области переработки техногенных отходов обогащения, можно условно разделить на три направления: обогатительное; обогатительно-гидрометаллургическое и био-гидрометаллургическое.

Примером обогатительного направления может служить гравитационно-флотационная технология переработки лежалых хвостов флотации одной из обогатительных фабрик Урала [5]. Содержание суммы цветных металлов (медь и цинк) в хвостах флотации составляли 0,95-1,6 %, золота1 г/т и серебра более 20 г/т.

Основные процессы данной технологии следующие:

-репульпация и дезинтеграция отвальных хвостов;

-гидравлическая классификация на три продукта;

-доизмельчение и классификация крупного продукта

-гравитационное обогащение крупного продукта на ЦБК «Knelson» с тремя перечистками чернового золотосодержащего продукта на концентрационном столе;

-обогащение на винтовом сепараторе среднего продукта классификации;

-обесшламливание промпродукта, хвостов винтового сепаратора и хвостов ЦБК со сбросом шламов в отвал;

-отмывка, классификация и доизмельчение сгущенного продукта обесшламливания с последующей его флотацией;

-основная медная флотация доизмельчённого продукта обесшламливания с одной перечистной операцией;

-доизмельчение промпродукта медной флотации в отдельном цикле с последующей коллективной медно-цинковой флотацией и селективным разделением цинка и меди.

Показатели обогащения хвостов флотации по гравитационно-флотационной технологии приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Показатели обогащения хвостов флотации**

Продукты	Выход, %	Содержание, %, г/т			Извлечение, %		
		медь	цинк	золото	медь	цинк	золото
1	2	3	4	5	6	7	8
Гравитационнй концентрат	1,1	0,20	0,16	25,0	0,3	0,2	20,0
Шламовый продукт (-10мм)	10,8	0,50	1,10	0,10	8,2	13,2	0,8
Общий медный концентрат	2,4	16,2	1,67	5,90	58,9	4,5	10,7
Цинковый концентрат	1,0	0,3	49,50	0,32	0,5	55,0	0,2
Золотосодержащий продукт	15,0	0,4	0,70	5,10	9,1	11,7	58,0
Си-Zn-Ру продукт	35,5	0,24	0,16	0,20	12,7	6,3	7,7
Отвальные хвосты	34,2	0,20	0,24	0,10	10,4	9,1	2,6
Хвосты флотации	100,0	0,66	0,20	1,32	100,0	100,0	100,0

Обогатительно-гидрометаллургическое направление переработки техногенных отходов обогатительных фабрик является наиболее распространенным вследствие небольшого количества операций технологической схемы и достаточного количества методов извлечения из кислотных растворов цветных металлов в селективные продукты.

Для переработки хвостов обогащения полиметаллических руд разработано несколько методов, которые включают следующие операции [6-13]:

- выщелачивание хвостов подкисленным (серная или соляная кислота) с раствором, содержащим от100 до 300 мг/дм^3 хлорида натрия до конечного значения pH=1,5-2,5 при температуре 10-30°С в течении 0,5-1часа;

- фильтрация раствора выщелачивания с получением продуктивного раствора (после 3-5 его оборота) и кека;

- флотация кека выщелачивания (с доизмельчением или недозмельчением материала) с добавлением флотореагентов (собиратель-бутиловый ксантат или аэрофлот) при плотности пульты Т:Ж=1:3с получением пиритсодержащих продуктов (концентратов);

- продуктивный раствор выщелачивания обрабатывают известковым раствором с осаждением свинца, цинка, меди и серебра в виде гидроксидов с последующим их разделением на селективные одноименные продукты;

- кек кислотного выщелачивания выщелачивают горячим раствором (70-80°С) с концентрацией хлористого натрия 250-300 г/дм^3:

- после хлоридного выщелачивания кек фильтруют, добавляют к фильтрату сернистый натрий с осаждением свинца в виде сульфида (свинцовый продукт).

При переработке хвостов обогащения свинцово-цинковых руд был использован метод, включающий следующие операции [14]:

- флотация сульфидов свинца и цинка бутиловым ксантом и вспенивателем Т-80 с получением коллективного концентрата;

- выщелачивание свинца и цинка из концентрата проводилось растворами соляной кислоты и хлорного железа, Осаждение свинца в виде сульфида осуществлялось сероводородом.

Био-гидрометаллургическое направление переработки техногенных отходов обогащения полиметаллических руд предусматривает использование различных культур бактерий. Например, с применением бактерий культуры Thiobacillus ftrrooxidans. Способ биовыщелачивания сульфидных продуктов проводится в две стадии:

- первая при интенсивном перемешивании раствора, значении pH=1,6-1,7, температуре 60-80°С, концентрации ионов трёхвалентного железа 8-12 г/дм^3 крупности частиц твёрдой фазы до минус 44 мкм до накопления фракции минус 10 мкм 40-60% от массы продукта выщелачивания;

-вторая стадия выщелачивания культурой Thiobacillus ftrrooxidans проводится при температуре раствора 28-32 °С, значении pH=1,4-1,8, до накоплении в растворе концентрации ионов трёхвалентного железа 12-15 г/дм^3. Такой раствор возвращают в первую стадию с промежуточным выделением из него цветных металлов [15].

Для бактериального окисления жидкой фазы раствора при выщелачивании техногенных отходов обогащения полиметаллических руд целесообразно использование сочетание культур железоокисляющих и сероокисляющих бактерий.

Использование данного направления переработки техногенных отходов характеризуется тем, что выщелачивание, вывод пульпы из чанов выщелачивания, разделения на твёрдую и жидкую фазы, бактериальное окисление жидкой фазы возврат жидкой фазы на выщелачивание может проводиться в непрерывном режиме.

Таким образом, опыт работы ряда предприятий промышленно развитых государств и результаты исследований научных работников и специалистов Республики Казахстан и Российской Федерации в свидетельствуют о реальной прорывной перспективе использования техногенных отходов горно- металлургических комплексов в качестве масштабного источника важного и полезного минерального сырья.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Анисимов В.Н. Безотходная переработка природно–техногенных месторождений мобильными технологическими комплексами // Горная промышленность. 2015. №3 стр.75-82.

[2] Самойлик В. Г. Специальные и комбинированные методы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие. 2016 - 165 с.

[3] Самойлик В.Г. Специальные и комбинированные методы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие – С-Пб. гор. ин-т, 2015. - 214 с.

[4] Котенко Е.А., Морозов В.А., Анисимов В.Н., Кушнеренко В.К. Геоэкологические проблемы эксплуатации горно-металлургического комплекса КМА // Горная промышленность. 2003. №2 стр.115-121.

[5] Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Хачатрян Л.С. Переработка пиритных техногенных продуктов: IX Конгресс обогатителей стран СНГ // С-Пб. гор. ин-т, 2008. стр. 123-125.

[6] Патент 2197547 Российская Федерация, МПК C22B 7/00, B03B 7/00. Комбинированный способ переработки хвостов обогащения полиметаллических руд / Сычёва Е.А. и др. - № 98116796/02, заявл. 09.09.1998; опубл. 27.01.2003, Бюл. № 3.

[7] Патент 2044079 Российская Федерация, МПК C22B 7/00. Комбинированный способ переработки хвостов обогащения полиметаллических руд / Эннс И.И. и др. - № 5037368/02, заявл. 25.02.1992; опубл. 20.09.1995.

[8] Патент 5305 Республика Казахстан, МПК C22B 3/00. Комбинированный способ переработки хвостов обогащения полиметаллических руд / Акылбеков А.А. и др. - № 960624.1, заявл. 20.06.1996; опубл. 15.10.1997, Бюл. №4.

[9] Патент 281 Республика Казахстан, МПК C22B 7/00. Комбинированный способ переработки хвостов обогащения полиметаллических руд / Эннс И.И. и др. - № 5037368/02, заявл. 28.01.1993; опубл. 30.12.1993, Бюл. №3.

[10] Семушкина Л.В., Турысбеков Д.К., Тусупбаев Н.К., Котова О.Б. Технологические основы переработки хвостов флотационного обогащения. Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2016. №6 стр.28-32

[11] Чантурия В. А., Козлов А. П. Прогрессивные технологии комплексной и глубокой переработки природного и техногенного минерального сырья // Материалы Международной научно-технической конференции «Комбинированные процессы переработки минерального сырья: Теория и практика», Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург, 2015. стр. 12-18.

[12] Руднев Б.П. Мировой опыт переработки хвостов обогащения и отвалов металлургического производства. Маркшейдерский вестник. 2006. №4. стр. 9-13.

[13] Shorokhova A.V., Novichikhin A.V. Processing of iron-ore waste from enrichment plants. Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Chernaya Metallurgiya, 2017, №6, pp. 486–492.

[14] Башаева Н.А., Ковинько О.В., Сорокина Н.Н. Комбинированный способ переработки хвостов обогащения // Цветная металлургия, 1989, №3 стр. 26-27.

[15] Патент 2418870 Российская Федерация, МПК C22B 3/08, C22B 19/00, C22B 11/00, C22B 3/18 Способ переработки сульфидных минеральных продуктов с применением бактерий для извлечения металлов / Крылова Л.Н. и др. - № 2009117574/02, заявл. 12.05.2009; опубл. 20.11.2010, Бюл. № 32.

Дрючкова О.А., Быков Р.А., Асанов Д.А., Мамяченков С.В., Сычева Е.А.

Полиметалды кендерді байытудың техногенді қалдықтарын өңдеу тәжірибесі

Полиметалды кендерді байытудың техногенді қалдықтарын өңдеу мәселелерін шешу өзектілігі, өңдеуге айтарлықтай мардымсыз шикізатты қатыстыру, қалдықтарды сақтауға, кәдеге жаратуға және залалсыздандыруға шығындарды төмендету, қоршаған ортаны ластауды төмендету қажеттілігімен анықталады. Мақалада байытудың техногенді қалдықтарын өңдеу тақырыбы бойынша ақпараттарды патенттік және библиографиялық іздестіру нәтижелері ұсынылған. Аталмыш қалдықтарды әртүрлі әдістермен зерттеудің перспективалық бағыттары қарастырылды. Деректерге жүргізілген талдауға сүйенсек, полиметалды кендерді байытудың техногенді қалдықтарды өңдеудің негізгі бағыттары анықталды. Байытудың техногенді қалдықтарын өңдеудің құрамдастырылған гидрометаллургиялық тәсілдерін қолдану тиімдірек екені белгіленді. Тау-кен металлургия кешендерінің техногенді қалдықтарын маңызды және пайдалы минералды шикізаттың ауқымды көздері ретінде пайдалану келешегі көрсетілді.

Түйінді сөздер: техногенді шикізат, полиметалды кендер, байыту, гидрометаллургия, бөліп алу.

Dryuchkova O.A., Bykov R.A., Asanov D.A., Mamyachenkov S.V., Sycheva E.A.

Experience of Processing of Technogenic Wastes from Benefication of Polymetallic Ores

The need to involve increasingly poor raw materials in processing, reduction of storage costs, disposal and neutralization of wastes, reduction of environmental pollution determine the relevance of solving the problem of processing of technogenic wastes form polymetallic ores benefication.

The article presents the results of the patent and bibliographic search for information on the processing of technogenic benefication wastes. Prospective directions of studying the processing of these wastes by different methods are considered.

Based on the data analysis, the main directions of processing of technogenic wastes from polymetallic ores benefication have been established.

It was described that it is more advantageous to use integrated hydrometallurgical methods for processing of technogenic benefication wastes. The article show the prospect of using technogenic wastes of mining and metallurgical complexes as a large-scale source of important and useful mineral raw material.

Key words: technogenic raw material, polymetallic ores, benefication, hydrometallurgy, recovery.

УДК 628.169.7

A.N.Aitbayev, S.K. Myrzalyieva

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan E-mail:akarys.n@mail.ru)

UTILIZATION OF SURPLUS ACTIVATED SLUDGE AFTER BIOLOGICAL CLEANING OF OIL-CONTAMINATED SEWAGE WATERS

Abstract. When operating biochemical treatment facilities of oil refineries, large-tonnage organic-mineral waste is formed - spent activated sludge, which accumulates on mud maps and adversely affects the environment.

In this article, the ways of processing and detoxification of spent activated sludge are considered, with further utilization of it as a secondary product. The technological scheme of production of adsorbent by the method of pyrolysis from the spent activated sludge is proposed.

Key words. Spent activated sludge, sewage sludge, pyrolysis, detoxification.

А.Н . Айтбаев, С.К. Мырзалиева

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан akarys.n1@mail.ru)

УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО АКТИВНОГО ИЛА ПОСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. При эксплуатации биохимических очистных сооружений нефтеперерабатывающих заводов образуются крупнотоннажные органоминеральные отходы – отработанный активный ил, который накапливается на иловых картах и отрицательно влияет на окружающую среду.

В данной статье рассмотрены пути обработки и детоксикации отработанного активного ила, при дальнейшем утилизации его как вторичного продукта. Предложено технологическая схема производства адсорбента методом пиролиза из отработанного активного ила.

Ключевые слова: Отработанный активный ил, осадки сточных вод, пиролиз, детоксикация.

В результате роста и развития городов, увеличивается концентрация промышленности и населения. В связи с этим растет и количество образующихся отходов, в том числе и отработанного активного ила, со станции биологической очистки сточных вод нефтеперерабатывающих заводов [1].

Отработанный активный ил представляет собой сложный органоминеральный комплекс, органическая часть которого (58 - 60% в пересчете на сухое вещество) представлена клетками микроорганизмов с адсорбированными на их поверхности и частично окисленными загрязняющими веществами сточных вод предприятия, азотсодержащими и фосфор содержащими соединениями. Основными компонентами минеральной части отработанного активного ила являются оксид кремния, оксид алюминия, оксид железа и фосфор, который может находиться в образцах отработанного активного ила в виде малорастворимых фосфатов тяжелых металлов, а также кальция [2-3].



Рис.1. Отработанный активный ил со станции биохимической очистки

Образующийся отработанный активный ил накапливается на иловых картах, которые занимают большие площади. Складируемый осадок заражен токсичными веществами, разного рода нефтепродуктами, соединениями тяжелых металлов различной формы.

Кроме того, из-за потенциально высокого содержания металла их неконтролируемое хранение может вызвать загрязнение почвы и грунтовых вод [4].

Отработанный активный ил, образующийся при биологической очистке промышленных и городских сточных вод, требуют дорогостоящих процедур захоронения. Стоимость складирования отработанного активного ила составляет около 50% от общей стоимости очистки сточных вод [5].

В связи с наличием в составе отработанного активного ила влаги, тяжелых металлов, нефтепродуктов и патогенных микроорганизмов, вторичное использование невозможно, т.к. возникает необходимость предварительной обработки и обезвреживания отработанного активного ила.

Отработанный активный ил с биологических очистных сооружений обладает избыточной влажностью до 98%. По типу связи воды с отработанным активным илом, можно выделить следующие взаимодействия: свободную, коллоидно-связанную и химически связанную [6].

Типовые процессы, применяемые для обработки осадков [7]: уплотнение (сгущение) - гравитационное, флотационное, центробежное, фильтрационное и т.д.; стабилизация (предотвращение загнивания осадка) - высушивание, минерализация с помощью химических реагентов (окислителей, щелочей, ингибиторов и т.д.); кондиционирование (способствующее лучшему обезвоживанию) - реагентная обработка, тепловая, жидкофазное окисление и т.д.; обезвоживание - естественное на иловых площадках, искусственное - вакуум-фильтрах, фильтр-прессах, центрифугах и т.д., термическое; утилизация - выделение ценных компонентов для повторного использования или использования в смеси с другими компонентами; ликвидация - вывоз на свалку, закачка в пустые породы, сжигание на свалке и в печах.

Если в осадке содержатся недопустимо высокие концентрации тяжелых металлов, то применимы методы связывания последних в труднорастворимые соединения (детоксикация) [8].

Если ионы тяжелы металлов будут извлечены из илов, то последние можно будет использовать как:ценное удобрение в сельском хозяйстве; белково-витаминную подкормку для животных и птиц; сырье для получения белков и аминокислот; технический витамин B_{12} для комбикормов, а также использовать при производстве строительных материалов, асфальта, химических продуктов [9].

При биологической очистке сточных вод промышленных предприятий в отработанном активном иле могут накапливаться тяжелые металлы в следующем количестве, мг/кг сухого вещества, не более: 2000 Cu, 5000 Zn, 1800 Ni, 1600 Pb, 20 Hg [10].

По степени токсичности тяжелых металлов можно расположить в следующем порядке: Sb>Ag>Cu>Hg>Co ≥ Ni ≥ Pb>CR^{3+}>V ≥ Cd ≥ Zn>Fe. Соли этих металлов снижают скорость очистки [11].

В настоящее время существуют многие способы извлечения ионов тяжелых металлов из осадков:

– термический (автоклавный гидролиз, сжигание);

– ионообменный с последующей сильнокислотной обработкой;

– химическое выщелачивание концентрированными кислотами и щелочами [12].

Установлено, что ионы кальция способны замещать ионы тяжелых металлов, что способствует извлечению последних из образцов избыточного ила. Также известен эффект повышенной водоотдачи отработанного активного ила в присутствии кальцийсодержащих реагентов.

Для выбора реагента в присутствии которого целесообразно проводить пиролиз отработанного активного ила, был проведен термодинамический анализ процессов взаимодействия карбоната кальция и оксида кальция с сероводородом. Исходные данные для расчета представлены в таблице 1[13].

Таблица 1. **Термодинамические характеристики веществ**

Вещество	ΔH кДж/моль	ΔS Дж/моль*К
CaO	-635,1	38,2
CaCOз	-1206	92,9
CaS	- 478,3	56,5
H_2O	-241,8	188,7
H_2S	-20,2	206
CO_2	- 393,5	213,7

Расчеты изменения энергии Гиббса и константы химического равновесия при температуре 500°С показали, что наиболее эффективно взаимодействует с серосодержащими соединениями при температуре 500°С CaO (таблица 2).

Реакция взаимодействия оксида кальция с сероводородом:

$$CaO + H_2S = CaS + H_2O \quad (1)$$

$$\Delta H = -241,8 - 478,3 + 635,1 + 20,2 = -720,1 + 655,3 = -64,8 \frac{кДж}{моль} \quad (2)$$

$$\Delta S = 56,5 + 188,7 - 38,2 - 206 = 245,2 - 244,2 = 1,0 \frac{Дж}{моль * К} \quad (3)$$

Реакция взаимодействия карбоната кальция с сероводородом:

$$CaCO_3 + H_2S = CaS + H_2O + CO_2 \quad (4)$$

$$\Delta H = -241,8 - 478,3 - 393,5 + 1206 + 20,2 = -1113,6 + 1226,2 = 112,6 \frac{кДж}{моль} \quad (5)$$

$$\Delta S = 56,5+ 188,7+ 213,7-92,9-206 = 150 \frac{Дж}{моль*К} \quad (6)$$

Рассчитаем температуру начала реакции:

$$T= \frac{\Delta H}{\Delta S}=\frac{112600}{150} = 750,7\ K= 477,7°C \quad (7)$$

Таблица 2. **Термодинамические характеристики химических реакций**

Реакция	Т,К	ΔG, Дж	K_p^0
CaO+ H_2S = CaS + H_2O	298	- 65098	$2,6*10^{11}$
	573	- 65373	$9,2*10^{5}$
	673	- 65473	$1,2*10^{5}$
	773	- 65573	$2,7*10^{4}$
	873	- 65673	$8,5*10^{3}$
CaCOз + H_2S = CaS + H_2O + CO_2	298	67900	$1,2*10^{-12}$
	573	26650	$3,7*10^{-3}$
	673	11650	$1,3*10^{-1}$
	773	- 3350	1,68
	873	-18350	$1,3*10^{1}$

Как видно из представленных данных (таблица 2), взаимодействие оксида кальция с сероводородом сопровождается экзотермическим эффектом. С повышением температуры величина константы равновесия (Кр) уменьшается, вследствие чего уменьшается выход реакции. Следовательно, для увеличения выхода реакции и снижения концентрации серосодержащих соединений в отходящих газах, процесс термической деструкции целесообразно проводить в низком температурном диапазоне. В свою очередь процесс взаимодействия карбоната кальция с сероводородом при низких температурах термодинамически невозможен. При повышении температуры Кр увеличивается, следовательно, максимальная степень взаимодействия будет происходить при температурах выше700°С.

Рекомендуется предварительная обработка отработанного активного ила негашеной известью (CaO), и добавление непосредственно в печь пиролиза.

Утилизация отработанного активного ила является одной из приоритетных задач, направленной на снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Существуют следующие способы утилизации осадков сточных вод:

– Термическиеметоды;

– Химические методы;

– Биологические методы [14].

Анализ рассмотренных методов утилизации отработанного активного ила в соответствии с выбранными критериями, показал, что для утилизации отработанного активного ила, технологически и экономически целесообразно использование термических методов, а именно пиролиза.

Пиролиз – термические разложение в отсутствие свободного кислорода и при температурах между 300 и 900°С. Конечными продуктами пиролиза являются газовая фаза, такие как водород, метан и монооксид углерода; жидкая фаза, состоящий из смолы и масел; твердый остаток, главным образом уголь. Доля этих трех фаз зависит от условий проведения процесса. Газообразные и твердые вещества могут быть использованы в качестве топлива, в то время как жидкая фаза может использоваться в качестве исходного материала при производстве качественного масла с хорошей теплотворной способностью (29-38 МДж/кг), эквивалентной тяжелой сырой нефти [15].

На основе [16] анализа литературных источников, предлагается технологическая схема утилизации отработанного активного ила (рисунок 2).

Сушка и пиролиз являются двумя ключевыми звеньями в этом процессе. При сушке содержание влаги в осадке снижается до 10%, а в пиролизной установке высушенный осадок

пиролизуется в кокс и топливный газ в инертной атмосфере (температура пиролиза 650°С со скоростью нагрева 30°С/мин). Кокс дезинтегрируется в частицы определенных размеров, которые могут использоваться в качестве адсорбентов. Топливный газ преобразуется в энергию, которая используется для сушки и пиролиза.

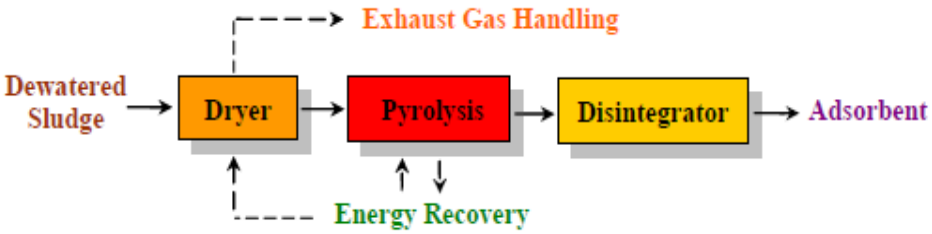


Рис.2. Процесс получения адсорбента из обезвоженного осадка методом низкотемпературного пиролиза

Выявлены различные способы использования адсорбента, полученного путем процесса пиролиза:

– в качестве дешевых сорбционных материалов для до очистки сточных вод от нефтепродуктов и других органических веществ;

– в качестве сорбционного материала для ликвидации разливов нефтепродуктов на технологических площадках;

– в качестве структуратора в процессах биоремедиации нефтезагрязненных грунтов на технологических площадках предприятия.

В настоящее время решение проблемы утилизации отработанного активного ила со станции биологической очистки нефтеперерабатывающих заводов обеспечивает вторичное использование отработанного активного ила и снижение техногенного воздействия на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Данилович Д.А., Козлов М.Н., Богарова И.Н., Дворецкая И.С. Сравнительная оценка методов обеззараживания сточных вод // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2002, - №1. - С. 41-48.

[2] Ibarra J., Moliner R. "Fuel", Удаление ионов тяжелых металлов изсточных вод с помощью сульфированного бурого угля. 1984, 63, N 3, p. 377.

[3] Зосин А.П., Примак Т.И. Очистка промышленных стоков от катионов никеля, кобальта, меди, сорбентом на основе магнезиально-железистых шлаков цветной металлургии //Химия и технология неорганических сорбентов: Минвуз. Сб. науч. тр. Перм. политехи, ин-т. - Пермь, 1980, с. 92 - 97.

[4] Di Palma L., Ferrantelli P., Merli C., Petrucci E., 2003, Treatment of the solution extracted from metal contaminated soils by reverse osmosis and chemical precipitation, Annali di Chimica -Roma, 93, 12,1005-1011.

[5] Stoller M., Gonzini O., Di Palma L., 2010, Enhancement of biomass speciation in step sludge recirculation activated sludge system by the use of submerged membranes, Desalination, 253, 583-586.

[6] When sludge means power // Water and Wesle treat. (Gr. Brit). - 1996. - 39. -№ 9. - P. 28.

[7] Кузубова Л.И., Морозов С.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ, НИОХ.- Новосибирск, 1992.- 72с.

[8] Воловник Г.И., Терехов Л.Д., Терехова Е.Л. Водоотведение промышленных предприятий: учеб. пособие //Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. – 411 с.

[9] Скворцов Л.С., Комплексная обработка осадков с целью их утилизации // Водоснабжение и Канализация. 2012. № 3. С.77-83.

[10] Зыкова И.В. Утилизация избыточных активных илов // Экология и промышленность России. - 2001. № 12 (декабрь). - С. 29-30.

[11] Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т.2. - Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. - 884 с

[12] Панов, В.П. Извлечение тяжелых металлов из избыточного активного ила при аэрировании // Журнал прикладной химии. - 2005. Вып. 4. С. 608-612.

[13] Равдель А.А., Пономарева А.М. Краткий справочник физико-химических величин.10-е изд. С-П.: Иван Федоров,2002.

[14] Панов В.П. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие. М.: Академия, 2008. 320 с.

[15] Sanin, F.D.; Clarkson, W.W.; Vesilind, P.A. Sludge Engineering—The Treatment and Disposal of Wastewater Sludges, 1st ed.; DEStech Publ., Inc.: Lancaster, PA, USA, 2011; pp. 275-301

[16] Ludovico Spinosa , Azize Ayol, Jean-Christophe Baudez. Sustainable and Innovative Solutions for Sewage Sludge Management// Water 2011, 3, 702-717.

Aitbayev A.N., S.K. Myrzalyieva

Utilization of surplus activated sludge after biological cleaning of oil-contaminated sewage waters

Summary. When operating biochemical treatment facilities of oil refineries, large-tonnage organic-mineral waste is formed - spent activated sludge, which accumulates on mud maps and adversely affects the environment.

In this article, the ways of processing and detoxification of spent activated sludge are considered, with further utilization of it as a secondary product. The technological scheme of production of adsorbent by the method of pyrolysis from the spent activated sludge is proposed.

Key words. Spent activated sludge, sewage sludge, pyrolysis, detoxification.

Айтбаев А.Н., С.К Мырзалиева

Мұнай өнімдерімен ластанған ағынды суларды биологиялық тазартудан кейін пайдаланылған белсенді субалшықты пайдаға асыру

Түйіндеме. Мұнай өңдеу зауыттарындағы биохимиялық тазарту қондырғыларының жұмысынан кейін көптоннажды минерал-органикалық қалдық – пайдаланылған белсенді субалшық түзіледі. Ол өз кезегінде субалшық жинайтын қоймаларда жиналып, қоршаған ортаға кері әсерін тигізеді.

Бұл мақалада пайдаланылған белсенді субалшыққа алдын-ала өңдеу мен детоксикациялау үрдісін жүргізіп, ары қарай утилизация арқылы екіншілік мақсаттағы дайын өнім алуқарастырылған. Пайдаланылған белсенді субалшықтан пиролиз арқылы адсорбент алудың технологиялық сұлбасы көрсетілген.

Түйін сөздер: Белсенді субалшық, сарқынды су тұнбасы, пиролиз, детоксикация.

УДК 669.2/.8

А.К. Серикбаева, А.Р. Даулбекова

(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова,
Актау, Республика Казахстан, akm_rgp@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ «$PbCO_3$-S»

Аннотация: В статье даны результаты термических и рентгеноструктурных анализов изучения фазовых превращении в модельной системе «$PbCO_3$ - S». Представлены механизмы взаимоодействия в изучаемой системе. Установлено, что в системе $PbCO_3$-S при различных соотношениях компонентов интенсивность эндотермического эффекта растет, с увеличением концентрации серы. Экзоэффект сульфидирования карбоната свинца при недостатке серы при 230^0C резко переходит в эндоэффект разложения избыточного карбоната, а при достатке сульфидизатора область температур расширяется до 350^0C, с образованием оксисульфатов и сульфидов свинца в результате взаимодействия продуктов разложения оксидов свинца с серой. Увеличение количества серы до 150 % по отношению к карбонату свинца не влияет на ход процесса сульфидизации, на рентгенограммах образца, преобладают дифракционные линии оксисульфата свинца, состава $Pb_2SO_5(2PbO{\cdot}SO_3)$ до 70,7%.

Ключевые слова: карбонат свинца, сера, сульфидирование, термогравиметрия, рентгенодифракционный анализ.

Возрастающие потребности народного хозяйства в цветных металлах заставляют вовлекать в производство все более сложные и труднообогатимые руды, в том числе окисленные и смешанные (сульфидно-окисленные) и техногенные отходы [1, 2]. В большинстве случаев извлечение цветных редких металлов из окисленных и смешанных руд является технологической проблемой[3-5]. Между тем они представляют собой крупный сырьевой источник получения свинца, цинка, меди и др. цветных металлов.

Техногенные отходы производства цветных металлов в основном представлены оксидами, сульфатами, силикатами, карбонатами и другими соединениями в зависимости от технологического процесса [6-8].

Поэтому очень трудно подобрать технологический режим, обеспечивающий эффективное извлечение всех окисленных форм составляющих компонентов в одноименные концентраты.

Обычно смешанные руды и окисленные отходы сульфидируют серосодержащими, а именно, пиритом, элементной серой, неорганическими и органическим сульфидами и т.д. [9-18], для перевода

их в единые сульфидные формы для улучшения технологических показателей при извлечении металлов.

Изучение модельной системы состоящей из карбоната свинца и серы является интересным для понимания процессов протекающих при пирометаллургической переработке свинецсодержащих материалов.

В статье изучены фазовые превращения, протекающие в модельной системе«карбоната свинца –сера».

Термические и рентгенофазовые анализы проводились в Институте геологических наук им.К.И. Сатпаева.

Обсуждение результатов

Термическое поведение карбонатов свинца с добавками серы отличаются между собой, в том же соответствии, в котором отличаются их концентрации. В качестве индикатора присутствия элементарной серы в составе смесей, служит наличие в интервале 90-170°С двухстадийной эндотермической реакции (рисунок 1). Термохимические параметры данного процесса напрямую связаны с количеством серы в исследуемой системе и могут быть использованы как показатели, объясняющие связь изменения высокотемпературных свойств карбоната свинца с изменением количества серы в пробе.

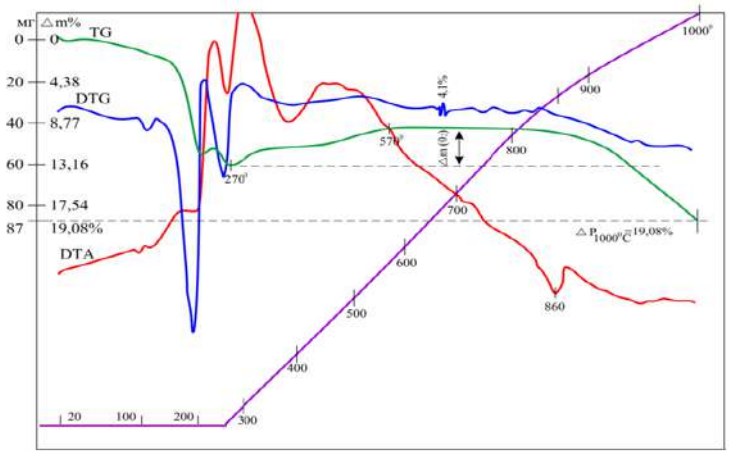
В связи с переходом компонентов шихты в новые структурные образования термические кривые в пределах 200-500°С осложнены весьма интенсивными проявлениями, требующими, в этой связи, привлечения рентгеноструктурных анализов. Выше пределов этих температур указанные системы, в большинстве случаев, ведут себя, как сульфаты различной степени окисления. Такая кинетика термического преобразования указанных смесей оправдана, в силу неодинаковых пропорций их компонентов. По этой же причине инконгруэтноеплавление твердого продукта распада $PbCO_3$ - оксида свинца при 860°С, оставляет на DTA-кривой на много более глубокий пик нежели это наблюдалось в случае нагревания образца (см. рисунок 1в). В системе $PbCO_3$-S, с компонентами, соотносящимися, как 1:0,5 (см. рисунок 1б) в условиях динамического нагрева от 20 до 1000°С, дают серию термических эффектов, связанных с деструкцией церуссита, частичным сгоранием серы и развитием новых фаз. Присутствие серы в пробе обнаруживается уже в начале прогревании пробы, которая в пределах 80-130°С оставляет на DTA-кривых три эндотермических пика первая, из которых в окрестностях ~100°С, вызвана полиморфным переходом серы из α-состояния в β-модификацию. Два других из этой серии эффектов – суть наличия в системе двух форм воды абсорбированной пробой в результате присутствия в ней порошковой.

При нагревании до 130°С вода выносится из системы с частью газообразной серой (не окисленной серы) в два этапа при 110 и 120°С – сдвоенный пик на DTG-кривой, см. рисунок 1в. Ту же кривизну обезвоживания, но в более узких пределах температур демонстрирует DTA-линия, а термогравиметрическое устройство прибора очерчивает в указанном промежутке температур ступени одновременной дегидратации и дегазации, соответствующим потери веса, равной 2,5%. Далее по нарастанию температуры дифференциальная термоаналитическая кривая отмечает явно выраженные эндотермические пики при 200, 320 и 860°С и мощное экзотермическое проявление в области 360°С. Первые два из этих эффектов по данным [19] обусловлены процессами диссоциации $PbCO_3$ с образованием сначала $PbO\cdot PbCO_3+CO_2$, а затем $PbO+CO_2$. Третья эндотермическая реакция при 740°С вызвана плавлением оставшегося продукта разложения – оксида свинца. Интенсивное развитие экзотермического процесса, выявленного при нагревании пробы, начинает протекать еще при температурах первой стадии деструкции церуссита – 130-200°С и переходит в размеренное состояние при 440°С. Далее привнесение тепла в систему идет линейно до 870°С и затухает в пределах 1000°С. Весь процесс выделения тепловой энергии вызван формированием структуры оксисульфатов свинца с серой. Об этом свидетельствует не только наличие на DTA-кривой теплового фона в диапазоне180-900°С, но и явное отклонение части термогравиметрической линии (300-980°С) в направлении приращения массы испытываемой системы. Максимальная прибавка вещества (Δm=8,9%) достигается при температуре 760°С.

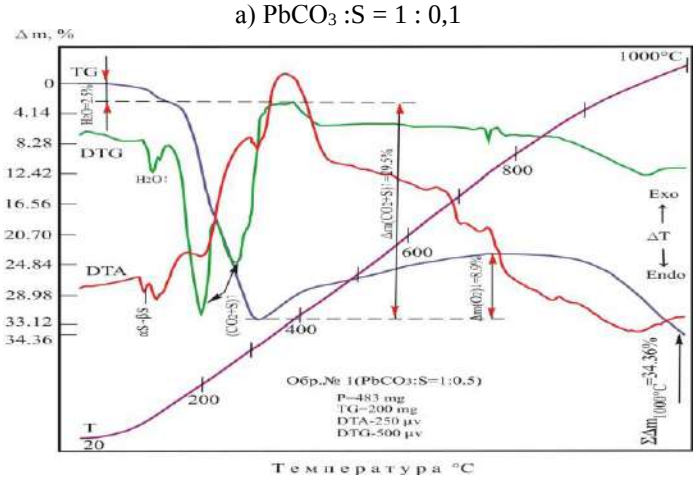
Рентгеноструктурный анализ, подтвердил сульфидобразование и дифференцировал соединения на три типа – два из них свинцовые образования неодинаковой степени сульфидизации, третий тип (промежуточный) включает в себя оксидную и сульфатную часть свинца (см. рисунок 2).

Таким образом, природа всех указанных реакций выявленных в двух образцах в одних и тех же промежутках температур попарно совпадают между собой. Максимальный прирост кислорода в

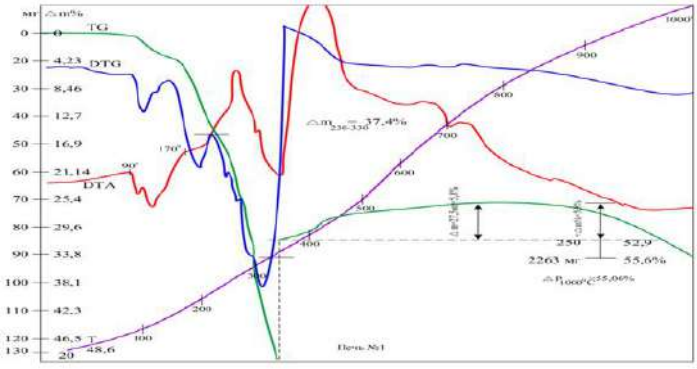
систему (Δm), осуществляемого в пределах 270-800°С, достигает 4,1%. На термогравиметрической шкале это число соответствует проекции линии проходящей от нижней точки TG-кривой при 270°С до любой верхней точки этой же кривой расположенной в диапазоне 570-800°С (наибольшего привнесения атмосферного кислорода). Общая потеря веса пробы при 1000°С, как разность масс (Δm) между удаленными из системы соединений (при диссоциации) и абсорбированным кислородом (при окислении), составляет 19,8%. Это суммарное значение изменения веса так же, как и величина максимального ее прироста в значительной мере отличается от соответствующих термогравиметрических показаний анализа образца (см. рисунок 2), что еще раз подтверждает закономерную зависимость развития химических событий в нагреваемой системе от смены соотношений количества серы в пробе.



а) $PbCO_3$:S = 1 : 0,1



б) $PbCO_3$:S = 1 : 0,5



в) $PbCO_3$:S = 1 : 1,5

Рис. 1. Дериватограммы системы «$PbCO_3$–S»

На рентгенограммах образца состава $PbCO_3$:S=1:0,1 (таблица 2, рисунок 2), где количество серы варьировалось от 10 до 50% от количества карбоната свинца, выявлены интенсивные дифракционные линии, характерные оксисульфату свинца в количестве 56,7%, а также менее интенсивные в количеств 29,1%, а также англезит 14,1 %, это означает, что указанное количество серы взаимодействует с карбонатом свинца и образует промежуточных серосодержащих соединений свинца - оксисульфатов.

Рентгенофазовым методом анализа изучены фазовые превращения в системе $PbCO_3$: S. Результаты представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 - **Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа кристаллических фаз образцов карбоната свинца с серой**

Соединения	Формула	%
$PbCO_3$:S=1:0,1		
Сульфатсвинца	$Pb_2SO_5(2PbO{\cdot}SO_3)$	56,7
Оксисульфатсвинца	$Pb_3O_2SO_4$ $(3PbO{\cdot}SO_3)$	29,1
Англезит	$PbSO_4$	14,1
$PbCO_3$:S=1:0,5		
Сульфатсвинца	$Pb_2SO_5(2PbO{\cdot}SO_3)$	57,4
Оксисульфатсвинца	$Pb_3O_2SO_4(3PbO{\cdot}SO_3)$	25,4
Англезит	$PbSO_4$	17,2
$PbCO_3$:S=1:1,5		
Сульфатсвинца	$Pb_2SO_5(2PbO{\cdot}SO_3)$	70,7
Оксисульфатсвинца	$Pb_3O_2SO_4$ $(3PbO{\cdot}SO_3)$	13,8
Англезит	$PbSO_4$	15,5

Увеличение количества серы до 150 % по отношению к карбонату свинца не влияет на ход процесса сульфидизации, на рентгенограммах образца, полученного при обжиге карбоната свинца с серой в соотношениях 1:1,5 преобладают дифракционные линии оксисульфата свинца, состава $Pb_2SO_5(2PbO{\cdot}SO_3)$ до 70,7%. Значит, избыточное количество серы окисляется так как система открытая.

Механизм сульфидизации в системе $PbCO_3$-S можно представить следующим образом [20]:

$$PbCO_3 \rightarrow PbO + CO_2, \quad (1)$$

$$2PbO + S + 1{,}5O_2 \rightarrow 2PbO{\cdot}SO_3 \quad (2)$$

$$2PbO{\cdot}SO_3 + PbO \rightarrow 3PbO{\cdot}SO_3 \quad (3)$$

Так как система открытая преобладает реакция 2. По результатам РФА в конечном продукте обнаружено до15,5 англезита ($PbSO_4$), значит, протекает одновременно и реакция 3. В системе $PbCO_3$-S, в составе которой одна часть (1) принадлежит карбонату свинца, а другая часть (1,5)относится к сере (см. рисунок 1в), при нагревании, в пределах 80-400°С, отметил интенсивное развитие всех реакций, присущих для данного состава системы. При этой температуре образец теряет больше половины (52,9%) своей массы, тогда, как в остальной части диапазона (400-1000°С) потеря веса составляет лишь 2,7%. Активность развитие взаимодействия в смеси особенно существенна в процессах, за которые ответственна сера.

К ним относятся низкотемпературные (90-170°С) проявления. Одно из них (при 95°С) принадлежит полиморфному превращению серы, а следующие два – вызваны выносом из системы сорбционной воды и газообразного элемента серы.

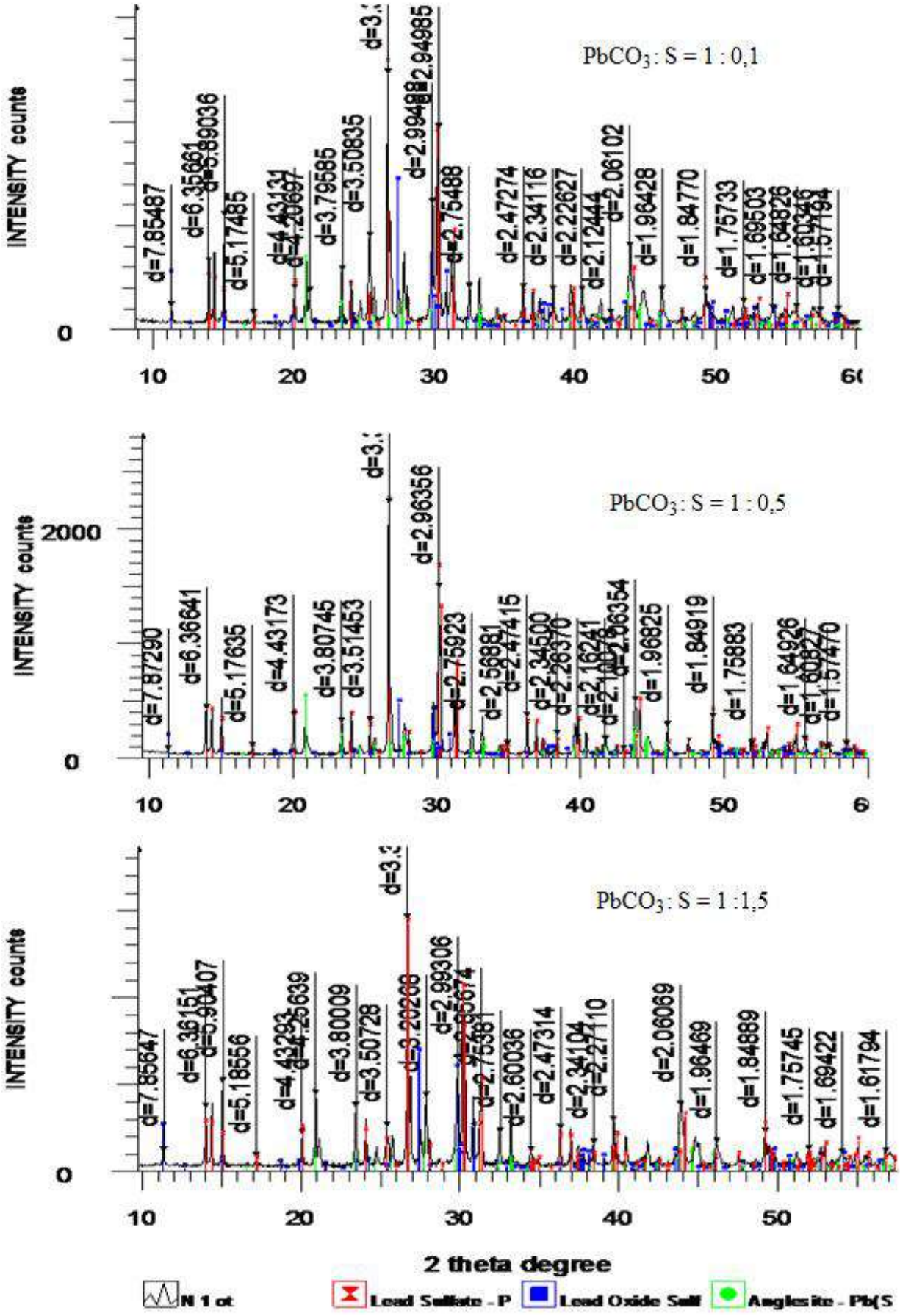


Рис. 2. Дифрактограммы образцов после термического анализа

Другим воздействием серы на динамику деструкции соседствующего с ней компонента ($PbCO_3$) является весьма интенсивная, эндотермическая реакция при 330°С. В процессе ее протекания (230-330°С) испытываемое вещество теряет до 37,4% своей массы, что значительно превышает расход вещества в остальных этапах его преобразования. Избыточная часть серы при прокаливании расходуется на образование SO_2 с последующим выбросом полученного продукта за пределы системы, и лишь необходимая доля указанного элемента находит свое назначение в сульфидобразований. Преобладание количества серы над карбонатом свинца, ведет также в момент ее окисления к росту температуры шихты, и как следствие, - к увеличению в ней количества тепла. Это кратно ускоряет процесс деструкции церуссита и приводит к несколько другим количествам новообразованных сульфатов, состав которых в отличие от образцов содержанием 0,1 и 0,5 % серы (см. рисунок 2в) не аддитивен относительно компонентов испытываемой смеси.

Наряду с указанными реакциями изучаемые системы дают в области 700°С эндотермические проявления сходные по свойствам с процессом плавления. Подтверждением этому служит отсутствие на сопряженном (с DTA) участке TG-кривой ступени потери веса. ТА своими термохимическими параметрами показал соответствие состава образцов с реальными смесями и подтвердил степень концентрации в них серы.

Таким образом, в системе $PbCO_3$-S при различных соотношениях компонентов установлено, что интенсивность эндотермического эффекта растет, с увеличением концентрации серы. Начало температуры взаимодействия во всех смесях, примерно, начинается при одной и той же температуре. Экзоэффект сульфидирования карбоната свинца при недостатке серы при 230^0С резко переходит в эндоэффект разложения избыточного карбоната: $PbCO_3 \rightarrow PbO + CO_2$, а при достатке сульфидизатора область температур расширяется до 350^0С, с образованием оксисульфатов и сульфидов свинца в результате взаимодействия продуктов разложения оксидов свинца с серой.

Итак, сульфидизация карбоната свинца с элементарной серой протекает в несколько стадии через образование промежуточных соединений – оксисульфатов свинца.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Айтжанова Д. Реализация современных программ использования промышленных отходов // Промышленность Казахстана. – 2012. - №3(72) – С. 23-24.

[2] L. I.Polianski, N. A.Babailov, Yu. N. Loginov, D.N.Pervukhina. Industrial Recycling of Technogenic Wastes and Mineral Ore Processing. // Mechanics, resource and diagnostics of materials and structures (MRDMS-2016). - Серия книг: AIP Conference Proceedings, 2016. - Том:1785. https://doi.org/10.1063/1.4967103

[3] Давыдов Г.И., Студенцов В.В., Абишев Д.Н., Петров А.А. Извлечение редкоземельных металлов из полиметаллических руд и техногенного сырья. – Алматы, 1998. – С. 76-77.

[4] B. Dikhanbaev, C. Gomes, A.B.Dikhanbaev. Energy-saving method for technogenic waste processing. // Public library science. - 2017. – Vol. 12. – №12. – P.1020-1025.

[5] U. Besterekov, K.K. Nurasheva, U.B. Nazarbek, S.P. Nazarbekova, A.A. Bolysbek Complex Mineral Fertilizers: Opportunities of Manufacturing them from Technogenic Wastes // Oriental journal of chemistry. - 2017. - Vol. 33. - № 1. – P. 92-103.

[6] V.Z.Abdrakhimov, E.S. Abdrakhimova. Study of Phase Composition of Ceramic Materials Based on Nonferrous Metallurgy, Chemical, and Petrochemical Industry Aluminum-Containing Waste// Refractories and industrial ceramics. - 2015. - Vol.56. - № 1. – P. 5-10

[7] V.Z.Abdrakhimov,E.S. Abdrakhimova.Phase composition of heat-insulating materials prepared from carbon-containing wastes. // Solid fuel chemistry. - 2014.- Vol.48. № 4. - P. 265-271.

[8] A.A. Fotiev, T.P. Sirina, V.G. Mizin, I.Surat. Phase interactions in the V_2O_5-Fe_2O_3-NiO-SiO_2 system and composition evaluation of tes burnt waste // Zhurnal neorganicheskoi khimii.- 1983. - Vol. 28. № 7. P.1790-1793.

[9] L. N. Ertseva, V. T. D'yachenko, L. Sh. Tsemekhman. Interaction of Pentlandite, Chalcopyrite, and Pyrrhotine with Elementary Sulfur: I. Sulfidizing of Pentlandite // Russian Metallurgy (Metally). – 2009. № 4, P. 289–296.

[10] L. N. Ertseva, V. T. D'yachenko, L. Sh. Tsemekhman. Interaction of Pentlandite, Chalcopyrite, and Pyrrhotine with Elementary Sulfur: II. Sulfidizing of Chalcopyrite // Russian Metallurgy (Metally). – 2009. - № 5. - P. 377–381.

[11] L. N. Ertseva, V. T. D'yachenko, L. Sh. Tsemekhman. Interaction of Pentlandite, Chalcopyrite, and Pyrrhotine with Elementary Sulfur: III. Sulfidizing of Nickel-Containing Pyrrhotine // Russian Metallurgy (Metally). – 2009. - № 5. – P. 382–385.

[12] R. Padilla, M. Rodriguez, and M.C. Ruiz. Sulfidation of Chalcopyrite with Elemental Sulfur // Metallurgical and materials transactions. - 2003. - Vol.34. - P.15-23.

[13] ВласовО. Процессы сульфидиования в металлургии. – LAP Lambert akademic publishing, 2012. – 220с.

[14] Быстров С.В., Щелкунов В. В., Цой А.В. Сульфидирование окисленной никелевой руды парообразной серой //Цветные металлы. – 2009.- №6 – С.85-91.

[15] Серова Н.В., Китай А.Г. и др. Физико-химические исследования процесса сульфидирования окисленных никелевых руд элементной серой //Цветные металлы.- 2010.-№11- С.58-63.

[16] Yuan, Wenyi; Li, Jinhui; Zhang, Qiwu; et al.Powder technology. // J.powtec. 2012. – V. 230, P. 63-66

[17] Wenyi Yuan, Jinhui Li, Qiwu Zhang, Fumio Saito. Mechanochemical sulfidization of lead oxides by grinding with sulfur. - http://dx.doi.org.

[18] Садыков М.Ж., Луганов В.А. Высокотемпературное сульфидирование оксида свинца серой //Изв.ВУЗов. Цветная металлургия. - 1988.- № 6. - С.52-56.

[19] Иванова В.П., Касатов Б.К., Красавина Т.Н., Розинова Е.Л. Термический анализ минералов и горных пород. - Ленинград, 1974 г. - 398 с.

[20] Серикбаева А.К. Термодинамика сульфидирования соединений свинца элементарной серой //Поиск. – 2013. - №3. - С.36-38.

Серікбаева А.Қ., Даулбекова А.Р.

«$PbCO_3$ - S» жүйесіндегі фазалық айналымдарды зерттеу

Түйіндеме. Мақалада «$PbCO_3$ - S» модельді жүйесіндегі фазалық айналымдарды термиялық және рентгендіқұрылымдық талдау нәтижелері келтірілген. Зерттелген жүйедегі әрекеттесулердің механизмі келтірілген. $PbCO_3$-S жүйесінде компоненттердің әртүрлі ара қатынастарында күкірттің концентрациясының артуына қарай эндотермиялық эффекттің интенсивтілігі артатыны анықталған. Күкірттің аз мөлшерінде қорғасын карбонатының сульфидтелу экзоэффекті 230^0C-де бірден қорғасын карбонатының артық мөлшерінің ыдырау эндоэффектіне ауысады, ал сульфидизатордың жеткілікті мөлшерінде температура аймағы кеңейіп 350^0C-қа жетеді де ыдырау өнімдері қорғасын тотығы мен күкірттің әрекеттесуінен қорғасынның оксисульфаты мен сульфиді түзіледі. Күкірттің қорғасын карбонатына қатысты мөлшерін 150 %-ға арттырғанда сульфидизация процесінің жүрісі өзгермейді, сынама рентгенограммасында 70,7%-ға дейін Pb_2SO_5($2PbO{\cdot}SO_3$) құрамды қорғасын оксисульфатының диффракциялық сызықтары басымдылықта.

Негізгі сөздер: қорғасын карбонаты, күкірт, сульфидтеу, термогравиметрия, рентгендіқұрылымдық талдау.

Serikbayeva A.K., Daulbekova A.R.

Study of phase transformations in the "PbCO3-S" system

Summary. In article results of thermal and X-ray diffraction analyses of studying phase transformation in the model system "PbCO3-S" are yielded. Interaction mechanisms in the studied system are presented. It is established that at various ratios of components the intensity of endothermic effect grows in the PBSO3-S system, with increase in concentration of sulfur. The exothermic effect of sulphidation of a carbonate of lead at a lack of sulfur at 2300C sharply turns into endoeffect of decomposition of an excess carbonate, and at prosperity of a sulfidizator the area of temperatures extends to 3500C, with formation of oxysulphates and sulfides of lead as a result of interaction of products of decomposition of oxides of lead with sulfur. Increase in amount of sulfur up to 150% in relation to a carbonate of lead doesn't influence the course of process of a sulfidization, on roentgenograms of a sample, diffraction lines of oxysulphate of lead, structure of Pb2SO5(2PbO·SO3) up to 70,7% prevail.

Key words: lead carbonate, sulfur, sulfidation, thermogravimetry, X-ray diffraction ana

УДК. 663:554

N.Sakhnenko [1], M Ved[1], A.Karakurkchi [1], G.Yar-Mukhamedova [2], R. Atchibayev [2]

([1] National Polytechnic University «Kharkiv I Polytechnic nstitute», Kharkiv, Ukraine

[2] al-Farabi Kazakh National university, SRI of Experimental and theoretical physics, Almaty, Kazakhstan)

Abstract. Interest in the application of anti-corrosion coatings for metal structures intended for use in a variety of industries, is huge. The effectiveness of the coating was demonstrated in experimental tests conducted in the laboratory in amine environments, showed that the use of protective coatings leads to an increase in corrosion resistance 24-56 times, indicating the usefulness of their use in these operating conditions.

Key words. Corrosion, carbon steel, marked samples, deposition thickness.

Сахненко Н.Д.[1], Ведь М.В. [1], Каракуркчи А.В.. [1],
Яр-Мухамедова Г.Ш.[2], Атчибаев Р.А. [2]
([1]Национальный политехнический университет «Харьковкий политехнический институт»,
г. Харьков, Украина,
[2]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
E-mail: gulmira-alma-ata@mail.ru; r.atchibayev@kgnt.kz)

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ В АМИНОВЫХ СРЕДАХ

Аннотация: Интерес в применении антикоррозийных покрытий для защиты металлических конструкций, предназначенных для использования в различных отраслях, огромный. Эффективность покрытия продемонстрировала в экспериментальных испытаниях, проводимых в лаборатории в аминовых средах, показала, что использование защитных покрытий приводит к увеличению коррозионной стойкости 24-56 раз, что говорит о полезности их использования в данных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: Коррозия, углеродистая сталь, маркированные образцы, толщина напыления.

Обычно оборудование аминовых установок изготавливается из низкотемпературной углеродистой стали, поскольку растворы амина, подобно аммиачным, растворяют медь, бронзу и большинство сплавов, содержащих цинк или медь [1-5]. Наиболее слабым местом аминовой системы являются трубопроводы на линии насыщенного амина, часто страдающие из-за протекания процесса интенсивной коррозии. Сульфид железа (FeS) образуется на металлической поверхности под воздействием сероводорода. Сильнее всего коррозирует десорбер (колонна регенерации амина), содержащая много сероводорода и диоксида углерода [6-10].

Коррозия и разрушение структуры амина снижаются при более низком давлении и низкой температуре, а также при применении более разбавленного раствора амина. Средняя скорость коррозии на стандартном купоне (без напыления) составляет 0,9969 мм/год. Частота смены оборудования в среднем составляет 1 раз в два года.

Установка 300 предназначена для очистки нефтяных газов от кислых компонентов (сероводорода, сероокиси углерода и углекислого газа). Сырьем для установки являются нефтяные газы высокого и среднего давления, поступающие с установки 200.

В состав нефтяных газов входят углеводороды алифатического ряда, сероводород, углекислый газ и др. Средний компонентный состав газа высокого и среднего давления представлен в таблице 1. Сероводород необходимо удалять из-за его токсичности, коррозионной активности и способности загрязнять окружающую среду. При сжигании образуются SO_2 и S_2 – потенциально опасные вещества. Одним из способов очистки газовой фракции от сероводорода является аминовая обработка. Для удаления сероводорода, сероокиси углерода и углекислого газа из нефтяных газов используются различные типы аминов.

Выбор конкретного амина зависит от потребностей процесса. Обычно используется моноэтаноламин (МЭА) $(C_2H_4OH)\ NH_2$ и диэтаноламин (ДЭА) $(C_2H_4OH)_2NH$. Оба они являются производными аммиака.

Таблица 1.**Средний компонентный состав газа высокого и среднего давления**

Наименование компонентов	Газ среднего давления от установки 200 (% вес.)	Газ высокого давления от установки 200 (% вес.)
Азот	0.78	1.1
Двуокись углерода	4.5	6.38
Сероводород	22.32	19.44
Меркаптан	0.01	0.0073
Метан	24.12	28.75
Этан	14.36	12.9
Пропан	19.36	15.8
Бутан	4.61	3.54
Изобутан	2.32	2.12

Пентан	2.29	0.9
Изопентан	2.34	1.51
Гексан и выше	2.87	3.37
Влажность газа (% вес.)	0.36	4.22
Плотность при 0°C (кг/м^3)	1.175	1.144

МЭА может лучше очистить фракции от сероводорода, чем ДЭА. Однако МЭА может соединяться с другими веществами такими, как CS_2 (сероуглерод), и образовывать соли, которые остаются в растворе амина, а присутствие O_2 усиливает процесс. С течением времени эти соли могут образовывать отложения, что приводит к потерям раствора амина и вызывает коррозию оборудования.

ДЭА, который химически слабее МЭА, не образует значительных количеств солей, поэтому и раствора ДЭА теряется меньше при образовании солей. Кроме того, поскольку химическая связь между ДЭА и сероводородом слабее, чем связь между МЭА и сероводородом, для регенерации ДЭА требуется меньше тепла, чтобы отделить абсорбированные сероводород и другие кислые компоненты, поэтому для удаления кислых компонентов газы обрабатывают раствором диэталамина (ДЭА):

$(C_2H_4OH)_2NH + H_2S \rightarrow (C_2H_4OH)_2NH_2HS$ – бисульфит

$2(C_2H_4OH)_2NH + H_2S \rightarrow \{(C_2H_4OH)_2NH_2\}_2S$ – сульфид

$(C_2H_4OH)_2NH + CO_2 + H_2O \rightarrow (C_2H_4OH)_2HCO_3$ – бикарбонат

$2(C_2H_4OH)_2NH + CO_2 + H_2O \rightarrow \{(C_2H_4OH)_2NH_2\}_2CO_3$ – карбонат

$COS + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2S$ – углекислый газ и сероводород

Методика исследований

КТЛ1.1 У300 и КТЛ2.1 У300 (Комплексная Технологическая Линия 1.1 и 2.1). Одним из методов защиты от коррозионного разрушения материалов было выбрано термическое напыление компании ‘MetallSpray’. В целях оценки эффективности защитных свойств напыления ‘MetallSpray’ решено провести тестирование на коррозионную/эрозионную стойкость с помощью коррозионных купонов с напылением. Купоны изготовлены из углеродистой стали марки ASTM A333 GR6:

Углерод, % вес. = 0.30 макс.
Марганец, % вес. = 0.29 – 1.06 макс.
Фосфор, % вес. = 0.025 макс.
Сера, % вес. = 0.025 макс.
Кремний, % вес. = 0.10 мин.

Напыление коррозионных купонов произведено по технологиям, которые применялись по время капитальных ремонтов 2011 года и 2012 года.

Коррозионные купоны попарно установлены на первой и третьей нитках У300 на линиях обогащенного амина. После извлечения коррозионных купонов (20 октября-2012 г.) проведено первичное обследование коррозионных купонов, заключающееся в визуальной и гравиметрической оценке состояния напыления (рис.1). При этом следует отметить, что металлическое напыление ‘MetallSpray’, выполненное по технологии 2011 года более темного цвета. металлическое напыление ‘MetallSpray’, выполненное по технологии 2012 года более светлого цвета. КТЛ 2.3 У300 (Комплексная Технологическая Линия 2.3)

Напыление коррозионных купонов произведено по технологии, которая применялась во время капитального ремонта 2012 года. Отличие купонов, установленных на КТЛ 2.3 У300 от предыдущих состояло в технологии напыления (технология 2012 года), а также в том, что была разработана программа, предусматривающая установку и периодическое извлечение купонов для проведения обследования. Местом проведения эксперимента выбрана пятая нитка У300, на которой имеется достаточное количество фитингов низкого давления, позволяющих устанавливать и



а) б)

Рис.1. а) коррозионный купон CC3112LP, установленный на КТЛ1.1 У300 б) коррозионный купон CC3212LP, установленный на КТЛ2.1 У300

извлекать коррозионные купоны без влияния на технологический процесс. Первичная установка купонов произведена 25 октября-2020 г.

Коррозионные купоны установлены на пятой нитке У300 на линии обогащенного амина и сепарационном сборнике. В качестве индикатора коррозионно-эрозионной стойкости напыления совместно с купонами с напылением ‘MetallSpray’ установлены стандартные купоны из углеродистой стали ASTM A333 GR6 без металлизированного покрытия. После извлечения 29 октября 2012г. было проведено обследование состояния коррозионных купонов, рис.2:



а) б) в)

Рис.2.
а) коррозионный купон CC03004LP (купон D875)
б) коррозионный купон CC03005LP (купон D896)
в) коррозионный купон CC03006LP (купон D888)

Результаты исследований и их обсуждение

Маркированные образцы с покрытиями были помещены в производственные условия (таблица №2, 3). на поверхности коррозионных купонов с напылением ‘MetallSpray’, выполненным по технологии 2011 года, отсутствуют следы механических и коррозионно-эрозионных повреждений. Средняя толщина напыления, окраска и шероховатость поверхности не претерпели существенных изменений.

По истечении срока испытаний было установлено, что на поверхности коррозионных купонов с напылением ‘MetallSpray’, выполненным по технологии 2011 года, отсутствуют следы механических и коррозионно-эрозионных повреждений. Средняя толщина напыления, окраска и шероховатость поверхности не претерпели существенных изменений. В зоне кромки раздела основного металла купона и напыления наблюдается отслоение металлизированного покрытия.

Таблица 2. **Характеристики купонов с напылением 2011 года**

Место расположения	№ купона	Время экпоз., (сутки)	Средняя толщина покрытия со стороны номера купона, x 10^{-3} м		Средняя толщина покрытия с противоположной стороны номера купона, x 10^{-3} м	
			до исп.	после исп.	до исп.	после исп.
КТЛ1 У300.1	68	138	0.14478	0.14224	0.20066	0.19558
КТЛ1 У300.1	D890	138	0.45974	0.45720	0.29210	0.29210
КТЛ2 У300.1	67	138	0.28194	0.27686	0.19812	0.19558
КТЛ2 У300.1	D891	138	0.44958	0.44958	0.28448	0.28194

По данным, полученным в процессе обследования коррозионных купонов были рассчитаны скорости коррозии, произведена визуальная и метрологическая оценка состояния напыления ‘MetallSpray’. Результаты приведены в таблице №4.

На поверхности коррозионного купона D875 с напылением ‘MetallSpray’, выполненным по технологии 2012 года (позиция CC03004LP), отсутствуют следы механических и коррозионно-эрозионных повреждений. Средняя толщина напыления, окраска и шероховатость поверхности претерпели изменения. Скорость коррозии на стандартном купоне D173 (без напыления) составила 0.9969 мм/год, что в 32 раз выше, чем на купоне D875 (с напылением ‘MetallSpray’).

На поверхности коррозионного купона D896 с напылением ‘MetallSpray’, выполненным по технологии 2012 года (позиция CC03005LP), отсутствуют следы коррозионно-эрозионных повреждений. Нарушены геометрические параметры купона (небольшой изгиб относительно образующей). На боковых поверхностях наблюдаются следы механического воздействия, происходящем вероятно при извлечении купона из фитинга. Средняя толщина напыления, окраска и шероховатость поверхности претерпели изменения. Сравнительный анализ со стандартным купоном не производился, ввиду отсутствия на данной позиции возможности установки второго купона.

На поверхности коррозионного купона D888 с напылением ‘MetallSpray’, выполненным по технологии 2012 года (позиция CC03006LP), отсутствуют следы коррозионно-эрозионных повреждений. На боковой поверхности купона повреждение увеличилось до 11 мм. Наблюдается начальная стадия отслоения покрытия на поверхности со стороны номера. Средняя толщина напыления, окраска и шероховатость претерпели изменения. Скорость коррозии на стандартном купоне D174 (без напыления) составила 0.84 мм/год, что в 24 раза выше, чем на купоне D888 (с напылением ‘MetallSpray’).

Таблица 3. **Характеристики купонов с напылением 2012 г.**

Место расположения	№ купона	Время экпоз., (сутки)	Средняя толщина покрытия состороны номера купона, x 10^{-3} м		Средняя толщина покрытия с противоположной стороны номера купона, x 10^{-3} м	
			до исп.	после исп.	до исп.	после исп.
CC03004LP	D875	231	0.40386	0.39116	0.28702	0.26162
CC03005LP	D896	231	0.23114	0.21844	0.38100	0.37338
CC03006LP	D888	231	0.35306	0.35052	0.23622	0.22098

Таблица 4-Результаты расчета скорости коррозии купонов

Место расположения	№ купона	Время экспоз.,сут	Скорость коррозии, мм/год
CC03004LP	D875	231	0.0313
CC03005LP	D896	231	0.0032
CC03006LP	D888	231	0.0317

Заключение:

За период проведения тестирования с 25 сентября 2011 по 29 октября 2013 года напыление ‘MetallSpray’ показало защитную эффективность при воздействии кислой коррозии/эрозии. Следует, отметить, что существует вероятность повреждения покрытия при механическом воздействии.

Установлено, что использование защитных покрытий приводит к увеличению коррозионной стойкости 24-56 раз, что говорит о целесообразности их использования в данных условиях эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Dawson L., John G., Oliver K., Management of Corrosion in the Oil and Gas Industry Shreir's Corrosion, Volume 4, 2010, Pages 3230-3269 J.

[2] Яр-Мухамедова Ш.Х., Яр-Мухамедова Г.Ш., КенжалиевБ.К., Абилгазиев А.Г., Айдарбекова Р.Ы. Исследование коррозионной стойкости нано композитов на основе хрома в водо – нефтяных средах. VII Меж. конф. «Проблемы коррозии и противокоррозионной защиты материалов», Львов, 2004, т.2, №4, С.707-709.

[3] Яр-Мухамедова Ш.Х., Яр-Мухамедова Г.Ш., КенжалиевБ.К. Обзор промышленных испытаний и внедрений композиционных электролитических покрытий. VII Меж. конф. «Проблемы коррозии и противокоррозионной защиты материалов», Львов, 2004, т.2, №4, С.584-587.

[4] Yar-Mukhamedova G. Research of Corrosion Resistance of Chrome Based nano-CEC in the Conditions of Oil Production. International conference on Corrosion Mitigation and Surface Protection Technologies. Egypt. 2010.- p. 168-172.

[5] Guedes C., Garbatov Y., Zayed A., Wang G. Corrosion wastage model for ship crude oil tanks Original Research Article Corrosion Science, Volume 50, Issue 11, November 2008, P. 3095-3106

[6] Chaoyang F., Jiashen Zh., Jingmao Zh., Weidong X. Application of grey relational analysis for corrosion failure of oil tubes Original Research Article. Corrosion Science, Volume 43, Issue 5, May 2001, P. 881-889.

[7] Retamoso C., Digby G., Macdonald D. The corrosion of carbon steel in oil-in-water emulsions under controlled hydrodynamic conditions Original Research Article. Corrosion Science, Volume 42, Issue 3, 1 March 2000, P. 561-575.

[8] Srdjan Nešić. Key issues related to modelling of internal corrosion of oil and gas pipelines – A review Review Article. Corrosion Science, Volume 49, Issue 12, December 2007, P. 4308-4338

[9] Xinming H, Barker R., Neville A., Gnanavelu A. Case study on erosion–corrosion degradation of pipework located on an offshore oil and gas facility Wear, Volume 271, Issues 9–10, 29 July 2011, P. 1295-1301.

[10] Yar-Mukhamedova G., Mukhtarova M., Moldabaev M., Kalipekova M. Healing Effect’s Role In Increasing Of Corrosion Resistance Of Chromium Nano-CEC. International Conference on Corrosion Mitigation and Surface Protection Technologies. Egypt. 2010.-p. 173-176.

[11] Pokhmursky V. I., Khoma M. S. The role of electrochemical factors in the initial stage of fatigue-corrosion destruction of stainless steels / Protection of Metals, Russia, Vol. 43/ issue 3, pp. 247-254, 2007.

[12] Narivskiy A.E. Influence of structure of alloy 06XN28MDT on its corrosion behavior in oxidative media. // Materials: corrosion, protection, 2011, №2, p.33-40.

[13] Muradov A., Korobova N. Impact of silver metallization and electron irradiation on the mechanical deformation of polyimide films /Technical Physics, 2017, Vol. 62, No. 11, pp. 1675–1678.

Сахненко Н.Д., Ведь М.В. , Каракуркчи А.В., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А.

Аминдық ортадағы нанокомпозиттік жабындарының коррозияға қарсы қасиеттері

Резюме: Әр түрлі салаларда қолданылатын металл конструкцияларын қорғауға арналған, коррозияға қарсы қолданылатын жабындарға қызығушылық тануы орасан зор. Эксперименттік сынақ жүргізетін зертханада, аминдық орталарда жабындының тиімділігі көрсетілді, қорғаныш жабындарын пайдалану коррозиялық тұрақтылығын 24-56 рет өсуіне әкеледі, оларды бұл жағдайда пайдалану, пайдалы болып көрінеді.

Түйінді сөздер: Коррозия, көміртекті болат, таңбаланған үлгілері, тозаңдату қалыңдығы.

Sakhnenko N., Ved M., Karakurkchi A., Yar-Mukhamedova G.,Atchibayev R.

Anti-corrosion properties of nanocomposite coatings in amine environments

Resume: Interest in the application of anti-corrosion coatings for metal structures intended for use in a variety of industries, is huge. The effectiveness of the coating was demonstrated in experimental tests conducted in the laboratory in amine environments, showed that the use of protective coatings leads to an increase in corrosion resistance 24-56 times, indicating the usefulness of their use in these operating conditions.

Keywords: Corrosion, carbon steel, marked samples, deposition thickness.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Рақышев Б.М., Жүнісов А.А., Аршамов Я.К.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ МИНЕРАЛДЫК ШИКІЗАТ ҚОРЫНЫҢ ҚАЗІРГІ ТАҢДАҒЫ ЖАҒДАЙЫ МЕН ПРОБЛЕМАЛАРЫ ……... 3
Канафин К.М., Шагарова Л.В.
ВЕГЕТАЦИЯЛЫҚ ИНДЕКСІН ҚОЛДАНЫП «НАРЫН» ҚҰМДЫ МАССИВЫН ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ..... 10
Таукенов Т.Р., Джаналеева К.М., Ержанова Ж.С.
БҰҚТЫРМА ӨЗЕНІ АЛАБЫНДА ЕЛДІ-МЕКЕНДЕРДІҢ МАҢЫНДА ҚАУІПТІ АРНАЛЫҚ ЖӘНЕ ЭРОЗИЯЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІҢ БІЛІНУІ..... 18
Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ: ҚАЛЫПТАСУЫ ЖӘНЕ ДАМЫТУ ЖОЛДАРЫ..... 24
Дуйсебаева К.Д., Абилова А.Б., Кенеспаева *Л.Б., Мажитова Г.Г.*
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ ТҰРҒЫНДАРЫНЫҢ ДЕНСАУЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫ МЕН ӨМІР СҮРУ ҮРДІСІ «ШАРТТАРЫ» АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫСТЫ ТАЛДАУ..... 29
Тоқбергенова А. А., Темірәлі А.М.
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНДАҒЫ ШАРУАШЫЛЫҚТЫҢ ДАМУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 33
Арынова Ш.Ж., Рихванов Л.П., Соктоев Б.Р., Корогод Н.П.
ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЗЕРТТЕУДЕГІ АНТРОПОГЕНДІК КАРБОНАТТЫ ТҮЗІЛІМДЕРДІҢ ГЕОХИМИЯЛЫҚ АҚПАРАТТЫЛЫҒЫ..... 38
Сатбаева Г.С.
ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-САНИТАРЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІ..... 42

Техникалық ғылымдар

Ахамбаев Р.С., Мұратқызы А.
РЕАКТИВТІК ҚУАТТЫҢ БЕЙСЫЗЫҚТЫ ТҰТЫНУШЫЛАРҒА АРНАЛҒАН ФИЛЬТОКОМПЕНСАЦИЯЛЫ ҚҰРЫЛҒЫНЫ ӘЗІРЛЕУ..... 48
Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.
ЦЕМЕНТ ЖӘНЕ ЦЕМЕНТ КЛИНКЕРІНІҢ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІ..... 54
Козбагаров Р.А., Утебаев А.А.
ТИЕУ-ТҮСІРУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ АДЫМДАУШЫ ҚОЗҒАҒЫШЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ 58
Искакова М.Т., Калижанова А.У.
АҚПАРАТТЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЕНГІЗЕТІН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖОБАЛАУ ЖҮЙЕЛЕРІ..... 64
Жұмабеков М.Е., Мухтарова М.Н., Нұрғалиева К.Е., Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К.
КӘСІПОРЫНДАРДАҒЫ САПА МЕНЕДЖМЕНТІН ЖЕТІЛДІРУ..... 69
Баймаханов Г.А., Даңлыбаева А.К., Ырғабай А.Б.
ҚҰРЫЛЫС САЛАСЫНДАҒЫ САПА БАСҚАРУ ПРОБЛЕМАЛАРЫ МЕН ДАМУЫ..... 74
Витулёва Е.С., С.Т. Байпақбаева, И.Э. Сүлейменов
ТАРАТЫЛҒАН ЖҮЙЕДЕГІ АҚПАРАТТЫ МАКРОСКОПИЯЛЫҚ ТҮРДЕ ЖАЗБА ЖАЗУ АЛГОРИТМІ..... 78
Бакешева А.Т., Иргибаев Т.И.
МАГИСТРАЛДЫҚ ГАЗҚҰБЫРЫНЫҢ БҰЗЫЛУ ҮРДІСІНЕ МИКРОЖАРЫҚТАРДЫҢ ӨСУІ ӘСЕРІНІҢ ЗАРДАПТАРЫН ЗЕРДЕЛЕУ..... 84
Кәрібаева А.С., Рахимова Д.Р., Абдуали Б.А., Әмірова Д.Т.
АНАЛИЗ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА..... 90
Козбагаров Р.А., Керимбеков Р.Қ.
БЕТ ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ЖЫЛТЫРАТЫП - ТЕГІСТЕЙТІН ҚОЛДЫҚ МАШИНАСЫ..... 96
Шаратбеков Т., Жауыт Ә.
ЕКІ САТЫЛЫ ЦИЛИНДРЛІ БЕРІЛІСТІ САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 101
Витулёва Е.С., Байпакбаева С.Т., Сулейменов И.Э.
КҮН ФОТОЭЛЕКТРЛІК ПАНЕЛЬДЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ЖИНАЛМАЛЫ ПЕРНЕТАҚТАНЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫ..... 107

Жельдыбаева А.А., Армия М.
ЖАБАЙЫ ҚҰС ЕТІНІҢ ТАУАРЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ ЖӘНЕ БИОХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ МЕН САПА ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ 113
Вишнякова К.М., Бугубаева Г.О.
БАЛ АРАЛАРЫНЫҢ РАДИОАКТИВТІ СӘУЛЕЛЕРМЕН ЗАҚЫНДАЛУЫ 120
Жабагин Д., Ускенбаева Р., Басири К.
ТЕХНОЛОГИЯЛАР БЛОКЕЙИН ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІК КӨЗҚАРУ..... 123
Абдрахманов Т., Хасенова Г.
СҰЙЫҚ ОТЫНДАРДЫҢ (МҰНАЙ) АҒЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ БАРЫСЫНДАҒЫ ФАЗА АРАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАР МЕН СҰЙЫҚ/ГАЗ ШЕКАРАСЫНДАҒЫ ШАРТТАР 128
Федоров Б.В., Қоргасбеков Д.Р., Шарауова А.
PDC ҚАШАУЫМЕН ЖӘНЕ ШАРОШКАЛЫ ҚАШАУМЕН ҰҢҒЫ ТҮБІН БҰЗУ КЕЗІНДЕ КЕТЕТІН КҮШТІҢ ШЫҒЫНЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ..... 136
Муратбекова Г. В., Айкынбаев А. А.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ПОЕЗДАРДЫҢ ИНТЕРВАЛДІ РЕТТЕЛУІН ДАМЫТУДЫҢ НЕГІЗГІ АСПЕКТІЛЕРІ..... 140
Бурлибаев А.Ж.
ТЕКСЕРУ МОДЕЛЬДЕР ӘДІСТЕРІ БОЙЫНША ТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ТЕКСЕРУ..... 144
Тананова Д.Д., Мағзом М.М.
АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ АУТЕНТИФИКАЦИЯНЫҢ КЕЙБІР ӘДІСТЕРІ ТУРАЛЫ 146
Куанышбеков Т.К., Тулегенова М.А., Гусейнов Н.Р., Билл Г., Ильин А.М.
ГРАФЕНДІ ГРАФИТТІҢ ДИФФУЗИЯСЫ АРҚЫЛЫ АЛУ..... 152
Мамырбаев О.Ж., Жакупбеков Т.Е.
3D ПРИНТЕРДЕ БАСЫЛҒАН ҚОЛДЫН БИОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОТЕЗЫН ҚҰРАСТЫРУ..... 158
Абдиахметова З.М.,Нурмуханова Ж.М., Мухамбетжанов С.Т.
СЕРГЕКТІК ДИАГНОСТИКА ДИАГНОСТИКАСЫ ҮШІН ТӘУЛІКТІК ЖЕЛІНІҢ ВЕЙВЛЕТ-ПАКЕТТЕРІНІҢ ҮЛГІСІ..... 164
Рахметулаева С.Б., Ашимбекова Д.Б., Нургалым А.Б., Калапберген М.М.
UNREAL ENGINE КӨМЕГИМЕН КӨРУ ҚАБІЛЕТІ БҰЗЫЛҒАН БАЛАЛАРҒА АРНАЛҒАН ДАМЫТУ ОЙЫНДЫ ӘЗІРЛЕУ..... 168
Мусабаев Р.Р., Тұрдалықызы Т.
КЛАСТЕРЛІК ТАЛДАУДЫҢ МӘНІ, ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ТӘСІЛДЕМЕЛЕРІ..... 172
Мауленова Н.У., Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К.
ЖАПОНДЫҚ САПА БАСҚАРУДЫҢ МӘНІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ДАМУЫ..... 177
Кайрбаева А.Е., Джингилбаев С.С., Тлевлесова Д.А., Василенко В.Н.
ҚАУЫН ТҰҚЫМДАРЫНАН АЛЫНАТЫН ӨСІМДІК МАЙ ӨНДІРІСІ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЭКСЕРГЕТИКАЛЫҚ САРАПТАМАСЫ..... 182
Нурбатыров А.Ш., Алимбетова Д.А., Ибраимов М.К.
КРЕМНИЙ НАНОЖІПШЕЛЕРІНІҢ ГАЗ СЕНСОРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ..... 191
Маликова Ф.И., Якуфуцзян Азати, Искакова М.Т.
MATLAB SIMULINK-ТІҢ КӨМЕГІМЕН ЖАҢҒЫРҒАН ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ФОТОЭЛЕКТРИКТІ МОДЕЛДЕУДІҢ ТӨРТ ПАРАМЕТРІ..... 194
Абаильдинов Б., Жуманова Г.С., Умбетбеков А.Т.
ӨНДІРІСТІК СЕКТОРДАҒЫ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТІ ЖАҚСАРТУЫ БОЙЫНША ЗАМАНАУИ ІС-ШАРАЛАР..... 200
Алимкулова Э.Ж., Акимбеков Е.Т., Зикирина А.М., Ибатаев Ж.А., Мукушев Б.А., Мусатаева А.Б., Шакерхан Н., Мухаметказин Е.С.
«ҚОС ЖҰЛДЫЗ» ЖҮЙЕСІН MATHCAD ҚОЛДАНБАЛЫ ПРОГРАММАЛАР ПАКЕТІ КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ..... 205
Игнашова Л.В., Жукова Т.А., Тенизбаев Е.Ж.
ҚАЗІРГІ ШИФРЛАУ СТАНДАРТТАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ..... 210
Нұрғажықызы Д., Тұрғанбаева А.Р.
ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ИННОВАЦИЯЛЫ ВЕБ-ДИЗАЙН СТИЛЬДЕРІ..... 217
Аманжолова С.Т., Масалович А.И. Ахметова Д.Т.
ЖАҢАЛЫҚТАР ТАСПАСЫН AVALANCHE ОНЛАЙН ӨТІНІМІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ТАЛДАУ..... 221
Канаев А.Т., Тополянский П.А., Тополяский А.П., Ермаков С.А., Бийжанов С.К., Решоткина Е.Н.
ТРИБОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАР БОЙЫНША МАТЕРИАЛДАРДЫ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫ СЕРТИФИКАТТАУ..... 228

Әділхан Т.Ш., Алдияров А.У., Қасымхан А.Б., Токмолдин Н.С., Утепов Е.О.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ НЕГІЗІНДЕГІ КӨЛІК ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫНЫҢ АТМОСФЕРАДАҒЫ ЛАУСТАУЫШТАРДЫ БАҚЫЛАУ..... 236
Ибраева Г.М., Сукуров Б.М., Аубакирова Р.К., Мансуров Ю.Н.
АЛЮМИНИЙ МЕН ТИТАН АРАСЫНДАҒЫ ДИФФУЗИЯЛЫҚ АЙМАҚТА ҚАЛЫПТАСҚАН ТИТАН АЛЮМИНИДТЕРІ …… 241
Сәдімухан А.Б., Калбаева А.Т., Усенова А.Ж., Калбаева А.Т.
МЕКЕМЕНІҢ КОММЕРЦИЯЛЫҚ ҚЫЗМЕТІНІҢ ТИІМДІЛІГІНІҢ НЕГІЗІ РЕТІНДЕ ЕСЕПКЕ АЛУ ЖҮЙЕСІНІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛУЫ 247
Кабдушев А., Комлева С., Исмаилов А.
ӨТКІЗГІШТІГІ ТӨМЕНДЕТІЛГЕН ТАМПОНАЖДЫҚ ЕРІТІНДІЛЕРДІ АЛУДАҒЫ ДЕЗИНТЕГРАТОРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ МҮМКІНДІГІ..... 253
Шадрина Д., Тилеубай Н.
КҮШТІК ШАЛАӨТКІЗГІШТІ ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ ІШКІ ЖЫЛУЛЫҚ КЕДЕРГІСІН АНЫҚТАУ..... 259
Жарылкапова Ж.А., Смаилова А.Е.
СТАЦИОНАР ЕМЕС ЖЫЛУ АҒЫНЫН ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРДІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ..... 264
Тажекова А.Ж., Қожабекова З.Е., Исмайлова К.Б.
ШЫМКЕНТ ӨНЕРКӘСІПТІК ОРТАЛЫҒЫНЫҢ НЕГІЗГІ КЛИМАТТЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ АТМОСФЕРА ЛАСТАНУЫНЫҢ ӘЛЕУЕТІ..... 270
Тулентаева Г.С.
IP-ТЕЛЕФОНИЯ ЖҰМЫСЫНЫҢ РЕЖИМІН ЛОКАЛЬДІ ЖЕЛІДЕ ЗЕРТТЕУ..... 276
Жаксыбаева Н. Н., Кубеков Б.С., Нурмаганбетова А.Т.
ОНТОЛОГИЯЛЫҚ КӨЗҚАРАС НЕГІЗІНДЕ SMART ОҚЫТУДЫҢ ЖИЫНТЫҚ ҚҰРАЛДАРЫННЫҢ ӘЗІРЛЕМЕСІ ……... 281
Гученко С.А., Сыздыкова А.Ш., Қасымов С.С., Юров В.М., Платонова Е.К., Завацкий О.Н.
ПЛАСМА ҚҰРАЛДАРЫНЫ ЖӘНЕ РЕЦИСРЛАЛЛЯЦИЯЛЫҚ ТЕМПЕРАТУРАСЫ……... 286
Цапенко М.В., Кегенбеков Ж.К.
КӨП ӨЛШЕМДІ АВС ТАЛДАУЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ…… 293
Утепбергенов И.Т., Хисамиев З.Г., Тойбаева Ш. Д., Исабекова Л.С.
НАУБАЙХАНА ПЕШІН CFD ФЛЮИД ДИНАМИКАСЫ АРҚЫЛЫ ҮЛГІЛЕП БАСҚАРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ..... 299
Бейбітхан Е., Шарипбай а. А.,
НЕЙРОНДЫ ЖЕЛІЛЕР КӨМЕГІМЕН ГРАФИКАЛЫҚ МӘТІНДЕРДІ ТАНУ..... 306
Козбагаров Р.А., Жунисбек Б.Д.
АЙНЫМАЛЫ АРАЛЫҚТЫ БОЛАТЫН ЖОЛ БЕТТЕРІН ЖӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН ЖОЛ ФРЕЗАЛАРЫН ТАЛДАУ..... 309
Ажиева Г.И., Касенов К.М., Калдыбаева С.Т.
ЖАРТЫЛАЙ ТОЛҚЫНДЫ ЖӘНЕ ТӨРТТІК ТОЛҚЫНДЫҚ АБСОРБЕНТТЕРДІҢ ГАЗБАҒЫТТАУ НЕГІЗІНДЕКЕШЕНДІ КЕҢ ЖОЛАҚТЫ ДЫБЫСТЫ ЖҰТУЫ..... 315
Бейсенбаев М.Б., Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Әкімбек Г.
ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНАН ШЫҒАТЫН ЗИЯНДЫ ГАЗДАРДЫҢ АТМОСФЕРАҒА ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІН АЗАЙТУ..... 323
Панарханқызы Ж., Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Әкімбек Г.Ә.
ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҚТАРЫНДА ШЫҒАТЫН ЗИЯНДЫ ЗАТТАР МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЗАЛАЛДАРДЫҢ АРАҚАТЫНАСЫ..... 327
Бакланов А.Е., Байдилдина А.Т., Григорьева С.В., Есботаева Э.С.
ФИЗИКАЛЫҚ НЫСАННЫҢ ОРЫН АУЫСТЫРУЫН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАРАУ ЖҮЙЕСІНДЕ MEANSHIFT АЛГОРИТІМІҢ ІСКЕ АСЫРУ..... 331
Оспанова А.О., Кошкинбаева М.Ж., Дуйсенов Н.Ж., Исраилов Н.Н.
ӨНЕРКӘСІПТІК ҮРДІСТЕРДІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ АҒЫНДАРДЫ ФИЛЬТРЛЕУ АЛГОРИТМДЕРІН ҚҰРАСТЫРУ..... 338
Оспанова А.О., Дуйсенов Н.Ж., Кошкинбаева М.Ж., Байбатша Р.А.
ҮРДІСТІҢ НЕГІЗГІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ӨЛШЕУ НЕГІЗІНДЕ ӨНЕРКӘСІПТІК ҮРДІСТЕРДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮЛГІСІН ҚҰРАСТЫРУ ӘДІСТЕМЕСІ 343
Қашағанова Г.Б., Амиргалиева С.Н.., Калижанова А.У., Картбаев Т.С.
ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР НЕГІЗІНДЕ ТАЛШЫҚТЫ ТОРЛАР БРЭГГА……... 347
Сайдирасулов С.С., Молдахметова Қ.Н., Аширбеков А.Н., Манатқызы Ж., Алимбекова А.Т.
PASCAL ABC.NET ТІЛІНІҢ ЖАҢА МҮМКІНДІКТЕРІ…….. 355

Кожахмет Б., Калижанова А.У.
«BRAIN NETWORK» МОДЕЛЬДЕРІМЕН ДЕРЕКТЕРІН ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ 358
Мейрамбекұлы Н., Узбеков Н.Ш., Ханиев Б.А., Туенбаев О.К.
НАНОСПУТНИКТЕР ҮШІН УҚТ ДИАПАЗОНДА ЖҰМЫС ЖАСАЙТЫН ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ МОДУЛЬ ЖАСАУ 363
Абельдина Ж.К., Абильдина Г.Ш., Акимбеков Е.Т., Мукушев Б.А., Нурбатырова Т.С., Солдатхан Д., Рахимжанова Л.А.
ДЕНЕНІҢ БІРТЕКТІ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ӨРІСТЕГІ ҚОЗҒАЛЫСЫН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН КОМПЬЮТЕРЛІК ЭКСПЕРИМЕНТТЕР 367
Калматай Д.Н., Бердибеков Д.Н., Тугелбаева А.Д., Амирдинов Ш.Р., Нурмуханова А.З.
ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ШЫНЫ ЗАУЫТТАРЫНЫҢ ГАЗТӘРІЗДІ ШЫҒАРУЛАРЫМЕН ЛАСТАНУЫН ТӨМЕНДЕТУ БОЙЫНША ШАРАЛАРЫН ӨҢДЕУ 374
Аскарова А. С., Болегенова С. А., Максимов В. Ю., Амангелдиев С. Б., Махаш Ж.Е.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖЭС – ТЕРІНЕ ІТ- ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУ 381
Куликов В.Ю., Квон Св.С., Исағұлов А.З., Щербакова Е.П., Ковалёва Т.В.
БАРЛЫҚ КӨЛЕМІ БОЙЫНША БІРКЕЛКІ ҚАТТЫЛЫҚПЕН ҚАБЫРШЫҚТЫ ҚАЛЫП ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ 388
Аширбаев Н.Қ., Дуйсебаева П.С., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д.
БӨГДЕ МАТЕРИАЛМЕН ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН СЕРПІМДІ ОРТАДАҒЫ КЕРНЕУЛІКТІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ӨРІСІ 393
Отыншиева А.М., Мусапирова Г.Д.
ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ САЙТЫ 399
Қартбаев А.Ж.
ҚАЗАҚ ТІЛІ МОДЕЛІНІҢ ИНЕТРПОЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ 406
Альжанова А.Е., Азмуханов А.А.
SiO_2/Si ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ИОНДЫҚ СӘУЛЕНДІРУ ӘСЕРЕТЕТІН КЕЙІН НАНОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЗЕРТЕУІ 410
Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Матешов А.К.
МЕХАНИКАЛАНДЫРЫЛҒАН ТІРЕУІШТЕРДІҢ ГИДРОТІРЕК ЦИЛИНДРЛЕРІНІҢ КОНСТРУКТИВТІ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ 415
Тергеусизова А.С.
ОПТИКАЛЫҚ ТАЛШЫҚТЫ СОЗУ ПРОЦЕССІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДІРІСІҢ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖӘНЕ СОЗУ ПРОЦЕСІНІҢ ТУРАҚТЫЛЫҒЫН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ 419
Серікбаева А.Қ., Самешова А.К.
«PbO – S» ЖҮЙЕСІНДЕГІ ФАЗАЛЫҚ АЙНАЛЫМДАРДЫ ЗЕРТТЕУ 424
Алмуратова Н. К., Тойгожинова Ж. Ж.
ЖИІЛІКТІ ТҮРЛЕНДІРГІШ – АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ЖҮЙЕСІНІҢ ДИНАМИКАСЫНЫҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫ 430
Сагитов П. И. , Асанова К. С., Тойгожинова Ж.Ж.
ЖИІЛІКТІ ТҮРЛЕНДІРГІШ – АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАН ТҰРАТЫН РЕТТЕЛЕТІН ЖҮЙЕДЕ ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУДІ ОҢТАЙЛАУ 435
Тергеусизова А.С.
ОПТИКАЛЫҚ ТАЛШЫҚТЫ СОЗУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОНЫ ӨНДІРУДІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ 439

Физика-математика ғылымдары

Нұрсейіт С.Т., Сариева А.Қ., Данлыбаева А.К.
ҚҰРЫЛЫС НЫСАНДАРЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ СЕРТИФИКАТТАУДЫҢ ОТАНДЫҚ ЖӘНЕ ШЕТ ЕЛДІК ЖҮЙЕСІНІҢ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫСЫ ТУРАЛЫ 448
Байматова Н.Х.
БӨЛМЕ ІШІНДЕГІ АУАДАН БЕНЗОЛДЫҢ, ТОЛУОЛДЫҢ, ЭТИЛБЕНЗОЛДЫҢ ЖӘНЕ О-КСИЛОЛДЫҢ МОДИФИЦИРЛЕНГЕН КӨМІРТЕК ҚҰРАМДЫ АДСОРБЕНТТЕРДЕ АДСОРБЦИЯСЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ 453
Мирзахмедова Г.А.
ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЛАСТЕРЛЕРДІ БАСҚАРУ 460
Омар А., Амантаева А., Бейсекенова А., Хохлов С.., Агишев А.
ЫСТЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ СПЕКТРІНІҢ ИНФОРМАЦИЯЛЫҚ ЭНТРОПИЯСЫ 465

Роговой А.В., Карашева К.
АРАЛАС ТЕҢДЕУЛЕР ҮШІН ТРИКОМИ МӘСЕЛЕСІНІҢ БІР КЛАСС ШЕШІМДЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІ..... 469
Тұрдыханова Д.Л., Бериков Д.Б., Жумадилов К.Ш.
ӘРТҮРЛІ АЙМАҚТЫҢ НУКЛИДТІК ҚҰРАМЫНЫҢ БІРТЕКТІЛІГІН СТАТИСТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ..... 478
Сакыпбекова М.Ж.
ЕКІ ӨЛШЕМДІ АҒЫНДЫ МОДЕЛЬДЕУДЕ ГИДРОДИНАМИКАНЫҢ НЕГІЗГІ ТЕҢДЕУІН САНДЫҚ ШЕШУ..... 482
Гурьянов Г.А., Ким В.А., Васильева О.Ю.
ҚАТТЫ БӨЛШЕКТЕРДІ БҰЗУ ПРОЦЕСІНІҢ МЕХАНИКА-МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ КЕДІР-БҰДЫРЛЫ БІЛІКТЕРДІҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІҢ АНЫҚТАУ..... 486
Мансурова М.Е. Қайполдаев М.Е.
КӨШІРМЕ МӘТІНДЕРІН АНЫҚТАУ МОДУЛІН ЖАСАУ..... 495
Ахмед-Заки Д.Ж., Мансурова М.Е., Тулемисова Г.Б.
ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ МОБИЛЬДІ ЕСЕПТЕУЛЕР..... 501
Исахов А.А., Шубай А.М.
МИДАҒЫ ҚАН ЖҮЙЕСІНДЕГІ ПАТАЛОГИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІС БОЛҒАН ЖАҒДАЙДА ҚАН АҒЫНЫН ТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛДЕУ..... 507
Исахов А.А., Бисенгалиева А.К.
ОРГАНИКАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРМЕН СУДЫҢ ЛАСТАНУЫН МОДЕЛЬДЕУ..... 516
Утенов Н.М., Жапбаров С.А., Ахметова С.Т., Шинибаев М.Д.
ОРТАЛЫҚ СЫНАМАЛЫ ДЕНЕНІҢ ОРБИТАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРІНІҢ ЦИЛИНДРЛІК КООРДИНАТАЛАРЫ 528

Химия-металлургия ғылымдары

Макаев Т.С., Чекимбаев А.Ф., Исагулов А.З., Ибатов М.К., Исагулова Д.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛИСТОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КУУ-ЧЕКИНСКОЕ» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВЫПЛАВКЕ СПЛАВА ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЙ..... 533
Бектенов Н.А., Ергожин Е.Е., Калмуратова К.М., Байдуллаева А.К., Садыков К.А., Рыспаева С.Б.,
ПЕРСПЕКТИВТІ КОМПЛЕКСТҮЗУШІ ИОНИТТЕР: СИНТЕЗІ, ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ..... 537
Маштакова К.Х., Ахмадиярова Ж.К.
МОНОПОЛИЯЛЫҚ ФОСФАТ ПЕН ГИПС ҚОСПАСЫНАН МОНОПОТАЛЫҚ ФОСФАТТЫ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН БІР САТЫЛЫ ЖӘНЕ ЕКІ РЕТТІК ГИПСТЕН ӨНДІРУ..... 543
Бисенова А.Қ., Казаков Ю.В.
МҰНАЙ ҰҢҒЫМАСЫНЫҢ ШЫҒЫМЫН ЖОҒАРЫЛАТУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ПИРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАМДАРДЫҢ ЖАНУ ҮДЕРІСІН ЗЕРТТЕУ..... 547
Тассибеков Х.С., Цзю А.Р.
ФОСФОР МИНЕРАЛДАРЫН ӨҢДЕУ ҚАЛДЫҚТАРЫНДА КЕЙБІР СИРЕК МЕТАЛДАРДЫҢ ТАРАЛУЫН ЗЕРТТЕУ..... 552
Алтынбек Ш.Ч, Болотова Л.С, Акжаркенов М.Д, Байконурова А.О.
АЛТЫНҚҰРАМДЫ РУДАЛЫҚ КЕН ОРНЫНАН ЕРІТІЛГЕН АЛТЫНДЫ АЛУ ҮШІН СОРБЕНТ ТАҢДАУ..... 557
Абубакриев А.Т., Камалов Э.М., Койжанова А.К., Арыстанова Г.А., Атанова О.В., Магомедов Д.Р.
БАЙЫТУ ҚАЛДЫҚТАРЫН БИО-АШЫЛУЫ ТЕМІР ТОТЫҚТЫРУ БАКТЕРИЯЛАРЫНЫҢ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ..... 562
Бекжигитова К.А., Имангалиев Т.А., Суйгенбаева А.Ж., Жунисбекова Д.А., Олжатаева Б.Т.
АЛКАЛОИДТАР НЕГІЗІНДЕ ПАХИКАРПИННІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ СИНТЕЗІ..... 568
Дрючкова О.А., Быков Р.А., Асанов Д.А., Мамяченков С.В., Сычева Е.А.
ПОЛИМЕТАЛДЫ КЕНДЕРДІ БАЙЫТУДЫҢ ТЕХНОГЕНДІ ҚАЛДЫҚТАРЫН ӨҢДЕУ ТӘЖІРИБЕСІ..... 573
Айтбаев А.Н., Мырзалиева С.К
МҰНАЙ ӨНІМДЕРІМЕН ЛАСТАНҒАН АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗАРТУДАН КЕЙІН ПАЙДАЛАНЫЛҒАН БЕЛСЕНДІ СУБАЛШЫҚТЫ ПАЙДАҒА АСЫРУ..... 577
Серікбаева А.Қ., Даулбекова А.Р.
«$PbCO_3$ - S» ЖҮЙЕСІНДЕГІ ФАЗАЛЫҚ АЙНАЛЫМДАРДЫ ЗЕРТТЕУ..... 582
Сахненко Н.Д., Ведь М.В. , Каракуркчи А.В., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А.
АМИНДЫҚ ОРТАДАҒЫ НАНОКОМПОЗИТТІК ЖАБЫНДАРЫНЫҢ КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРІ..... 588

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Ракишев Б.М., Жунусов А.А., Аршамов Я.К.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КАЗАХСТАНА ……. 3
Канафин К.М., Шагарова Л.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА ПРИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ПЕСЧАНОГО МАССИВА «НАРЫН»……... 10
Таукенов Т.Р., Джаналеева К.М., Ержанова Ж.С.
ОПАСНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ РУСЛОВЫХ И ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ВБЛИЗИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ БАССЕЙНА РЕКИ БУКТЫРМА……... 18
Сатбаева Г.С., Тлеуберлина О.Б.
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН: ФОРМИРОВАНИЕ И ПУТИ РАЗВИТИЯ 24
Дуйсебаева К.Д., Абилова А.Б., Кенеспаева Л.Б., Мажитова Г.Г.
АНАЛИЗ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ УСЛОВИЯМИ ПРОЖИВАНИЯ И СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН…….. 29
Тоқбергенова А.А. Темирали А.М
ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 33
Арынова Ш.Ж., Рихванов Л.П., Соктоев Б.Р., Корогод Н.П.
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ АНТРОПОГЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ 38
Сатбаева Г.С.
САНИТАРНО -ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 42

Технические науки

Ахамбаев Р.С., Мұратқызы А.
РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРОКОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИ НЕЛИНЕЙНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЯХ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ……. 48
Кули Ж.Т., Омарова Ж.Б.
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТА И ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА……. 54
Козбагаров Р.А., Утебаев А.А.
ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ШАГАЮЩЕГО ДВИЖИТЕЛЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ МАШИН……. 58
Искакова М.Т., А.У. Калижанова
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, РЕАЛИЗУЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЮ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ……... 64
Жумабеков М.Е., Мухтарова М.Н., Нургалиева К.Е., Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К.
О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ…….. 69
Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К., Ыргабай А.Б.
ПРОБЛЕМЫ И РАЗВИТИЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ…… 74
Витулёва Е. С., Байпакбаева С. Т., Сулейменов И. Э.
АЛГОРИТМ МАКРОСКОПИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ……. 78
Бакешева А.Т., Иргибаев Т.И.
ИЗУЧЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ РОСТА МИКРОТРЕЩИН НА ПРОЦЕСС РАЗРУШЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ…… 84
Кәрібаева А.С., Рахимова Д.Р., Абдуали Б.А., Әмірова Д.Т.
АНАЛИЗ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА…… 90
Козбагаров Р.А., Керимбеков Р.Қ.
РУЧНАЯ ПОЛИРОВАЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНАЯ МАШИНА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ 96
Шаратбеков Т., Жауыт Ә.
ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ..... 101
Витулёва Е.С., Байпакбаева С.Т., Сулейменов И.Э.
КОНСТРУКЦИЯ СКЛАДЫВАЮЩИХСЯ КЛАВИАТУР НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАНЕЛЕЙ……... 107

Жельдыбаева А.А., Армия М.
ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЯСА ДИЧИ..... 113
Вишнякова К.М., Бугубаева Г.О.
ПОРАЖЕНИЕ РАДИАКТИВНЫМИ ИЗЛУЧЕНИЯМИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ……. 120
Жабагин Д., Ускенбаева Р., Басири К.
ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКЧЕЙН И ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ…… 123
Абдрахманов Т., Хасенова Г.
МЕЖФАЗНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И УСЛОВИЯ НА ГРАНИЦЕ ГАЗ/ЖИДКОСТЬ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКИХ ТОПЛИВ (НЕФТИ) ……... 128
Федоров Б.В., Коргасбеков Д.Р., Шарауова А.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ МОЩНОСТИ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ ДОЛОТАМИ PDC И ШАРОШЕЧНЫМИ ДОЛОТАМИ……. 136
Муратбекова Г.В., Айкынбаев А.А.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН……. 140
Бурлибаев А.Ж.
ПРОВЕРКА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПО МЕТОДУ ПРОВЕРКИ МОДЕЛИ……... 144
Тананова Д.Д., Магзом М.М.
О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ……. 146
Куанышбеков Т.К., Тулегенова М.А., Гусейнов Н.Р., Билл Г., Ильин А.М.
ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА ДИФФУЗИЕЙ ГРАФИТА……... 152
Мамырбаев О.Ж., Жакупбеков Т.Е.
СБОРКА БИОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА РУКИ, НАПЕЧАТАННОГО НА 3D ПРИНТЕРЕ……. 158
Абдиахметова З.М., Нурмуханова Ж.М., Мухамбетжанов С.Т.
ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ВЕЙВЛЕТ-ПАКЕТОВ ДЛЯ РАННЕЙ ДОКЛИНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ 164
Рахметулаева С.Б., Ашимбекова Д.Б., Нургалым А.Б., Калапберген М.М.,
РАЗРАБОТКА КОРРЕКЦИОННО-РАЗВИВАЮЩИХСЯ ИГР НА ДВИЖКЕ UNREAL ENGINE ДЛЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЕМ ЗРЕНИЯ…….. 168
Мусабаев Р.Р., Тұрдалықызы Т.
СУЩНОСТЬ, МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА..... 172
Мауленова Н.У., Баймаханов Г.А., Данлыбаева А.К.
СУЩНОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЯПОНСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ……. 177
Кайрбаева А.Е., Джингилбаев С.С., Тлевлесова Д.А., Василенко В.Н.
ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ИЗ СЕМЯН ДЫНИ…….. 182
Нурбатыров А.Ш., Алимбетова Д.А., Ибраимов М.К.
ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КРЕМНИЕВЫХ НАНОНИТЕЙ..... 191
Маликова Ф.И., Якуфуцзян Азати, Искакова М.Т.
ЧЕТЫРЕ ПАРАМЕТРА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB SIMULINK..... 194
Абаильдинов Б.М., Жуманова Г.С., Умбетбеков А.Т.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОМ СЕКТОРЕ…….. 200
Алимкулова Э. Ж., Акимбеков Е.Т., Зикирина А.М., Ибатаев Ж.А., Мукушев Б.А., Мусатаева А.Б., Шакерхан Н., Мухаметказин Е.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ «ДВОЙНАЯ ЗВЕЗДА» ПОСРЕДСТВОМ ПАКЕТА MATHCAD……. 205
Игнашова Л.В., Жукова Т.А., Тенизбаев Е.Ж.
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТОВ ШИФРОВАНИЯ…….. 210
Нургажыкызы Д., Турганбаева А.Р.
ТРАДИЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ СТИЛИ ВЕБ-ДИЗАЙНА..... 217
Аманжолова С.Т., Масалович А.И., Ахметова Д.Т.
АНАЛИЗ НОВОСТНОЙ ЛЕНТЫ С ПОМОЩЬЮ ПРИЛОЖЕНИЯ AVALANCHE ONLINE…….. 221
Канаев А.Т., Тополянский П.А., Тополянский А.П., Ермаков С.А., Бийжанов С.К., Решоткина Е.Н.
СЕРТИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ ПО ТРИБОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ……. 228
Адильхан Т.Ш., Алдияров А.У., Касымхан А.Б., Токмолдин Н.С., Утепов Е.О.
КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ АТМОСФЕРУ ВЕЩЕСТВ ОТ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН…. 236

Ибраева Г.М., Сукуров Б.М., Аубакирова Р.К., Мансуров Ю.Н.
АЛЮМИНИДЫ ТИТАНА, СФОРМИРОВАННЫЕ В ДИФФУЗИОННОЙ ЗОНЕ МЕЖДУ АЛЮМИНИЕМ И ТИТАНОМ…… 241
Сәдімухан А.Б., Калбаева А.Т., Усенова А.Ж., Калбаева А.Т.
АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УЧЕТА КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ……. 247
Кабдушев А., Комлева С., Исмаилов А.
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЗИНТЕГРАТОРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ С ПОНИЖЕННОЙ ВОДООТДАЧЕЙ……. 253
Шадрина Д.Ю., Тилеубай Н.С.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ТЕПЛОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ СИЛОВОГО ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРИБОРА…… 259
Жарылкапова Ж.А., Смаилова А.Е.
ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА……... 264
Тажекова А.Д., Кожабекова З.Е., Исмайлова К.Б.
ОСНОВНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПОТЕНЦИАЛ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ШЫМКЕНТСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА..... 270
Тулентаева Г.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ IP-ТЕЛЕФОНИИ В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ……. 276
Жаксыбаева Н.Н., Кубеков Б.С., Нурмаганбетова А.Т.
РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ SMART ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА …….. 281
Гученко С.А., Сыздыкова А.Ш., Касымов С.С., Юров В.М., Платонова Е.С., Завацкая О.Н.
ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ…….. 286
Цапенко М.В., Кегенбеков Ж.К.
ОСОБЕННОСТИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АВС АНАЛИЗА…….. 293
Утепбергенов И.Т., Хисамиев З.Г., Тойбаева Ш. Д., Исабекова Л.С.
УПРАВЛЕНИЕ ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПЕЧЬЮ С МОДЕЛИРОВАНИЕМ ДИНАМИКИ ФЛЮИДОВ CFD… 299
Бейбитхан Е., Шарипбай А.А.
РАСПОЗНАВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ……. 306
Козбагаров Р.А., Жунисбек Б.Д.
АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ ФРЕЗ ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПЕРЕМЕННОЙ КОЛЕЙНОСТЬЮ…….. 309
Ажиева Г.И., Касенов К.М., Калдыбаева С.Т.
КОМПАКТНОЕ ШИРОКОПОЛОСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКА НА ОСНОВЕ ГАЗОНАПОЛНЕННЫХ ПОЛУВОЛНОВЫХ И ЧЕТВЕРТЬВОЛНОВЫХ АБСОРБЕРОВ…….. 315
Бейсенбаев М. Б., Бахтияр Б. Т., Бергенжанова Г. Р., Акимбек Г. А.
МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНЫХ ГАЗОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ НА АТМОСФЕРУ..... 323
Панарханқызы Ж., Бахтияр Б. Т., Бергенжанова Г. Р., Акимбек Г. А.
СООТНОШЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ…… 327
Бакланов А.Е., Байдилдина А.Т., Григорьева С.В., Есботаева Э.С.
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА MEANSHIFT В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ФИЗИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ …… 331
Оспанова А.О., Кошкинбаева М.Ж., Дуйсенов Н.Ж., Исраилов Н.Н.
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ…… 338
Оспанова А.О., Дуйсенов Н.Ж., Кошкинбаева М.Ж., Байбатша Р.А.
МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА БАЗЕ ИЗМЕРЕНИЙ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА…….. 343
Қашаганова Г.Б., Амиргалиева С.Н., Калижанова А.У., Картбаев Т.С.
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА……. 347
Сайдирасулов С.С., Молдахметова К.Н., Аширбеков А.Н., Манатқызы Ж., Алимбекова А.Т.
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЯЗЫКА PASCAL ABC.Net……... 355
Кожахмет Б.А., Калижанова А.У.
МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ «BRAINNETWORK»..... 358
Мейрамбекұлы Н., Узбеков Н.Ш., Ханиев Б.А., Туенбаев О.К.
РАЗРАБОТКА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО МОДУЛЯ УКВ-ДИАПАЗОНА ДЛЯ НАНОСПУТНИКОВ..... 363

Абельдина Ж.К., Абильдина Г.Ш., Акимбеков Е.Т., Мукушев Б.А., Нурбатырова Т.С., Солдатхан Д., Рахимжанова Л.А.
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА В ОДНОРОДНОМ ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ…… 367
Калматай Д.Н., Бердибеков Д.Н., Тугелбаева А.Д, Амирдинов Ш.Р, Нурмуханова А.З.
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГАЗООБРАЗНЫМИ ВЫБРОСАМИ СТЕКОЛЬНОГО ЗАВОДА…… 374
Аскарова А. С., Болегенова С. А., Максимов В. Ю., Амангелдиев С. Б., Махаш Ж.Е.
ВНЕДРЕНИЕ IT-ТЕХНОЛОГИЙ В ТЭС КАЗАХСТАНА..... 381
Куликов В.Ю., Квон Св.С., Исагулов А.З., Щербакова Е.П., Ковалёва Т.В.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ С РАВНОМЕРНОЙ ТВЕРДОСТЬЮ ПО ВСЕМУ ОБЪЕМУ..... 388
Аширбаев Н.К., Дуйсебаева П.С., Аширбаева Ж.Н., Алибекова Ж.Д.
ДИНАМИЧЕСКИЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРУГОМ ТЕЛЕ С ИНОРОДНЫМ ВКЛЮЧЕНИЕМ 393
Отыншиева А.М., Мусапирова Г.Д.
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ САЙТА……. 399
Картбаев А.Ж.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА…….. 406
Альжанова А.Е., Азмуханов А.А.
НАНОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМ SiO_2/Si ПОСЛЕ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ…….. 410
Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Матешов А.К.
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЦИЛИНДРОВ ГИДРОСТОЕК МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КРЕПЕЙ ……. 415
Тергеусизова А.С.
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОИЗВОДСТВОМ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА……... 419
Серикбаева А.К., Самешова А.К.
ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ «PbO – S»…….. 424
Алмуратова Н. К., Тойгожинова Ж. Ж.
УСТОЙЧИВОСТЬ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ»…… 430
Сагитов П. И. , Асанова К. С., Тойгожинова Ж.Ж.
ОТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В РЕГУЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ- АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ…… 435
Тергеусизова А.С.
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА……. 439

Физико-математические науки

Нұрсейіт С.Т., Сариева А.Қ., Данлыбаева А.К.
АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА……. 448
Байматова Н.Х.
ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДСОРБЦИИ БЕНЗОЛА, ТОЛУОЛА, ЭТИЛБЕНЗОЛА И О-КСИЛОЛА ИЗ ВОЗДУХА ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИМИ АДСОРБЕНТАМИ…… 453
Мирзахмедова Г.А.
УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ КЛАСТЕРАМИ……. 460
Омар А.Ж., Амантаева А.Е., Бисекенова А., Агишев А, Хохлов С.А.
ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭНТРОПИЯ СПЕКТРОВ ГОРЯЧИХ ЗВЕЗД 465
Роговой А.В., Карашева К.
СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ОДНОГО КЛАССА ЗАДАЧИ ТРИКОМИ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ СМЕШАННОГО ТИПА…… 469
Турдыханова Д.Л., Бериков Д.Б., Жумадилов К.Ш.
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОДНОРОДНОСТИ НУКЛИДТОГО СОСТАВА В РАЗНЫХ УЧАСТКАХ……...

Сакыпбекова М.Ж.
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ОСНОВНЫХ УРАВНЕНИЙ ГИДРОДИНАМИКИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ДВУМЕРНОГО ТЕЧЕНИЯ……. 482
Гурьянов Г.А., Ким В.А., Васильева О.Ю.
РАЗРАБОТКА МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЫПУКЛО-ВОГНУТЫХ ВАЛКОВ……. 486
Мансурова М.Е., Қайполдаев М.Е.
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДУБЛИРУЮЩИХСЯ ТЕКСТОВ…… 495
Ахмед-Заки Д. Ж., Мансурова М.Е., Тулемисова Г.Б.
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ..... 501
Исахов А.А., Шубай А.М.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В СОСУДАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ……. 507
Исахов А.А., Бисенгалиева А.К.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ ОРГАНИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ……... 516
Утенов Н.М., Жапбаров С.А., Ахметова С.Т., Шинибаев М.Д.
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОРБИТАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРОБНОГО ТЕЛА СОВМЕСТНО С ЦЕНТРОМ МАСС……. 528

Химико-металлургические науки

Макаев Т.С., Чекимбаев А.Ф., Исагулов А.З., Ибатов М.К., Исагулова Д.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК УГЛИСТОГО СЫРЬЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КУУ-ЧЕКИНСКОЕ» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВЫПЛАВКЕ СПЛАВА ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЙ…….. 533
Бектенов Н.А., Ергожин Е.Е., Калмуратова К.М., Байдуллаева А.К., Садыков К.А., Рыспаева С.Б.
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ ИОНИТЫ: СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ…….. 537
Маштакова К.Х., Ахмадиярова Ж.К.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОНОКАЛИЙФОСФАТА ИЗ СМЕСИ МОНОКАЛЬЦИЙФОСФАТА И ГИПСА С ОДНО- И ДВУХСТАДИЙНЫМ ОТДЕЛЕНИЕМ ГИПСА 543
Бисенова А.Қ., Казаков Ю.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДЕБИТА В НЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ……. 547
Тассибеков Х.С., Цзю А.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДАХ ПЕРЕРАБОТКИ ФОСФОРНЫХ МИНЕРАЛОВ……. 552
Алтынбек Ш.Ч., Болотова Л.С., Акжаркенов М.Д., Байконурова А.О.
ВЫБОР СОРБЕНТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ПРОДУКТИВНЫХ РАСТВОРОВ…… 557
Абубакриев А.Т., Камалов Э.М., Койжанова А.К., Арыстанова Г.А., Атанова О.В., Магомедов Д.Р.
ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗООКИСЛЯЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ПРОЦЕССЕ БИОВСКРЫТИЯ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ…….. 562
Бекжигитова К.А., Имангалиев Т.А., Суйгенбаева А.Ж., Жунисбекова Д.А., Олжатаева Б.Т.
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПАХИКАРПИНА НА ОСНОВЕ АЛКАЛОИДОВ……. 568
Дрючкова О.А., Быков Р.А., Асанов Д.А., Мамяченков С.В., Сычева Е.А.
ОПЫТ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД... 573
Айтбаев А.Н., Мырзалиева С.К.
УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО АКТИВНОГО ИЛА ПОСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД……..…… 577
Серикбаева А.К., Даулбекова А.Р.
ИЗУЧЕНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СИСТЕМЕ «$PbCO_3$-S»..... 582
Сахненко Н.Д., Ведь М.В., Каракуркчи А.В., Яр-Мухамедова Г.Ш., Атчибаев Р.А.
АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ В АМИНОВЫХ СРЕДАХ…… 588

CONTENTS

Earth sciences

Rakishev B.M., Zhunussov A.A., Arshamov Ya.K.
MODERN SITUATION AND PROBLEMS OF THE MINERAL-RAW MATERIAL BASIS OF KAZAKHSTAN..... 3
Kanafin K.M., Shagarova L.V.
APPLICATION OF VEGETATION INDEX IN HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATIONS OF SANDY MASSIVE «NARYN»…… 10
Taukenov T.R., Dzhanaleeva K.M.,Yerzhanova Zh.S
DANGEROUS MANIFESTATIONS OF THE CHANNEL AND EROSION PROCESSES IN THE BUKTYRMA RIVER BASIN NEAR THE SETTLEMENTS…….. 18
Satbayeva G.S., Tleuberlina O.B.
ECOLOGICAL EDUCATION IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: FORMATION AND DEVELOPMENT PATHS…….. 24
Duisebaeva K.D., Abilova A.B., Kenespayeva L.B., Mazhitova G.G.
ANALYSIS OF RELATIONS BETWEEN THE CONDITIONS OF ACCOMMODATION AND THE STATUS OF HEALTH OF THE POPULATION OF THE WEST KAZAKHSTAN REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…….. 29
Tokbergenova A.A, Temirali A.M
THE ECONOMICAL DEVELOPMENT FEATURES OF THE SOUTH KAZAKHSTAN REGION…… 33
Arynova Sh., Rikhvanov L., Soktoev B., Korogod N.
GEOCHEMICAL INFORMATIVE CARBONATE FORMATIONS IN ECOLOGICAL STUDIES…….. 38
Satbayeva G.S.
SANITARY-ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT…….. 42

Technical sciences

Akhambaev R.S., Muratkyzy A.
DEVELOPMENT OF FILTER COMPENSATION DEVICE NONLINEAR CONSUMERS OF REACTIVE CAPACITY …… 48
Kuli Zh.T., Omarova Zh.B.
INDICATORS OF QUALITY OF CEMENT, QUALITY OF CEMENT CLINKER…….. 54
Kozbagarov R.A., Utebayev A.A.
FEATURES OF THE DYNAMICS OF THE WALKING MOVER FOR LOADING AND UNLOADING TRUCKS..... 58
Iskakova M.T., Kalizhanova A.U.
COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS THAT IMPLEMENT INFORMATION MODELING TECHNOLOGY…….. 64
Zhumabekov M.E., Mukhtarova M.N., Nurgalieva K.E., Baymaxanov G.A., Danlybaeva A.K.
QUALIFICATION OF QUALITY MANAGEMENT IN ENTERPRISES..... 69
Baymakhanov G.A., Danlybaeva A.K., Yurgabay A.B.
PROBLEMS AND IMPROVEMENTS MANAGEMENT OF QUALITY IN CONSTRUCTION..... 74
Vituleva E. S., Baypakbayeva S. T., Suleimenov I. E.
ALGORITHM OF MACROSCOPIC INFORMATION RECORDING IN DISTRIBUTED SYSTEMS……. 78
Bakesheva A.T., Irgibaev T.I.
STUDY OF THE CONSEQUENCES OF GROWTH OF MICROCRACKS ON THE PROCESS OF DESTRUCTION OF MAIN GAS PIPELINES…….. 84
Karibayeva A., Rakhimova D., Abduali B., Amirova D.
ANALYSIS OF MACHINE TRANSLATION OF KAZAKH LANGUAGE…….. 90
Kozbagarov R.A., Kerimbekov R.K.
HAND POLISHING AND GRINDING MACHINE FOR SURFACE TREATMENT…… 96
Sharatbekov T., Zhauyt A.
NUMERICAL MODELING OF TWO-STEP CYLINDER TRANSMISSION..... 101
Vitulyova E.S., Bajpakbaeva S.T., Sulejmenov I.EH.
DESIGN OF FOLDABLE KEYBOARDS BASED ON PHOTOELECTRIC SOLAR PANELS……. 107
Zheldybayeva A.A., Army M.
PRODUCT CHARACTERISTICS AND STUDY OF THE BIOCHEMICAL COMPOSITION AND SAFETY OF MEAT QUALITY DICHI…….. 113

Vishnyakova K.M., Bugubaeva G.O.
LOSE RADIOACTIVITY OF HONEY BEES…….. 120
Zhabagin D., Uskenbayeva R., Basiri K.
BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND ITS SECURITY ISSUES……... 123
Abdrakhmanov T., Khasenova G.
INTERFACIAL PHENOMENA AND CONDITIONS AT THE BOUNDARY GAS/LIQUID DURING THE SIMULATION OF LIQUID FUELS FLOWS (PETROLEUM)……... 128
Fedorov B.V., Korgasbekov D.R., Sharauova A.
COMPARATIVE EVALUATION OF POWER COSTS WHILE DESTRUCTING THE WELL OF THE WELL WITH PDC PIECES AND SHARROWS…….. 136
Muratbekova G. V., Aikinbaev A. A.
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INTERVAL REGULATION OF TRAFFIC TRAFFIC IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…….. 140
Burlibayev A.Zh.
VERIFICATION OF TECHNICAL SYSTEMS BY METHOD OF VERIFICATION OF THE MODEL….. 144
Tananova D.D., Magzom M.M.
ABOUT SOME METHODS OF AUTHENTICATION IN INFORMATION SYSTEMS……... 146
Kuanyshbekov T.K., Tulegenova M.A., Guseinov N.R., Beall G., Ilyin A.M.
SYNTHESIS OF GRAPHENE BY DIFFUSION METHOD ON NICKEL…….. 152
Mamyrbaev O., Zhakupbekov T.
ASSEMBLY OF BIOMECHANICAL PROSTHETICS HAND PRINTED ON 3D PRINTER……... 158
Abdiakhmetova Z.M., Nurmukhanova Zh.M., Mukhambetzhanov S.T.
USE OF NEURAL NETWORKS FOR EARLY PRE-CLINICAL DIAGNOSTICS OF HEART DISEASES..... 164
Rakhmetulayeva S.B., Ashimbekova D.B., Nurgalym A.B., Kalapbergen M.M.
DEVELOPMENT OF CORRECTION-DEVELOPING GAMES ON THE UNREAL ENGINE FOR THE CHILDREN WITH VIOLATION……... 168
Mussabayev R. R., Turdalykyzy T.
THE ISSUE, METHODS AND TECHNIQUES OF CLUSTER ANALYSIS…….. 172
Maulenova N.U., Baymaxanov G.A., Danlybaeva A.K.
ESSENCE AND DEVELOPMENT OF JAPANESE QUALITY MANAGEMENT…… 177
Kairbaeva A.E., Jingilbaev SS., Tlevlessova D.A., Vasilenko V.N.
EXERGETIC ANALYSIS OF PRODUCTION TECHNOLOGY VEGETABLE OILS FROM MELON SEEDS……... 182
Nurbatyrov A.Sh., Alimbetova D.A., Ibraimov M.K.
GAS-SENSITIVE PROPERTIES OF SILICON NANOWIRES…….. 191
Malikova F., Yakufujiang Azati, Iskakova M.T.
A FOUR PARAMETERS PHOTOVOLTAIC RENEWABLE ENERGY MODEL SIMULATION USING MATLAB SIMULINK…… 194
Abaildinov B., Zhumanova G.S., Umbetbekov A.T.
MODERN MEASURES TO IMPROVE ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE INDUSTRIAL SECTOR 200
Alimkulova E., Akimbekov E., Zikirina A., Ibataev Zh., Mukushev B., Musataeva A., Shakerkhan N., Mukhametkazin E.
RESEARCH OF THE «BINARY STAR» SYSTEM THROUGH THE MATHCAD PACKAGE…… 205
Ignashova L.V., Zhukova T.A., Tenizbaev E. J.
ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MODERN ENCRYPTION STANDARDS……... 210
Turganbayeva A.R., Nurgazhykyzy D.
TRADITIONAL AND INNOVATIVE WEB DESIGN STYLES..... 217
Amanzholova S.T., Masalovich A.I., Akhmetova D.T.
ANALYZE THE NEWS FEED USING THE AVALANCHE ONLINE APPLICATION……... 221
Kanaev A.T., Topolyansky P.A., Topolyansky A.P., Ermakov S.A., Biizhanov S.K., Reshotkina E.N.
CERTIFICATION OF MATERIALS AND COATINGS BY TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS…… 228
Adilkhan T.Sh., Aldiyarov A.U., Kasymkhan A.B., Tokmoldin N.S., Utepov E.O.
CONTROL OF MATERIALS FROM TRANSPORT POLLUTION ON THE BASIS OF THE ECOLOGICAL MANAGEMENT SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN……... 236
Ibraeva G. M., Sukurov B.M., Aubakirova R. K., Mansurov Yu. N.
TITANIUM ALUMINIDES FORMED IN DIFFUSION ZONE BETWEEN Al AND Ti…… 241
Sadimukhan A.B., Kalbayeva A.T., Usenova A.Zh., Kalbayeva A.T.
AUTOMATION OF THE ACCOUNTING SYSTEM AS A BASIS OF EFFICIENCY OF ENTERPRISE COMMERCIAL ACTIVITY…….. 247

Kabdushev A., Komleva S., Ismailov A.
PROSPECTS OF USING DISINTEGRATOR FOR PRODUCING CEMENT SLURRYWITH REDUCED FLUID LOSS..... 253
Shadrina D., Tileubay N.
DETERMINATION OF INTERNAL THERMAL RESISTANCES OF A POWER SEMICONDUCTOR DEVICE..... 259
Zharylkapova Zh.A.,Smailova A.E.
DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CONVERTERS OF NON-STATIONARY HEAT FLOW..... 264
Tazhekova A.D., Kozhabekova E.E., Исмайлова К.Б.
MAIN CLIMATIC FEATURES AND POTENTIAL OF POLLUTION OF THE ATMOSPHERE OF THE SHYMKENT INDUSTRIAL CENTER..... 270
Tulentaeva G. S.
INVESTIGATION OF THE OPERATING MODE OF IP-TELEPHONY IN A LOCAL NETWORK..... 276
Zhaksybayeva N.N., Kubekov B.S., Nurmaganbetova A.T.
DEVELOPMENT OF TOOLS SMART TRAINING ON THE BASIS OF ONTOLOGICAL APPROACH 281
Guchenko S.A., Syzdykova A.Sh., Kasymov S.S., Yurov V.M., Platonova E.C., Zavatskaya O.N.
TEMPERATURE OF MELTING AND RECYRSTALLIZATION OF PLASMA COATINGS..... 286
Tsapenko M., Kegenbekov Zh.
FEATURES OF MULTI-CRITERIA ABC ANALYSIS..... 293
Utepbergenov I.T., Khisamiev Z.G., Toibayeva Sh. D., Isabekova L.S.
CONTROL OF A BAKING OVEN WITH FLUID DYNAMICS MODELING CFD..... 299
Beibitkhan E., Sharipbai A.A.
RECOGNITION OF GRAPHIC TEXTS WITH NEURAL NETWORKS..... 306
Kozbagarov R.A., Zhunisbek B.D.
ANALYSIS OF ROAD MILLS FOR THE REPAIR OF ROAD SURFACES WITH VARIABLE RUTTING..... 309
Azhieva G.I, Kasenov K.M, Kaldybaeva S.T.
COMPACT BROADBAND ABSORPTION OF SOUND ON THE BASIS OF GAZ-FILLED SEMI-WAVE AND FOURTH-WAVE ABSORBERS 315
Beisenbaev M., Bahtyar B., Bergenjanova G., Akimbek G.
DECREASING EFFECTS OF HARMFUL GASES PRODUCED THE HEAT ELEKTRIC STATION, ON ATMOSPHERE..... 323
Panarkhankyzy Zh., Bahtyar B., Bergenjanova G., Akimbek G.
THE RATIO OF HARMFUL SUBSTANCES AND ECOLOGICAL DAMAGES IN THERMAL POWER PLANTS..... 327
Baklanov A., Baidildina A., Grigoryeva S., Esbotaeva E.
IMPLEMENTATION OF THE MEANSHIFT ALGORITHM IN THE SYSTEM OF TECHNICAL VISION FOR TRACING THE PHYSICAL OBJECT..... 331
Ospanova A., Koshinbaeva M.J., Duissenov H.J., Israilov N.N.
DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR FILTERING INFORMATION FLOWS IN INDUSTRIAL PROCESS CONTROL SYSTEMS..... 338
Ospanova A.O., Duissenov N.J., Koshinbaeva M.J., R.A.Baibatsha
THE METHOD OF DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF INDUSTRIAL PROCESSES ON THE BASIS OF MEASUREMENTS OF THE MAIN TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE PROCESS..... 343
Kashaganova G., Amirgaliyeva S.N., Kalizhanova A.U., Kartbayev T.S.
THE FIBER-OPTIC SENSORS ARE BASED ON THE FIBER BRAGG GRATING..... 347
Saidirassulov S.S, Moldaxmetova K.N., Ashirbekov A.N., Manatkyzy Zha, Alimbekova A.T.
NEW FEATURES OF PASCAL ABC.NET..... 355
Kozhakhmet B.A., Kalizhanova A.U.
MODELING AND ANALYSIS OF DATA PROCESSING METHODS «BRAIN NETWORK»..... 358
Meirambekuly N., Uzbekov N., Khaniyev B.A., Tuyenbayev O.K.
DEVELOPMENT OF A UHF/VHF TELECOMMUNICATION MODULE FOR NANOSATELLITES..... 363
Abeldina Zh., Abildina G., Akimbekov E., Mukushev B., Nurbatirova T., Soldatkhan D., Rakhimzhanova L.
COMPUTER EXPERIMENTS ON THE STUDY OF THE MOTION OF A BODY IN A HOMOGENEOUS GRAVITATIONAL FIELD..... 367
Kalmatay D., Berdibekov D., Tugelbayeva A., Amirdinov Sh., Nurmukhanova A.Z.
DEVELOPMENT OF ACTIONS FOR DECREASE IN POLLUTION OF THE SURROUNDING ENVIRONMENT GASEOUS EMISSIONS OF THE GLASS PLANT..... 374

Amangeldiyev S., Maksimov V.
IMPLEMENTATION OF IT TECHNOLOGIES IN THE TPP OF KAZAKHSTAN…….. 381
Kulikov V.Yu., Kvon Sv.S., Issagulov A.Z., Chsherbakova Y.P., Kovaleva T.V.
DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING SHELL MOLDS WITH UNIFORM HARDNESS THROUGHOUT THE VOLUME……. 388
Ashirbayev N., Duisebayeva P., Ashirbayeva Zh., Alibekova
DYNAMIC FIELDS OF STRESS IN ELASTIC BODY WITH Zh. FOREIGN INCLUSION…… 393
Otynshiyeva AM, Musapirova G.D.
RESEARCH METHODS OF SITE OPTIMIZATION…….. 399
Kartbayev A.ZH.
A LEARNING OF THE KAZAKH LANGUAGE MODEL INTERPOLATION PARAMETERS ……... 406
Alzhanova A. Ye., Azmukhanov A.A.
NANOMECHANICAL PROPERTIES OF ION IRRADIATED SiO_2/Si SYSTEMS. ……. 410
Zharkevich O., Nurzhanova O., Mateshov A.
OPTIMIZATION OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS FOR HYDRAULIC CYLINDERS OF POWERED SUPPORT……... 415
Tergeussizova A.S.
AUTOMATIC MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PRODUCTION AND MATHEMATICAL MODELING OF STABILITY OF THE EXHAUST OF THE OPTICAL FIBER EXHAUST……. 419
Serikbayeva A.K., Sameshova A.K.
STUDY OF PHASE TRANSFORMATIONS IN THE "PbO-S" SYSTEM..... 424
Almuratova N.K., Toigozhinova Zh. Zh.
SUSTAINABILITY OF THE DYNAMICS OF NONLINEAR SYSTEM «FREQUENCY CONVERTER - ASYNCHRONOUS ENGINE»…….. 430
Sagitov P.I., Asanova K.S., Toigozhinova Zh. Zh.
OTIMIZATION OF ENERGY SAVING IN A REGULATED SYSTEM FREQUENCY CONVERTER ASYNCHRONOUS ENGINE…… 435
Tergeussizova A.S.
MANAGEMENT SYSTEMS FOR THE OPTICAL FIBER EXHAUST AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR ITS PRODUCTION…… 439

Physico-mathematical sciences

Nurseiit S.T., Sariyeva A.K., Danlybaeva A.K.
ANALYSIS OF DOMESTIK AND FOREIGN SYSTEMS OF ENVIROMENTAL CERTIFICATION OF CONSTRUCTION SITES…….. 448
Baimatova N
INVESTIGATION OF EFFICIENCY OF BENZENE, TOLUENE, ETHYLBENZENE AND O-XYLENE ADSORPTION FROM INDOOR AIR BY MODIFIED CARBON-BASED ADSORBENTS……. 453
Mirzakhmedova G.A.
MANAGEMENT OF ECONOMIC CLUSTERS……... 460
Omar A., Amantayeva A., Bissekenova A., Agishev A., Hohlov S.
INFORMATION ENTROPY SPECTRA OF HOT STARS…….. 465
Rogovoy A.V., Karasheva K.
PROPERTIES OF ONE CLASS SOLUTIONS OF TRICOMI PROBLEM FOR MIXED TYPE EQUATIONS …… 469
Turdykhanova D.L., Berikov D.B., Zhumadilov K.Sh.
STATISTICAL ANALYSIS OF THE HOMOGENEITY OF THE NUCLIDE COMPOSITION IN DIFFERENT AREAS..... 478
Sakypbekova M.Zh.
NUMERICAL SOLUTION OF THE BASIC EQUATIONS OF HYDRODYNAMICS IN THE SIMULATION OF A TWO-DIMENSIONAL FLOW…….. 482
Guryanov G.A., Kim V.A., Vasileva O.Yu.
DEVELOPMENT OF THE MECHANICAL-MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF THE DESTRUCTION OF SOLID PARTICLES AND DEFINITION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF CONVEX-CONCAVE ROLLERS…… 486
Mansurova M., Kaipoldayev M.
DEVELOPMENT OF A MODULE FOR DETECTING DUPLICATE TEXTS..... 495

Ahmed-Zaki D. Zh., Mansurova M.E., Tulemissova G.B.
HIGH-PERFORMANCE MOBILE COMPUTING…….. 501
Issakhov A., Shubai A.
MATHEMATICAL MODELLING OF BLOOD FLOW IN VASCULAR SYSTEM OF THE WITH PATHOLOGICAL CHANGES…….. 507
Issakhov A., Bisengaliyeva A.
MODELING OF ORGANIC WASTE WATER POLLUTION……. 516
Utenov N.M., Zhapbarov S.A., Achmetova S.T., Shinibaev M.D.
CYLINDRICAL COORDINATES OF THE DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE ORBITAL MOTION OF THE TEST BODY TOGETHER WITH THE CENTER..... 528

Chemical and metallurgical sciences

Makaev T.S., Chekimbaev A.F., Isagulov A.Z., Ibatov M.K., Isagulova D.A.
CARBON-BEARING RAW MATERIAL FEATURES ANALYSIS OF “KUU-CHEKINSKY” DEPOSIT, AS APPLIED TO ALUMINUM FERROSILICON ALLOY SMELTING..... 533
Bektenov N.A., Ergozhin E.E., Kalmuratova K.M., Baidullaeva A.K., Sadykov K.A., Ryspaeva S.B.
PERSPECTIVE COMPLEXING IONITES: SYNTHESIS, PROPERTIES AND APPLICATION…… 537
Mashtakova K.H., Akhmadiyarova Zh.K.
DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MONOPOTASSIUM PHOSPHATE FROM A MIXTURE OF MONOCALCIUM PHOSPHATE AND GYPSUM WITH A ONE-STAGE AND TWO-STAGE SEPARATION OF GYPSUM…….. 543
Bissenova A.K., Kazakov Yu. V.
RESEARCH OF COMBUSTION PROCESSES OF THE PYROTECHNIC STRUCTURES APPLIED TO INCREASE AN OUTPUT IN OIL WELLS……... 547
Tassibekov Kh. S., Tszyu A.R.
INVESTIGATION OF SOME RARE METALS DISTRIBUTION IN TECHNOLOGICAL WASTES OF PHOSPHORIC MINERALS PROCESSING…… 552
Altynbek Sh.Ch, Bolotova L.S, Akzharkenov M.D, Baikonurova A.O.
THE CHOICE OF SORBENT FOR EXTRACTING GOLD FROM PRODUCTIVE SOLUTIONS……... 557
Abubakriev A.T., Kamalov E.M., Koizhanova A.K., Aristanova G.A., Atanova O.V., Magomedov D.R.
STUDY OF THE ACTIVITY OF IRON-OXIDIZING BACTERIA IN THE PROCESS OF BIO-OPENING TAILINGS ENRICHMENT……... 562
Bekzhigitova K. A., Imangaliyev T.A., Suygenbayeva A. Zh., Zhunisbekova D.A., Olzhataeva B. T.
ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF PAHIKARPIN BASED ON ALKALOIDS…… 568
Dryuchkova O.A., Bykov R.A., Asanov D.A., Mamyachenkov S.V., Sycheva E.A.
EXPERIENCE OF PROCESSING OF TECHNOGENIC WASTES FROM BENEFICATION OF POLYMETALLIC ORES……... 573
Aitbayev A.N., Myrzalyieva S.K.
UTILIZATION OF SURPLUS ACTIVATED SLUDGE AFTER BIOLOGICAL CLEANING OF OIL-CONTAMINATED SEWAGE WATERS……. 577
Serikbayeva A.K., Daulbekova A.R.
STUDY OF PHASE TRANSFORMATIONS IN THE "PBCO3-S" SYSTEM…… 582
Sakhnenko N., Ved M., Karakurkchi A., Yar-Mukhamedova G.,Atchibayev R.
ANTI-CORROSION PROPERTIES OF NANOCOMPOSITE COATINGS IN AMINE ENVIRONMENTS 588

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л. Касжанова

Подписано в печать 04.04.2018 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 38,0.
Тираж 500 экз. Заказ № 208.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 616, тел. 292-63-46 ,Nina.Fedorovna. 52 @ mail.ru
Департамент маркетинга и коммуникаций КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева