

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ _____

_____ **ВЕСТНИК КазНУ**

VESTNIK KazNRTU _____

№2 (126)

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. Байгунчечков- 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

УДК 553.411(575.2)

А.Б. Байбатша, Г.М. Омарова, А.Т. Касенова

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, baibatsha48@mail.ru)

ЗОНАЛЬНОСТЬ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ МЕТАСОМАТИТОВ ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ КОККИЯ

Аннотация. Установлена закономерная вертикальная зональность кварц-серицитовых метасоматитов на золоторудном месторождении «Коккия», представляющая интерес для понимания эволюции состава гидротермальных растворов на путях их инфильтрации, а также в практических целях - для разработки поисковых критериев скрытого оруденения. Приведенные составляющие вертикальной метасоматической зональности дают возможность определить уровень денудации месторождений рудного поля и их перспективы на глубину.

Ключевые слова: метасоматическая зональность, золотое оруденение, фации вторичных кварцитов.

Исследование рудоносных метасоматитов имеет такое же важное значение, как и исследование собственно рудного вещества. Изучение метасоматитов дает возможность выяснения условий формирования месторождения, ее зональности и т.п. Рудно-метасоматическая зональность включает изучение закономерностей формирования и размещения продуктов рудообразующих процессов и систем во времени и пространстве при развитии земной коры. Главными факторами формирования вертикальной метасоматической зональности являются температура и фугитивность кислорода [1, с.183], [9]. Роль кислорода быстро возрастает в самых малоглубинных образованиях, где возможна интенсивная аэрация подземных вод. Здесь наблюдается смена зон (фаций) в вертикальном направлении на небольшом расстоянии, отражающая не только температурную зональность, но и резкое увеличение степени окисленности форм серы и железа в растворе с приближением к поверхности.

В результате минералогических исследований на золоторудном месторождении Коккия выявлена метасоматическая зональность с пятью зонами изменений. Выделяются внешняя, промежуточные, внутренняя и ядерная зоны [1, 7]. Возвышенные части рельефа слагают вторичные кварциты, а под ними залегают пропилитизированные породы. Здесь же наиболее полно и широко проявлена серицитовая фация, на нее накладываются метасоматическое и прожилковое окварцевание, хлоритизация и карбонатизация. Кварцевые прожилки содержат хлорит, железистый карбонат, доломит, карбонат и несут полиметаллическую минерализацию в ассоциации с золотом (Гутермахер М.М и др., 2007).

Минерализация представлена самородным золотом, пиритом, галенитом, сфалеритом, арсенопиритом, магнетитом, титаномагнетитом, вольфрамитом, висмутином, пиррогином, халькопиритом. В породах внешней фации развит пирит кубической формы, нередко со штриховкой на гранях. Наибольшим распространением в рудных зонах пользуется пириты пентагондодекаэдрической формы, а также их различная комбинация. Нередко в пирите наблюдается включения шеелита и кварца. Трещины в кристаллическом пирите залечены часто кварцем, сфалеритом и халькопиритом. Концентрации золота в пирите, как правило, на 10-15 % больше его содержания во вмещающих кварц-серицитовых кварцитах. В пиритах присутствует примеси мышьяка, кобальта, цинка, свинца, меди, молибдена, серебра и др. [10].

Под микроскопом выделяются следующие зонально построенные фации вторичных кварцитов от периферии к центру: 1) зона пропилитового изменения (сильно хлоритизированные, серицитизированные, альбитизированные, калишпатизированные, карбонатизированные и пиритизированные туфы, конгломераты, интрузивные породы); 2) каолининовая фация; 3) серицитовая фация; 4) диаспоровая фация; 5) монокварцевая фация (рисунки 1).

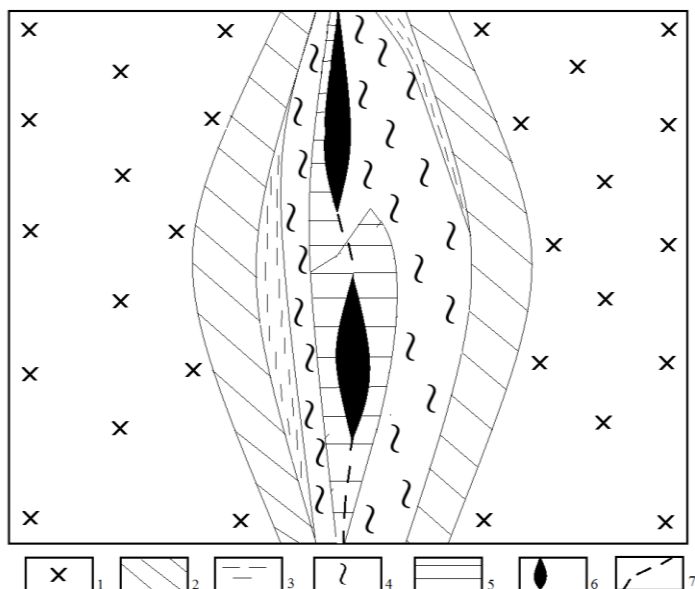


Рис. 1. Схематический разрез метасоматической зональности:

1- неизменные породы; 2- зона пропилитового изменения; 3- каолиновая фация; 4- серицитовая фация; 5- диаспоровая фация; 6- монокварцевая фация; 7- трещина.

Пропилитизированные туфы и конгломераты, с одной стороны, и интрузивные породы, с другой, сменяются к центру зоны сильно измененными разностями, переходящими в серицитовые и каолиновые кварциты [5,6].

Кристалловитрокластический туф на стадии перехода ко вторичному кварциту характеризуется массивной текстурой и кристаллокластической с реликтовой пепловой связующей массой структурой. Породы состоят из пирокластического материала, представленного кристаллокластами альбитизированного плагиоклаза, обломками нераскристаллизованного кислого стекла, погруженными в связующую массу, состоящую из осколков кислого стекла (или пепла) причудливой формы, нацело замещенных кварцем [2].

На альбитизированные и окварцованные туфы накладываются серицитизация, хлоритизация, карбонатизация и пиритизация. Карбонат-гидрослюдистые образования равномерно распределяются по породе. Хлорит, иногда в ассоциации с карбонатом и серицитом, образует обособленные агрегатные скопления минералов (рисунки 2 и 3). Пирит представлен зернами кубической и пентагондодекаэдрической форм.

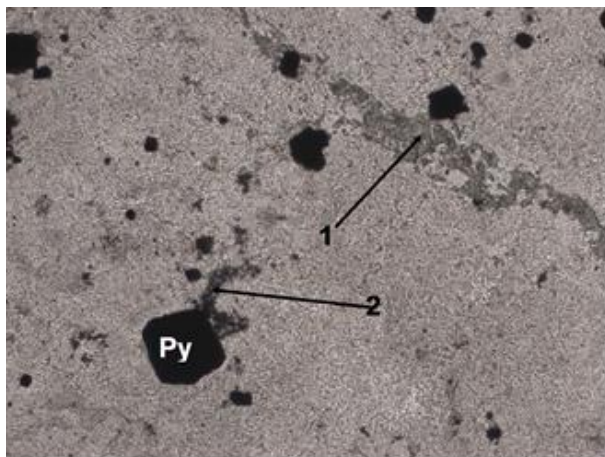


Рис. 2. Хлорит-серицит- кварцевый метасоматит, увеличение 200^x

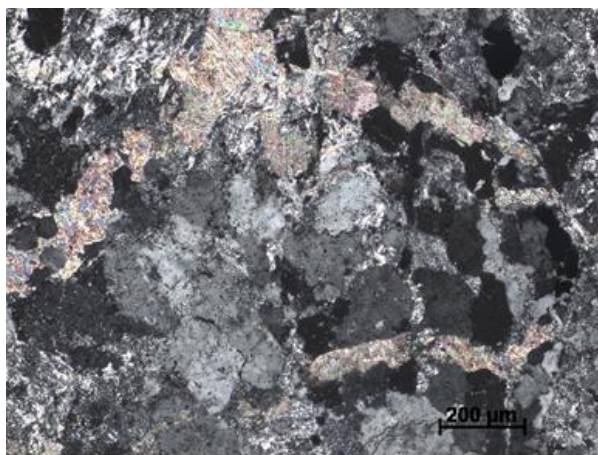


Рис. 3. Кварц-серицитовый метасоматит, увеличение 100^x

В шлифе прожилки кварца пересечены прожилками более позднего жильного кальцита (40 %) изометричной и неправильной формы (рисунок 3). Отмечаются двойники по ромбу, размер зерен 0,25-0,75 мм.

В конгломератах и гравелитах гидротермальные изменения в первую очередь затрагивают глинистый цемент, который замещается гидрослюдисто-хлоритовым материалом. Кластический материал этих пород составляет 90-93% объема и представлен или существенно кварцевыми породами (яшмы, кремни, микрокварциты, кварцевые песчаники), которые во внешней зоне метасоматитов практически остаются неизменными, или измененными андезитовыми порфиритами, алевролитами, туффиитами и туфами [8].

В диоритовых порфиритах наблюдаются новообразования кварца, калишпата, хлорита. Плагиоклаз призматической формы, чаще в виде отдельных зерен и реже в виде скоплений нескольких зерен, интенсивно замещен серицитом, иногда альбитом, кальцитом. Судя по углу погасания, плагиоклаз основного состава лабрадор-битовнитового ряда, причем мелкие зерна доломита с ромбическим срезом иногда окаймляют их. По трещинкам плагиоклаза иногда наблюдаются мельчайшие зерна лейкоксена. Размеры порфиробластов составляют 5-8 мм.

В массе встречаются единичные зерна пирита и железистого карбоната. По направлению к центру гидротермального изменения в диоритовых порфиритах увеличивается окварцевание, серицитизация и появляются зерна радиально-лучистого турмалина. Турмалин игольчатый в виде желто-бурых плотных агрегатных скоплений, по краям лучистый (2 %), приурочен к трещинкам и жильному кварцу.

Далее к центру зоны диориты переходят в серицит-гидрослюдисто-каолининовые кварциты каолининовой фации, пользующейся на месторождении ограниченным распространением и проявленной только в интрузивных породах.

Серицитовая фация проявлена наиболее полно и широко. Внешне это белесые, иногда с зеленоватым оттенком (за счет наложенной хлоритизации) породы, окрашенные с поверхности гидроокислами железа. Первичный состав пород, по которым развиваются кварциты, изредка определяется визуально по мономинеральным гнездовидным скоплениям, повторяющим форму угловатых обломков в туфах и форму прямоугольных табличек плагиоклаза в диоритовых порфиритах. Кварциты, развитые по гравелитам и конгломератам, сохраняют «теневые» очертания галек.

В породах буро-зеленые агрегаты хлорита, замещают зерна роговой обманки вплоть до полных псевдоморфоз по ним. Хлоритовые агрегаты приурочены к микротрещинкам и иногда окаймлены или находятся в контакте с тонкодисперсными бурыми частицами лейкоксена с незначительной примесью рутила и гидроксидов железа. Микроскопические образования рутила, образующие иногда игольчатые, коленчатые и редко звездчатые образования (1 %) всегда с примесью тонкодисперсного лейкоксена приурочены обычно к агрегатным скоплениям серицита и там же наблюдаются обычно на контакте с пиритом, иногда они остаются, четко прочерчивая грани пирита, по центру отмечаются реликты пирита (рисунок 4).

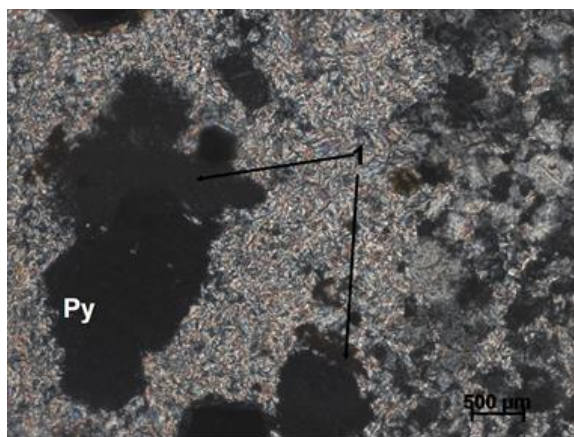


Рис. 4. В порфиробластах пирит (Py) полностью окислен лишь в зернах до 0,25 мм, отмечены сохранившиеся реликты пирита. Они приурочены к агрегатным скоплениям серицита, на контакте с ними отмечены микрозернистые скопления лейкоксена и рутила (1)

Титанистые образования отмечены и внутри реликтовых скелетных зерен пирита, или остаются в пустотах выщелачивания зерен пирита. Реликтовые линейные образования, пересекающиеся в двух направлениях зон роста пирита, замещены лейкоксомом и микрозернистым рутилом и сфеном. Сфен и рутил (1,5 %) микронных размеров, при большом увеличении (40х) можно различить изометричные зерна сфена и вытянутые, местами коленообразные зерна рутила.

Замещение горнбленда хлоритом можно наблюдать по ее реликтовым фрагментам, которые в общем контуре слагают призмы, буро-зеленый цвет их также обусловлен наличием незначительной примеси лейкоксона, рутила и гидроксидов железа. К зеленым хлоритам приурочены единичные зерна апатита. Калишпаты пелитизированы, иногда замещены альбитом и прокварцованы.

Визуально породы имеют массивную, вкрапленную или перистую (за счет выщелачивания пирита) текстуру. Структура метасоматическая микролепидогранобластовая и гломеробластовая. Отмечаются элементы порфиробластовой структуры, обусловленной включениями пирита и сванбергита. Основная масса породы состоит из мелкочешуйчатого агрегата серицита и мелкозернистого кварца, на фоне которых выделяются многочисленные порфиробласты пирита [2].

Количество кварца и серицита в породе непостоянно. С уменьшением количества серицита наблюдается переход в мономинеральные кварцевые породы - монокварциты. С увеличением количества серицита, что обычно характерно для рудных тел, вторичные кварциты переходят в серицит-пиритовые породы – серицитолиты.

Серицит распространен чаще в виде пятнистых агрегатных образований с примесью более значительного количества чешуек мусковита, размером до 0,1 мм, причем они приурочены к микротрещинкам и микропрожилкам жильного кварца (рисунок 5).

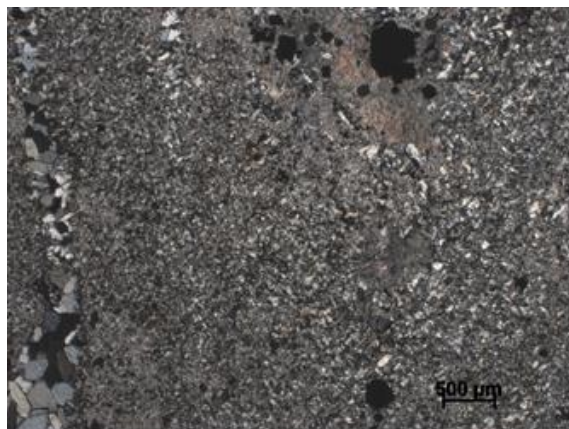


Рис. 5. Кучные агрегатные скопления серицита крупных размеров, обычно с включениями пирита лимонитизированного и чешуйками мусковита и агрегатов жильного кварца.

Наблюдается сгущение слюдястых образований, приуроченных к прожилкам кварца и к трещинкам в породе. В некоторых образованиях ориентация чешуек слюды по удлинению параллельно к простиранию микротрещин, что создает впечатление раскристаллизации их в направлении течения гидротермального раствора. При приближении к жильным кварцевым образованиям концентрация серицита максимальная вплоть до серицитолитов.

Серицит, представляющий существенную составную часть кварцитов, нередко частично переходит в гидрослюда и ассоциирует с монтмориллонитом. В редких случаях эти минералы полностью заменяют серицит.

На серицитовую фацию накладывается прожилковое и метасоматическое окварцевание, хлоритизация и карбонатизация.

Диаспоровая фация вторичных кварцитов выделяется по появлению в породе диаспора и зуниита. Зуниитсодержащие вторичные кварциты отмечены в скважине 1414, в интервале 18,5-20,5 м. В шлифе порфиробласты зуниита (2 %) образуют агрегаты размером до 0,5 мм в серицитовых агрегатных образованиях (размером до 0,05 мм). Зуниит представлен идиоморфными зернами с треугольными сечениями до 0,2 мм, изотропный. На контакте с зуниитом отмечены микропрожилки и просечки жильного кварца (рисунок 6).

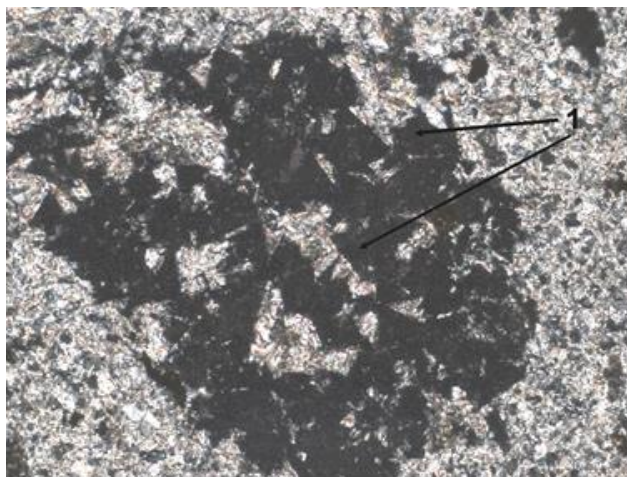


Рис. 6. В кварц-серицитовой основной ткани гломеропорфиробласты агрегатов зунита (1), увеличение 100х.

Минералами последующих фаций зунит не замещается. Присутствие таких минералов, как зунит, турмалин, топаз свидетельствует об участии газовой фазы в процессе формирования вторичных кварцитов внутренних зон (диаспоровая фация). Присутствие зунита в кварцитах свидетельствует об образовании их при высоких температурах и низких давлениях. Диаспор часто корродируется серицитом. Данная фация кварцитов обычно слабозолотоносна.

Монокварцевая фация развивается внутри серицитовой фации, где образует короткие линзы или желвакообразные стяжения, свидетельствующие о недоразвитости фации. Мощность линз не превышает первых метров, а протяженность - первых десятков метров. Внешне - это прочные монокварцевые породы, выделяющиеся в рельефе положительной формой. Под микроскопом порода состоит из мельчайших зерен кварца, образующих равномернозернистый агрегат, на фоне которого отмечается равномерная вкрапленность пирита. Пирит оконтуривается скоплениями гидрослюда и рутила. Последний иногда развивается и внутри пирита, в виде двойниковых сростков кристаллов [3,4].

Выводы

Судя по вышеописанным минеральным ассоциациям вторичных кварцитов, на месторождении Коккия проявлена, в основном, внешняя зона (фация) - серицитовая. Минералы внутренних зон отмечаются как реликтовые (диаспоровая фация) и редко имеют самостоятельные обособления.

Идеальный ход последовательного развития минеральных фаций вторичных кварцитов на участке был нарушен, вероятно, прекращением поступления газов и растворов на данном участке или сменой кислотности.

Все это вызвало выпадение фаций, типичных для формации вторичных кварцитов Казахстана, таких как корунд-андалузитовая, алунитовая, пиррофиллитовая и др. Проявленные фации, за исключением серицитовой, характеризуются недоразвитостью, непоследовательностью и частым наложением одних фаций на другие.

Максимальные содержания золота в метасоматитах наблюдаются во внутренних и ядерных частях колонки, т.е. в наиболее измененных зонах. Чем выше степень метасоматической проработки пород, тем богаче оруденение. И чем больше мощность метасоматических изменений, тем больше мощность рудных зон.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абрамов С.С., Андреева О.В., Жариков В.А. и др. Метасоматизм и метасоматические породы. М.: Научный мир, 1998 г. - 492 с.
- [2] Baibatsha A.B., Omarova G., Dyussebayeva K.Sh., Kassenova A.T., SGEM 2016. Kokkiya - a promising for Kazakhstan gold-metasomatic type of deposit// 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM, Albena, Bulgaria. 2016. - PP. 289-296
- [3] Байбатша А.Б., Металлогеническое значение интрузивных и метасоматических образований Карсакапского района // Изв. НАН РК. 4(418), 2016. С. 36-50.

[4] Байбатша А.Б., Выделение прогнозно-перспективных участков на основе изучения метаморфо-метасоматических комплексов. // Вестник КазНУ. – 2016. - № 5. - С. 3-9.

[5] Omarova G., Baibatsha A., Muszynski A., Dyussebayeva K., Loparev S. Micromineralogy of Gold-bearing Ores of Metasomatic Type Deposit in Kazakhstan. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. - 2017. - pp. 321-328.

[6] Omarova G., Baibatsha A., Kassenova A., Loparev S. Petrology of Ore-bearing Metasomatites of Gold Deposit Kokkiya. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. – 2017. - pp. 431-438.

[7] Рафаилович М.С., Алексеева М.К. Метасоматические формации золотопродуктивных месторождений Казахстана // Геология и разведка недр Казахстана. 1996. - №5-6. - С. 13-21.

[8] Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009. - 304 с.

[9] Русинов В.Л., Омеляненко Б.И., Зотов А.В. и др. Некоторые аспекты вертикальной метасоматической зональности // Проблемы вертикальной метасоматической зональности. М.: Наука, 1982. - С. 5-14.

[10] ИВ.Н. Сазонов, В.А. Коротеев. Основные золотопродуктивные и сопутствующие метасоматические формации Урала. Екатеринбург, 2009. -161 с.

Байбатша Ә.Б., Омарова Г.М., Қасенова А.Т.

Көккия алтын кенді алаңның белдемділігі мен кенбақылаушы метасоматиттердің минералдық құрамы

Түйіндеме. «Көккия» алтын кенорнында кварц-серицитті метасоматиттердің тік бағыттағы белдемділігінің заңдылығы анықталған. Ол гидротермалық ерітінділердің сүзілу жолында құрамы өзгерісінің эволюциясын түсінуге және оны практикалық мақсатта, яғни жасырын кенденуді іздеу сілтемелері ретінде пайдалануға болады. Анықталған метасоматиттердің тік бағыттағы белдемділігі кенді алаңдағы кенорындардың денудациялану деңгейін және олардың тереңдегі перспективасын анықтауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: метасоматоздық белдемділік, алтынды кендену, туынды кварциттер фациялары.

Baibatsha A.B., Omarova G.M., Kassenova A.T.

Zonality and mineral composition of ore-controlled metasomatites of Kokkiya gold field

Summary. The regular vertical zonality of quartz-sericite metasomatites in the Kokkiya gold deposit, which is of interest for understanding the evolution of the composition of hydrothermal solutions on the pathways of their infiltration, and also for practical purposes, for the development of search criteria for hidden mineralization, is established. The resulted components of the vertical metasomatic zoning allow to determine the level of denudation of deposits of the ore field and their prospects to depth.

Key words: metasomatic zoning, gold mineralization, facies of secondary quartzites.

ӨОК 631.879:631.454

А.Ж. Ақбасова, А.С. Әбсейт, Г.Ж. Қойшиева, М.О.Байхамурова, Г.Г. Әбдікәрім

(Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,

Түркістан, Қазақстан Республикасы, ecology_kz@mail.ru)

АУЫР МЕТАЛДАРМЕН (Cd, Pb, Zn) ЛАСТАНҒАН СҰР ТОПЫРАҚТЫ ЖОҢЫШҚА ӨСІМДІГІМЕН ДЕТОКСИКАЦИЯЛАУ

Аңдатпа. Мақалада сұр топырақ-өсімдік жүйесіндегі ауыр металдардың (Cd, Pb, Zn) әр түрлі мөлшерінің жылжуы мен жинақталу үдерісіне жасалған далалық тәжірибе жұмысының нәтижелері көрсетілген. Тәжірибе арқылы алынған нәтижелер бойынша, жоңышқаның ауыр металдарды сіңіретін фиторемедиантқа (1-орым) және ауыр металдарда өсімдік-реттеушіге (2-3 орымдар) де жатқызуға болатыны дәлелденді.

Түйінді сөздер: жоңышқа, сұр топырақ, ауыр металдар, фиторемедиация, өсімдік-реттеуші.

Кіріспе. Жердің биосфера қабатын ластайтын зиянды заттардың бірден бір көздері ауыр металдар болып табылады. Ауыр металдар өзінің әр түрлі ластағыштарымен қоршаған ортада өмір сүретін биоталар мен адамдардың ағзасына әр түрлі мөлшерде зияндылығын тигізіп отырады [1].

Ауыр металдар пестицидтермен, диоксинмен, мұнай өнімдерімен, фенолмен, фосфаттармен, нитраттармен бірігіп тіршілік үшін кері әсерін тигізуде. Қоршаған ортаның үлкен көлемде ластануының нәтижесінде генетикалық мутация, рак, жүрек-қан тамыр аурулары, улану, дерматоз, иммунитеттің төмендеуі сияқты аурулардың саны көбеюде. Мұндай ластағыштарды туғызатын негізгі көздерге адамдардың қоршаған ортаға салғырттықпен қарауы [2].

Алайда, ауыр металдардың барлығы бірдей улы болмайтынын айта кеткен жөн. Олардың ішінде биологиялық маңыздылығы жоғары элементтер де бар, мысалы, мыс, мырыш, молибден, темір. Белгілі мөлшерде тірі ағзаларға өте қажет болғандықтан олар микроэлементтер деп те аталады [3]. Демек, кейде ауыр металдар мен микроэлементтер тең ұғымды білдіреді, бірақ олар әртүрлі мөлшерде өздерін түрліше көрсетеді. Кейбіреулері өте аз мөлшерде өсімдікке микро тыңайтқыш немесе мал азығына қоспа ретінде қолданылады. Сондай-ақ, қандай мөлшерде болса да кейбір ауыр металдарға тірі ағзаларды уландыратын қасиеттер тән, мысалы, сынапқа, кадмийге, қорғасынға. Сондықтан осы соңғылары қоршаған ортаны ластайтын ең қауіптілері болып саналады [4]

Әр түрлі ластағыш көздерден ауыр металдар қоршаған ортаның нысандарында ауада, суда, топырақта жинақталады. Негізгі ластағыш көздерге: металлургия, тау-кен өндірістері, автотранспорт, ЖЭО, ауылшаруашылық кәсіпорындар, кәріздік және өндірістік тазарту қондырғыларынан шығатын шламдар жатады [5].

Ауыр металдар негізінде топырақтың беткі қабаттарында жинақталады. Өндіріс орындарының маңындағы топырақтағы ауыр металдар мөлшерінің жоғарылауы жергілікті флораның азаюына алып келеді. Топырақтан ауыр металдарды тазалау өте баяу жүреді және көлемді қаражатты қажет ететін үрдіс. Табиғи жағдайда өздігінен топырақ қабатындағы ауыр металдардың жартылай ыдырау мөлшерлері: мырыш – 70-512 жыл, кадмий - 13-112 жыл, мыс – 311-1510 жыл, қорғасын- 741-5910 жылды құрайды [6].

Топырақты ауыр металдардан тазалаудың ең кең тараған қауіпсіз әдісі ретінде фиторемедиация қолданылады. Фиторемедиация әдісінде ауыр металдардың улылық әрекетіне төзімді және топырақ жүйесінен өз бойына көп мөлшерде жинақтайтын қасиет тән өсімдіктер қолданылады [7]. А.И.Фатееваның Украина солтүстігіндегі кара топырақта жүргізген зерттеу деректері бойынша Zn пен Ni бірлестігі келесі ауыспалы жолмен бидай - сұлы - шалқан екенде, ал Zn пен Cd келесі ретпен бидай – шалқан – сұлы екенде мөлшері төмендейді екен. Ст – ның топырақтағы мөлшерін төмендету үшін келесі ретпен қырыққабат → картоп → сәбіз → қызылша → желкек → аскөк егу нәтиже берген. Cd үшін қырыққабат → картоп → қызылша → сәбіз → жүгері → желкек → аскөк; Pb үшін картоп → қырыққабат → жүгері → жемазықтық қызылша → қызылша; Zn үшін қырыққабат → картоп → жүгері → қызылша егу арқылы детоксикациялауға болады. Ауыр металдар үшін көпжылдық жоңышқа, ешкі шөп сияқты өсімдіктер күшті фиторемедиант болып табылатыны белгілі [8-9].

Әдебиеттердегі зерттеу жұмыстарының нәтижесіне сүйене отырып фиторемедиация әдісін Түркістан өңірінің ауыр металдармен ластанған сұр топырағына қолдану мүмкіндігін айқындау мақсатында далалық тәжірибе жұмыстарын жүргіздік. Фиторемедиант ретінде қолжетімді жергілікті жоңышқа өсімдігі алынды.

Жоңышқа негізгі жем-шөп дақылдарының қатарына жатады, сондықтан тұрақты мал шаруашылығының азық қоры болып табылады. Ол тиімді суару режимін сақтағанда жоғары белокты шөп беріп қана қоймай, топырақтың құнарлығын арттырады, физикалық қасиеттерін жақсартады. Сонымен қатар жоңышқаның тамыр жүйесі жақсы дамып, топырақтың агротехникалық қасиеттерін жақсартуға қосатын үлесі ауқымды.

Түркістан өңірінде сұр және сұр құба топырақтар кездеседі. Түркістан топырағында қарашірік мөлшері өте аз 0,5 - 1,5%, сондықтан оның түсі ақшыл - сұр болып келеді. Бұл аймақта күннің сәулесі өте мол, вегетациялық өсіп-өну уақыты ұзақ, жеткіліксіз тек ылғал ғана. Ауадан түсетін ылғал мөлшері жылына 80 - 180 мм шамасында. Бұл өсімдіктердің, қалыпты өсуіне жеткіліксіз мөлшер.

Сұр-құба түстес топырақ қабаттарының құрылысы:

А – шымды кара шірінді қабат, сұр-құба түстес. Қалыңдығы 10-15 см. Көктемгі жауын біршама мол болғандықтан, эфемерлі шөптер қалың өсіп, топырақ бетінде 0-5-7 см шымды қабат түзеді. Қабат биігірек жатса, күнгірт сұр, ал таудың ең алысырақ шетінде орналасса, ашық сұр түсті келеді. Механикалық құрамы шаңды-сазды. Құрылымы бос. Шөптері жақсы тамырланған.

В– тығыздалған, сұр-құба түсті қабат. Қабат қалыңдығы 10- 20 см. иллювиалды-карбонатты, түсі ашық сұр, көбіне карбонатты қосылыстар кездеседі, құрылымы бос. Механикалық құрамы шаңды-сазды. Өсімдіктері шамалы тамырланған.

С – үгілмелі лесс тәрізді саздақ, сары түсті, шаңды-сазды. Гипс кристалдары көптеп кездеседі. Қабат қалыңдығы максималды 1,5-2 метрге дейін. Құрылымы бос, карбонаттарда кездеседі.

Сұр топырақтардың құрлымын алғаш зерттегендердің бірі орыс ғалымы, топырақ зерттеушісі С.С.Неустроев болатын. С.С.Неустроев XX ғасыр басында патшалық Ресейдің халықты жаңа жерлерге қоныстандыру басқармасында жұмыс жасап жүрген кезінде Шымкент қаласының төңірегінде осы топырақ типін анықтаған [10].

Зерттеу жұмысының мақсаты. Ауыр металдармен ластанған сұр топырақты жоңышқа өсімдігімен детоксикациялау.

Зерттеу әдістері мен нысандары. Зерттеу Қ.А. Ясауи атындағы ХҚТУ-нің «Мағжан» қалашығында және ХҚТУ Экология ҒЗИ-дің «Экологиялық бақылау және химиялық талдау» зертханасында, далалық және зертханалық жағдайда жүргізілді. Зерттеу жұмысында негізінен биоремедиация және вольтамперометрия әдістері қолданылды.

Далалық тәжірибе жұмысы арнайы дайындалған пластик жәшіктерде жүргізілді. Жәшіктер, ұяшықтар қазылып жердің бетімен бірдей етіліп топыраққа орналастырылды. Пластик жәшікке 15 кг топырақ салынып, оны 2, 5, 10 ШРК мөлшерінде Zn, Pb, Cd металдарымен ластанылды. ШРК мөлшері Zn үшін 23 мг/кг, Pb үшін 32 мг/кг, Cd үшін 0,03 мг/кг есебінде алынды. Ластанған топыраққа жергілікті жоңышқа (*M. sativa*) өсімдігі егілді.

Жоңышқа өсімдігінің даму циклын бірнеше кезеңнен өтеді: шығу, бұтақтану, қауыздану, гүлдену және ору. Бұл өсімдік Түркістан өңірінде жылына үш-төрт рет орылады. Ал біздің тәжірибемізде жоңышқа өсімдігі үш рет орылды. Бірінші ору кезінде оның маусымдық өсу ұзақтығы 50-53 күн, екінші оруда – 47-48 күн, үшінші оруда – 42-45 күнді құрады.

Вегетациялық кезең аяқталған соң, өсімдіктер жиналып, зертханалық жағдайда, қалыпты бөлме температурасында кептірілді. Кептірілген өсімдіктер белгілі әдістермен зерттеуге дайындалды [11-12]. Өсімдіктердегі ауыр металдарды Та-Lab қондырғысымен анықтау, вольтамперометриялық әдіс негізінде жүргізілді.

Зерттеу нәтижелерін талдау. Тәжірибелік зерттеулер арқылы алынған нәтижелер төмендегі 1-ші кестеде келтірілген.

Жоңышқа өсімдігінің 1-ші рет оруға дайын болуы сәуір мен маусым айларының аралығына сәйкес келді. Өрі қарай жоңышқа өсімдігі 2-ші рет оруға маусым мен шілде, ал 3-рет оруға шілде мен қыркүйек айларында дайын болды.

1-кесте. Ауыр металдардың топырақ-жоңышқа жүйесінде транслокациялануын сипаттайтын нәтижелер

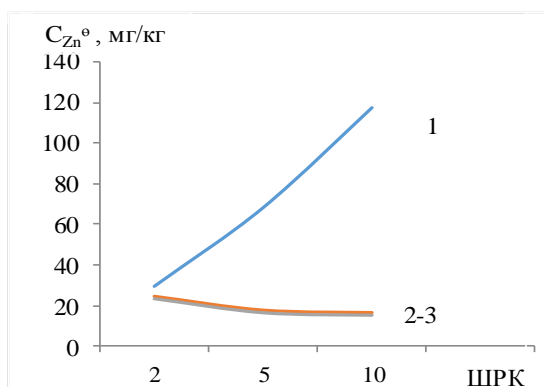
Топыраққа енгізілген ауыр металдардың бастапқы мөлшері, ШРК	1 орым		2 орым		3 орым		
	Жоңышқаның құрғақ салмағы, г	Металдардың өсімдіктегі мөлшері, мг/кг	Жоңышқаның құрғақ салмағы, г	Металдардың өсімдіктегі мөлшері, мг/кг	Жоңышқаның құрғақ салмағы, г	Металдардың өсімдіктегі мөлшері, мг/кг	
Zn	2	285,4±0,4	29,5±0,1	203,22±1,1	24,6±0,3	219,34±0,2	23,4±0,6
	5	248,5±0,6	68,2±0,15	276,43±0,5	17,8±0,2	287,44±0,4	16,5±0,5
	10	197,23±0,2	117,4±0,3	318,64±0,4	16,6±0,2	343,76±0,5	15,3±0,4
Cd	2	278,75±0,8	0,12±0,04	195,23±0,7	0,43±0,02	205,65±0,8	0,37±0,02
	5	238,56±1,1	0,31±0,05	306,14±0,4	0,18±0,03	323,53±0,6	0,17±0,02
	10	207,8±0,6	0,76±0,04	456,23±0,8	0,16±0,02	476,42±0,1	0,15±0,01
Pb	2	201,67±0,7	3,4±0,12	190,53±0,2	3,1±0,1	241,76±0,9	2,4±0,06
	5	193,67±0,3	19,6±0,3	224,43±0,3	2,3±0,1	287,62±0,5	1,8±0,04
	10	176,43±0,4	44,5±0,6	328,76±0,5	1,5±0,09	356,24±0,8	1,47±0,03

Бірінші орымда сұр топырақта жоңышқа өсімдігіне өткен ауыр металдар (Zn, Cd, Pb) мөлшері металл концентрациясы артқан сайын жоғарылады. Ал өнімділігі біршама төмендеді. Оның себебтері төмендегідей жағдайлардан болуы мүмкін.

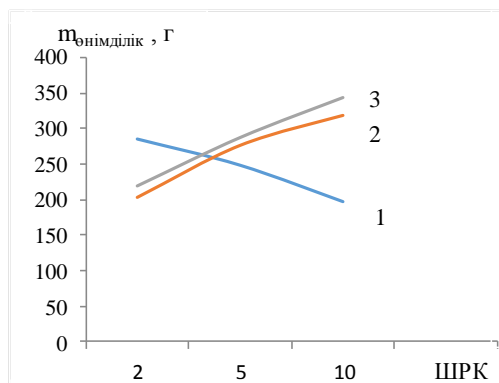
Мырыш та өсімдіктер тіршілігіне қажетті микроэлемент қатарына жатады. Алайда, мырыштың жоғары концентрациясы өсімдіктерде жиналуы кері әсерін тигізеді. Бұл металдың улылығының бір себебі - өсімдіктерде өте интенсивті жиналуына байланысты. Өсімдіктерде мырыштың көп жиналуынан некроз пайда болады, тамыр мен жер бетіндегі мүшелерінің өсуі баяулайды [13].

Кадмийдің артық мөлшерінің жиналу белгілері өсімдіктердің жапырақ-тарының ұшы мен өркені қызыл-бурыл түске боялады. Жапырақтар жиырылып немесе түсіп қалады, өсімдіктердің өсуі баяулайды. Топырақта кадмий мөлшері 30 мг/кг-нан артса, өсімдіктер тіршілігін жояды. Кадмийдің әсерінен өсімдіктердің өсуінің тежелуі-фотосинтез процесінің әлсіреуіне байланысты. 1кг жапырақта 96 мг кадмийдің болуы фотосинтез қарқындылығын 50% төмендетеді [14].

1-3-ші суреттерде жоңышқа өсімдіктеріне өткен ауыр металдардың (Zn, Pb, Cd) сандық мөлшері сипатталған.



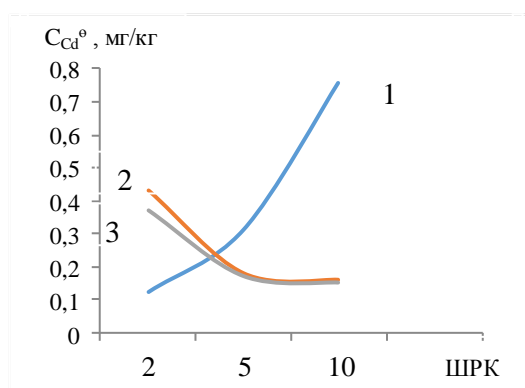
а)



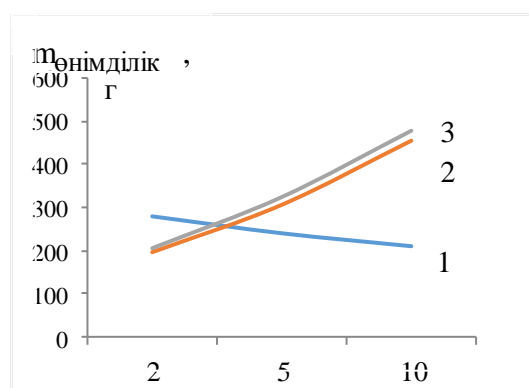
б)

1-1-ші орым, 2-2-ші орым, 3-3-ші орым

1-сурет. Топырақ-өсімдік жүйесіндегі транслокацияланған мырыш мөлшері (а) мен жоңышқа өнімділігі (б) арасындағы байланыс.



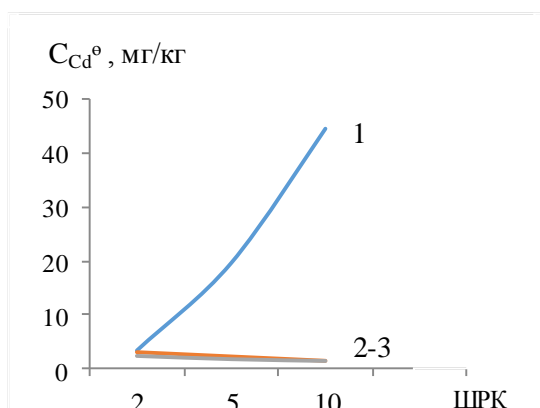
а)



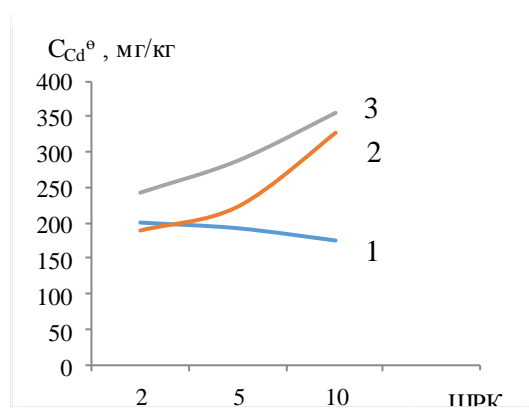
б)

1-1-ші орым, 2-2-ші орым, 3-3-ші орым

2-сурет. Топырақ-өсімдік жүйесіндегі транслокацияланған кадмий мөлшері (а) мен жоңышқа өнімділігі (б) арасындағы байланыс.



а)



б)

1-1-ші орым, 2-2-ші орым, 3-3-ші орым

3-сурет. Топырақ-өсімдік жүйесіндегі транслокацияланған корғасын мөлшері (а) мен жоңышқа өнімділігі (б) арасындағы байланыс.

Қорғасынның жоғары концентрациясы әсер еткен өсімдіктердің тыныс алуы тежеледі, фотосинтез қарқыны баяулайды. Судың сіңірілуіне кері әсерін тигізеді. Қорғасынның улы әсері өсімдіктің өсуінің, биомассасының азаюынан, жапырағының қою жасыл бұралаңқы болуынан байқауға болады [15].

Екінші және үшінші орымда сұр топырақта жоңышқа өсімдігіне өткен ауыр металдар (Zn, Cd, Pb) мөлшері металл коцентрациясы артқан сайын төмендеді. Ал өнімділігі біршама жоғарылады.

Сұр топырақта жоңышқа өсімдігіне өткен ауыр металдар (Zn, Cd, Pb) мөлшері төмендеген сайын өсімдікте фотосинтез қарқындылығы жоғарылап, суды сіңіру қабілеті артып, металдардың уыттылық дәрежесі азайып, өсімдіктің жақсы өсуіне жағдай туындай бастайды. Сонымен қатар өсімдіктің өнімділігі артып, өсімдік тамырын кеңге жайып аз концентрацияда бірақ көп мөлшерде бойына ауыр металдарды жинай алады. Жоңышқа қыртысы топырақты органикалық заттармен байытады да, нәтижесінде 0-30 см қабатында жылжымалы азот, фосфор қышқылы, калий, кальцийді көбейеді және азотты көп мөлшерде жинайды.

Жоңышқа – малдың қай түлігіне болса да қажетті жоғары сапалы азық. Өйткені одан пішен, көк балауса, жайылымдық көкмайса, сүрлем, пішендеме, сондай-ақ витамині мол ұн, түйіршік т.б. азықтар дайындалады [16-18].

Ауыр металдардың мал азықтық өсімдіктердегі ШРК мөлшері Cd үшін -0,3 мг/кг, Pb үшін 5,0 мг/кг Zn үшін 50 мг/кг есебінде алынған[19]. Мырыш және қорғасынмен жасалған тәжірибелік жұмыс нәтижесі бойынша екінші және үшінші орымда жоңышқа өсімдігін мал азықтық шөп ретінде қолдануға болады. Себебі ШРК төмен мөлшерді көрсетіп отыр. Ал кадмидің жоңышқадағы мөлшері ШРК жоғары болғандықтан мал азықтық шөп ретінде қолдана алмаймыз.

Ауыр металдармен жүргізілген тәжірибелік жұмыстың алғашқы орымының барлығында металл коцентрациясы артқан сайын жоңышқадағы транслокацияланған мөлшер артты. Ал екінші және үшінші орымда металл коцентрациясы артқан сайын жоңышқаға өткен мөлшер төмендеді. Ауыр металдарды топырақ өсімдік жүйесінде транслокациялауда бір реттік егу тиімді нәтиже көрсетті, яғни екінші, үшінші оруды күтпей жаңадан қайтадан егу.

Алған нәтижеге сүйене отырып, 1-ші орым кезеңінде жоңышқа ауыр металдарды жинақтайтын аккумулятордың қызметін атқарса, 2-ші және 3-ші орымда И.В Серегин, А.Д Кожевникованың [20] классификациясына сәйкес өсімдік –жоюшыға жатқызуға болады. Себебі ауыр металдар өсімдіктің тамырында жинақталып, жер бетіндегі бөлігіне өтуі тежелгенін көрсетті. Ауыр металдардың (Cd, Zn, Pb) тамырда жинақталуы ризодермада синтезделетін биополимерлердің SH- тобымен әрекеттесуіне және де ауадағы азоттың тамырда пайда болатын бактерияларды жинақтап, аммиакқа аударуына да байланысты. Сонымен бірге аммиак топырақтағы сумен әрекеттесіп, аммоний гидроксидін түзіп, бұл жағдайда рН мәндерінің өсуіне әкеліп, металдар ерімейтін гидроксидтерге айналады.

Кесте мен суреттерден көріп отырғандай химиялық элементтердің жоңышқада жинақталуы өсімдіктің вегетациялық фазасына байланысты екені айқындалды. Нақтылап айтқанда 1-ші орымда топырақта ауыр металдардың мөлшеріне байланысты өсімдіктерде олардың мөлшері өсіп отыратыны анықталды. Ал2-ші және 3-ші орымдағы нәтижелерге сүйенсек кең ауқымда ауыр металдардың топырақтағы мөлшері өзгеріп отырсада, өсімдікке өткен металдардың мөлшері төменгі тұрақты дәрежемен сипатталды. Металдар жоңышқаның тамырында ұсталған. Өсімдікте мембрананың өткізгіштігі жасушаның металл ұстағыш қасиеті өзгергенімен және хелатты заттардың үлкен мөлшерлерінің бөлінуімен түсіндіруге болады.

Қорытынды

Жүргізілген далалық және зертханалық зерттеулердің нәтижесіне сүйене отырып, мынадай қорытынды жасауға негіз бар:

1. Бірінші орымда кәдімгі сұр топырақта жоңышқа өсімдігіне өткен қорғасын, мырыш, кадмий мөлшері металл коцентрациясы артқан сайын жоғарылайтындығы, ал өсімдіктің өнімділігі біршама төмендейтіндігі анықталды.

2. Екінші және үшінші орымдарда сұр топырақта жоңышқа өсімдігіне өткен қорғасын, мырыш, кадмий мөлшері металл коцентрациясы артқан сайын төмендейтіні, ал өсімдіктің өнімділігі жоғарылайтындығы анықталды.

3. Ауыр металдармен ластанған сұр топырақты тазалауда бір реттік егу яғни екінші, үшінші оруды күтпей жаңадан қайтадан тұқымнан бастап себу арқылы жүргізу оңтайлы әсер беретіні дәлелденді.

Тәжірибелік жұмысымызда жоңышқа өсімдігімен сұр топырақта ауыр металдармен ластанған жерлерді тазалауға болатыны, және жоңышқа өсімдігінің жоғары коцентрациялы ауыр металдармен ластанған жерде тіршілік ете алатыны дәлелденді.

Ауыр металдардың өсімдікке өтуіне топырақ бактерияларының қатысатын үлесі бар екенін айқындайтын ғылыми жұмыстарды болашақта жүргізу қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Мукашева М. А. Гигиеническая характеристика экологической нагрузки на организм по микроэлементному анализу (при натуральных и экспериментальных исследованиях) : автореф. дисс. ...канд. биол. наук.- Алматы, 1998. - 25 с.
- [2] Махниченко А.С., Пащенко А.Е. Влияние тяжелых металлов на организм человека // *ScienceTime.-Казань, 2016. № 2 (26).* - С. 395–401.
- [3] Мерзлая Г.Е., Замана С.П., Соколов А.В. Тяжелые металлы в системе органическое удобрение-почва-растение // *Плодородие.-Москва, 2009. -№ 2.* - С. 49–50.
- [4] Овчаренко М.М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение.-Москва: Издательство, 2000.- С.10-21.
- [5] Чикенева И. В. Последствия влияния тяжелых металлов на окружающую среду в зоне воздействия промышленных предприятий // *Научно-методический электронный журнал Концепт. – Киров, 2013. - № 12.* – С. 18 - 25.
- [6] Буштуева К.А., Парцеф Д.П., Беккер И.А., Ревич Б.А. Выбор зон наблюдения в крупных промышленных городах для выявления влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения // *Гигиена и санитария, 1985. - № 1.* – С. 4 - 6.
- [7] Окунева А.А., Неведров Н.П. Теоретические аспекты подбора растений - фитомелиорантов. *Новая наука: Опыт, традиции, инновации.-Стерлитамак, 2016. № 6-2 (89).* –С. 15-17.
- [8] Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г., Самохин А.П., Крыщенко В.С., Манджиева С.С.: Влияние различных мелиорантов на подвижность цинка и свинца в загрязненном черноземе // *Агрохимия. -2007. -№10.* –С. 67-75.
- [9] Нуржанова А.А., Кулаков Р., Рахимбаев И.Р., Жамбакин К.Ж., Седловский А.И., Калугин С.Н., Кольшишева О.И. Фиторемедиация и гипераккумуляторы из семейства хлороорганических пестицидов // *Биотехнология. Теория и практика.-Астана, -2008. № 2.* – С. 87-93.
- [10] Мирзадинов Р.А. Топырақтану. – Алматы: Издательство, 2009. – 276 б.
- [11] МУ 31-11/05. Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. –Томск, 2005. –С. 11-15.
- [12] МУ 31-04/04. Количественный химический анализ проб пищевых продуктов, продовольственного сырья, кормов и продуктов их переработки, биологически активных добавок к пище, биологических объектов. –Томск, 2004. –С. 5-18.
- [13] Водяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах/металлоидах в почвах // *Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. –Москва: 2011.* –С. 22–26.
- [14] Комаров В.С. Адсорбенты: вопросы теории, синтеза и структуры. – Минск: Беларуская наука, 1997. – 287 с.
- [15] Богуславская Н.В. Приемы детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами. *Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. –Москва, 2009. -№ 4.* –С. 945.
- [16] Белов А.И. Культура люцерны в Средней Азии. - Ташкент, 1931. -114 с.
- [17] Гончаров П.Л., Любинец П.А. Биологические аспекты возделывание люцерны. - Новосибирск: Наука, 1985.–225 с.
- [18] Жанабаев Қ., Саудабаев Т., Сейітов И. Өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіру технологиясы. - Алматы: Қайнар, 1994. - Б. 328-342.
- [19] Волошин Е.И. Аккумуляция кадмия и свинца в почвах и растениях // *Агрохим. вестн. - 2000.-№ 3.* – С. 23–26.
- [20] Серегин И.В., Кожевникова А.Д. Роль тканей корня и побега в транспорте и накоплении кадмия, свинца, никеля и стронция // *Физиология растений. -2008. -Т. 55.* –С. 3–26.
- [21] Ritter W. F. and Scarborough R.W. A review of bioremediation of contaminated soils and groundwater // *J. Environ. Sci. Health. -1995. - Vol. 30, - P. 333-357.*
- [22] Shibikeyeva A.M., Yeleshev R.Y., Malimbayeva A.D., Kaldybayev S. Influence of long – term use of phosphate fertilizers on accumulation of various forms of phosphates in brown soils and influence of levels of available phosphates on crop yield in crop rotation. *Biosciences Biotechnology Research Asia, April 2015. Vol.12 (1), 111 -118 (ISSN 0973 – 1245, Scopus).*

Акбасова А.Д., Абсейт А.С., Койшиева Г.Ж., Байхамурова М.О., Абдикарим Г.Г.

Исследование миграции и накопления тяжелых металлов (cd, pb, zn) в системе сероземных растений

Резюме. В статье представлены результаты полевых экспериментов по изучению миграции и накопления разных количеств тяжелых металлов (Cd, Pb, Zn) в системе сероземных растений. На основе экспериментальных исследований доказано накопление тяжелых металлов при 1-го укосе в наземной части клевера, а при 2-го и 3-го укосе они аккумулируются только в корневой части. Согласно этим результатам, клевер можно отнести как к фиторемедианту, так и к растению – исключителю.

Ключевые слова: Клевер, серозем, тяжелые металлы, фиторемедиация, растение -исключатель.

Akbasova A.D., Abseyt A.S., Koychieva G.J., Baikhamurova M.O., Abdikarim G.G.

Research of journey and accumulation of the different quantities of heavy metals (Cd, Pb, Zn) in the system of serozemic plants.

Summary. The results of field experiments on migration and accumulation of different amounts of heavy metals (Cd, Pb, Zn) in the serozem plant are presented in the article. On the basis of experimental studies, the accumulation of heavy metals at the first stich in the ground part of the clover is proved, and at the 2nd and 3rd cuts they accumulate only in the root part. According to this result, the clover can be referred to as the phyto-mediastant, and to the plant-excluder.

Key words: Clover, serozem, heavy metals, phytoremediation, plant-switch

УДК 622.765

М.Р. Шаутенов, В.В. Перегудов, Б.К. Байдиллаев, Н.Т. Акказина

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, shautennov_m@mail.ru)

ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИЕ ПЕСКИ – НЕРУДНОЕ ПОЛЕЗНОЕ ИСКОПАЕМОЕ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Представлены результаты лабораторных исследований по переработке фосфатсодержащих кварц-глауконитовых песков месторождений Селетинское и Изобильное Акмолинской области. Разработана принципиальная схема безотходной технологии переработки и обогащения исследуемой руды с получением готовых товарных продуктов в виде агрономической фосфат-глауконитовой руды, обогащенного глауконита сырца, фосфоритового, глауконитового концентратов, кварцевых песков с глауконитом.

Ключевые слова: руда, нерудное сырье, кварц, глауконитовые пески, фосфорит, глауконит, дезинтеграция, дробление, выход, содержание, концентрат.

Введение

По нашим представлениям в ближайшие годы интерес будет проявляться к нерудному сырью, в частности кварц – глауконитовым пескам. Привлекательность этого вида сырья вызвана в первую очередь за счет его многоцелевого назначения – природный сорбент, аккумулятор влаги, удобрение, краситель и т.д. [1-5].

Коммерческая привлекательность достигается выращиванием экологически чистых продуктов питания как в закрытых, так и открытых грунтах за счет добавления к существующим почвам глауконитовой присадки. Также с использованием глауконита в фильтрах по "мягкой" очистке питьевой воды с сохранением полезной для человеческого организма микрофлоры. Глауконит с чистотой до 99 % может быть использован в качестве фильтров тонкой очистки при производстве медицинских препаратов.

Громадные ресурсы фосфатсодержащих кварц – глауконитовых песков, сосредоточены в основном в России и Казахстане, и относятся к легкодоступным широко распространенным природным материалам. Переработка их может производиться на месте залегания и вблизи потребителя с помощью обогатительных комплексов в модульном исполнении. Товарными продуктами будут – агрономические фосфат-глауконитовые руды, глауконит обогащенный, глауконитовый и фосфоритовый концентраты и кварцевый песок с примесью.

Утвержденные запасы глауконита в Казахстане – 1330 млн. т, фосфора (P₂O₅) – 60 млн. т только в двух разведанных месторождениях «Селетинское» и «Изобильное», прогнозные ресурсы оцениваются в триллионы тонн глауконита.

Руды представляют собой рыхлые или слабо сцементированные кварц - глауконитовые пески с обширными скоплениями глауконита и отдельными обломками желваковых фосфоритов. Представлены двумя рудными горизонтами, разделенными пачкой безрудных опоковидных песчаников. Нижний-меловой, славгородская свита, горизонт, мощностью от первых до 20 метров и глубиной залегания от 5 до 30-50 и более метров имеет непрерывное площадное развитие. Содержание P_2O_5 в нем колеблется от 0,1 до 5-8 % (максимально до 12 %). Содержание глауконита колеблется от 30 до 50 % [6-7].

Верхний-эоценовый (люлинворская свита) рудный горизонт, мощностью до 4-6 м максимально до 30 м имеет ограниченное прерывисто - площадное распространение. Содержание P_2O_5 колеблется от 0,1 до 1-3 % (максимально до 5 %). Содержание глауконита до 30-35 %.

Запасы глауконите в рудах Селетинского месторождения составляют более 171 млн. т. и в Изобильном - 830 млн. т.

Учитывая, что годовая потребность глауконита в мире около 5 млн. тонн даже разведанных запасов хватит примерно на 150 лет чтобы закрыть мировую потребность.

Ниже будут представлены результаты лабораторных исследований по переработке указанных фосфатсодержащих кварц-глауконитовых песков с получением соответствующих продуктов обогащения.

Методика и методы исследований

Основными методами наших исследований фосфатсодержащих кварц - глауконитовых песков – гранулометрический и минералогический анализы с детальным изучением в крупных фракциях фосфоритов и мелких – глауконитов [8].

Обогащение проводилось нами разработанной гравитационной установке «Little Carla», состоящей из каскада виброцентробежных чашевых аппаратов, позволяющих извлечь в гравиоконцентрат пирит, сидерит, магнетит, ильменит [9].

Магнитная сепарация – на электромагнитных лабораторных сепараторах и постоянных Nd-Fe-B магнитах с магнитной индукцией на рабочей поверхности от 100 до 400 мТл (1000-4000 Гауссов), что соответствует напряженности магнитного поля 80-320 кА/м (1000-4000 Эрстед). С помощью магнитной сепарации выделялись с высокой чистотой (до 91-95 %) глауконитовые концентраты.

Химический состав глауконитов изучался с помощью электронно - зондового микроанализатора Superprobe JXA -733 с использованием энергодисперсионного спектрометра INCA-ENERGY фирмы OXFORD Instruments (Англия), при ускоряющем напряжении 15 кВ, токе зонды 25мА и сфокусированном (диаметром 50мкм) зонде. В качестве стандартов использовались: SiO_2 (Si), TiO_2 (Ti), Al_2O_3 (Al), Fe_2O_3 (Fe), Cr_2O_3 (Cr), MgO (Mg), $CaSiO_3$ (Ca), адуляр (K). Рентгенодифрактометрический анализ проведен на автоматизированном дифрактометре ДРОН-2 с $CuK\alpha$ - излучением, β -фильтр. Условия съемки дифрактограмм: (U=35 кВ; I=20 мА; шкала: 2000 ими.; постоянная времени 2 с; съемка θ -2 θ ; детектор 2 град/мин. Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD.

Результаты и их обсуждение

Лабораторные испытания впервые проводились не столько с целью получения и наработки продуктов обогащения в виде глауконита обогащенного, фосфоритового и глауконитового концентратов и агрономических фосфат-глауконитовых руд, но и их испытания по пригодности в сельском хозяйстве, промышленности. Таким образом, мы попытались воссоздать наиболее полную и довольно сложную картину получения конечных товарных продуктов при кажущейся простоте обогащения.

В качестве объекта исследований использован материал остатков проб Изобильненского месторождения на минералогический анализ. Всего было составлено четыре композитные пробы, общим весом 153,8 кг.

Исходя из наработок прошлых лет, особенностей физического состояния исследуемых кварц – глауконитовых песков – рыхлые, зернистые, слабо или совсем несцементированные, легко дезинтегрируются «руками», с малым содержанием тонких глинистых частиц, практически не влияющих на качество промывки и особенностями гранулометрического состава – когда полезные компоненты глауконит и фосфориты разделяются простым грохочением – в надрешетный продукт отходят фосфориты, в подрешетный – кварц с глауконитом, разделяющиеся гравитацией и магнитной сепарацией, была принята следующая схема лабораторных испытаний (рис. 1).

В результате лабораторных исследований были получены следующие результаты. Проведено дробление исходных песков на щековой дробилке с получением тонкодробленных (-5+0 мм) агрономических фосфат – глауконитовых руд, изучен его минеральный и химический состав. Ручной дезинтеграцией песков и мокрым грохочением на сите с квадратной ячейкой 2×2 мм были получены в надрешетном продукте гравийно – галечный фосфоритовый концентрат в подрешетном продукте – зернистый, песчанистый глауконит обогащенный сырец. С помощью магнитной сепарацией при интенсивных (4000 Эрстед) полях из сырца глауконита обогащенного получен глауконитовый концентрат. В немагнитный продукт выделяется кварцевый песок с примесью глауконита.

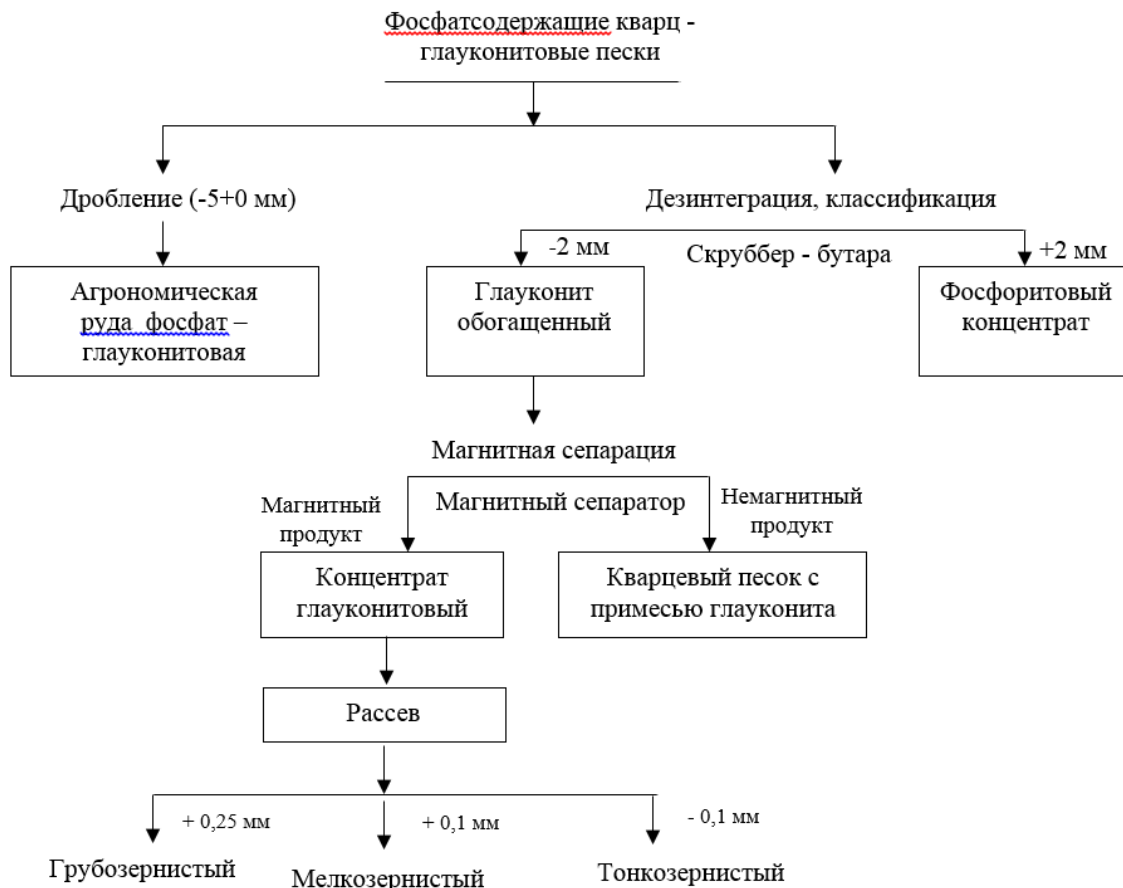


Рис. 1. Технологическая схема лабораторных исследований

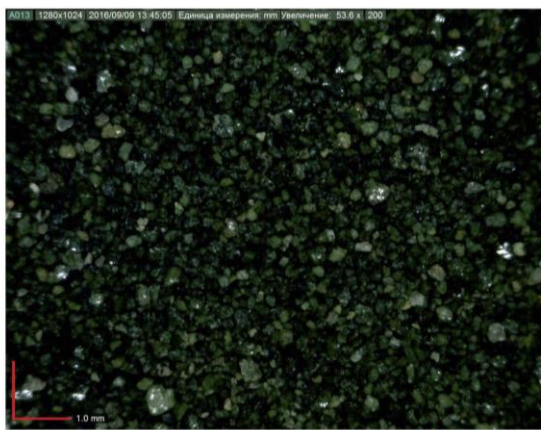


Рис. 2. Глауконитовый концентрат (фото).
(зеленое – глауконит)

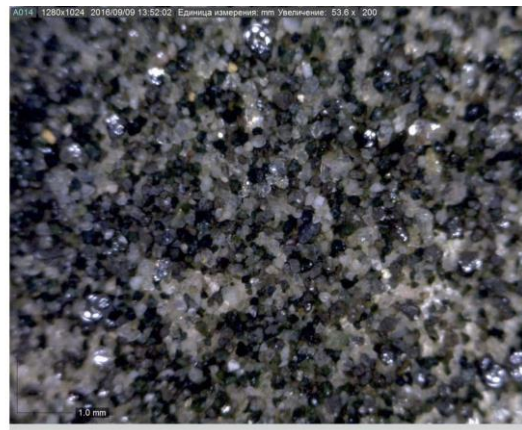


Рис. 3. Кварцевый песок с глауконитом

Выход глауконитового концентрата (магнитного продукта) составляет от 34 до 51% от глауконита обогащенного нижнего горизонта и от 20 до 34% - для верхнего горизонта. Содержания глауконита в концентрате 90-95 % (рис. 2). В качестве примеси установлены кварц 5-10%. Он же является главным минералом в немагнитном продукте – кварцевый песок с глауконитом (рис. 3).

Благодаря введению двухстадиальной гравитации, нам удалось исходный сырец глауконит обогащенный очистить от тяжелой рудной минерализации, в частности слабо магнитного пирита, мельниковита (рис. 4).

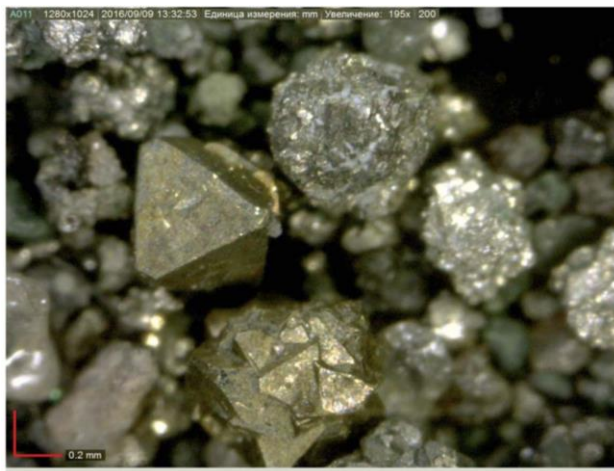


Рис. 4. Выделенные октаэдры пирита из гравитационного глауконита – обогащенного сырца

Контроль за качеством обогащения осуществлялся гравитационным анализом продуктов обогащения (табл. 1, 2). В частности, было установлено, что наиболее эффективным являлось обогащение на каскаде вибровинтовой сепаратор – центробежные аппараты. При этом в концентрат извлекается 90,34% тяжелых минералов и практически весь пирит, мельниковит [10].

Таблица 1. Результаты гравитационного обогащения сырца глауконита обогащенного (-2+0 мм) на виброцентробежных аппаратах (Little Carla)

Продукты обогащения	Выход		Тяжелая фракция, г	Распределение, %
	г	%		
Концентрат	53,5	2,88	11,30	76,25
Хвосты	1800	97,12	3,52	23,75
Исходная проба	1853	100	14,82	100

За один проход (операцию) удалось извлечь больше половины тяжелых минералов. Преобладающим (90-95 %) минералом был пирит, далее присутствовали магнетит, ильменит, циркон, рутил, самородное золото.

Таблица 2. Минеральный состав по данным полуколичественного рентгенофазового анализа тонкозернистой (-0,1+0 мм) фракции глауконитового концентрата

Название фазы	Формула	Концентрация, %
ССМ (смешаннослойный слюда – монтмориллонит)	K-Na-Al-Si-O- (OH)	49.5
кварц	SiO ₂	8.3
глауконит	(K,Ca,Na)0.84(Al.47Fe0.66Mg0.40)(Si,Al)4O10(OH)2	42,2

Благодаря гравитационному обогащению перед основной стадией магнитного обогащения при доводке "глауконита обогащенного" удалось избавиться от слабо магнитных вредных минеральных примесей (гематит, гетит, пирит, монацит), что позволило повысить и расширить круг его полезных свойств.

После отсева получили мелкозернистую (-0,25+0,1мм) и тонкозернистую (-0,1+0 мм) фракции глауконитового концентрата, соответственно выход которых составил 55,30 и 44,70 % для нижнего горизонта и 33,21 и 26,82 % для верхнего.

Выводы

На основе лабораторных исследований разработана принципиальная схема безотходной технологии переработки и обогащения фосфатсодержащих кварц-глауконитовых песков с получением готовых товарных продуктов: агрономической фосфат-глауконитовой руды, фосфоритового концентрата, кварцевых песков с глауконитом и глауконитового концентрата.

Выход фосфоритового концентрата – 3,8 %, содержание P_2O_5 12,01 % и K_2O 1,91 %. Выход глауконитового концентрата от 30 до 50 % от руды, в среднем 40 %. Содержание в концентрате глауконита 90-95 %, K_2O – 5,88 %. Выход кварцевых песков – 60 %.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кацнельсон Ю.Я., Александрия О.М., Волошина А.М. Глауконитсодержащие микроконкреции как поглотители радионуклидов. Минералогия и геохимия глауконита. Новосибирск, Наука, -1978, -С. 80-89.
- [2] Перегудов В.В. Глауконит – местное природное минеральное удобрение и мелиорант. Геология и охрана недр, -№4, -2002(5), -С. 43-50.
- [3] Батталов А.К., Перегудов В.В., Щелкин А. Глауконит – местный природный материал для очистки воды. Журнал. Экология и устойчивое развитие, - №7, -2003. -36 с.
- [4] Воробьев А.Е., Перегудов В.В., Третьяков А.В., Горбенко Н.В. Разработка и внедрение охранных глауконитовых систем с целью предотвращения загрязнения от радиационных катастроф на АЭС. // Материалы X Международной конференции Москва-Махачкала: Ресурсовоспроизводящие малоотходные и природоохранные технологии освоения недр/ 12-18 сентября 2011, Москва, -С. 254-255.
- [5] Бауатдинов С. Глаукониты Каракалпакстана и их применение в сельском хозяйстве. Нукус, -2012, -132 с.
- [6] Пигульский Б.И. Фосфорит – глауконитовые руды Селетинского района. Степногорск, СГРП ПО ЦГХК, -1992.
- [7] Пигульский Б.И., Рукавцов В.Г., Мацкевич В.И. и др. Отчет СГРП о результатах поисково – оценочных работ на Изобильном месторождении фосфорит – глауконитовых руд за 1993-1994 гг. Степногорск, -1995.
- [8] Перегудов В.В. Шауенов М.Р., Букреев В.Ф., Левин Б.П., Котельников П.Е. Особенности строения глауконита на месторождении Селетинское и Изобильное (Северный Казахстан). // Материалы XV Международной конференции, в рамках симпозиума «Восстановление национальной экономики Сирии». «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». Сирия, г. Хомс – Россия, г. Москва. 12-17 сентября 2016 г., -с. 274-277.
- [9] Перегудов В.В., Шауенов М.Р. Технология опробования и переработки фосфатсодержащих кварц-глауконитовых песков. // X конгресс обогатителей стран СНГ, сборник материалов, - М.: МИСиС, 17-19 февраля 2015. С.328 -329.
- [10] Отчет НИР 1025/ГФ4 "Разработка технологии получения глауконитового и фосфоритового концентрата из фосфатсодержащих кварц-глауконитовых песков". КазННТУ им.К.И.Сатпаева, -2016, -90 с.

Шауенов М.Р., Перегудов В.В., Байдиллаев Б.К., Акказина Н.Т.

Глауконитқұрамды құмдықтар – Қазақстанның кенсіз пайдалы қазындылары

Түйіндеме. Жұмыста "Селетинское" және "Изобильное" кен орындарынан (Ақмола облысы) алынған фосфатқұрамды кварц-глауконитті құмдықтарды зертханалық өңдеумен алынған зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижелерінің негізінде аталған минералдық шикізатты өңдеудің қалдықсыз технологиялық сұлбасын қолданумен келесі дайын тауарлық өнімдер алынды: агрономиялық фосфатглауконитті кен, байытылған глауконит шикізаты, фосфорит және глауконит концентраттары. сондай-ақ глауконит аралас кварц құмы.

Түйін сөздер: кен, кенсіз шикізат, кварц, глауконитті құмдар, фосфорит, глауконит, дезинтеграция, ұсау, шығым, үлесі, концентрат.

Shautenov M.R., Peregudov V.B., Baidillayev B.K., Akkazina N.T.

The sands containing Glaukonit are a nonmetallic mineral of Kazakjstan

Summary. In work the results of laboratory researches on processing of the sands containing phosphate and quartz-glaukonit of Seletinsk and Rich deposits of Akmola area are presented .

On the basis of the conducted laboratory researches the key diagram of waste-free technology of processing and enrichment of the studied ore with receiving a finished marketable products in the form of agronomical phosphate-glaukonit ore, the enriched of the raw glaukonit, the phosphate and glaukonit concentrates? The sands containing quartz-glaukonit is developed.

Keywords: ore, non-metallic raw material, quartz, glauconitic sands, phosphorit, glaukonit, disintegration, crushing, exit, maintenance, concentrate.

УДК 502:552.578.2(574)

О.Б. Тлеуберлина
(«НАРХОЗ» Университеті
«Технология және экология» кафедрасы,
Алматы, Республика Казахстан,
orynbasar.tleuberlina@narxoz.kz)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӨНІРЛЕРІНДЕГІ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ САНИТАРЛЫҚ-ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

Түйіндемe. Мақалада Қазақстан Республикасы өңірлерінің қоршаған ортасының жай-күйі сипатталған және экологиялық жағдайды сауықтырудағы санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық нормативтер талаптарының орындалуын қадағалау және бақылау, бағалау жолдары қарастырылды. Аймақтардың санитарлық-эпидемиологиялық және гигиеналық нормативтері туралы мәліметтер келтірілген. Қоршаған ортаның жағдайын жақсартуда, бақылау талаптарын тиімді орындау үшін жақсартуға ұсыныстар берілді.

Түйін сөздер: эпидемиология, норматив, гигиена, қоршаған орта, топырақ, сауықтыру.

Қазақстан 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 дұрыс әрі тиімді шешім қабылдауға байланысты.

Қоршаған ортаның жай-күйі - адам денсаулығының салауаттылығын, мекен ету ортасының тазалығын, санитарлық-эпидемиологиялық талаптардың сәйкестігін анықтайтын бірден-бір фактор [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 [2].

Қоршаған ортаның қолайлы санитарлық-эпидемиологиялық 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 [3].

Өндірістің дамуы табиғи қорлардың азаюына қосымша, қоршаған ортаның ластануы сияқты жаңа экологиялық мәселе ала келді. Өндірістен шығатын ластаушы заттармен алдымен ауа, топырақ, су қоймалары ластануда. Бұл ластану жағымсыз әсер етіп қана қоймай, адам баласының денсаулығына да қауіп төндіруде.

Жиырма бірінші ғасырға дейін адам баласының табиғатқа әсері жер шарының әр түкпірінде өзінше қажетіне қарай әртүрлі жүргізілген болса, қазір ол бүкіл планетаны қамтып отыр. Бүгінде Қазақстан Республикасының егемендік алғанына 25 жыл толып отыр, халқымыз өз қазба байлықтарын игеруге қол жеткізді. Осыған орай күн сайын табиғи байлықтың азаюы, ауа райының ластануы түрлі экологиялық мәселелер туындатты. Қазіргі таңда ауаның тазалық сапасы бұрынғы кезден ауытқуда, сондықтан оның сапасы, тазалығы алаңдатпай қоймайды [4].

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 [5].

Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша қоршаған ортаның экологиялық жай-күйі бірнеше бағыттар бойынша талданылады. Атап айтқанда: су көздері, әуе көздері; тамақ өнімдері; жер ресурстары (топырақ әлемі); өсімдіктер және жануарлар әлемі; қоршаған ортаның жай-күйінің адам денсаулығына әсері; қатты қалдықтар және т.б. Бүгінгі мақалада қоршаған ортаның санитарлық-эпидемиологиялық жай-күйі су және ауа көздері қарастырылған. Су ресурстары елдің басты байлығы және су көздерінің шектен тыс ластануы яғни белгілі шекті шамалардан артуы адам денсаулығының күрт төмендеуіне және қоршаған орта жай-күйінің өзгеруіне әкеліп соғады. Су көздерінің ластануы және санитарлық талаптарға сәйкес келмеуі су көздері арқылы қоршаған ортаға және адам денсаулығына кері әсерінің салдарынан әртүрлі аурулар тарайды. Оны біз төмендегі кестеден байқауымызға болады (1-кесте). Кестеден көріп отырғанымыздай, су көздерінің санитарлық талаптарға сай келмеуінің салдарынан әртүрлі жұқпалы аурулар тарайды. Атап айтқанда ең бастылары: тырысқақ, іш сүзегі, жұқпалы ішек инфекциясы және т.б. талдауға 2011-2015 жылдар аралығы алынды. Статистикалық мәліметтер көрсетіп отырғандай, тырысқақ ауруы 2015 жылы Алматы қаласында байқалған (1адам). Іш сүзегі бойынша, 2011-2013 жылдар аралығында республика бойынша 14 адам ауырған. Оның тағы да басым бөлігі Алматы қаласына тиесілі. Жұқпалы ішек инфекциясы арқылы Қазақстан Республикасында 2011 жылы тіркелген адам саны 267 адам болса, 2014 жылы 72 адам тіркелген. 2010 жылмен салыстырғанда 2014 жылы жұқпалы ішек инфекциясымен ауырғандар саны біршама төмендеген. Дегенмен де жұқпалы ішек инфекциясы Қызылорда облысында айқын байқалады.

1-кесте. Су көздері арқылы таралатын аурулар

оқиға саны	2011	2012	2013	2014	2015
тырысқақ					
Қазақстан Республикасы	-	-	-	-	1
Алматы қаласы	-	-	-	-	1
іш сүзегі					
Қазақстан Республикасы	6	4	3	1	-
Алматы	1	-	-	-	-
Жамбыл	-	1	-	1	-
Оңтүстік Қазақстан	1	3	1	-	-
Астана қаласы	1	-	-	-	-
Алматы қаласы	3	-	2	-	-
жұқпалы ішек инфекциясы					
Қазақстан Республикасы	267	191	100	217	72
Ақмола	31	11	6	7	-
Алматы	-	-	-	130	-
Атырау	9	7	4	-	-
Батыс Қазақстан	-	1	-	3	-
Жамбыл	-	11	-	-	-
Қарағанды	9	4	-	-	-
Қостанай	44	47	16	7	7
Қызылорда	102	48	47	59	50
Маңғыстау	14	9	10	1	-
Павлодар	2	3	4	-	3
Солтүстік Қазақстан	3	4	0	-	1
Шығыс Қазақстан	5	3	2	-	-
Астана қаласы	48	43	11	10	11
Ескерту: Алматы қалалық санитарлы – эпидемиологиялық департамент мәліметі, 2015ж					

Келесі экологиялық қолайсыз өңірлері мен Алматы қаласы бойынша қоршаған ортаның санитарлық талаптарға сәйкес келмеуінің салдарынан мынадай ауру түрлері өршіп тұр. Олар: туберкулез, қатерлі жаңа өскіндер, сүт безінің қатерлі өскіндері, психикалық мінез-құлықтың өзгеруі және бұзылуы. Төмендегі 2-кестеде 2015 жылдың көрсеткіштері бойынша 100000 адамға шаққандағы аурулар саны көрсетілген.

2-кесте. Алматы қаласы және экологиялық қолайсыз өңірлердегі халық арасында кездесетін аурулар, 2015 жыл бойынша халықтың 100000 адамына шаққандағы ауырғандар саны

Ауру түрлері:	Қазақстан Республикасы	Шығыс Қазақстан	Қызылорда	Қарағанды	Алматы қ.
Өршіген туберкулез	66,4	71,3	76,8	71,6	50,4
Қатерлі жаңа өскіндер	198,7	298,9	134,6	255,4	237,1
Сүт безінің қатерлі жаңа өскіндері, адам	4 142	478	100	418	620
Психика мен мінез-құлықтың бұзылуы	210,0	451,9	213,0	140,8	921,4
Ескерту: Алматы қалалық санитарлы – эпидемиологиялық департамент мәліметі, 2015ж					

Халық күнделікті тұтынатын ауыз суда талаптарға сай емес. Мен осы мақала барысында сумен жабдықтау жүйесіндегі ауыз су сапасының талаптарына басты назар аудардым. Нәтижесінде санитарлық-химиялық көрсеткіштер және микробиологиялық көрсеткіштер бойынша ауыз су сапасының деңгейі төмен екендігін байқауға болады [6].

3-кесте. Орталықтандырылған сумен жабдықтау объектілерінің ауыз су сапасы (нормаға сәйкес келмейтін, су құбырындағы сынама судың салмағы, пайызбен)

	2010	2011	2012	2013	2014
санитарлық-химиялық көрсеткіштер бойынша					
Қазақстан Республикасы	2,4	1,7	2,0	1,5	2,2
Ақмола	9,4	5,5	4,5	5,5	14,8
Ақтөбе	1,8	1,8	2,2	3,9	4,2
Алматы	0,8	0,9	1,2	2,6	2,2
Атырау	3,1	1,8	4,7	9,9	3,5
Батыс Қазақстан	3,4	3,5	1,9	2,1	3,6
Жамбыл	0,5	1,2	0,7	1,4	1,2
Қарағанды	1,4	0,5	0,6	0,4	0,4
Қостанай	1,5	1,3	2,2	0,8	0,8
Қызылорда	6,8	7,8	12,1	9,0	6,8
Манғыстау	1,6	1,0	2,2	2,0	2,6
Оңтүстік Қазақстан	2,4	1,7	1,1	0,8	2,5
Павлодар	1,3	0,7	2,4	3,5	1,1
Солтүстік Қазақстан	0,4	0,4	0,3	0,5	0,8
Шығыс Қазақстан	0,8	1,0	0,9	0,3	0,5
Астана қаласы	0,9	1,3	0,7	0,9	-
микробиологиялық көрсеткіштер бойынша					
Қазақстан Республикасы	1,7	1,3	1,5	1,2	1,5
Ақмола	2,5	2,3	2,5	5,2	11,3
Ақтөбе	1,7	1,5	2,5	3,2	3,0
Алматы	2,4	2,6	3,7	4,4	2,4
Атырау	2,7	1,6	3,4	4,1	8,5
Батыс Қазақстан	1,6	1,6	2,1	2,0	2,8
Жамбыл	0,2	0,2	0,3	1,4	0,5
Қарағанды	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
Қызылорда	3,8	3,9	3,9	4,4	2,3
Манғыстау	0,3	0,2	0,2	0,9	0,8
Оңтүстік Қазақстан	2,3	1,5	1,2	1,3	1,9
Павлодар	0,9	0,6	0,5	2,6	1,5
Солтүстік Қазақстан	0,4	0,4	0,1	0,2	0,3
Шығыс Қазақстан	1,5	0,7	1,8	0,6	1,0
Астана қаласы	1,1	0,2	1,0	1,0	0,7
Алматы қаласы	1,0	0,4	0,3	0,3	-

Десек те, республика деңгейінде 2000 жылдың басында қабылданған арнайы орталықтандырылған су мен жабдықтау нысандарының ауыз су сапасының санитарлық ережелері бекітілген болатын. Ол кейіннен күшін жойып 2015 жылы ҚР экономика министрінің бұйрығымен қайта бекітілді. Ал осы құбырдағы суды тұтынатындар ҚР бойынша 90,4 пайызды құрайды. Бұл дегенің 2010 жылмен салыстырғанда (82,5 пайыз) 7,9 пайызға артып отыр. Яғни құбырдағы суды тұтынатын адамдар санының жылдан-жылға артқандығын көрсетеді. 3-кестеде орталықтандырылған сумен жабдықтау объектілерінің су құбырындағы ауыз су сапасы көрсетілген.

Орталықтандырылмаған сумен жабдықтау көздерінен ауыз сумен қамтамасыз етілген халық үлесі 2010 жылы 17,5 пайызды, ал 2014 жылы 8,2 пайызды көрсетті. Жоғары көрсеткіш Қостанай облысында (19,4), төменгі көрсеткіш Атырау облысында (0,7). Ал Ақмола, Ақтөбе, Батыс Қазақстан облысындарын 10,6 пайыз бен 10,4 пайыз аралығында. Жамбыл облысында бұл көрсеткіш 17,1 пайызды құраса, Павлодар, Шығыс Қазақстан және Солтүстік Қазақстан облыстарында сәйкесінше 15,2, 14,4, 13,1 [7].

Ауыз су сапасына гигиеналық талаптар адам ағзасындағы физиологиялық рөлімен, гигиеналық және эпидемиологиялық мәнімен, тұрмыста, өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында атқаратын рөлімен анықталады. Судың қауіптілігі және қауіпсіздігі туралы дәрігерлік қорытындыны жасау – ресми құжатпен жасалады, онда судың органолептикалық, химиялық және эпидемиологиялық қауіпсіздігіне заңды тұрғыдан жауаптылығын растайтын дәрігердің қолы қойылады. Бұл міндетті арнайы медициналық-профилактикалық білімі туралы сертификаты бар маман орындай алады (санитарлық дәрігер, дәрігер-эпидемиолог немесе дәрігер-гигиенист) [8].

Судың органолептикалық қасиетінің адам денсаулығына әсерін ғалым И.П. Павловтың жоғары жүйке қызметі туралы көзқарасы тұрғысынан қарастыруға болады. Судың түсі, дәмі, қышқылдығы, мөлдірлігі, тұнықтығы, түсін адам баласы сезім мүшелері арқылы қабылдайды. Судың органолептикалық қасиеттерінің төмендеуі адам ағзасының бірқатар физиологиялық қызметтеріне ықпал етумен қатар, денсаулыққа зиянды [9].

Ал енді ауыз су сапасына тоқталып өтейік. Себебі сапалы ауыз су салауатты өмір салтының негізі. Мысалы, ересек адамның денесінде су 65 пайызды құраса, жаңа туылған сәбидің денесінің 97 пайызы судан тұрады. Сапалы ауыз су - денсаулық кепілі. Сондықтан да біз тұтынатын ауыз су санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық талаптарға толыққанды жауап беруі тиіс. Олай болса, статистикалық мәліметтерге сүйене отырып, ауыз су сапасына да тоқталып өттім. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйесіндегі таза ауыз суға жүргізілген сынамалардың жалпы саны 2014 жылы 80359 бірлікті құрайды. Оның ішінде микробиологиялық көрсеткіштер 618, химиялық көрсеткіштер 823 бірлік. Сынамалардың уақытылы және дәлдікпен жүргізілуі ауыз судың сапалылығына кепілдік береді [10].

Топырақтың ластануының көптеген түрлері, соның ішінде радиоактивтік, микробтық және тағы басқа түрлері сараланады. Топырақтың ластануы топырақ түзілу процесінің барысын өзгертеді (кейде оны тежейді), түсімді бірден азайтады, өсімдіктерде ластағыштардың (мысалы, ауыр металдардың) қорлануына себеп болады. Бұл ластағыштар адам организміне тікелей немесе жанама түрде түседі (өсімдіктекті немесе жануартекті азықтар арқылы). Топырақтың ластануы топырақтың ауру тудыратын және де басқа жағымсыз микроорганизмдерден өзін-өзі тазалауын төмендетуге әкеліп соғады. Мұның бәрі ауру қауіптілігін және микробиологиялық ластануды туғызады. Мысалы, ластанбаған топырақта дизентерия, сүзек және қылау қоздырғыштары 2—3 тәулік бойына сақталса, ластағыштармен әлсіреген топырақтың өзін-өзі тазалай алмайтын кезінде дизентерия қоздырғыштары бірнеше ай, сүзек пен қылау қоздырғыштары бір жарым жылға дейін сақталады [11].

Топырақтың ластануы кейде әр дәуір аумаққа жайылады. Топырақтың химиялық ластануы — топырақта тірі организмдерге қауіп туғызатын химиялық заттектердің жиналуы. Топырақтың химиялық ластануының көздеріне өнеркәсіптік кәсіп орындардың шығарындылары, көлік, ауыл шаруашылығында қолданылатын шөп жойғылар мен минерал тыңайтқыштар жатады. Өнеркәсіптік кәсіп орындардың құбырлары арқылы атмосфераға шығарылатын ластағыштар жел арқылы 50 км өңірге таралады. Бірақ ластағыштардың негізгі массасы 8—10 км жердегі топыраққа түседі. Мұнай-химиялық зауыт кешендерінің төңірегіндегі аумақтар қатты ластанады. Көп жағдайда бұл жерлер ауыл шаруашылығына немесе бақ өсіруге пайдалануға жарамайды. Түсті металл кендерін алу және байыту процестерінен де топырақ көп ластанады. Ауыр металдардан топырақтың химиялық ластануының зардабы тұрақты болып келеді. Соңғы кездері мұнайға байланысты ластану жиі кездеседі. Мұнайдан топырақтың химиялық ластануының төменгі деңгейінде топыраққа микрофлора мен

өсімдік дамуын реттейтін тыңайтқыш енгізу керек. Үлкен мөлшердегі және ұзақ мерзімдік ластанудан топырақта қайтымсыз өзгерістер жүреді — топырақ асфальтқа ұқсас массаға айналады. Бұл кезде едәуір ластанған қабаттарды алып тастауға тұра келеді [12].

Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша қоршаған ортаның экологиялық жай-күйі бірнеше бағыттар бойынша талданылады. Атап айтқанда: су көздері, әуе көздері; тамақ өнімдері; жер ресурстары (топырақ әлемі); өсімдіктер және жануарлар әлемі; қоршаған ортаның жай-күйінің адам денсаулығына әсері; қатты қалдықтар және т.б. Сондықтан да санитарлық-гигиена экологиялық талаптардың орындалуына елеулі ықпал етеді. Қазақстан Республикасының қоршаған ортасының гигиенасын сақтау және одан әрі жетілдіру барысында бірқатар басым бағыттарды қарастыру керек. Атап айтқанда:

- топырақтың, судың, ауаның санитарлық-эпидемиологиялық қауіпсіздігін бақылау;
- тағам өнімдерін санитарлық-гигиеналық талаптарға сай болуын қатаң бақылау;
- төтенше қауіп бар өңірлерде, аймақтарда эпидемияға қарсы іс-шараларды ұйымдастыру және жүзеге асырылуын қатаң қадағалау;

еңбек ортасының санитарлық-гигиеналық талаптарға сай болуын тексеріп, қадағалап, бақылап отыру [13].

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 [14].

Табиғи процестерді қауіп-қатерсіз басқару өмір сүру ортасының сапасын бақылау – бүгінгі күннің басты мәселесі болып табылады. Негізгі стратегия қазіргі заманғы жағдайда биосфераға ғаламдық антропогендік әсердің болмауы мүмкін емес және табиғатты шын мәнінде қорғау тек қана табиғи ресурстарды тиімді пайдалану мен осы облыста халықаралық әріптестік жүргізу кезінде ғана мүмкін. Әлемдік қоғамдастықтың мүлтіксіз табысы болып қоршаған ортаның мониторингі мен ғаламдық жүйені құру табылады. Бүкіл адамзаттың мүддесінде тірі табиғатты қорғау, осы облыста мемлекеттік басқаруды, заңнама мен бақылауды жетілдіру мақсатында құқықтық және әкімшілік байланыстарды тиімді қолдану мен дамыту үлкен мәнге ие [15].

Қорытындылай келе, қоршаған ортаның жай-күйінің санитарлық-гигиеналық талаптарға қаншалықты сәйкестігін тек біздер статистикалық деректерге сүйене отырып талқыладымыз. Жалпы республика деңгейінде қабылданып қолданысқа енген санитарлық ережелердің басым көпшілігі талаптарға сәйкес жұмыс жасамайтындығын байқауымызға болады. Соңғы уақытта халық денсаулығының күрт төмендеуі, қоршаған орта сапасының бұзылуы – мұның барлығы санитарлық-эпидемиологиялық және гигиеналық талаптарды ҚР азаматтарының толық орындай білмеуінен туындап отыр. Халықтың санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық сауаттылығын көтеру және халық арасында ол жайындағы ақпараттарды насихаттап отыру.

Қазақстан өңірлерінің басым бөлігі санитарлық-гигиеналық қолайсыздық жағдайында өмір сүріп отыр. Қазақстан Республикасы ұлттық экономика министрлігінің статистика комитеті ұсынып отырған материалдар бойынша ластанған атмосфералық ауада халықтың 78 %-ға жуығы, ластанған ауыз суды тұтынушылар 45%, сапалы тамақтанбау -68%, топырақтың ластануы жағдайында - 43%, физикалық факторлардың әсерінен -58% жуығы мекен етуде. Халықтың қоршаған ортамен байланысты күрделенген санитарлық-гигиеналық саулығын қамтамасыз ету және жұқпалы және жұқпайтын аурулардың алдын-алу мақсатында бірнеше басым бағыттарды әзірлеп жүзеге асыру керек. Бұл басым бағыттардың барлығы да қоршаған орта сапасының жоғарылауына мүмкіндік береді. Қоршаған ортаның санитарлық-гигиеналық және эпидемиологиялық жағдайының талапқа сәйкес келуі сол өңірді мекендейтін халықтың санитарлық-эпидемиологиялық саулығының жоғарылауына жағдай жасайды.

Еліміздің экологиялық жағдайын жақсартуда санитарлық-эпидемиологиялық және гигиеналық нормативтердің атқаратын рөлі жоғары екендігін ескерсек, онда кез-келген салада белгіленген нормативтерді дұрыс қолдана білуіміз керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Сатбаева Г.С., Тонкопий М.С., Ишкулова Н.П., Анисимова Н.М., Экология және тұрақты даму, Алматы, Экономика баспасы. 2010
- [2] Бөрібай Э.С Қоршаған орта мониторингі; оқу құралы.- Алматы:Экономика, 2013
- [3] Г.С.Сатбаева Әлеуметтік экология және тұрақты даму; оқу құралы.- Алматы:Экономика, 2009;
- [4] Карловия И.А Основы техногенеза. Кн.2. Факторы загрязнения окружающей среды. Владимир: ВГПУ, 2003
- [5] Кенесариев У.И., Жакашов Н.Ж. Экология және халық денсаулығы. Алматы, 2013
- [6] Алматы қалалық санитарлы-эпидемиологиялық департамент есебі, 2016 ж
- [7] Каплин В.Г. Основы экотоксикологии. - М.: Колос С, 2006
- [8] Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. – М., 2004
- [9] Г.В.Мотузова, О.С.Безуглова «Топырақтың экологиялық мониторингі», Алматы, 2013ж
- [10] Асанбаев И.К. Фаизов.К.Ш., Почвоведение с основами экологии и географии почв. Учебное пособие., Алматы «Қазақ Университеті» 2007ж
- [11] Қ.Ә Әлімбетов «Табиғатты пайдалану және қорғау негіздері» Алматы, -Экономика 2000
- [12] Экология және тұрақты даму [Электронный ресурс] : оқулық / М. С. Тонкопий [және тб.] ; ҚР Білім және Ғылым министрлігі бекіткен. - Электрон. текстовые дан. (1,02 Мб). - Алматы :Дәуір, 2011
- [13] Ә. Бейсенова , А.Самақова, Т.Есполов, Ж.Шілдебаев Экология және табиғатты тиімді пайдалану. Алматы, 2011.
- [14] The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Technical Summary. IPCC 2007. Climate Change 2007.
- [15] «Environmental Issues for the “90s: A Handbook for Journalists.» Logan Robert A., Wendy Gobbons and Stacy Christiansen. P. 3

Тлеуберлина О. Б,

Анализ санитарно-эпидемиологической ситуации в регионах Республики Казахстан

Резюме. В статье рассматривается состояние окружающей среды и оздоровление экологической обстановки регионов Республики Казахстан. Приведены данные о санитарно-эпидемиологических и гигиенических нормативах регионов страны. В целях эффективного выполнения требований надзора и контроля были даны рекомендации по улучшению.

Ключевые слова: окружающая среда, гигиена, норматив, контроль, почва, экология.

Tleuberlina O. B.

Analysis of the sanitary and epidemiological situation in the regions of the Republic of Kazakhstan

Summary. The article considers the state of the environment and the improvement of the ecological situation in the regions of the Republic of Kazakhstan. Data on sanitary-epidemiological and hygienic standards of the regions of the country are given. In order to effectively fulfill the requirements of supervision and control, recommendations for improvement were given.

Keywords: environment, hygiene, norm, control, the soil, ecology.

УДК 553.94(574)

Ә.Б. Байбатша, С.Б. Сатибекова

(Казахский национальный исследовательский университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, baibatsha48@mail.ru)

**ФАЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ И ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГОЛЬНЫХ СВИТ
КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА**

Аннотация. Рассмотрены литолого-фациальные типы пород угленосных свит Карагандинского бассейна, как геологического фактора, который определяет их свойства и поведение в горных выработках. При этом самостоятельную роль при фациальном анализе играет изучение источников питающих провинций и условия седиментаций, которые определяют исходный состав углевмещающих пород свит. Изучены также условия подготовки мобилизации исходного осадочного материала и условия накопления углевмещающих пород в пространстве угленосного бассейна. Приведены данные изучения петрографического состава пород кровли угольных пластов бассейна под микроскопом. Основываясь на материалах изучения процессов осадконакопления, то

есть на историко-геологической и генетической основе, выявлены фациальные типы, которые влияют на устойчивость пород кровли разрабатываемых угольных пластов бассейна.

Ключевые слова: угленосная свита, Карагандинский угольный бассейн, фация, угольный пласт, устойчивость кровли.

Введение.

Одной из важнейших задач геологов при эксплуатационной разведке является обоснованное прогнозирование поведения кровли угольных пластов в очистных и подготовительных выработках шахт. Устойчивость кровли и почвы угольных пластов при подземной разработке определяется множеством геологических факторов, которые могут существенно изменяться даже в пределах относительно небольших участков. Поэтому, все этапы геологического изучения должны базироваться на представлениях об угленосных отложениях как угленосных фациях. Под угленосными фациями следует понимать зонально построенные геологические тела, сложенные закономерными литологическими комплексами угленосных отложений, образующимися при взаимодействии палеогеографических и палеотектонических факторов. Изучение литологических разностей угленосных отложений привело к обнаружению закономерной связи между физико-механическими свойствами горных пород и их составом.

Изучение терригенных пород угленосной толщи Карагандинского бассейна выполнялось на основе петрографических исследований состава и структурно-текстурных особенностей пород.

Угленосными отложениями в Карагандинском бассейне являются осадки карбонового и юрского периодов. Продуктивные ащылайрыкская и карагандинская свиты нижнего карбона относятся к паралическому типу с автохтонными углями, долинская и тентекская свиты среднего карбона – лимническому. В аккудукской, алабаской, надкарагандинской и шаханской свитах не было выявлено рабочих угольных пластов. Кроме того, угленосными являются дубовская и михайловская свиты юрского возраста.

По положению Карагандинский бассейн относится к области геосинклинали. К такому палеозойскому типу бассейнов характерны большая мощность отложений, их дислоцированность, метаморфизованность, ритмичность в осадконакоплении и выдержанность мощностей угольных пластов [1, 2].

Метод исследования.

При изучении фаций как геологических тел с зональным строением следует учитывать не только процесс образования, но и последующие изменения. Поэтому важнейшую роль при формационном анализе имеют источники питающих провинций, определяющие исходный вещественный состав пород; виды выветривания материнских пород; условия их транспортировки и седиментогенеза; степени постседиментационных изменений [1, 5-7].

Состав и строение исходного осадочного материала зависит от видов выветривания окружающих участков суши, которые в результате транспортировки накапливаются в бассейнах. При этом продукты разрушения могут быть в разных агрегатных состояниях: в твердой фазе в виде обломков; в дисперсной фазе в виде растворов. Основным принципом петрографического изучения является определение генезиса исходных материалов. В результате выветривания не всегда сохраняется минеральный состав за счет выборочного разрушения исходных веществ. Поэтому происходят изменения в парагенетических ассоциациях, иногда вплоть до исчезновения минералов. В качестве терригенных минералов рассматриваются неглинистые минералы, с помощью которых можно восстановить облик денудационного участка земной коры [5, 6].

Питающими провинциями терригенных пород угленосной формации являлись вулканогенно-осадочные породы нижнего и среднего девона Спасского антиклинория, андезито-базальтовые порфириты ордовика, прорванные диабазовыми порфиритами и кварцевыми диоритами в районе гор Байдаулет, кварциты верхнего протерозоя и вулканогенно-осадочные породы ордовика Тектурмасского антиклинория, кварциты верхнего протерозоя в районе гор Сункар и на примыкающих к бассейну северо-западных и западных районах вулканогенно-осадочные породы, прорванные среднедевонскими малыми интрузиями.

Литологический и фациальный состав Карагандинского бассейна составляют, в основном, песчаники (36%), алевролиты (30%) и аргиллиты (27%). Остальные породы (угли, конгломераты, карбонатные породы, туфы) составляют около 10 % [2].

Согласно общепринятому принципу исследований осадочных формаций, нами охарактеризованы породы кровли по литолого-фациальному составу (табл. 1).

Таблица 1. **Фациальные типы и литогенетический состав Карагандинского бассейна**

Тип фации	Угленосная свита	Литогенетический состав пород
<i>Прибрежно-морские образования</i>		
Фации лагун	Аккудуыская, ащылыайрыксакая	Серые, темно-серые аргиллиты и алевролиты со слабой горизонтальной или линзовидной слоистостью. Наблюдаются только фауны.
Фация прибрежного мелководья	Верхняя часть аккудукской свиты, ащылыайрыкская свита, нижняя часть карагандинской свиты	Переслаивание тонких прослоев песчаных и глинистых пород с мелкой разнообразной слоистостью, со следами взмучиваний и размывов.
Фация пляжей и отмелей	Незначительное развитие в ащылыайрыкской свите и нижней части карагандинской свиты	мелкозернистые песчаники и алевролиты с четкой и разнообразной слоистостью, лишённые фаунистических остатков, характерна плохая сортировка материала и большое количество растительного детрита.
Фация баров или пересыпей	средняя часть ащылыайрыкской свиты	Мелкозернистые известковистые песчаниками с неравномерной горизонтальной слоистостью и хорошей сортировкой материала. Наблюдается брахиоподовая фауна в виде обломков.
<i>Континентальные образования</i>		
Озерные фации	долинская, тентекская свиты	серые и темно-серые мелкозернистые хорошо отсортированные аргиллиты и алевролиты с горизонтальной, реже косою слоистостью и обилием растительного материала.
Болотные фации	ащылыайрыкская, карагандинская, долинская, тентекская свиты	Угли и углистые породы. Темно-серые аргиллиты с отсутствием слоистости и обилием растительного материала.
Речные фации	Средняя часть карагандинской свиты	Слабо отсортированные и окатанные разномзернистые песчаники с косою слоистостью и большим количеством растительных остатков.
<i>Русловые фации</i>		переслаивание песчаных и глинистых пород с горизонтальной слоистостью и обилием растительных остатков.
<i>Пойменные фации</i>		
Дельтовые фации	Верхние угленосные свиты	Аналогичны речным фациям
Фации сухих равнин	Надкарагандинская, шаханская свиты; верхняя часть карагандинской, тентекской свит; долинская свита	Плохо отсортированные с конкрециями кальцитового состава зеленовато-серые, реже красно-бурые аргиллиты, алевролиты и тонкие песчаники, лишённые органических остатков.

Опыт изучения угленосных формаций показал, что диагностическим признаком является изменение мощности формации в пространстве. Так в Карагандинском бассейне по мере приближения к источнику сноса увеличивается мощность песчаных отложений в южном направлении, также в этом направлении увеличивается мощность всех свит, а мощность аргиллитов уменьшается. В бассейне хорошо выдержана последовательность пород в разрезе. В безугольной аккудукской свите нижняя часть сложена аргиллитами, средняя – алевролитами, верхняя – песчаниками; в шаханской свите вверх по разрезу песчаные породы сменяются более тонкими породами. В угленосных (ащылыайрыкской, карагандинской, долинской и тентекской) свитах в верхних и нижних подсвитах преобладают аргиллиты и алевролита, в основной угленосной средней подсвите – песчаники. Ниже приводятся описания горных пород различных фаций.

Песчаники (рис. 1) серые, светло-серые, полимиктовые, сложенные, в основном, обломками эффузивных, осадочных, реже метаморфических пород. По структуре песчаники мелкозернистые, иногда встречаются крупно- и среднезернистые. Текстура песчаников слоистая в зависимости от условий образования разнообразная.

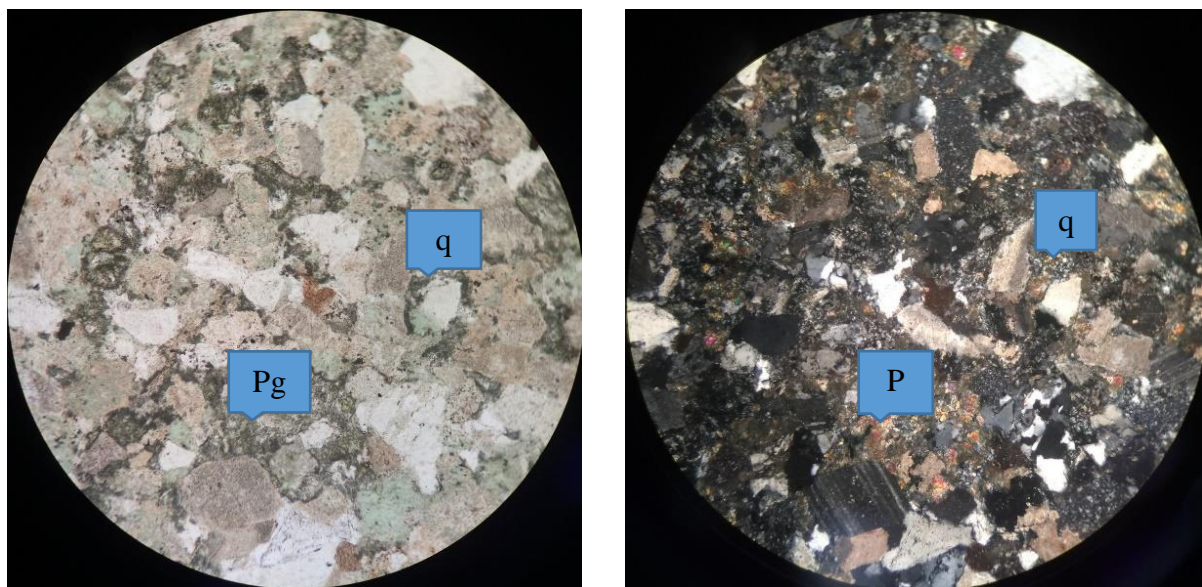


Рис. 1. Песчаники (фотографии в параллельных и скрещенных николях)

Алевролиты (рис. 2) серые, по составу аналогичны с мелкозернистыми песчаниками. Слоистость изменяется от горизонтальной до косоволнистой вверх по разрезу свит. Иногда в составе алевролитов встречаются туфы. Местами широко развито частое переслаивание глинистого и песчаного материала, которые имеют горизонтальную слоистость и характерны фациям прибрежного мелководья. Фациальные условия алевролитов аналогичны с песчаниками.

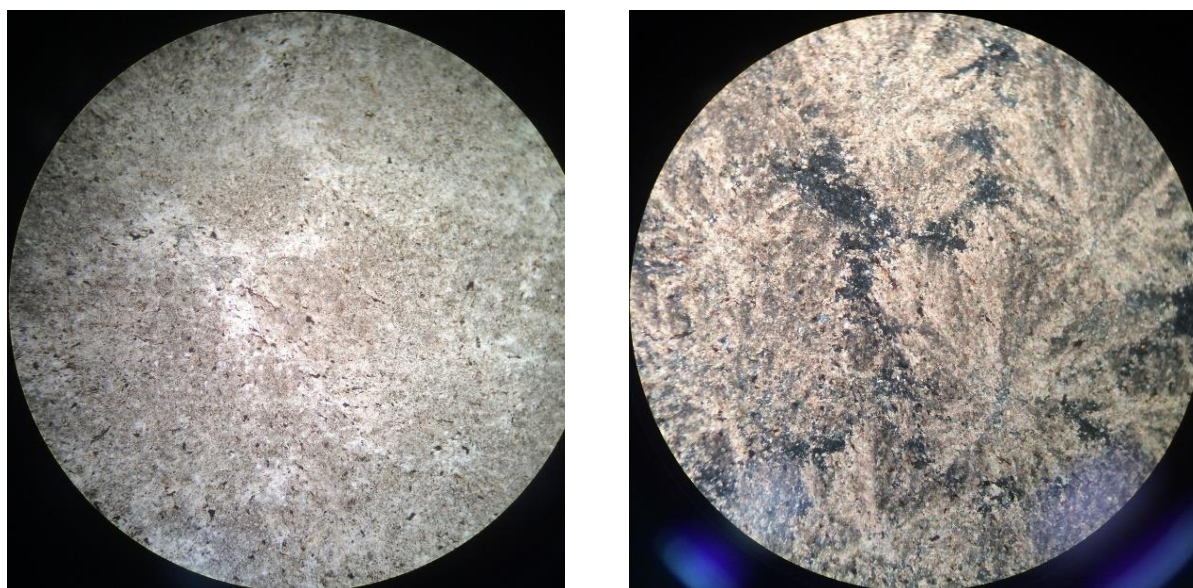


Рис. 2. Алевролиты (фотографии в параллельных и скрещенных николях)

Аргиллиты (рис. 3) серые, темно-серые плотные пелитовые породы, в составе которых присутствуют монтмориллонит, гидрослюда, каолин, хлорит. За счет хлорита аргиллиты аргиллита приобретают зеленоватый оттенок, такие аргиллиты часто встречаются в фациях сухих равнин надкарагандинской, долинской и шаханской свитах. По характеру слоистости аргиллиты данной фации являются не слоистыми, с массивной текстурой. У аргиллитов фации лагун наблюдается нечеткая горизонтальная слоистость, а озерным фациям характерны отчетливая горизонтальная слоистость. В аргиллитах лагун и озер встречаются примесь детритов.

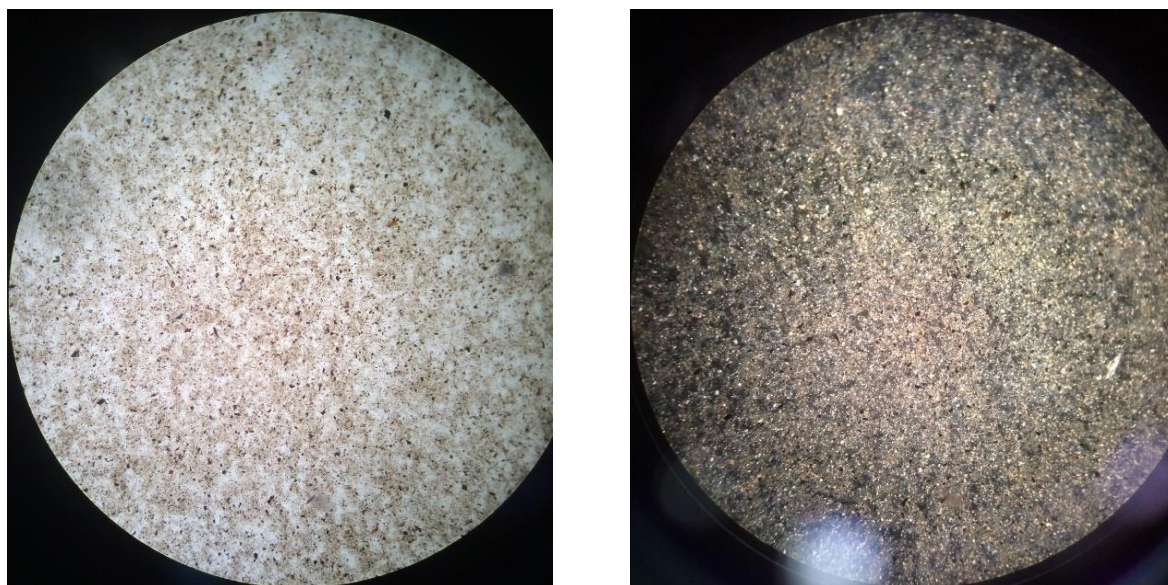


Рис. 3. Аргиллиты (фотографии в параллельных и скрещенных николях)

При отсутствии крупных обломков, таких как гальки и валуны, характеризующие наглядными структурно-текстурными особенностями, нами были использованы классификации М.Г. Бергер для восстановления геологического строения питающей провинций были использованы парагенетические ассоциации минералов легкой и тяжелой фракции (табл. 2) [1].

Таблица 2. Основные петрографические типы питающих провинций и их минералы-индикаторы (по Батурину В.П.)

Петрографический тип и его обозначение	Преобладающий класс и тип пород	Типоморфные минералы – индикаторы
Гранитоидный (салический) <i>a</i>	Кислые, средние и щелочные магматические и подобные им по составу породы и связанные с ними пегматиты, пневматолито-гидротермальные и контактово-метасоматические образования	Кварц, калишпаты, кислые плагиоклазы, мусковит, биотит, роговая обманка, щелочные амфиболы и пироксены, циркон, турмалин, апатит, монацит, ксенотим, касситерит, топаз, титанит и др.
Базитовый (мафический) <i>b</i>	Основные и ультраосновные магматические и подобные им по составу породы и связанные с ними поздне- и постмагматические и контактово-метасоматические образования	Основные плагиоклазы, пироксены, оливин, хромит, шпинель, магнетит, титано-магнетит, ильменит, пироп
Метаморфический <i>m</i>	Разнообразные по составу кристаллические сланцы, гнейсы, амфиболиты, кварциты и другие породы различных зон и типов регионального и локального метаморфизма	Кварц, кианит, ставролит, силлиманит, андалузит, тремолит, актинолит, глаукофан, минералы группы эпидота, альмандин, хлоритоид, корунд
Осадочный <i>s</i>	Более древние осадочные породы различного состава	Переотложенный кварц, гла-уконит, кальцит, доломит, циркон, рутил, турмалин, барит, анатаз и др.

Обсуждение результатов. В результате анализа данных по присутствию аутигенных минералов можно судить о формировании их преимущественно за счет выветривания вулканогенно-осадочных отложений Спасской зоны. Возможно снос терригенного материала происходил из приподнятых территорий Спасского антиклинория, а также из северных участков каледонских консолидации. Присутствие галек диабазовых порфиритов дает предположение о поступлении продуктов размыва из гор Байдаулет. Повышенное содержание терригенных минералов в долинской и тентекской свитах связаны с поступле-

нием в седиментационный бассейн из северо-западного и западного участков суши, так как встреченные терригенные минералы являются аксессуарными минералами гранодиоритов и лейкократовых гранитов упомянутых участков. Конгломерты шаханской и тентекской свит с хорошо окатанными гальками порфиритов, альбитофиринов, гранитов, кварцитов свидетельствует о поступлении материала из северо-западного и северного участков питающих провинций. Состав и хорошая окатанность галек конгломертов подтверждает о дальности поступления материала из района гор Сункар, возможно еще дальше. Такой состав горных пород характеризуется высокими прочностными свойствами, влияющие на устойчивость кровли пород угольных пластов при разработке угольных месторождений. Любой напряженный массив горных пород является гетерогенным геологическим телом, которое крайне изменчиво в различных точках занимаемого им пространства. Поэтому надо иметь достоверные сведения не только о морфологии угольного пласта, но и особенностях поведения вмещающих углей пород [3-4, 6].

Выводы. Таким образом, необходимость литолого-фациального подхода сводится к решению практического вопроса, как прогноз устойчивости пород кровли угольных пластов. Установление закономерностей при решении таких задач связан с комплексом горнотехнических (управление кровлей, типы крепления и проч.) условий разработки месторождений и природными факторами, в которых кровля и почва являются естественными гетерогенными телами, обладающие различной устойчивостью и прочностью. Даже одинаковые породы разной фации могут иметь различные показатели физико-механических свойств (пористость, цемент, структурно-текстурные особенности), обусловленные процессами образования и последующими изменениями (эпигенез, катагенез, метагенез) [5].

Знание природы свойств горных пород и их процессы образования, а также предвестников их проявления позволяет прогнозировать устойчивость пород кровли угольных пластов в горных выработках и выбирать ход производства горных работ, а знание закономерностей их развития и изменения способствует прогнозированию состояния и физико-механические свойств пород в горных выработках по развитию глубины и площади разработки месторождения, а также выявлению геологических процессов и явлений во избежание аварийных ситуаций в угольных шахтах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Байбатша А.Б. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. – А.: Ғылым, 2003. – 320 с.
- [2] Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Том 5. Угольные бассейны и месторождения Казахстана. М., «Недра», 1973, 720 с.
- [3] Ramin R. Development rock behavior index around underground space using a rock engineering system // Journal of Geology and Mining Research. – 2014. – Vol. 6(4) – 46-56 pp.
- [4] Prusek S., Rajwa S., Wrana A., Krzemien A. Assessment of roof fall risk in longwall coal mines // International Journal of Mining, Reclamation and Environment (Open Access Journal). – 2016. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17480930.2016.1200897?src=recsys>
- [5] Baibatsha A., Bekbotaeva A., Satibekova S. The Penecontemporaneous Transformation and Physical-Mechanical Properties of Terrigenous Rocks // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, vol. 17, Issue 11. - Sofia, 2017. – pp. 651-658.
- [6] Байбатша А.Б., Сатибекова С.Б. Литофациальные особенности угленосных свит Карагандинского бассейна // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. Том I. – Томск, 2017. – С. 73-74.
- [7] Кобылев А.Г., Лось М.М. Методика литолого-фациального анализа прогноза условий разработки угольных пластов. – М.: Недра, 1976. – 120 с.

Байбатша Ә.Б., Сатибекова С.Б.

Қарағанды бассейні көмір свиталарының фациалды типтері мен литологиялық-жаратылыстық құрамы

Түйіндеме. Мақалада таужыныстардың қасиеттері және олардың кен үңгімелеріндегі әрекетіне әсер ететін геологиялық фактор ретінде Қарағанды бассейні көмір дестелері таужыныстарының литологиялық-фациялық типтері қарастырылған. Фациялық сараптама кезінде көмір сыйыстырушы дестелердің құрамын анықтауда оларды қоректендіруші провинциялардың көздері мен седиментация жағдайлары өзіндік роль атқарады. Шөгінді материалдың мобилизациясы мен көмірлі алап кеңістігіндегі шөгу жағдайлары да сипатталған. Микроскоп көмегімен көмір қабаттары жабыны таужыныстарының петрографиялық құрамының деректері берілген. Алапта өндірілетін көмір қабаттары жабынының орнықтылығына әсер етуетін шөгіндітүзілу, яғни тарихи-геологиялық және генетикалық процестерді зерттеу негізінде фациялық типтер анықталған.

Түйін сөздер: көмірлі свита, Қарағанды көмір алабы, фация, көмір қабаты, жабынның орнықтылығы.

Baibatsha A., Satibekova S.

Karagandy Basin Facies Types and Lithogenetic Composition of Coal Formations

Summary. The article examines Karaganda basin lithological-facies types of coal-bearing formations as a geological factor that determines rock properties and their behavior in mine workings. In this case, the sources of distributive provinces and the conditions of sedimentation, which determine the initial composition of the coal-bearing rocks of formations plays an independent role in facies analysis. Conditions for preparing a mobilization of the initial sedimentary material and the accumulation conditions of coal-bearing rocks in the basin are also studied. Roof rocks petrographic composition data of coal beds under a microscope are presented. Based on the materials of the study of sedimentation, such as historical-geological and genetic processes, facies types are identified that affect the roof rocks stability of developed coal beds in the basin.

Key words: coal-bearing formation, Karagandy coal basin, facies, coal bed, roof rocks stability.

ӘӘЖ 502.521

А.Е Оразбаев, Г.Б Танабекова, Е.Е Сонгулов, Ш.Д Көбей, А.Т. Умбетбеков
(КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан, e-mail: guli-super@mail.ru)

**СРЕДНЕГОДОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ
ГОРОДА АЛМАТЫ ЗА 2015 И 2016 ГОДЫ**

Аннотация. В ходе работы были взяты образцы, поступившие в аналитическую лабораторию ДГКП «Госпа Су», которые предварительно были очищены, также был измерен состав тяжелых металлов за 2015 и 2016 гг, по результатам выяснилось, что показатели меди, цинка и свинца 2016 г заметно снизились, только показатели кадмия повысились.

Ключевые слова. Сточные воды, тяжелые металлы, медь, свинец, кадмий, цинк, станция Аэрации, механическая очистка, биологическая очистка.

Алматы, входящий в число городов с более чем миллионным населением, для своей деятельности как южной столицы, промышленного центра, одного из самых красивых и зеленых городов, пропускает через себя огромное количество воды. Эта вода, побывав на промышленных предприятиях, в учреждениях и организациях, в домах и квартирах жителей, выходит из-под города в виде сточных вод, загрязненных и обогащенных различными элементами: органикой, химикатами, металлами, отходами нефтепродуктов, моющих средств и т.п.

Проблема удаления тяжелых металлов из сточных вод сейчас особенно актуальная. Плохо очищенные сточные воды поступают в природные водоемы, где тяжелые металлы накапливаются в воде и донных отложениях, таким образом становятся источником вторичного загрязнения. Соединения тяжелых металлов сравнительно быстро распространяются по объему водного объекта. Частично они выпадают в осадок в виде карбонатов, сульфатов, частично адсорбируются на минеральных и органических осадках. Вследствие чего содержание тяжелых металлов в отложениях постоянно увеличивается, и когда адсорбционная способность осадков исчерпывается, тяжелые металлы поступают в воду, что и приводит к экологическому кризису. Штрафные санкции за сброс тяжелых металлов в воду становятся все жестче, но это не решает проблемы [1].

В утвержденной Президентом Республики Казахстан долгосрочной стратегии развития до 2030 года и её составной части - Стратегии «Экология и природные ресурсы- 2030», говорится, что в интересах настоящего и будущего поколений в РК принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли, её недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха окружающей человека природной среды [2].

Цель нашей исследовательской работы – определение динамики тяжелых металлов в сточных водах города Алматы за 2015 и 2016 годы. Исследовательская работа проводилась на предприятиях по очистке сточных вод ДГКП «Госпа Су».

Отличительной особенностью городских сточных вод является многообразие и изменчивость их состава, неравномерность притока по времени как в течении суток, так и по месяцам и сезонам года, в следствии чего меняются технологические режимы, что отрицательно влияет на качество очистки и на экологическую составляющую в целом.

Применяемые в настоящее время технологии, оборудование и техника для очистки сточных вод весьма разнообразны. В системах очистки городских сточных вод наибольшее распространение получили методы механической и биологической очистки сточных вод. Именно такая классическая схема очистки сточных вод применена на Алматинской станции Аэрации. Сточная вода поступает на очистные сооружения по трем Загородным коллекторам, диаметр которых перед станцией Аэрации составляет $d=1500\text{мм}$ и Бурундайскому коллектору диаметром $d=1000\text{мм}$.

Для выравнивания скоростей, и равномерного распределения стоков по подводящим каналам решеток, служит приемная камера. Из камеры стоки по железобетонным каналам направляются на механические решетки. В начале подводящих каналов установлены металлические шиберы с электроприводами, для отключения из работы отдельных (резервных) решеток.

Отбросы, задержанные на решетках, предварительно ополаскиваются под напором технической водой (гидросмывом), затем собираются в специальный контейнер где обезвоживаются и вместе с твердыми бытовыми отходами станции Аэрации вывозятся специализированной организацией, на договорных условиях, на полигон ТБО.

Задержание тяжелых твердых частиц (в основном минерального происхождения) производится в горизонтальных песколовках. Выпавшие в осадок твердые частицы и песок, гидравлической системой сдвигаются к приемку, откуда гидроэлеватором перекачиваются на песковые площадки.

После песколовок стоки общим лотком, в котором производится их количественный замер, поступают в распределительную чашу (камеру) первичных радиальных отстойников. Сюда же, для улучшения осаждения, может по трубопроводу подаваться избыточный активный ил из илового канала цеха биологической очистки.

Удаление из сточной воды взвешенных веществ, способных под действием силы тяжести осесть или всплывать, происходит в первичных радиальных отстойниках. Сырой осадок, выпавший в каждом отстойнике, скребками, установленными на ферме илоскреба, сдвигается к приемку, из которого откачивается насосом на иловые площадки. После отстаивания в отстойнике осветленные сточные воды собираются в общий канал и направляются по Алматинскому дюкеру на сооружения биологической очистки [3].

В открытом земляном канале перед биологической очисткой установлен шлюз-регулятор, который может распределять сточные воды — либо в подающий на биологическую очистку канал, либо (минуя сооружения биологической очистки) по отводящему каналу в систему накопителей. После ввода в действие второй очереди биологической очистки все стоки проходят очистку на ее сооружениях, а шлюз-регулятор закрыт и опломбирован.

Сточные воды по приемному железобетонному каналу поступают в эрлифтные насосные камеры, откуда осевыми насосами или эрлифтами перекачиваются в аэротенки. С целью обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов и поддержания оптимальных параметров очистки сточной воды в аэротенках, в них подается воздух от воздуходувной станции.

Смесь загрязнений стоков и активного ила (иловая смесь) после аэротенков собирается в канале иловой смеси и распределяется во вторичные отстойники. Во вторичных отстойниках хлопья активного ила оседают, удаляются илососами и через иловые камеры, а затем эрлифтные, перекачивается в иловый канал аэротенков, откуда частично возвращается в аэротенки.

Избыточный активный ил насосами главной насосной станции откачивается на иловые площадки или в приемную камеру первичных отстойников. В этом случае избыточный ил откачивается на иловые площадки совместно с сырым осадком из первичных отстойников.

Очистные сооружения станции Аэрации работают непрерывно, круглосуточно, очищая до требуемой степени очистки, все сточные воды города и его пригородов [4].

Очищенная вода, после полной биологической очистки, по земляному каналу (протяженностью 49 км) направляется в накопитель Сорбулак, или же, через специальный вододелитель, — в систему накопителей-водохранилищ Правобережного Сорбулакского канала (ПСК). Из накопителей ПСК очищенная и доочищенная в биопрудах вода, после обеззараживания на хлораторной, может отводиться по аварийному сбросному каналу в реку Или.

Аварийный сброс в реку Или предназначен для предотвращения переполнения накопителей Сорбулак и ПСК; создания в них резерва емкости для эксплуатации системы в зимний период, и отвода избыточных сточных вод в реку Или, когда забор воды на орошение незначителен, испарение минимальное и, как следствие, не обеспечивается водный баланс и может возникнуть угроза безаварийной эксплуатации системы водоотведения города Алматы.

Для оптимального сочетания объемов воды, используемых из накопителя Сорбулак на орошение, и объемов, направляемых в Правобережный Сорбулакский канал с 1995 года осуществляется сброс части стоков в реку Или.

В связи с уменьшением, в последние годы, объемов поступающих сточных вод и увеличением объемов забора очищенных стоков на орошение технических сельскохозяйственных культур, жестко контролируемый водохозяйственный баланс накопителей Сорбулак и ПСК позволяет сброс в реку или не производить [6].

Данные и методы исследования

В исследовательской работе для определения тяжелых металлов в сточных водах города Алматы были отобраны пробы сточных вод до механической очистки (поступающая вода), после механической очистки (осветленная вода), после биологической очистки (очищенная вода). Контроль качества поступающих и очищенных сточных вод, определялись в специализированной аналитической лаборатории ДГКП "Тоспа Су" оснащенная всем необходимым оборудованием.

Для определения тяжелых металлов в сточных водах использовались следующие методы:

- гравиметрический,
- титриметрический,
- полярографический метод.

ГКП на ПХВ "Тоспа Су", как Услугодатель самостоятельно определяет перечень вредных веществ и рассчитывает допустимые концентрации, разрешенные к сбросу в систему водоотведения, на основании "Методики расчета допустимых концентраций вредных веществ в производственных сточных водах, сбрасываемых в системы водоотведения населенных пунктов и расчета оплаты за дополнительную очистку при их превышении", утвержденной Приказом Председателя Агентства РК по делам строительства и Жилищно-коммунального хозяйства от 29 декабря 2010 года № 606.

Допустимая концентрация вредных веществ, определяется в соответствии с технологическими возможностями очистных сооружений и нормативами ПДС очищенных сточных вод в водные объекты, согласованными с органами санитарно-эпидемиологического надзора и утвержденным в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан [5].

Был проведен анализ тяжелых металлов с помощью использования полярографа по Методика оценки меди, цинка, кадмия и свинца в полярографе «Модуль ЕМ-04» с электрохимическим датчиком. Результаты проведенных опытов занесены в таблицу 1, а также изображены в рисунках 1,2,3,4.

Анализ результатов

Таблица 1. Результаты анализов тяжелых металлов в сточных водах станций Аэрации 2015 и 2016 годах

Тяжелые металлы	Станция Аэрации						Нормативы качества		
	2015 год			2016 год			ПДК полей орошений, мг/л	ПДК для рыбного хозяйства мг/л	ПДК стран ЕС, мг/л
к поступающая вода, мг/л	осветленная вода, мг/л	очищенная вода, мг/л	поступающая вода, мг/л	осветленная вода, мг/л	Очищенная вода, мг/л				
Cu (медь)	0,016	0,006	0,003	0,01	0,006	0,003	0,2	Сф+0,001	0,1-4
Zn (цинк)	0,056	0,03	0,013	0,033	0,023	0,011	2	0,01	0,5-7
Cd (кадмий)	0,0002	0,0001	0,00003	0,0011	0,0005	0,00007			
Pb (свинец)	0,02	0,005	0,001	0,003	0,001	0,001			

Если описывать данные таблицы 1 и рисунки 1,2,3,4 то исходя от этих данных, в городе Алматы в сточных водах медь, цинк, свинец по всем показателям 2016 года меньше 2015 года, а показатели средне годового кадмия 2016 года выше показателей 2015 года. На станциях Аэрации показатели сточных вод 2015 и 2016 года не превышают нормативы качества.

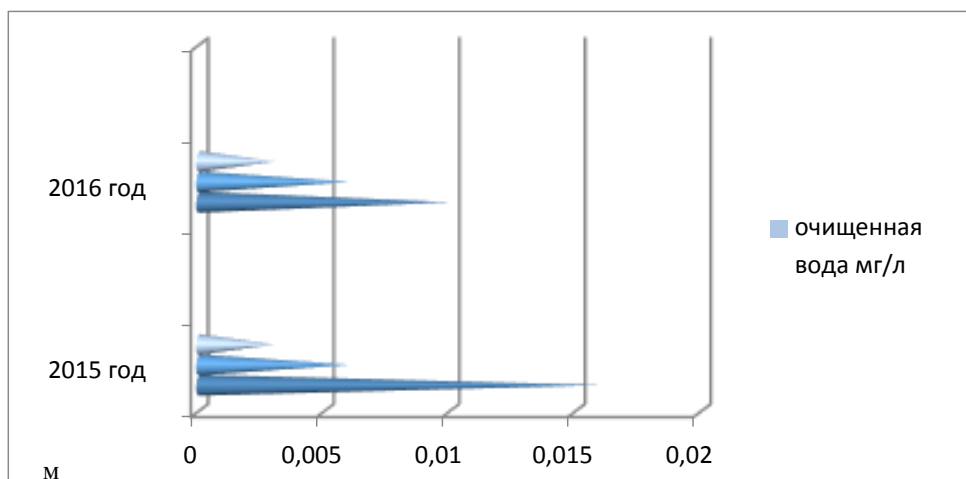


Рис. 1. Результаты качества очистки сточных вод от меди 2015 и 2016 годах в станции Аэрация

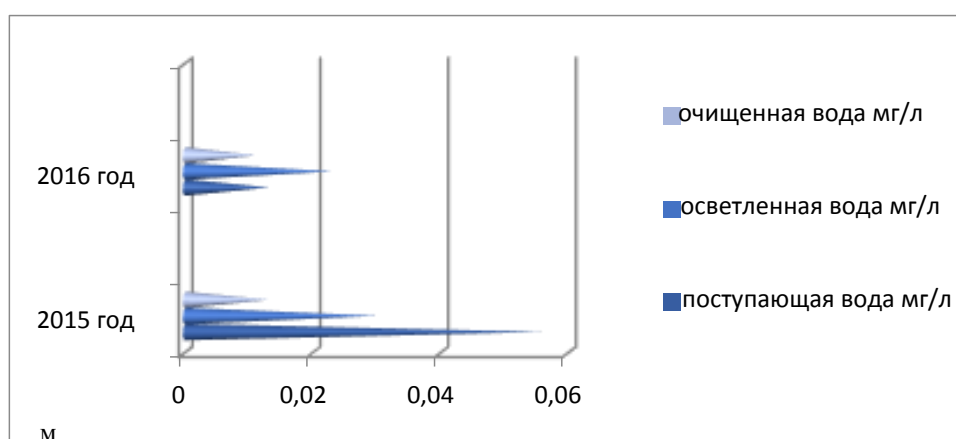


Рис. 2. Результаты качества очистки сточных вод от цинка 2015 и 2016 годах в станции Аэрация

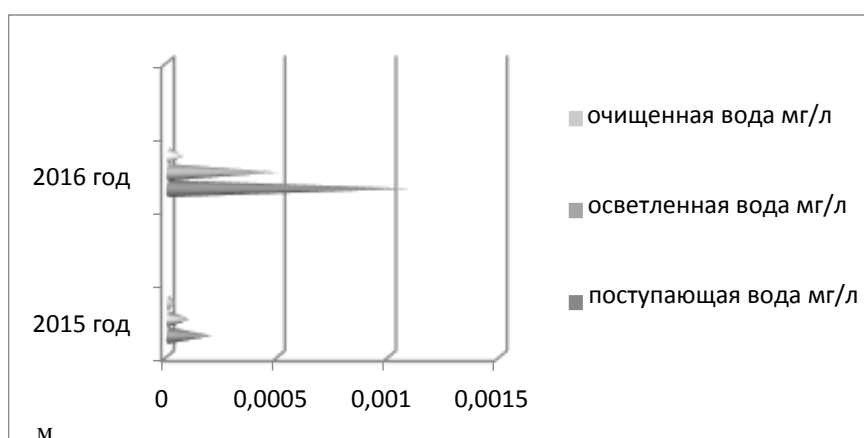


Рис. 3. Результаты качества очистки сточных вод от кадмия 2015 и 2016 годах в станции Аэрация

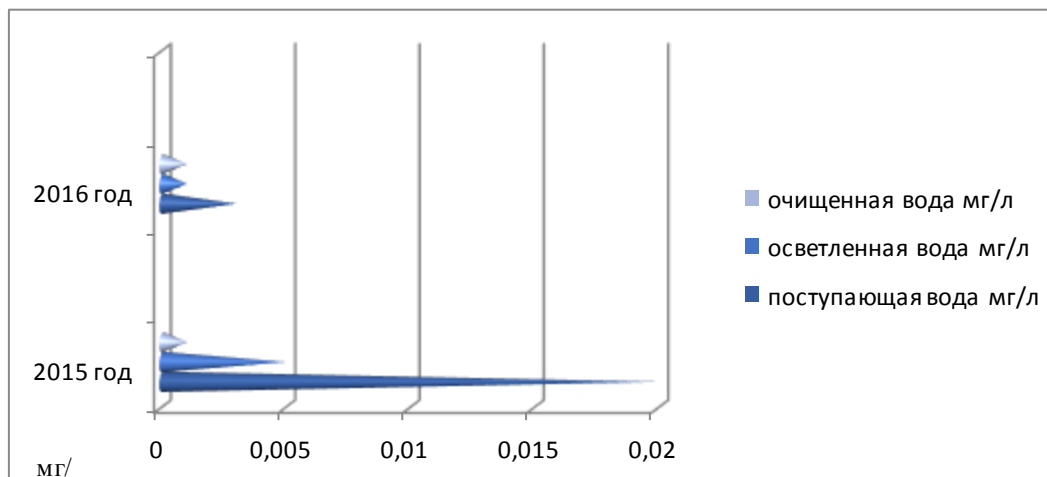


Рис. 4. Результаты качества очистки сточных вод от свинца 2015 и 2016 годах в станции Аэрация

Если давать объяснения показателям рисунков 1,2,4 то 2015 и 2016 годах показатели меди, цинка, свинца снизились, но показатели кадмия в 2016 году выросли по сравнению с 2015 годом.

Заклучение

В исследовательской работе были изучены сточные воды города Алматы, а именно в станции Аэрация чтобы оценить качества очистки сточных вод сравнивая 2015 и 2016 годы, в результате исследования выяснилось, что показатели меди, цинка и свинца 2016 году заметно снизились, только показатели кадмия повысились. Качество очистки в нормальном положении, показатели тяжелых металлов в сточных водах соответствуют качественным нормативам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Клименко Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 11 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/28484> (дата обращения: 20.10.2015).
- [2] Рыскулбекова Л.М. Оценка влияния гидрогеологической ситуации по мониторингу окружающей среды сточных вод г. Алматы. Межкафедральный сборник кафедры, ГиИГ, КазНТУ, 2010 г.
- [3] Э. К. Голубовская. Биологические основы очистки воды: учебное пособие для строит, спец. Вузов // М.: Высш. школа, 1978 С. – 271.
- [4] Н.С. Жмур. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками // М.: Акварос, 2003. - 512 с.
- [5] Ю. Ю. Лурье. Химический анализ производственных сточных вод. - Изд. 3-е. М.: Химия, 1966. –С. 168.
- [6] Официальный сайт ГКП «Тоспа су» <http://www.almatysu.kz/>

Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Сонгулов Е.Е., Көбей Ш.Д., Умбетбеков А.Т.

Алматы қаласының ақаба суларындағы ауыр металдардың 2015 және 2016 жылдардағы орташа жылдық көрсеткіштері

Түйіндеме. Зерттеу жұмысы барысында ЕМКК «Тоспа су» аналитикалық зертханасында тазартылған сулардың үлгілері алынып, 2015 және 2016 жылдарға құрамындағы ауыр металдардың мөлшері анықталды. Нәтижелер мыс, мырыш және қорғасынның мөлшері 2016 жылы айтарлықтай азайған, ал кадмийдің көрсеткіштері көбейген.

Түйін сөздер: Ақаба сулар, ауыр металдар, мыс, қорғасын, кадмий, мырыш, Аэрация станциясы, механикалық тазарту, биологиялық тазарту.

Orazbayev A. E., Tanabekova G. B., Songulov E. E., Kobei Sh. D., Umbetbekov A. T.

Average year indicators of heavy metals in sewage waters of Almaty for 2015 and 2016

Summary. In the course of this research work, samples were taken to the analytical laboratory of the state-owned "Tospa Su", which were previously cleaned and the composition of heavy metals for 2015 and 2016 was measured. According to the results, it was found that copper, zinc and lead in 2016 declined significantly, only cadmium indicators increased.

Keywords. Sewage, heavy metals, copper, lead, cadmium, zinc, Aeration station, mechanical treatment, biological treatment.

УДК 692.41

Н.В. Воронова , Г.А. Муканова А.Е. Оразбаев, О.А. Зубова
(Казахский национальный университет имени аль -Фараби
Алматы, Республика Казахстан, Slovonine@mail.ru)

ЗЕЛЕННЫЕ КРЫШИ – РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ ГОРОДА

Аннотация. Одна из основных причин популярности «зеленых крыш» — их экологическая польза. С ростом города, развитием его промышленности, становится все более сложной проблема охраны окружающей среды, создания нормальных условий для жизни и деятельности человека. *Зелёные крыши* являются решением актуальных на данный момент проблем: улучшенное качество воздуха, охлаждение городского воздуха, сбалансирование влажности городской среды, дополнительный процесс фотосинтеза, аккумуляция 30-90% ливневых вод в субстрате, постепенное возвращение части влаги накопленной в субстрате с разницей во времени в атмосфере, уменьшение «пика» нагрузки на систему водоотвода, что и рассмотрено в данной статье.

Ключевые слова: зеленые крыши, влажность городской среды, процесс фотосинтеза, интенсивное озеленение, экстенсивное озеленение, теплоизоляция, зеленые кровли, ухудшение экологической обстановки

В настоящее время обустройство зелёных крыш при строительстве и реконструкции зданий приобретает всё большую популярность, став одной из наиболее актуальных и завоёвывает всё большую популярность в мире. В связи с возникающим в крупных городах дефицитом земли и обострением экологической обстановки появляется необходимость рационального использования кровель зданий и сооружений для создания архитектурно- ландшафтных объектов с использованием зеленых насаждений. Ускорение процесса урбанизации, сопровождавшееся ухудшением экологической обстановки в мегаполисах и быстрым сокращением площадей городских озелененных территорий возродили интерес к зеленым крышам не только в странах Северной Европы, но и во всем мире (рисунок -1) [1-3].

В Казахстане зелёные здания пока встречаются редко, в республике только начинают осваивать такое экологическое строительство. Обустройство зеленых крыш в Республике создаст для зданий новые возможности энерго - и водосбережения, поможет управлять ливневыми стоками, уменьшит загрязненность атмосферного воздуха, зеленые крыши обладают эстетической привлекательностью, создают новую среду обитания для многих видов растений, насекомых и птиц, увеличивают количество зелени, создающей тень и испаряющей влагу [4-6].

Летом они способствуют охлаждению крыши и снижению температуры воздуха как внутри, так и снаружи зданий, а зимой обеспечивают дополнительную теплоизоляцию, снижая потребность в энергии для кондиционирования воздуха и обогрева помещений. Растительность на крыше улучшает и качество воздуха, вырабатывая в процессе фотосинтеза дополнительное количество кислорода и связывая углекислый газ, а также регулирует влажность воздуха и обладает способностью адсорбировать пыль и другие виды атмосферных загрязнений [7].



Рис.1. Озеленение крыш

Таким образом, обустройство зеленых крыш при строительстве и реконструкции зданий может существенно улучшить условия проживания и жизнедеятельности людей в городах, способствуя решению экологических и социальных проблем. В настоящее время зеленые кровли получили широкое международное признание, и их строительство осуществляется практически во всех регионах мира [8]. Дефицит свободных территорий и ухудшение экологической обстановки и в городах заставляют по-новому взглянуть на проблему строительства садов на крышах, которые помимо дополнительного жизненного пространства и более эстетичного вида домов дают их обитателем целый ряд экологических преимуществ [9]. В первую очередь, озеленение крыш улучшает качество атмосферного воздуха, существенно снижая уровень загазованности, поскольку зеленые растения выделяют кислород и поглощают углекислый газ, а также адсорбируют загрязняющие воздух вещества и пыль [10].

На атмосферу городов влияют не только автомобили, выбрасывающие в воздух продукты сгорания топлива, которые содержат большое количество токсичных веществ, но и крыши домов, покрытые битумными материалами. В летнее время этот кровельный материал помимо тепла выделяет довольно много токсичных испарений, но озеленение крыш помогает этого избежать, в результате чего не только воздух становится чище, но и температура в городе снижается [11].

На стандартных крышах летом очень жарко, температура может подняться выше 50 градусов. Если вы когда-нибудь пробовали загорать на крыше, то знаете, что это почти не возможно. Вот, использовать крышу в этот момент, как хороший нагреватель воды – это, да, а наслаждаться её пространством в 50 градусов невыносимо. Наличие растений, которые выделяют влагу в виде пара, снижают температуру воздуха, примерно, до 35 градусов. Соответственно, снижается температура и в помещениях, расположенных сразу под крышей, что ведёт за собой экономию электроэнергии за счёт снижения температуры и времени кондиционирования воздуха в них.

Многие рассматривают зеленые крыши, как способ возвращения к природе. Когда здание построено, природное пространство земли, на котором оно стоит, становится непроницаемым, а естественная растительность и животный мир, возможно, присутствовавшие там, исчезают. Сторонники зеленых крыш также рассматривают их как природные оазисы в урбанизированном мире [12].

Еще одно большое преимущество «зеленых крыш» заключается в снижении теплового эффекта — вечного спутника и серьезнейшей проблемы мегаполисов. Открытые черные крыши значительно увеличивают температуру окружающего воздушного пространства, направляя массы разогретого воздуха вверх. Пространство наверху крыши можно засаживать растительностью, начиная от низкорослых стелющихся растений и до деревьев включительно. Хотя не все места обитания можно воссоздать на крыше, некоторые виды среды обитания [13]. В Швейцарии исследовали количество пауков и жуков на зеленых крышах. Эти исследования показали, что зеленые крыши, различающиеся по набору видов и по плотности посадки растений, содержат большое разнообразие видов пауков, жуков и птиц.

Одним из наиболее заметных преимуществ зеленых крыш является сохранение дождевой воды, которое там обеспечивает почва и растительность - это самое исследованное потенциальное преимущество зеленых крыш на сегодняшний день. Обычная крыша практически не сохраняет дождевую воду, однако на плоских крышах может сохраняться примерно 5 мм. Осадки почти сразу же стекают по крыше, попадают в систему ливневой канализации и сток направляется в ближайший водоприемник [14].

Если в сезон дождей, осадков выпадает достаточное количество, то можно сохранить эту воду для орошения зелёных насаждений и использовать в течение всего лета. Поскольку «зелёная крыша» является естественным фильтром, то излишки воды могут храниться ещё и для других целей. Зелёные крыши могут предотвратить наводнение. Во время сильных ливней они задерживают до 50% воды, что максимально снижает вероятность затопления улиц. К тому же, снижается нагрузка на ливневую канализацию. Если, это не «зелёная крыша», то в канализацию попадает вода с пылью и грязью и канализационные системы быстро засоряются и требуют дополнительных затрат на очистку и эксплуатацию. А, дождевая вода с «зелёной крыши» уже, можно сказать, прошла через фильтры очистки и эти сточные воды не представляют опасность для канализации [15].

Зелёные крыши, используя отражательные свойства растительности и субстрата, защищают конструкцию кровли от вредного воздействия солнечного излучения, в том числе ультрафиолетовых лучей, температурных колебаний и электромагнитного излучения, продлевая ее жизненный цикл.

В последние годы в биосфере наблюдается процесс глобального потепления, связанный с увеличением в атмосфере концентрации парниковых газов. Основным парниковым газом является углекислый газ, образующийся при сгорании топлива и в огромных количествах выбрасываемый в атмосферу. Кроме него парниковым эффектом обладают метан, за выбросы которого отвечает, главным образом, сельское хозяйство, и окись азота, так называемый «веселящий газ».

В результате глобального потепления в мире происходит дестабилизация климатических процессов, приводящая к разным катаклизмам: страшной жаре и засухе, чреватым пожарами, ливням и наводнениям, ураганам и повышению уровня моря в разных местах. Зелёные крыши могут внести свою лепту в спасение человечества от глобального потепления и его последствий поскольку их растительность в процессе фотосинтеза снижает количество углекислого газа, поглощая его с использованием солнечной энергии и выделяя в атмосферу кислород, необходимый всему живому [2].

В городских условиях жизни, когда огромное количество автомобилей «выбрасывает» в воздух продукты использования топлива, а, именно, выхлопные газы, когда всё возрастает количество потребления кондиционеров, что, конечно приветствуется производителями и самими потребителями, так вот, за счёт этого температура в городе становится, примерно, на пять градусов выше температуры окружающей среды. Если при этом 20% крыш в городе – «зелёные», то они способствуют улучшению качества воздуха и снижению общего тепла в городе, примерно, на три градуса, что позволяет снова сократить расходы на охлаждение помещений.

Например, «Зелёные крыши» были разработаны в Германии тридцать лет назад. Но только в последние годы началось массовое использование и строительство новых «зелёных крыш» в Европейских странах и США. Следует различать сады на крышах, где все растения находятся в обыкновенных цветочных горшках и кадках, а настоящая «зелёная крыша» - это в современной архитектуре специальный метод озеленения [5].

Интересным, оригинальным и в тоже время простым средством декорирования зданий является вертикальное озеленение фасадов. С помощью растений можно получить потрясающий декоративный эффект, что особенно актуально там, где наблюдается постоянная нехватка места для посадки растений, будь то загородный дом с маленьким участком или городские жилые и общественные территории.

Использование вертикального озеленения фасадов помогает регулировать тепловой режим внутренних помещений зданий, дает возможность замаскировать внешне неприглядные постройки и создать оптимальные микроклиматические условия – снизить уровень шума, силу ветра, повысить влажность, создать тень, обогатить воздух кислородом, поглотить вредные газы и пыль. Кроме того, вертикальное озеленение оказывает положительное эмоциональное воздействие и может смело соревноваться с уже привычными комнатными цветами и зимними садами (рисунок-2).



Рис.2. Вертикальное озеленение фасадов зданий

В зависимости от функционального назначения, желаемого эстетического результата, весовых нагрузок на кровлю и методов строительства озеленение крыш подразделяется на: интенсивное, простое интенсивное озеленение экстенсивное. Создание полноценных садов на крышах предполагает

интенсивное озеленение (рисунок-3), при котором применяется разнообразный ассортимент декоративных растений. Насаждения можно располагать на одном или на разных уровнях. Широкий спектр возможностей в ландшафтном дизайне позволяет создать объект, который по праву можно назвать парковым сооружением. Сад на крыше с многослойной структурой требует серьезного подхода не только в процессе строительства, но и в отношении ухода, включая регулярный полив и подкормку. Оснащение поливочной системой в этом случае обязательно.

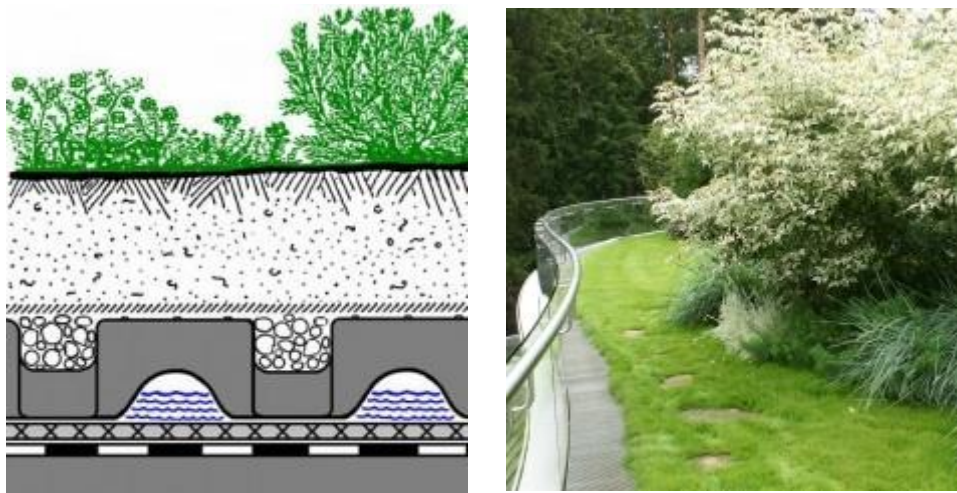


Рис. 3. Схема и пример интенсивного озеленения, Брунс Парк, Москва

Простое интенсивное озеленение — это совокупность травянистых и небольших древесных растений на невысоком слое субстрата. Диапазон возможностей для ландшафтных архитекторов здесь не так широк, как при интенсивном озеленении. Для этого типа озеленения используются растения, не требующие большого объема субстрата, постоянного полива и подкормки. Этот тип озеленения дешевле, чем сад на крыше.

При **экстенсивном озеленении** (рисунок-4) кровля является, по сути, не эксплуатируемой и доступ людей туда весьма ограничен — лишь в хозяйственных целях 1–2 раза в год. Для этого типа озеленения отбирают растения, приспособленные к экстремальным условиям крыш и обладающие высокой регенеративной способностью. Обычно это мхи, суккуленты, злаковые и травянистые виды местной флоры. Со временем насаждения претерпевают естественные изменения, включая занесение извне новых видов, которые могут значительно увеличить общий объем растительности на участке. Данный тип озеленения считается самым недорогим по исполнению и уходу.



Рис.4. Схема и пример экстенсивного озеленения – Брунс Парк, Москва

В целом при выборе растений для озеленения крыш следует руководствоваться, в первую очередь, экологическими условиями, а художественную задачу сориентировать с созданием определенных природных биотопов или их сочетаний: «луг», «болото», «каменистая осыпь», «кустарниковые заросли» и др. Экологические условия для произрастания растений на кровлях достаточно суровые, и это ограничивает ассортимент. Из-за увеличения ветровых нагрузок приходится выбирать виды с компактными, невысокими кронами.

За последние несколько лет в этой области появилось немало научных разработок, а применение различных материалов, оборудования и растений было значительно расширено. Используя современные технологии озеленения, можно придать эстетичный вид даже таким утилитарным объектам, как подземные гаражи, крыши заводских корпусов и офисных зданий, сотворив на них зеленый ковер из седумов или луговых травянистых растений с дорожками, площадками для отдыха и даже дополнительными автостоянками.

Одна из основных причин популярности «зеленых крыш» — их экологическая польза. На первом месте здесь стоит вопрос регулирования стока ливневых вод. «Зеленая крыша» задерживает, сокращает и даже очищает ливневый поток. Все это напоминает гигантскую губку на крыше. Водопроницаемая и пористая структура субстрата озелененных крыш абсорбирует и задерживает воду, позволяя большей ее части удерживаться в пористой структуре субстрата, а также испаряться при минимальном сбросе дренированной воды в систему ливнеотводов. Прекрасные замыслы вряд ли можно отнести к разряду легко исполнимых: нарисовать мечту на бумаге среди райских цветов и тенистых деревьев — только начало. Воплощая мечту, будь то крошечный садик на крыше (оазис среди каменных джунглей) или большое рекреационное пространство, следует учитывать ряд важных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Груб Г. Зелень между домами. Мюнхен, 1990.
- [2] Ильичева А. Приближаясь к небу // Красивые дома. 2002. № 2(28).
- [3] Саурова В., Торчик В. Озеленение террас, крыш и открытых внутренних дворики. Минск, 1990.
- [4] Современные крыши. Обзор технических возможностей и материалов // Соврем, строит, товары. 2000. № 1.
- [5] Сокол А. Я. Огород на крыше. СПб., 1996.
- [6] Горохов В. А. Городское зеленое строительство: Учеб. Пособие для вузов.- М.: Стройиздат, 2003. — 416 с.: ил.
- [7] Теодоронский В. С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студ. высш. учеб. Заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 352 с.
- [8] Emilsson, T. The Influence of Substrate, Establishment Method and Species Mix on Plant Cover. In Proc. Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003.
- [9] Grant, G., L. Engleback, B. Nicholson, D. Gedge, M. Frith, and P. Harvey. 2003.
- [10] Liu, K. and B. Baskaran. Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation. In Proc. Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003.
- [11] Moran, A.C.. NC Field Study to Evaluate Greenroof Runoff: Raleigh. 2004.
- [12] Osmundson, T. Roof Gardens: History, Design, and Construction. New York, New York: W.W. Norton & Company Ltd. 1999.
- [13] Snodgrass, E. and McIntyre, L., The Green Roof Manual: A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance. Publisher: Timber Press. 2010.
- [14] Taube, B. City of Atlanta Greenroof Demonstration Project. In Proc. Greening Rooftops for Sustainable Communities: Chicago 2003.
- [15] Titova N. Rooftop Gardens // Science in the USSR (Moscow). 1990. № 5.

Воронова Н.В., Муканова Г.А., Оразбаев А.Е., Зубова О.А.

Жасыл шатырлар- қала экологиясының мәселесінің шешімі

Түйіндемесі. «Жасыл шатырлардың» жетістіктерінің негізгі бір себебі – олардың экологиялық тиімділігінде. Қала санының артуы, оның өндіріс орындарының қарқынды дамуы қоршаған ортаны қорғаудағы адам және адамның іс әрекеті үшін қалыпты орта жағдайларын құрудың күрделі мәселелерін қалыптастыруда. Жасыл шатырлар қазіргі уақытта өзекті мәселелерді шешуде өте маңызды роль атқарады: ауаның сапасын жақсарту, қала ауасының температурасын тұрақты ұстау, ылғалдылықтың тепе-теңдігін сақтау, фотосинтездің жұмысын жақсарту, субстраттағы жаңбыр суының 30-90 % аккумуляциясы, атмосферадағы әртүрлі уақытта жинақталатын ылғалдың бір бөлігінің қайтуы, су шығаратын жүйеге жүктемені азайту жұмыстары мақалада қарастырылған.

Кілтті сөздер. Жасыл шатырлар, қала ортасының ылғалдылығы, фотосинтез процесі, атмосфера, экологиялық жағдайдың нашарлауы, интенсивті көгалдандыру, экстенсивті көгалдандыру, жылу изоляциясы, жасыл жабын

Voronova N.V, Mukanova G.A, Orazbaev A.E., Zubova O.A

Green roofs - solving the problems of the ecology of the city

Summary. One of the main reasons for the popularity of "green roofs" is their environmental benefits. With the growth of the city, the development of its industry, the problem of protecting the environment, creating normal conditions for life and human activity becomes more and more complex. Green roofs are a solution to the current problems: improved air quality, cooling urban air, balancing the humidity of the urban environment, an additional process of photosynthesis, accumulation of 30-90% of storm water in the substrate, the gradual return of moisture accumulated in the substrate with a difference in time to the atmosphere, a decrease in the "peak" load on the drainage system, which is discussed in this article.

Keywords: green roofs, humidity of the urban environment, the process of photosynthesis, intensive gardening, extensive landscaping, thermal insulation, green roofs, environmental degradation

УДК 551.7.033

А.А. Маденова, М.К. Абдрахманов, Р.Х. Узбекгалиев

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, gera_93kz@mail.ru)

**ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРЕЗА ЧУ-САРЫСУЙСКОЙ ВПАДИНЫ
С УЧЕТОМ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ.**

Аннотация: В данной статье рассматриваются литологические особенности разреза чехла Чу – Сарысуйской впадины с учетом дифференциации геологического строения. Проведен анализ литологии по одноименным впадинам. Чу - Сарысуйская зона поднятий является основным структурным элементом впадины, который определяет строение средне-верхнепалеозойских и мезозой - кайнозойских образований. Прослеживаясь на значительном расстоянии с юго-востока на северо-запад, эта зона поднятий формирует в осадочном чехле две протяженные области прогибов: северо-восточную с Тасбулакским, Жезказганским и Моюнкумским прогибами и юго - западную, к которой относятся Кокпансорский, Сузакский, Байкадамский прогибы.

Ключевые слова: Чу-Сарысуйская впадина, Сузак-Байкадамский тип разреза, мощность пород, отложения пермского возраста, литология.

Цель: Провести анализ литологии и сравнение по одноименным впадинам, с целью выявить наиболее перспективные зоны для проведения геолого-геофизических работ с дальнейшим открытием новых месторождений газа.

В административном отношении Чу-Сарысуйская газоносная область расположена в пределах Жамбылской и Шымкентской областей.

Чу-Сарысуйская газоносная область охватывает территорию одноименной впадины, которая расположена между южным окончанием Казахской складчатой страны и каледонскими антиклинориями Северного Тянь-Шаня (Большой и Малый Каратау, Киргизский антиклинорий). Современная структура впадины характеризуется интенсивно проявленной блоковой тектоникой, обусловленной активизацией разновозрастных разломов в различные этапы ее геологической истории. [3]

Изучение территории Чуйской впадины начаты еще в дореволюционное время начала XX века. Были начаты в те времена изучение гидрогеологии, почв и растительности Чуйской впадины.

С целью поисков нефти и газа в Чуйской впадине начаты были работы, носящие эпизодический характер, в 1947 году и продолжены до 1956 года. В 1954 г. проведена была аэромагнитная съемка масштаба 1:500000. С целью изучения глубинного строения депрессии проводятся гравиметрические исследования.

С 1955 по 1959 гг. проводились работы по изучению стратиграфии и тектоники обрамляющих впадину горных сооружений, по которым составлены геологические карты масштаба 1:200000 и более крупного масштаба. Выявлено в это время значительное количество различных месторождений полезных ископаемых.

С 1959 г. Казгеофизтрестом и Южно-Казахской нефтеразведочной экспедицией начинаются целенаправленные работы по изучению нефтегазоносности Чу-Сарысуйской депрессии. Комплексные исследования включали региональные геолого-геофизические работы: гравиметрические и гео-

логические съемки масштаба 1:200000, электро- и сейсмопрофилирование, бурение структурно-поисковых и глубоких скважин.

Чу- Сарысуйская зона поднятий является основным структурным элементом впадины, который определяет строение средне-верхнепалеозойских и мезозой-кайнозойских образований. Прослеживаясь на значительном расстоянии с юго-востока на северо-запад, эта зона поднятий формирует в осадочном чехле две протяженные области прогибов: северо-восточную с Тасбулакским, Жезказганским и Моюнкумским прогибами и юго-западную, к которой относятся Кокпансорский, Сузакский, Байкадамский прогибы [Рис. 1]. В свою очередь они отделяются друг от друга приподнятыми блоками фундамента, образующими валы, структурные носы, седловины.

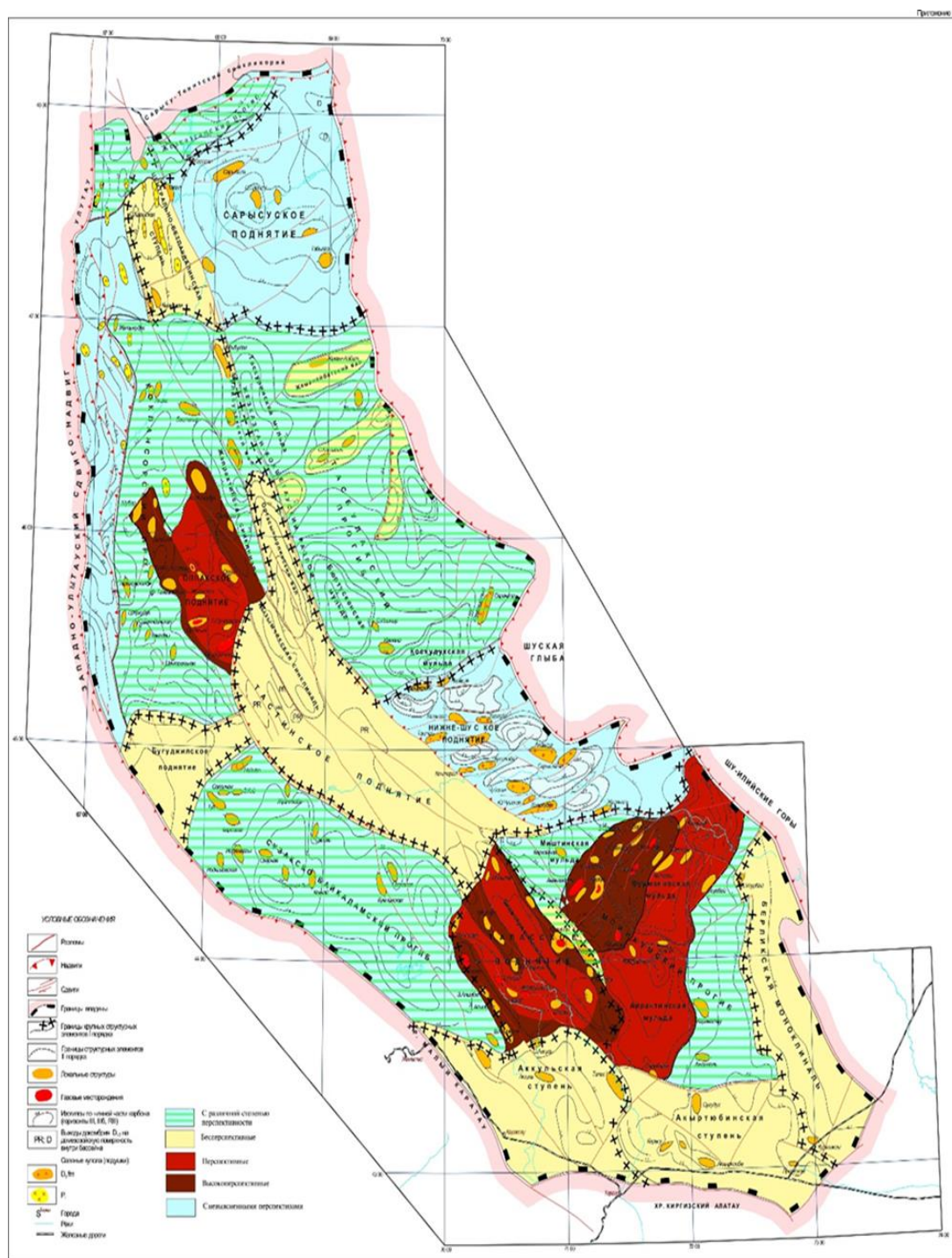


Рис. 1. Геологическое районирование на тектонической основе

С учетом дифференциации геологического строения в Чу-Сарысуйской впадине можно выделить пять типов разрезов чехла: Моюнкумский, Кокпансорский, Тасбулакский, Сузак-Байкадамский, Жезказганский.

Моюнкумский тип разреза развит в одноименной прогибе и изучен глубоким бурением достаточно детально, в связи с получением промышленного фонтана углеводородного газа из отложений нижнего карбона на Айрактинской структуре.

Моюнкумский прогиб расположен к юго-востоку от Тасбулацкого. Моюнкумский прогиб, развившийся на одноименном блоке фундамента в герцинское время, отличается от Тасбулацкого гораздо большими размерами (250*150 км), и его форма близка к изометричной. Этот блок вместе с Тасбулацким является наиболее глубоким с мощным развитием средне-верхнепалеозойских и мезокайнозойских отложений. Максимальная мощность осадочного комплекса достигает здесь свыше 4500 м. [2]

Разрез начинается с красноцветной толщи фамен - турнейского возраста, литологически представленной конгломератами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Максимальная мощность фамен - турнейской секции не превышает 600 м.

Отложения визейско - серпуховского ярусов представлены битуминизированными известняками с прослоями аргиллитов, мергелей, углистых сланцев, алевролитов и песчаников. Мощность -1200 м. [1]

Также в отложениях данного возраста выделяются удовлетворительные по емкости - фильтрационным параметрам песчано-алевритовые и карбонатные резервуары с толщами-покрышками зонального характера.

Отложения средне - верхнекаменноугольного возраста состоят из континентальных красноцветных пород, таких как песчаники, конгломераты, алевролиты. Мощность отложения достигает 700 м.

Отложения пермского возраста разделены на три тощи – соленосную, подсолевою, надсолевою. Мощность соленосной толщи достигает 950 м и представлена галитом с прослоями алевролита и песчаника. Данная толща представляет собой зональную покрышку. Мощность подсолевой толщи до 200 м, состоит из чередования красноцветных алевролитов и аргиллитов с песчаниками и редкими прослоями известняков и доломитов. Надсолевая толща имеет мощность 450 м и литологически состоит из красноцветных аргиллитов и алевролитов с прослоями песчаников. [1]

Мезозойско-кайнозойский комплекс достигает мощности до 300 м. Сложен зеленовато-серыми глинами и алевролитами верхнемелового и неоген-четвертичного возраста.

Кайнозойская группа состоит из чередования красных, зеленых и серых карбонатных глин, мергелей с прослоями ангидритов и песчаников.

На Моюнкумском прогибе открыты такие газовые и газоконденсатные месторождения как Айракты, Анабай, Малдыбай, Амангельды.

Кокпансорский прогиб, входящий в состав прогибов юго-западной зоны, расположен к югу от Жезказганского. Прогиб характеризуется субмеридиальным простиранием и ограничен на востоке Тастинским блоком. Форма Кокпансорского прогиба близка к изометричной, имеет размеры 100*180 км. Максимальные глубины залегания фундамента отмечаются в центральной части прогиба и колеблются в пределах 3000-5500 м. [2]

К Кокпансорскому прогибу приурочен одноименный тип разреза.

В юго-восточной части прогиба фаменские отложения сложены преимущественно красноцветными песчаниками, гравелитами и аргиллитами, перекрытыми галитовой толщей с прослоями аргиллитов, песчаников, доломитов и белых ангидритов. На остальной части прогиба фаменские отложения сложены только красноцветными гравелитами и песчаниками. Исходя из указанных особенностей в пределах рассматриваемого разреза выделяются подсолевые толщи-резервуары и зональная соленосно-ангидритовая покрышка с прослоями сульфатизированных известняков также и в нижнем турне. [1]

Отложения нижнекаменноугольного возраста представлены всеми своими ярусами. Турнейские отложения, мощностью до 300 м, сложены темно-серыми известняками, переслаивающиеся с аргиллитами, мергелями и алевролитами.

Визейско-серпуховский комплекс, достигающий мощности в 900 м, представлен красноцветными и серыми песчано-глинистыми породами перекрытыми сверху темно-серыми известняками с прослоями мергелей, аргиллитов, алевролитов и редко песчаниками. С трещиноватыми и поровокавернозными известняками серпуховского яруса связаны газоносные горизонты месторождений

Придорожное и Западный Опак. Средне-верхнекаменноугольный комплекс сложен чередующимися красноцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитовыми породами с гравелитами и конгломератами на границе с нижним карбоном. [1]

На данном прогибе как и на Моюнкумском различается подразделение пермского комплекса на три толщи - подсолевою, соленосную, надсолевою, мощность комплекса достигает до 2700 м.

Подсолевой комплекс относится к нижней перми, имеет мощность до 300 м, представлена переслаиванием коричневых аргиллитов, алевролитов и мелкозернистых песчаников. Мощность соленосной толщи достигает до 700 м, она сложена красноцветными засоленными аргиллитами и алевролитами с прослоями галита и песчаника. Самой большей мощностью обладает надсолевая толща 1700 м. На большей территории разреза толща сложена переслаиванием красноцветных и пестроцветных песчаников, алевролитов и аргиллитов. И только в западной и в центральной частях прогиба представлена мергелями, известняками и алевролитами. [1]

Присутствие галогенных образований, который часто переслаиваясь с терригенными породами, формируют единый терригенно-галогенный комплекс, по –видимому исключает возможность образования солянокупольных структур.

Мезозой-кайнозойская часть разреза состоит из верхнемеловых отложений, залегающих с размывом на породах верхнепермского возраста, отложения сложены красноцветными и сероцветным песками, рыхлыми песчаниками, алевролитами и глинами.

Тесбулакский прогиб, представляет систему прогибов северо-восточной зоны, является наиболее крупным и имеет размеры 200*80 км. Тесбулакский прогиб характеризуется ассиметричным строением, обусловленным разнонаправленными движениями отдельных блоков фундамента. [2]

В пределах данного прогиба развит Тесбулакский тип разреза. В юго-восточной части прогиба установлены, в полном объеме, верхнедевонские отложения, мощностью до 1500 м, характеризующиеся двумя толщами-подсоленосной и соленосной. Первая толща сложена красноцветными песчаниками и аргиллитами с прослоями алевролитов и включениями ангидритов. Соленосная толща представляет собой чередование прослоев галита, известняков, мергелей, песчаников и аргиллитов. В пределах других частей прогиба верхнедевонские отложения представлены преобладанием красноцветными песчаников и алевролитов. [1]

Нижнекаменноугольный комплекс охватывает все ярусы, имеет мощность до 1800 м, выделяется как перспективно-газоносный комплекс.

Турнейский возраст представлен переслаиванием преимущественно сероцветных известняков с прослоями аргиллитов, песчаников, мергелей и ангидритов, мощность до 400 м. Близкий литологический состав отмечается и для визейского возраста мощностью до 900 м.

Отложения серпуховского яруса, мощность которой достигает до 500 м, на южной части представлена переслаиванием аргиллитов, ангидритов и известняков. В северной части сложена преимущественно из терригенных пород. Средне-верхнекаменноугольный комплекс сложен красноцветными песчаниками, алевролитами и аргиллитами, и только юго-восточная часть характеризуется наличием сероцветных терригенных пород и известняков. [1]

Пермский комплекс, состоящий из нижней перми, мощностью до 2000 м и верхней перми, мощность до 250 м, сходен по составу с ранее описанными типами разрезов.

Мезозой-кайнозойский комплекс сложен верхнемеловыми отложениями чередующихся песков, песчаников, галечников, глин и супесей, мощностью до 250 м.

Сузак-Байкадамский прогиб, имеет близкую к изометричной форму размером 120*80 км. Этот прогиб отличается от ранее рассмотренных значительной мощностью мезозойско-кайнозойских отложений, мощность которых доходит до 800 м. Прогиб также имеет одноименный тип разреза. [2]

Верхнедевонско - турнейские отложения имеют мощность до 250 м, сложенные нижней части чередованием конгломератов, песчаников и алевролитов преимущественно красноцветных, которые перекрываются в верхней части сероцветными песчано-алевритовыми породами с прослоями ангидритов и сульфатизированных известняков.

Визейско-серпуховская часть разреза, мощность до 700 м, сложена преимущественно темно-серыми и серыми известняками, доломитами и мергелями с прослоями аргиллитов, алевролитов, песчаников, углистых прослоев и сульфатными включениями. Данный разрез выделяют как перспективный газоносный комплекс, так как ранее при бурении были зафиксированы газопроявления углеводородных газов. [1]

Средне-верхнекаменноугольные отложения представлены красноцветными и светло-серыми песчаниками, алевролитами с подчинёнными прослоями аргиллитов, мощностью до 250 м. С этой частью разреза связывают проявления азотно-метановых газов.

Отложения пермского возраста аналогичны с ранее рассмотренными типами разрезов.

Мезокайнозойская, как ранее говорилось достигает мощности до 800 м, что превышает мощности ранних типов разрезов. Мощность заметно увеличивается в Сузакском прогибе. Увеличение происходит, главным образом, за счет возрастания мощности палеогена при сохранении общего ее стратиграфического диапазона.

Жезказганский тип разреза развит в одноименном прогибе и является наименее изученным. Жезказганский прогиб расположен в северной части Чу-Сарысуйской впадины, в целом имеет субмеридиальное простирание.

Верхнедевонские отложения, судя по выходам, сложены морскими, преимущественно карбонатными породами, которые переходят в южной части прогибы в красноцветные терригенные комплексы. Предположительно мощность данного комплекса может достигать до 500 м.

Нижнекаменноугольные отложения, с предполагаемой мощностью до 1500 м, сложены переслаивающимися известняками с прослоями серых песчаников, алевролитов, аргиллитов. Средне-верхнекаменноугольные отложения, мощностью 350-400 м, целиком представлены зелеными и красноцветными песчаниками с прослоями аргиллитов.

Данный тип разреза отличен от предыдущих отсутствием соленосных отложений и разделением на толщи. Нижнепермские отложения имеют мощность до 700 м, в нижней части сложены красновато-бурыми известковистыми алевролитами, песчаниками и аргиллитами с включениями гипса и ангидрита, а в верхней части сложены зеленоватыми и красноцветными песчаниками и алевролитами с прослойками мергелей. Верхнепермские отложения представлены темно-серыми, местами битуминизированными мергелями с поропластами известняков и аргиллитов, мощность пласта до 700 м. [1]

Мезокайнозойские отложения, мощностью до 300 м, представлены алевролитами, глинами, песками, конгломератами.

Выводы

Особенности разреза осадочного чехла Чу-Сарысуйской впадины с позиции влияния их на формирование углеводородного потенциала, рассмотренные в данной работе, позволяет сделать важные выводы:

- характер развития зональной соленосности и локальных покрывок свидетельствует об ограниченных возможностях формирования зон нефтегазоаккумуляции и локального контроля газоносности;

- перспективные генерационные толщи характеризуются в целом довольно бедным содержанием органического вещества в наиболее важной нижнекаменноугольной части разреза и локальных зонах развития морских отложений фаменского возраста;

- резко сокращена площадь развития отложений в девон-каменноугольной части разреза, которая могла бы рассматриваться в качестве перспективных генерационных толщ, что оказывает прямое влияние на формирование углеводородного потенциала данного бассейна;

- отсутствие региональной покрывки в пределах бассейна ухудшает условия регионального нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции. [1]

Проведенное сравнение одноименных бассейнов позволило выделить зоны наиболее перспективных для поисков месторождений газа. Но сделанные выше выводы усложняют возможность вести работы, и даже при возможных перспективах встает вопрос об экономической целесообразности проведения поисков, так как данные осложнения требуют дополнительных финансовых, трудовых и технических ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Воцалевский Э.С., Даукеев С.Ж., Коломиец В.П., Комаров В.П., Парагульгов Х.Х., Пилифосов В.М., Шлыгин Д.А. - Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Нефть и газ. 3 том-Национальная АН Республики Казахстан, Алматы, 2002, 248 с.

[2] Ли, Александр Бонович, Тектоника и перспективы нефтегазоносности Южного Казахстана, АН КазССР. Ин-т геол. наук им. К. И. Сатпаева. - Алма-Ата : Наука, 1975. - 220 с

[3] <http://earthpapers.net/osnovnye-etapy-razvitiya-i-osobnosti-famen-rannekamennougolnogo-sedimentogeneza-chu-sarysupskoy-vpadiny>

[4] http://www.searchanddiscovery.com/pdf/documents/2015/10711blackbourn/ndx_blackbourn.pdf.html

- [5] Абдулин А.А. и др. Особенности строения и перспективы нефтегазоносности южной части Тургайского прогиба // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1983. № 4.
- [6] Геология нефти и газа. Труды МИНХ и ГП, вып. 43, Москва, Гостоптехиздат, 1963.
- [7] Оздоев СМ., Парагульгов Х.Х. Геодинамические условия формирования нефте-газоносных комплексов рифтогенных зон Северного Устюрта и Восточного Казахстана. Изв. НАН РК. Сер. геол. 2006. № 4.
- [8] <http://vestnik.kazntu.kz/files/newspapers/51/1554/1554.pdf>
- [9] <http://geology.mid.gov.kz/ru/pages/neftegazonosnaya-oblast-shu-sarysuyskaya-vpadina>
- [10] Максимов С.П. Нефтяные и газовые месторождения СССР. Книга 2. Недра, Москва, 1987 г., 258 стр.
- [11] Методичка УГТУ. Залежи нефти и газа в ловушках, 2002 .
- [12] Ермолкин В.И., Керимов В.Ю., Геология и геохимия нефти и газа, Издательский дом «Недра», М., 2012, 460 с.
- [13] Peter K.Link. Basic petroleum geology, 3rd edition . Published by PetroSkills, 443 pages, 2007
- [14] Norman J. Hyne, Nontechnical guide to petroleum geology, exploration, drilling ,and production, 3rd edition. 724 pages, March 2012

Маденова А.Ә., Абдрахманов М.К., Узбекғалиев Р.Х.

Геологиялық құрылымның саралануын ескере отырып, Шу-Сарысу түбегіндегі литологиялық ерекшеліктері.

Түйіндеме: Бұл мақалада литологиялық ерекшеліктері кенішінің қапты Шу –Сарысу ойпатының ескере отырып, саралау геологиялық құрылымы қарастырылады. Сол атпен литологиялық талдау жүргізілді. Шу-Сарысу аймағының көтерілу аймағы - орта-жоғарғы палеозой және мезозой-кайнозойлық құрылымдардың құрылымын анықтайтын депрессияның негізгі құрылымдық элементі. Оңтүстік-шығыстан солтүстік - батысқа қарай едәуір қашықтықта байқалатын бұл аймақ шөгінді қабатта екі ауытқудың кеңейтілген аймақ құрайды: солтүстік-шығыста Тасбұлақ, Жезқазған ,Мойынқұм, және оңтүстік-батыста- Кокпансор, Созақ, Байқадам шұңқырлары бар

Түйінді сөздер: Шу – Сарысу шұңқыры, Созақ-Байқадам түріндегі бөлім, тау жыныстарының қалыңдығы, Пермь жасындағы кен орындары, литология.

Madenova A.A., Abdrakhmanov M.K., Uzbekgaliev R.H.

Lithological features of Chu-Sarysu depression`s section taking into account the differentiation of the geological structure.

Summary: This article is considering the lithological features of the drill log of the Chu-Sarysu valley based on the differentiation of the geological structure. An analysis of lithology was carried out over the same hollows. The Chu-Sarysu zone of uplifts is the main structural element of the depression, which determines the structure of the Middle-Upper Paleozoic and Mesozoic-Cenozoic formations.

This zone of uplifts is traced at the considerable distance from the south-east to the north-west and forms two extended areas of deflections in the sedimentary cover: the north-east with the Tasbulak, Zhezkazgan and Moyunkum troughs and south-west, which include the Kokpansor, Suzak, Baikadam troughs

Key words: Chu-Sarysu valley, Suzak-Baikadamsky type of section, thickness of rocks, deposits of Permian age, lithology.

UDC 005.591.452

S.K. Mukhayeva¹, A.M. Esentai¹, D.E. Babashova¹, M.E. Ermakhanbetova¹, Zh.B. Omarova²

(¹Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan

²Kazakh National Technical Research University after K.I.Satpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: symbat_94_26@mail.ru)

MECHANISMS OF DEVELOPMENT OF INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEMS AND MAIN PROBLEMS OF INTEGRATION

Abstract. In the current market conditions, the issues of improving the quality of products and rendering services are becoming more relevant. For effectively achievement of quality objectives, the most companies implement integrated management systems that meet the requirements of two or more international standards that ensuring the effective operation of the company.

The prerequisites for creation of integrated management systems at enterprises are considered in the article. Taking into account possible cause-effect relationships, the structure of effects obtained by the organization when using this management tool is determined. The problem of absence of the generally recognized model of the integrated management system, harmonized with the general management system at the enterprise, is indicated. To solve this problem, the model of an integrated management system that meets these requirements is proposed. This model can be used in both cases of creation or reorganization of the enterprise, and if it is finalized by the requirements of certain international standards, including quality management systems.

Key words: integrated management systems, model of IMS, implementation of IMS problems of integration, advantages of IMS.

The standards of the ISO 9000 family have resulted into a significant worldwide phenomenon, given a quite impressive popularity of documented quality management systems and quality practice in so many countries and different kinds of organizations. Some conceptual and empirical studies support the thesis that the quality practice and in-novation are rarely supportive to each other [1].

A management system is the way in which an organization manages the inter-related parts of its business in order to achieve its objectives. These objectives can relate to a number of different topics, including product or service quality, operational efficiency, environmental performance, health and safety in the workplace and many more [2].

The most important condition for the successful development of the economy today is the production of competitive products. The basis of competitiveness is quality. Consumer surveys show that among all indicators of competitiveness (price, delivery time, service, etc.), the quality determines the choice of products by 70%. The process of globalization in the economy exacerbates competition, as the expansion of the market allows the purchaser to choose the goods of all world producers. As a result, each of them competes with the rest in a certain field. In such conditions, only those who survive are able to provide high quality at a low price [3].

There are a few reasons why implementation of management systems is beneficial for the organizations [4]:

1. It allows the organizations to decrease the extent of documentation and bureaucracy which arises due to work organizing and control, referring to separate procedures or different standards;

2. It allows saving resources, entrusting the management of the integrated management system to one leader instead of appointing separate leaders to each and every management system, including the certificated one;

3. It allows carrying out an internal and external audit more clearly and effectively;

4. It promotes concentrating on the organization's activity improving and the strengthening of connections between quality, employee health and safety and social responsibility.

Understanding and managing interrelated processes as a system contributes to the organization's effectiveness and efficiency in achieving its intended results. This approach enables the organization to control the interrelationships and interdependencies among the processes of the system, so that the overall performance of the organization can be enhanced [5].

The success of an environmental management system depends on commitment from all levels and functions of the organization, led by top management. Organizations can leverage opportunities to prevent or mitigate adverse environmental impacts and enhance beneficial environmental impacts, particularly those with strategic and competitive implications. Top management can effectively address its risks and opportunities by integrating environmental management into the organization's business processes, strategic direction and decision making, aligning them with other business priorities, and incorporating environmental governance into its overall management system [6].

Organizations of all kinds are increasingly concerned with achieving and demonstrating sound occupational health and safety (OH&S) performance by controlling their OH&S risks, consistent with their OH&S policy and objectives. They do so in the context of increasingly stringent legislation, the development of economic policies and other measures that foster good OH&S practices, and increased concern expressed by interested parties about OH&S issues [7].

Integrated Management System (IMS) is understood as part of the general management system, the elements of which meet, among other things, the set of requirements of two or more international management standards (ISO 9001, ISO 14001, ISO 26000, OHSAS 18001 and etc.) functioning as a single whole, aimed at achieving the overall goals of the organization. Harmonization of the requirements of international standards with the requirements of other interested parties to elements of IMS allows eliminating contradictions and duplication in the overall system of enterprise management. The most often for the creation of IMS are the standards for management systems in the field of quality, ecology, labor protection, information security.

Due to the varying nature of specific core strengths and competencies of firms, an IMS that works well for one organization may not work for another; a true IMS would therefore be one that has been designed specifically for that organization [8].

An integrated management system is a management system that integrates all components of a business into a coherent system that leads to the goals and mission of the organization. The integrated management system aimed at planning "from one end to the other" and the integrated implementation, verification and evaluation of diverse aspects as possible, such as quality, environment, security, knowledge, marketing etc. [9].

The implementation of an integrated management system at an enterprise can eliminate following problems that arising when the following standards are implemented sequentially or in parallel:

- coincidence of processes, documents, functions of units and posts;
- fuzziness of interactions between systems: quality management, environment, safety and health;
- complexity of the perception of the management system by company management, and, accordingly, the low effect of planning, control and management;
- time-consuming procedures for introducing standards in the company;
- significant resource requirements, labor intensity and with the parallel implementation of groups of standards,
- process of monitoring the efficiency of the integrated management system at the enterprise [10].

At present, standardized approaches have been developed for many activities of the organization. A large number of existing international standards, describing this or that management system, speaks about the need for their integration among themselves, as well as integration into the overall management system of the enterprise. There are not many integrated management systems (IMS), which is explained by the insufficiently developed theoretical base in this field.

Standardizing integrated management systems with common documentation is difficult due to the variety of organizational goals and characteristics and the uncertainty of management, which is influenced by a changing external environment. Talking about the coordination and supervision of management systems, it should be marked, that this activity is complex, requiring constant redesigning and at the same time innovations in separate management areas. Long-term united efforts of strategic level leaders and high level of organizational maturity is required to ensure fluent stages of planning, preparing the documentations (policies, procedures, orders), implementation and realization of integrated management systems [11].

Integration of various management systems is accompanied by the emergence of a synergistic effect, i.e. The ISM is more than the sum of its constituent parts. Consider the advantages of ISM in relation to the separate use of management systems:

1. Decreasing of functional disunity between different management systems;
2. Reducing of costs for developing, operating and certifying IMS through elimination of duplication of work;
3. Less laboriousness in the creation of the IMS;
4. Less internal and external links;
5. Less documentation;
6. Improving of image of the organization, maintaining of more active public relations, increasing of investor confidence, since not many enterprises have integrated management systems;
7. Receipt of more interesting practice by internal auditors.

It should be noted that with a sufficiently large number of developments related to creation of management systems based on international standards, there are no generally accepted methods that ensure the effectiveness of IMS.

A generalization of practical approaches to development of integrated management systems, cited in various sources, is presented in picture 1. Simultaneous introduction of management systems is more economical and at the same time more complicated process.

Typical stages of the creation of IMS are presented below, and in general are similar to the composition of works proposed for the creation of quality management systems:

1. Initiation of works on the creation of IMS.
2. Conduction of evaluation audit for compliance with the requirements of management system standards.
3. Planning and conducting of training activities to requirements of IMS.
4. Planning of works on project of IMS creation.
5. Development of IMS (based on the process approach and the PDCA cycle).
6. Implementation of IMS.
7. Performance Review and Final Evaluation.
8. Certification of IMS.

The absence of a generally accepted ISM model explains the great attention of specialists to its development. An analysis of the current approaches to solving this issue made it possible to identify the following main trends:

1. As a mandatory element of IMS, quality management is considered in accordance with the requirements of the ISO 9000 series. The selection of the ISO 9000 standards as the basis of the IMS is explained by the fact that over the past 50 years the quality concept has expanded to become a general management concept. As a result, problems of forming, developing and improving the quality management system have been increasingly replaced by problems of building a general management system based on quality criteria. The reason for this is that in fact there is no longer any aspect of managing an organization that is not directly related to quality problems. Therefore, quality management is increasingly perceived as a system of criteria by which the system of general management of the organization is created and used, developed and improved. On the other hand, most of the standards for management systems involve the implementation of activities based on the process approach to management, which is one of the basic principles of ISO 9000 standards.

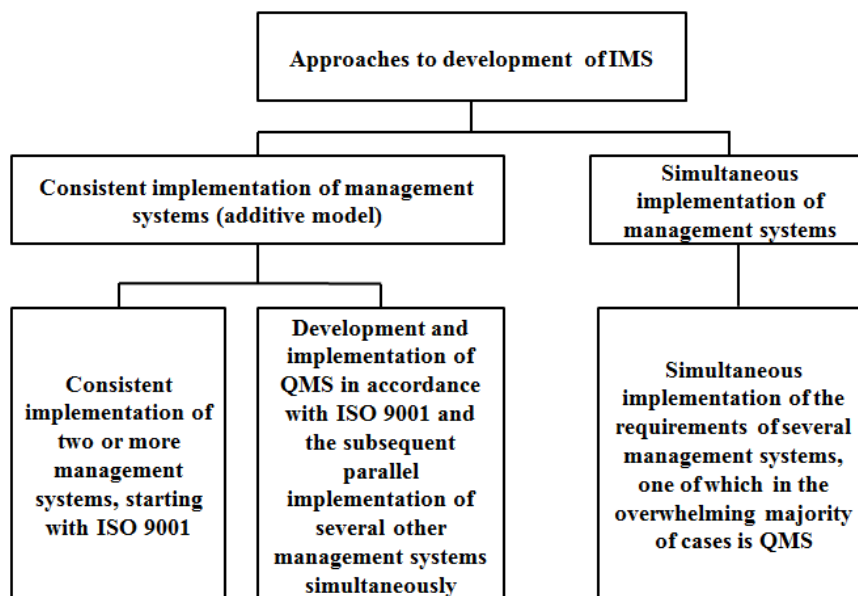
2. As other standards, the requirements of which are taken into account in the construction of the IMS, the standards in the field of ecology and labor protection are generally the most universal from the point of view of application in enterprises of all industries.

3. The possibility of using various standards for the creation of the IMS (taking into account the trends associated with the expansion of the composition of management objects and the harmonization of requirements between them).

4. All model authors pay attention to the fact that the basis of the IMS is a process approach implemented through the PDCA cycle.

5. Most of the models proposed by the authors do not reflect the relationship between the IMS and the general management system, they do not disclose the structural interaction of these systems.

The latter explains the fact that research on the development of methodological and methodological aspects of integrating the IMS into a common management system is now becoming more relevant, and the range of solutions offered is quite extensive. For example, Repin V.V. and Eliferov V.G. [12], noting the high risk of creating autonomous systems, propose that the organizational structure existing in the enterprise (in particular, existing functional units) be used as the basis for implementing the process approach and implement the following algorithm, consisting of 2 main stages.



Picture 1. Approaches to the creation of IMS

At the first stage, the authors propose to single out the organization's network of processes, taking the existing processes within the functional units as the main element of such a network, to regulate them, to define a system of indicators for the assessment of processes and to manage them based on the PDCA cycle. At the second stage it is proposed, if it is advisable, to proceed to the identification of end-to-end processes, the appointment of owners and the definition of their responsibilities and authorities, to update the indicator system to manage end-to-end processes, taking into account the PDCA cycle.

Given a certain level of competence in the development and implementation of the IMS, they can become a common tool for effective management of various aspects of the enterprise's activities - production, environmental, social, information, financial, etc.

However, integrated management systems can only be implemented in integrated planning, active participation from the very beginning of personnel involved to ensure the improvement of processes. Integrated management depends on the behavior of each member of the staff and the non-set culture of their work in the team throughout the process. That is why the organizational planning of these levels is one of the main conditions for the implementation of any management systems.

In some cases, one can note the low effectiveness of QMS as a consequence of the autonomy of its existence with respect to a common management system and suggests a way to solve this problem, which consists in the scientific, methodological and organizational study of the issues of integrating quality management systems into the enterprise management system as a whole and developing recommendations on this basis for enterprises.

The need to integrate management systems based on international standards as a necessary prerequisite for their effectiveness increases the mechanism of creating such a system as follows [13]:

- selection of management objects (based on the using of the concept of "Balanced Scorecard");
- selection of parameters adequate for these objects, and appropriate criteria for estimating these parameters on the basis of accounting
- the requirements of stakeholders and the classification of the latter to target and resource, scarce and ineffective;
- the actual control based on the selected parameters.

A holistic methodological approach to the development and implementation of the mechanism for integrating management systems into a common management system is based on the following principles [14, 15]:

- construction of the system "in three dimensions": subject, hierarchical and functional;
- the maximum possible using of existing approaches, indicators, processes, infrastructure elements;
- harmonization of requirements for objects in the overall system of enterprise management with the requirements of international standards for individual management systems of individual facilities;

- Unity (or similarity) of units of measurement used in the system of quality indicators of management objects and evaluation of each of them (if possible) from two sides: the magnitude of the potential and the degree of its using;

- the complexity and continuity of the operation of the control mechanism.

This voluminous model of the enterprise management system, based on the generally recognized classical approaches to management, suggests the possibility of integrating into it from within, and not in parallel the management systems of various objects [14, 15].

At the same time, in this model, there are no criteria for identifying control objects that constitute an objective attribute for use in enterprises. In our opinion, such criteria can be the following:

1. Definition of management objects based on the most common approaches to management, which should ensure both clarity of the selection of basic control objects, and the logic of expanding or narrowing their list.

2. The general existing management practice with the identification of such generally recognized objects as production (service), production activities, resource management.

3. Presence of international (or equivalent) standards for the management systems of individual objects.

Based on the comments made, it is possible to propose the following enlarged list of management objects in the model of an integrative management system (picture 2):

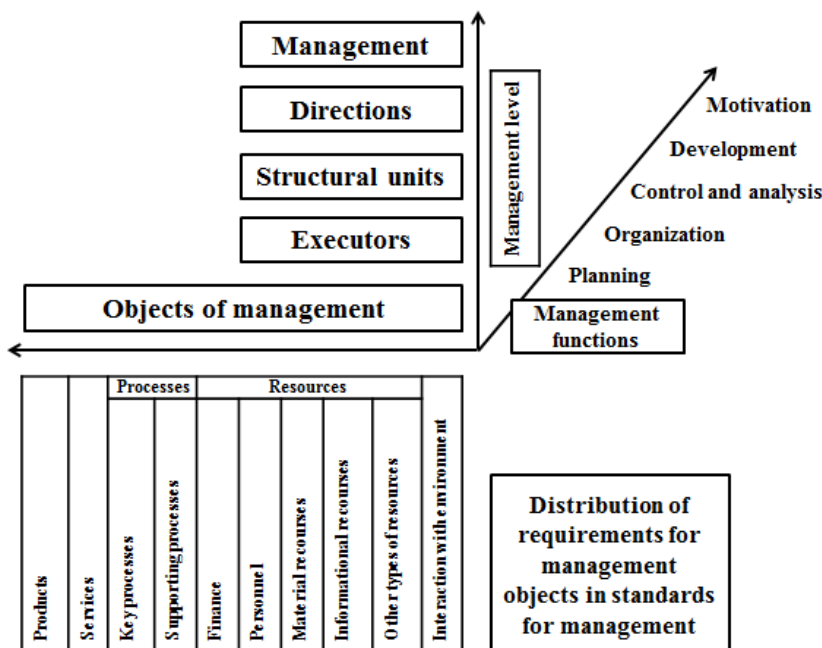
1. Products and / or services

2. Processes: basic and auxiliary.

3. Resources: finance, personnel (always mandatory), material, information (software), etc. depending on the specifics of the enterprise;

4. Interaction with environment.

It is possible to conduct deeper detail within each of the groups of objects represented, which may be due to both internal needs of the enterprise and external requirements, for example, international standards.



Picture 2. Model of integrated management system

Such objects of management as projects, knowledge, changes, risks, innovations, internal environment, can be considered as relating to already selected objects of management and realized through the corresponding functions and levels of management.

The need for their separation is determined by the type of activity of the enterprise and is decided in each case individually. An important point in the description of the control system is not only the description of its constituent elements, but also the relationships between them. In this model, communication and decision-making processes act as connections, which in turn determine such intangible characteristics of the management system as corporate culture, management style, etc.

Thus, the proposed changes in the model of an integrative management system make it more structured relative to the basic "control object", with the most common management objects, as well as their detailing. This model can be adapted to the activities of a particular organization, taking into account the following groups of factors:

- technical factors (enterprise scale, complexity of products and technological processes, nature of information flows, etc.);
- organizational and economic (the nature of the links between the levels and levels of government, the degree of centralization of functions, the culture of cadres, etc.);
- socio-psychological (social culture and relationships in the team);
- external relations and conditions (characteristics of cooperation, supply and marketing system, climatic and natural conditions).

Also this model can be used both in cases of creation and / or reorganization of the enterprise, and in case of its completion by the requirements of certain international standards, including quality management systems.

All of the above allows us to use the above model of an integrative management system as a basis for building an integrated management system in accordance with the requirements of international standards.

REFERENCES

- [1] Cole, R. E., 2003. New Organizational Designs for Sustainable Quality Improvement. Quality Management and Organisational development – Focusing in Sustainable development, Conference Proceeding, Paris.
- [2] <https://www.iso.org/management-system-standards.html> date of application: February 15, 2018
- [3] Kane M. M., Ivanov B. V., Koreshkov V. N., Skhirtladze A. G. Sistemy, metody i instrumenty menedzhmenta kachestva: Uchebnoe posobie. – SPb.: Piter, 2008. – 560 p.
- [4] Douglas, A., Glen, D. Integrated management system in small and medium enterprises. Total Quality Management, 2000, Vol.11 (4-6), p. 686-90
- [5] ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements - 5th edition
- [6] ISO 14001:2015. Environmental management systems – Requirements with guidance for use – 3rd edition
- [7] OHSAS 18001:2007. Occupational health and safety management systems – Requirements
- [8] Asif M., Bruijn E.J., Fisscher, O.A.M. Searcy, C. & Steenhuis H.J., 2009. Process embedded design of integrated management systems. International Journal of Quality & Reliability Management, 26 (3): p. 261-282
- [9] Olaru, M., Rizea, C., Sava, T. (2011) Promoting the concept of social responsibility by sme's in Romania, in the context of concerns the implementation of integrated management systems, in: Editor CostacheRusu, Proceedings of The 7th International Conference on Management of Technological Changes - MTC, 1-3 September 2011, Alexandroupolis, Grecia
- [10] Kupriyanov, A.V. Kontrol' effektivnosti funktsionirovaniya sistem upravleniya kachestvom i bezopasnost'yu na predpriyatiyakh pishchevoy promyshlennosti // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2016. - № 6 (chast' 2). – p. 294-298.
- [11] Bernardo, M., Casadesus, M., Karapetrovic, S., Heras, I. How integrated are environmental, quality and other standardized management system. An empirical study. Journal of Cleaner production. 2009, Vol. 17, p. 742–750. British Standards Institution. PAS 99:2006.
- [12] Eliferov V.G., Repin V.V. Biznes-protsessy: Reglamentatsiya i upravleniye: Uchebnik. — M.: INFRA-M, 2014.— 319 p.
- [13] Kabakov YU. Postroenie sistemy menedzhmenta organizatsii: 1 sistema, 2 sloya, 3 shaga, 5 graney, 8 printsipov // Standarty i kachestvo. – 2006. – №4. – p. 70-75.
- [14] Gafforova E..B. Integrativnyye sistemy menedzhmenta na osnove kachestva: organizatsionnyye i metodologicheskie predposylki: Monografiya. - M.: Izd-vo: Yevropeyskiy tsentr po kachestvu; Vladivostok: Izd-vo TGEU, 2006. – 224 p.
- [15] Gafforova E..B Klyuch k razresheniyu protivorechiy — edinaya sistema menedzhmenta predpriyatiy na osnove kachestva // Standarty i kachestvo. – 2006. – № 10. – p. 74-77.

Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабашова Д.Е., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.

Интеграцияланған менеджмент жүйелерінің қалыптасу механизмдері мен интеграциялаудың негізгі мәселелері

Түйіндеме. Қазіргі таңдағы нарықтық жағдайларда өнім мен көрсетілетін қызметтің сапасын арттыру өте өзекті мәселелердің біріне айналууда. Көптеген компаниялар сапа саласындағы мақсаттарына тиімді жолмен жету үшін екі немесе одан көп халықаралық стандарттардың талаптарына жауап беретін, компанияның нәтижелі түрде әрекет етуін қамтамасыз ететін интеграцияланған менеджмент жүйелерін енгізуде.

Мақалада кәсіпорындарда интеграцияланған менеджмент жүйелерін құрудың алғышарттары қарастырылған. Мүмкін болатын себеп-салдарлы байланыстарды ескере отырып, ұйыммен осы басқару құралын қолда-

ну нәтижесінде алынатын әсердің құрылымы анықталған. Кәсіпорынның жалпы менеджмент жүйесімен үйлестірілген, көпшілікпен қабылданған интеграцияланған менеджмент жүйесі үлгісінің жоқтығына қатысты мәселе белгіленген. Осы мәселені шешу мақсатында берілген талаптарға жауап беретін интеграцияланған менеджмент жүйесінің үлгісі ұсынылды. Бұл үлгі кәсіпорынды құру немесе қайта құру, сонымен қатар оны жеке халықаралық стандарттар, сонымен бірге сапа менеджмент жүйесі саласындағы стандарттардың талаптарына сәйкес жетілдіруде де қолданыла алады.

Негізгі сөздер: интеграцияланған менеджмент жүйелері, ИМЖ моделі, ИМЖ-ны енгізу, интеграциялау мәселелері, ИМЖ-ның артықшылықтары

Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабашова Д.Е., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.

Механизмы формирования интегрированной системы менеджмента и основные проблемы интеграции

Резюме. В нынешних рыночных условиях вопросы повышения качества продукции и оказываемых услуг становятся всё более актуальными. Для эффективного достижения целей в области качества большинство компаний внедряют интегрированные системы менеджмента, отвечающие требованиям двух или более международных стандартов, обеспечивающих результативное функционирование компании.

В статье рассмотрены предпосылки создания интегрированных систем менеджмента на предприятиях. С учетом возможных причинно-следственных связей определена структура эффектов, получаемых организацией при использовании данного инструмента управления. Обозначена проблема отсутствия общепризнанной модели интегрированной системы менеджмента, гармонизированной с общей системой менеджмента на предприятии. Для решения данной проблемы предложена модель интегрированной системы менеджмента, удовлетворяющая этим требованиям. Эта модель может быть использована как в случаях создания или реорганизации предприятия, так и в случае его доработки требованиям отдельных международных стандартов, в том числе на системы менеджмента качества.

Ключевые слова: интегрированные системы менеджмента, модель ИМС, внедрение ИМС, проблемы интеграции, преимущества ИМС.

UDC 005.591.452

**S.K. Mukhayeva¹, A.M. Esentai¹, D.E. Babashova¹, T.K. Sagat¹,
M.E. Ermakhanbetova¹, Zh.B. Omarova²**

¹Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan

²Kazakh National Technical Research University after K.I.Satpaev, Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: symbat_94_26@mail.ru)

QUANTITATIVE APPROACHES IN ASSESSMENT OF QUALITY SYSTEMS EFFICIENCY

Abstract. Currently, the implementation, management of quality systems are the main tools to ensure customer satisfaction and maintain the competitiveness of any enterprise or company. In this regard, the issue of assessing the effectiveness of quality systems is very relevant. At the same time determination of quality indicators of products, performance indicators in the quality management system is playing an important role.

The complexity of the problem of analysis and assessing of effectiveness of quality systems depends on their multidimensionality and versatility. The requirements of QMS standards require from organizations assessing of effectiveness of their processes.

Quantitative approaches in assessing the effectiveness of quality systems, which allow the company to monitor, analyze the dynamics of performance indicators are considered in this article. Such approach has a number of advantages as visibility, simplicity of calculation and allows assessing effect of wasted resources.

Key words: quality systems, quality systems efficiency, quantitative approaches, increasing of efficiency, integrated management systems.

Total Quality Management (TQM) describes a management approach to long-term success through customer satisfaction. TQM system refers not only to the quality of products, but also includes the quality of the services sector [1].

The key elements of the concept of the TQM are [2]:

- focus on the consumers;
- continually increasing customer satisfaction;
- continuous reduction of real costs;
- a systematic approach;

- horizontal integration of functions and classes;
- participation of all employees;
- inclusion of supply chain and customer chain.

The contributions of Deming, Juran and Crosby to improving total quality management have had a most important impact on managers and organizations around the world [3].

There are a wide variety of definitions to quality. Walter Shewhart defined quality as the goodness of product. Later this definition has been broadened to suit better both products and services. A query was conducted for numerous of manager in the United States to state their definition of quality. The following nine definitions were the most popular [4]:

- 1) Perfection
- 2) Consistency
- 3) Eliminating waste
- 4) Speed of delivery
- 5) Compliance with policies and procedures
- 6) Providing a good, usable product
- 7) Doing it right the first time
- 8) Delighting or pleasing customers
- 9) Total customer service and satisfaction.

Quality management is the main tool of achieving customer satisfaction and improving of competitiveness of any companies. At the same time, the success of quality management directly depends on the ability to determine quantitative product quality indicators, also to determine the performance and efficiency indicators of business processes in the quality management system (QMS).

The adoption of a quality management system is a strategic decision for an organization that can help to improve its overall performance and provide a sound basis for sustainable development initiatives [5].

The problems of how to determine the effectiveness of the management system of almost any industrial enterprise began to emerge immediately after their introduction in production, and this problem became particularly topical as the ISO 9000 standards were widely applied in the practice of enterprise management.

Carrying out the analysis of the work of any enterprise, it is necessary to take into account the performance indicators of the management system. Currently, there are three main approaches to assess existing indicators - a quantitative approach, organizational and managerial and ranked.

Analysis of the effectiveness of the management system and the definition of indicators performed using the organizational and management approach begins with a description of the functional tasks of the main management structures, with the definition of performance indicators of organizational links, with the determination of how the enterprise is provided with human resources, with the assessment of the professional qualities of the employees of the enterprise and changes in the staff, with the clarification of the indicators of the causes of employee turnover.

The model of the quality management system based on the international standard ISO 9001: 2000 is universally recognized in the world. It is being introduced at enterprises of any form of ownership and size, working in different countries and sectors of the economy. The standard has gained such wide popularity due to its universality and approaches to quality management, which showed their effectiveness in practice.

Today, the basis for ensuring the competitive advantage of an enterprise on the market is the continuous improvement of its management system and products. The ISO 9000 series standards orient the organization to continually improve performance and meet the requirements of all interested parties to the fullest. QMS is an important factor of competitiveness, although not its guarantor. The presence of a QMS from a manufacturer means in market language the ability of a given enterprise to ensure compliance with the requirements of consumers, regulatory requirements on the part of the state and the requirements imposed by the organization on its own activities. In accordance with the general provisions of the standard, this is the main purpose of the quality management system. Thus, the ISO 9001 standard allows an enterprise to lay the foundation for its competitiveness and build on its basis a successful development strategy.

Modern enterprises operate in constantly changing market conditions. In a competitive struggle, only those companies that can quickly adapt to changes in the external environment are able to survive. In this regard, the quality management system should be flexible, quickly "customizable" to change the requirements of parties interested in the activities of the enterprise. Only such a management system can become a useful tool in the hands of the company's management. Therefore, the standard requires the development and improvement of QMS.

Conducting an assessment of the effectiveness of the management system using the organizational and management approach is carried out by an expert method, mainly on qualitative indicators, which in most cases are quite diverse:

- expenses for the maintenance and activity of the administrative apparatus;
- a set of specific and general functions and management objectives;
- organizational structure of management;
- characteristics and indicators of the management process;
- methods of management and development of management systems;
- quantitative and qualitative composition of technical management tools.

When methodical approach to the procedure for assessing the effectiveness of the quality management system can be used to choose from a number of ways:

- choosing an object for evaluating performance (an element, process, procedure, or management system as a whole) based on which target installations the enterprise has;
- choosing of criteria for assessing the effectiveness of the management system, which most fully meet the requirements of sufficiency in the assessment of the object, as well as the objectives of continuous improvement of activities;
- choosing of method of measuring the performance indicators of the entire management system in accordance with the selected criteria;
- determination of whether it is possible to achieve the established criteria for the effectiveness of the quality management system, comparing their criteria with performance indicators.

Very important in the management practice of modern enterprises acquire the methods of expert evaluation of the effectiveness of the quality management system in the process of certification audit and in the procedure of self-evaluation.

In business practice, the audit of quality management systems was applied when, at the end of the twentieth century, the notion of "Enterprise Diagnostics" arose and the first edition of ISO 9000 standards began to appear. The ISO 9000 standard defines the concept of "audit" as a systematic and documented process of obtaining results verification, as well as their objective assessment for determining the level of implementation of all agreed criteria.

Also, the method of determining effectiveness is used based on the degree of compliance with the requirements of ISO 9001. Why use the results of audits (both internal and third party audits). For example, data obtained as a result of internal audits of the quality management system. Internal audits, with all their merits, also have a number of significant deficiencies, in particular, audits are selective, the result of audits largely depends on the qualification and motivation of the auditors, and they themselves need to assess the effectiveness. If in the course of the audit there are discrepancies, the owner of the process develops a plan of corrective actions with indication of responsible executors, deadlines for implementation. During the implementation of corrective actions, monitoring is carried out. At the end of the implementation period, a second check is conducted, a conclusion is made about the effectiveness of corrective actions. If corrective actions are recognized as effective, the discrepancy is closed. If corrective actions are ineffective, then a new corrective action plan is developed. The results of internal audits are used by senior management for periodic analysis of the effectiveness and effectiveness of QMS.

The benefits of an effective management system to an organization include [6]:

- More efficient use of resources and improved financial performance,
- Improved risk management and protection of people and the environment, and
- Increased capability to deliver consistent and improved services and products, thereby increasing value to customers and all other stakeholders.

New versions of QMS standards lead the company from the consumers' satisfaction of to the satisfaction of all stakeholders, from information technologies to knowledge management, from continuous improvement of processes to innovations, especially in the field of management.

Quality management systems are one of the most effective tools for companies to increase competitiveness. This issue has been studied for a long time since Dr. Edward Deming and Dr. Joseph Juran have started their studies and practical implementation of quality management and quality thinking in the companies 60 years ago. Although it was long time ago this topic is still very important these days because quality management systems are still effective and scientists are still researching this question. If we look at some recent publications than topical issues are: motives, benefits and strategic results from of ISO 9001 and impact on perception of customers [7].

Different parts of management system of organization can be integrated together with the quality management system into a unified management system using general elements. This can facilitate planning, allocating of resources, identifying of additional goals and assessing of overall performance of organization.

Successful support of managerial decision-making is critically dependent upon the availability of integrated, high quality information, organized and presented in a timely and easily understood manner [8]. Integration is the unification of any parts or elements in the development process. An integrated management system should be understood as part of general management system of organization that meets to requirements of two or more international standards of management systems and functioning as a whole entity.

The concept of competitiveness thus involves static and dynamic components: although the productivity of a country clearly determines its ability to sustain a high level of income, it is also one of the central determinants of the returns to investment, which is one of the key factors explaining an economy's growth potential [9].

The existing international standards (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001) have many similarities (a general structure) based on the using of universal Shewhart-Deming cycle (PDCA): development of policies and objectives in the field of quality, management of documentation and records, training of personnel, communication, monitoring and measurement, audits, management of non-conformances, corrective and preventive actions, management analysis. At the same time, international practice requires from companies to implement ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 standards in an integrated way.

The businesses must become highly effective through understanding their customer's needs through training of employees to develop specific skills [10].

The effectiveness is determined by the standards of ISO 9000 series as the level of implementation of the planned activity and achievement of the planned results. Efficiency, according to ISO 9000 standard, is the ratio of achieved results and used resources. Thus, efficiency - the relative effect (efficiency) of the process, defined as the ratio of the effect (result) to the costs that caused (provided) its receipt [11].

A performance measurement system can be defined as a set of metrics used to quantify both the efficiency and effectiveness of actions [12, 13]. The complexity of the problem of analysis and assessment of effectiveness and productivity is related to their multidimensionality (we can consider these categories in relation to the product (service), process or whole system) and multi-level structure (whole company, structural unit, business process, workplace). The requirements of QMS standards are also aimed on ensuring by organizations to assessment of process effectiveness.

As main arguments in favor of the effectiveness of QMS are usually considered:

- reduction of costs at all stages of product life cycle;
- increasing of revenues (increasing in market share and appropriate sales);
- improvement of manageability of companies by increasing the validity and speed of decisions.

At present, there are a number of approaches to assessing the effectiveness and productivity of the quality management system. Among them we can distinguish the following quantitative approaches to assessing the effectiveness and productivity of quality management system (picture 1):

1. Method based on the determination of relative indicators by correlating absolute indicators on input (costs) and output (scope of work) [14]. This method has a number of positive advantages, such as visibility, simplicity of calculation; it allows tracing the relation between process output and expired resources. The advantage of the method is that as a result of calculations it is possible to obtain unidimensional indicator of the relative effectiveness of the process, according to which it can be judged about the appropriateness of implementing measures in the QMS. If the obtained value of the relative efficiency of the process is equal to $E \geq 1$, then it means that the actual and planned performance results are equal to each other to achieve these results, less resources were spent than planned.

Increasing the effectiveness of QMS is a recurring activity to increase the ability of QMS to achieve new, higher goals, developed during the implementation of activities for continuous improvement.

2. The traditional approach to determining the economic efficiency of QMS is based on typical methods of determining economic efficiency. According to this logic, economic efficiency is determined by two main methods:

- 1) Economic effect = Results - Costs;
- 2) Economic efficiency = Results / Cost (or payback period).

Under economic results, the following indicators are understood in terms of value terms: production volume, gross income (or turnover), profit = gross income - costs; net income = profit - taxes and interest and some others.

3. The growth-based approach contains a proposal for assessment of (measuring) the most important characteristics of the performance of companies that are growth indicators, such as: company performance indicators (for example, sales volume, productivity, profit, customer satisfaction and etc.), $x(t)$; growth rate, $V(t) = x(t) / t$; acceleration of growth, $a(t) = V(t) / t$.

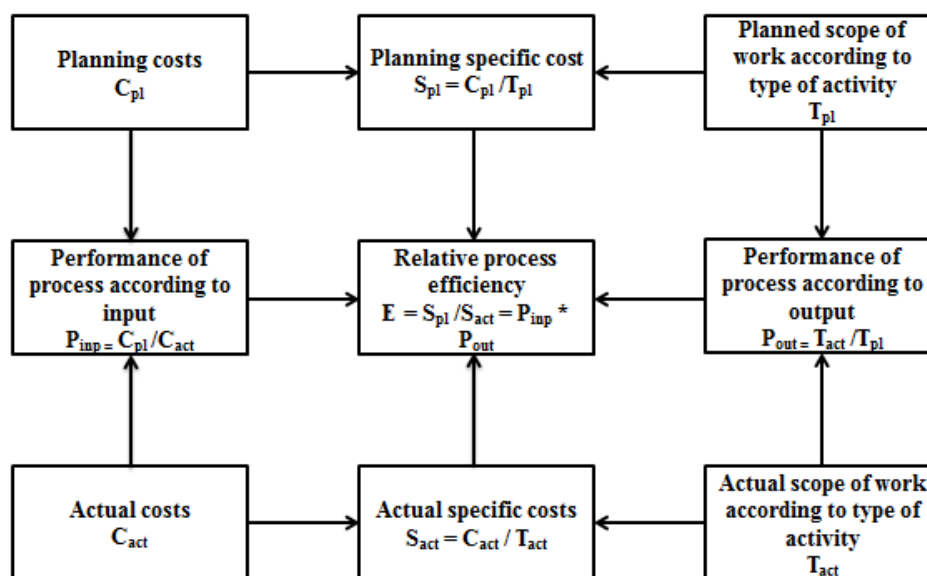
4. The IMS performance assessment approach based on the construction of additive models includes a number of stages.

Stage 1. Development of criteria for assessment of performance based on requirements of standards for management systems, requirements of standards and procedures of the organization. The main requirements for the criteria should be: a reflection of the full scope of the process, understandability for the user, economic reasonability.

Stage 2. Assessment of the effectiveness of the IMS processes involves determination of the planned (at the beginning of the reporting period), actual values for each criterion within the process (based on the results of internal audits, process monitoring, information about stakeholder's satisfaction) and is calculated by the formula 1:

$$P_{pr} = \sum_{i=1}^n K_i \alpha_i, \tag{1}$$

where K_i is the unit relative i^{th} indicator;
 α_i is the weighting coefficient;
 n is the number of indicators.



Picture 1. Indicators of performance and efficiency of the process

Stage 3. Assessment of processes according to Harrington's scale of significance (table 1) which determine the state of stability of the process (stable, unstable) and actions in relation to it (requires the development of corrective actions or not).

Step 4. Determining the importance of processes, for example, using the T. Saati hierarchy analysis method.

Step 5. Determining of effectiveness of IMS. After identifying of performance and the weights indicators of the IMS processes, IMS performance is calculated according to the formula 2:

$$P_{IMS} = \sum_{j=1}^n P_{prj} m_j, \tag{2}$$

where P_{prj} productivity of the j^{th} process;
 m_j is the weighting coefficient;
 n is the number of indicators.

Step 6. Assessment of sustainability of IMS according to Harrington's scale of significance (table 1).

Table 1. **Harrington's scale of significance**

Name of gradation	Numeric intervals	State of system stability	Actions in relation to the system
Very high	1,0-0,8	Stable	The system operates efficiently, but it requires the development of preventive actions. If PIMS=1, the system does not require the development of any activities.
High	0,8-0,63	Stable	The system operates efficiently, but requires development of minor corrective actions.
Average	0,63-0,37	Stable	The system operates efficiently, but it requires the development of corrective actions.
Low	0,37-0,2	Unstable	The system operates ineffective and requires the development of significant corrective measures.

Step 7. Decision-making on the management of IMS. A representative of IMS along with the process owners starts developing preventive and corrective actions, actions to improve IMS, and then monitoring and analyzing implementation.

5. Functional model of management assessment for improving the management system in order to increase the competitiveness of business [15]. The method is based on the use of questionnaires and interviewing tools. The features of the approach are that management evaluation is performed not only by managers, managers of different levels, but also by ordinary employees, providing a two-sided valuation system. The benchmark metric for each of the criteria (forecasting / planning, organization, motivation, control, coordination) can reach 20 points, and the master control system as a whole can reach 100 points. The methodology allows you to conduct self-assessment of the organization repeatedly to identify trends in the development of the enterprise.

In this article we considered advantages of these methods that allow obtaining a summary of the overall performance of the IMS, to show the degree of implementation of planned activities and the achievement of the goals. The peculiarities of the methodologies are the determination of the degree of sustainability of the development of the IMS and the relationship with the performance indicators, which allows for a detailed analysis of the improvement of the IMS.

This approach allows us to take into account not only indicator of activity as such, but its strategic role and behavior over time (speed and acceleration of growth). It is known that the effect of any control system is inherently synergistic, i.e. effect of enhancing interaction and coordination between the elements of this system. An objective basis for the development of a synergistic effect of the system is the real interaction of its elements. Thus, the synergistic effect is an increase in the efficiency of activities as a result of integration, the merging of individual parts into a single system at the expense of a systemic effect. The system effect is the situation when a new property appears for a system whose components do not possess this property.

Thus, the theory of quality management continues to develop actively, many methods for assessing the effectiveness and effectiveness of quality systems are gradually enriched by the experience of successful practical implementations, which is relevant for enterprises implementing quality systems.

REFERENCES

- [1] Samat N, Ramayah T, Saad NMJ. TQM practices, service quality, and market orientation: Some evidence from a developing country. *Management Research News*, 2006; 29 (11): p. 713-728.
- [2] Fotopoulos CV, Psomas EL. The structural relationships between total quality management factors and organizational performance. *The TQM Journal*, 2010; 22 (5): p. 539-552
- [3] Zairi M. The TQM legacy-Gurus' contributions and theoretical impact. *The TQM Journal*, 2013; 25 (6): p. 659-676
- [4] Evans J. R. *Quality and Performance Excellence: Management, Organization, and Strategy*. – 5th edition. – Mason, Ohio: Thomson Business and Economics, 2008. – 502 p.
- [5] ISO 9001:2015. *Quality management systems – Requirements - 5th edition*
- [6] <https://www.iso.org/management-system-standards.html> date of application: February 15, 2018
- [7] Rusjan B., Alic M. (2010) Capitalising on ISO 9001 benefits for strategic results, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27, No. 7. p. 756-778

- [8] March, S.T. and Hevner, A.R. Integrated decision support systems: A data warehousing perspective, *Decision Support Systems*, 43, p. 1031–1043 (2007)
- [9] Schwab K. (2011) *The Global Competitiveness Report 2011-2012*. – Geneva, World Economic Forum, 544 p.
- [10] Mehra S., Ranganathan S. Implementing total quality management with a focus on enhancing customer satisfaction. *International Journal of Quality & Realiability Management*, 2008; 25 (9): p. 913-927
- [11] Skripko L. Kak opredelit' effektivnost' i rezul'tativnost' protsessov? // *Standarty i kachestvo*. – 2005. – №5. – p. 60-63.
- [12] Neely A., Gregory M. and Platts K. Performance measurement system design – a literature review and research agenda, *International Journal of Operations and Production Management*, 25 (12), p. 1228-1263 (2005)
- [13] Phusavat K., Anussornnitisarn P., Helo P. and Dwight R. Performance measurement: Roles and challenges, *Industrial Management + Data Systems*, 109 (5), p. 646-664 (2009)
- [14] Ponomarev S.V., Mironov S.V. Formirovanie i otsenka pokazateley rezul'tativnosti i effektivnosti protsessov SMK // *Standarty i kachestvo*. –2007. – №8. – p. 70-73.
- [15] Maslov D. V., Belokorovin E. A., Vatson P., Chilishi N. Samootsenka organizatsii na baze funktsional'noy modeli // *Metody menedzhmenta kachestva*. – 2005. – N 4. – p. 21-26.

Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабашова Д.Е., Сағат Т.К., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.

Сапа жүйелерінің нәтижелілігін бағалаудағы сандық тәсілдемелер

Түйіндеме. Қазіргі таңда сапа жүйелерін енгізу, басқару клиенттердің сұраныстарын қанағаттандыруды қамтамасыз ету мен кез келген кәсіпорын немесе компанияның бәсекеге қабілеттілігін арттырудың негізгі құралы болып табылады. Осыған орай сапа жүйелерінің тиімділігін бағалау өте өзекті мәселеге айналды. Осы ретте өнімнің сапа көрсеткіштерін, сапаны басқару жүйесіндегі тиімділік көрсеткіштерін анықтау маңызды рөл атқарады.

Сапа жүйелерінің нәтижелілігін талдау мен бағалаудың күрделілігі олардың көп аспектілігімен және көпқырлылығымен байланысты. СМЖ жүйесіндегі стандарттар ұйымдардан өз процестерінің нәтижелілігін бағалауды да талап етеді.

Бұл мақалада компанияға тиімділік көрсеткіштерінің динамикасын бақылау мен талдауға мүмкіндік беретін, сапа жүйелерінің тиімділігін бағалауда қолданылатын сандық тәсілдемелер қарастырылады. Бұндай тәсілдеме көрнекілігі, есептеу қарапайымдылығы сияқты артықшылықтарға ие, сонымен қатар жұмсалған ресурстардан болған әсерді бағалауға мүмкіндік береді.

Кілттік сөздер: сапа жүйелері, сапа жүйелерінің тиімділігі, сандық тәсілдемелер, тиімділікті жоғарылату, интеграцияланған менеджмент жүйелері.

Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабашова Д.Е., Сағат Т.К., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.

Механизмы формирования интегрированной системы менеджмента и основные проблемы интеграции

Резюме. В настоящее время внедрение, управление системами качества являются основными инструментами обеспечения удовлетворенности клиентов и поддержания конкурентоспособности любого предприятия или компании. В этой связи вопрос оценки эффективности систем качества является очень актуальным. При этом важную роль играет определение качественных показателей продукции, показателей эффективности в системе управления качеством.

Сложность проблемы анализа и оценки результативности систем качества связана с их многоаспектностью и многогранностью. Требования стандартов в области СМК требуют от организаций также оценку результативности своих процессов.

В данной статье рассматриваются количественные подходы при оценке результативности систем качества, которые позволяют компании контролировать, анализировать динамику показателей эффективности. Такой подход имеет ряд преимуществ как видимость, простота вычисления, и позволяет оценить эффект от потраченных ресурсов.

Ключевые слова: системы качества, эффективность систем качества, количественные подходы, повышение эффективности, интегрированные системы менеджмента.

УДК 669.1.01; 662.2.01

Д.К. Сулеев¹, Е.Б. Утепов¹, К.К. Карменов², М.К. Малгаждарова³

¹КазННТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,

²Кокшетауский технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям

Министерства внутренних дел Республики Казахстан, Кокшетау

³Международный университет информационных технологий, Алматы, Республика Казахстан,
utepov_51@mail.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТАЛЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ АКУСТИЧЕСКИХ И ВИБРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Аннотация. Приведены данные по исследованию демпфирующих свойств металлических материалов. Рассматривается устройство и его принцип работы для определения акустических и вибрационных характеристик стандартных и новых выплавленных сталей.

Ключевые слова: демпфирующее свойство, металлические материалы, акустическая характеристика, вибрационная характеристика, стандартные стали.

Настоящее время - век информационных и умных технологий, инновационных материалов и, в общем глобализации. Одним из важных ресурсов в развитых странах считается человеческий капитал. Что означает этот термин? Человеческий капитал - это сформированный в результате инвестиций и накопленный человеком определенный запас здоровья, знаний, навыков, способностей, мотиваций, которые целесообразно используются в процессе труда, содействуя росту его производительности и заработка [1]. Поэтому необходимо уделять внимание созданию благоприятных условий для человека, как дома, так и на работе. Шум и вибрация являются одним из вредных факторов на рабочем месте. И снижение уровня шума и вибрации является актуальной задачей на сегодняшний день.

По данным Всемирного банка, основанным на изучении экономики 192 стран, 55% экономического роста определяется именно человеческим капиталом. По оценкам экспертов, в развитых странах повышение продолжительности образования на один год ведет к увеличению валового внутреннего продукта (ВВП) на 5-15%.

Президент Нурсултан Назарбаев неоднократно указывал, что все успешные страны сделали ставку на «умную экономику», а для ее создания следует, прежде всего, развивать человеческий капитал. В мире расходы государства на развитие образования давно уже не рассматриваются как социальные затраты - это инвестиции, приносящие доход. И в глобальной конкуренции побеждают те страны, которые системно продвигают собственный образовательный потенциал.

Однако необходимо помнить, что инвестиции в образование - это долгосрочные инвестиции, нельзя ждать от них мгновенных результатов, но они абсолютно необходимы для успешного развития государства.

99,6% населения Республики Казахстан грамотное. По этому показателю мы занимаем 14-е место среди 177 стран мира и первое - в Азии [2].

Акустические средства коллективной защиты от шума подразделяются на:

- средства снижения уровня шума в источнике возникновения;
- средства снижения уровня шума по пути его распространения.

Первые из них предусматриваются на этапе проектирования и изготовления машин, а вторые в период их эксплуатации.

Снижение звуковой мощности машин и агрегатов в стадии их проектирования осуществляется путем замены шумящих, стальных деталей машин на пластмассовые, резиновые, демпфирующие, динамического уравнивания и т.д.

Защита от шума машин в период их эксплуатации осуществляется с помощью звукоизоляции, звукопоглощения и глушителей шума.

Разработка или выбор средств защиты от шума производится на основании акустического расчета, включающего выявление расчетных точек (РТ), для которых производится расчет; установление допустимых уровней шума для них; определение ожидаемых уровней звукового давления (УЗД) - L в РТ до осуществления мероприятий по снижению шума и требуемого снижения УЗД - $\Delta L_{\text{тп}}$ в РТ.

Цель этой работы - исследовать именно демпфирующие свойства металлических материалов. Демпфирование очень интересный процесс сам по себе. Демпфирование колебаний - искусственное подавление (гашение) нежелательных колебаний механических, электрических и других систем. Демпфирование колебаний используют в машинах и соответствующих устройствах в машиностроении, судостроении, самолётостроении, приборостроении, радиотехнике и др. [3].

Материалы с высоким значением внутреннего трения могут использоваться как малые вибрационные бамперы или даже как амортизаторы в автомобильной индустрии [5]. В работе [6] приводятся типичные значения демпфирования для различных материалов и системы. Рассматриваются различные механизмы внутренних потерь (термоупругие и микропористые токи, магнитные области, дислокации, микротрещины) в отношении малой массы, особенностей структуры и применимости для демпфирования механических колебаний [7].

В работе [8] анализируется разность демпфирующей способности между фазами мартенсита и аустенита.

Величина явления затухания характеризуется экспериментально, а важность кулоновского (фрикционного) затухания и инерционного затухания исследуется с использованием модели конечных элементов [9].

Существуют разные методы определения демпфирующих характеристик материалов [10-13]. Предлагаемая методика состоит в исследовании акустических (уровень звука, уровень звукового давления) и вибрационных (уровень виброскорости, уровень виброускорения) свойств известных сталей 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А и новых выплавленных сплавов ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5 на специальной установке (рисунок 1) [4]. Химический состав вышеперечисленных известных и новых выплавленных сталей приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Химический состав и механические свойства известных металлических материалов [108]

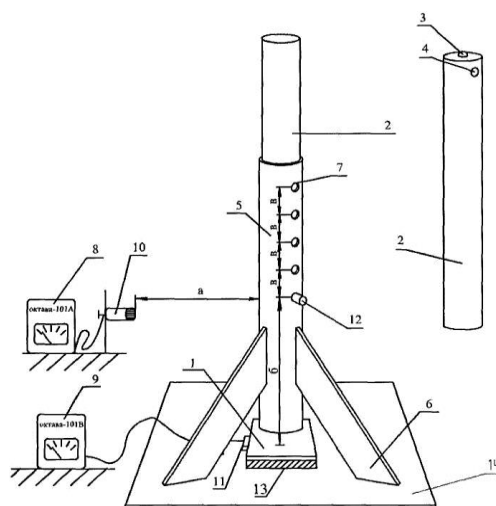
Марка стали	Химический состав, вес %						Механические свойства			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Дополнительные легирующие элементы	КСУ, Дж/см ²	ψ, %	δ, %	σ _в , МПа
20ХН	0,17-0,23	0,17-0,37	0,4-0,7	0,45-0,75	1,00-1,40	S≤0,035; P≤0,035	80	50	14	800
12ХН2	0,09-0,16	0,17-0,37	0,3-0,6	0,60-0,90	1,50-1,90	S≤0,035; P≤0,035	90	50	12	800
12ХН3А	0,09-0,16	-	0,3-0,6	0,60-0,90	2,75-3,15	S≤0,025; P≤0,025	90	55	11	950
20ХН3А	0,17-0,24	-	0,3-0,6	0,60-0,90	2,75-3,15	S≤0,025; P≤0,025	110	55	12	950

Таблица 2. Химический состав и механические свойства исследованных металлических материалов

Марка стали	Химический состав, вес %						Механические свойства			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Дополнительные легирующие элементы	КСУ, Дж/см ²	ψ, %	δ, %	σ _в , МПа
ММК-1	0,04-0,17	0,86	0,32	0,08	-	Ti – 0,10; V – 0,05; Sc – 1,45; Nb – 0,73	120	23	18	900
ММК-2	0,07-0,19	0,08	0,32	0,88	-	Ti – 0,10; V – 0,52; Sc – 0,32; Nb – 0,63	100	22	30	950
ММК-3	0,19-0,27	0,30	0,3-0,8	0,40-1,10	1,0-1,7	Sc – 0,2-0,6	110	21	28	850
ММК-4	0,10-0,18	0,31	0,35-0,65	0,50-1,3	1,7-2,4	Sc – 0,4-0,8	100	20	29	920
ММК-5	0,10-0,22	0,34	0,4-0,75	0,50-1,35	2,5-3,6	Sc – 0,15-0,35	90	22	27	940

Устройство для исследования соударения представлено на рисунке 1 и состоит из основания 14, на котором установлены три ребра жесткости 6, крепящие основании 14 и корпус 5. Внутри корпуса 5 находится ударник 2, имеющий цилиндрическую форму и напоминающий пуансон. В корпусе 5 имеются пять отверстий 7 диаметром 6 мм. В эти отверстия вставляется фиксатор 12, который фиксирует ударник на определенной высоте. В ударнике имеется одно отверстие, в ударнике 2 имеется приваренный шар 3 из шарикоподшипниковой стали ШХ-15. Образец для исследования 1 располагается под корпусом 5. Между образцом 1 и основанием 14 имеется виброизолирующий слой 13. Рядом с устройством находится микрофон 10 шумомера «Октава-101А». Микрофон крепится на штативе поэтому имеется возможность изменять расстояние от микрофона до места соударения. Для измерения вибраций на образце 1 устанавливается вибродатчик 11.

Устройство работает следующим образом. Ударник 2 устанавливается внутри корпуса 5 и фиксируется фиксатором 12. Образец 1 устанавливается под корпусом 5 на виброизолирующий слой 13. Вынимая фиксатор 12 из отверстия 7, обеспечивается свободное падение ударника 2. Ударник 2 соударяется с образцом 1, создает шум и вибрация соударения, фиксируемые шумомером «Октава-101А» и виброметром «Октава-101В». Для повторного соударения ударник 2 поднимается на определенную высоту и фиксируется фиксатором 12. Вместо ударника-пуансона использовали также шары-ударники разного диаметра.



1-образец; 2-ударник; 3-наконечник ударника; 4-отверстие для фиксатора в ударнике; 5-корпус; 6-рёбра жесткости; 7-отверстия для фиксатора в корпусе; 8-шумомер «Октава-101А»; 9-виброизмерительный прибор «Октава-101В»; 10-микрофон; 11-вибродатчик; 12-фиксатор; 13-виброизолирующий слой; а-расстояние от микрофона до корпуса; б-высота падения ударника; в-расстояние между отверстиями для установки фиксатора; 14-основание

Рис. 1. Устройство для исследования соударения образца и ударника [4]

При создании устройства было определено, что при массе ударника $2,5m_3$ и высоте падения его 150 мм (где m_3 – масса заготовки) достигается точность эксперимента (таблицы 3, 4).

Таблица 3. Зависимость соотношения высоты падения ударника и размера модели ударника

Высота падения ударника, h, мм	Масса ударника, г	Средне-квадратичное отклонение	Примечание
50	28,37	0,98	недостаточная сила удара
100	28,37	1,12	недостаточная сила удара
110	28,37	1,55	недостаточная сила удара
150	28,37	0,75	оптимальная высота
200	28,37	3,22	отклонение образца от центра
220	28,37	4,57	отклонение образца от центра

Таблица 4. **Изменение точности измерения уровня звука в зависимости от соотношения масс ударника и образца**

Масса заготовки образца m_3 , г	Масса ударника (пуансона) мп, г	Уровень звука, дБА	Средне-квадратичное отклонение	Соотношение m_1 / m_3
97,5	28,37	88	0,81	1/4
97,5	32,5	90	0,96	1/3
97,5	48,75	95	1,25	1/2
97,5	97,5	101	2,45	1
97,5	19,5	86	0,88	1/5
97,5	16,2	83	0,89	1/6
97,5	13,6	80	0,92	1/7
97,5	12,2	78	0,94	1/8

Как видно из таблицы 4 оптимальное соотношение массы ударника и образца (пластина 50×50×5 мм) составляет 0,25 m_3 т.е. когда вес ударника равен 28,37 г, а масса заготовки – образца – 97,5 г. При этом минимальная погрешность (среднеквадратичное отклонение составляет 0,81 по сравнению с другими значениями).

Уровни звукового давления измеряли в октавных полосах частот в диапазоне частот 500-16000 Гц. Уровень звука – по шкале "А".

Звуковой импульс фиксировали микрофонным капсюлем МК-102. Этот импульс преобразуется в электрический сигнал, усиливается предусилителем МК-102 подается на вход точного импульсного шумомера 00017 фирмы RFT (Германия) или шумомера «Октава-101А» (РФ). Индикатор шумомера позволяет регистрировать уровни звукового давления от 30 до 130 дБ с точностью до 0,5 дБ. Для измерения частотного спектра звукового сигнала предназначен блок октавных фильтров OF-101. С помощью самописца типа PSG-101 осуществляли запись звукового импульса во времени. Запись производили на бумажную ленту сапфирной иглой.

Скорость затухания звуковых колебаний определяли по формуле:

$$g = \frac{L_1 - L_2}{\tau}, \text{ дБ} \cdot \text{с}^{-1} \quad (1)$$

где g – скорость затухания звуковых колебаний, дБ·с⁻¹; L_1 – максимальный уровень звука, дБ; L_2 – уровень звука через время τ , дБ.

Звуковой генератор ЗГ-10 использовали для калибровки производимых измерений звукового сигнала. Поправку на изменение звукового сигнала от атмосферного давления осуществляли при помощи пистонфона марки РТ-101. Температура воздуха и влажность в лаборатории поддерживались постоянными. Акустические измерения находили как среднее значение десяти измерений.

Проводили также математическую обработку результатов эксперимента и определение доверительных интервалов в соответствии с методикой. Перед началом работы настройку измерительного тракта осуществляли проверкой уровней звукового давления эталонного образца.

Исследование акустических характеристик проводили на частотах 250-16000 Гц. При этом пики уровней звукового давления наблюдаются на частотах 8000 и 16000 Гц. Пики производственного шума характерны частотах 1500-2500 Гц согласно данным Заборова В.И., Утепова Е.Б. Отсюда коэффициент моделирования составляет:

$$K_{.m_1} = \frac{8000}{1500} = 5,3; \quad K_{.m_2} = \frac{16000}{1500} = 10,6; \quad K_{.m_3} = \frac{8000}{2500} = 3,2; \quad K_{.m_4} = \frac{16000}{2500} = 6,4. \quad (2)$$

Отсюда можно сделать вывод, что настоящие исследования корректны для реальных деталей машин и механизмов, которые имеют размеры в 3,2-10,6 раз больше, чем у модели.

Звуковой импульс от удара соударения исследуемого образца с ударником (шарик) фиксировали не только шумомером, но и регистрировали с помощью запоминающего осциллографа, что позволяло зафиксированный сигнал фотографировать и далее определить скорость затухания звука [15].

В результате исследований определены акустические и вибрационные свойства известных хромоникелевых сталей 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А (таблицы 5, 7), а также оригинальных хромоникелевых сталей ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5 (таблицы 6, 8), отличающиеся от известных содержанием скандия, что позволило оптимизировать акустические свойства вновь созданных сталей.

Таблица 5. Акустические характеристики стандартных хромоникелевых сталей 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А

Марка стали	Диаметр шара-ударника, d, мм	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						УЗ, дБА
		1000	2000	4000	8000	16000	31500	
20ХН	9,5	43	48	65	62	54	48	66
	12,7	45	50	62	63	63	42	66
	15,2	45	67	74	74	66	46	75
	18,3	52	65	75	74	65	63	78
12ХН2	9,5	47	50	67	65	58	50	70
	12,7	53	52	66	65	66	47	69
	15,2	48	69	75	73	63	49	77
	18,3	55	68	75	76	68	62	78
12ХН3А	9,5	49	52	69	68	64	54	70
	12,7	56	57	66	66	65	52	71
	15,2	55	68	74	77	62	55	79
	18,3	55	68	75	76	62	55	79
20ХН3А	9,5	44	49	62	61	55	48	63
	12,7	44	51	61	60	60	43	63
	15,2	46	66	71	72	65	47	72
	18,3	51	65	72	70	64	64	74

Таблица 6. Акустические характеристики выплавленных хромоникелевых сталей ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5

Марка сталей	Диаметр шара-ударника, d, мм	Уровни звуковых давлений, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						УЗ, дБА
		1000	2000	4000	8000	16000	31500	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ММК-1	9,5	44	49	56	61	58	42	63
	12,7	48	54	59	69	60	42	69
	15,2	52	59	63	75	62	53	73
	18,3	54	63	64	74	68	59	77
ММК-2	9,5	43	53	59	63	58	49	65
	12,7	54	55	62	66	61	46	68
	15,2	53	60	65	72	79	53	73
	18,3	53	52	61	66	74	64	74
ММК-3	9,5	50	52	53	55	52	53	55
	12,7	56	55	60	69	69	53	71
	15,2	51	60	66	77	69	56	77
	18,3	54	61	63	76	65	57	77
ММК-4	9,5	49	49	50	51	50	50	52
	12,7	57	54	61	67	67	54	69
	15,2	52	59	66	72	70	57	74
	18,3	56	60	62	73	66	58	73
ММК-5	9,5	50	50	51	52	51	51	53
	12,7	56	53	60	66	66	53	68
	15,2	53	60	67	73	71	58	75
	18,3	55	59	61	72	65	57	73

Определен эффект амплитудно-зависимой диссипации звукоизлучения в известных и опытных сталях, если при соударении шара-ударника малого диаметра с образцом показывает уровень акустического звукоизлучения больше, чем при соударении шара-ударника большего диаметра с образцом.

Максимумы виброускорений образцов ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5 можно объяснить методикой исследования и собственными частотами образцов.

Во многих сталях обнаруживается максимальный эффект амплитудно-зависимого демпфирования виброускорения, также как и в случае определения акустического звукоизлучения.

В исследованных сталях выявлены механизмы диссипации вибрационной и акустической энергий (мартенситное превращение, двойникование).

Затухание вибрационной и акустической энергий при смещении границ двойников и антиферромагнитных доменов происходит при перемещении движения двойниковой границы и благодаря микровихревым токам при вращении магнитных моментов атомов [16, с. 196].

Таблица 7. **Вибрационные характеристики образцов (пластины 50x50x5мм) 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А**

Марка стали	Диаметр шара-ударника, d, мм	Уровни виброускорения, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц											ОУВУ, дБ
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	31500	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20ХН	9,5	87	106	88	67	66	67	63	65	66	69	73	110
	12,7	99	114	94	78	54	55	51	50	50	55	50	118
	15,2	90	118	90	69	59	57	54	56	85	86	94	120
	18,3	90	122	90	70	61	58	56	94	97	93	95	124
12ХН2	9,5	85	114	86	70	69	65	69	70	67	72	69	117
	12,7	83	113	79	80	65	62	61	62	63	65	63	116
	15,2	81	117	83	76	65	67	65	66	79	65	66	118
	18,3	83	120	87	71	67	70	65	65	87	90	90	121
12ХН3А	9,5	80	115	82	69	68	66	66	68	65	76	76	116
	12,7	80	114	84	80	67	65	65	64	65	72	75	117
	15,2	76	119	83	78	63	70	65	68	68	70	71	122
	18,3	70	119	90	68	67	73	72	70	92	84	92	124
20ХН3А	9,5	76	104	79	66	63	62	64	65	62	72	72	112
	12,7	77	110	78	69	64	63	64	65	64	70	73	113
	15,2	75	117	83	79	69	70	69	69	68	76	78	119
	18,3	83	117	86	72	63	72	67	69	69	82	77	121

Таблица 8. **Вибрационные характеристики разработанных сплавов ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5**

Маркировка стали	Диаметр шара-ударника, d, мм	Уровни виброускорения, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц											ОУВУ, дБ
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	31500	
ММК-1	9,5	71	72	76	64	59	55	56	76	87	83	82	87
	12,7	79	83	84	69	72	57	56	65	63	59	63	86
	15,2	76	89	63	59	60	53	54	58	57	56	53	89
	18,3	65	57	54	62	58	60	92	84	78	90	92	92

ММК-2	9,5	61	71	70	63	55	56	55	56	53	60	53	71
	12,7	52	84	65	61	58	55	55	60	61	54	54	84
	15,2	93	121	98	93	72	56	59	54	57	59	67	121
	18,3	119	99	88	87	61	58	54	60	58	57	54	119
ММК-3	9,5	71	84	73	56	58	54	59	57	58	55	54	84
	12,7	94	79	73	74	68	64	68	67	65	53	54	94
	15,2	70	100	91	69	60	63	56	59	54	53	56	100
	18,3	88	119	84	58	64	74	79	80	80	83	82	119
ММК-4	9,5	72	85	76	58	57	56	60	58	59	56	58	85
	12,7	91	81	75	76	67	67	65	66	66	54	58	91
	15,2	69	97	92	70	59	65	58	60	55	56	58	97
	18,3	86	115	83	57	65	73	80	87	79	80	82	115
ММК-5	9,5	73	86	77	59	58	57	61	59	60	57	59	86
	12,7	90	80	74	75	66	66	64	65	65	53	57	90
	15,2	70	98	93	71	60	66	59	61	56	57	59	98
	18,3	85	114	82	56	64	72	79	86	78	79	81	114

Амплитудно-зависимое демпфирование звукоизлучения (АЗДЗ), состоящее в неадекватном импульсе при соударении шарами –ударниками разной массы максимально наблюдается у стали ММК-5 (0,15-0,35 % Sc) и причиной этого является дислокационное движение.

Таким образом, как показывают исследования, диссипация созданных сплавов сталей выше, чем у известных сталей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Корчагин Ю.А. Человеческий капитал и процессы развития на макро - и микроуровнях. - Воронеж, 2010.
- [2] <https://articlekz.com/article/9497>
- [3] <http://knowledge.su/d/dempfirovanie-kolebaniy>
- [4] Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Кожакан А.К. и др. Проблемы снижения шума транспортных машин // Материалы второй Международной научно-практической конференции молодых ученых. - Алматы: КазНТУ, 2002. - Ч.2. – 728 с.
- [5] R.C. Crăciun, S.Stanciu, R.Cimpoeșu, A.I.(Dragoș) Ursanu, V.Manole, P.Paraschiv and D.L.Chicet. Metallic materials for mechanical damping capacity applications // 7th International Conference on Advanced Concepts in Mechanical Engineering IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 147.- 2016. - 012031. - doi:10.1088/1757-899X/147/1/012031.
- [6] Tom Irvine. Damping properties of materials. Revision C. - November 8, 2004.
- [7] I.S.Golovin, H.-R.Sinning. Journal of Alloys and Compounds // Damping in some cellular metallic materials. Volume 355, Issues 1–2, 30 June 2003, Pages 2-9.
- [8] R. C. Crăciun et al. Damping Capacity of Metallic Materials for Automotive Industry // Key Engineering Materials, Vol. 750, pp. 164-167, 2017.
- [9] Ryan S., Szyniszewski S., Ha S., Xiao R., Nguyen T.D., Sharp K.W., Weihs T.P., Guest J.K., and Hemker K.J. Damping behavior of 3D woven metallic lattice materials. Scripta Materialia 106(9): 1-4, 2015.
- [10] Киселев С.П. Модель упругопластического деформирования материалов на основе калибровочной теории дефектов с учетом диссипации энергии // Прикладная механика и техническая физика. - 2004. - Т. 45, №2. - С. 177-181.
- [11] Godunov S. K. The equations of the elasticity with the dissipation as the nontrivial example of thermodynamically compatibles hyperbolic equations // Symp. at the nonlinear hyperbolic equations. - Cambridge, 2003. – P. 211-213.
- [12] Куксин А.Ю., Янилкин А.В. Атомистическое моделирование движения дислокаций в металлах в условиях фоновго трения // Физика твердого тела. – 2013. - Том 55, вып. 5. - С. 931-939.
- [13] Aubenino A.L., Crupi V., and Zanetti E.V. Correlation between thermography and internal damping in metals // Int. J. Fatigue. - 2003. – Vol. 25. - P. 343-351.
- [14] Инновационный патент №22198 РК. Устройство для исследования материалов по звукоизлучению / Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Жумадилова Ж.О., Утепова Г.Е., Заликанова И.П., Турлыбекова М.Р.: опубл. 15.01.2010г., бюл. 1.

[15] Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Мадиджанова А.Т., Егемова Ш.Б. Исследование акустических свойств при соударениях образцов из углеродистых и легированных сталей // Химический журнал НТО КАХАК. - №2. – 2012. – С. 65-70.

[16] Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н., Рахштадт А.Г. Металловедение высокодемпфирующих сплавов. Под ред. А.Г. Рахштадта. М.: Металлургия, 1980, 272 с.

Сүлеев Д.К., Утепов Е.Б., Карменов К.К., Малгаждарова М.К.

Акустикалық және дірілдеу қасиеттерін зерттеу арқылы болаттардың демпфирлеу қабілетін анықтау

Түйіндеме. Металдық материалдардың демпферлік қасиеттерін зерттеу туралы мәліметтер келтірілген. Стандартты және жаңа балқытылған болаттардың акустикалық және дірілдеу сипаттамаларын анықтайтын құрылғы мен оның жұмыс принципі қарастырылған.

Түйінді сөздер: демпферлік қасиеттері, металл материалдар, акустикалық сипаттамалары, дірілдің сипаттамасы, стандартты болат.

Suleev D.K., Uteпов E.B., Karmenov K.K., Malgazhdarova M.K.

Determination of the damping ability of steels by studying their acoustic and vibrational properties

Summary. The paper presents data on the investigation of the damping properties of metallic materials. The device and its operating principle are considered to determine the acoustic and vibration characteristics of standard and new smelted steels.

Keywords: damping property, metallic materials, acoustic characteristic, vibration characteristic, standard steel.

УДК 004.056.5

С.Е. Нысанбаева, О.А. Усатова

(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК

Алматы, Республика Казахстан, uoa_olga@mail.ru)

СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ДАННЫХ

Аннотация: В статье рассматриваются некоторые проблемы защиты информации в базах данных. Рассмотрен ряд мер по защите баз данных законодательного, административно-организационного и программно-технического уровней, а также методы защиты информации в базах данных.

Ключевые слова: защита информации, базы данных, конфиденциальность, целостность, доступность, методы защиты, большие данные.

Обеспечение безопасности данных является важным вопросом в настоящее время. Законом Республики Казахстан (РК) от 21 мая 2013 года № 94-V «О персональных данных и их защите» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 11.07.2017 г.) регулируются отношения, связанные со сбором и обработкой (то есть накоплением, использованием, хранением, изменением, дополнением, распространением, обезличиванием, блокированием и уничтожением персональных данных) и защитой персональных данных [1]. Важными являются также и Закон РК от 24 ноября 2015 года № 418-V «Об информатизации» (с изменениями по состоянию на 30.11.2017 г.) [2] и Закон РК от 7 января 2003 года № 370-II «Об электронном документе и электронной цифровой подписи» (с изменениями по состоянию на 24.11.2015 г.) [3].

В Казахстане острой проблемой является слабое развитие отечественной индустрии информационной безопасности, в частности в разработке средств криптографии. Одна из причин этого - иностранные компании-гиганты через своих представителей в РК не дают возможности встать на ноги отечественным разработчикам. С учетом того, что разработки в области защиты информации напрямую связаны с обеспечением госсекретов, использование готовых иностранных продуктов крайне опасно, поэтому необходимо создавать собственные средства для защиты информации [4]. В связи с этим в 2017 году для обеспечения информационной безопасности общества и государства в сфере информатизации и связи, а также защиты неприкосновенности частной жизни граждан при использовании ими информационно-коммуникационных технологий разработана концепция кибербезопасности "Киберщит Казахстана" [5]. Цель Концепции - достижение и поддержание уровня защищен-

ности электронных информационных ресурсов, информационных систем и информационно-коммуникационной инфраструктуры от внешних и внутренних угроз, обеспечивающего устойчивое развитие РК в условиях глобальной конкуренции [6].

12 декабря 2017 года Постановлением Правительства РК № 827 утверждена Государственная Программа "Цифровой Казахстан". Цели этой программы - ускорение темпов развития экономики РК и улучшение качества жизни населения за счет использования цифровых технологий в среднесрочной перспективе, создание условий для перехода экономики Казахстана на принципиально новую траекторию развития, обеспечивающую создание цифровой экономики будущего. Отдельной строкой выделен пункт «Обеспечение информационной безопасности в сфере ИКТ». Он указывает, что усиление кибербезопасности предполагает повышение отказоустойчивости информационных систем РК, защиту контура в области ИКТ и общее повышение информационной безопасности, начиная от технических средств и завершая созданием культуры безопасного поведения граждан и компаний в сетях общего доступа.

Злоумышленников интересуют такие виды информации, как внутренняя информация, персональные данные сотрудников, финансовая информация, информация о заказчиках/клиентах, интеллектуальная собственность, исследование рынка/анализ деятельности конкурентов, платежная информация. Все это приводит к необходимости обеспечения защиты не только коммуникаций, операционных систем и других элементов инфраструктуры, но и хранилищ данных как еще одного барьера на пути злоумышленника. Одним из основных таких хранилищ являются базы данных (БД). База данных – поименованная совокупность экземпляров групп и групповых отношений и самый высокий уровень структуризации данных [7]. Львиная доля данных в информационных системах хранится в базах данных: реляционных, объектно-реляционных или облачных хранилищах. Создание, ведение и совместное использование БД многими пользователями осуществляется системами управления базами данных (СУБД) - языковых и программных средств [8].

Риск взлома конфиденциальной информации, хранящейся в базах данных, может привести к её искажению или безвозвратной утрате. В результате чего компании могут нести финансовые убытки, потерю клиентов, вскрытие неподлежащей огласке информации и тайны деловой переписки. Долгий и затруднительный период реабилитации, порождает необходимость и актуальность в обеспечении защиты баз данных [9].

Согласно статистике компании InfoWatch [10], количество утечек данных в мире непрерывно растет, за 2017 год 925 случаев утечек конфиденциальной информации – что на 10% больше, чем за аналогичный период 2016 г. (рисунок 1). Объемы скомпрометированных данных растут из-за увеличения «мощности» и внешних, и внутренних утечек. При этом утечки по всем каналам, кроме сетевых, зачастую просто не фиксируются. Группа компаний InfoWatch (Россия) специализируется по информационной безопасности в корпоративном секторе: защите корпораций от утечек информации и целевых атак извне. Контролирует около 50 % российского рынка систем защиты конфиденциальных данных.

Внешние атаки обусловили 10 из 20 зафиксированных «мегаутечек», на которые пришлось 7,68 млрд скомпрометированных записей (98% общего числа) [10]. В 43 случаях объем скомпрометированных данных превысил 1 млн записей. В 53% случаев виновными в утечках оказались сотрудники компаний, в 2% случаев высшие руководители и иные привилегированные пользователи.

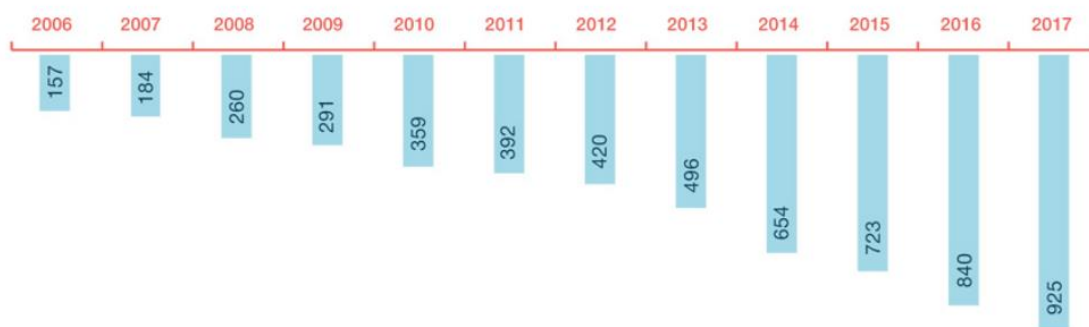


Рис. 1. Число утечек информации 2006 - 2017 год.

Защита баз данных начинается с тщательного анализа неучтенных уязвимостей при их реализации. Зачастую причиной утечки или взлома могут стать неучтенные или не функционирующие на должном уровне стандартные методы обеспечения безопасности баз данных, с учетом того что СУБД устанавливается в совокупности с другим программным обеспечением (операционными системами, почтовыми серверами). Вопросам информационной безопасности в БД привлекают внимание исследователей, им ежегодно посвящаются исследования как в Казахстане, так и за рубежом.

Существующие методы защиты включают в себя организационные, процедурные, структурные, аппаратные и программные методы [11] (рисунок 2). Организационные методы защиты используются для ограничения числа лиц, которые получают право доступа в помещение вычислительного центра. Эти меры включают организацию режима доступа в ВЦ, а также к терминалам, мероприятия по обеспечению надежного хранения носителей информации, регламентируют технологические схемы автоматизированной обработки защищаемой информации, процесс взаимодействия пользователей с системой, задачи и обязанности обслуживающего персонала вычислительного центра (ВЦ) и пользователей БД и т.д [11].



Рис. 2. Методы защиты

Процедурные методы защиты делают возможным доступ к данным и передачу их только тем пользователям, которые имеют соответствующие разрешения. К указанным методам относится установление различного рода паролей пользователей, присвоение документам грифов секретности, проведение занятий с персоналом с целью повышения уровня ответственности [11].

Наиболее часто процедурные методы защиты используются на этапах первичной обработки данных, управления процессом функционирования системы и на этапе выдачи информации пользователям.

Структурные методы защиты применяются на этапах проектирования структур БД (канонических и логических). Они призваны обеспечить такую структуризацию данных, при которой распределение данных по группам и логическим записям, а также установление между ними соответствующих взаимосвязей позволяет повысить уровень защищенности хранимых данных [11]. Процедуры анализа и синтеза структур БД и соответствующие им механизмы защиты должны обеспечивать:

- разделение всей хранимой информации БД на общедоступные и индивидуальные (конфиденциальные) данные;
- идентификацию прав пользователей;
- защиту данных и взаимосвязей между ними.

Аппаратные средства защиты информации представляют собой различные электронные устройства, встраиваемые в состав технических средств вычислительной системы или сопрягаемые с ними с помощью стандартного интерфейса. К аппаратно реализованным методам защиты, предназначенным для контроля обращения к данным, хранящимся в оперативной памяти, относятся блоки защиты памяти, схемы прерываний и др. [11].

В настоящее время разработаны устройства распознавания пользователей, основанные на сравнении аудиограмм их голосов, отпечатков пальцев и других индивидуальных характеристик человека (однозначно его идентифицирующих), с тем, что записано в памяти терминала. Следует отметить, что эти устройства отличаются высокой надежностью исполнения функций идентификации. Криптографическая защита информации БД может быть реализована с помощью специальной аппаратуры шифрования или кодирования.

Программные методы играют важнейшую роль при создании эффективных систем защиты информационных ресурсов БД от несанкционированного доступа. Под программными средствами защиты понимаются специальные программы, предназначенные для выполнения функций обеспечения безопасности данных. Программные методы защиты могут быть реализованы путем включения разработанных программ в состав используемых операционных систем и СУБД, либо выделения их в специальные самостоятельные пакеты программ, которые иницируются перед началом процесса обслуживания запросов пользователей [11].

Аппаратные и программные методы защиты используются в основном на этапах обработки данных. Они обеспечивают обслуживание только пользователей, успешно прошедших идентификацию в системе; доступ к защищаемым объектам в соответствии с установленными правилами и правами; возможность изменения правил, установленных для взаимодействия пользователей с объектами защиты; возможность получения информации о сохранности и безопасности объектов защиты [11].

При разработке современных информационных систем возникает необходимость в создании новых подходов и метода для защиты информации в базах данных. Это связано также и с тем, что постоянное ускорение роста объема данных является неотъемлемым элементом современных реалий – появились «Большие данные», обработка и анализ которых требует новых подходов, инструментов и методов, которые могут существенно отличаться от классических [12]. При этом данные могут быть структурированными, слабоструктурированными и неструктурированными, что не позволяет эффективно управлять ими и обрабатывать традиционным образом. Большие данные, которые служат источниками для анализа, могут содержать конфиденциальную информацию. Нарушение конфиденциальности работы с такими данными может обернуться серьезными проблемами. Другой существенный вызов больших данных – обеспечение целостности, как анализируемых данных, так и полученных при их обработке результатов, предоставляющих ценность.

Технологии поддержки распределенных вычислительных сред, включая большие данные, разрабатываются часто без учета требований обеспечения информационной безопасности для них, поэтому вопрос актуален при обеспечении защиты и больших данных. Большую роль в развитии BigData играют госорганы, которые располагают большим объемом данных, как о физических, так и о юридических лицах. В связи с этим госорганы Казахстана пытаются внедрять в работу концепты BigData и OpenData (открытые данные) [13].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] О персональных данных и их защите. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=34410814(дата обращения: 29.11.2017).
- [2] Закон Республики Казахстан «Об информатизации» (с изменениями по состоянию на 30.11.2017 г.). https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33885902#pos=0;0 (дата обращения: 18.12.2017).
- [3] Закон Республики Казахстан от 7 января 2003 года № 370-ІІ «Об электронном документе и электронной цифровой подписи» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 24.11.2015 г.). https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1035484 (дата обращения: 10.01.2018).
- [4] Digital.Report/ Все о цифровой экономике и ИКТ в политике. <https://digital.report/kibershhitkazahstana-ideologiya-konkretika/> (дата обращения: 10.01.2018).
- [5] Пояснительная записка к проекту постановления Правительства Республики Казахстан «Об утверждении Концепции кибербезопасности «Киберщит Казахстана». http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=34666272#pos=0;214 (дата обращения: 10.01.2018).
- [6] Создание концепции «Киберщит Казахстана». <https://www.zakon.kz/4861130-sozdanie-kibershhitkazakhstan.html> (дата обращения: 10.01.2018).
- [7] Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe Database Systems, Addison-Wesley, 2010, p.1172.
- [8] Тарасов С. В. СУБД для программиста. База данных изнутри. – М.: Солон-Пресс, 2017.– С. 320с.
- [9] Шульц В.Л., Рудченко А.Д., Юрченко А.В. Комплексное противодействие атакам на информационные ресурсы.– М.: АСТ, 2016- 87с.
- [10] Глобальное исследование утечек конфиденциальной информации 2017 года. https://www.infowatch.ru/report2017_half (дата обращения: 05.01.2018).
- [11] Кульба В.В., Курочка Н.П. Математическая модель обеспечения безопасности информации в базах данных // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №3. – Москва, 2015. – С. 1-6.
- [12] Натан Марц, Джеймс Уоррен. Big Data: Principles and Best Practices of Scalable Realtime Data Systems, p.368.
- [13] Большие данные международный опыт и тенденции развития в Казахстане. <https://zerde.gov.kz/activity/ict/publication/2225/#hcq=EuYeiIqhttps://zerde.gov.kz/activity/ict/publication/2225/>(дата обращения: 10.01.2018).

[14] Charles P. Pfleeger, Shari Lawrence Pfleeger, Jonathan Margulies. Security in Computing. Prentice Hall, 2016 year, p.944.

[15] Thomas Connolly, Carolyn Begg. Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management, Global Edition. Pearson, 2014 year, p.1440.

[16] Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe. Fundamentals of Database Systems, Global Edition. Pearson, 2016 year, p.1272.

Нысанбаева С.Е., Усатова О.А.

Деректер базасында ақпараттың қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәсілдері.

Түйіндеме: мақалада деректер базасында ақпараттық қорғаудың кейбір мәселелері қарастырылады. Заңнамалық, әкімшілік, ұйымдастырушылық және бағдарламалық-техникалық деңгейлердің деректер қорын, сондай-ақ мәліметтер базасында ақпаратты қорғау әдістерін қорғау бойынша бірқатар шаралар қарастырылды.

Негізгі сөздер: ақпаратты қорғау, деректер қорлары, құпиялылық, тұтастық, қол жетімділік, қауіпсіздік әдістері, үлкен деректер.

Nyissanbayeva S.E., Ussatova O.A.

Methods of ensuring the security of information in databases.

Summary: this article discusses some issues of data security in database. A number of measures have been considered to protect databases of legislative, administrative, organizational and program-technical levels, as well as methods of data security in databases.

Keywords: data security, databases, confidentiality, integrity, accessibility, security methods, big data.

УДК 621.313

Ғ.М. Қаратай, А.М. Ыбырай, М.Б. Жанғазиев, А.Т. Саитов

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Алматы, Қазақстан Республикасы, k.galymzhan23@mail.ru)

МАГНИТТІК БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ НЕГІЗДЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ДАМУ КЕЗЕҢДЕРІ

Аңдатпа. Қазіргі таңда көптеген ғарыш аппараттары (ҒА) магниттік басқару жүйесімен (МБЖ) жұмыс жасауда. Себебі МБЖ өзінің қарапайым структурасымен және аз уақытта аз коммерциялық негіздерімен ерекшеленеді. Осы уақытқа дейін тиімді басқару жүйесі ретінде саналған бұл жүйе әлі күнге дейін өзінің өзектілігін жоғалтқан жоқ.

Арнайы сөздер. Магниттік бақару жүйесі, ғарыш аппараттары, пассивті басқару жүйелері, магниттік құрылғылар.

Ғарыш Аппаратының бұрыштық қозғалысының басқару жүйесі немесе басқаша масса центріне қатысты басқару жүйесі ҒА ең маңызды және жауапты бөлігі болып есептеледі. ҒА жұмыс жасауы осы жүйеге тікелей байланысты.

Қазіргі таңда көп функционалды газореактивті немесе микрореактивті қозғалтқышты жүйелер қолданылады. Бірақ бұл жүйенің кемшілігі ҒА энергиясын пайдалануында, сәйкесінше ҒА жұмыс жасау ұзақтығы кемиді. Сондықтан ғарыш техникасының мамандары бұрыннан пассивті басқару жүйесі, дәлірек айтсақ, ҒА әсер ететін сыртқы күштер (гравитациялық күштер, жердің магниттік өрісі, күннен келетін қысым, аэродинамикалық күштер т.б.) көмегімен басқарушы моментті құру жүйесіне, аса көңіл бөліп келеді. Пассивті басқару жүйесі деп аталуы оның ғарыш аппаратындығы энергияны пайдаланбауында. Сондықтан пассивті басқару жүйесінде энергияны мүлде пайдаланбау мүмкін емес. Қайсыбір пассивті басқару жүйесі болмасын өзінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Мысалға алсақ, күн сәулесінің қысымын пайдаланатын парус ҒА күрделі конструкциялы болады және үлкен беттік аймақты болады, ал аэродинамикалық жүйені эффективті жағы оның орбитальды радиусының шектелуінде. Ұзақ уақытқа қажетті ҒА бұл жүйені пайдалану тиімсіз.

Көп қолданылатын пассивті жүйе ол – гравитациялық жүйе. Бұл жүйенің артықшылығы оның қарапайымдылығы болса, ал кемшілігі кеңістікте ҒА бұру және алдын ала орнықтылыққа келтіру секілді басқару функцияларын пайдалануға мүмкіндік бермейді.

Пассивті басқару жүйелерінің арасында ерекше орын алатын жүйе – магнитті басқару жүйесі. Бұл жүйеде басқарушы моментті алу үшін арнайы ҒА магниттік өрістен әсер ететін магниттік атқарушы органдар пайдаланылады. Осы жүйе көмегімен газорективті жүйедегідей барлық басқару функциялары: ҒА алдын ала орнықтыру, бастапқы бұрыштық жылдамдықты азайту, маховикті жүйенің кинетикалық моментін азайту, кеңістіктегі бұрылыстар т.б. орындалады.

Магниттік жүйенің басқа жүйелермен салыстырғандағы артықшылығы басқару моментін тез арада өзгертсе болады, сәйкесінше, әр түрлі заңдарды пайдалана отырып дәл орнын анықтауға болады.

Магниттік жүйенің масса мен энергия тұтыну деңгейі аз. Және де мүлдем энергияны тұтынбайтын жүйелер мен құрылғылар да бар. ҒА массасы оның ұзақ жұмысына байланысты емес. Магниттік жүйелік конструкцияларда қозғалмалы құрылғылар жоқ болғандықтан, ұзақ мерзімді ҒА жасауға мүмкіндік береді.

Қазіргі таңға дейін көптеген магниттік жүйелік жобалар жасалды және оларды сынақтан өткізіп және сәтті пайдалануда.

Магниттік Басқарудың даму тарихы.

1960 жылы ұшырылған АҚШ-тың Tiros 1 метеорологиялық ҒА-ның борттан келген меліметтері бойынша ҒА-ның орны мен қозғалысы есеп бойынша алынған мәліметтерден өзгеше болып шықты. ҒА мұндай қозғалысы ұйытқытушы күштердің әсерінен болуы мүмкін. Бірақ ҒА жасау барысында барлық осындай моменттер ескерілген болатын. Қайтадан барлық ҒА әсер етуші күштер гравитациялық күш, күннің әсері, аэродинамикалық күштер, космостық қоқыстың әсері, микрометеориттер т.б. мұқият есептеліп анализ жасалды, бірақ шешімі табылмады. Бір уақытта ғалымдардың ойына қарапайым ой келді: “ҒА орны мен қозғалысына Жердің магниттік әсері әсер етсе деген”. Соңында солай болып шықты.

Жердің магниттік әсері ҒА неқұрлым көп әсер етсе, оны неге ҒА басқаруға пайдаланбасқа? Және де Tiros 2 ҒА магниттік басқару жүйесімен ұшырылды.

Сол уақыттарда Жердің магниттік әсерінің мүмкіндіктерін пайдалануға болатынын білмеді деп айтуға келмейді. Өйткені бірінші ҒА ұшырылған уақытта КСРО ҒА корреспондент мүшесі Раушенбах және оның қасындағылар Жердің магниттік әсерін көрсеткен болатын.

Жердің магниттік өрісі ең алғаш үшінші Кеңестік ҒА қолданылған болатын. Ол ҒА өз өзін қалыпқа келтіретін магнитометр орнатылды. Магнитометрдің сезгіш элементі уақыттың кез келген моментінде Жердің магниттік өрісімен бағыттыс болды. Магнитометр автоматты түрде ҒА қатысты магнитті есептеп және Жерге жіберіп отырды[3].

АҚШ-та магниттік басқару құрылғысы ең алғаш Transit-1В ҒА қолданылды. Бір айта кететін жайт одан бұрын ұшырылған Tiros 2 ҒА қарағанда жақсартылған түрде болды. Космостық техниканың алғашқы даму жылдарында Tiros сериялы ҒА магниттік басқару жүйесі айтарлықтай бағаланбаған болаты.

Қазірге дейін көптеген Ресейдің ҒА, шет елдің Европаның ҒА магниттік басқару жүйесімен жабдықталған.

Олай болса магниттік жүйе қалай жұмыс жасайды?

Олардың атқарушы органдары ҒА бортында күшті магниттік өріс тудыратын құрылғы. Бұл қарапайым тоғы бар катуша болуы мүмкін, немесе электромагнит, немесе тұрақты магнит болуы мүмкін.

Қарапайым магниттік басқару құрылғысы ҒА корпусына қозғалмайтындай бекітілген және магниттік атқарушы органдары басқаруға келмейді. Мұндай құрылғылар ҒА Жердің магниттік өрісінің индукция векторы бойымен орналастыруға ұмтылатын болады.

Магниттік басқару құрылғылары мұнымен ғана шектелмек емес, оның басқа да көптеген функциялары бар.

Магниттік жүйелер мен құрылғылардың классификациясы.

Магниттік жүйелер мен құрылғылар бір бірінен үлкен айырмашылықтармен ерекшеленеді. Олар тек қана функционалды мүмкіндіктерімен ғана емес конструктивті және схемалық шешімдерімен, әрекет ету принциптерімен, құралдың құрамымен, басқару заңдарымен және т.б. ерекшеленеді.

Магниттік басқару жүйелері келесі төмендегідей қасиеттер бойынша жіктеп классификацияға бөлсе болады:

- ҒА электр энергиясын пайдалану деңгейіне байланысты;

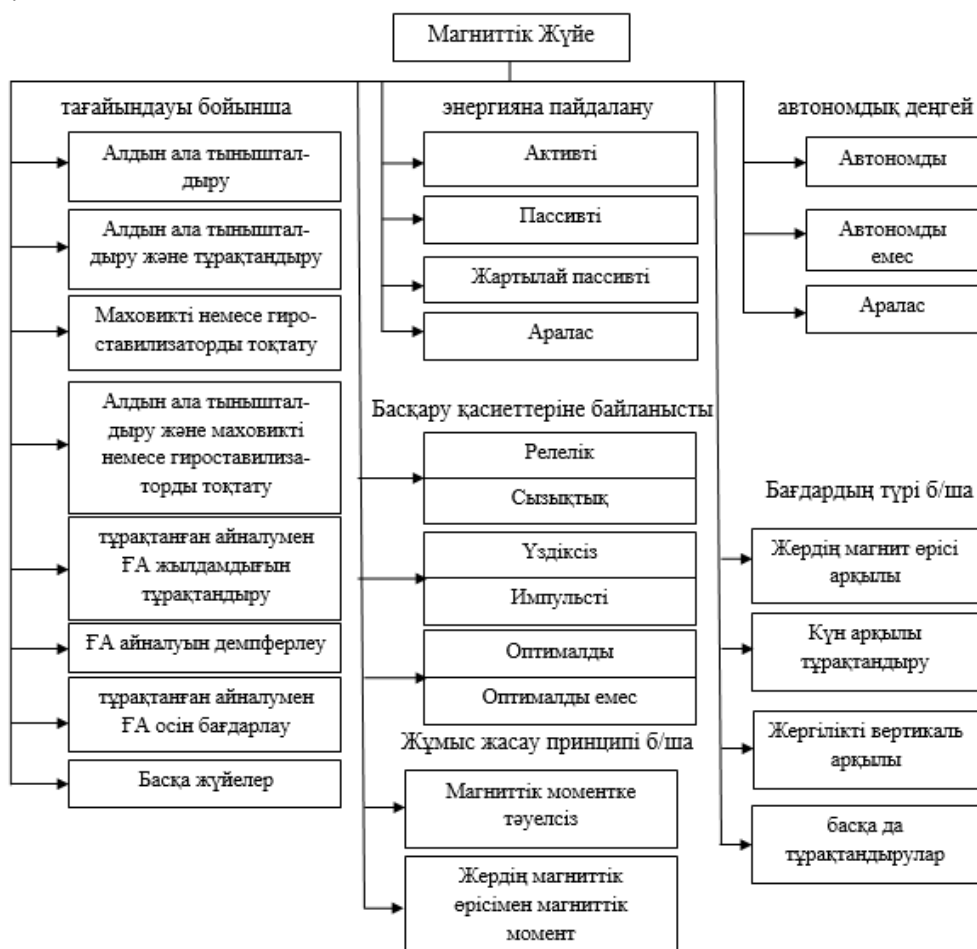
- Функционалды мүмкіндіктері мен тағайындалуына байланысты;
- Автономдық деңгейіне байланысты;
- Басқару қасиеттеріне қарай;
- Орналасу түріне және базалық координаталық жүйесіне қарай;
- Жұмыс жасау принциптеріне қарай;
- Атқарушы құрылғының типі мен ерекшеліктеріне қарай;

Магниттік басқару жүйесінің ішінен магниттік жүйені магнитометрлік датчиктердің, функционалды түрлендіргіштердің және магниттік құрылғылардың функционалды ерекшеліктеріне байланысты бөлуге болады.

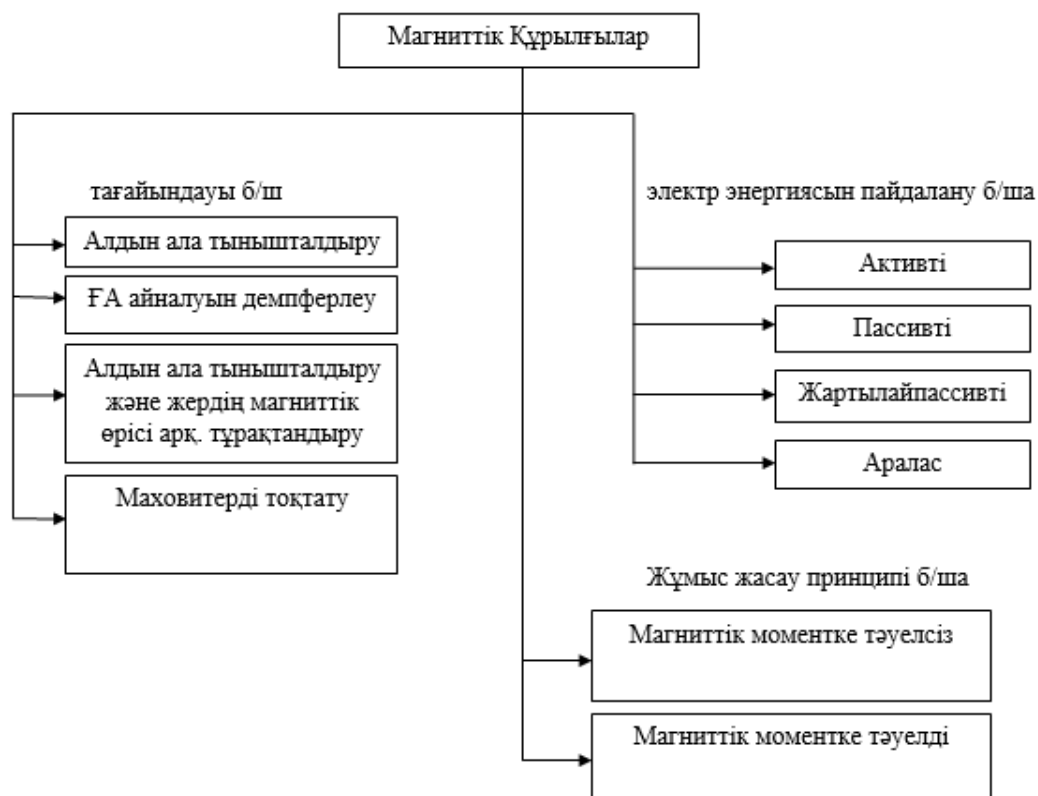
Жалпы алғанда магниттік құрылғылар магниттік атқарушы құрылғылардан және бірнеше көмекші элементтерден тұрады. Ал Магниттік атқарушы құрылғылар магниттік атқарушы органдардан және магниттік атқарушы элементтерден тұрады. Магниттік атқарушы құрылғыларға мысал ҒА корпусына қатысты қозғалмалы магниттік атқарушы орган немесе магниттік атқарушы элемент бола алады. Бізге жақсы таныс сфералық магниттік тыныштандырғыш немесе демфер. Ал магниттік атқарушы элементке мысал магнитогистерезисті стержень бола алады.

Пассивті басқаруға тұрақты магнитті құрылғылар және де жұмсақ және қатты материалды композиционды магнитті атқарушы органдар, гистерезисті және құйынды тоқты магниттік атқарушы элементтер және де басқа сол сияқтылар құрайды.

Жартылайактивті немесе жартылайпассивті құрылғылар деп электрэнергияны пайдалану магниттік жүйелік датчиктер және электронды түрлендіргіш блоктарға байланысты не болмаса функционалды күйі өзгертін пассивті магнитті атқарушы органдарға және магнитті атқарушы элементке байланысты.



1-сурет. Магниттік жүйе классификациясы



2-сурет. Магниттік құрылғылардың классификациясы

Автономдық деңгейдің тәуелділігіне байланысты МБЖ автономды, автономды емес және аралас болып бөлінеді.

Автономды МБЖ дегеніміз барлық қажетті элементтер (атқарушы органдар, датчиктер) ҒА бортында орналасады және Жермен немесе басқа объектілермен байланыс жасауды қажет етпейтін жүйелерді айтады.

Ал автономды емес жүйелер деп атқарушы органдар не болмаса датчиктер ҒА бортында орналасып, ал функционалды блок немесе басқарушы блок Жерде не болмаса басқа объектіде орналасады.

Аралас МБЖ деп ҒА автономды түрде де автономды емес түрде басқаруға болатын басқару жүйесін айтады.

Қысқаша Америкалық ҒА жайлы.

Көптеген МБЖ жобаларды магниттік құрылғылар мен Жердің магниттік өрісі арқылы тұрақтандыру құрайды. Алғаш рет бұл жүйелер 1960 жылы Америкалық навигациялық

Transit-1В және Transit-2В ҒА қолданылды. Бұл МБЖ басқа да Америкалық ҒА қолданылған болатын: Transit-3В, ANNA (Army, Navy, NASA, Air Force), 1963-22А, 1963-38В, 1963-38С, 1963-49В, 1963-83С, 1964-26А, NAVSAT (Navigational Satellite – Transit ҒА жаңа атауы), 1964-63А, 1964-83D, 1965-17А, 1965-48А, 1965-65F, 1965-109А, 1966-5А, 1966-24А, 1966-41А, 1966-76А, 1967-34А, 1967-48А, 1967-92А, 1968-12А, Injun және де Еуропалық Ғарыш Агенттігінің ESRO 1 (European Space Research Organization), Azur (ГФР), Diademe (Франция), CAS-A (Франция) т.б. ҒА.

Америкалық ҒА көпшілігі Жердің магнит өрісі арқылы МБЖ Дж.Гопкинс атындағы университеттің қолданбалы физика лабораториясында жасалып құрастырылды, ал Injun сериялы ҒА Айова штатының Университетінде жасалды.

Магниттік басқарудың негізгі теңдеуі. Басқарушы момент.

Кез келген магниттік жүйенің немесе магниттік құрылғының жұмыс жасау принципі ҒА әсер ететін Жердің магниттік өріс арқылы магниттік моментіне негізделген .

Әсер етуші момент M былай анықталады:

$$M = L \times B \quad (1)$$

Мұндағы L – FA магниттік момент векторы; B – Жердің магнит өрісінің индукция векторы.

Осы векторлық тендеу магниттік басқару жүйесінің негізгі тендеуі деп аталады және де кез келген магниттік жүйе мен магниттік құрылғылар үшін орындалады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Коваленко А.П. Магнитные системы управления космическими летательными аппаратами. , «Машиностроение», 1975 г.
[2] Раушенбах Б.В., Токарь Е.Н. Управление ориентацией космических аппаратов. Изд.-во «Наука», 1974 г.
[3] Алексеев К.Б., Бебенин Г.Г. Управление космическими летательными аппаратами. М., «Машиностроение», 1974 г.

Қаратай Ғ.М., Ыбырай А.М., Жанғазиев М.Б., Сайтов А.Т.

Этапы развития и основы магнитных систем управления

Резюме. В настоящее время многие космические аппараты работают на магнитных системах управления, потому что магнитная система управления характеризуется своей простой структурой и меньшего времени и коммерческой основой. До сих пор эта система считалась эффективной системой управления, пока она не утратила своей актуальности.

Ключевые слова. Магнитные системы управления, Космические аппараты, пассивные системы управления, Магнитные приборы.

Karatay G.M., Ybyray A.M., Zhangaziyev M.B., Saytov A.T.

Stages of development and the foundations of magnetic control systems

Summary. At present, many spacecraft operate on magnetic control systems.

Because the magnetic control system is characterized by its simple structure and less time and commercial basis. Until now, this system was considered an effective control system, until it lost its relevance.

Key words: Magnetic control systems, Space vehicles, passive control systems, Magnetic devices.

UDC 691-419.3

Ganiy Akhmet¹, Ye Yu¹, Ardak Kanazhanov², Ping Hu¹

(Ganiy Akhmet¹, School of Automotive Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, The people's republic of China.

Ye Yu¹, School of Automotive Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, The people's republic of China.

Ardak Kanazhanov², School of Industrial Engineering, Satbayev University, Almaty 050013, Republic of Kazakhstan. E-mail: 280140ait@mail.ru

Ping Hu¹, School of Automotive Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, The people's republic of China)

THREE-POINT BENDING TEST OF ADHESIVELY BONDED CORRUGATED SANDWICH PANEL

Abstract. The work presented here is a part of the research aiming to accomplish strength properties of an adhesively bonded sandwich structure. A design of the adhesively bonded corrugated sandwich panel is proposed and an experimental program is set forth to assess its feasibility. A structural detail was further studied for static and fatigue loading in order to evaluate failure modes and locations. A specimen of the adhesively bonded corrugated sandwich structure was constructed and tested in three-point bending test. A numerical model of the prototype was built in order to estimate loads during testing and for benchmarking purposes. The present numerical simulation analysis confirms the reported experimental investigations results. The adhesively bonded sandwich structure is more efficient and needs further research. The aim of the paper is to show the advantages and perspectives of finite element simulation and strength performances of adhesively bonded corrugated sandwich panel.

Keywords: Corrugated sandwich structure; Cohesive zone method; Adhesive joint; Finite element method; Three-point bending test.

1 Introduction

Composite materials industry grows rapidly nowadays and one of the potential solution could be adhesively bonded corrugated sandwich structure (ABCSS). ABCSS is being used for a long time in engineering. Starting from the last decades corrugated sandwich structures begun to be extensively used in aerospace, automotive, construction, marine industry. In the context of light weighting in transport, corrugated sandwich plates were discussed in the middle of the last century [1]. Finding the technology to bond core and face sheets may be an alternative to sandwich panels, open to a variety of geometrical solutions, e.g. [2–5]. Currently, lightweight corrugated steel sandwich panels are typically made by laser welding. Until recently, the use of steel sandwich structures for several applications has been rejected because of the complication of bonding with corrugated cores. The major problem of joining thin sandwich assemblies is that there is always one joining face that is only accessible from inside. There are several methods like mentioned laser-welding [6], spot-welding [7] and adhesive bonding [6,7]. The laser-welding technology needs for an easily accessible, portable and high-powered laser technology [3,4]. Other disadvantages include a significant volume of crevices formed between adjacent connected elements that promote crevice corrosion. The highly localized nature of the joints may also produce high-stress concentrations and, thus, lead to poor fatigue life [3,4]. Alternatively, others have considered the use of spot-welding [9] as a possible fabrication technique. However, the fatigue performance of spot-welds has been found to be poor and can be subjected to fatigue loading [3,5]. Adhesively bonded joints are a developing alternative to mechanical joints in engineering applications and provide many benefits over conventional mechanical fasteners. Among these advantages are: (1) lower structural weight and lower fabrication costs, (2) bond different materials, (3) allow mount a thick material to thin material, (4) act as sealants and (5) improve damage tolerance [1,2,11-15]. However, an important damage type in sandwich structures is the separation of face and core panels sometime referred to as debonding [3,15]. Debonds can arise as a consequence of defects from production when an area between the face and core has not been insufficiently primed resulting in a lack of adhesion. In use, impact loading due to conflict with objects can result in formation or rise of a debond crack. With debonds present, the structure might break down under loads considerably lower than those for an intact sandwich structure [3]. In order to increase confidence of engineers in corrugated sandwich structures an understanding of the behavior characteristics of the sandwich structure elements is required for both transverse, longitudinal load directions and adhesive layer. This will enable understanding of both the advantages and limitations of using a corrugated sandwich structures. Advancement in the development of the ABCSS has been hindered by the lack of understanding of their behavior under load.

In this work we consider the influences of adhesive joint on stress distribution and initial failure modes of an adhesively bonded sandwich structure made with steel plate as face and higher-strength steel as corrugated core connected by a ductile structural adhesive under three-point bending test procedure. Additionally, an experimental and numerical simulation on the three-point-bending test of adhesively bonded corrugated sandwich structures has been completed. Finite element model, which were made in HyperMesh software and cohesive zone method implemented to reveal the strength performances and weak points of adhesively bonded corrugated sandwich panel. Additionally, we payed attention on adhesive layer as the important mechanical joint.

2. Failure analysis and cohesive zone method

Failure of ABCSS shown in Fig.1. ABCSS has several failure modes: face yielding, face buckling, core yielding, core buckling, indentation, delamination and joint failure [16]. Among the several failure modes of the sandwich structures, the adhesive joint failure is the key failure, which would lead to the destruction of the entire sandwich structure.

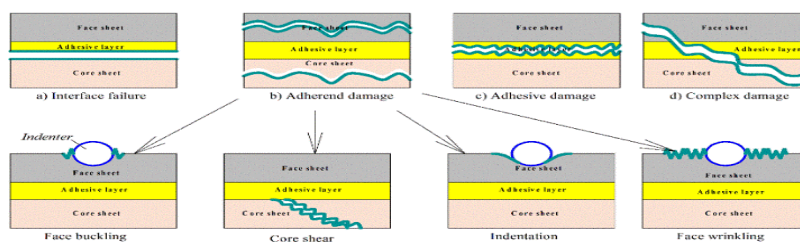


Fig.1. Types of ABCSS failure

(Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu.

Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

For this research, cohesive zone method (CZM) were used to analyze debonding of ABCSS. The cohesive zone as adhesive layer and fillets were defined as an interface in between of the core and face panel. The failure process of a classic adhesive joint usually contains an initial elastic branch, a strength determined by damage initiation criterion and a damage propagation softening branch. These three parts can be identified in a curve for the traction-separation law (Fig.2). This response is also defined as CZM which is introduced by Barenblatt [17] and incorporated into a computational framework by Hillerborg [18]. The debonding process is basically approached through a nonlinear fracture mechanics method. The failure initiation of adhesively bonded joint is assumed to be start when the normal stress or shear stress in adhesive layer exceeds the corresponding strength T_I or T_{II} , where I represents mode I in normal direction and II represents mode II in shear direction. The failure initiation criterion can be written as below:

$$\max \left\{ \frac{\langle \sigma_a \rangle}{T_I}, \frac{\tau_a}{T_{II}} \right\} = 1 \quad (1)$$

where $\langle \rangle$ represents that only tensile stress would be considered.

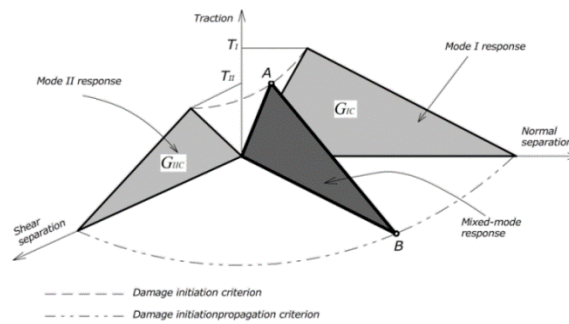


Fig.2. Mixed-mode bi-linear traction-separation law

(Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu. Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel)

By modelling the adhesive layer as a traction-separation CZM law, the whole process of cohesion failure in the adhesive layer and fillets can be simulated and predicted. Cohesion failure can be defined by three parts, namely damage initiation, damage propagation, and damage completion. All of the failure parts of transverse and longitudinal shape configurations were given in Fig.3,4.

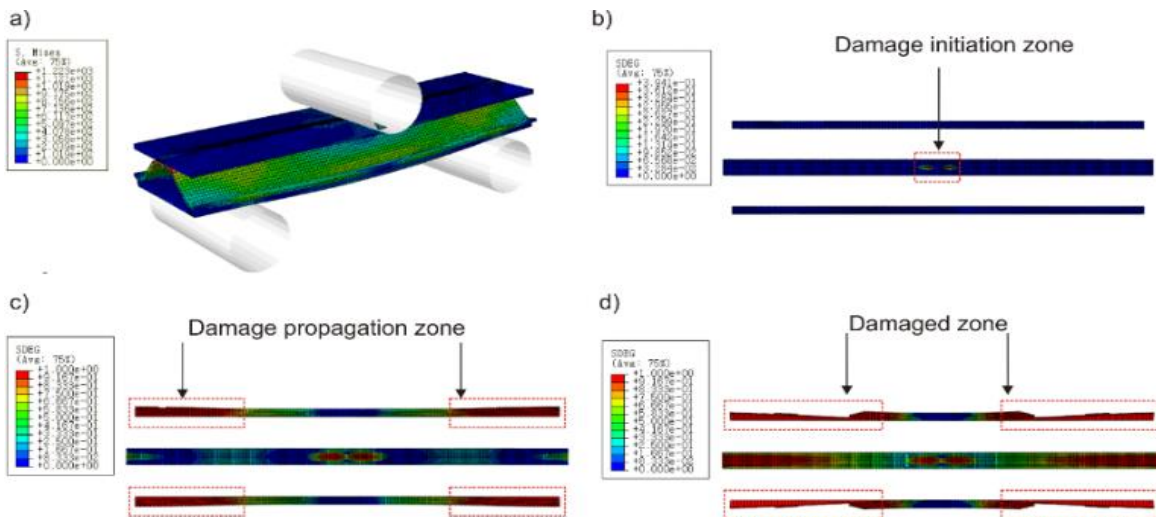


Fig.3. Failure parts in the adhesive layer at longitudinal configuration using the CZM method: the entire simulate model and adhesive layer (a); damage initiation zone (b); damage propagation begins at lower adhesive layer on both side of the panel (c); damaged zone (d)

(Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu. Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

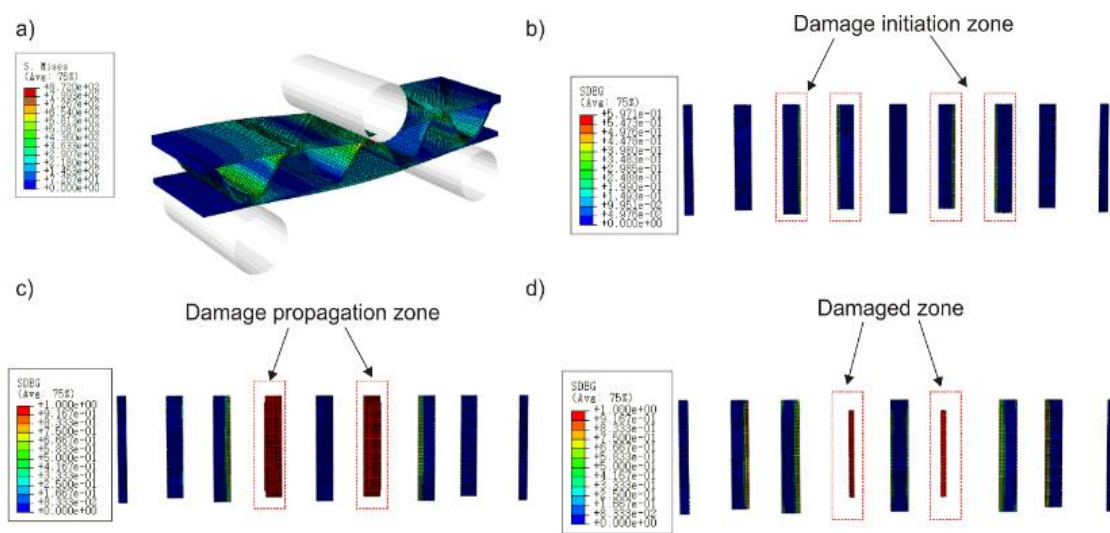


Fig.4. Failure parts in the adhesive layer at transverse configuration using the CZM method: the entire simulate model and adhesive failure zone at lower adhesive layer (a); damage initiation position on the lower adhesive layer (b); damage propagation begins near the left side of indenter (c); damage complete status (d)

(Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu.

Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

3. Experimental small scale coupon testing

ABCSS was produced with a corrugated periodic unit cell. Fig.5, θ is a web angle between the oblique part of the core sheet and face sheet, B is the width of ABCSS, h is the overall height of the beam, h_c is the central axis height of the core, f is the width of adhesive layers or overlap, t_a is the thickness of the adhesive layer, t_f is the thickness of the face sheet, t_c is the thickness of the core sheet, p the half width of one sandwich structure unit, λ the length of span and r radius of the core flange, l_f width of adhesive fillet and h_f height of it. The Young's modulus, E , and Poisson's ratio and ν have been given in Table 1, 2.

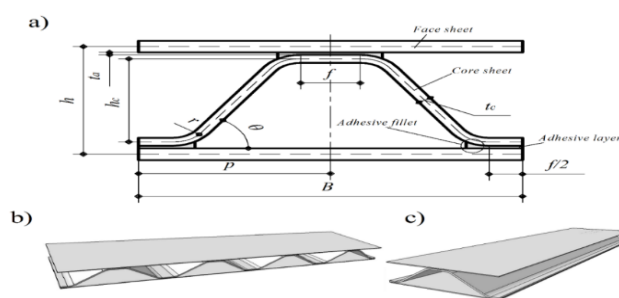


Fig.5. a) scheme of ABCSS; b) transverse; c) longitudinal

(Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu.

Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

Tensile machine (Fig. 6), designed and built for these tests and based on the standard ASTM D7766 [19]. We used a servo-electric loading-tensile machine “WDW-3100”, connected to personal computer and equipped with a sensor device, to acquire the load-displacement signals. ABCSS specimens with single cell were manufactured for transverse and longitudinal tests. The specimen size is $f=8$ mm, $t_c=1.6$ mm, $t_f=2.6$ mm, $t_a=0.2$ mm, $l=200$ mm, $B=50$ mm. The ABCSS specimens were tested in three-point-bending (3PB), i.e., the sandwich specimens were simply supported at two round blocks and the indenter was applied at the mid-point between the supports by a cylinder oriented across head on the specimen Fig.7. Diameter of the indenter's head and round blocks are $\varnothing 30$ mm. The velocity of the impactor is 5 mm/min. On Fig.6, (b) the specimens after three-point-bending tests were shown. The specimens were conditioned more than 48 hours before testing. The collected adhesive mechanical properties (Table 1) and the curing conditions from the manufacturers are given in Table 2.

Table 1. Mechanical properties face and core materials

Material	Density ρ (g/cm ³)	Young's modulus E (MPa)	Poisson ratio ν	Yield Stress (MPa)	Tensile Stress (MPa)
Steel 301 (Face)	7.8e-009	208000	0.3	305	500
22MnB5 (Core)	7.8e-009	208000	0.3	1000	1750

Table 2. Mechanical properties of the adhesive

Property	DOW betamate 1840C
Initial Stiffness—Mode I/ Mode II (GPa)	2.74/ 0.17
Tripping Traction—Mode I/ Mode II (MPa)	27.5/ 28.7
Fracture Energy—Mode I/ Mode II (kJ/m ²)	2.5/ 11.8



Fig. 6. a) Three-point bending device; b) longitudinal and c) transverse shape configurations (Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu.)
Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

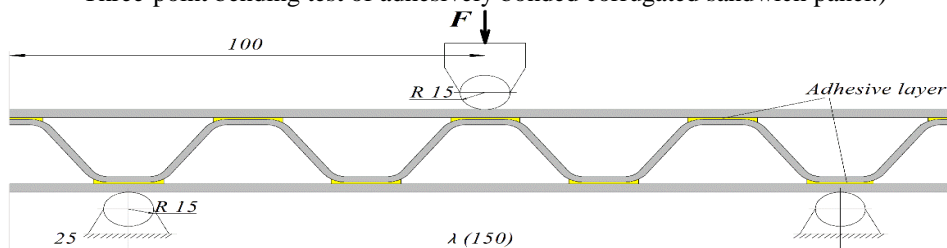


Fig.7. Scheme of the three-point-bending test of specimen (Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu.)
Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

4. Numerical modelling

ABCSS was analysed using the finite element software HyperMesh [20] and further calculated in an advanced general-purpose multiphysics simulation software LS-DYNA. The adhesive layer between the face and core sheets was assumed to be perfect. The face and core sheets were assigned as solid elements. The ABCSS was simply held together by supporters similar to real experiments (Fig.8). Adhesive mesh was 0.8x1 mm and face/core was 1x1.6 mm, but around adhesive, mesh density was increased. Material for adhesive was chosen Material 138, for face/core were Material 24. Total number of mesh elements were 136900 for longitudinal and 104000 for transverse. All of the parts were solid elements and geometries were the same as in experimental part. The interactions between the support blocks and indenter, face sheets and core sheets were modelled using surface-to-surface contacts. A frictional coefficient value of 0.35 was assumed among all contacting surfaces. In Fig.9 are the results of the load-displacement curves of the two types of ABCSS configurations for both the experimental and simulation analysis. It is clearly seen that there is a good correlation in the simulation curves with the experimental curves. As they are elastically loaded up to a

peak value, the core buckling leads to a load drop. More load increase on the core sheets was performed for them to make contact with one another, and the core member began to flatten.

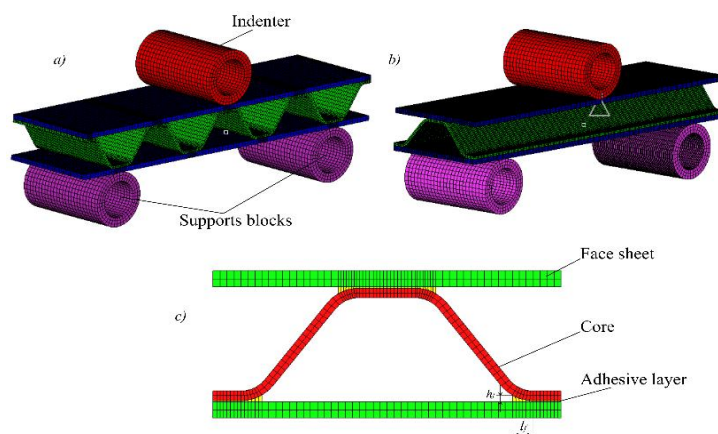


Fig.8. a) transverse; b) longitudinal; c) mesh density and refinement quality of ABCSS (Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu. Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

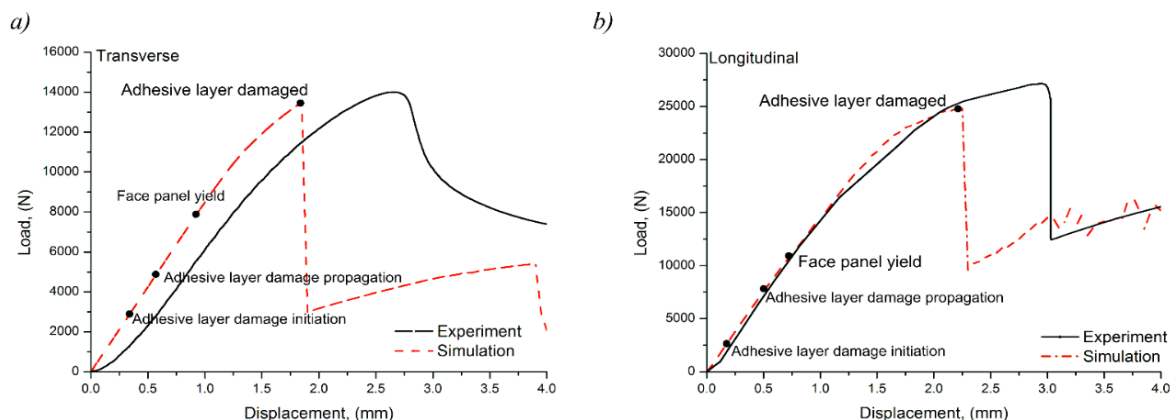


Fig.9. Experiment and simulation force-displacement curves both in a) longitudinal and b) transverse (Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu. Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

For transverse loading (Fig.10, a-c), there are two main failure modes: face yielding and adhesive failure. The maximum stress does not happen at the core (Fig.10, b) of the ABCSS, but at a single corrugation wavelength distant from its centre. It is related to the adhesive layer failure (Fig.10, c) caused by normal and shear stresses. The numerical curves have a decent correlation with the experimental curves and these results validate that the finite element simulations could be used for an optimisation design of corrugated sandwich structures.

Bending stiffness along the longitudinal configuration was higher than the one observed along the transverse configuration, and folding first occurred at the boundary centre along the indenter direction. For longitudinal loading, there are two main failure modes: face yielding and adhesive failure. Face failure happens when stress on the initial perpendicular load is not sufficient enough to cause core failure, especially when the corrugated core strength is of low pitch with a small web angle (θ) among others [3]. Two crucial failure modes, compressive and tensile, of the skin material happen at the sandwich beam surface where flexure stresses are at their largest [1], as shown by the numerical and experimental results [21]. From these experiments, it was discovered that the longitudinal shape configurations (Fig.10, d). The core mode of collapse led to an interfacial slip. The core sheets played a vital role in the crushing mechanism of the corrugated sandwich structures. Core sheet failure occurs if there is a weak core in relation to face sheet structural performance. Core sheet failure also occurs in two different failure modes (yielding and buckling) and during

this situation (Fig.10, e), another collapse mode happens through web buckling. When critical stress is surpassed, there is a buckling in the core sheet in one or more of the elements. Such failures happen when the core sheet geometry crushes quite easily (i.e., thin core sheet and large corrugation pitch). The lower calculated buckling load of the web is indicative of the core sheet. An interfacial slip causes bond shear failure, which enables the face sheets to operate as two distinctive beams, thus causing the sandwich effect to be lost. From the core sheet centre, the stress goes beneath the support part. Finally, the core edges are separated from the face sheet and the core. The core sheet angle influences the adhesive overlap width (f) and the height of the core sheet. Adhesive layer degradation is shown on Fig.10, (c,f).

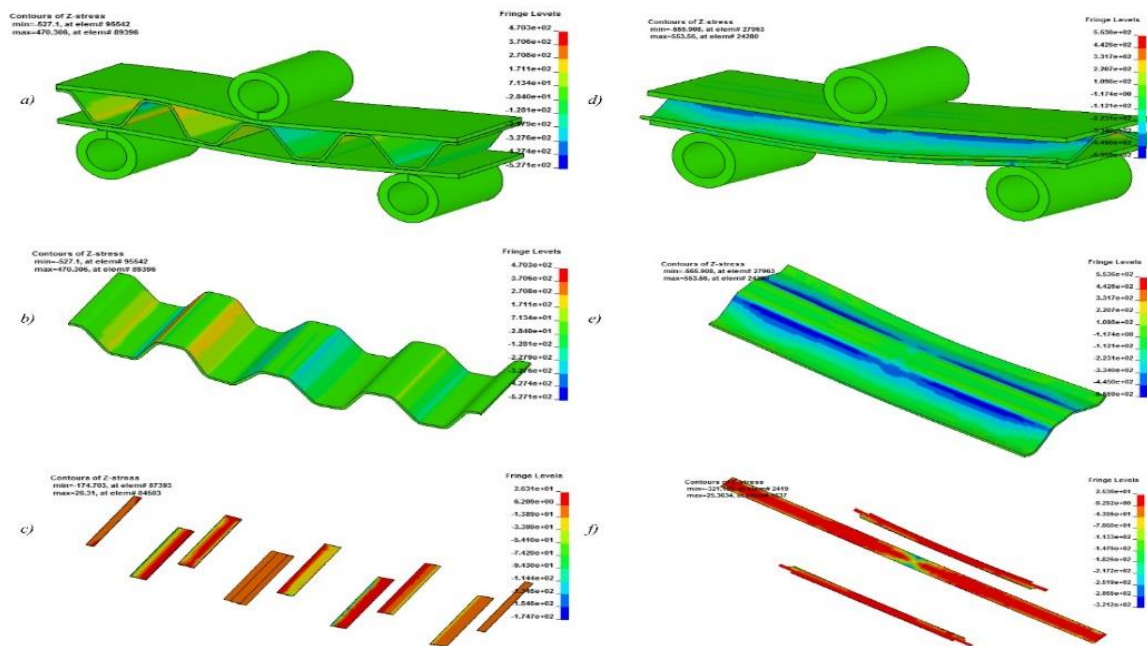


Fig.10. Transverse (a-c) and longitudinal (d-f) shape configurations: (a-d) three-point bending test results; (b-e) core panel under the stresses; (c-f) adhesive layer damage degradation prediction under the stresses

(Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu.

Three-point bending test of adhesively bonded corrugated sandwich panel.)

Conclusion

A finite element model for adhesively bonded corrugated sandwich structure under three-point bending test for two shape configurations with consideration of adhesive layer effects has been developed. Based on the model, stress with critical load in each member can be predicted and the failure mechanisms have been identified as five modes: face yielding, face buckling, core yielding, core buckling and adhesive damage initiation. The overall performance of sandwich structures depends in general on the properties of the face sheets, the core, the adhesive properties and bonding technology of the core to the face sheets, as well as geometrical dimensions. The predicted strength behavior was consistent with the experimental data. In addition, under three-point loading the stress concentrations of longitudinal and transverse shape configurations, generally occurring at the adhesive layer. Therefore, adhesive layer bonding strength plays a vital role and finite element simulation helps to identify failure in adhesive layer accurately.

REFERENCES

- [1] Allen HG. Analysis and design of structural sandwich panels. London: Pergamon Press, 1969. —292 p.
- [2] Tokura S., Hagiwara I. A study for the influence of work hardening on bending stiffness of truss core panel, //Journal of Applied Mechanics. —2010. — №77. — p.310-322.
- [3] Saito K., Nojima T. Development of lightweight rigid core panels, //Journal Solid Mech. Mater. Eng. —2007. —№1. — p.1097-1104.
- [4] Tokura S., Hagiwara I. Forming process simulation of truss core panel, // Journal Comput. Sci. Technol. —2010. —№4. — p.25-35.

- [5] Knox E.M., Cowling M.J., Winkle I.E. Adhesively bonded steel corrugated core sandwich construction for marine applications. //Marine Structures. —1998. —№11. — p.185-204.
- [6] Poirier J.D., Vel S.S., Caccese V. Multi-objective optimization of laser-welded steel sandwich panels for static loads using a genetic algorithm. //Engineering Structures. — 2013. —№49. — 508–524p.
- [7] Nirupama G., Diwakar, Reddy V., Krishnaiah G. Design and fabrication of spot welded corrugated panel under three points bending by FEM. //Procedia Engineering. — 2014, —№97. — p.1282–1292.
- [8] Wang S.J., Liu C.Y. Coupling effect in Pt/Sn/Cu sandwich solder joint structures. Acta Materialia. — 2007. —№55. — p.3327–3335.
- [9] Potluri P., Kusak E., Reddy T.Y. Novel stitch-bonded sandwich composite structures. //Composite Structures. —2003. —№59. — p.251–259.
- [10] Hou S., Zhao S., Ren L., Han X., Li Q. Crashworthiness optimization of corrugated sandwich panels. //Materials and Design. 2013. —№51. — p.1071–1084.
- [11] Chang W., Ventsel E., Krauthammer T., John J. Bending behavior of corrugated-core sandwich plates. //Composite Structures. 2005. —№70. — p.81–89.
- [12] Bartolozzi G., Baldanzini N., Pierini M. Equivalent properties for corrugated cores of sandwich structures: A general analytical method. //Composite Structures. 2014. —№108. — p.736–746.
- [13] Valdevit L., Wei Z., Mercer C., Zok F.W., Eva A.G.. Structural performance of near-optimal sandwich panels with corrugated cores. //International Journal of Solids and Structures. —2006. —№43. — p.4888–4905.
- [14] Martinsen K., S.J. Hu, Carlson B.E.. Joining of dissimilar materials. //CIRP Annals - Manufacturing Technology. —2015. —№64. — p.679–699.
- [15] Hart-Smith L.J. Aerospace. Adams RD. Adhesive bonding: science, technology and applications. Cambridge: Woodhead publishing Ltd, 2005. —225p.
- [16] Cao J, Cai K., Wang Q, Shi J. Damage behavior of a bonded sandwich beam with corrugated core under 3-point bending. //Materials and Design. — 2016. —№95, —p.165–172
- [17] Barenblatt G.I. The Mathematical Theory of Equilibrium Cracks in Brittle Fracture, //Advances in Applied Mechanics. —1962. —p. 55–129.
- [18] Hillerborg A., Modéer M., Petersson P.E.. Analysis of crack formation and crack growth in concrete by means of fracture mechanics and finite elements, //Cement and Concrete Research. —1976. —№6. —p.773–781.
- [19] ASTM, 2013. D7766-16 Standard Practice for Damage Resistance Testing of Sandwich Constructions, //ASTM International, —1–9 p.
- [20] HyperMesh Desktop Introduction 13. Pre-processing for Finite Element Analysis. //ALTAIR ENGINEERING INC. —447 p.
- [21] Yu Y., Ying L. Hou W., Hu P., Jia X., Akhmet G. Failure analysis of adhesively bonded steel corrugated sandwich structures under three-point bending. //Composite Structures. —2018. — №184. — p. 256–268.

Ахмет Ғаний, Уй Ие, Қанажанов Ардақ, Пинг Ху.

Үшнүктелі иілу кезіндегі корригирленген сэндвич панелдерінің беріктілігін сынау

Түйіндеме. Ұсынылып отырған мақалада адгезивті-жабыстырылған корригирленген сэндвич панелдерінің беріктілігін сынау жолдары қарастырылған. Адгезивті-жабыстырылған корригирленген сэндвич панелінің қайталанатын арқалығы жасалып, оған үшнүктелі иілімді сынақ жүргізілді. Адгезивті-жабыстырылған корригирленген сэндвич панелінің екі пішіні қарастырылды: бойлық және көлденең. Сонымен қоса сандық моделі жасалып, сынақ үлгілерімен салыстырылып, ары қарай беріктілік есептеулер жүргізілді. Құрастырылған сандық моделі сынақ нәтижелерін растайды. Мақаланың мақсаты – сандық моделінің артықшылығы мен ерекшеліктерін көрсетіп, адгезивті-жабыстырылған корригирленген сэндвич панелдерінің беріктілік қасиетін сынау.

Ключевые слова: Корригирленген сэндвич панелі; Сэндвич арқалық; Желімді қосылыс; Шеткі элемент әдісі; Үшнүктелі иілім.

Ахмет Ғаний, Уй Ие, Қанажанов Ардақ, Пинг Ху.

Трехточечный изгиб склеенной корригированной сэндвич панели

Резюме. работа является частью исследований, направленных на расчет прочностных свойств клеевых сэндвич панелей. В ходе трехточечного испытания на изгиб был построен и испытан образец склеенной корригированной сэндвич балки, т.к. является повторяющейся единицей всей панели. Рассмотрены две формы склеенной корригированной сэндвич панели: продольной и поперечной. Численная модель прототипа была смоделирована для проверки сходимости с экспериментом и для дальнейшего прочностного расчета образцов. В настоящее время численное моделирование подтверждает результаты экспериментальных исследований. Цель статьи-показать преимущества и перспективы моделирования методом конечных элементов и прочностных характеристик склеенной корригированной сэндвич-панели.

Ключевые слова: Корригированная сэндвич панель; Сэндвич балка; Клеевое соединение; Метод конечных элементов; Трехточечный изгиб.

УДК 338.545.

О.Д. Меирбекова

(Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Қазақстан Республикасы, Түркістан
Oksana_120183@mail.ru)

ОҢТҮСТІК АЙМАҚТАРДАҒЫ КҮН КОЛЛЕКТОРЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУДІҢ ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕРІ

Андапта. Бұл мақалада қазіргі уақыттағы өзекті мәселелерінің бірі күн энергиясын пайдалану жолдары қарастырылды. Оңтүстік аймақта күн энергиясын пайдалану мүмкіндігі жоғары болғандықтан зерттеу осы аймақта жүргізілді. Зерттеу кезінде маңызды элемент ретінде күн коллекторлары қолданылды. Күн коллекторлары арқылы күн энергиясын пайдалана отырып, нысананы жылумен және ыстық сумен қамтамасыз ету жолдары қарастырылды. Оңтүстік аймақтағы тұтынушыларды жылумен және ыстық сумен қамтамасыз ету мәселесін күн энергиясы арқылы шешуге толық мүмкіндігіміз бар екендігі айтылған. Сонымен қатар, қазіргі кездегі экологиялық мәселелерді шешуде де маңызды роль атқармақ.

Кілт сөздер: баламалы энергия, күн энергиясын пайдалану, күн элементтері, күн коллекторлары, нысананы жылумен қамтамасыз ету, фотоэлементтер, гелио жүйе.

Қазіргі кездегі экологиялық мәселелер кешенінде энергетика жетекші орындардың бірін алып отыр. Осыған орай, энергияның жаңғыртылатын көздерін іс жүзінде пайдалануға, қарқынды жұмылдыруға байланысты олардың қоршаған ортаға әсеріне ерекше назар аударылып отыр. Бүкіл әлем энергия тапшылығынан құтылып, қоршаған ортаны ластамайтын баламалы энергия көздеріне қол жеткізуге кірісіп кетті. Соның бірі күн сәулесі болашақтың сарқылмас энергиясы бола алады.

Қазақстан аумағының көпшілік бөлігінің күн энергиясын пайдалану үшін жағымды климаттық жағдайлары бар. Соның ішінде, өзіміздің оңтүстік облысымызда бір жылдың ішінде 180-250 рет күн ашық болып, орташа температура 37⁰С құрайды. Бұл дегеніміз біз үшін, ең тұрақты, ең арзан, таусылмайтын энергия көзі болып табылады. Күн шуағы мол шілде айында горизонталь қабаттың 1 ш.м келетін энергияның мөлшері орташа алғанда күніне 6,4-тен 7,5 кВт/сағ дейін құрайды.

Күн элементтері - күн сәулесін қабылдап, оны электр энергиясына түрлендіретін материалдардан жасалуы керек.

Жалпы алғанда, күн сәулеленуінен электр энергиясы мен жылуды алудың бірнеше әдістері бар.

Олар:

1) Электр және жылу энергиясын фотоэлементтер көмегімен алу.

2) Күн энергиясын жылу машиналарының көмегімен электр энергиясына айналдыру.

3) Гелиотермальдық энергетика – күн сәулелерін жұтатын беттің қызуы мен жылудың таралуы және қолданылуы.

Осы әдістердің ішінде біз электр және жылу энергиясын фотоэлементтер көмегімен алу әдісін қарастырамыз.

Қарапайым гелио жүйені құру үшін тек бір коллектор қажет. Олардың арнасы бойынша тұрмыстық қажеттілікке және үйлерді жылытуға қажетті кәдімгі су айналымға түседі. Дегенмен мұндай тәсіл тиімсіз, яғни оған толық тәулік бойынша энергияның жоғалуын толтырып отырудың болмауына байланысты. Сондықтан, маңызды элементтердің бірі күннің жылыту жүйесінде жылулық аккумулятор – суы бар ыдыс қолданылады [1,2,6].

Біздің әдістеме бойынша аз қадам жасай отырып күн коллекторының температуралық режимін анықтаймыз.

Есептеулерді әрбір айдың орташа күніне жүргіземіз. Барлық белгілі есептеулер осы әдістемеге сүйене отырып жасалады. Орташа күнді біз әрбір айдың 21-ші күнін аламыз. Алдымен есеп жүргізетін күндегі күннің еңкею бұрышын анықтаймыз:

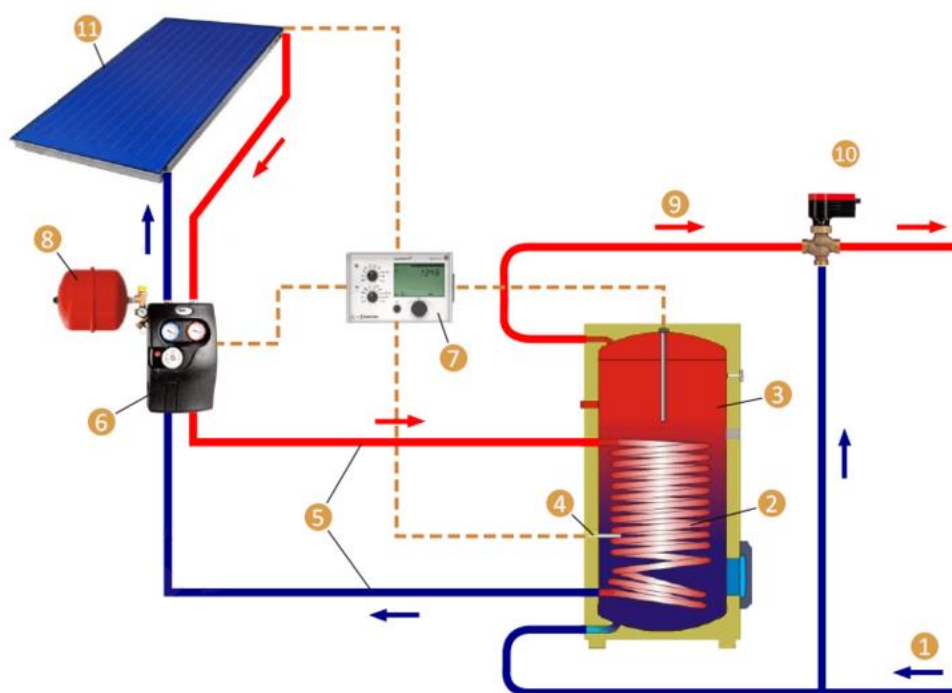
$$\delta = 23,45^\circ \sin\left(360^\circ \frac{284 + n}{365}\right),$$

мұндағы n — жыл бойынша күн нөмірі. Әрі қарай, горизонталь w_3 және еңкею w_3 жазықтығы үшін күннің батуының (шығуының) сағаттық бұрышын табамыз:

$$w_3 = \arccos[-\operatorname{tg}(\varphi)\operatorname{tg}(\delta)]$$

$$w'_S = \min [w_S \arccos (-tg(\varphi - \beta)tg(\delta))]$$

мұндағы φ — жергілікті ендік; β — горизонтқа қарай коллектордың еңкею бұрышы.



1-сурет. Үйді күн коллекторымен жылыту сұлбасы:

1 — суы суды беру; 2 — жылуалмастырғышы; 3 — жылуаккумуляторы; 4 — температура датчигі;
5 — жылу тасымалдау контуры; 6 — сорпа станциясы; 7 — контроллер; 8 — ұлғайтқыш бак; 9 — ыстық су;
10 — үшжүрісті кран; 11 — күн коллекторы.

Енді горизонталь еңкейген бетке R_n сәуленің тікелей түсуінің түрлену коэффициентін есептейміз:

$$R_n = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos(\delta) \sin(\omega'_s) + \frac{\pi \omega'_s}{180} \sin(\varphi - \beta) \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s) + \frac{\pi \omega_s}{180} \sin(\varphi) \sin(\delta)}$$

Күн энергиясының еңкейген және горизонталь бетке түсетін R күн энергиясының қатынасын табамыз:

$$R = \left(1 - \frac{E_n}{E}\right) R_n + \frac{1 + \cos(\beta)}{2} \frac{E_n}{E} + \rho \frac{1 - \cos(\beta)}{2},$$

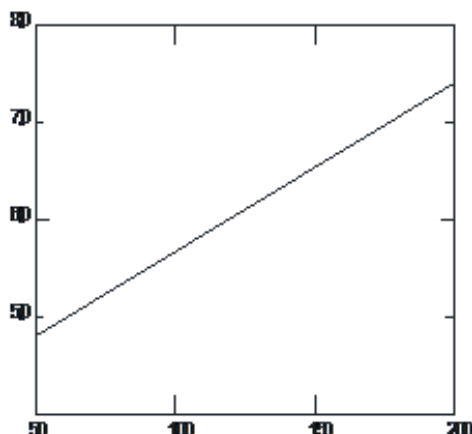
мұндағы E және E_n — сәйкесінше тікелей және шашыраған күн сәулесінің қосындысы, МДж/(м²·год); ρ — жер бетінен шағылысатын коэффициент жер бетін қар жапса 0,7-ге, ал қар болмаған кезде 0,2-ге тең болады [3,4].

Осы есептеулерді жүргізе отырып, оңтайлы бұрыш 35° деп алынды. Есептеулер нәтижесі 1-кестеде көрсетілген.

Есептік зерттеу жұмысының қадамдары күн коллекторының келесі көрсеткіштерін ескере отырып жүргізілді. Үш қадам бойынша есептелді:

1-қадам. 2-суретте көрсетілгендей жылулық жоғалтудың температуралық тәуелділігіне ($\tau\alpha$) = 0,78 коллекторы ие. Жылу тасымалдаушының - 50%-ы пропиленгликоль су ерітіндісінен тұрады [6]. Күн контурындағы жылу тасымалдаушы қысымы 4,0 атм. Жазғы уақытта күн сәулеленуінің коллекторға түсетін энергия ағыны 1,15 кВт/м², ал ауа температурасы 38 °С. Егер айналым тоқтаса, онда жылу тасымалдаушы қайнау деңгейін анықтап алу. Айналым тоқтаған кезде жұтылған энергия жылу жоғалтуға тең.

$$G_T(\tau\alpha) = U_L(T_{p,m} - T_a) = 1150 \cdot 0,78 = 900 \text{ Вт/м}^2, \text{ осыдан } T_{p,m} = T_a + \frac{900}{U_L}.$$



2-сурет. Жылулық жоғалудың температуралық тәуелділігі

Осыған орай, жоғалту коэффициенті температура коэффициенті болып табылады, бұл теңдеудің шешімі итерациялық болып табылады. $U_L = 6,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ деп аламыз.

Онда
$$T_{p,m} = 38 + \frac{900}{6,5} = 176^\circ\text{C} .$$

$6,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ кезіндегі екінші итерация мына температураға сәйкес келеді.

$$T_{p,m} = 38 + \frac{900}{6,8} = 170^\circ\text{C} .$$

Тандалып алынған параметрлерінің жылутасығыштың қайнау температурасы 145°C , сол себепті, ол қайнауы мүмкін [5].

2 қадам

Табиғи айналым кезінде күн қыздырғышы температура айырымы 10°C -қа жуық кезінде жұмыс істейді. Коллектор 4 м^2 ауданына тең, оның жылулық жоғалту коэффициенті $4,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, ал $F' = 0,91$. Егер оның шығысындағы су температурасы 15°C -қа тең болса, ол күн коллекторының жылулық өнімділігіне тең, ал панельде жұтылған күн сәулесінің ағыны $780 \text{ Вт}/\text{м}^2$ -ты құрайды.

Су шығыны мынаған тең:

$$\dot{m} = \frac{-4,2 \cdot 0,91 \cdot 4}{4190 \ln \left[1 - \frac{4,2 \cdot 10}{780 - 4,2(30 - 15)} \right]} = 0,060 \text{ кг}/\text{с};$$

$$Q_u = 0,060 \cdot 4190 \cdot 10 = 2550 \text{ Вт}.$$

Біз F' -ті тұрақты деп есептейміз. Негізінде, оның мәні итерциялық түрде дәл алынған. Егер коллектордағы температура айырымы 20°C -ға дейін көтерілсе, онда коллектор өнімділігі F_R азаюынан 2450 Вт -қа дейін төмендейтін еді. Коллектор өнімділігі ΔT_f -дан тәуелді, дегенмен өте жоғары күн радиациясы ағыны және коллектордың жылулық жоғалу коэффициентінің аз шамасына қатысты кезінде ғана мүмкін болады [7-9].

3 қадам. Күн коллекторы мен бак-аккумулятор құрылымын біріктіретін қыздырғыш 150мм қара трубадан жасалған, ол төменнен жылумен оқшаулағышпен және жанынан корпуспен бір-бірімен тығыз байланыстырылған. Корпус бірқабатты шыны жабындымен жабылған. Қыздырғыш таңғы 6.00 -де 18°C температурадағы сумен толтырылған. Ол жергілікті ендікке сәйкес горизонтқа 40° бұрышпен еңкейтіліп орнатылған. Төменде көрсетілген кестенің үшінші және төртінші бағанында метеодеректер келтірілген [11-14]. Тәулік барысындағы су температурасының өзгерісін есептеу қажет.

Біз келесі жорамалдарды енгіземіз:

- күн сәулеленуінің жұту коэффициенті - 0,95;
- құбыр бетінің жылуқабылдағышының сәулелену коэффициенті – 0,95;
- мөлдір жабындының өткізгіштік коэффициенті – 0,89[15].

Жабынды жылусиымдылығы және басқа да құрылымдық элементтер судың жылусиымдылығымен салыстырғанда өте аз, сондықтан оларды ескермеуге болады;

- су және құбыр бірдей температураға ие;
- жел жыдамдығы мынадай, $h_w = 10 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$;
- $U_i = U_L$, бұл барлық уақыт кезеңінде тұрақты.

Алдымен U_L -ді бағалаймыз. Егер, жылуқабылдағыш панель жазық болса, U_i 5,5 Вт/($\text{м} \cdot \text{°C}$)-қа тең болар еді. Құбырдың беткі ауданы жазық жыбындыға қарағанда $\pi/2$ -ге үлкен, немесе:

$$A_p = 1,57A_c. \text{ Бірінші жуықтауларда } U_i = 5,5 \left(1 + \frac{0,57}{2} \right) = 7,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

$$T_w^+ = T_a + \frac{S}{U_L} - \left[\frac{S}{U_L} - (T_w - T_a) \right] \exp \left[- \frac{A_c U_L t}{(mC_p)_c} \right]. \text{ Әрбір сағат үшін } I_T \text{ в } \text{МДж}/\text{м}^2,$$

$$\frac{S}{U_L} = \frac{1,02 \cdot 0,89 \cdot 0,95 I_T \cdot 10^6}{7,0 \cdot 3600} = 34,21 I_T;$$

$$\frac{A_c U_L t}{(mC_p)_c} = \frac{0,15 \cdot 1 \cdot 7,0 \cdot 3600}{(\pi/4)0,15^2 \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 4190} = 0,0511; e^{-0,0511} = 0,95$$

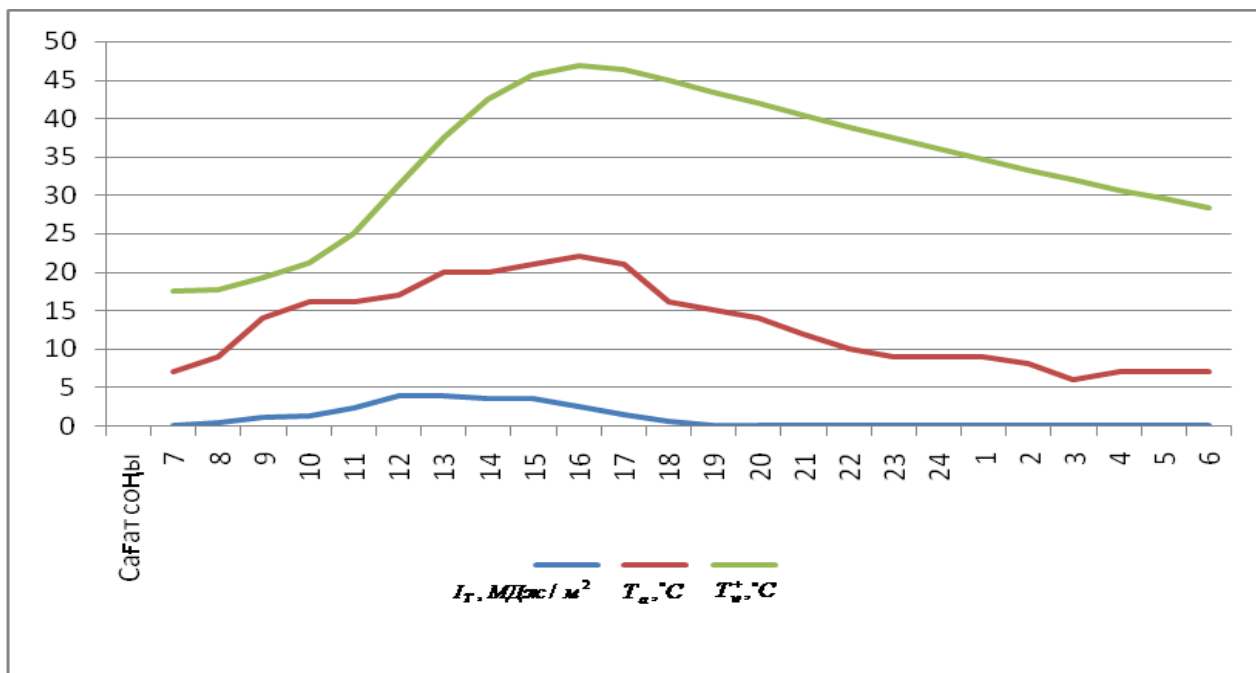
Осыған орай, температураға есептеулер жүргізу үшін қолданылатын теңдеу мына түрде болады:

$$T_w^+ = T_a + 34,2 I_T - (34,2 I_T - T_w + T_a) \cdot 0,95.$$

Әрбір T^+ сағат кезеңі соңындағы су температурасы 1-кестенің соңғы бағанында көрсетілген. Мұнда су тек күннің екінші жартысында ғана қызатыны көрінеді. Су температурасы түнде жылулық жоғалтуларға байланысты біршама төмендейді [10].

1-кесте. **Әрбір сағат кезеңіндегі су температурасы**

Сағат соңы	$I_T, \text{МДж}/\text{м}^2$	$T_a, \text{°C}$	$T_w^+, \text{°C}$	Сағат соңы	$I_T, \text{МДж}/\text{м}^2$	$T_a, \text{°C}$	$T_w^+, \text{°C}$
7	0,05	7	17,5	19	0	15	43,4
8	0,32	9	17,7	20	0	14	42,0
9	1,09	14	19,3	21	0	12	40,5
10	1,23	16	21,2	22	0	10	38,9
11	2,36	16	25,0	23	0	9	37,4
12	3,95	17	31,3	24	0	9	36,0
13	3,90	20	37,4	1	0	9	34,7
14	3,52	20	42,5	2	0	8	33,3
15	2,55	21	45,7	3	0	6	32,0
16	1,38	22	46,9	4	0	7	30,7
17	0,46	21	46,4	5	0	7	29,5
18	0,04	16	44,9	6	0	7	28,4



3-сурет. Зерттеу нәтижесі бойынша күн коллекторымен нысананы жылумен қамтамасыз ету сұлбасы.

Қорыта келе, күн энергиясын өз мақсатымыз үшін пайдаланудың болашағы зор. Ғалымдардың болжауынша 2050 жылға қарай күн энергиясы адамзаттың электр энергиясына деген 20-25%-дай қажеттілігін өтей алатындығы болжануда. Сол сияқты Халықаралық энергетикалық агенттіктің мәліметі бойынша Күн энергетикасы көмегімен атмосфераға көмірқышқыл газының түсуін жылына 6 млрд тоннаға дейін қысқартуға болады екен. Осындай тұжырымдар негізінде күннен өндірілетін энергияның адамзат үшін сарқылмайтын байлық екендігіне әбден көз жеткізуге болады. Яғни, жылу және ыстық сумен қамтамасыз ету мәселесін күн энергиясы арқылы шешуге толық мүмкіндігіміз бар.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.-М.: КНОРУС, 2008.-338с.
- [2] Қойшиев Т.Қ. Қайта жаңғырылатын энергия көздері.-Алматы.: КазККА, 2008.
- [3] Федорищева Е. А. Энергетика проблемы и перспективы.-М.: Высш.школа, 2008.-151с.
- [4] Дукенбаев К. Энергетика Казахстана.-Алматы.: Атамура, 2001.-312с
- [5] Қойшиев Т.Қ. Жаңғыртылатын энергия көздері.-Алматы.: АЭЖБИ, 2013.-258б.
- [6] Kasaei, Mohammad Javad; Gandomkar, Majid; Nikoukar, Javad. RENEWABLE ENERGY. Том:114 С:1180-1188 Част:В Опубликовано:DEC2017
- [7] Безруких П.П., Арбузов Ю.Д., Борисов Г.А. и др. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. - СПб.: Наука, 2002.-314с.
- [8] Твайделл Д, Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 390 с.
- [9] Виссарионов В.И. Золотов Л.А. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии. - М.: МЭИ, 1996. - 156 с.
- [10] Каралюнец А.В. Маслова Т.Н., Медведев В.Т. Основы инженерной экологии: Термические методы обращения с отходами. - М.: МЭИ, 2000. - 80 с.
- [11] Энергетическая безопасность и малая энергетика// XXI век: сб. докл. Всероссийской НТК. - СПб. 2002.
- [12] Оборудование нетрадиционной и малой энергетике: справочник — каталог / Ю.Д. Арбузов, П.П. Безруких и др. - АО "Новые и возобновляемые источники энергии", 2002. - 167с.
- [13] Шишкин Н.Д. Малые энергоэкономичные комплексы с возобновляемыми источниками энергии. - М.: Готика. 2000. - 236 с.
- [14] Ильин А.К. Автономные теплоэнергетические комплексы (структура, характеристики, эффективность). - Ростов-н-Д.: Южный научный центр РАН, 2004. - 107 с.
- [15] Корбанов Г.П. Установки для использования солнечной энергии: учеб. пособие по курсу "Нетрадиционные источники энергии" / Г.П.Корбанов. - М.: Издательство МЭИ, 1996. - 112с.

Меирбекова О.Д.

Методы расчета показателей солнечного коллектора в южных регионах

Резюме. В этой статье рассматриваются способы использования солнечной энергии в одной из наиболее актуальных проблем нашего времени. Из-за высокого потенциала солнечной энергии в юге исследование проводилось в этом регионе. Солнечные коллекторы использовались в качестве важного элемента в исследовании. С помощью солнечных коллекторов можно использовать солнечную энергию для обеспечения тепла и горячей воды. Солнечная энергия позволит решить ряд проблем жителей южного региона путем снабжения тепла и горячей воды. Она также играет важную роль в решении текущих экологических проблем.

Ключевые слова: альтернативная энергия, солнечная энергия, солнечные элементы, солнечные коллекторы, целевое теплоснабжение, фотоэлементы, гелиосистема.

Meirbekova O.D.

Methods for calculating the solar collector in the southern regions

Summary. This article discusses ways to use solar energy in one of the most pressing problems of our time. Due to the high potential of solar energy in the south, the study was conducted in this region. Solar collectors were used as an important element in the study. Using solar collectors, you can use solar energy to provide heat and hot water. Solar energy will solve a number of problems in the southern region by supplying heat and hot water. It also plays an important role in solving current environmental problems.

Keywords: alternative energy, solar energy, solar cells, solar collectors, target heat supply, photocells, helium systems.

УДК 622.054

К.С. Надиров, Б.А. Сақыбаев, Ю.А.Нифонтов, Р.К. Надиров, А.С.Садырбаева
(Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауезова,
Шымкент, Республика Казахстан,
a.sadyrbaeva@mail.ru)

**ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ТРЕХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
НЕФТЕПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ**

Аннотация. Объектами исследования являлись антикоррозионные многослойные покрытия для защиты нефтегазопроводов от коррозии. Цель работы – повышение качества антикоррозионных многослойных покрытий путем оптимизации состава отдельных слоев и увеличения эффективности совместной эксплуатации разработанных композитов в едином покрытии. При решении поставленных задач использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе численных методов, действующих методик планирования и проведения экспериментальных исследований с использованием современных средств и поверенного метрологического оборудования, статистических методов обработки и анализа результатов экспериментов с помощью пакетов программ Matlab, Excel и др. Совокупность этих методов позволила получить взаимодополняющую информацию об изучаемых объектах. В результате удалось повысить качество разработанного ранее антикоррозионного многослойного покрытия для защиты нефтепроводов от коррозии, что выразилось в увеличении прогнозируемого срок службы защитных покрытий трубопроводов с 37 до 56 лет. Проведены промышленные испытания одного из антикоррозионных многослойных покрытий для защиты нефтегазопроводов от коррозии.

Ключевые слова: антикоррозионные покрытия, нефтепроводы, госсипол, госсиполовая смола, композиты.

Активное развитие трубопроводного транспорта в Казахстане началось с конца 1960-х годов. Для транспортировки углеводородов в республике используется около 10715 км нефте- и газопроводов. Однако на сегодняшний день до 40% газонефтепроводов выработали нормативный срок. Доля эксплуатирующихся трубопроводов со сроком эксплуатации 20 лет составляет 63%, а более 30 лет – 20%. 50% всех аварий на трубопроводах происходит по причине коррозии, до 40% казахстанских трубопроводов требуют капитального ремонта [1,2]. Таким образом, актуальным является проведение исследований, связанных с прогнозированием долговечности трубопроводов, в частности их защитных покрытий в зависимости от состава и качества защитных покрытий. Большое место среди различных вариантов антикоррозионных покрытий для защиты нефтепроводов и оборудования от коррозии занимает изоляция полимерными материалами [3,4]. Для нанесения трехслойного полиэтиленового покрытия используют специально подобранные системы изоляционных материалов: порошковые эпоксидные краски, адгезионные полимерные композиции, композиции термостостабилизи-

рованного полиэтилена низкой, высокой и средней плотности. При нанесении трехслойных полиэтиленовых покрытий на российских предприятиях применяются исключительно импортные изоляционные материалы: порошковые эпоксидные краски поставки фирм "3М" (США), "BASF Coatings" (Германия), "BS Coatings" (Франция), "DuPont" (Канада); композиции адгезива и полиэтилена поставки фирм "Borealis", "Basell Polyolefins" (Германия), "Atofina" (Франция) и др. Наилучшие результаты были получены при испытании заводских трехслойных систем с использованием порошковых эпоксидных красок фирм "BASF", "3М", "BS Coating", "Akzo Nobel", композиций адгезива и полиэтилена производства "Borealis", "Basell", "Atofina", "UBE" [5]. В Казахстане подобные материалы не производятся, но технология нанесения трехслойного полиэтиленового покрытия уже внедряется на отдельных совместных предприятиях.

Анализ литературных данных показал, что существует возможность путём подбора состава и свойств наполнителя и матрицы (связующего), их соотношения, ориентации наполнителя и др. получить материалы с требуемым сочетанием эксплуатационных и технологических свойств, которые можно будет использовать для защиты нефтепромышленного оборудования и нефтегазопроводов от коррозии в агрессивных высокоминерализованных средах. Возможно также повысить качество антикоррозионных многослойных покрытий для защиты нефтегазопроводов от коррозии путем оптимизации состава отдельных слоев и увеличения эффективности совместной эксплуатации разработанных композитов в едином покрытии [6,7]. Оценка долговечности защитных покрытий трубопроводов - важная задача, успешное решение которой позволяет оптимально назначить вид изоляции в зависимости от конкретных условий эксплуатации, планировать сроки капитального ремонта трубопроводов, а также выполнять технико-экономические расчёты эффективности применения изоляционных материалов и покрытий [8]. Повышение качества антикоррозионных многослойных покрытий и срока их службы для защиты нефтегазопроводов от коррозии имеет практическое значение для нефтедобывающей отрасли.

Основным объектом исследования являлось новое трехслойное покрытие состава, масс. %: наружный защитный полиэтиленовый слой: растительный наполнитель – гузапая – 32-35; минеральный наполнитель – волластонит – 7-8; сэвилен – 7-8; технический госсипол (ТГ) – 1,3-1,5; полиэтилен низкой плотности (ПЭНП) – 47,0-48,5; адгезионный промежуточный слой: ПЭНП – 76-78, сэвилен – 7-8, госсиполовая смола (ГС) – 9-10, вермикулит вспученный – 5-6; внутренний слой, эпоксидный праймер (ЭП): эпоксидно-диановая смола (ЭД-20) – 58-65, полиэтиленполиамин (ПЭПА) – 10, ГС – 15-20, волластонит – 10-12, которое было разработано авторами ранее [9,10], а также новые составы покрытия после оптимизации.

Использовали образцы защитных покрытий, нанесенных на стальные трубы с достаточными и удобными размерами для проведения эксперимента в лабораторных условиях: диаметром 8,0 см и длиной 0,5 м. Для достоверности полученных результатов достаточным являлось проведение однофакторного эксперимента в стандартных естественных грунтовых условиях без необходимости параллельных образцов. При подготовке образцов воспроизводили технологию нанесения покрытия (поверхность труб очищали от влаги и загрязнений, нагревали, грунтовали, наносили поочередно слои и т.д.) и его конструкцию (толщину, количество слоев и др.). Торцы трубчатых образцов заделывали герметичным материалом для исключения попадания грунта внутрь труб.

Полимерные композиции получали смешением в расплаве в лабораторном настольном многофункциональном двухшнековом экструдере UR-TC (Англия) с модульными шнеками и модульным цилиндром, принцип работы которого полностью соответствует технологическому процессу на производственной линии.

Исходная адгезия покрытия к стали и адгезия покрытия к стали после 1000 ч. испытаний в воде при различных температурах исследовалась по единой методике. Используемый метод разрушающего отрыва предназначен для измерения адгезии покрытия на новых трубах и уложенных в грунт трубопроводах. Сущность метода заключается в определении нагрузки, при которой отслаивается под углом 90° полоса покрытия шириной (10±1) мм. В качестве образцов для испытаний использовали образцы труб с покрытием. На каждом испытуемом участке трубопровода или трубы размечали и прорезали до металла в покрытии по окружности трубы по две полосы шириной 10±1 мм и длиной 150 мм на расстоянии 5 мм друг от друга.

Адгезию покрытия к стали после определенного времени определяли для установления соответствия ее требованиям нормативной документации. Для проведения испытаний отбирали катушки длиной 150 мм из труб с покрытием. Условия проведения испытаний: время испытаний - 1000ч; тем-

пература $-20 \pm 2^\circ\text{C}$ и $60 \pm 3^\circ\text{C}$. На каждой катушке покрытие надрезали до металла по всему периметру трубы в виде трех полос шириной 20 мм. Каждую полосу покрытия поперечно надрезали и на ее конце отслаивали участок длиной, достаточной для зацепления зажимной скобы. На одной полосе адгезиетром измеряли прочность связи покрытия с поверхностью стальной трубы. В емкость заливали водопроводную воду, катушки труб помещали в термостат и выдерживали в течение 1000ч при нужных температурах, поддерживая уровень воды выше прорезанных полос. Затем катушки извлекали из воды, удаляли с поверхности влагу фильтровальной бумагой и выдерживали при комнатной температуре в течение 24ч. Затем измеряли и рассчитывали прочность связи покрытия с поверхностью стальной трубы.

Метод определения площади отслаивания защитных покрытий при катодной поляризации предназначен для проведения типовых испытаний на устойчивость покрытий к отслаиванию. Образцами для испытаний являлись покрытия, нанесенные на внешнюю поверхность труб диаметром 76 мм и длиной 150 мм в промышленных условиях. Вначале проводили подготовку к измерениям. Для этого в центре образца в защитном покрытии сверлили цилиндрическое отверстие диаметром в три раза больше толщины покрытия и поверхность металла в отверстии обезжировали спиртом. Торцы трубы герметизировали токонепроводящим герметиком так, чтобы электролит не проникал к внутренней незащищенной поверхности трубы. Предварительно к концу каждой трубы прикрепляли провод для электрического контакта с образцом. Три испытуемых образца труб помещали вертикально, симметрично центру, в плоскодонную емкость с электролитом (раствор сернистого натрия, хлористого натрия и углекислого натрия в дистиллированной воде 3%-ный, однопроцентный раствор по каждому компоненту). В центре емкости размещали анод. Площадь поверхности образца покрытия, находящейся в контакте с электролитом – 400 см^2 , расстояние между образцами и анодом – 40 мм. При этом образец поврежденной стороной обращали в сторону анода. Использовали магниевый анод, на котором устанавливали потенциал в пределах от минус 1,45 до минус 1,55В по медно-сульфатному электроду сравнения, что соответствует приблизительно минус 1,4В по хлорсеребряному электроду сравнения. Измерение установившегося потенциала на образце проводили с помощью электрода сравнения и высокоомного вольтметра постоянного тока.

Испытания на ударную прочность проводили по следующей методике. Для эксперимента применяли образцы в виде брусков прямоугольного сечения размерами $10 \pm 0,5 \times 15 \pm 0,5 \times 120 \pm 2$ мм. Надрез был выполнен в центре образца под углом 45° на глубину 7,5 мм. Для одного испытания использовали четыре образца без видимых дефектов. Испытания проводили на маятниковом копре КМ-1,5, в котором образец свободно лежал на двух опорах. Нагрузка осуществлялась при помощи маятника, производящего удар по всей ширине образца, при этом плоскость качания была перпендикулярна оси образца, уложенного на опоры, и проходила в середине пролета между ними. Центр удара совпадал с центром тяжести маятника и лежал на середине ширины образца. Расстояние между опорами составляло $70 \pm 0,2$ мм. Образец полностью прилегал к стенкам опор. Удар по образцу наносили только один раз. Ударную вязкость образца «а» в кДж/м^2 с надрезом определяли из соотношения: $a = A/S$, где A – работа, затраченная на разрушение образца, Дж; S – площадь поперечного сечения образца в месте разрушения, м^2 . За результат испытаний принимали среднее арифметическое значение четырех измерений, затем полученные значения были пересчитаны в Дж/мм.

Стойкость к растрескиванию под напряжением (сопротивление трещинообразованию) при четырехточечном изгибе образцов осуществляли в соответствии с методикой NACE TM0177 в испытательном растворе, моделирующем рабочие среды эксплуатации покрытия. Испытанию подвергали три продольных образца длиной 110 мм, шириной 15 мм и толщиной 5 мм в соответствии с ISO 7539-2.

Расчеты срока службы покрытий были выполнены по методикам, предложенным в работе [12], а также по кинематике изменений когезионной и адгезионной прочности и по значению переходного сопротивления, в таблицах приведено среднее значение по результатам использования этих трех методик.

Цель математической обработки совокупности экспериментальных данных – построение полезной аналитической модели изменения переходного сопротивления различных защитных покрытий во времени при эксплуатации трубопровода на основе конечной выборочной совокупности экспериментальных данных [13].

По требованиям [11], оценка состояния защитных покрытий при эксплуатации подземных трубопроводов происходит по измерению переходного сопротивления R_n в цепи «труба–покрытие–грунт». В нормативном документе [14] также предлагается интегральная оценка состояния защитного покрытия подземных газопроводов по величине сопротивления изоляции. На основании требований

этих нормативных документов проведён однофакторный эксперимент с использованием интегральной оценки качества защитных покрытий $Rn-\tau$.

Выбор метода решения многокритериальной задачи оптимизации и преодоление возникающих при этом математических проблем могут быть осуществлены только после построения математической модели задачи определения оптимального «состав-свойство» многокомпонентных смесей. В задаче оптимизации, как установлено из экспериментальных данных, присутствуют нелинейные выпуклые функции. Применение для ее решения градиентных методов не дало положительных результатов. Поэтому для решения задачи был выбран метод « ψ -преобразования» [15]. При расчетах был использован алгоритм решения задачи, предложенный в работе [16], и разработанный в Казанском государственном архитектурно-строительном университете пакет программ, позволяющий численно реализовывать алгоритм предложенного подхода к подбору оптимального состава многокомпонентных смесей для поставленной задачи.

Достоверность экспериментальных данных подтверждена статистическими методами. Статистическую оценку достоверности результатов проводили по общепринятым методам с использованием компьютерных прикладных программ «MathCAD» и «Statistica».

В процессе проведения комплекса исследований по исследованию и улучшению совместимости различных индивидуальных полимеров с госсиполом и госсиполовой смолой мы исходили, прежде всего, из того, чтобы путем подбора соответствующих модификаторов – компатибилизаторов максимально приблизиться к возможности их равномерного взаимного диспергирования в процессе смешения. Важно было решать проблемы совместимости на границе раздела фаз, так как именно в этой приграничной области в результате соприкосновения разнородных компонентов и способности их к взаимному растворению предопределялось формирование комплекса физико-механических характеристик композиционных материалов. При этом учитывались современные принципы подбора компатибилизаторов и новые подходы к исследованию совместимости полимерных композиционных материалов на основе различных типов полимеров [17-19].

Определены значения характеристик поверхностных свойств исследованных систем для различных контактов трехслойного покрытия, имеющего предварительно определенный (до оптимизации) состав: наружный защитный полиэтиленовый слой (НЗПС), масс. %: растительный наполнитель – гузапая – 30; минеральный наполнитель – волластонит – 10 (вариант 1, НЗПС 1) или органомодифицированный слоистый силикат - 5 (ОМСС – ММТ, модифицированный 10% акрилатом гуанидина) (вариант 2, НЗПС 2); сэвилен – 10; госсипол – 1,0; ПЭНП – остальное; адгезионный промежуточный слой (АПС), масс. %: сэвилен – 5, госсиполовая смола – 10, вермикулит вспученный - 5; ПЭНП – остальное, внутренний слой – праймер (ВСП), масс. %: ЭД-20 – 60, ПЭПА - 10, госсиполовая смола – 20, волластонит – 10.

Полученные экспериментальные данные свидетельствовали о том, что в процессе эксплуатации разработанных защитных систем в физически агрессивных средах (вода и раствор ПАВ) наблюдается высокая устойчивость системы на всех границах раздела фаз для системы трехслойного покрытия при чередовании слоев ВСП – АПС – НЗПС 1-2. Если пропустить промежуточное адгезионное покрытие и реализовать контакт ВСП – НЗПС 1-2 по варианту 1 или 2, то система переходит в режим нестабильности адгезионного контакта. Нами были определены также значения поверхностной энергии для каждого разработанного состава, предназначенного для формирования отдельных слоев и обеспечивающего заданные свойства (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика термостойкости отдельных слоев трехслойного покрытия

Назначение слоя	Значение поверхностной энергии, мН/м	Температура начала деструкции, °С	Температура потери 50% массы, °С
Наружный защитный полиэтиленовый слой (вариант 1)	36,8	350-358	440-445
Наружный защитный полиэтиленовый слой (вариант 2)	38,5	350-360	450-455
Адгезионный промежуточный слой	32,9	249-254	495-503
Внутренний слой – праймер	41,8	302-304	497-501

Полученные данные свидетельствуют о том, что предлагаемые полимерные композиты имеют различные значения поверхностной энергии (32,9; 36,8; 38,5; 41,8), температуры начала деструкции и потери 50% массы. Это свидетельствует о недостаточно рациональном конструировании предлагаемого трехслойного покрытия и невозможности использования данных составов в качестве единого трехслойного покрытия без снижения общей термостабильности покрытия из-за различной термостойкости отдельных компонентов. Теоретически, на основе анализа полученных данных, при использовании разработанной системы изоляционных материалов (без оптимизации составов) расчетный срок службы нового трехслойного покрытия при температурах эксплуатации до +60°C теоретически будет составлять не более 30 лет. В дальнейшем неоптимизированному составу многослойного покрытия в таблицах и описаниях присвоено название МП-1.

Поэтому на следующем этапе была выполнена оптимизация составов отдельных слоев с целью повышения совместимости отдельных слоев в трехслойном покрытии. При реализации математической оптимизации состава отдельных слоев были использованы два принципа:

1. Оптимизация, направленная на достижение максимально возможного качества каждого отдельного слоя. В этом случае в качестве критериев оптимизации были выбраны (в зависимости от назначения слоя) наиболее важные показатели, характеризующие свойства композиции: адгезия состава к стали и праймеру, индекс текучести расплава, прочность при растяжении, температура хрупкости, ударная прочность и т.д.;

2. Оптимизация, направленная на повышение совместимости отдельных слоев в трехслойном покрытии. В этом случае в качестве критериев оптимизации были выбраны значения поверхностной энергии каждого отдельного слоя и средней величины значения поверхностной энергии, при которой, вероятно, может быть достигнута общая термостабильность покрытия.

В таблице 2 приведены полученные результаты оптимизации, направленной на достижение максимально возможного качества каждого отдельного слоя для всех трех слоев с определением их совместимости в отдельном покрытии.

Таблица 2. Результаты оптимизации состава трех слоев и степень их совместимости в едином многослойном покрытии

Назначение слоя	Оптимальный состав, масс %:	Значение поверхностной энергии, мН/м	Температура начала деструкции, °С	Степень совместимости/ теоретический срок службы, лет
Наружный защитный полиэтиленовый слой	растительный наполнитель – гузапая – 34; минеральный наполнитель – волластонит – 8; сэвилен – 8; госсипол – 1,5; ПЭНП – 48,5.	37,8/36,8*	350	Средняя/ 37 лет
Адгезионный промежуточный слой	ПЭНП – 78, сэвилен – 7, госсиполовая смола – 9, вермикулит вспученный – 6.	36,8/32,9	254	
Внутренний слой – праймер	ЭД-20 – 64, ПЭПА-9, госсиполовая смола – 15, волластонит – 12.	43,8/41,8	303	

* - в знаменателе дроби указано значение поверхностной энергии для неоптимизированного состава МП-1.

В дальнейшем оптимизированному по первому принципу составу многослойного покрытия в таблицах и описаниях присвоено название МП-2. Полученные данные свидетельствуют о том, что предлагаемые полимерные композиты по-прежнему имеют различные значения поверхностной энергии (37,8; 36,8; 43,8) и температуры начала деструкции. Это свидетельствует о неприменимости первого принципа оптимизации для эффективного совмещения данных составов в качестве единого трехслойного покрытия без снижения общей термостабильности покрытия из-за различной термо-

стойкости отдельных компонентов. Теоретически, на основе анализа полученных данных, расчетный срок службы нового трехслойного покрытия МП-2 при температурах эксплуатации до +60°C теоретически будет составлять не более 37 лет.

При выполнении оптимизации, направленной на повышение совместимости отдельных слоев в трехслойном покрытии в качестве критериев оптимизации, были выбраны значения поверхностной энергии каждого отдельного слоя и средней величины значения поверхностной энергии, при которой может быть достигнута общая термостабильность покрытия. В качестве компромиссной величины значения поверхностной энергии была выбрана среднеарифметическая величина по данным таблицы 2 (38,3; покрытие МП-3-1), а также просчитаны варианты для наименьшего (32,9; покрытие МП-3-2) и наибольшего (43,8; покрытие МП-3-3) значений поверхностной энергии. Все расчеты выполнялись по вышеописанному алгоритму, полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты оптимизации состава трех слоев и теоретический срок службы многослойного покрытия

Показатели	Вариант покрытия		
	МП-3-1	МП-3-2	МП-3-3
Достигнутое для каждого слоя/ заданное значение поверхностной энергии, мН/м	38,4; 37,9; 39,2/38,3	35,4; 36,4; 38,7/32,9	39,2; 34,6; 42,5/43,8
Среднее отклонение по модулю, мН/м	0,47	3,93	4,64
Теоретический срок службы, лет	56,7	25,7	22,5

В таблице 4 приведена сравнительная характеристика термостойкости отдельных слоев трехслойного покрытия по лучшему варианту оптимизации – МП-3-1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что, несмотря на различную химическую природу, за счет изменения состава отдельных полимерных композитов удалось добиться максимального сближения значений поверхностной энергии. Это теоретически свидетельствует о рациональном конструировании предлагаемого трехслойного покрытия и возможности использования данных составов в качестве единого трехслойного покрытия без снижения общей термостабильности покрытия из-за различной термостойкости отдельных компонентов. Практически данное положение подтверждают данные таблицы 5 по результатам испытания нового трёхслойного покрытия. Эти испытания на соответствие требованиям ГОСТ Р 51164, ТУ 1390-004-47966425-2007 и СТО Газпром 2-2.3-130-2007 к покрытиям нормального и специального исполнения неоднократно показали, что использование покрытия обеспечивает необходимые защитные свойства с температурой эксплуатации до плюс 60 °С.

Таблица 4. Сравнительная характеристика термостойкости отдельных слоев трехслойного покрытия

Назначение слоя	Оптимальный состав, масс %:	Значение поверхностной энергии, мН/м	Степень совместимости/ теоретический срок службы, лет
Наружный защитный полиэтиленовый слой	растительный наполнитель – гузапая – 32; минеральный наполнитель – волластонит – 7; сэвилен – 7; госсипол – 2; ПЭНП – 52.	38,4	Высокая/ 56 лет
Адгезионный промежуточный слой	ПЭНП – 75, сэвилен – 10, госсиполовая смола - 11, вермикулит вспученный -4.	37,9	
Внутренний слой – праймер	ЭД-20 – 58, ПЭПА-12, госсиполовая смола – 20, волластонит – 10.	38,7	

Таблица 5. Данные испытаний нового трехслойного покрытия труб

Основные показатели свойств покрытий	Трехслойное полиэтиленовое покрытие (импортные материалы)	Разработанное покрытие	Норма по техническим требованиям (ГОСТ Р 51 164)
1. Исходная адгезия к стали, кг/см, при температурах испытаний: 20±5 °С 60±3 °С	От 25,0 до 40,0 От 12,0 до 16,0	41,0 15,0	От 3,5 до 5,0 (7,0)* От 0,9 до 2,0(3,0)*
2. Адгезия покрытия к стали, кг/см, после 1000 ч. испытаний в воде при температурах: 20±5 °С 40±3 °С 60±3 °С	Без изменений Без изменений Без изменений	Без изменений Без изменений Без изменений	От 3,0 до 3,5 (5,0) * От 3,0 до 3,5 (5,0) * От 3,0 до 3,5 (5,0) *
3. Площадь катодного отслаивания, см ² , после испытаний при температурах: 20±5 °С 40±3 °С 60±3 °С	0-0,5 0-1,5 0,5-3,0	0,5 1,0 3,0	Не более 5,0 (4,0) * Не более 10,0(8,0) * Не более 15,0 (10,0) *
4. Ударная прочность, при 20 °С	50-60	55	5,0 (6,0)* Дж/мм толщины покрытия
5. Стойкость к растрескиванию под напряжением наружного полиэтиленового слоя, час	Не менее 2000	1980	Не менее 1000
6. Прочность при растяжении полиэтиленового слоя, Мпа, при температурах испытаний: 0±5 °С 0±3 °С	22-28 18-22	26 21	Не менее 12,0 Не менее 10,0

* "Норма по техническим требованиям" - в скобках - данные требования к покрытию труб 1220 мм и выше, без скобок - для остальных диаметров труб.

Таким образом, предлагаемый состав трехслойного покрытия, масс. %: наружный защитный полиэтиленовый слой: растительный наполнитель – гузапая – 32; минеральный наполнитель – волластонит – 7; сэвилен – 7; госсипол – 2; ПЭНП – 52; адгезионный промежуточный слой: ПЭНП – 75, сэвилен – 10, госсиполовая смола – 11, вермикулит вспученный – 4; внутренний слой – праймер, масс. %: ЭД-20 – 58, ПЭПА-12, госсиполовая смола – 20, волластонит – 10, показали, что оно обеспечивает показатели, соответствующие ГОСТ Р 51164, ГОСТ 31448-2012, ГОСТ 9.602, ГОСТ Р 52568, ТУ14-3Р-103-2009, ТУ 1390-004-32256008, ТУ 1390-005-32256008.

При использовании разработанной системы изоляционных материалов, соблюдении технологических режимов очистки и наружной изоляции труб расчетный срок службы нового трехслойного покрытия при температурах эксплуатации до плюс 60 °С будет составлять не менее 56 лет, при этом достигнуто оптимальное соотношение между стоимостью и эффективными характеристиками созданных полимерных композиционных материалов за счет применения доступных и недорогих наполнителей, а также различных отходов местных производств, использование которых позволяет снизить не только себестоимость продукции, но и устранить их негативное влияние на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Эксплуатация магистральных нефтепроводов. http://www.kaztransoil.kz/ru/production_activities/ekspluaciia_magistralnih_nefteprovodov/.
- [2] Обзор нефтегазовых трубопроводов Казахстана. <http://www.investkz.com/journals/28/387.html>.
- [3] Басарыгин Ю. М., Будников В. Ф., Булатов А.И. Коррозия оборудования и трубопроводов и способы защиты от нее: в 2-х т. Т. 1 / Под общ. ред. А. И. Булатова. - Краснодар: Просвещение-Юг. - 2002. - 394 с.
- [4] Противокоррозионная защита магистральных трубопроводов и промышленных объектов: Учебно-практическое пособие по вопросам теории и расчета. /Конев А.В., Маркова Л.М., Иванов В.А. и др. – Тюмень: ТюмГНГУ. - 2003. – 211с.
- [5] Преимущества трехслойной полиэтиленовой изоляции труб. <http://ankort.ru/story3.php>.
- [6] Кербер М. Л., Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии. – СПб.: Профессия, 2008. — 560 с.
- [7] Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. – М.: Техносфера, 2004. – 408 с.
- [8] Харисов Р.А., Кантемиров И.Ф. Проведение экспертной оценки для защитных покрытий трубопроводов. Сетевое издание. Нефтегазовое дело, 2009. http://ogbus.ru/authors/Harisov/Harisov_4.pdf
- [9] Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Бимбетова Г.Ж., Жантасов М.К. Оценка эффективности совмещения отдельных композитов в трехслойном покрытии для защиты нефтепроводов от коррозии. //Проблемы и инновации современного общества. Материалы 7-ой научно-практической конференции с международным участием. Астрахань, 2015 г.-С.349-353.
- [10] Надиров К.С. и др. Разработка состава адгезионного промежуточного слоя трехслойного покрытия для защиты нефтепроводов от коррозии. //Вестник КазНТУ, №2, 2015. – С.131-135.
- [11] ГОСТ Р 51164-98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии. -М.: ИПК «Издательство стандартов», 1999. - 42 с.
- [12] Вэй Бэй. Прогнозирование долговечности изоляционных покрытий газонепроводов по параметрам катодной защиты. Дисс-я...канд. техн наук, Уфа-2017.
- [13] Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента: Справочное руководство / Л.З. Румшицкий -М.: Недра, 1971. -192 с.
- [14] Р Газпром 9.4-013-201.1 Контроль состояния и оценка эффективности защитных покрытий подземных газопроводов: - М.: ПАО «Газпром», 2012. - 15 с.
- [15] Chichinadze V.K. The solution of nonconvex nonlinear optimization problems. – М.: Nauka, 1983. – 256 p.
- [16] Ахмадиев Ф.Г., Гильфанов Р.М. Математическое моделирование и оптимизация «состав-свойство» многокомпонентных смесей //Известия КГАСУ,- 2012, № 2 (20). – С. 289-297.
- [17] Цвайфель Х., Маер Р.Д., Шиллер М. Добавки к полимерам. Справочник – СПб: ЦОП «Профессия», 2010. – 1144 с.
- [18] Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – СПб: Научные основы и технологии, 2008. – 822 с.
- [19] Принципы создания композиционных полимерных материалов / Ал.Ал. Берлин и др. – М.: Химия, 1990. – 240 с.

Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Нифонтов Ю.А., Надиров Р.К., Садырбаева А.С.

Мұнай құбырларын коррозиядан қорғау үшін үш қабатты қаптама құрамын оңтайландыру

Түйіндемe. Мақалада жеке қабаттардың құрамын оңтайландыру жолымен және әзірленген композиттердің бірегей қаптамада пайдалану тиімділігін арттыру арқылы коррозияға қарсы көп қабатты қаптамалардың сапасын арттыруға арналған әдістер келтірілген, сонымен қатар мұнайгаз құбырларын коррозиядан қорғауға арналған көп қабатты коррозияға қарсы қаптамалардың бірін өнеркәсіптік сынау нәтижелері келтірілген.

Негізгі сөздер: коррозияға қарсы қаптама, мұнай құбырлары, госсипол, госсипол шайыры, композиттер.

Nadirov K.S., Sakybaev B.A., Nifontov Y.A., Nadirov R.K., Sadyrbaeva A.S.

Optimization of the composition of three-layer coatings for protection of pipelines from corrosion

Summary. The article presents methods for improving the quality of corrosion-resistant multilayer coatings by optimizing the composition of individual layers and increasing the efficiency of joint operation of the developed composites in a single coating, as well results of industrial testing of one of the corrosion-resistant multilayer coatings to protect oil and gas pipelines from corrosion.

Key words: corrosion-resistant coating, oil, gossypol, goccipolava resin, composites.

УДК 004.056.53

Т.В. Яскевич, Ш.М. Байматаева
(Сатпаев Университет, Алматы, Республика Казахстан)

К ОРГАНИЗАЦИИ ПАРОЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Аннотация. Предлагается новый метод усиления парольной защиты при клавиатурном вводе пароля. Пароль предлагается составлять из двух частей. Первая часть является алфавитно-цифровой и вводится после вывода на экран предложения «Введите пароль». Вторую часть предлагается формировать из нажатия управляющих клавиш.

Ключевые слова: пароль, стойкость, мощность алфавита, стеганография, расширенный ASCII код.

Введение

С появлением компьютеров и операционных систем связано с понятие идентификации и аутентификации. Идентификация призвана каждому пользователю (группе пользователей) сопоставить соответствующую ему разграничительную политику доступа на защищаемом объекте. Для этого пользователь должен себя идентифицировать - указать свое «имя» (идентификатор). Таким образом, проверяется, относится ли регистрирующийся пользователь к пользователям, идентифицируемым системой. В соответствии с введенным идентификатором пользователю будут сопоставлены соответствующие права доступа [1-5].

Аутентификация предназначена для контроля процедуры идентификации [6,7]. Для этого пользователь должен ввести секретное слово - пароль. Правильность вводимого пароля подтверждает однозначное соответствие между регистрирующимся пользователем и идентифицированным пользователем. В работах [8,9] приведена возможные варианты классификации механизмов идентификации и аутентификации.

Основной составляющей аутентификации является механизм парольной защиты [10,11]. По функциональному назначению вход в систему по паролю обычно используется для либо для контроля загрузки системы, либо для контроля функционирования или с целью блокировки. При этом задача контроля функционирования вычислительной системы возникает в следующих случаях:

- Контроле пользователя при доступе в систему.
- Контроле при запуске процесса.
- Контроле при доступе к локальным ресурсам.
- Контроле при доступе к сетевым ресурсам.

Действия злоумышленника направлены как правило, на преодоление парольной защиты. Противодействием является разработка методов усиления парольной защиты.

На сегодняшний день используются подходы для усиления механизмов парольной защиты добавочными средствами. В [8] подробно перечислены задачи и методы добавочных механизмов в рамках усиления парольной защиты. В [12] предлагается менеджер паролей для Android, которая вертикально разделяет как хранение так и доступ к паролям на два не доверяющих друг другу сторон, в результате которого ни одна из этих сторон не будет иметь полный пароль. В [13] предлагается защита паролем от вредоносных программ в ненадежных операционных системах на основе виртуализации. Так как парольная защита используется как один из способов защиты информации, предложение новых методов усиления парольной защиты является всегда злободневной задачей.

Ввод пароля

Ввод пароля – основной шаг реализации парольной защиты. Наиболее очевидный способ ввода пароля, который реализован практически во всех ОС, состоит в вводе пароля с клавиатуры. Клавиатура имеет :

- 1-Управляющие клавиши
- 2- Алфавитно-цифровые.

Программы для персональных компьютеров носят, как правило, диалоговый характер. На определенных этапах выполнения программы пользователь должен иметь возможность ввести с клавиатуры указание о том, что должна делать программа дальше. При этом алфавитно-цифровые клавиши обычно используются для ввода в программу текстовой информации, в частности паролей, а управление программой осуществляется с помощью функциональных клавиш <F1>...<F10>, <Home>.

<PgUp>, <PgDn> и др. или комбинаций управляющих клавиш с функциональными и алфавитно-цифровыми, например, <^Ш>/<1>, <Shift>/<Fl>, <Ctrl>/<Fl>, и т.д. Вся эта техника основана на использовании расширенных кодов ASCII [14,15].

При нажатии алфавитно-цифровой клавиши в буфер ввода с клавиатуры поступает двухбайтовый код, в котором старший байт соответствует скен-коду нажатой клавиши, а младший - коду ASCII закрепленного за ней символа.

При нажатии управляющих клавиш и специальных комбинаций вырабатываются специальные скен-коды, которым соответствует нулевой код ASCII. Поэтому при нажатии, например, клавиши <F1> (скен-код 3Bп) в кольцевой буфер ввода поступает двухбайтовый код 3B00h, а при нажатии клавиши <Hote> (скен-код 47h) - двухбайтовый код 4700h. Двухбайтовые коды, содержащиеся на месте кода ASCII ноль, называются расширенными кодами ASCII.

Предложение по усилению парольной защиты

Традиционная схема парольной защиты после ввода и проверки логина следующая.

- 1) Запрашивается пароль (требуется ввод с клавиатуры);
- 2) Пользователь вводит пароль;
- 3) Считывается с внешней памяти (например, жесткий диск), связанная с паролем информация;
- 4) Производится сравнение введенной информации с хранимой (проверяется верность введенной информации).
- 5) Пользователю выдается информация об успешности аутентификации.

В соответствии с вышеперечисленными действиями программы для интерфейса с пользователем используется следующая (основная) последовательность прерываний BIOS :

- 1) INT 10 h- вывод на экран
- 2) INT 16h- ввод с клавиатуры
- 3) INT 13 h- обращение к диску
- 4) INT 10 h- вывод на экран.

Однако в данную организацию ввода и проверки пароля можно ввести следующие изменения, усложняющие действия злоумышленника: после того как пользователь ввел пароль и система проверила его, программа, вместо вывода на экран результата успешной проверки инициализирует прерывание 16h-ввод с клавиатуры (заметьте уже не информируя перед этим пользователя о требуемых от него действиях, т.е., без вывода на экран сообщения «Введите пароль»). Пользователь, заранее информированный не только о содержании второй части пароля, но и нерегламентированных действиях должен ввести вторую часть пароля. Таким образом, засекреченным является сам факт ввода дополнительного пароля и можно говорить о применении стеганографии (скрытия самого факта ввода дополнительной части пароля) в организации парольной защиты.

Последовательность действий для предлагаемой схемы ввода пароля с применением стеганографии будет следующей:

1. Запрашивается пароль (требуется ввод с клавиатуры);
2. Пользователь вводит пароль;
3. Считывается с внешней памяти (жесткий диск), связанная с паролем информация;
4. Производится сравнение введенной информации с хранимой (проверяется верность введенной информации), (можно результат сравнения выдать на экран)
5. Пользователь нажимает служебную клавишу (например, F1, F2, F3 и т.д.) или одновременное сочетание клавиш, дающее расширенный, так как на экране запроса перед этим на ввод с клавиатуры не появляется, то скрывается сам факт существования передачи секретной информации – второй части пароля.
6. Считывается с внешней памяти (жесткий диск), связанная со второй частью пароля информация
7. Производится сравнение введенной информации с хранимой (проверяется верность введенной информации).
8. Пользователю выдается информация об успешности аутентификации.

Последовательность программных прерываний интерфейса парольной защиты будет следующей:

- 1 INT 10 h- вывод на экран (сообщение с приглашением ввести пароль);
- 2 INT 16h- ввод с клавиатуры (Предполагается ввод ASCII –кодов- составляющих пароль);

3 INT 13 h- обращение к диску (считывание эталона - пароля, сравнение с введенным);

4 INT 16h- ввод с клавиатуры - нажатие служебных клавиш и др.- дающих расширенный ASCII-код;

5 INT 13 h- обращение к диску (считывание эталона - расширенного ASCII-кода. Сравнение с введенным);

6 INT 10 h-вывод на экран.

В качестве нерегламентированной (второй) части пароля могут быть нажатия определенных клавиш или их сочетаний дающие расширенный ASCII код.

Пример реализации предложения с помощью функций DOS. Все функции DOS, предназначенные для посимвольного ввода данных с клавиатуры, позволяют работать и с расширенными кодами ASCII. Для приема с клавиатуры такого кода программа должна вызвать функцию DOS дважды. Первый вызов возвращает младший байт расширенного кода ASCII, т.е. 0. При втором вызове возвращается старший, значащий байт. При этом возникает некоторая неоднозначность. При нажатии "обычных" клавиш каждый вызов функции DOS вводит код одной клавиши. Если же нажата функциональная клавиша, то на ввод кода нажатой клавиши требуется два вызова DOS. Поэтому программа, ожидающая поступления расширенных кодов ASCII, должна проверять каждый введенный код и при поступлении кода 0 выполнять ввод вторично [14].

Если в качестве второй части пароля требуется ввести служебную клавишу F1 фрагмент программы на ассемблере будет выглядеть как

```

begin:
; выведем запрос Prompt с помощью функции DOS 09h
.....
    mov bx,0 ;

pass:
mov ah,08h ; функция ввода без эха
int 21h ; вызов Dos
cmp al,13 ; <Enter>?
Je compare ; Да, на сравнение
Mov string [BX],al ; Нет, сохраним символ
Inc BX ; инкремент индекса
Jmp pass ; Повторять

; Будем сравнивать строки
compare:
push DS ; настроим ES
pop ES ; сегмент данных
mov SI, offset string ; смещение одной строки
mov DI, offset password ; смещение другой строки
cld ; направление вперед
mov CX, BX ; инициализируем счётчик цикла
repe cmpsb ; сравнение
jne err ; строки не равны
; можно вывести сообщение, подтверждающее правильный ввод пароля (вернее его первой части )
Jmp pass1:
err: jmp begin ; повторить ввод пароля
pass1:
mov ah,01h ; функция ввода символа с эхом
int 21h ; вызов dos
cmp al,0 ; расширенный ASCII-код
je ex_ascii ; Да, анализ
.....
ex_ascii:
mov ah,08h ; ввод символа без эха
int 21h ; вызов DOS

```

cmp al,44h ; F10<?>
je exit ; да, на выход
jmp begin ; нет, снова на ввод пароля
exit: ... ; завершение программы проверки пароля

Цель усиления парольной защиты - увеличение стойкости пароля. Пусть первая часть пароля состоит из алфавитно-цифровых знаков, определяемых количеством m_1 - что другими словами называется мощностью алфавита из которого выбирается пароль, длина пароля - n знаков. Тогда количество возможных паролей, или стойкость пароля при использовании только первой (тривиальной) его части $N = m_1^n$. Соответственно вероятность отгадывания будет равна $1/m_1^n$. Пусть число клавиш и их сочетаний, дающих расширенный ASCII, равно m_2 . В этом случае будем иметь число возможных вариантов комбинированного пароля или его стойкость $N_k = (m_1^n * m_2)$ что делает вероятность угадывания равной $1/(m_1^n * m_2)$. Второй чаще всего рассматриваемой характеристикой стойкости пароля является *ожидаемое безопасное время*. Ожидаемое безопасное время (T_σ) определяется следующим образом:

$$T_\sigma = \frac{A_s * t}{2} \quad (1)$$

t – время, требуемое на попытку введения пароля $t = \frac{E}{R}$, где R – скорость передачи,

E – число символов в сообщении при попытке получить доступ

S – длина пароля

A – число символов в алфавите

Таким образом:

1- использование при вводе пароля расширенных ASCII-кодов увеличивает мощность алфавита, а значит и **энтропию пароля**.

2- для приема (анализа) расширенного ASCII функцию DOS программа должна вызывать дважды, то есть, **удлиняется** и ожидаемое безопасное время.

3- ввод второй части пароля не относится к интерактивному взаимодействию пользователя с программой (пользователю на экране не выдается какое либо сообщение о необходимых действиях). В результате мы можем говорить о применении стеганографии.

Выводы

В данной работе предлагается вариант усиления парольной защиты приводящий:

1- к увеличению энтропии пароля;

2- к удлинению ожидаемого безопасного времени;

3- к применению стеганографии, так как вторая часть пароля – второй пароль после (Enter) вводится без приглашения ВВЕДИТЕ ПАРОЛЬ.

Проблема защиты самой программы проверки пароля (1) здесь по-прежнему остается актуальной, как и для всех традиционных способах ввода пароля, включая усиления и добавочные механизмы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Берд Киви. Пароль — не нужен. Журнал Мир ПК, №10, 2014 г.
- [2] Голуб В. Парольная защита. URL: [http:// www. relga.ru /Environ /WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=2516&level1= main&level2=articles](http://www.relga.ru/Environ/WebObjects/tgu-www.woa/wa/Main?textid=2516&level1=main&level2=articles).
- [3] Методы парольной защиты, организация парольной защиты, одноразовые пароли. URL: http://gman1990.ru/articles.php?article_id=33.
- [4] Рекомендации по парольной защите. URL: [https:// bezmaly. wordpress. com /2010/11/30/password-6/](https://bezmaly.wordpress.com/2010/11/30/password-6/).
- [5] Безмальный В. Парольная защита: прошлое, настоящее, будущее. URL: <http://compress.ru/article.aspx?id=20509>.
- [6] Шаньгин В. Защита информации в компьютерных системах и сетях. - Litres, 2017.
- [7] Защита информации в ОС UNIX. URL: https://studopedia.ru/15_60190_zashchita-informatsii-v-os-UNIX-parolnaya-zashchita-i-shifrovanie.html.
- [8] Щеглов А.Ю. Защита компьютерной информации от несанкционированного доступа. Санкт – Петербург, Наука и техника, 2004.
- [9] Парольная защита: проблемы и перспективы. URL: <http://www.darts-smb.ru/stati/parolnaya-zashchita-problemy-i-perspektivy>.

[10] Воронич, Л. В. Парольная защита информации на персональном компьютере / Л. В. Воронич // Современные технологии в образовании : материалы международной научно-практической конференции, 23–24 ноября 2017 г. / Белорусский национальный технический университет ; гл. ред. Б. М. Хрусталёв [и др.]. – Минск : БНТУ, 2017. – Ч. 1. – С. 36-37.

[11] Парольная политика и защита операционных систем. URL: http://infoprotect.net/protect_pk/parolyunaya_zascita_operacionnyih_sistem.

[12] Liu YT, Du D, Xia YB et al. SplitPass: A mutually distrusting two-party password manager. Journal of Computer Science and Technology 33(1): 98–115 Jan. 2018. DOI 10.1007/s11390-018-1810-y.

[13] Cheng Y., Ding X. (2012) Virtualization Based Password Protection against Malware in Untrusted Operating Systems. In: Katzenbeisser S., Weippl E., Camp L.J., Volkamer M., Reiter M., Zhang X. (eds) Trust and Trustworthy Computing. Trust 2012. Lecture Notes in Computer Science, vol 7344. Springer, Berlin, Heidelberg.

[14] Финогенов К.Г. Самоучитель по системным функциям MS-DOS-3-е изд.,-М.: Горячая линия –Телеком , 2001. - 382 с.: ил.

[15] Юров В., ASSEMBLER. Учебник для вузов 2-е изд –СПб.: Питер.

Яскевич Т.В., Байматаева Ш.М.

Құпия сөзбен қорғауды ұйымдастыру

Резюме. Құпия сөзді пернетақтадан енгізу кезінде құпия сөзді қорғауды күшейтудің жаңа тәсілі ұсынылады. Құпия сөз екі бөліктен тұрады. Бірінші бөлігі алфавиттік-цифрлық болып табылады және экранда «Құпия сөзді енгізу» сөзінен кейін енгізіледі. Екінші бөлігін басқарушы пернелерді басудан қалыптастыру ұсынылады.

Кілттік сөздер: құпия сөз, беріктік, алфавиттің қуаты, стеганография, кеңейтілген ASCII код.

Yaskevich T.V., Baimatayeva Sh.

The organization of password protection

Summary. A new method of strengthening password protection with keyboard password input is given. The password has to match in two parts. The first part is alphanumeric and is entered after the offer "Enter password". The second part is proposed to form from pressing control keys.

Keywords: password, persistence, power of the alphabet, steganography, extended ASCII code.

ӘОЖ 004.825

Л.Ш. Черикбаева, Қ.Д. Байсылбаева

(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: lyailya_sh@mail.ru)

ӨЗГЕРМЕЛІ АРАҚАШЫҚТЫҚ МЕТРИКАСЫ НЕГІЗІНДЕГІ АЛГОРИТМДЕР

Аңдатпа. Бұл жұмыста объектілер арасындағы арақашықтықты әртүрлі метрикалар арқылы есептеу нәтижелері өзгешеленетін, K-means базалық алгоритмдер негізіндегі кластерлеу нәтижелер тобы (ансамблі) қарастырылған. Сонымен қатар арақашықтық метрикалары қарастырылып, ансамбль жұмысы бағаланған.

Түйінді сөздер: кластерлік талдау, классификация, матрица, консенсус, арақашықтық метрикасы.

Соңғы он жылдықта ақпараттың өңдеу – деректерді интеллектуалды түрде талдау (Data Mining) бағытына қызығушылық артып келеді. Деректерді талдаудың классикалық тәсілдерінен айырмашылығы, бұл жерде адамның мінез-құлқын модельдеуге, жалпылама интеллектуалдық мәселелерді шешуге, үлгілерді анықтауға басты назар аударылады. Кластерлерді талдаудың негізгі мақсаты – топ ішінде бір-бірімен ұқсас болып келетін және басқа топтардан айырмашылықтары бар объектілер топтарының салыстырмалы түрде бөлігін бөліп алу. Талдаудың бұл түрі классификациялау есептерін шешуде ақпараттық жүйелерде, сонымен қатар деректер қорымен жұмыс жасау, интернет-құжаттарды талдау, кескіндерді сегментациялау және т.б. деректердегі заңдылықтарды анықтауда қолданылады [1]. Қазіргі уақытта әлеуметтік, корпоративтік, ғылыми және басқа да ақпараттық орталарда үлкен көлемді деректер көптеп жинақталуда. Әртүрлі аймақтарда үлкен деректердің қарқынды түрде қолданылуы, зерттеушілердің үлкен көлемді ақпараттарды талдау және өңдеу құрылғылары мен әдістерін дамытуға аса жоғары қызығушылығын арттырып отыр. Деректерді талдауда болашағы бар кемел бағыттардың бірі кластерлік талдау болып табылады [2].

Үлкен көлемді деректер (BigData) веб-ресурстардан ақпараттарды алу, деректерді қарқынды пайдаланатын аудандардағы жалпы үлгілерді анықтау және т.б. осы сияқты әртүрлі процестерде қолданылады. Мұндай деректерге жіктеу, құрылымдау, мұқият талдау жасау қажет. Бұл жағдайда кластерлік талдау көптеген ғылыми зерттеулердің негізі болып табылады. Кластерлеу – бұл белгілі бір қасиеттері бар тәуелсіз бірлік ретінде қарастырылатын біртекті элементтердің белгілі бір біріктірілуін бөліп алу арқылы сегменттеу. Кластерлеу процедурасы нәтижесінде «кластерлер» пайда болады, яғни бір-біріне өте ұқсас топтар пайда болады.

Кластерлеу сапасының критеріі, әдетте, топ ішіндегі объектілердің шашырап орналасуына және олардың арасында қашықтыққа байланысты белгілі бір функционалдылық деп қарастырылады [3].

Алгоритмдер ансамблінің (тобының) қалыптасуына және ансамблге қатысушылар пікірлері негізінде олардың көмегімен топтық шешімдерді құрумен байланысты кластерлік мәселелердегі шешімдердің орнықтылығы жақсаруы мүмкін. Бұл жұмыста үлкен деректерді талдау үшін әртүрлі қашықтық метрикасына негізделген кластерлік алгоритмдер ансамблінің құрылысына ерекше көңіл бөлінеді.

Ансамблдік тәсіл кластерлеу сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Кластерлік талдаудың топтық шешімдерін құру тәсілінің бірнеше негізгі бағыты бар: консенсустік үлестіруге, коассоциативті матрицаға негізделген, теоретикалық-графтық әдіс, орташа жұпты қайырмашылықтар матрицасы және т.б. Кластерлеу әдісін таңдау деректердің көлеміне және бір уақытта деректердің бірнеше түрін өңдеуге және талдауға тәуелді болады [7]. Практикада кластерге бөлу K-means әдісімен жүргізілетін, гибридті тәсілдер жиі пайдаланылады. Бұл әмбебап, танымал әдістердің бірі.

$$V = \sum_i^k \sum_{x_j \in S_i} (X_j - \mu_i)^2, \quad (1)$$

Мұндағы, k – кластерлер саны, S_i – алынған кластерлер, $i=1,2,\dots,k$ және μ_i – векторлар ортасы. Алгоритмдерді салыстыру туралы деректер 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. Алгоритмдерді салыстыру кестесі

Кластерлеу алгоритмі	Кіріс деректері	Нәтиже
Иерархиялық	Иерархияны қысқарту үшін кластерлердің саны немесе қашықтық шегі	Кластерлердің бинарлы ағашы
K-means	Кластерлер саны	Кластерлер орталығы
C-means	Кластерлер саны, айқындық дәрежесі	Кластерлер орталығы, тәуелділік матрицасы
Байланысқан компоненттерін ерекшелену	R арақашықтық шегі	Кластерлердің ағаш тәріздес құрылымы

Кластерлік талдауда объектілер арасындағы арақашықтықтарды анықтау үшін x және x' объектілері арасындағы әртүрлі арақашықтық метрикасы қолданылады. Кластерлік талдауда келесі метрикалар ең танымал болып саналады:

$$1. \text{ Евклид арақашықтығы: } p(x, x') = \sqrt{\sum_i^n (x_i - x'_i)^2} \quad (2)$$

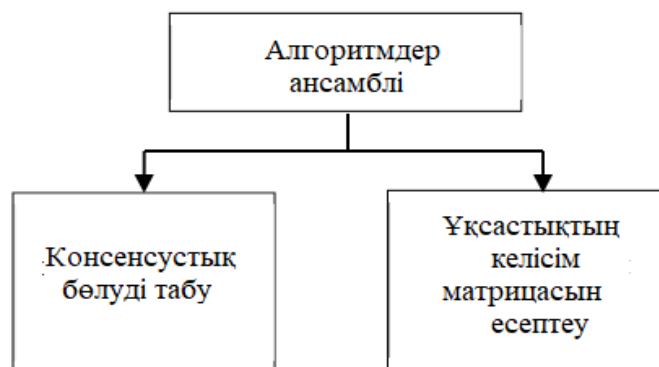
$$2. \text{ Манхеттен арақашықтығы: } p(x, x') = \sum_i^n |x_i - x'_i| \quad (3)$$

$$3. \text{ Чебышев арақашықтығы: } p(x, x') = \max(|x_i - x'_i|) \quad (4)$$

Метриканы дұрыс таңдау кластерлеу сапасына тікелей әсер етеді. Қазіргі уақытта кластерлік талдауда топтық әдістер көптеп қолдануда. Осыған дейін айтып кеткендей, кластерлік талдау алгоритмдері әмбебап емес, әр алгоритмнің өз қолдану аясы бар (1-кесте). Алгоритмдердің топтық

тәсілі бастапқы алгоритмдердің таңдап алынған параметрлерінен соңғы шешім тәуелділігін төмендетеді және нақты шешім алуға мүмкіндік береді [4]. Топтық алгоритмдер алудың келесі негізгі әдістері бар (1-сурет) [5].

1. Консенсустық бөлуді табу, яғни қандайда бір тиімді критеріі бойынша, бірнеше алынған шешімдердің келісе отырып, кластерлерге бөлуі;
2. Ұқсастықтар/айырмашылықтардың келісім матрицасын (co-occurrence matrix) есептеу.



1-сурет. Кластерлеудің алгоритмдер ансамблі

Алгоритмдер ансамблінің қолданылу мысалы ретінде параметрлік емес MeanSC алгоритмі негізінде құрылған ансамблді алуға болады. Бұл көп арналы бейнелерді кластерлеу көрсеткішін жақсартуға мүмкіндік береді [6]. Сонымен қатар, K-means және SVM (Support Vector Machines) алгоритмдері негізіндегі кластерлеу алгоритмдерінің ансамблін қолдану диагностика уақытын қысқартуға, жүрек ақауларын анықтаудың дәлдігін жақсартуға мүмкіндік берді [8]. Осылайша, әртүрлі алгоритмдер жиынтығы мен ансамблді олардың артықшылықтары мен ерекшеліктеріне сәйкес қолдану белгілі бір нақты аймақ үшін ең қолайлы кластерлеу схемасын жасауға мүмкіндік береді. Осыдан бұрын да кластерлеудің нәтижесіне әсер ететін маңызды фактор - бұл объектілер арасындағы қашықтықтардың белгілі бір метрикасын таңдау болып табылатындығын айтып өткенбіз. Осы екі тәсілдерді біріктіру арқылы кластерлік талдаудың тиімділігін едәуір жақсартуға болады [16].

Кластерлеу алгоритмдерінің тобы ретінде K-means алгоритмін қарастырайық. K-means алгоритмі бірінші қадамда арақашықтық метрикасын пайдалана отырып, деректерді кластерлерге бөледі. Мұнда келесі метрикалар қолданылды: Евклид арақашықтығы, Манхэттен арақашықтығы, Чебышев арақашықтығы.

Содан соң (5) – формуласы бойынша алгоритмдердің топтық пікірлерінің салмағы мен дәлдігі есептелінеді:

$$\omega_l = \frac{Acc_l}{\sum_{l=1}^L Acc_l}, \quad (5)$$

мұндағы, Acc_l - l алгоритмінің дәлдігі, ал L-алгоритмдер тобындағы алгоритмдер саны. Әрбір алынған кластерлік бөлінулер үшін бинарлы $n \times n$ өлшемді матрица құрылады, мұндағы n-объектілер саны. Кластерлерге бөлудің жақсы нәтижесін алу үшін, ансамбльде L бөлінуіне ұқсастық/айырмашылықтың бинарлы матрицасын құру:

$$H_i = \{h_i(i, j)\}, \quad (6)$$

мұндағы i және j элементтері бір кластерге түссе, онда $h_i(i, j)$ нөлге тең, кері жағдайда 1-ге тең.

Содан соң әр элементі мүмкін болатын матрица элементтерінің салмақталған қосындысын беретін айырмашылықтар матрицасы есептеледі. Бинарлық бөлінулердің келісілген матрицасын құру үшін:

$$H' = \{h'(i, j)\}, \quad (7)$$

$$h'(i,j) = \sum_{i=1}^L w_i h_i(i,j), \quad (8)$$

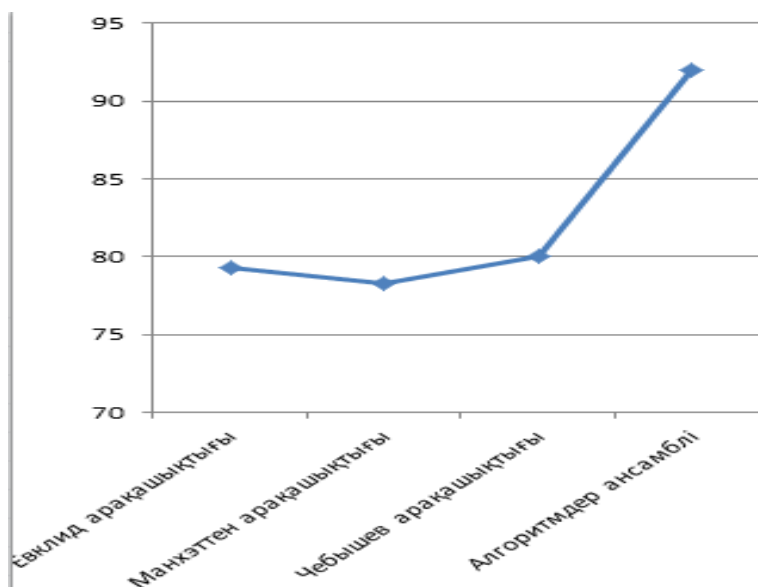
мұндағы w_i -алгоритм салмағы.

Келісілген матрица бойынша бөлу нәтижесін жақсарту мақсатында жақын көрші алгоритмі қолданылды. Алынған матрица иерархиялық агломерациялық кластерлеу алгоритмі үшін кіріс деректері ретінде қолданылады. Осыдан кейін қарапайым тәсілдер көмегімен, қолайлы кластерлік шешімді таңдап алуға болады. Топтық алгоритмді құру процедурасы 2-суретте көрсетілген:



2-сурет. Кластерлеу алгоритдермінің тобы

Кестеден Чебышев арақашықтығын қолданған алгоритмнің салмағы жоғары екендігін көреміз.



3-сурет. Алгоритмдердің дәлдігін салыстыру

3-суреттен әртүрлі метрикалы стандартты K-means алгоритмінің дәлдігі берілген ансамбль дәлдігінен төмен екендігін көруге болады. Кластерлік талдау деректерді өңдеудің негізгі бағыттарының бірі болып табылады, бұл қазіргі уақытта бар тиімді әдістердің бірі. Кластерлеу алгоритмдерінің ансамблін пайдалану арқылы деректерді топтарға бөлудің сенімділігін арттырады [19-20]. Бұл әдіс әр түрлі салаларда қолданылуы мүмкін. Мақалада қарастырылған кластерлік алгоритмдер ансамблі K-means алгоритмдері үшін арақашықтық метрикасының кемшіліктерін түзете отырып, кластерлерге бөлудің сенімділігін арттырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1]. В.Б. Бериков, Г.С. Лбов. Современные тенденции в кластерном анализе. http://biocomparison.ucoz.ru/_ld/0/49_berikov_lbov.pdf
 [2]. П. В. Бочкарёв. Разработка ансамбля алгоритмов кластеризации на основе изменяющихся метрик расстояний.

- [3]. В.Б. Бериков. Коллектив алгоритмов с весами в кластерном анализе разнородных данных. // Вестник Томского Государственного Университета. 2013. № 2(23). Стр. 22-31.
- [4]. Berikov V.B. Weighted ensemble of algorithms for complex data clustering // Pattern Recognition Letters. 2014. Vol. 38. P. 99-106.
- [5]. В.Б. Бериков. Классификация данных с применением коллектива алгоритмов кластерного анализа // Знания-ОнтологииТеории (ЗОНТ-2015), 2015, С. 29-38
- [6]. И.А. Пестунов, В. Б. Бериков, Ю. Н. Синявский. Сегментация многоспектральных изображений на основе ансамбля не параметрических алгоритмов кластеризации // Вестник СибГАУ, 2010, №5(31), С. 56-64.
- [7]. Kausar Noreen; Abdullah Azween; Samir Brahim Belhaouari; Palaniappan Sellapan; AlGhamdi Bandar Saeed; Dey Nilanjan. Ensemble Clustering Algorithm with Supervised Classification of Clinical Data for Early Diagnosis of Coronary Artery Disease.// Journal of Medical Imaging and Health Informatics, V. 6, Number 1, February 2016, P.78-87.
- [8]. Lui G. L. Introduction to the combinatorial mathematics - McGraw Hill, 1968.
- [9]. Breiman L. Bagging predictors // Machine Learning, 1996. V. 24. P. 123-140.
- [10]. Diday, E., Simon, J. C. Clustering analysis // In: Digital Pattern Recognition, K. S. Fu, Ed. Springer-Verlag, Secaucus, NJ. P. 47-94.
- [11]. Fern, X.Z., Brodley, C.E. Clustering ensembles for high dimensional data clustering // In Proc. International Conference on Machine Learning, 2003. P.186-193.
- [12]. Fred, A., Jain, A.K. Combining multiple clusterings using evidence accumulation // IEEE Tran. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2005. V. 27. P. 835-850.
- [13]. Jain A. K., Murty M. N., Flynn P. J. Data clustering: a review // ACM Computing Surveys, 1999. V.31, N 3. P. 264-323.
- [14]. Karypis G., Aggarwal R., Kumar V., Shekhar S. Multilevel hypergraph partitioning: Applications in VLSI domain // Proceedings of the Design and Automation Conference, 1997.
- [15]. Kirkpatrick S., Gelatt C. D., Vecchi M. P. Optimization by simulated annealing // Science, 1983. V. 220(4598). P. 671-680.
- [16]. K. Krishna, M. Murty. Genetic K-means algorithm // IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics-Part B, 1999. V.29. P. 433-439.
- [17]. Kohonen T. Self-Organization and Associative Memory - 3rd ed. Springer information sciences series. Springer-Verlag, New York, NY. 1989.
- [18]. Lu Y., Li S., Fotouhi F., Deng Y., Brown S. Incremental genetic k-means algorithm and its application in gene expression data analysis // BMC Bioinformatics, 2004.
- [19]. Michalski R., Stepp R., Diday E. Automated construction of classifications: conceptual clustering versus numerical taxonomy // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. PAMI-5, 1983. V.5. P. 396-409.
- [20]. Rand W. Objective criteria for the evaluation of clustering methods // Journal of American Statistical Association, 1971. V.66. P.846-850.
- [21]. Ghosh J., Acharya A. Cluster ensembles // Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery. 2011. V. 1(4). P. 305-315.
- [22]. Berikov V. A latent variable pairwise classification model of a clustering ensemble // Multiple Classifier Systems, 2011. Lecture Notes on Computer Science, LNCS 6713 / C. Sansone, J. Kittler, and F. Roli (Eds.). Springer, Heidelberg, 2011. P. 279-288.

Черикбаева Л.Ш., Байсылбаева Қ.Д.

Алгоритмы на основе изменяющихся метрик расстояний

Резюме. Кластерный анализ становится одним из ключевых методов в сферах обработки данных. Этот метод является один из эффективных методов. Применяя ансамбль алгоритмов кластеризации, можно повысить результатов работы разделение данных на группы. Этот метод может использоваться в различных областях.

Ключевые слова. Кластерный анализ, классификация, матрица, консенсус, метрика расстояния.

Cherikbayeva L.Sh., Baisylbaeva K.D.

Algorithms based on changing metric distances

Summary. Cluster analysis is becoming one of the key methods in the field of data processing. This method is one of the effective methods. Using an ensemble of clustering algorithms, you can improve the results of the work by splitting the data into groups. This method can be used in various fields.

Keywords: Cluster analysis, classification, matrix, consensus, metric of distance.

УДК 697 (075.8)

А.А. Генбач, А.П. Асанов
(Алматинский университет энергетики и связи,
Алматы, Республика Казахстан)

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ КАПИЛЛЯРНО- ПОРИСТЫЙ ПЕННЫЙ ПЫЛЕГАЗОУЛОВИТЕЛЬ С КОНДЕНСАЦИЕЙ ПАРА

Аннотация. Разработан высокоэффективный капиллярно- пористый пенный пылегазоуловитель с конденсацией пара. На пористой структуре происходит высокофорсированный процесс конденсации пара паромеханической пены, который значительно выше, чем при конденсации пара на гладкой поверхности, на диспергированных каплях жидкости и при конденсации электроразряженного пара на каплях омагниченной воды. Высокая интенсификация процесса объясняется наличием дополнительных упорядоченных центров конденсации на скелете пористой структуры, а также равномерностью распределения жидкостной пленки, высокой ее устойчивостью и стабильностью, достигаемой комбинированным действием капиллярных и массовых сил, действующих на жидкость в порах структуры. Дополнительным преимуществом является самонастройка пористой системы за счет подсосывания жидкости из пленки образующегося конденсата за счет капиллярных сил. Этот процесс позволяет уменьшить расход пенообразователя и пара. Увеличение коэффициента захвата пылинок мелких фракций происходит за счет снижения поверхностного натяжения при добавлении поверхностно- активных веществ. Возросшие коэффициенты теплообмена позволяют улучшить коагуляцию мелких фракций пыли в пенном потоке и снизить материалоемкость аппарата.

Ключевые слова: пенный пылегазоуловитель, капиллярно- пористая структура, конденсация пара, пылеулавливание.

Исследование процессов тепломассообмена при кипении и конденсации в капиллярно- пористых структурах позволило выявить закономерности зарождения взрывом паровых зародышей и установить характер разделения энергии волны и пара [1] с целью их управления, определить другие внутренние характеристики, такие как: плотность центров парообразования, выброс капель жидкости из структуры, центры конденсации пара, отрывной диаметр, частоту отрыва, скорость роста пузырей [2-5]. Эти исследования послужили основой создания нового класса пылегазоуловителей, в которых пенный поток зарождается и гибнет в оптимизированных капиллярно- пористых решетках (перегородках) [6].

Теплообмен обобщался критериальным уравнением с точностью (\pm) 20% для процессов кипения, барботажа, пеногенерации, вдува, отсоса (конденсации), псевдооживления [7].

Созданы эффективные капиллярно-пористые пенные пылегазоуловители с высокой степенью очистки по микро- и ультрамикроскопической пыли [8-13].

Управление процессами пеногенерации производилось путем разделения энергии потока [1, 4, 6, 13], наложении различных физических сил и полей (гравитации, давления, вибрации, поверхностных сил), которые интенсифицировали и турбулизовали пограничный слой в капиллярно- пористых структурах, путем изменения геометрии микроканалов, за счет выдувания пены разными способами (набегающим потоком, электроэнергией, безфорсуночным распределителем) [4, 6, 8, 9, 11-13].

Разрушение пенного потока производилось в оптимизированных структурах [4, 8, 13]. Однако представляет интерес исследовать новый способ схлопывания пены с пылинками за счет ее конденсации на охлаждаемой капиллярно- пористой структуре. Генератором пены может служить традиционное устройство с форсункой и пакетом сеток, а может применяться безфорсуночный пеногенератор с пеногенерирующей капиллярно- пористой структурой [8, 9, 11].

Устройство капиллярно- пористого пенного пылегазоуловителя предназначенного для улавливания микроскопической пыли (фракций размером менее $5 \cdot 10^{-6}$ м) в различных отраслях народного хозяйства, связанных с очисткой вентиляционных и технологических газов (воздуха), с переработкой и транспортировкой пылящих материалов [а.с.№ 1247559, МКИ Е 21 F 5/04, 1986].

Известно устройство для улавливания пыли пеной [а.с.№516824, кл. Е 21 F 5/00, 1974], содержащее корпус, форсунку, конусный пакет сеток.

Недостатком устройства является низкая эффективность улавливания пеной микроскопической пыли и высокая материалоемкость за счет слабой адсорбционной способности пены.

Известно устройство для пылеулавливания [а.с.№ 130461, кл. Е 21 F 5/04, 1960], содержащее корпус, патрубки подвода пара и запыленного потока и отвода шлама.

Недостатком устройства является низкая эффективность, связанная со слабой интенсивностью процесса конденсации пара как на холодной стенке, так и на диспергированных каплях воды. Процесс коагуляции частиц пыли с насыщенным паром и каплями воды протекает неэффективно, имеет место нестабильность процесса за счет пульсаций пароводяного потока. Поэтому водяной насыщенный пар и вода используются неэкономно, велики их расходы и энергетические затраты на генерацию пара и распыл воды. Низкие коэффициенты теплообмена служат причиной высокой материалоемкости устройства.

Известно пылеподавление [а.с.№ 1032197, кл. Е 21 F 5/00; В 02 С 19/06, 1983], включающее смешение пылевоздушного потока со струей пара, воды и омагничивание воды, что позволяет повысить эффективность подавления пыли.

Недостатком является сложное конструктивное оформление, высокая материалоемкость, дополнительные затраты на электрозарядку, омагничивание и на обеспечение безопасных условий труда.

Предлагается капиллярно- пористый пенный пылегазоуловитель, в котором в камеру смешения поступает запыленный газ и пенный поток и, перемешиваясь, направляется в камеру конденсации, на внутренней поверхности которой находится капиллярно- пористая структура.

Пылеуловитель состоит (рис. 1) из пеногенератора паро-механической пены 1, в котором через патрубок 2 подводится пенообразующий раствор и распыляется форсункой 3 на пакет сеток 4. Набегающий паровой поток выдувает из пакета сеток 4 паро- механическую пену 5 и через патрубок 6 подается в камеру смешения 7. Сюда же через патрубок 8 направляется поток запыленного газа. В камере конденсации 9 происходит конденсация пара паро- механической пены на теплопроводной пористой структуре 10 за счет ее охлаждения с помощью холодильника 11 (воздушная или водяная система охлаждения). Шлам удаляется через патрубок 12, а очищенный газ – через патрубок 13.

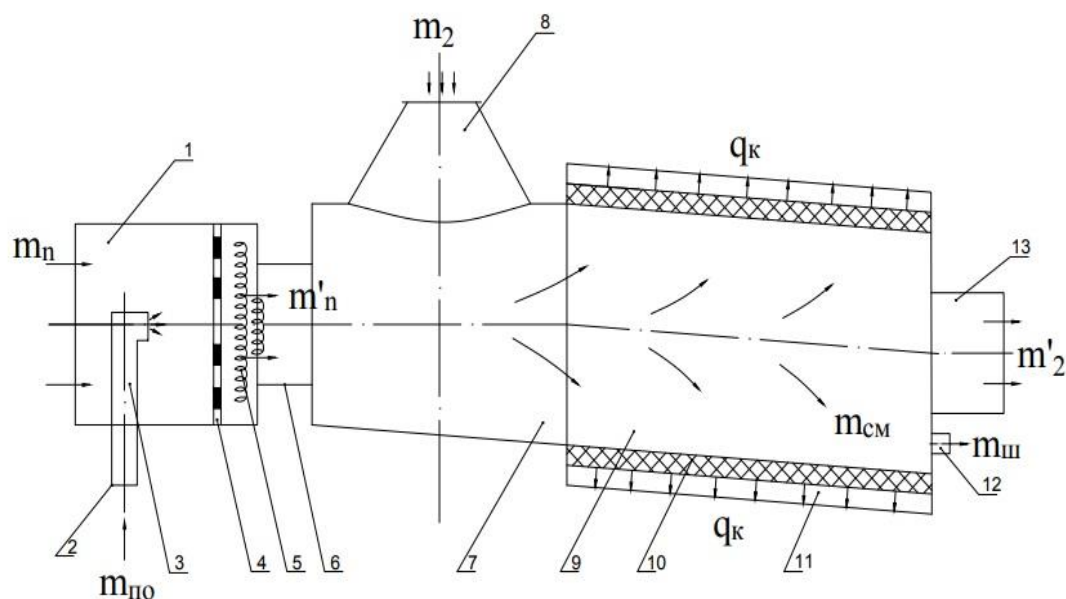


Рис.1. Высокоэффективный капиллярно- пористый пенный пылегазоуловитель с конденсацией пара: m_n - расход пара; m'_n - расход пены; $m_{по}$ - расход пенообразователя; m_2 - расход запыленного газа; $m_{см}$ - расход смеси; m'_2 - расход очищенного газа; $m_{ш}$ - расход шлама; q_k - удельный тепловой поток конденсации.

Пенообразующий раствор (например, ПО-12) подается через патрубок 2 в форсунку 3 и распыляется на пакет сеток 4. Поток пара выдувает паро- механическую пену 5, которая формируется в струю и с помощью патрубка 6 подводится к камере смешения 7. Запыленный газ, подаваемый через патрубок 8, смешивается в камере с паромеханической пеной, что также способствует повышению процесса коагуляции, особенно микроскопической пыли. Трехфазный поток (пар – жидкость – пыль) направляется в камеру конденсации 9, на внутренней поверхности которой установлена теплопроводная пористая структура (например, металлическая сетка) 10, которая охлаждается с помощью холодильника 11 (например, техническая вода или воздух, тепло которых может утилизироваться в системах отопления и кондиционирования).

Для сравнения интенсивности пылеосаждения расчеты производились по следующим источникам:

1. Конденсация на гладкой поверхности [14];
2. Конденсация на каплях жидкости [14];
3. Конденсация электрoзаряженного пара на каплях омагниченной воды [а.с.№ 1032197];
4. Конденсация на капиллярно- пористой структуре [15, 16].

На капиллярно- пористой структуре происходит более интенсивный процесс конденсации за счет дополнительных упорядоченных центров конденсации на скелете структуры. Жидкостная пленка распределена более равномерно, более устойчивая и стабильная за счет совместного действия массовых и капиллярных сил. Наличие пенообразователя увеличивает коэффициент захвата пылинок мелких фракций, а рост теплообмена улучшает их коагуляцию.

По сравнению с противопоставляемым пенным пылеуловителем [а.с.№ 1032197] интенсивность процесса конденсации увеличивается в 1,9 - 3,4 раза. За счет такой форсировки процесса повышается эффективность улавливания микроскопической пыли и может достигать значений (99,6 – 99,8) %, что приводит к оздоровлению воздушной среды, снижается материалоемкость и габариты аппарата в 1,9 – 3,4 раза. Также уменьшаются расходы энергии на генерацию пены и количество пенообразователя в 1,5 – 2 раза. При переменных режимах работы за счет самонастройки пористой структуры капиллярными силами достигается дополнительная экономия расходов пара и пенообразующего раствора. В целом сокращаются капитальные затраты и эксплуатационные расходы за счет уменьшения материалоемкости, упрощения конструкции и снижения расходов пара и раствора, улучшаются условия безопасности работ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Polyayev V., Genbach A. Methods of Monitoring Energy Processes. //Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics, Experimental Heat Transfer, and Fluid Mechanics, avenue of the Americas.- New York, volume 10, April, 1995. -P. 273-286.
- [2] Поляев В. М., Генбач А. А. Плотность центров парообразования и выброс капель из пористой структуры. // Известия вузов: Машиностроение, №9, 1990.- С. 50-55.
- [3] Поляев В. М., Генбач А. А. Отрывной диаметр и частота отрыва паровых пузырей в пористых структурах. // Вестник МГТУ, серия Машиностроение. - 1990. №1.- С. 69-72.
- [4] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Визуализация процессов в пористом эллиптическом теплообменнике. // Известия вузов. Машиностроение. - М., 1991. №10-12. - С. 75-80.
- [5] Поляев В.М., Генбач А.А. Скорость роста паровых пузырей в пористых структурах // Изв. вузов. Машиностроение. -1990. -N10. - С.56-61.
- [6] Поляев В.М., Генбач А.А. Области применения пористой системы. // Известия вузов. Энергетика. - 1991. - № 12. - С. 97-101.
- [7] Polyayev V., Genbach A. Heat transfer in a Porous System in the presence of Both Capillary and Gravity Forces // Thermal Engineering.- М.,1993.V.40, number 7.-P. 551-554.
- [8] Генбач А.А, Шоколаков К. Пористый пенный пылеуловитель // Поиск. №2. -Алматы: МОН РК, 2011. – С. 266-271.
- [9] Генбач, Кульбакина Н.В. Пылеподавление. Пеногенератор с проницаемой перегородкой // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. - №5. – 2011. – С. 85-87.
- [10] Генбач А.А, Генбач Н.А. Пути получения требуемой информации при разработке капиллярно-пористых систем энергоустановок. // Вестник АУЭС. – Алматы. -№2 (21). - 2013.- С. 12-18.
- [11] Генбач А.А, Генбач Н.А. Исследование пеногенератора с обогреваемой поверхностью // Вестник АИЭС. – Алматы. – 2009. - №4. – С. 24-27. 12.
- [12] Генбач А.А, Пионтковский М.С. Пористый пылегазоуловитель с управляемой геометрией микроканалов // Энергетика Казахстана. – 2010. №4. – С.59-61.
- [13] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Процессы в пористом эллиптическом теплообменнике // Известия вузов. Машиностроение. -1991. №4-6. – С.73-77.
- [14] Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. - М.: Энергия, 1977.-240 с.
- [15] Воронин В.Г. и др. Низкотемпературные тепловые трубы для летательных аппаратов. -М.: Машиностроение, 1976. - 200 с.
- [16] Генбач А.Н, Генбач А.А. Капиллярно- пористые системы в промышленности// Деп. Рук. Винити, 1988. - №8 (202). - С.181. - (Казниинти. -1987,№2105.-295с.).

Генбач А.А., Асанов А.П.

Аса тиімді бу конденсациясымен істейтін капиллярлық- кеуекті көпіршікті шаңгазтұтқыш

Түйіндеме. Аса тиімді бу конденсациясымен істейтін капиллярлық- кеуекті көпіршікті шаңгазтұтқыш өңделген болатын. Кеуекті құрылымда жатық беттегі, көпіршіктенген сұйықтық тамшыларындағы бу конден-

сациясына, электрлі зарядталған бу конденсациясына қарағанда жоғары жылдамдытылған бу механикалық көпіршіктің бу конденсациясы үдерісі жүзеге асады. Процесстің жоғары қарқындытыуы кеуек құрылымның қаңқасындағы қосымша реттелген конденсация орталықтарының болуымен, сұйықтық қабықшасы үлестірімінің біркелкілігімен, сұйықтыққа құрылым қуыстықтарында әрекет ететін капиллярлық және массалық күштер қиыстыруы арқылы жүзеге асатын орнықтылығы мен тұрақтылығымен түсіндіріледі. Капилляр күштері арқылы түзілетін конденсат үлдірден сұйықтықтың соруы арқылы кеуек жүйенің өздік бапталуы қосымша артықшылық болып табылады. Бұл үдеріс бу мен көбіктендіргіштің шығынын кемітуге мүмкіншілік береді. Кіші фракциялар тозаңының тартып алу коэффициентінің артуы беттік активті заттар қосу кезіндегі беткей кернеудің кемуі арқылы жүзеге асады. Ұлғайған жылу-масса алмасу коэффициенттері көпіршік ағынындағы тозаңның кіші фракцияларының коагуляциясын жақсартуға және аппараттың материал сыйымдылығын азайтуға мүмкіншілік береді.

Түйін сөздер: көпіршікті шаңгазтұтқыш, капиллярлық- кеуекті құрылым, бу конденсациясы, тозаң тұту.

Genbach A.A., Assanov A.P.

A highly efficient capillary-porous foam dust and gas collector with vapor condensation

Summary. A highly efficient capillary-porous foam dust and gas collector with vapor condensation has been developed. On the porous structure, a highly vaporized steam vapor condensation occurs, which is significantly higher than when the vapor condensates on a smooth surface, on dispersed liquid droplets, and upon condensation of electrically charged vapor on drops of magnetized water. The high intensification of the process is explained by the presence of additional ordered condensation centers on the skeleton of the porous structure, as well as by the uniform distribution of the liquid film, its high stability and stability achieved by the combined action of capillary and mass forces acting on the liquid in the pores of the structure. An additional advantage is the self-adjustment of the porous system by sucking the liquid out of the film of the condensate formed due to capillary forces. This process reduces the consumption of foaming agent and steam. An increase in the coefficient of capture of dust particles of fine fractions occurs due to a decrease in the surface tension with the addition of surfactants. Increased coefficients of heat exchange allow improving coagulation of fine dust fractions in the foam stream and reducing the material capacity of the apparatus.

Key words: foam dust and gas collector, capillary-porous structure, vapor condensation, dust precipitation.

ОӘК 004.4.056

Г.А. Мадьярова, Б.К. Молдабеков, М.Б. Бақытова
(«НАРХОЗ» Университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
19_maigul_92@bk.ru)

БҰЛТТЫҚ ҚЫЗМЕТТЕРДІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ

Түйіндемe. Бұл мақалада бұлттық қызметтерге салыстырмалы талдау жасалған. Мақалада олардың мағыналары талданады, сонымен қатар, бұлттық сервистерді салыстыру белгілері сипатталады. Жұмыс нәтижелері бұлтты сервистерді әртүрлі ұсынушыларын бағалау арқылы оларды таңдауға негіз болады.

Түйінді сөздер: бұлттық технология, бұлттық сервис, бұлттық есептеулер.

Қазіргі кезде қоғамның ақпараттық сипатқа ие болуына байланысты ғаламдық ақпараттық үдерістерге ілесудің мәні өте зор. Интернетте ақпаратты тарату барысында оның сапасын қамтамасыз етуге арналған әдістер мен технологияларды зерттеу өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Елімізде 2012 жылы қабылданған «Ақпараттық Қазақстан – 2020» Мемлекеттік бағдарламасында Интернеттегі ақпараттарға қатысты мынадай жоспарлар қойылған:

- баспа және электрондық БАҚ-тың Интернеттегі нұсқасының ұсынылуын 2017 жылға 70% -ға, 2020 жылға – 95%-ға жеткізу.
- мобильдік қосымшалар арқылы қолжетімді бұқаралық ақпарат құралдары 2017 жылға – 50% -ға, 2020 жылға 80%-ға жеткізу [1];

Бұл жоспар бойынша Интернеттегі ақпараттар көлемі ұлғайып, оның сапасына көңіл аударудың өзекті мәселе екендігін көрсетеді.

Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар саласында соңғы бірнеше жыл ішінде ақпараттарды ұсыну және қызметтерді көрсету тәсілінде революция тудырған бұлттық сервистер - жаңа бағыттың дамуы өз бастауын алды [2,3].

Бүгінгі күнде бұлттық сервистерді ұсынатын алпауыт мекемелер өз қызметтерінің түрлерін қарқынды арттырып, бесекелестікпен дамуда. Осыған байланысты жоғарғы оқу орындарында бұлт-

тық қызметтерді білім беру үрдісінде қолданумен қатар, оқу пәні ретінде енгізіп, қарқынды дамып отырған жаңа технологиялардың көшінен қалмау өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Бұлттық есептеулер – ақпараттық технологияның технологиялық жаңалығы ғана емес, сонымен бірге жаңа бизнес модельдерді құрудың алдыңғы қатарлы әдістерінің бірі. Ақпараттық технологияның өнімдерін шығарушылар нарыққа өз өнімдерін ұсынып, бизнес ойларын аз шығын жұмсай отырып жүзеге асыруда кең мүмкіндіктерге ие болып отыр [4,5].

"Бұлттық есептеулер" мынадай ретпен жұмыс істейді: пайдаланушылар қосымшаларды (программаларды) іске қосу мақсатында жеке серверді орнату және басқарудың орнына, Microsoft, Amazon, Google немесе басқа мекемелерден серверді жалға алады. Ары қарай пайдаланушы жалға алған серверін Интернет желісі арқылы деректерді сақтау және өңдеу үшін нақты қолдану уақытына ғана төлейді. Есептеуіш бұлттар датаорталықтарға орналасқан, он мыңдаған қосымшалардың жұмысын қамтамасыз ететін мыңдаған серверлерден тұрады, онымен бізмезгілде миллиондаған пайдаланушылар жұмыс жасайды. Мұндай ірі көлемді инфрақұрылымды тиімді басқарудың маңызды шарттарының бірі мейлінше толық автоматтандыру болып табылады. Сонымен бірге, бұлт операторлары, сервис провайдерлер, ақпараттық технологиялар әкімшілері, делдалшылар, қосымшаны пайдаланушылар сияқты әр түрлі тұтынушылар үшін есептеуіш ресурстарға қауіпсіз қатынас құрудың бұлттық инфрақұрылымы өзін өзі басқару мен ие болу құқықтарын реттеу мүмкіндіктерін қарастыруы тиіс [6].

Бұлтты қызметтерді салыстыру белгілері ретінде келесілер қарастыруға болады:

Бұлттық сервисті пайдаланудағы төлем жоспары. Бұлтты қызметті ұсыну түрлері: төлем жоспарының «пайдалану бойынша төлем» (дәстүрлі сағаттық режимде), «мүшелік жеңілдіктер» (клиент жылдық қызмет көрсетуге айырбас ретінде қызметтерге жеңілдік алған кезде), «достарды шақыру» түрлерін ұсынады. Таңдау опциялары неғұрлым көп болса, пайданушыға ұсынатын төлемдердің түрі де арта түседі. Олардың түрі көп болғаны жақсы, дегенмен төлемнің біріншісі пайдаланудың икемді бақылауын қамтамасыз ететін болғандықтан тартымдырақ болып келеді.

Қызмет көрсету деңгейі туралы келісім (SLA) Қызмет көрсету сапасының деңгейі туралы шарт, %

Орташаайлық баға «Бұлтты» сервердің болжамды құны (доллар)

Сертификациялар жеткізушінің әртүрлі сенімділік және қауіпсіздік сертификаттарының болуы.

Мезгіл-орталықтар саны. Бұлтты серверлерге қолданылатын мезгіл-орталықтар саны

Вертикалды масштабтау. Жалпы өнімділікті арттыру мақсатында жүйенің әрбір компонентінің өнімділігін арттыру.

Горизонталды масштабтау. Жүйені шағын құрылымдық құраушыларға бөлу немесе бір функцияны параллельді орындайтын серверлер санын арттыру.

Қолдау (демеу) бағалаудың үшдеңгейлі субъективті шкаласы:

1) Нашар (poor) –тегін қолдауды тек онлайн түрде көрсететін мекемелер (форумдар, т.б);

2) Орташа (average)- қолдаудың бір түрін тегін көрсететін мекемелер (online-чат немесе телефон), форумдар;

3) Жоғары (extensive) – базалық (бастапқы) құнға кіретін ұсыныстар жиынтығын көрсететін мекемелер.

Мониторинг бағалаудың үшдеңгейлі субъективті шкаласы:

1) Нашар (poor) –мониторинг/ хабарлаудың біріккен шешімдері жоқ мекемелер;

2) Орташа(average) –әдеттегі біріккен құралдары тым қарапайым мекемелер;

3) Жоғары (extensive) – мониторингтың біріккен құралдары толығымен тегін мекемелер.

Қосымшаны бағдарламалау интерфейсі. Серверлермен өзара әрекеттесуге арналған (API) қолданбалы бағдарламалау интерфейсінің болуы.

Қолдаулы операциялық жүйелер. Нұсқаға тәуелсіз қолдаулы ОЖ саны (бапталған бейне түріндегі)

Free Tier. Пайдаланушының сервис жұмысын тексеруіне арналған «сынамалы нұсқасының» болуы.

Трафик құны (шығыс) Әрбір Гб шығыс трафигінің долл.құны. Тегін шығыс трафигін ұсынатын компаниялар бағаның 0 мәнінен тұрады.

Трафик құны (кіріс) Әрбір Гб кіріс трафигінің доллар құны [7,8].

Google Drive - деректерді қолданушыларына бұлт серверіндегі өз деректерін сақтауға рұқсат береді және ғаламторда басқа қолданушылармен оларды бөлісе алатын әйгілі бұлттық деректер қоймасы. Активациядан кейін өзін Google Docs- пен ауыстырады.

Негізінен, Google Docs құжаттармен және оларды бұлтты сервиске трансформациялау үшінді арналған болатын, кейіннен оның бұлтты қызмет көрсетулері өзгертілді және тегін кеңістік қосылды. Қызмет көрсетуде құжаттар ғана емес, фотосурет, музыка, бейне және басқа да көп файлдар - барлы-

ғы 30 түрде (тип) сақтауға болады. Өте қолайлы және Google-сервистерінің қолданушылары үшін әдеттегідей. Мысалы, Google Drive әр қолданушыға 15 Гб Google кеңістікті тегін береді (мұнымен Google Dropbox-тың үйреншікті шарттарынан асып түседі). Егер берілген көлем жеткіліксіз болса, онда 30 ТБ қосымша алуға болады [9].

Әйгілі бес бұлттық деректер қоймаларына осы аталған бірқатар критерийлер бойынша салыстырмалы талдау 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. Берілетін кеңістік көлемі және бағасы бойынша бұлттық деректер қоймаларының салыстырылуы

Атауы	Тегін берілетін кеңістік	Қосымша берілетін кеңістік (ең жоғарғысы)	Қосымша кеңістіктің айына төлемі	Сайты
Google Drive	15 Гб	30 ТБ	\$299.99	https://drive.google.com
OneDrive	5 Гб	50 Гбайт айына	\$1,99	http://onedrive.com
Dropbox	2 Гб	1 Тб	€ 9,99;	http://www.dropbox.com
Mega	50 Гб	4 Тб	\$8.33	https://mega.co.nz
Яндекс.Диск	10 Гб	- +10 Гб	30 рубль	https://disk.yandex.ru

Бұл веб-бағытталған бағдарламалық қамтама, яғни орнатусыз тұтынушының компьютеріне веб-браузер арқылы Word, Excel-дің альтернативті түрлерін ұсынады. Тұтынушы құрған құжаттар мен кестелер серверде сақталып немене файлға экспортталуы мүмкін. Берілген деректерге кез келген ғаламторға қосылған компьютерден қол жеткізу мүмкіндігі бар.

Көлеміне байланысты айлық төлем ақылар келесі түрде болады:

- 100 Гб - \$ 1.99
- 1 Тб - \$9.99
- 10 Тб - \$99.99
- 20 Тб - \$199.99
- 30 Тб - \$299.99

Одан басқа сервиске веб-интерфейс, Windows, Mac OS, Android және iOS клиенттері арқылы қол жеткізуге болады [10].

OneDrive - интернет-сервис файл алмасу функцияларына негізделіп файлдарды сақтайды, 2014 жылдың ақпан айында Microsoft SkyDrive деп атын өзгертті. Microsoft компаниясы 2007 жылы тамызда SkyDrive-ты шығарды. Қазір OneDrive бұлтты деректер қоймасының флагмандарының бірі болып отыр. OneDrive сервисінің артықшылықтарының бірі – бірден Office 365 арқылы интеграцияланады. Сондықтан, қамтамаларды тікелей Excel, Word, OneNote, PowerPoint Windows Live OneDrive қызметінде файлдары құрып, өзгертіп, сақтауға болады. OneDrive сервисі ақпараттарды реттеп, сақтайды тегін 5 Гб береді. Фотосуреттерді эскиз түрінде немесе слайд-шоу ретінде көруге болады.

OneDrive мынандай пакеттерді ұсынады:

OneDrive storage:

- free: 5 Гбайт — тегін;
- basic: 50 Гбайт — айына \$1,99;

OneDrive + Office 365:

- personal: 1 тұтынушы үшін 1 Тб — айына \$6,99;
- home: 5 қолданушының әрқайсысына 1 Тб — айына \$69,99;

OneDrive-тың сайтында айтылғандай ол тек жәй атын өзгерту емес, тағы да жаңа бірнеше келесі мүмкіндіктері бар:

- android-тың камерасына арналған автоматты түрде резервті көшіру;
- фотосуреттер мен бейнелерді бірге көру мүмкіндігі;
- әр шақырылған дос үшін 5 Гб сыйға алуға болады;
- бекап камерасы үшін +3 Гб;
- жаңартылған, иілгіш тарифтер [11].

Mega — (MEGA Encrypted Global Access) — өршіл бұлтты Ким Доткомның (Kim Dotcom) аты аңызға айналған Megaupload-тың негізін қалаушысының файл алмастырушысы болып табылады.

• Технические науки

Mega-ның негізгі артықшылығы:

- бүкіл мазмұнды тікелей браузердің көмегімен AES алгоритмі арқылы шифрлайды;
- пайдаланушылар бір-біріне файлдарды шифрланған түрінде жібере алады, бұл ретте барлық деректер "бұлтта" сақталады;
- кілттері ашық қол жеткілікті файлдарға жарияланбайды, Friend-to-Friend схемасы бойынша сенімді пайдаланушыларға таратылады.

2-кесте. Бұлттық сервистердің салыстырмалы талдауы

Атауы	Тегін ұсынылатын кеңістік	Қосымшалар	Веб-қатынас	Интеграция	Кімге арналған	Кімге арналмаған
iCloud	5 Гб	Find my iPhone, Find my Mac, Back to my Mac, @me.com Email, iOS Backups;	Contacts, Calendars, Mail, iWork Documents;	iOS 5 және одан жоғары, Mac OS X 10.7 Lion және жоғарғы нұсқалары Windows (қосымша программаны қажет етеді);	Apple техникасын қолданушылар	Apple техникасын қолданбайтындар
SkyDrive	7 Гб	Word/Excel/PowerPoint/OneNote, типі кез келген файлды сақтау мүмкіндігі бар;		Windows 8 (құрамдастырылған), Windows 7, Vista SP2, Mac OS X 10.7 и выше, Windows Phone 7.5, iOS, Android 2.3 және одан жоғары;	Windows Phone, iPhone немесе Android пайдаланушылары, олардың Windows немесе MacOS орнатылған компьютер пайдалануы міндетті емес, сонымен бірге Microsoft Office қосымшаларының белсенді пайдаланушылары;	Linux пайдаланушылары мен Google Doc белсенді пайдаланушылары.
Google Drive	5 Гб	Google Docs (веб-қатынасты тіпті iPad пен де қолдауға болады), типі кез келген файлды жүктеп, өңдеу мүмкіндігі бар		Windows 7, Vista and XP, OS X 10.6 және одан жоғары, Android 2.1 және жоғары, iOS 5.0 және одан жоғары (барлық жағдайда қосымша арнайы програманы орнату қажет болады)	Windows, MacOS, Android, iOS пайдаланушылары. Linux пайдаланушылары үшін веб-интерфейсті пайдалануыға тура келеді;	Windows Phone пайдаланушылары

Бастапқыда Mega 50 Гб тегін кеңістікпен бастаған, одан басқа 4 Тб айына \$8.33 төлеп алуға болады. Берілетін дисктегі кеңістік бойынша, бағасы жағынан да Mega ең тиімді. Тағы бір артықшылығы, ол – құпиялылығы. Mega тұтынушының жеке деректердің қорғаушы болып позицияланады. Ал кемшілігі басқа құралдармен синхронизацияланбауы [12].

Яндекс.Диск – әртүрлі құралдар арасында синхронизациялау арқасында құрылған Яндекстің тегін бұлттық сервисі. Қазіргі кезде қолданушыларға тіркеу кол жетімді. Бастапқыда диск 10 Гб сыйға беретін, төлем ақымен жүретін пакеттер пайда болды.

- +10 Гб – айына 30 рубль немесе жылына 300 рубль
- +100 Гб – айына 150 рубль немесе жылына 1500 рубль
- +1 Тб – айына 900 рубль немесе жылына 9000 рубль

Одан басқа қосымша бонустық орындар:

- + 10 Гб шақырылған достар үшін, әр досқа 512 Мб-тан

Яндекс. Диск Microsoft Office 2013 ретінде бұлтты сервис көрсете алады және суреттер мен бейнефайлдарды, сыртқы ақпарат тасушылардан немесе цифрлық камералардан автоматты түрде жазады. Қолданушыға қосымша жарты жылға 32 Гб беріледі [12,13,14].

ownCloud – сыртқы серверде орналасқан синхронизация және деректер алмасуларды сақтайтын ұйымның жүйесі. ownCloud-тың Dropbox-тан айырмашылығы тұтынушы деректерін толықтай өзі басқарады, пайдаланушы бақылаудағы жүйелерге ақпаратты орналастыра алады. owncloud-қа қол жеткізу WebDAV веб-интерфейсі арқылы жүзеге асырылады. ownCloud – бұл файлдар мен құжаттарды қашықтан «бұлтқа» жалпы қол жетімді еркін және ашық веб-қамтама. ownCloud PHP және JavaScript тілдерінде жазылған. ownCloud SQLite, MariaDB, MySQL, Oracle Database және PostgreSQL деректер негізінде жұмыс істейді, Linux-та серверді басқару оның ішінде Raspberry Pi-мен жұмыс істейді. Оны 2010 жылдың қаңтар айында өңдеп шығарған KDE өңдеушілерінің бірі – Франк Карличек. Ол бұлттық сервисерге альтернативті тегін коммерциялық деректерді құруға тырысты. ownCloud-ты жеке серверге ешқандай шығынсыз орнатуға болады [15].

Пайдаланушыларға бағытталған мүмкіндіктеріне қарай салыстырмалы талдау 2-кестеде көрсетілген. Мұнда соңғы бағандардан кімге арналғандарын көруге болады.

Бұл кестеден қарастырылғаннан өзге Яндекс.Диск және Dropbox бұлттық қызметтері жөнінде де айта кетуге болады. Яндекс.Диск 10 Гб тегін дискілік кеңістікті ұсынады. Сонымен бірге қызметті пайдалануға шақырған әрбір адам үшін қосымша 0,5 Гб кеңістік беру мүмкіндігі қарастырылған. iOS және Android құрылғылары үшін “Яндекс.Диск” мобильдік қосымша шығарылған.

Dropbox- бұл пайдаланушыларға өз деректерін бұлтқа сақтап және басқа да ғаламтор тұтынушыларымен бөлісуге рұқсат беретін бұлтты деректер қоймасы болып табылады. Оның жұмысы синхронизациялау негізінде құрылған.

Dropbox-тың тарифтік ұсыныстары:

- негізгі аккаунт 2 Гб – тегін; Сенімді резервтік көшіру, барлық жерден қол жетімділік, қарапайым рұқсат.

- кеңейтілген – 1 Тб - айына € 9,99; Dropbox-тың негізгі аккаунтының барлық функциялары мен қосымша бақылау қол жетімділігі, қашықтықтан жою операциялары.

- бизнеске арналған Dropbox – 1 тұтынушыға айына - 12 €. Қанша дискілік кеңістік қажет болса, сонша қамтамасыз етеді, жойылған файлдарды қайта қалпына келтіреді, қол жетімділікті басқару, басты техникалық қолдау, 14 күн тегін триал.

Dropbox-та төлем ақысыз кеңістік алудың көптеген жолы бар. Олардың көмегімен кеңістікті 2 Гб-тан 48 Гб-қа дейін үлкейтуге болады.

- шақырылған дос үшін +500 Мб (16 Гб-қа дейін)

- Dropbox-ты өзіміз қолданатын басқа компьютерлерге орнату, жаңалықтарын қарау, файлдарды арнайы папкаға реттеп салу, достар мен әріптестерді шақыру, ұялы телефонға орнату мұның бәрі қосымша 48 Гб береді.

- Dropbox көптеген мекемелермен жұмыс істейді, мысалы егер тұтынушыда HTC Sense 3.5 и 3.6 телефоны болса жылына 3 Гб береді, ал егер HTC Sense 4.0 и Sense 4 + болса, онда 2 жылға 23 Гб тегін беріледі.

Ең басты кемшілігі кеңістік беру шарттары үнемі өзгеріп отырады. Әрбір квотаның мерзімі болады, әрдайым жаңалықтарын бақылап отыру қажет.

Қорыта келгенде, бұлттық қызметтерді ұсынатын бәсекелес мекемелер, өз қызметтерінің аясын кеңітіп, жаңартып, қарқынды даму үстінде. Бәсекелес мекемелер арасынан өз қажеттілігіне қарай таңдау жасау әр пайдаланушының өз иелігінде болып қалады. Бұлттық қызметті ұсынатын мекеме мен қызметтерді таңдамас бұрын, қандай қызметтерді ұсынады, төлемі қандай т.с.с. негізгі критерийлерге шолу жасап, шешім қабылдаған абзал.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] «Ақпараттық Қазақстан – 2020» Мемлекеттік бағдарламасы, 2013.
- [2] Батура Т.В., Мурзин Ф.А., Семич Д.Ф. Облачные технологии: Модели, приложения, концепции и тенденции развития. /Программные продукты и системы. №3(107), 2014.
- [3] Савельев А.О. Введение в облачные решения Microsoft. – 2-е изд., испр. – М.: Национальный Открытый Университет «Интуит», 2016.–231 с., [Электронный ресурс] Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=429155 (Дата обращения 04.02.2018)
- [4] Сафонов В. Платформа облачных вычислений Microsoft Windows . Учебный курс. Intuit <http://www.intuit.ru/studies/courses/2314/614/info>
- [5] Бұлтты технологияларды салыстыру белгілері. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://codeo.kz/blog/domenhosting/390.html> (Дата обращения 24.02.2018)
- [6] Сравнение облачных сервисов хранения. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://os-chrome.ru/reviews/sravnenie-oblachny-h-servisov-hraneniya> (Дата обращения 16.02.2018)
- [7] Сравнение облачных сервисов iCloud, SkyDrive, Google Drive и Яндекс.Диск [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.imena.ua/blog/sravnenie-oblachnykh-servisov-icloud-skydrive-google-drive-i-ya> (Дата обращения 14.02.2018)
- [8] Мадьярова Г.А. Оқу үрдісінде студенттердің танымдық белсенділігін арттырудың ерекшеліктері. //Хабаршы. Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. №3 (118).2017. 248-253б.
- [9] Мадьярова Г.А., Молдабеков Б.Қ. Бұлтты технологиялардың негізгі модельдері мен даму бағыттары. //Қазіргі экономика және білім беру мәселелері, мүмкіндіктері мен даму перспективалары атты халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары.: Алматы: АЭСА, 464-468 б.
- [10] Мадьярова Г.А., Гладенко А. Методы организации защиты информации.//Алматы: Статистика, учет и аудит (60), 2016г. С.144-147.
- [11] Мадьярова Г.А., Нургизаринов А.А. Компьютерлік желіде ақпараттың сапасын қамтамасыз ететін заманауи әдістерді зерттеу.//Статистика, учет и аудит. – 1 (56), 2015.–С.100-105
- [12] Z. Walton, “Americans Think Cloud Computing Comes from Actual Clouds,” WebProNews.com, www.webpronews.com/americans-think-cloud-computing-comes-from-actual-clouds
- [13] “History of Cloud Computing: Timeline,” Source Digit, <http://sourcedigit.com/497/timeline-history-of-cloud-computing>
- [14] Д. Куроуз, К. Росс. Переводчик: М. Райтман. Компьютерные сети. Нисходящий подход. - СПб.: Учебник для вузов. М.: Издательство «Эксмо», 2016. – 450 с.
- [15] Таллоч Митч и команда Windows Azure. Знакомство с Windows Azure. Для ИТ-специалистов/Таллоч М.; пер. с англ. – М.: ЭКОМ Паблишерз, 2014. — 154 с.

Мадьярова Г.А., Молдабеков Б.Қ., Бақытова М.Б.

Сравнительный анализ облачных сервисов

Резюме. Статей анализируются сервисы облачных технологий, анализируются их значения, а также описываются критерии сравнения облачных сервисов. Результаты работы станут основой для выбора поставщиков облачных сервисов, оценив их.

Ключевые слова: облачные технологии, облачные сервисы, облачные вычисления

Madyarova G., Moldabekov B., Bakytova M.

Comparative analysis of cloud services

Summary. This article will analyze cloud computing services. The article will analyze the importance of cloud computing and outline comparative measures of cloud computing services. Results of the study will be the guideline in choosing cloud computing providers by evaluating them.

Keywords: cloud technologies, cloud services, cloud computing.

УДК 536.248.2

А.А. Генбач, Д.Ю.Бондарцев

(¹Алматынський Университет энергетикi и связи
Алматы, Республика Казахстан, d.bondartsev@saem.kz)

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ТЕПЛООБМЕН В ПОРИСТЫХ СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Аннотация. Проведена разработка способов и устройств капиллярно-пористых систем для котлотурбинной техники электростанций. Создана научная методика их исследования, изучены предельные тепловые потоки в металлических и плохотеплопроводных пористых структурах в виде гранитных покрытий, работающих при совместном действии гравитационных и капиллярных сил. Капиллярно - пористые системы обладают высокой интенсивностью, большой теплопередающей способностью, надежностью, компактностью. Исследования направлены на создание пористых систем охлаждения из хорошо – и плохо- теплопроводных материалов.

Ключевые слова: теплообмен, пористая структура, система охлаждения, тепловые электрические станции.

Успехи в применении капиллярно-пористых материалов в технике привлекали многих исследователей и изобретателей создавать на их основе различные устройства. Повышалась интенсивность теплоотводящих систем и форсировка протекающих в них процессов. Использование пористых материалов помимо систем охлаждения позволяло создавать агрегаты, в которых решались проблемы взрывобезопасности, охраны труда и долговечности. Этому способствовала возможность управлять процессами парообразования за счет избытка жидкости в порах и капиллярных структурах, создаваемого совместными действиями капиллярных и массовых сил.

В тепловых энергетических установках (ТЭУ) капиллярно-пористые материалы используются для охлаждения высокофорсированных детонационных горелочных устройств, создания пароохладителей в паровых котлах, лабиринтных уплотнений, и в других устройствах [1,2].

Системы позволяют достигнуть экономии топлива, сырья, воздуха, воды, тепла, повысить надежность охлаждения и взрывопожаробезопасность работы оборудования, способствовать высокоэффективному разрушению горных пород, бетонов, металлов, уменьшить низкотемпературную коррозию поверхностей, сократить загрязнение биосферы ядовитыми газами, пылью, теплом, ускорить решение проблем продовольственной программы, получить большой экономический и социальный эффекты в области экологии и охраны труда.

Основными преимуществами таких систем являются высокая интенсивность, большая теплопередающая способность, надежность, компактность, простота в изготовлении и эксплуатации; они улучшают режимные и технологические показатели и имеют невысокие капитальные и эксплуатационные расходы.

Проведенные исследования позволяют дать рекомендации по выбору теплохолодоносителя, учесть вид его циркуляции, определить геометрию и материал аппаратов и интенсификаторов теплообмена, с учетом условий и ориентаций работы системы под давлением или разрежением, подводом и видом энергии, ориентации системы. Обобщение экспериментальных результатов и методика расчета тепло- и массообмена в капиллярно-пористых системах в соответствии с разработанной методикой представлены в [1,2].

Разработана методика исследования капиллярно-пористых систем применительно к различным элементам энергоустановок. Системы отличаются тем, что имеют преимущественно гравитационный подвод жидкости и по интенсивности теплопередачи занимают промежуточное положение между тонкопленочными и пористыми испарителями с преимущественно капиллярным подводом жидкости (тепловыми трубами). Поэтому такие системы следует выделить в отдельный класс теплоотводящих систем.

Основные области практического применения капиллярно-пористых систем нами защищены патентами и авторскими свидетельствами на изобретение [1,3-9]. На основе проведенного исследования капиллярно-пористых систем нами разработаны новые технические решения для улучшения эксплуатационных характеристик ТЭУ применительно к мощным энергоблокам ТЭС.

Капиллярно-пористые системы позволяют достигнуть экономии топлива, сырья, воздуха, воды, тепла, повысить надежность охлаждения и взрывопожаробезопасность работы оборудования, спо-

способствовать высокоэффективному разрушению горных пород, бетонов, металлов, уменьшить низкотемпературную коррозию поверхностей, сократить загрязнению биосферы ядовитыми газами, пылью, теплом, ускорить решение проблем продовольственной программы, получить большой экономический и социальный эффекты в области экологии и охраны труда.

Внедрение оборудования и технологических процессов в энергетике должно производиться, прежде всего, с эколого-экономических позиций. Предлагаемые разработки капиллярно-пористых систем [10-13] будут способствовать проведению процессов, существенно улучшая и сохраняя природную среду.

Авторы [14] проводят сравнительный анализ методов расчета теплоотдачи по кипению воды с недогревом в вертикальных каналах, причем считают очаговую коррозию оболочек твэлов ядерных реакторов аналогом капиллярно-пористой структуры [15,16]. Однако исследования теплообмена по регулярной структурированной поверхности не проводилось.

По мнению авторов [17,18] поверхностное кипение на пористых поверхностях может влиять на развитие коррозии из-за эрозионного воздействия на поверхность теплообмена при схлопывании пузырей пара в недогретой жидкости. Поэтому требуется исследовать парообразование жидкости в капиллярно-пористых структурах в поле капиллярных и массовых сил с учетом скорости и недогрева, которые создаются избытком жидкости.

Оценка интенсивности теплообмена для кипения жидкости в большом объеме и тонких пленках на гладкой поверхности показала на их равные возможности [14-16] при высоких тепловых потоках, и на более высокие показатели теплопередачи, чем у систем с капиллярно-пористым покрытием [17-18]. Требуется провести исследования теплопередающих возможностей капиллярно-пористых покрытий, работающих в поле капиллярных и массовых сил, и установить величины предельных (критических) нагрузок, приводящих к разрушению поверхностей нагрева.

На рисунке 1 представлена методика исследования капиллярно-пористых систем применительно к различным элементам ТЭУ. Системы отличаются тем, что имеют преимущественно гравитационный подвод жидкости и по интенсивности теплопередачи занимают промежуточное положение между тонкопленочными испарителями и пористыми испарителями с преимущественно капиллярным подводом жидкости (тепловыми трубами). Поэтому такие системы следует выделить в отдельный класс теплоотводящих систем. Проведенные исследования позволяют дать рекомендации по выбору теплохолодоносителя, учесть вид его циркуляции, определить геометрию и материал аппаратов и интенсификаторов теплообмена, с учетом условия работы системы (под давлением или разрежением), подводом и видом энергии и ориентацией системы. Обобщение экспериментальных результатов и методика расчета тепло- и массообмена в капиллярно-пористых системах в соответствии с рисунком 1 представлены в [1,2].

Для повышения надежности, экономичности и маневренности турбинных установок с учетом экологии предлагаются следующие технические решения:

1. *Устройство в топочных камерах тепловых труб для снижения образования оксидов азота;*
2. *Бараны котлов и пароохладителей с пористыми образованиями для уменьшения циклических напряжений в стенках;*
3. *«Хвостовые» поверхности нагрева котлов, выполненные в виде пористых элементов для борьбы с низкотемпературной коррозией;*
4. *В топливно-транспортных цехах применять управляемые пористые системы пылеподавления и пожаротушения;*
5. *В вагоноопрокидывателях и бункерах устанавливать пористые концентраторы для борьбы с зависанием топлива (подобные концентраторы позволяют отпугивать мальков рыб ценных пород);*
6. *Пылегазоочистку дымовых газов производить пористой управляемой системой не требующей регенерации;*
7. *Топливные горелки охлаждать пористыми элементами;*
8. *Экранные трубы снабжать пористыми структурами для расширения теплопередающих возможностей;*
9. *Терморезактивными горелками вести резку котельных шлаков;*
10. *Проводить детонационное сжигание топлива в пористой среде;*
11. *Утилизировать тепло уходящих газов тепловыми трубами;*
12. *Проводить теплообмен и гидродинамику двухфазных потоков в пористых структурах, в элементах, узлах и трактах котельного агрегата;*

13. Осуществлять процессы гидродинамики в пористых барботажных систем;
14. Сепарировать пар в пористых структурах;
15. Проводить шумоглушение в газоходах и на сбросах паропроводах пористыми системами;
16. Осуществлять ускорение пуска и останова паровых котлов за счет снижения малоциклового усталости и ползучести пористыми системами;
17. Интенсифицировать теплообмен тепловыми трубами в топках с кипящим слоем;
18. Организовать низкотемпературные до – и сверхзвуковые многофазные вращающиеся пульсирующие потоки в топках с пористыми элементами;
19. Охлаждать крепления, опоры, подвески, заслонки и другие узлы в котельном агрегате капиллярно-пористыми структурами.

Для повышения надежности, экономичности и маневренности котельных установок с учетом экологии предлагаются следующие технические решения:

1. Сепарирование влаги в ступени капиллярно-пористой структуры;
2. Проведение гидрогазодинамики, массообмена двухфазных потоков в ступени при наличии пористых вставок (естественных и искусственных);
3. Организация движения частиц влаги и жидкости пленок в пористых каналах ступени;
4. Интенсификация процессов в пористых сепараторах проточной части турбины;
5. Проведение пористого охлаждения лопаток и камер сгорания ГТУ;
6. Подавление образования оксидов азота в камерах сгорания ГТУ тепловыми трубами;
7. Детонационного горения в пористых образованиях в камерах ГТУ;
8. Утилизации тепла в ГТУ тепловыми трубами;
9. Голографирования деформаций и тепловых расширений в узлах статора ротора турбины с целью диагностики;
10. Пористого охлаждения элементов ротора турбины при ее пуске и останове;
11. Пористого охлаждения статора турбины при ее пуске и остановке;
12. Повышения маневренности турбины за счет применения пористых систем;
13. Защиты валопровода турбины от землетрясений пористыми энергоразделителями;
14. Резки фундаментов турбоустановки терморезактивными горелками при производстве строительномонтажных работ;
15. Защита от кавитации лопаток турбины с помощью пористых структур;
16. Борьба с тепловыми ударами в паропроводах и клапанах пористыми системами;
17. Голографического диагностирования валопровода турбины;
18. Голографического диагностирования двухфазных потоков в турбинной ступени;
19. Установки пористых экранов диафрагм первых ступеней ЦВД и ЦСД;
20. Фотоупругостного диагностирования валопровода, дисков, лабиринтных уплотнений.
21. Применения волновой теории двухфазных потоков в сопловых и рабочих лопатках на основе разделения, концентрации и стока энергии влаги и легкой фазы;
22. Разработка волновой теории теплообмена в элементах ротора и статора при взрывообразном рождении паровых пузырей;

Полный список технических решений для котельных установок указан в работе [2].

Разработаны экспериментальные установки [11], которые позволяют исследовать интегральные характеристики теплопередачи: удельные тепловые потоки q , расходы жидкости и пара $m_{ж}$, $m_{п}$, распределение температурного поля по высоте и длине теплообменной поверхности. Исследования проводятся в капиллярно-пористой системе охлаждения, которая может работать по принципу замкнутой испарительно - конденсационной схеме, либо быть разомкнутой. Изучаются различные условия теплообмена: способ подвода охладителя; степень прижатия структуры; способность подпитки структуры из микро - артерий по высоте теплообменной поверхности; ориентация поверхности относительно гравитационных сил; плоские, трубчатые и искривленные поверхности охлаждения; геометрия: влияние давления вплоть до кризисных явлений с пережогом стенки.

Так, следуя рисунку 1, можно получить максимальный перепад энергии и вещества для следующих условий: используется чистая жидкость, циркулирующая по принудительной схеме в закрытых эллиптических теплообменниках под давлением в перфорированных и профилированных поверхностях нагрева, выполненных из нержавеющей стали. Система работает с избытком жидкости, а наличие массовых сил обеспечивают вынужденные течения теплоносителя с недогревом. Энергия подводится к вертикально расположенной поверхности по периметру сверхзвуковым высокотемпературным пульсирующим вращающимся факелом [13].

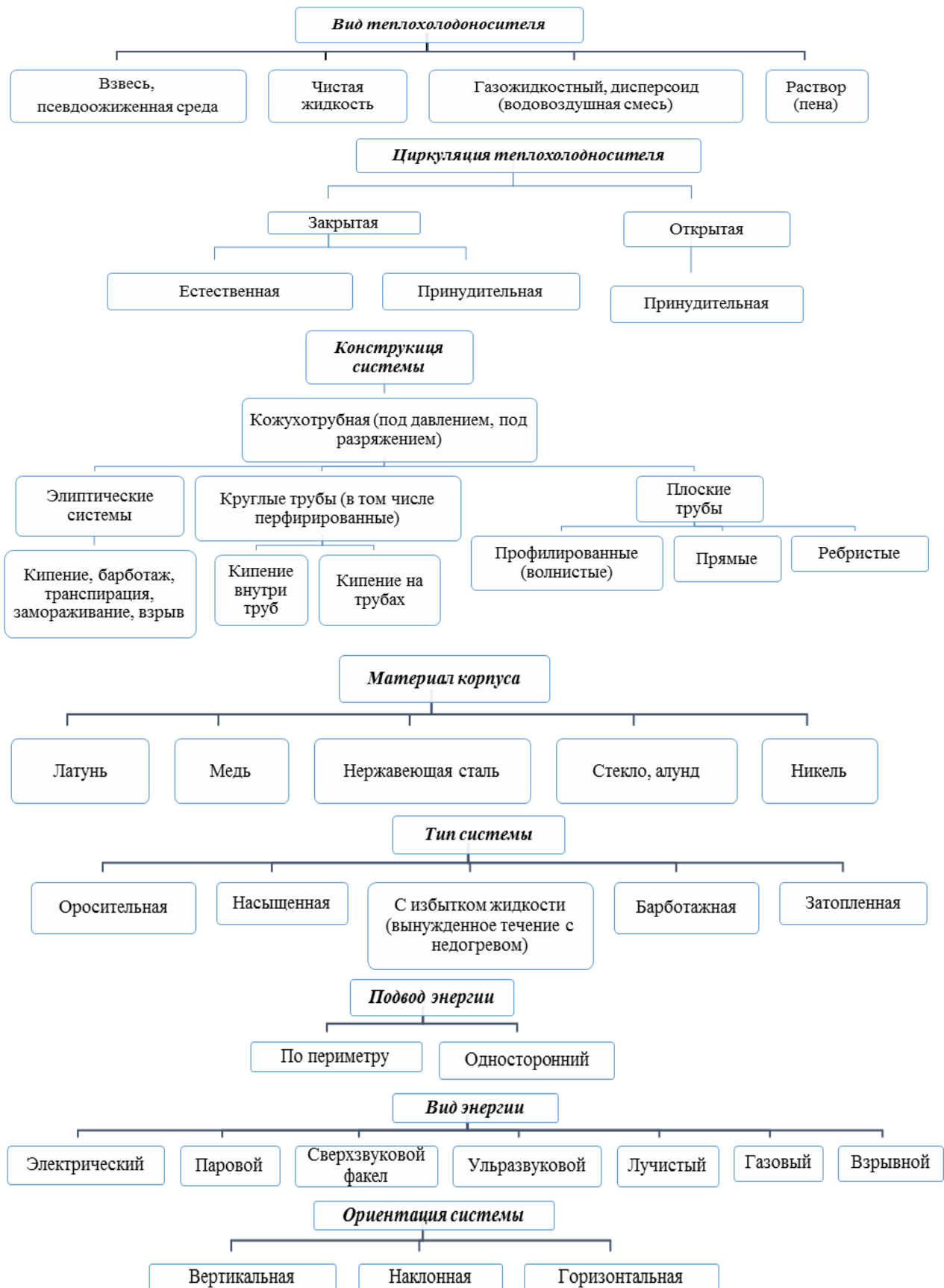
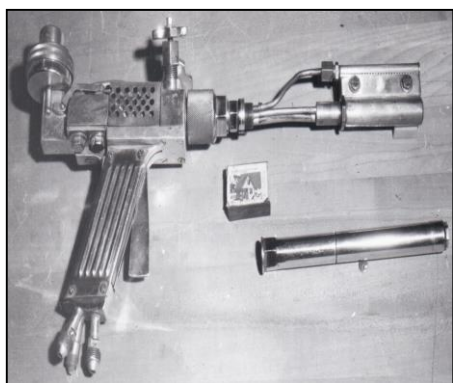


Рис. 1. Методика исследования различных факторов влияния на теплообмен капиллярно-пористых систем ТЭУ.



Для исследования предельного состояния капиллярно-пористых покрытий, выполненных из естественных минеральных сред (гранитные, кварцевые и тешенитные покрытия) использовалась терморезактивная горелка (рис. 2). Тепловое воздействие осуществлялось сверхзвуковым (до 2000м/с) высокотемпературным (до 2500⁰С) пульсирующим факелом. Результаты разрушения камер сгорания и сверхзвуковых сопел ракетных горелок показаны на рис. 3.

Рис. 2. Общий вид экспериментальной установки, выполненной в виде огнеструйной горелки ракетного типа. Камера сгорания и сверхзвуковое сопло охлаждаются капиллярно-пористой системой.

Результаты предельного термического состояния капиллярно-пористых покрытий камер сгорания и сверхзвуковых сопел ракетных горелок.

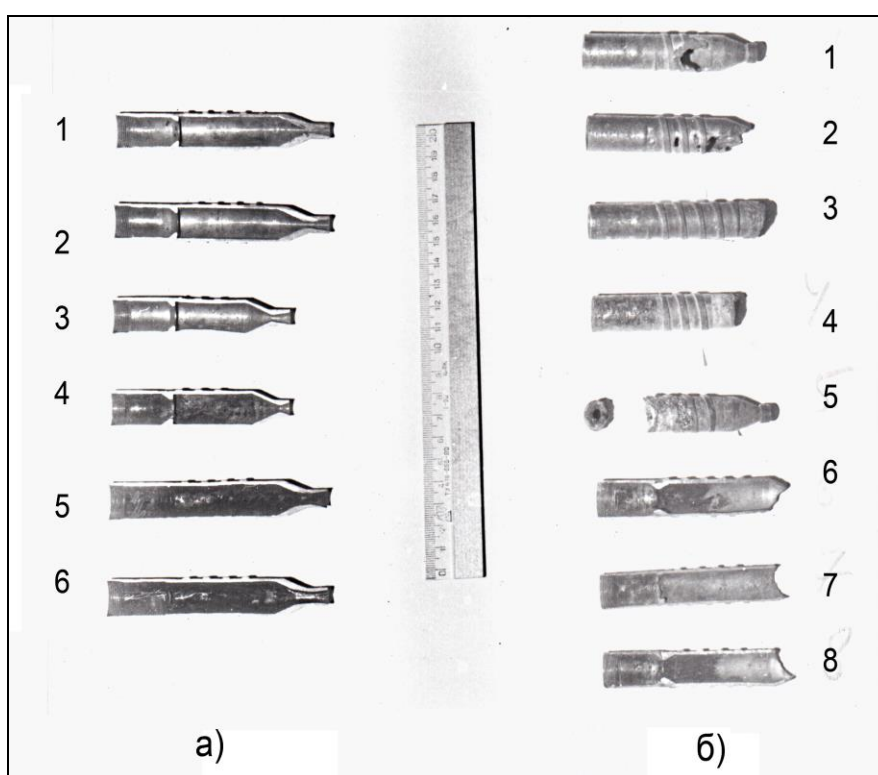


Рис. 3. Разрушенные камеры сгорания и сверхзвуковые сопла горелки:

а) сопла выполнены без утолщения стенки: 1, 2, 3, 4 – до эксплуатации; 5, 6 – после 40 часов эксплуатации (разрушены дефлекторные кольца и увеличены сечения сопел); 1, 2, 5, 6 – $\alpha = 0,8$; 3, 4 – $\alpha = 0,6$; 4 – камеры сгорания с укороченным соплом (обеспечивала проведение детонационного режима горения). Система охлаждения – водяная ($q_{кр.сеч.} = 1 \times 10^6$ Вт/м²; $\bar{W} = 10$ м/с) б) сопла выполнены с утолщением стенки: 1-8 – $\alpha = 0,6 \dots 0,65$; разрушение произошло в результате прорыва газов в водяную систему охлаждения при разгерметизации уплотнений; 5 – камера сгорания с оплавленным завихрителем. Система охлаждения – капиллярно-пористая ($q_{кр.сеч.} = 1 \times 10^6$ Вт/м²)

Для исследования механизма теплообмена привлекаются методы голографии, обобщение подобных и аналогичных явлений [12]. Управление теплообменом проводится за счет эллиптических систем, путем комбинированного действия капиллярных и массовых сил [1,3].

Изучение теплообмена носит практический характер, предназначено для создания различных тепловых энергоустановок: пористых кожухов для трубопроводов, пароохлаждателей паровых котлов, пористых покрытий из плохотеплопроводного материала, уплотнений в паровых турбинах и ряда других энергоустановок [19-20].

Заключение

Разработана научная методика создания капиллярно-пористых систем охлаждения. Исследованы предельные тепловые потоки в металлических и плохотеплопроводных пористых структурах на основе гранитных покрытий, работающих при совместном действии гравитационных и капиллярных сил.

На основе проведенных исследований в случае облучения факелом керосино-кислородной горелки пористого покрытия на рабочем участке имеем до 4×10^7 Вт/м², что соответствует q покрытий $0,4 \times 10^7$ Вт/м². Механизм разрушения металлов принципиально отличается от механизма разрушения покрытий из горных пород. Несмотря на это, на основе аналогии выявлены зависимости тепловых потоков от времени их действия и глубины проникновения температурных возмущений, что позволяет избежать кризиса кипения в системе охлаждения и обеспечить оптимальный подбор пористых покрытий малой пористости и теплопроводности. В перспективе требуется исследования других пористых природных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю., Разработка турбинной техники электростанций и научная методика их создания. Вестник НАН РК, №5 2017 С. 45-54.
- [2] Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю., Разработка тепловых способов и устройств для тепломеханического оборудования электростанций и научная методика их создания, Доклады НАН РК, №5 2017, С. 45-53
- [3] Генбач А.Н., Генбач А.А., Капиллярно-пористые системы в промышленности. Деп. рук. ВИНТИ. 1988. №8 (202). С. 181. – (КазНИИНТИ. 1987. №2105).
- [4] Генбач А.А., Двухфазные кипящие потоки в пористых структурах. Деп. рук. ВИНТИ. – 1989. №12 (218). С.178. (КазНИИНТИ). 1989.№2812.
- [5] Генбач А.А., Гнатченко Ю.А., Система охлаждения теплонагруженного элемента детонационного горелочного устройства – камеры сгорания, диффузора и конфузора. Вестник КазНТУ. – Алматы, 2007. №4, (61), июль. –С. 87-91.
- [6] Генбач А.А., Данильченко И., Пористый пароохладитель паровых котлов. Промышленность Казахстана, № 1 (70), 2012. – с. 72 – 75.
- [7] Генбач А.А., Олжабаева К.С., Визуализация термического воздействия на пористой материал в ТЭУ ЭС. Вестник Национальной инженерной академии РК, № 3 (45), 2012. – с. 63 – 67.
- [8] Генбач А.А., Исламов Ф.А., Моделирование процесса задевания ротора турбины. Вестник КазНТУ, № 6 (100), 2013. – с. 235 – 240.
- [9] Генбач А.А., Генбач Н.А., Исследование капиллярно-пористых систем в тепловых энергетических установках электростанций. Вестник АУЭС. – 2011. №2 (13). – С. 57-62
- [10] Поляев В.М., Генбач А.Н., Генбач А.А. Предельные состояния поверхности при термическом воздействии. Теплофизика высоких температур. – 1991. Т.29, № 5. – С. 923-934.
- [11] Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю., Установки для исследования различных условий теплообмена в капиллярно-пористых структурах энергооборудования. Вестник КазНТУ, №1 (119) 2017 с. 183-189.
- [12] A.A. Genbach, D.Iu. Bondartsev, I.K. Iliev, Equipment for study of various heat exchange conditions in capillary-porous structures of power equipment. 6-th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD 2017, 8-10 Iunie 2017, p. 37-42
- [13] Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю. Методика исследования различных факторов влияния на теплообмен в пористых системах охлаждения энергоустановок. сборник материалов международной научно-практической конференции – Иркутск: «Научное партнерство «Апекс», 2017. – 12-15 с.
- [14] Jamialahmadi M., et al., Experimental and Theoretical Studies on Subcooled Flow Boiling of Pure Liquids and Multicomponent Mixtures, Intern. J Heat Mass Transfer. 51 (2008), 9-10, pp. 2482-2493
- [15] Ose Y., Kunugi T., Numerical Study on Subcooled Pool Boiling, Progr. In Nucl. Sci. and Technology 2, (2011), pp. 125-129
- [16] Krepper E., et al., CFD Modeling Subcooled Boiling-Concept, Validation and Application to Fuel Assembly Design, Nucl. Eng. and Design, 237 (2007), 7, pp. 716-731
- [17] Ovsyanik A.V., Modelling of Processes of Heat Exchange at Boiling Liquids (in Russian), Gomel State Technical University named after P.O., Sukhoy, Gomel, Belarus, 2012
- [18] Alekseik, O.S., Kravets V.Yu., Physical Model of Boiling on Porous Structure in the Limited Space, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 64 (2013), 4/8, pp. 26-31
- [19] Genbach A.A., Jamankylova N.O., Bakic Vukman V. *The processes of Vaporization in the Porous Structures Working With The Excess of Liquid*, Thermal Science: Year 2017, Vol. 21, №1A, pp. 363-373. DOI:10.2298/TSCI160326313G
- [20] Genbach A.A., Olzhabayeva K.S., Iliev I.K., *Boiling Process in oil Coolers on Porous Elements*, Thermal Science: Year 2016, Vol.20. № 5, pp. 1777-1789. DOI:10.2298/TSCI150602166G

Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.

Кеуекті салқындату жүйелеріндегі жылуды зерттеу әдісі мен қолдану саласы.

Түйіндеме: қазандық және турбина электр станциясы жабдықтарына арналған капиллярлы кеуекті жүйелер үшін әдістер мен құрылғыларды әзірлеу мақсатында жүргізіледі. Зерттеудің ғылыми әдісі құрды, біз металл ішіне шекті жылу ағыны, оқыған және гравитациялық және капиллярлық күштердің біріккен іс-қимыл бойынша жұмыс істейтін, гранит беттерді түрінде кеуекті құрылымдарды рлоhoteploprovodnyh. Капиллярлық - тері тесігін жүйелер жоғары қарқындылығын, жоғары жылу беру мүмкіндігі, сенімділігін, жинақылығы бар. және жаман-жылу материалдар - жақсы бір кеуекті салқындату жүйелерін құруға бағытталған ғылыми-зерттеу.

Түйінді сөздер: жылу алмасу, кеуекті құрылым, салқындату жүйесі, жылу электр станциялары.

Genbach A.A., Bondartsev D.Y.

Applications and methodology of investigation of various factors influence on heat exchange in porous cooling systems of energy installations

Summary: the development of methods and devices for capillary-porous systems for the boiler turbine technology of power plants was carried out. A scientific method for their investigation has been created, limiting heat fluxes in metallic and poorly heat-conducting porous structures have been studied in the form of granite coatings operating under the combined action of gravitational and capillary forces. Capillary - porous systems have high intensity, high heat transfer ability, reliability, compactness. The research is aimed at the creation of porous cooling systems from well- and poorly-heat-conducting materials.

Keywords: heat exchange, porous structure, cooling system, thermal power plants.

ӘӨК 637. 25

Ж. Кәдірбай, Б. Түсюпова, Ш. Абжанова
(Алматинский технологический университет
Алматы, Республика Казахстан)

ЕТ ӨНІМДЕРІН ӘЗІРЛЕУДЕ ФЕРМЕНТТІК ПРЕПАРАТТАРДЫ ҚОЛДАНУ

Андатпа. Мақалада шұжық өнімдерін жасауда протепсин ферментін қолдану және фермент әсері қарастырылған.

Түйін сөздер: фермент, ет өнімдері, аминқышқылды көрсеткіштер, қоспалар.

Кіріспе. Ет өндіруде ферменттер өте үлкен роль атқарады, протиолитикалық ферменттердің белсенділігінің аралығы (интервалы) рН 3,9 – 9,0; Кей жағдайда рН арасын өзгерткенмен ферменттерде инактивация болмайды.

Ферменттер химиялық құрамы жөнінен нәруыз тектес ағзалық заттарға жатады. Ферменттер тірі жасушалардың барлығында кездеседі. Олар жасушада жүретін реакциялардың белсенділігін арттырады. Организмде тіршілік процестерінің бірқалыпты жүрісі ферменттер әсеріне байланысты. Ферменттік реакциялардағы қандай болмасын жайсыз өзгеріс әртүрлі патологияға, дертті өзгеріске әкеліп соғады. Клеткалардағы немесе биологиялық сұйықтықтағы (мысалы, қан плазмасындағы) белгілі бір ферменттің активтілігін анықтау арқылы әртүрлі мүшелерде және ұлпаларда болып жатқан өзгеріс жөнінде тұжырым жасауға болады. Мұндай фермент активтілігіне қатысты зерттеулер адамның және жануарлардың ауруы жағдайын, оның диагностикасын бақылау үшін қажет.

Зерттеу әдістері. Зерттеліп отырған объектіден келесідей физико-химиялық көрсеткіштер анықталды:

- ылғалдылық мөлшері – ГОСТ 9793-74 бойынша;
- ақуыздың көлемі – Къельдаль әдісі бойынша;
- рН- ЛПУ -01 потенциометрде;
- ақуыздардың аминқышқылды құрамы- «Хитачи» аминқышқылды анализаторда.

Нәтижелері және талқылау. Протепсин - бұл ет өнеркәсібінде ет шикізатын өңдеуге арналған қышқыл протеиноздар кешенін қамтитын жануарлардың табиғат ферментінің препараты.

Препараттың ферменттік құрамы ет өнімдерін алу технологиясында қолданылатын ет және ет жүйелерінің түрлі белоктарына әсер ету деңгейімен теңестіріледі.

Протепсин ет жүйесінде жасушааралық ферменттер (катепсиндер) сияқты жұмыс істейді.

Бұл олардың синергисті және ол технологиялық параметрлердің кең ауқымында жұмыс істеуге мүмкіндік беретін қосымша қасиеттерге ие, сонымен қатар ішіндегі ферменттердің әрекет етпейтін немесе шамалы әсер етпейтін белок жүйелеріне әсер етуі мүмкін.

Ет жүйесіндегі протепсин ферменттердің белсенді орталықтарымен өзара әрекеттесуіне байланысты судың байланыстырушы қабілеттілігін және белоктардың ылғалдылығын арттырады. Бұл ақуыздардың құрылымын азайтуға, етке иммобилизацияланған ылғалдың жоғарылауына және ену дәрежесіне әкеледі. Протепсинді қолданғанда, тамақ дайындау кезінде ет жүйесінің салмағын жоғалту азаяды. Ет өнімдерін өндіруде Протепсин өнімнің массасына $0,01 \div 0,005\%$ мөлшерінде қолданылады.

Еттің белсенді қышқылдылық көрсеткіші – еттің сапасын анықтайтын маңызды көрсеткіш болып саналады және оның мәні малды соймас бұрынғы және сойылғаннан кейінгі глюкогеннің ыдырауына немесе сүтқышқылды бактериялардың жиналуына байланысты. Еттің рН мәні сойылар алдындағы малдың күйі, сойылғаннан кейінгі өңделуі, және бұлшық еттің физиологиялық жағдайы қатарлы бірнеше факторға байланысты болады. Мал сойылған кезде бұлшық еттегі глюкоген қорының төмен мөлшерде болуы, мал сойылғаннан кейінгі рН тың тұрақтанып лайықты рН мәніне жетуіне мүмкіндік бермейді.

Жылқы етінің химиялық құрамы тұқымына, жасына, жынысына, ұшадағы орнына байланысты әртүрлі болады. Етінің құрамы басқа мал еттерімен ұқсас болса да, белок, су және май мөлшерінде және құрамдас бөліктерінде айырмашылықтар болады (кесте - 1). Сондай-ақ еттің химиялық құрамының әр түрлілігі, атқаратын қызметін бағалайтын маңызды көрсеткіш болып табылады, мысалы, еттің ылғалдылығы сақталуы мен дәміне әсер етеді, белогы мен май құрамы ет сапасын анықтайтын маңызды көрсеткіш болып саналады.

1-кесте. Ет шикізатын салыстырмалы физика-химиялық зерттеу нәтижелері

Көрсеткіш	Жылқы еті		Сиыр еті	
	жауырын	сан еті	жауырын	сан еті
Ылғалдылық,%	71,1±1,15	71,4±2,63	70,45±1,57	75,3±1,57
Май,%	1,8±0,9	2,1±0,12	4,8±0,3	3,7±0,22
Ақуыз,%	23,45±1,2	21,7±1,12	18,9±0,96	20,3±0,96
Күл,%	1,2±0,04	0,81±0,05	1,02±0,06	1,05±0,06

Бағалы тамақтанудың негізі – бұл барлық тағам компоненттері бойынша рационның үйлесімді болуы. Тамақтанудың бұзылуы май басу, жүрек пен қан тамырлар аурулары, қантты диабет, темір тапшылық анемиясы және басқа аурулардың пайда болуына себеп болады. Тамақтанудың аталған аурулардың пайда болуына себепкер шарттарын түзетуде маңызы өте зор. Осы мәселенің ұтымды шешу жолдарының бірі ет өнімдерінің ассортиментін кеңейту.

Ет өндіру өндірісінде арнайы ас қорыту мен зат алмасуға бағытталып әсерін тигізетін түрлі ет өнімдерді байыту технологиялары қолданылады. Ет өнімдерін дәрумендермен, антиоксиданттармен, минералды және пайдалы ішек микрофлорасының дамуына ықпал ететін заттармен байытады.

Ысталып пісірілген жоғары ақуызды өнімдерін алу мақсатында біз ферментті пайдаланып ысталып пісірілген жылқы етінен жасалған шұжықтың өндіру технологиясын әзірледік. Тәжірибе жүргізу үшін жылқы ұшасының 1-ші категориялы жылқы етінің бөлігін алдық. Алдымен шикізатты ветеринарлық тексерістен өткізіп одан кейін жуып-шайылады.

Тұзды су әзірлегенде жалпыға ортақ нормативтік құжаттар мен әдебиеттерге шолуды басшылыққа алдық. Жалпы тұзды су фермент, су, тұз, құмшекер, натрий нитриті, ыстауға арналған ароматизатор, сонымен қатар Е витаминінен тұратын қоспадан дайындалады.

Қоспалар мен дәмдеуіштер тағамға өзіндік дәм мен иіс береді. Тұздыққа келесі дәмдеуіштерді қосыңыз: қара бұрыш, гвоздика, кардамон, кориандр, корица, хош иісті бұрыш, мускат жаңғағы.

Тұздау барысында концентрациясы 2,5%-тік 0,075 г натрий нитритінің ерітіндісін, қара бұрыш, хош иісті бұрыш, кардамон, кориандр, корица қосамыз. Тұздау уақыты 48 сағат.

Кестеде шұжық өнімінің рецептурасы келтірілген.

2-кесте. Жылқы етінен жасалатын шұжық өнімінің рецептурасы

Компоненттер	Рецептурадағы компоненттердің салмақтық үлесі, %
Жылқы еті	85
Жылқы майы	15
Дәмдеуіштер және фермент	0,13
Натрий нитриті	0,075

Еттің тұтынушылық қасиеттері көбіне физика-химиялық құрамына байланысты болып келеді. Жылқы етінің құндылығы оның құрамындағы адам ағзасының қалыпты қызмет жасау үшін үлгілерді физика-химиялық зерттеу нәтижелері 4 кестеде берілген.

3-кесте. Физика-химиялық зерттеу нәтижелері

Көрсеткіштер	Көрсеткіш мәндері	Зерттеу әдістері
Ақуыздың массалық үлесі, %	22,99	ГОСТ 25011-81
Майдың массалық үлесі, %	13,3	ГОСТ 23042-86
Ылғалдың массалық үлесі, %	62,2	ГОСТ Р 51479-99
Күлдің массалық үлесі, %	7,63	ГОСТ Р 53642-2009

Ылғалдың көп мөлшері жылқы етінің шырындылығын көрсетеді. Құрамындағы ақуыз мөлшері майдың аз мөлшерімен салыстырғанда, ақуыз ен майдық оптималды пайыздық қатынаста екенін қорытуға болады.

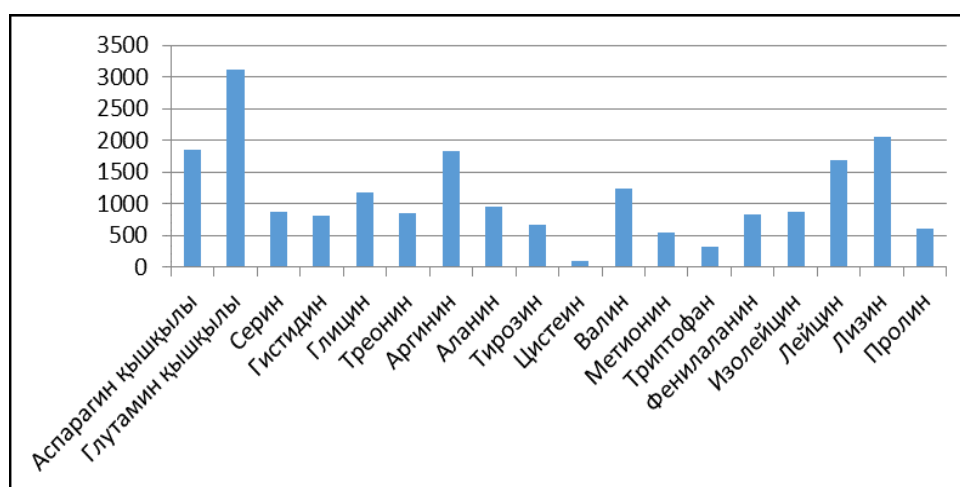
Еттің ылғал ұстағыш қасиеті – шұжық өндіру технологиясының ғылыми, тәжірибелік және экономикалық маңызы бар мәселелердің бірі болып табылады. Шырындылық, нәзіктік, дәм және басқа да дайын өнімнің сапасын анықтайтын қасиеттер еттің гидратациясына байланысты. Еттің гидратациясы шұжық өндірудің барлық технологиялық үрдістерінде маңызды орын алады.

Ет өнімдерінің функционалды-технологиялық қасиеттеріне ферменттің әсерін зерттеу үшін келесі анықтамалар алынды: ылғал байлағыш қасиет, ылғал ұстағыш қасиет, май ұстағыш қасиет.

Ет шикізатына фермент егу арқылы енгізді. Функционалды-технологиялық қасиеттерді зерттеу нәтижелері кестеде берілген.

Еттің тағамдық құндылығы оның биохимиялық құрамы, алмастыратын және алмастырмайтын аминқышқылдарының қатынасына байланысты. Жылқы етінен жасалған ысталып-пісірілген өнімнің аминқышқылды құрамы анықталды.

Аминқышқылды құрамды зерттеу нәтижелері өнім құрамындағы аминқышқылдар саны адамның толық қанды тамақтануын қамтамасыз ететін мөлшерде кездеседі.



1-сурет. Жылқы етінен жасалған ысталып-пісірілген өнімнің аминқышқылды құрамы мг/100 г

4-кесте. Жылқы етінен жасалған ысталып-пісірілген өнімнің аминқышқылды құрамы мг/100 г

Амин қышқыл атауы	Жылқы етінен жасалған ы/п өнім
Аспарагин қышқылы	1850,01
Глутамин қышқылы	3106,19
Серин	878,01
Гистидин	806,09
Глицин	1186,01
Треонин	853,5
Аргинин	1826,08
Аланин	948,41
Тирозин	677,1
Цистеин	100,21
Валин	1232,9
Метионин	552,12
Триптофан	319,81
Фенилаланин	829,35
Изолейцин	878,08
Лейцин	1683,02
Лизин	2056,98
Пролин	616,45
Барлығы	20400,32

Көрсетілген нәтижелер бойынша глутамин қышқылы, аспарагин қышқылы, лейцин, лизин, валин және аргинин дайын өнімнің негізгі амин қышқылдары болып келеді (1 сурет).

Тоқталып өтсек, жылқы етінен жасалған ысталып - пісірілген өнім құрамындағы амин қышқылдар қосындысы Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының ұсыныстарына сәйкес келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Антипова, Л. В. Биотехнология в обеспечении здорового питания населения Текст. // Материалы I Московского международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития»: Москва, Россия, 14-18 октября 2002 г. Москва, 2002. - С. 324.

[2] Антипова, Л. В. Оценка действия ферментных препаратов на белки соединительных тканей мясного сырья Текст./ Антипова Л. В., Данылиев М. М., Шамханов Ч. Ю. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2004. - № 2. - С. 79-80.

[3] Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов Текст. / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов, М.: КолосС, 2004. -571 е.: ил.

[4]

[5] Узаков Я.М., Рскелдиев Б.А., Байболова Л.К. Пищевая ценность мяса. – Алматы, КазгосИНТИ, 2014, - 44 с.

[6] Рскелдиев Б.А., Чоманов У.Ч., Байболова Л.К., Узаков Я.М. Пищевые добавки и их влияние на биологическую ценность комбинированных мясopодуKтов (Аналитический обзор). – Алматы: КазгосИНТИ, 2012. – 44с.

[7] Узаков Я.М., Рскелдиев Б.А., Байболова Л.К. Биологические основы создания мясных продуктов повышенной питательной ценности. – Алматы, 2014. – 84 с.

Кәдірбай Ж., Түсіюпова Б., Абжанова Ш.

Использование ферментных препаратов для мясных продуктов

Резюме. В статье приведена технология полукопченых колбас с применением фермента протепсин.

Ключевые слова: фермент, мясные продукты, аминокислотный состав, добавки.

Kadirbay Zh., Tysypova B., Abzhanova Sh.

Use of enzyme preparations for meat products

Summary. The article shows the technology of semi-smoked sausages using the enzyme protepsin.

Key words: enzyme, meat products, amino acid composition, additives.

УДК 517.977:622.692

Л.А. Нестеренкова, П. А. Нестеренков

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, stolknner@gmail.com)

ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ РАБОТЫ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НЕФТЕПРОВОДА

Аннотация. Транспортировка высоковязких нефтей по магистральным трубопроводам в подогретом состоянии требует значительных топливных и энергетических затрат. Поэтому выбор наиболее дешевых режимов перекачки является весьма актуальным. В работе поставлена и решена задача оптимизации стоимости топливно-энергетических затрат в недогруженном нефтепроводе, когда управлением является скорость неизотермического течения нефти. Задача решена методом множителей Лагранжа с использованием конечно-разностной аппроксимации. Получено оптимальное значение скорости, при котором функционал стоимости достигает минимума. Проведены расчеты перекачки нефти в недогруженном трубопроводе. Данная работа может быть использована при планировании неизотермических режимов работы нефтепроводов.

Ключевые слова: трубопровод, высоковязкая нефть, скорость течения, оптимизация стоимости.

Наиболее распространенным методом транспортировки нефтей и нефтепродуктов на большие расстояния является подземный трубопроводный транспорт. Развитие трубопроводов идет по пути увеличения протяженности, диаметра и рабочего давления [1]. Это в свою очередь ведет к возникновению дополнительных технологических трудностей. Значительные проблемы возникают при транспортировке высоковязких нефтей с высокой температурой застывания. Наибольшее распространение транспортировки таких нефтей получил подземный трубопроводный транспорт нефтей и нефтепродуктов с подогревом. По обычно применяемой технологии перед подачей в магистраль жидкость подогревается до определенной температуры (320-340 К). При этом ее текучесть увеличивается, что ведет к снижению энергетических затрат на транспортировку. Через определенные расстояния по трассе расположены промежуточные тепловые станции, где остывшая в пути нефть вновь подогревается [2, 3]. Величина подогрева нефтей зависит от многих факторов: времени года, количества перекачиваемого сырья и пр. Поскольку на западе Казахстана добываются как раз такие нефти, актуальным является изучение данного процесса и выбор наиболее оптимальных режимов перекачки [1, 4].

Известно, что часть времени магистральные нефтепроводы работают с недогрузкой [5]. При этом имеется возможность варьировать скорость течения в них нефти. Для нефтепроводов, транспортирующих высоковязкую нефть и нефтепродукты в подогретом состоянии, с ростом скорости течения увеличиваются энергетические затраты на перекачку, но уменьшаются затраты на подогрев транспортируемого продукта (уменьшается время нахождения нефти в пути, и следовательно, оно меньше остывает). Отсюда возникает задача такого управления скоростью течения, при котором общая стоимость перекачки была бы минимальной.

Математическая модель описывается уравнением движения, неразрывности, энергии и крайними условиями процесса. Так как длина магистрального трубопровода намного больше его диаметра, совместим ось трубы с осью Ox и будем использовать одномерную математическую модель. Все параметры процесса, а именно температуру нефти $T(t, x)$, давление в трубопроводе $P(t, x)$ и скорость ее течения $W(t)$ усредним по сечению трубы.

При этом математическая модель неизометрического течения нефти по подземному трубопроводу состоит из следующей системы уравнений [2, 3]:

В данной модели для учета передачи тепла от потока нефти в окружающую среду введен полный коэффициент теплопередачи k , который определяется теплопроводностью стенки трубы, теплофизическими характеристиками окружающего трубопровод грунта, режимом течения нефти и т.д. [2, 3].

$$\begin{cases} \frac{\partial p}{\partial x} = -\rho g \beta \left(\frac{\pi W}{4}\right)^{2-m} \frac{v^m(T)}{D^{m+1}} - \frac{16\tau_0(T)}{3D}; \\ \frac{\partial W}{\partial x} = 0; \\ \frac{\partial T}{\partial t} + W \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{4k}{\rho c D} (T_{OKP} - T) \end{cases} \quad (1)$$

с начальными и граничными условиями:

$$\begin{cases} T(x, 0) = T_0(x), \quad 0 \leq x \leq L \\ T(0, t) = T_H(t), \quad P(0, t) = P_H(t), \quad t > 0' \end{cases} \quad (2)$$

где m, β - коэффициенты, зависящие от режима течения, L - длина линейного участка трубопровода.

Коэффициент кинематической вязкости ν и предельное напряжение сдвига τ_0 существенно зависят от температуры. Для их описания используются эмпирические зависимости [2]:

$$\begin{aligned} v &= v_1 \exp[-a(T(x) - T_1)]; \\ \tau_0 &= \tau_{01} \exp[-b(T(x) - T_1)]; \end{aligned}$$

где v_1 и τ_{01} значения коэффициента вязкости и предельного напряжения сдвига при температуре T_1 . Стоимость топливно-энергетических затрат на транспортировку определяется выражением:

$$S = \int_0^T W(t) \cdot (\omega_1 \cdot \Delta T(t) + \omega_2 \cdot \Delta P(t)) dt; \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} \Delta T(t) &= T(L, t) - T(0, t); \\ \Delta P(t) &= P(L, t) - P(0, t); \end{aligned}$$

$$\omega_1 = \rho c \frac{\pi D^2}{4} \frac{\sigma_T}{\gamma \eta_T}; \quad \omega_2 = \frac{\pi D^2}{4} \frac{\sigma_H}{\eta_H};$$

σ_T - стоимость единицы объема топлива;

σ_H - стоимость электроэнергии;

γ - теплота сгорания топлива;

η_T - коэффициент полезного действия печей подогрева;

η_H - коэффициент полезного действия насосов.

Ставится задача нахождения такой скорости течения нефти в трубопроводе, при которой стоимость топливно-энергетических затрат (3) была бы оптимальной (минимальной) при соблюдении технологических ограничений на давление, температуру и скорость течения:

$$\begin{cases} P_{min} \leq P \leq P_{max}; \\ W_{min} \leq W \leq W_{max}; \\ T_{min} \leq T \leq T_{max}. \end{cases} \quad (4)$$

Для нахождения необходимых условий оптимальности составим вспомогательный функционал S^* , используя (1) – (3).

$$S^* = s + \int_0^T \int_0^L p_1 \left[\frac{\partial T}{\partial t} + W(t) \frac{\partial T}{\partial x} - \frac{4k}{pcD} (T_{OKP} - T) \right] dxdt \quad (5)$$

$$+ \int_0^T \int_0^L p_2 \left[\frac{\partial P}{\partial t} + A_1 W^{2+m}(t) v^m(T) + A_2 \tau_0(T) \right] dxdt;$$

где p_1 и $p_2 = (x,t)$ – множители Лагранжа.

Найдем вариацию функционала Лагранжа δS^* . Для этого нужно найти вариации слагаемых в правой части (5):

$$\delta S = \int_0^T \delta [W(t)(\omega_1 \Delta T(t) + \omega_2 \Delta P(t))] dt = \int_0^T \delta W(t)(\omega_1 \Delta T(t) + \omega_2 \Delta P(t)) dt - \omega_1 \int_0^T W(t) \delta T(L, t) dt - \omega_2 \int_0^T W(t) \delta P(L, t) dt;$$

$$\delta_1 = \int_0^T \int_0^L p_1 \delta \frac{\partial T}{\partial t} dxdt = \int_0^T \int_0^P p_1 \frac{\partial \delta T}{\partial t} dxdt = \int_0^L (p_1 \delta T)|_t = T dx - \int_0^T \int_0^L \delta T \frac{\partial p_1}{\partial t} dxdt;$$

$$\delta_2 = \int_0^T \int_0^L p_1 \left(W(t) \frac{\partial T}{\partial x} \right) dxdt =$$

$$\int_0^T \int_0^P p_1 \frac{\partial T}{\partial x} \delta W(t) dxdt + \int_0^T \int_0^L p_1 W(t) \frac{\partial \delta T}{\partial x} dxdt = \int_0^T \int_0^L p_1 \frac{\partial T}{\partial x} \delta W(t) dxdt +$$

$$\int_0^T (p_1 W(t) \delta T)|_{x=L} - \int_0^T \int_0^L W(t) \frac{\partial p_1}{\partial x} \delta T dxdt;$$

$$\delta_3 = -\frac{4k}{pcD} \int_0^T \int_0^L p_1 \delta (T_{OKP} - T) dxdt = \frac{4k}{pcD} \int_0^T \int_0^P p_1 \delta T dxdt;$$

$$\delta_4 = \int_0^T \int_0^L p_2 \delta \frac{\partial P}{\partial x} dxdt = \int_0^T \int_0^P p_2 \frac{\partial \delta P}{\partial x} dxdt = \int_0^T (p_2 \delta P)|_{x=L} dt - \int_0^T \int_0^L \delta P \frac{\partial p_2}{\partial x} dxdt;$$

$$\delta_5 = A_1 \int_0^T \int_0^L p_2 \delta (W^{2-m}(t) v^m(T)) dxdt = A_1 (2-m) \int_0^T \int_0^L p_2 v^m(T) W^{1-m} \delta W(t) dxdt +$$

$$A_1 m \int_0^T \int_0^L p_2 W^{2-m}(t) v^{m-1}(T) \bar{v} \delta T dxdt;$$

$$\delta_6 = A_2 \int_0^T \int_0^L p_2 \delta \tau_0(T) = A_2 \int_0^T \int_0^P p_2 \bar{\tau}_0 \delta T dxdt;$$

Поскольку в оптимальной точке выполняется условие $\delta S^*=0$, вариация функционала Лагранжа имеет вид:

$$\delta S^* = \int_0^T \int_0^L \delta T \left[-\frac{\partial p_1}{\partial t} - W(t) \frac{\partial p_1}{\partial x} + \frac{4k}{pcD} p_1 + mA_1 p_2 W^{2-m} v^{m-1} \bar{v} + A_2 p_2 \bar{\tau}_0 \right] dxdt$$

$$+ \int_0^T \int_0^L \delta \left[-\frac{\partial p_2}{\partial x} \right] dxdt + \int_0^T \int_0^L \delta W(t) \left[p_1 \frac{\partial T}{\partial x} + A_1 (2-m) p_2 v^m W^{1-m} \right] dxdt$$

$$+ \int_0^T \delta W(t) [\omega_1 \Delta T(t) + \omega_2 \Delta P(t)] dt + \int_0^T \delta T|_{x=L} [-\omega_1 W + p_1 W]|_{x=L} dt$$

$$+ \int_0^T \delta P|_{x=L} [-\omega_2 W + p_2]|_{x=L} dt + \int_0^T \delta T|_{x=T} [p_1]|_{t=T} dt = 0$$

Пользуясь произвольностью множителей Лагранжа, приравниваем нулю коэффициенты при вариациях

$$\delta T(x, t), \delta P(x, t), \delta T(L, t), \delta P(x, t), \delta T(x, T);$$

и получим сопряженную задачу с конечными и граничными условиями:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial p_1}{\partial t} + W(t) \frac{\partial p_1}{\partial x} - \frac{4k}{\rho c D} p_1 - m A_1 p_2 W^{2-m} v^{m-1} \bar{v} - A_2 p_1) 2\bar{\tau}_0 = 0 \\ \frac{\partial p_2}{\partial x} = 0 \\ p_1 |_{x=L} = \omega_1 \\ p_2 = \omega_1 W \\ p_1 |_{t=T} = 0 \end{array} \right. \quad (6)$$

Введем функцию Гамильтона - Понтрягина:

$$H = W \left[\int_0^L p_1 \frac{\partial T}{\partial x} dx + A_1(2-m)p_2 W^{1-m} \int_0^L v^m dx + \omega_1 \Delta T + \omega_1 \Delta P \right]$$

$$\frac{\partial H}{\partial W} = \int_0^L p_1 \frac{\partial T}{\partial x} dx + A_1(2-m)^2 p_2 W^{1-m} \int_0^L v^m dx + \omega_1 \Delta T + \omega_1 \Delta P$$

Приравняв последнее выражение к нулю, получим необходимое условие оптимальности:

$$W = \left(\frac{-\int_0^L p_1 \frac{\partial T}{\partial x} dx - \omega_1 \Delta T - \omega_2 \Delta P}{A_1(2-m)^2 p_2 \int_0^L v^m dx} \right)^{\frac{1}{1-m}} \quad (7)$$

Для численного решения задачи введем сетку:

$$Q_{h\tau} = \{(x_n, t_n) = (n * h, k * \tau), \quad n = 0, 1, \dots, N,$$

$$k = \{0, \dots, M; h = \frac{L}{N}, \tau = \frac{T}{M}$$

Запишем разностный аналог уравнений (1) – (3), (6), (7) рассматриваемой оптимизационной задачи:

$$\frac{T_n^{k+1} - T_n^k}{\tau} + W^k \frac{T_n^k - T_{n-1}^k - T_{n-1}^k}{h} = a_1 (T_{OKP} - T_n^k),$$

$$\frac{P_n^{k+1} - P_n^{k+1}}{h} = -a_2 (W^{2-m})^{k+1} (v^m(T))_n^{k+1} - a_3 \tau_{0n}^{k+1}(T),$$

$$n = \overline{1, N}, k = \overline{0, M-1},$$

$$T_n^0 = T_0 n, n = \overline{1, N},$$

$$T_0^k = T_H, p_0^k = P_H, k = \overline{0, M},$$

$$\frac{P_{ln}^{k+1} - P_{ln}^k}{\tau} = W^k \frac{P_{ln+1}^{k+1} - P_{ln}^{k+1}}{h} + a_1 P_{ln}^{k+1} + a_2 P_2^{k+1} \bar{\tau}_{0n}^{k+1} + a_1 m P_2^{k+1} (v^{m-1})_n^{k+1} \bar{v}_n^{k+1},$$

$$n = \overline{1, N}, \quad k = \overline{0, M-1}$$

$$P_{1N}^k = \omega_1, \quad k = \overline{0, M}$$

$$P_2^k = \omega_2 W^k, \quad k = \overline{0, M}$$

$$P_{ln}^M = 0, \quad n = \overline{0, N}$$

$$W^k = \begin{cases} W_{max}, & \text{if } W^k \geq W_{max}, \\ W^k, & W_{min} < W^k < W_{max}, \\ W_{min}, & \text{if } W^k \leq W_{min} \end{cases}$$

$$W^k = \left[\frac{-\sum_{i=1}^N P_{ln}^k (T_n^k - T_{n-1}^k) - \omega_1 \Delta T^k}{a_1 (2-m)^2 P_2^k \sum_{i=0}^N (v^m) \frac{k}{n} h} \right]^{\frac{1}{1-m}}$$

$$I_M = \sum_0^M [W^k (\omega_1 \Delta T^k + \omega_2 \Delta P)] * \tau,$$

где

$$T_n^k = T(x_n, t_k), P_n^k = P(x_n, t_k),$$

$$P_{ln}^k = p_1(x_n, t_k), P_2^k = p_2(t_k), W^k = W(t_k).$$

Численная реализация условий оптимальности осуществлена методом последовательных приближений. Одновременно проведена проверка условия убывания функционала стоимости (см. Рисунок 1). Расчеты проводились на языке Turbo Pascal.

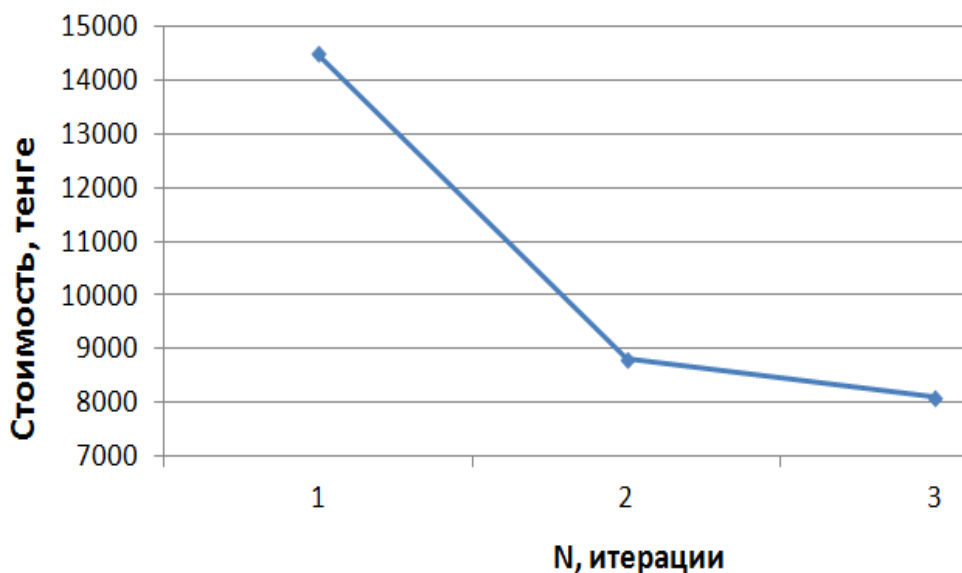


Рис. 1. Изменение стоимости по итерациям

Численные исследования, проводимые для линейного участка горизонтального нефтепровода, протяженность которого 100км, показали, что функционал стоимости достигает минимума при $W_{opt} = 0,3$ м/с.

Результаты расчетов показаны на рисунках 2, 3.

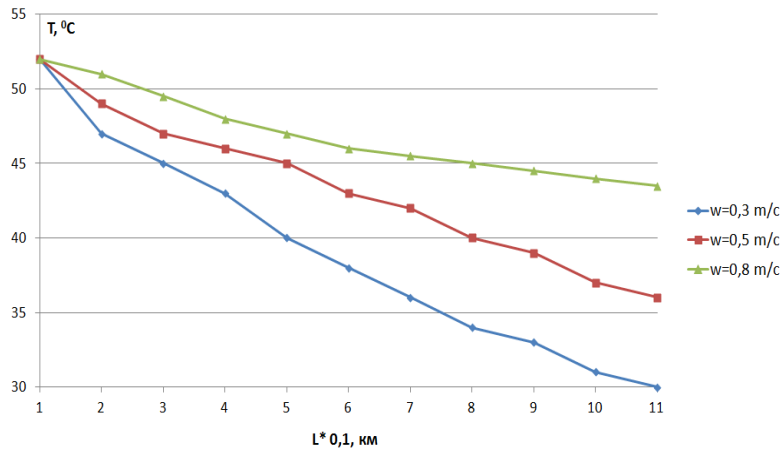


Рис. 2. Распределение температуры вдоль трубопровода при различных скоростях течения нефти

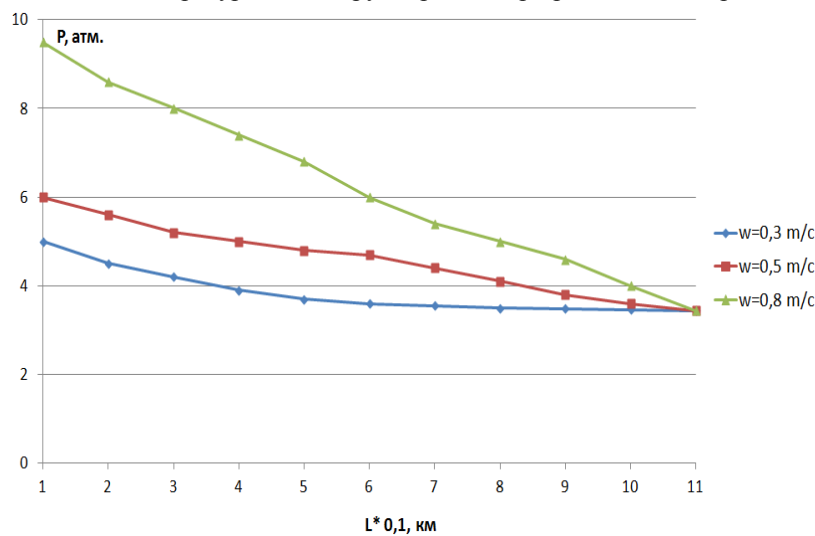


Рис. 3. Распределение давления вдоль трубопровода при различных скоростях течения нефти

Представлены распределения температуры и давления вдоль нефтепровода при различных скоростях течения нефти $W_{\text{ПЛ}} = 0,5 \text{ м/с}$, $W_{\text{ОПТ}} = 0,3 \text{ м/с}$, $W_{\text{цикла}} = 0,8 \text{ м/с}$ для фиксированного момента времени. Как видно из графиков, с ростом скорости течения температурный перепад в нефтепроводе уменьшается (см. рис. 2), т.е. нефть быстрее движется и меньше остывает в пути. При этом градиент давления вдоль нефтепровода возрастает (см. рис. 3), т.к. объем перекачиваемой в единицу времени нефти увеличивается.

Замечание. При эксплуатации недогруженного нефтепровода в оптимальном режиме необходимо учитывать плановую производительность перекачки $G_{\text{ПЛ}} = \frac{\pi D^2 W_{\text{ПЛ}}}{4} \rho$, производительность подачи нефти с промыслов $G_{\text{ПР}}$ и объем резервуарного парка $V_{\text{РП}}$. В случае, когда $W_{\text{ПЛ}} > W_{\text{ОПТ}}$, можно применить циклическую перекачку нефти, когда одну часть времени нефтепровод работает в оптимальном режиме, а другую часть – со скоростью $W_{\text{цикла}}$, зависящей от $W_{\text{ОПТ}}$, $G_{\text{ПЛ}}$, $G_{\text{ПР}}$, $V_{\text{РП}}$. Задача сводится к отысканию скорости цикла, учитывающей плановую производительность нефтепровода, длительность цикла, объем резервуарного парка и т. д. Методика нахождения этой скорости и длительности циклов описана в [5]. В случае, когда $W_{\text{ПЛ}} < W_{\text{ОПТ}}$, циклическая перекачка нефти рассчитывается аналогично.

На рис. 4 показана диаграмма стоимости работы нефтепровода:

- 1) в плановом режиме $W_{\text{ПЛ}} = 0,5 \text{ м/с}$;
- 2) в циклическом режиме: 6 часть времени с $W_{\text{ОПТ}} = 0,3 \text{ м/с}$ и 3) в циклическом режиме: 4 часть времени – с $W_{\text{цикла}} = 0,8 \text{ м/с}$.

Так как в обоих случаях перекачивается одинаковое количество нефти, то, как следует из диаграммы, первый вариант транспортировки по трубопроводу оказался дороже второго на 8%.

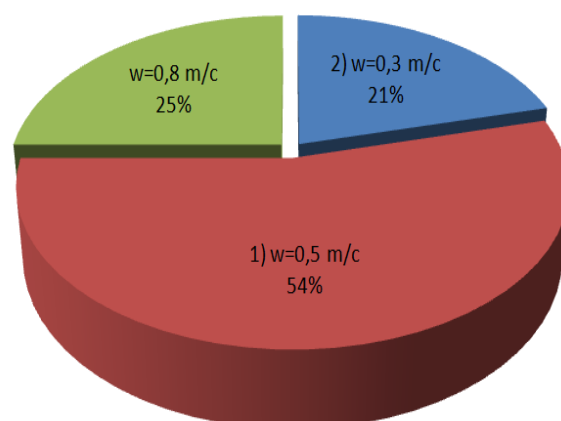


Рис. 4. Стоимость работы нефтепровода при объеме прокачки 28500 тонн.

- 1) весь объем нефти – со скоростью 0.5 м/с;
- 2) 0,6 объема со скоростью 0.3 м/с;
- 3) 0,4 объема со скоростью 0.8 м/с.

Таким образом, перекачка нефти по неизотермическому нефтепроводу в циклическом режиме, когда часть времени нефть движется с оптимальной скоростью, является более дешевой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Карымсакова Э.С. Развитие трубопроводного транспорта нефти в Республике Казахстан. - Нефть-газ. Электронная библиотека. 2003. 200 с. – (<http://www.dobi.oglib.ru/bgl/3370.html>)
- [2] Агапкин В.М, Кривошеин В.Л., Юфин В.А. Тепловой и гидравлический расчет трубопровода для нефти и нефтепродуктов. –М.: Недра, 1981. – 256 с.
- [3] Нестеренкова Л.А. Математическое моделирование установившихся течений жидкости по трубопроводам. /Методическое пособие. – Алматы, Казак Университеті, 1998. - 41с.
- [4] Жумагулов Б.Е., Смагулов Ш.С., Евсеева А.У., Нестеренкова Л.А. Трубопроводный транспорт высоковязких и высокозастывающих нефтей. - Алматы: НИЦ Ғылым, 2002. - 140 с.
- [5] Козлова З.Г., Абрамзон Л.С., Тугунов П.И. Выбор режимов перекачки при плановой недогрузке горячего нефтепровода// Нефтяное хозяйство. – 1983. -№ 4. – с.57-58.

Нестеренкова Л.А., Нестеренков П. А.

Изотермиялық емес мұнай құбыры жұмысының бағасын оңтайландыру

Резюме. Міндет - мұнайдың изотермиялық емес ағынымен бақыланатын, жүктелмеген мұнай құбырында отын мен энергия шығындарының құнын оңтайландыру. Мәселе Лигранж көбейткіштері әдісімен шешіледі, бұл соңғы-айырмашылық жақындаған кезде қолданылады. Проблеманың сандық шешімі көлденең құбыр үшін түпкілікті айырмашылық әдісімен жүзеге асырылды. Мәні функционалды ең төменгі деңгейге жеткен жылдамдықтың оңтайлы мәні алынады. Жоспарланған мұнай көлемін тасымалдау болжамын орындау үшін бағдарламада әртүрлі ағындық жылдамдықтарда циклдік сорғы мүмкіндігі қарастырылған: уақыттың бір бөлігі оңтайлы жылдамдықта және сорғы жоспарының орындалуына мүмкіндік беретін жылдамдықта. Циклдік тасымалдаудың жалпы құны жоспарланған мөлшерде біркелкі сорғыға қарағанда, қолайлы болып табылады.

Түйінді сөздер: құбыр, жоғары тұтқырлық май, ағын жылдамдығы, шығындарды оңтайландыру.

Nesterenkova L.A., Nesterenkov P.A.

Optimization of operating costs non-isothermal pipeline

Summary. The task is to optimize the cost of fuel and energy costs in an underloaded oil pipeline, where the speed is controlled by the non-isothermal flow of oil. The problem is solved by the method of Lagrange multipliers using finite-difference approximation. The numerical solution of the problem was carried out for a horizontal pipeline by the method of finite differences. The optimal value of the speed at which the value functional reaches a minimum is obtained. In order to fulfill the forecast of transportation of the planned amount of oil, the program provides for the possibility of cyclic pumping at different flow rates: part of the time is at the optimum speed, and a part at a speed that allows the pumping plan to be executed. The article proposes the justification that the total cost of cyclic transportation is more profitable than the uniform pumping at a planned rate.

Key words: pipeline, high-viscosity oil, flow velocity, cost optimization.

УДК 004.942

Д.Б. Нурсеитов, Д.К. Джамалов

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: j.jamalov@norlist.kz)

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИЛИ

Аннотация: Представлены результаты моделирования переноса загрязнения в бассейне реки Или. Обоснована целесообразность прогнозирования сброса и распространения загрязняющих веществ в водные объекты. Имитационное моделирование рассмотрено, как существенное методическое дополнение для получения информации о динамике распределенных параметров водных объектов. Для базы математической модели HSPF разработана геоинформационная система для моделирования сценариев переноса загрязнения. Расчеты включают моделирование гидрологии речного бассейна, а также расчет концентрации неточечных (рассеянных) источников загрязнения с последующим сравнением результатов с данными станций гидрологического наблюдения.

Ключевые слова: геоинформационная система, BASINS, HSPF, моделирование, перенос загрязнения в воде, БПК.

ВВЕДЕНИЕ

Река Или относится к числу наиболее крупных трансграничных рек, связывающих Республику Казахстан и Китай, а также является одним из важнейших источников пресной воды для Казахстана. Объектом исследования является казахстанский участок реки Или от границы с Китайской народной республикой до дельты включая Капчагайское водохранилище. Свое начало река Или берет на горной системе Тянь-Шань в КНР (Синьцзян-Уйгурский автономный округ) и впадает в западную часть озера Балхаш. Длина реки составляет 1439 км, из которых 815 км (56,6%) на территории Алматинской области Казахстана. Площадь бассейна на территории Республики Казахстан составляет 82488,53 км². Или дает около 80% всего водного стока озера Балхаш, из них 70% формируется на территории Китая. С трансграничными реками, проходящими по территории Китая, в озеро поступает не только органика, но и селен и ионы тяжелых металлов, основными источниками которых являются сточные воды кожевенных заводов КНР [1]. Разработанная система позволяет спрогнозировать распределение загрязнения по реке Или на основании моделирования гидрохимических и гидрологических параметров трансграничного стока р. Или и характера их трансформации на территории Республики Казахстан под влиянием природных и антропогенных факторов.

МЕТОДОЛОГИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ

На данный момент на территории реки функционирует 4 гидрологических поста РГП «Казгидромет», которые осуществляют наблюдение за стоком воды. Задача трансграничного переноса загрязняющих веществ в воде относится к классу сложных задач и решается, в основном, методами математического моделирования. Для реализации расчетов использовалась многофункциональная система экологического анализа BASINS 4.1. Эта система была разработана Агентством по охране окружающей среды в целях установления стандартов максимальной общей дневной нагрузки (TMDL) для водоемов с ухудшенным качеством воды и предоставления возможности местным и государственными агентствам проводить анализ водоразделов [2,3]. Поскольку подобные исследования уже выполнялись ранее [4] был применен разработанный алгоритм проведения расчетов. В результате были полученные векторные слои: а) границы бассейна реки Или; б) речной сети; в) суб-бассейны реки Или (рисунок 1).

В модели HSPF [5,6,7] река представлена в виде графа, где каждая «вершина» представляет определенный участок реки с параметрами: длина, высота дельты и данные поперечного сечения, которые заполняются в таблице FTABLE, (рисунок 2). Каждая строка содержит значения, соответствующие заданной высоте поверхности воды. Система получает промежуточные значения путем интерполяции. Количество строк в таблице зависит от размера поперечного сечения и требуемого разрешения. При запуске модели количество участков реки составляет 48, где участок № 48 являлся усть-

евым. В ходе симуляции некоторые мелкие участки были объединены с более крупными с учетом всех гидрологических особенностей, что сократило число речных участков до 26, но сохранило идентификационные значения для каждого из участков (рисунок 2, таблица HYDR-PARAM2).

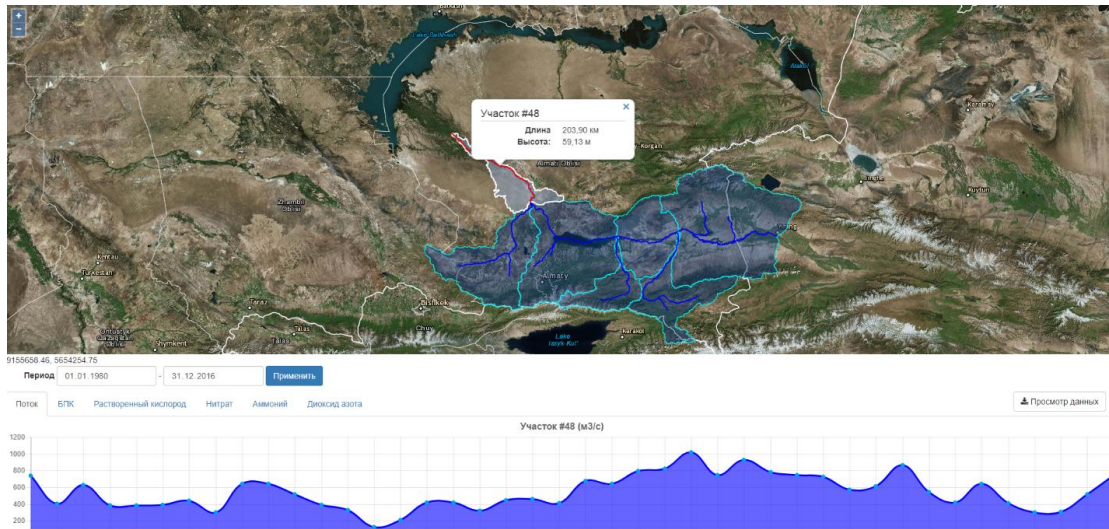


Рис. 1. Векторные слои суб-бассейнов и речной сети

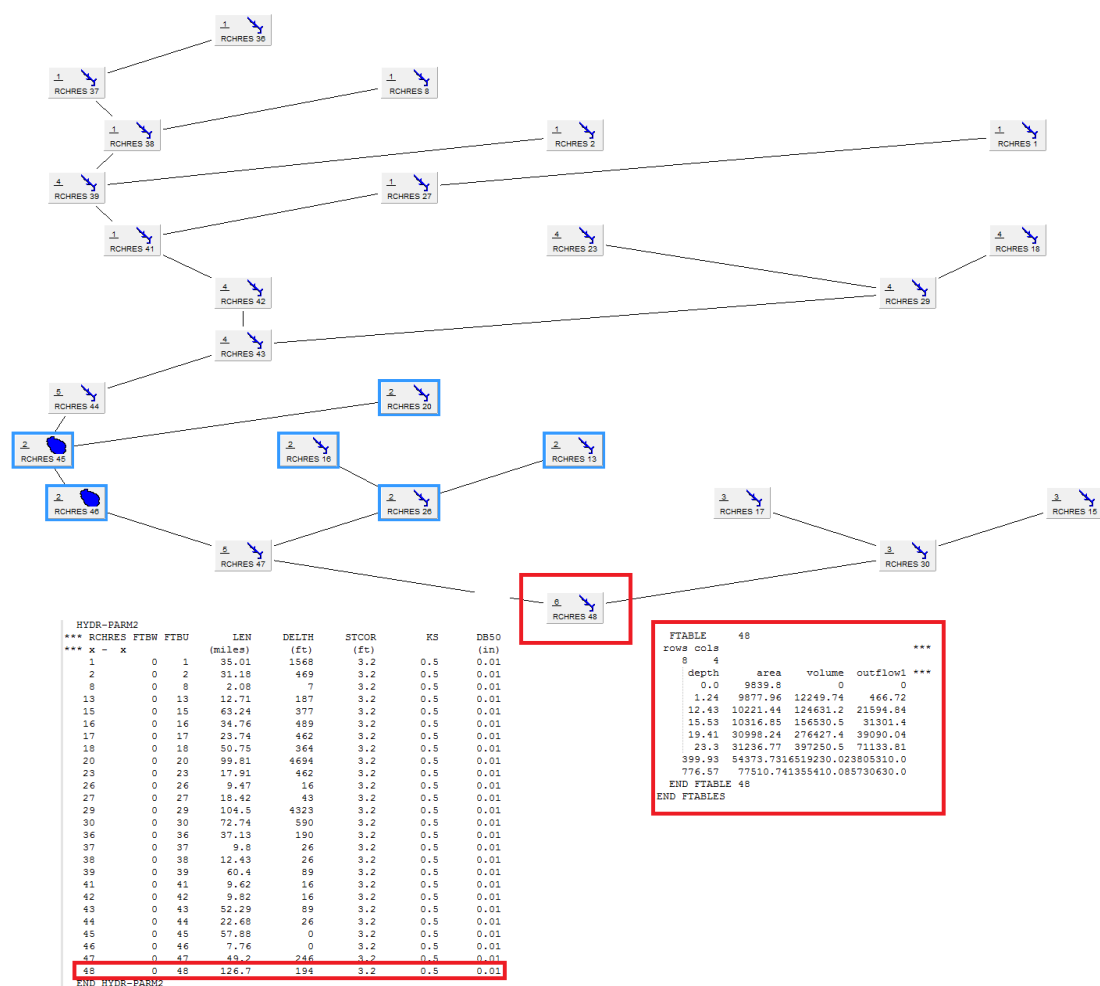


Рис. 2. Гидрологических параметров для участка № 48

Как видно из рисунка 2-данные собираются в управляющем файле проекта а именно – User control input (uci)[8,9]. В управляющем файле прописываются пути к файлу метеорологии, входным и выходным файлам, указывается симуляционный период, а также гидрологические и гидрохимические параметры. Гидрологические процессы, в свою очередь, изменяются во времени и зависят от изменения состояния окружающей среды, а для оценки загрязнения рассредоточенных источников требуются последовательности часовых осадков, испарения, температуры и других метеорологических данных. В таблице 1 представлены все метеорологические параметры, используемые для расчета

Таблица 1. **Метеорологические данные**

Набор данных	Описание параметра
PREC	Количество осадков (миль/час)
CLOU	Облачность (0-10)
ATEM	Температура воздуха (°F)
WIND	Скорость ветра (миль/час)
SOLR	Солнечная радиация (МДж/м ²)
PEVT	Испарение (дюйм)
DEWP	Температура точки росы

Для запуска расчетов моделирования и просмотра результатов, разработана система, которая позволяет запустить расчеты удаленно с любого компьютера, подключенного к интернету. Для удобного и наглядного представления, система выполнена в виде ГИС (геоинформационной системы) [10]. На рисунке 3 представлена диаграмма взаимодействия с системой. Открытая библиотека OpenLayers используется для манипуляции и работы с картами, а также для интерактивного взаимодействия со слоями. Данная библиотека обладает высокой производительностью и хорошей совместимостью, поддерживает множество стандартов хранения и отображения геоданных. В качестве источника геоданных используется GeoServer – это программное обеспечение с открытым исходным кодом, предназначенное для публикации геоданных. GeoServer хранит данные в базе данных PostgreSQL, а с помощью API OpenLayers они запрашиваются и отображаются на карте в браузере пользователя. Посредством веб-интерфейса пользователь вводит данные моделирования и запускает расчеты. Веб-приложение подготавливает входные данные и запускает расчеты с помощью приложения WinHSPF. По завершении расчетов, данные отображаются на карте.

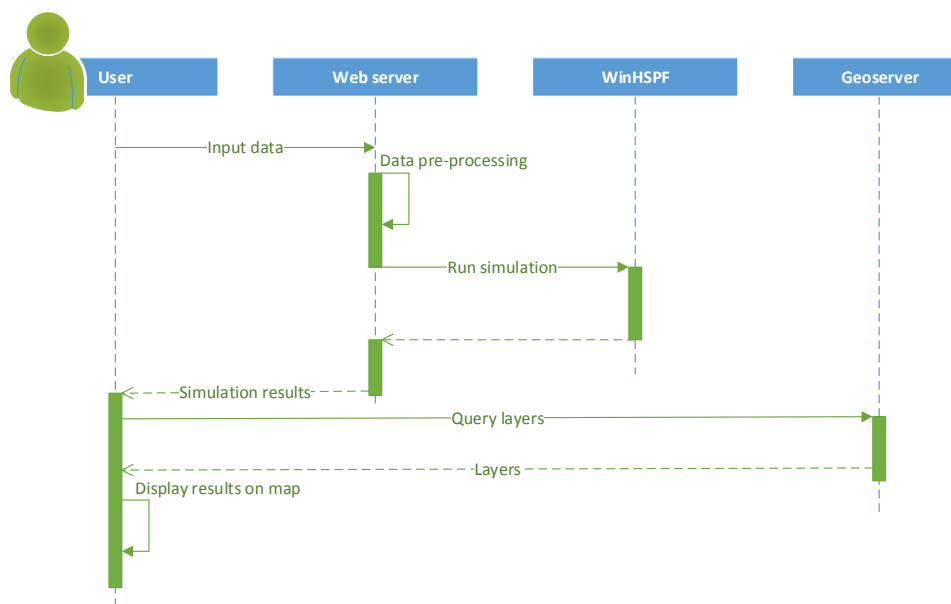


Рис. 3. Диаграмма последовательности

Геоданные слоев, отображаемых на карте, хранятся в реляционной базе данных PostgreSQL с помощью расширения PostGIS, данное расширение добавляет поддержку хранения географических объектов и создания по ним запросов. Результаты расчетов моделирования хранятся в файлах в формате wdm – Watershed Data Management file system (Файловая система управления водоразделами), данный формат специально разработан для хранения и извлечения данных, необходимых для манипуляции с гидрологическими, гидравлическими моделями, и моделями качества воды. Данные файлы хранятся в специально выделенной файловой системе, и организованы с помощью каталогов.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Результатом научной работы стала геоинформационная система, позволяющая производить моделирование переноса загрязняющих веществ с учетом характера их трансформации. На рисунке 4 представлены изменение расхода воды (м³/с) на устьевом участке реки Или на период с 1980 по 2016 год.

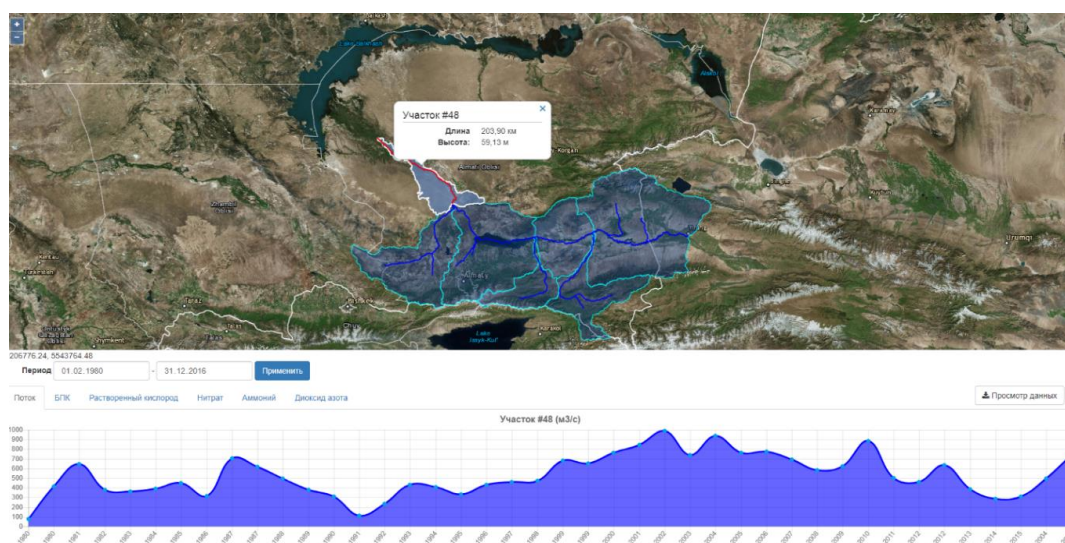


Рис. 4. Результаты моделирования расхода воды. Результаты моделирования концентрации загрязняющих веществ рассеянных источников загрязнения [11] показаны на рисунке 5-8.

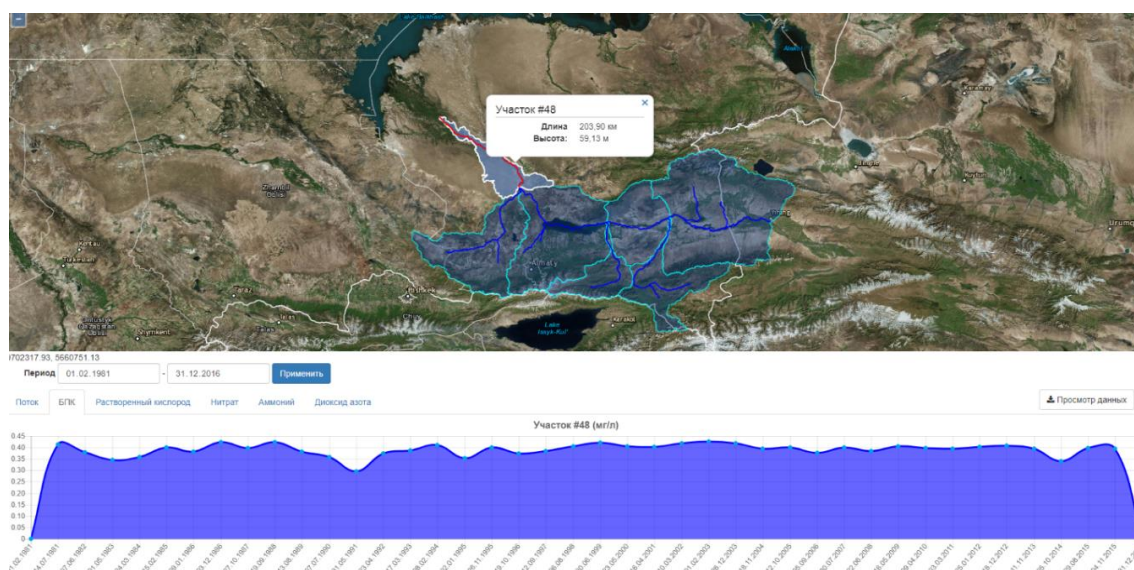


Рис.5. Результат моделирования концентрации БПК (Биологическое потребление кислорода) [12] мг/л, – показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ

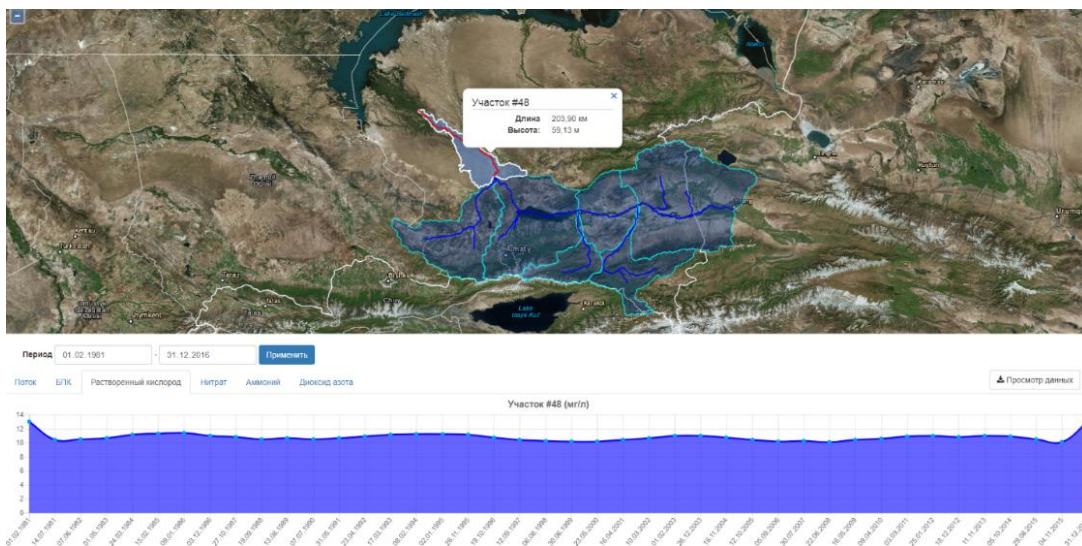


Рис. 6. Результат моделирования концентрации растворенного кислорода, мг/л

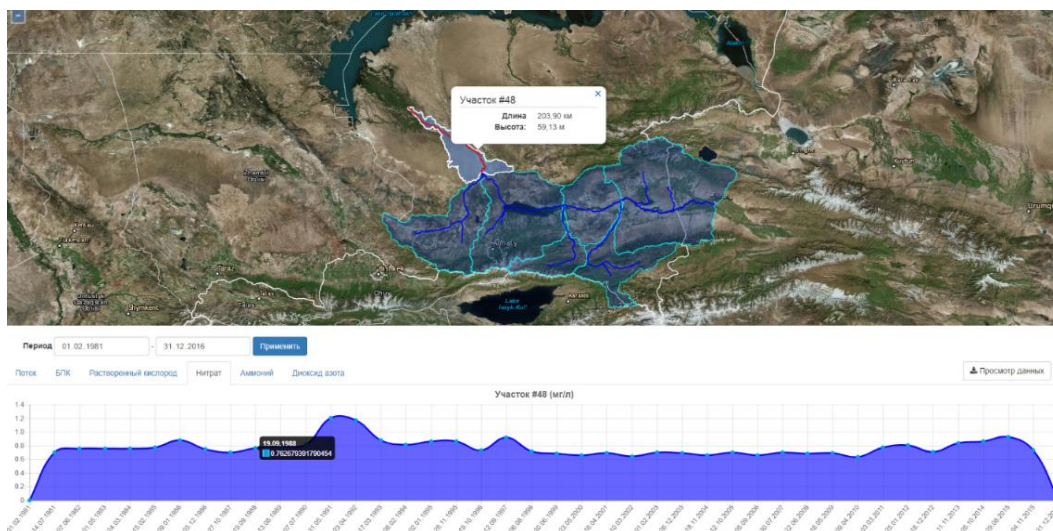


Рис.7. Результат моделирования концентрации растворенных нитратов (NO₃), мг/л

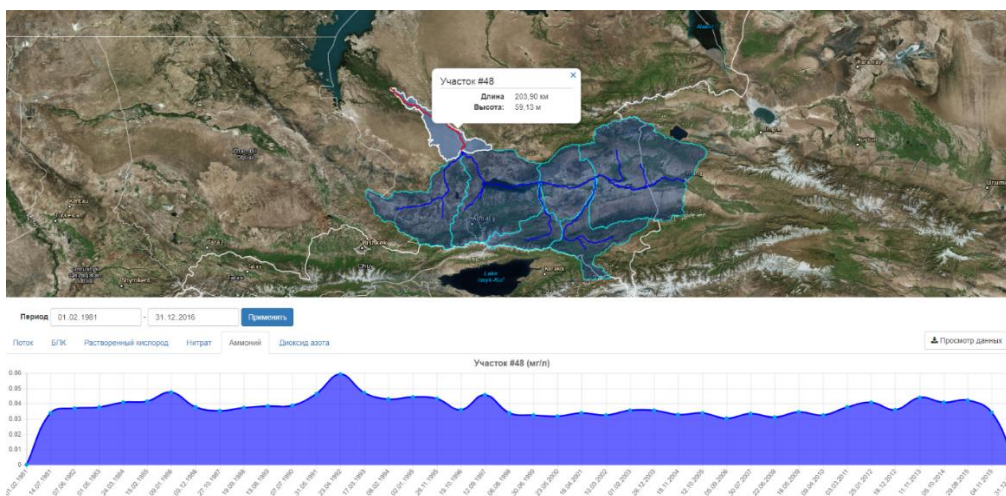


Рис. 8. Результат моделирования концентрации растворенного аммония (NH₄), мг/л

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка качества воды производится по критерию превышения ПДК (предельной допустимой концентрации). Для каждого речного участка (рисунок 2), на каждый временной интервал вычислены расход воды, суммарный объем загрязнителя, концентрации загрязняющих веществ. Величина загрязнения на каждом из участков зависит от разности между поступлением загрязняющих веществ на участок (с верхнего участка или источников загрязнения на данном участке) и выносом загрязнителей на следующий по течению участок. На рисунке 4 представлены результаты моделирования расхода воды для участка №48. Как видно из рисунка среднегодовое значение расхода воды в реке составляет 566 м³/с [13,14,15]. Согласно данным института географии, среднегодовой расход воды в реке составил 520 м³/с. Тем самым отклонение составило ~8%. Результат сравнения загрязняющих веществ приведен в таблице 2.

Наименование загрязняющего вещества	ПДК, мл/л	Полученное макс. значение, мл/л	Полученное мин. значение, мл/л	Среднее значение, мл/л	Усредненные данные станции наблюдения, мл/л
БПК	3	0,45	0,30	0,37	0,405833
Раств. кислород	6	13	9	10	9,6
NO ₃	9,1	1,2	0,6	0,82	1,069167
NH ₄	0,39	0,06	0,03	0,032	0,03825

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Канаева Р. Или-Балхашский бассейн: проблемы и перспективы устойчивого развития // ЭКВАТЭК – 2004.– часть 1.– С. 39-40.
- [2] Andrew Battin, Russel Kinerson, Ph.D., Mohammed Lahlou, Ph.D. A Powerful Tool for Managing Watersheds // EPA's Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources (BASINS).– 2014.
- [3] Kang, H., Jang, J.-H. Water quality modeling for the water quality conservation of estuary reservoir in Korea // Desalination and Water Treatment: –Volume 53, –Issue 7, –13 February 2015, –Pages 1840-1854.
- [4] Jalal K Jamalov, Daniyar B Nurseitov and Kairat A Bostanbekov. Modelling of non-point source pollution transport for the Charyn River Basin // COMPUTER MODELLING NEW TECHNOLOGIES. – 2016. – vol.20. – №4. – pp. 37-43.
- [5] Robert C. Johanson, John C. Imhoff, Harley h. Davis, Jr. Users manual hydrological simulation program-fortran (Hspf) // United states Enviromental Protection Agency/ Environmental Research Laboratory Athens GA. –April 1980.
- [6] Lampert, D.J., Wu, M. Development of an open-source software package for watershed modeling with the Hydrological Simulation Program in Fortran // Environmental Modelling and Software: –Volume 68, –June 01, 2015, –Pages 166-174.
- [7] Fonseca, A., Botelho, C., Boaventura, R.A.R., Vilar, V.J.P. Integrated hydrological and water quality model for river management: A case study on Lena River //Science of the Total Environment: –Volume 485-486, –Issue 1, –1 July 2014, –Pages 474-489.
- [8] Geng, R., Zhang, P., Pang, S., Wang, X., Ma, W. Impact of different climate change scenarios on non-point source pollution losses in Miyun Reservoir watershed // Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering: –Volume 31, –Issue 22, –1 November 2015, –Pages 240-249.
- [9] Shen, Z., Zhong, Y., Huang, Q., Chen, L. Identifying non-point source priority management areas in watersheds with multiple functional zones // Water Research: –Volume 68, –January 01, 2015, –Pages 563-571.
- [10] Gkatzoflias, D., Mellios, G., Samaras, Z. Development of a web GIS application for emissions inventory spatial allocation based on open source software tools // Computers and Geosciences. –2013. – vol.52. – pp. 21-33.
- [11] Wang, H., Wu, Z., Hu, C. A Comprehensive Study of the Effect of Input Data on Hydrology and non-point Source Pollution Modeling // Water Resources Management: –Volume 29, –Issue 5, –2015, –Pages 1505-1521.
- [12] Gotovtsev, A.V. Evaluating BOD and the coefficient of oxidation rate: Monitoring, direct and inverse problems, formulas, calculations and tables // Water Resources – Volume 43, – Issue 6, – November 2016, Pages 885-898.
- [13] Е.Т. Оразов, А.И. Твердовский. Имитационное и теоретико-игровое моделирование долгосрочной динамики водного фонда Казахстана Бассейна озера Балкаш // Водные ресурсы центральной Азии и их использование: Книга 1.– 2016 г., Алматы, Казахстан. – Том 1. – с 141-147.
- [14] А.Г. Терехов, С.А. Долгих. Опыт диагностики расхода воды в реках среднегорья на примере основных притоков реки Иле в китайском секторе бассейна // Водные ресурсы центральной Азии и их использование: Книга 1.– 2016 г., Алматы, Казахстан. – Том 1. – с 176-181.
- [15] Tilekova, Z.T., Oshakbayev, M.T., Yerubayeva, G.K. Assessment of norms of admissible impact on water objects of trans-Balkhash area // International Journal of Chemical Sciences: –Volume 13, –Issue 3, –2015, –Pages 1495-1510.

*Работа выполнена при поддержке гранта № 1749\GF4 Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Нурсейтов Д.Б., Джамалов Д.К.

Іле өзенінің алабының ластану трансшекаралы тасымалын модельдеу нәтижелері

Түйіндеме: Жұмыста Іле өзенінің бассейнінде ластанудың тасымалдануын модельдеу нәтижелері келтірілген. Су объектілеріне ластаушы заттарды тастау және оның таралуын болжаудың орындылығы негізделген. Су объектілерінің таратылған параметрлерінің динамикасы туралы ақпарат алудың маңызды әдістемелік құралы ретінде имитациялық модельдеу қарастырылады. HSPF математикалық моделі негізінде ластанудың тасымалдану сценарийлерін модельдеу үшін геоақпараттық жүйесі әзірленді. Есептеулерге өзен бассейнінің гидрологиясын модельдеу, сондай-ақ ластанудың нүктелік емес (шашыраңқы) көздерінің шоғырлануын есептеу, және де нәтижелерді гидрологиялық байқау станцияларының деректерімен салыстыру кіреді.

Түйінді сөздер: Геоақпараттық жүйе, BASINS, HSPF, модельдеу, суда ластануды тасымалдау.

Nurseitov D. B., Jamalov J.K.

The results of simulation of transboundary pollution transport in the Ili river basin

Summary: The paper presents the results of modeling the transport of pollution in the Ili river basin. The expediency of forecasting the discharge and spread of pollutants into water bodies is justified. Simulation modeling is considered as an essential methodological supplement for obtaining information on the dynamics of distributed parameters of water objects. The results of pollution transport simulation obtained using software HSPF. The calculations include the modeling of the hydrology of the river basin and the calculation of the concentration of non-point sources of pollution. The comparison with the data of natural hydrological observation post.

Keywords: Simulation, BASINS, Watershed Delineation, HSPF, pollution transport in water, BOD, nitrate, dissolved oxygen

502;681.51

Ш.А. Джомартова, Г.З. Зиятбекова

(Институт информационных и вычислительных технологий,
Алматы, Республика Казахстан ziyatbekova@mail.ru)

**К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОРЫВА ДАМБ**

Аннотация. Для оценки экологической безопасности региона необходим анализ больших объемов разнородной информации. Решение таких задач невозможно без использования современных информационных систем поддержки принятия решений. Задача статьи состоит в определении методов и средств мониторинга уровня воды в водоемах. Описанные методы основаны на использовании технических средств сбора и передачи информации о состоянии уровня воды в водоемах.

Ключевые слова: моделирование, волна прорыва, система мониторинга, прогнозирование последствий наводнений, защита территорий от затопления.

Введение

Согласно докладу комиссии Организации Объединенных Наций, ущерб от стихийных бедствий природного характера, в частности наводнений, с годами только растет, а экономические потери от последствий наводнений приводят к снижению объема валового внутреннего продукта. Для выбора комплекса мероприятий по минимизации ущерба целесообразно осуществить прогноз основных характеристик наводнений, влияющих на величину ущерба. Их величина влияет на степень тяжести последствий наводнений для населения, экономики, сельского хозяйства и т. д.

В настоящее время можно привести множество примеров затопления, подтопления и размыва земель, вызванных таким чрезвычайным происшествием, как прорыв плотины.

Одной из основных причин, приводящих к авариям на гидротехнических сооружениях, являются как природные, так и техногенные факторы:

- при прохождении экстремальных расходов возможно переполнение водохранилища и нарушение штатной работы сбросных сооружений, что приводит к переливу воды через гребень плотины и образованию прорана;

- вследствие длительных сроков эксплуатации возможен износ основных сооружений плотины и гидромеханического оборудования, что может привести к образованию прорана в теле плотины;

- вследствие ошибок персонала, связанных с отсутствием мониторинга опасных ситуаций и недостаточности прогнозных данных по паводкам;

- вследствие возможного террористического акта, приводящего к разрушению плотины.

Территория Казахстана обладает значительными водными ресурсами. Озера и реки являются источниками пресной воды, которая используется как в жизнеобеспечении населения страны, так и для полива сельскохозяйственных угодий. В горной местности Казахстана имеются моренные озера, расположенные на большой высоте. Использование воды в качестве источника энергии способствовало развитию в Казахстане гидроэнергетической отрасли. В стране функционируют более 30 гидроэлектростанций [1]. Однако фактом остается и разрушительная сила воды, способная сметать на своем пути целые поселения. Опасность таится не столько в затоплении, сколько в возможности образования селевых потоков, которые могут нести камни, ледяные глыбы и т.д. Из недавних событий можно вспомнить наводнение в Кызылагаше Алматинской области в марте 2010 года. По данным МЧС в зоне затопления оказались 146 домов, 251 разрушены и 42 повреждены, в которых проживало более 2100 чел. В результате паводка 45 человек погибли, в том числе двенадцать детей; 300 получили ранения разной степени тяжести и около 1000 были эвакуированы.

Причиной возникновения водной угрозы может стать как неконтролируемое изменение климатических условий, так и деятельность человека. Большая доля природных катастроф, источниками которых являются водоемы, вызвана чрезмерным увеличением уровня воды. Защитные сооружения неспособны противостоять силе, которая превосходит их характеристики в несколько раз. В то же время слишком низкий уровень воды в реках препятствует развитию речного судоходства. Изменению уровня воды в озерах предшествуют различные факторы. Засушливая погода впоследствии может стать причиной уменьшения уровня воды в озерах. Увеличение количества осадков, как следствие, вызывает пополнение объема воды [2]. Реки подвержены еще большему количеству влияний на их уровень. Например, сброс воды с плотины может сказаться на уровне воды в реке на далеком расстоянии от плотины. Некоторые реки протекают на территории разных государств, вследствие чего обычный сброс воды в реку может стать поводом для политического скандала или вовсе оказаться причиной стихийного бедствия. На незначительные изменения уровня воды в реке способен повлиять даже ветер, в зависимости от его направления относительно течения реки. Встречный ветер может замедлять течение, следовательно ниже по реке уровень воды будет уменьшаться, а вверх по реке - подниматься [2]. Для своевременного принятия мер по недопущению прорыва гидротехнических сооружений и естественных водоемов и рек необходим постоянный мониторинг уровня воды в контролируемом водоеме. Несмотря на наличие множества методов измерения уровня воды в водоемах, от самых примитивных до высокотехнологичных, – идея создания системы мониторинга является актуальной, так как она предоставляет автоматизированные средства регистрации уровня воды.

Мониторинговые системы должны обеспечивать постоянное наблюдение за явлениями и процессами, происходящими в природе и техносфере, для предвидения нарастающих угроз для человека и среды его обитания. Главной целью мониторинга является предоставление данных для точного и достоверного прогноза чрезвычайных ситуаций на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся наблюдением за отдельными видами опасностей. Мониторинговая информация служит основой для прогнозирования. Система мониторинга может быть связана с другими автоматизированными системами, например, системами забора и сброса воды на плотинах гидроэлектростанций, системами тревожного оповещения, и прочими функционально взаимосвязанными системами. Внедрение системы мониторинга уровня воды позволит осуществлять профилактику возникновения чрезвычайных ситуаций.

Попытки разрешить конфликт между необходимостью использования пойменных и прибрежных земель и убытками от возможных наводнений предпринимались неоднократно многими специалистами. Но досих пор этот конфликт неразрешен. Для решения задачи о возможности использования прибрежных земель необходимо проводить анализ возможного ущерба при наводнениях, вызванных в частности разрушением плотин. В сельскохозяйственных районах особенно велики убытки, вызванные затоплением сельскохозяйственных угодий. Так наводнения наносят ущерб сельскохозяйственным культурам, повреждают различные инженерные и мелиоративные системы.

Оценить качество и точность моделирования распространения волны прорыва по руслу реки является непростой задачей. Истинный результат в таких исследованиях никому не известен. Также не существует единственно верного способа, позволяющего получить достоверные результаты. При

использовании любого из методов получают только ориентировочные данные о зонах затопления, получившихся в результате прохождения волны прорыва. Точность полученных результатов оценить сложно. Для оценки экологической безопасности региона необходим анализ больших объемов разнородной информации, несогласованность целей различных государственных органов [3]. Решение таких задач невозможно без использования современных информационных систем поддержки принятия решений. В последнее время широкое распространение получили системы мониторинга, основанные на ГИС-технологии, которые помогают ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений, обеспечивают представление результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде [4].

Для моделирования волны прорыва возможны следующие методы: физический эксперимент, лабораторный эксперимент, численное компьютерное моделирование. Физический эксперимент невозможен, поскольку волна прорыва случается очень редко и зачастую измерить ее параметры является невозможным. Лабораторный эксперимент является очень затратным способом для определения параметров возможной волны прорыва. Единственным на сегодняшний день возможным способом является математическое моделирование [5]. При исследовании гидрологических задач в основном используются математические модели, описываемыми уравнениями Навье-Стокса [5]. Сложность рассматриваемых уравнений и невозможность получения аналитических решений потребовала применения численных методов, основанных на аппроксимации производных конечными разностями [7-8].

Теоретическому исследованию различных модификаций математических моделей гидрологических процессов посвящены диссертации [10-13]. Другое направление теоретических исследований посвящено прогнозированию последствий разрыва дамб и плотин [14-15].

Для практического применения разрабатываются системы мониторинга состояния водоемов в реальном времени, основанные на автоматизации процесса сбора и обработки информации. В основном автоматизированные системы мониторинга применяют следующие датчики: инклометрические; течи; деформации; температуры; давления на грунт; уровня воды [16-18].

Для информационных систем мониторинга нужно обеспечить сбор данных в реальном режиме времени. Для решения данной проблемы можно использовать системы, которые в комплексе с измерительными датчиками могут собирать и передавать данные. Примером таких систем могут быть «Автоматизированная подсистема энергоснабжения спутниковых систем передачи данных» и «Унифицированная система передачи данных».

Выводы

Обобщив все обязательные условия, можно подойти к выводу, что решение задачи мониторинга уровня воды в озерах, реках, морях и гидротехнических сооружениях находится в применении систем «Автоматизированная подсистема энергоснабжения спутниковых систем передачи данных» и «Унифицированная система передачи данных» в комплексе с измерительными средствами. Унифицированная система передачи данных предоставляет средства и инструменты для организации передачи данных посредством спутниковых систем связи. Автономная подсистема энергоснабжения для спутниковых систем передачи данных включает в себя комплекс оборудования, функции которого заключаются в выработке и накоплении энергии для последующего его использования в целях обеспечения электропитания оборудования передачи данных. Основные концепции и полная структура указанных систем описываются в других статьях, посвященных этим системам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Плеханов П.А. Гидрологические риски природного характера и их предупреждение в Казах //Центрально-азиатский журнал исследований воды, 2017 Ю № 3, 19-25 с.
- [2] Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. – М.: Недра, 1977. – 357 с.
- [3] Хамутова М.В., Кушников В.А. Математическое моделирование характеристик наводнения, влияющих на величину ущерба //Проблемы управления в социально-экономических и технических системах: сб. науч. ст. по материалам XI Междунар. науч.-практ. конф. Саратов: СГТУ, 2015. С. 41–44.
- [4] Абрахин С.И., Прокошев В.Г., Аракелян С.М. Математическое моделирование последствий прорыва плотины на реке с применением ГИС-технологий. //XII Всероссийская научно-методическая конференция «Телематика – 2005»: Санкт-Петербург, СПБИТМО – 2005, т. 1, С. 216-217.
- [5] Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 304 с.
- [6] Темам Р. Уравнения Навье-Стокса. Теория и численный анализ. – М.: Мир. 1981. – 408 с.

- [7] Роуч П. Вычислительная гидродинамика. - М.: Мир. 1980. – 618 с.
- [8] Андерсен П., Таннехилл Дж, Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен (в 2-х томах). – М.: Мир. 1990. – Т.1-384 с., Т.2-726с.
- [9] Флетчер К. – Вычислительные методы в динамике жидкостей (в 2-х томах). – М.: Мир. 1991. – Т.1-504 с., Т.2-557с.
- [10] Немировский А.А. Разработка метода формирования намывного хвостохранилища, утойчивого к ветровым потокам. – М.: Дис. канд.техн.наук, 2016. – 131 с.
- [11] Снигур К.С. Математическое моделирование русловых процессов в каналах с песчано-гравийным основанием. – Комсомольск-на-Амуре: Дис. физ.-мат.наук, 2016. – 148 с.
- [12] Храбрый А.И. Численное моделирование нестационарных турбулентных течений жидкости со свободной поверхностью. – Санкт-Петербург: Дис. канд.техн.наук, 2014. – 154 с.
- [13] Тарасов Е.Б. Разработка методики оценки устойчивости насыпных и намывных дамб. – Екатеринбург: Авт. дис. канд.техн.наук, 2007. – 20 с.
- [14] Стриганова М.Ю. Методы оценки и прогнозирования последствий при разрушении гидротехнических сооружений //Вестник командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь, 2012, № 1(15), с.10-21.
- [15] Кучук Н.Г. Обобщенная математическая модель процесса оперативного управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций глобального характера //Системы обработки информации, 2015, выпуск 3(128), с.140-143.
- [16] Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях. – М.: «Радио и связь», 2006. – 96 с..
- [17] Фрайден Дж. Современные датчики. – М.: «Техносфера», 2005. – 592 с.
- [18] Алейников А.Ф. Гридчин В.А. Цапенко М.П. Датчики (перспективные направления развития). – Новосибирск: НГТУ, 2001. – 176 с.

Jomartova Sh.A., Ziyatbekova G.Z.

To the question of problems of development of an automated system for warning and forecasting breakthroughs of dams

Summary. This article describes hydrotechnical structures that are hazardous to human life and health, as well as the monitoring of water levels in seas and rivers. In addition, it is a basic method to create an automated system for solving problems. The overall objective of the article is to draw attention to the massive material damage and to the problems that arise from natural disasters and emergencies that may result in human life. The article also discusses the methods of water level monitoring in the reservoirs.

Key words: forecasting the effects of floods, disaster, GIS-technologies.

Жомартова Ш.А., Зиятбекова Г.З.

Бөгеттердің бұзылуын алдын-алу және болжау үшін автоматтандырылған жүйені әзірлеу мәселесінің сұрақтары

Резюме. Бұл мақалада адам өмірі мен денсаулығына қауіпті болып табылатын гидротехникалық құрылымдар, сондай-ақ, теңіздер мен өзен-көлдердегі су деңгейінің мониторингін жүргізуге сипаттама берілген. Сонымен қатар, ол мәселелерді шешу үшін автоматтандырылған жүйе құру негізгі әдіс болып табылады. Мақаланың жалпы мақсаты – аукымды материалдық шығынның және адам өміріне нұқсан келтіретін дүлей апаттар мен төтенше жағдайлардың салдарынан туындайтын мәселелерге адамзат назарын аудару болып табылады. Сондай-ақ, мақалада су қоймаларындағы су деңгейінің мониторингін жүргізу әдістері жайында айтылады.

Түйінді сөздер: су тасқынының зардаптарын болжау, табиғи апат, ГАЖ-технологиялар.

УДК 539.3

Naizabayeva L., Orazbekov ZH.N., Nurzhanov CH.A, M. N.Satymbekov, G. Turken
(Institute of Information and Computing Technologies, Al-Farabi Kazakh National University,
Almaty, Kazakhstan, E-mail: O.Jas@mail.ru)

**DISTRIBUTED DATABASE FOR CORPORATE INFORMATION CONTROL SYSTEM
OVER ENTERPRISES NETWORK**

Abstract. The article herein considers the task of building the corporate information system for the network of big geographically-distributed enterprises of retail sales, as well as has studied the design of distributed database and its operation parameters computation. Currently there are active processes of small enterprises integration into corporations. Corporation information systems, as a rule, shall secure the work of several geographically-distributed

subdivisions. In that respect it becomes impossible to use database centralized architecture. Information resources shall be distributed. Proceeding from the executed work there were formulated the criteria allowing selection of base software products, meeting the requirements of the future corporate information system (CIS). For the present time there have been recommended DBMS Progress (v 9.1B), OS Windows XP for a front end, OS Windows 2000 Server for a back end and network protocol TCP/IP.

There has been elaborated a general model of corporate information system distributed database structure; class ERP for controlling over branches network and methods of its operation optimal characteristics computation.

Key words: distributed database, business process, corporate information system, database managing system (DBMS), data models, replicating.

Introduction. Timeliness is conditioned with the fact that at present the network technologies make up the base of corporate information systems of contemporary enterprises, the business of which demands continuous, reliable communication facilities operation and data processing [1]. An important task is securing the network technologies reliability. Upon fails and rejects in hardware and software facilities of corporate information system all system users' normal operation is disordered, also such malfunctions in data storage information processes, such as data loss or data distortion are very dangerous. The mentioned disorders in the system operation bring to enterprise's big losses [2]. Therefore it is necessary to draw the most careful attention to information processes, occurring in the system, trace its reliability and correctness of the information processing results being obtained [3].

The research of the system thereof is made in scientific works of foreign scientists Dyllick T., Hockerts K., Hahn R., Cohanier B., Biberstein N., Earle T., Kumar B.V., Mabruk M.I., Josuttis N.M., Robinson R., Д. Westerman D., Russian scientists, involved into corporate database research are Grekula V.I., Samarina A.V., Popova S.B., etc. In the field herein we can distinguish the works of such Kazakhstan scientists as Kuandykov A.A., Niyazov R.S., Naizabayev L., etc.

Corporate information system, as a rule, shall secure the work of several geographically-distributed subdivisions. In that respect it becomes impossible to use database centralized architecture. Information resources shall become distributed. Distributed database is a complex of logically interconnected database, distributed in the computer network.

Nowadays from the sphere of retail sale there is practically disappeared the phenomenon of «surplus profit», which have had place at the dawn of market relations establishment. Under competitive circumstances the revenue generation is possible, mainly, through retail margins abatement and sales turnover increase [4]. But not merely the low prices attract a buyer. Sales volume is influenced by a number of factors. As an example we can exemplify an assortment structure. A shop should present the commodities a buyer is interested in. And the task is much more complicated than simple revelation of the most saleable goods names, as availability of certain goods can make an impact on other commodities turnover [5,6].

Taking into account insufficient means, allocated for marketing and management there is needed a qualitative transition. Management performance upgrading means using the information system.

Corporate information system architecture for enterprises network control. Integrated system of trading enterprises network automation system is a complicated set of hardware and software [7]. System's performance, reliability and functional potentials to a large extent depend on the corporate information system's efficiency.

Concept-based statements having become the basis for corporate information systems designing have been solved by the tasks, facing a shop, being a structural unit of commodity-money circulation area [8,9].

The offered structure can operate solely at overall automation of every shop and at smooth-running operative information exchange [10]. That is, there is required a corporate information system able to solve the set problems.

As far as hardware structure is concerned, it is designed, first and foremost, to secure the trading process operation. In other words, it is indispensable to organize efficient front-office devices functioning, i.e.: checkout counters, electronic weighting units and labels printers [11,12]. Hardware structure might be considered efficient, if it makes possible an operative data exchange and continuous front-office facilities operation. In that respect there is introduced a dedicated server to manage counters, weighting units and printers [13].

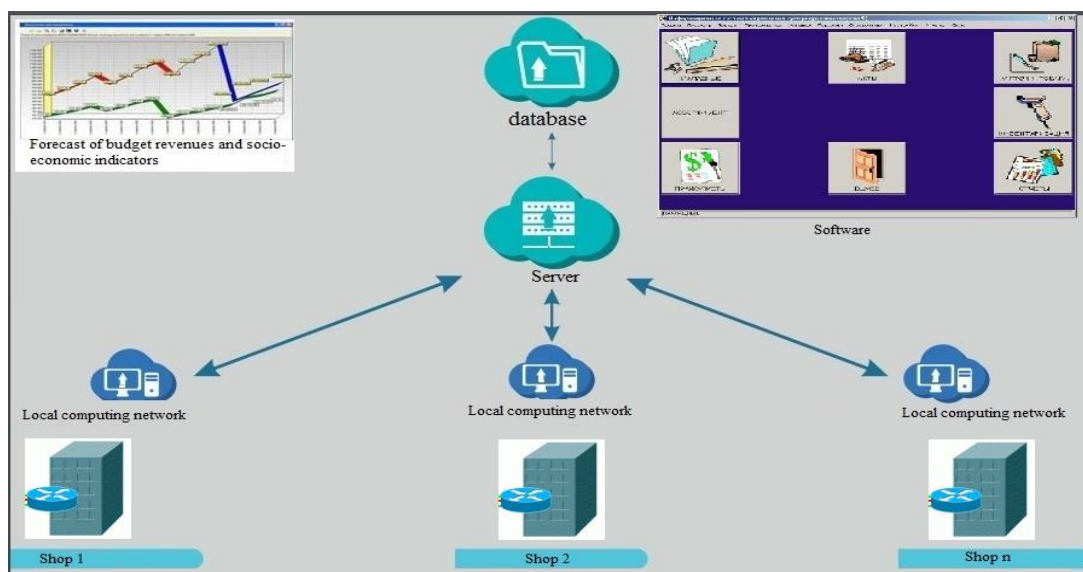


Figure 1. Information system's overall architecture

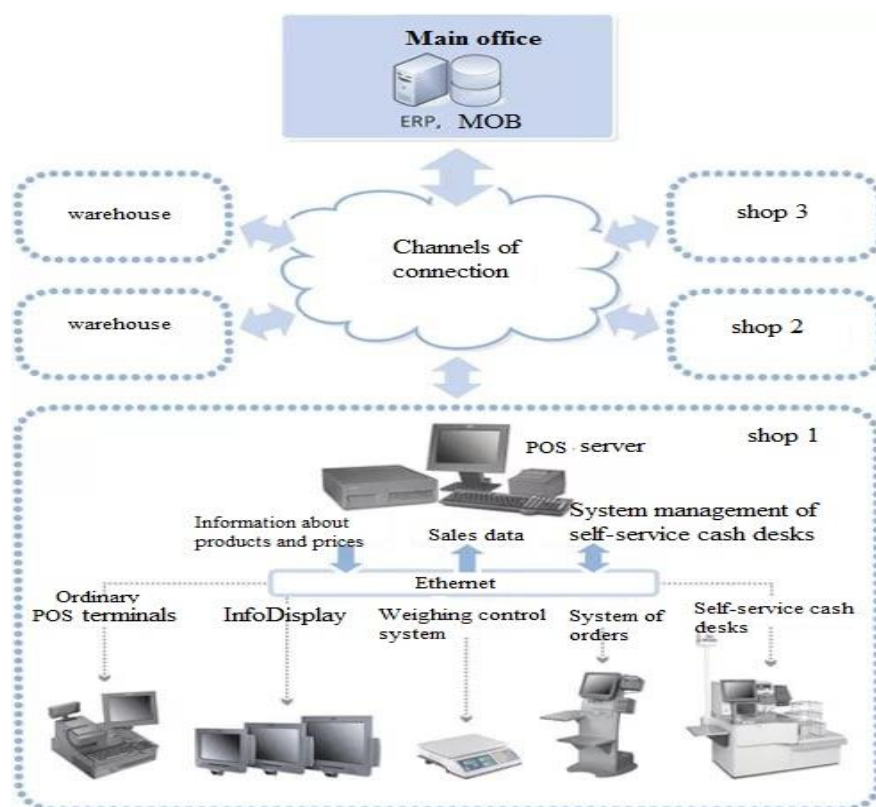


Figure 2. Structure of the main hardware

Structure of distributed database for corporate information system of control over the branches network

Herein we consider an enterprise, consisting of one-type branches network N and one control center. Distributed database, in this situation, represents the complex of logically interconnected database control center and N similar branches' database. As data changing transactions, as a rule, do not go beyond the local network, their optimization method is the distributing the computation for local database. Let's focus the main attention at optimizing the requests to database [14].

Upon the conditions of direct links unavailability between the branches. All requests to the distributed database might be classified as follows:

1. Requests to a branch data within the branch local network
2. Requests to a branch data from the center
3. Requests to a center data from the branch
4. Requests to a center data within the center local network.

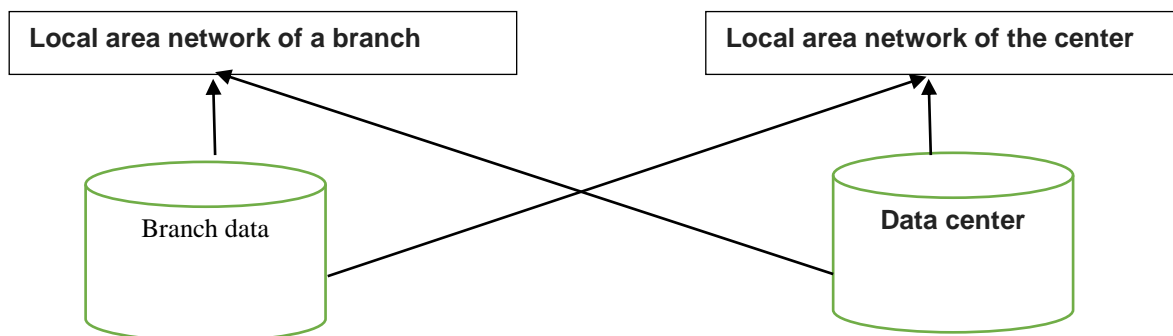


Figure 3. Request types

As well all requests can be broken down additionally into one-time (data is transferred simultaneously) and manyfold (one and the same data is transferred repeatedly). It should be noted that the most expensive are remote requests, i.e., requests between a branch and center. Particularly, the requests thereof shall be drastically optimized. First of all, it is reasonable to use distributed computing upon transmitting only final data, and total front-end processing is fulfilled within the remote database server. Naturally, in that case there is being increased the load on the database server, but it is in most cases paid off at the expense of considerable acceleration of requests fulfillment and traffic decrease [15]. To increase the speed of manyfold requests processing there applied data storage techniques, which execute data aggregation. Aggregation demands additional computing resources and memory volume on hard disks [16]. Aggregation process can be executed asynchronously, when processing is performed after initial data changing. It allows distributing computing resources at a time more evenly, but hereby there occur the problems of data consistency and truth. Replicating is frequently applied for repeated remote requests optimization, also in cases of particular requirements to single-shot requests execution speed. Upon replicating there again occur the tasks of the data consistency and truth [17,18].

Operation of distributed database of branches network control

There are N similar local database branches and one control center's local database. Let's consider the case, when branches do not interrelate, center and branches are connected by means of ADSL. Replicating the center's reference table to the branches actually is the global control transmitting. Apart from the global control there is fulfilled the local self-control over a branch.

Let us introduce indications:

Branch local network fulfills transmitting express requests results and requests outcomes through applications server.

T^F – aggregation period of the branch operative database

T^c – replicating period of the branch storage

K_{agr}^F – aggregation factor of the branch database

V^F – flow rate of the branch database initial data

V^n – flow rate of the branch users database requests

q^n users requests number

N – branches number

V^c – center's reference table volume

T_{con}^F – local control period

T_{con}^c – replicating period from the center

V_{lcon}^F – data volume being processed for local control computing

V_{con}^F – data correcting volume after local control computing

S_{db}^F – processing time of the branch's DBMS data unit

S^n – processing time of the user's operating station CP data unit

z – computing distribution parameter

K_{sa}^F – relative data reduction upon fulfilling the request through applications server.

Branch's DBMS fulfills initial data recording, aggregation data recording into the storage, replicating data recording from the center, local control recording, reading the data requested by the users, reading data for aggregation, reading data for replicating to the center and reading the data for local control. At that, one recording operation corresponds to K_{db}^F reading operations.

$$K_{db}^F \left(V^F + V^F * K_{agr}^F + \frac{V^c}{T_{con}^c + T^c + T^F} + \frac{V_{con}^F}{T_{con}^F + T^F} \right) + V^n + V^F + \frac{V^F * K_{agr}^F}{T^c + T^F} + \frac{V_{lcon}^F}{T_{con}^F + T^F} < \frac{1}{S_{db}^F} \quad (1)$$

Branch's local network fulfills express requests results transmitting and transmitting the requests results through applications server.

$$z * V^n + (1 - z) * K_{sa}^F * V^n < \frac{1}{S_{network}^F} \quad (2)$$

Global network fulfills transmitting replicating data from a branch to the center and from the center to a branch. At that an incoming. In this case, the incoming speed in kADSL is greater than the outgoing.

$$N * K^{ADSL} * \frac{V^c}{T_{con}^c + T^c + T^F} + N * \frac{V^F * K_{agr}^F}{T^c + T^F} < \frac{1}{S_{network}^{ADSL}} \quad (3)$$

$$K^{ADSL} * \frac{V^F * K_{agr}^F}{T^c + T^F} + \frac{V^c}{T_{con}^c + T^c + T^F} < \frac{1}{S_{network}^{ADSL}} \quad (4)$$

User's operating station CP executes express requests data processing.

$$z * V^n < \frac{1}{S^n} \quad (5)$$

Branch server CP apart from serving DBMS operation fulfills aggregation computing, local control and requests data processing computing through applications server.

$$g_{db}^F * \left(K_{db}^F * \left(V^F + V^F * K_{agr}^F + \frac{V^c}{T_{con}^c + T^c + T^F} + \frac{V_{con}^F}{T_{con}^F + T^F} \right) + V^n + V^F + \frac{V^F * K_{agr}^F}{T^c + T^F} + \frac{V_{lcon}^F}{T_{con}^F + T^F} \right) + g_{agr}^F * V^F + \frac{G_{agr}^F}{T^F} + \frac{G_{con}^F}{T_{con}^F + T^F} + G_{sa}^F * (1 - z) * V^n < \frac{1}{S_{pro}^F} \quad (6)$$

Average time of users' requests processing:

$$t_{average}^n = \frac{T}{q^n} * \left[S_{db}^F * \left(K_{db}^F * \left(V^F + V^F * K_{agr}^F + \frac{V^c}{T_{con}^c + T^c + T^F} + \frac{V_{con}^F}{T_{con}^F + T^F} \right) + V^n + V^F + \frac{V^F * K_{agr}^F}{T^c + T^F} + \frac{V_{icon}^F}{T_{con}^F + T^F} \right) + S^n * z * V^n + S_{agr}^F * V^F + \frac{S_{agr}^F}{T^F} + \frac{S_{con}^F}{T_{con}^F + T^F} + S_{sa}^F * (1 - z) * V^n + S_{network}^F * (z * V^n + (1 - z) * K_{sa}^F * V^n) \right] \quad (7)$$

Penalty for exceeding the global network traffic:

$$C^{ADSL} = \begin{cases} 0, & V^{ADSL} * T < V_{sub}^{ADSL}, \\ C^{ADSL} * (V^{ADSL} * T - V_{sub}^{ADSL}), & \text{where } V^{ADSL} = N * \left(\frac{V^c}{T_{con}^F + T^c + T^F} + \frac{V^F * K_{agr}^F}{T^c + T^F} \right) \end{cases} \quad (8)$$

Penalty for local control delay:

$$C_{con}^F = \begin{cases} 0, & T_{con}^F + T^F < T_{con}^F \\ C_{con}^F * T * \left(1 - \frac{T_{con}^F}{T_{con}^F + T^F} \right) \end{cases} \quad (9)$$

Penalty for global control delay:

$$C_{con}^c = \begin{cases} 0, & T_{con}^c + T^c + T^F < T_{con}^c \\ C_{con}^c * T * \left(1 - \frac{T_{con}^c}{T_{con}^c + T^c + T^F} \right) \end{cases} \quad (10)$$

Penalty for users' requests processing delay:

$$C_{average}^n = \begin{cases} 0, & t_{average}^n < T_{average}^n \\ C_{average}^n * (t_{average}^n - T_{average}^n) \end{cases} \quad (11)$$

Operation parameters $(T^F, T^c, T_{con}^F, T_{con}^c, z)$ shall be selected so as to reach penalty minimum sum.

$$S^{ADSL} + C_{con}^F + C_{con}^c + C_{average}^n \xrightarrow{(T^F, T^c, T_{con}^F, T_{con}^c, z)} \min \quad (12)$$

$$1 < T^F < T$$

$$1 < T_{con}^c + T^F < T$$

$$1 < T^c + 1 < T^F < T$$

$$1 < T_{con}^c + T^c + T^F < T$$

$$0 < z < 1$$

Based on the offered algorithms there was fulfilled distributed database operation parameters computing to minimize operating cost based on the following initial data.

DBMS: Enterprise Progress 9.1B28

Server: Intel 2 x Pentium III 800 RAM 512 RAID 5 OS Windows 2000 Server.

Client: Celeron 700 RAM 64 OS Windows 98

$T = 43200$ minutes (period)

$V^F = 1560$ (branch database initial data flow rate)

$V^n = 30000$ (flow rate of the branch's users data requests)

$q^n = 50000$ (users requests amount)
 $N = 3$ (number of branches)
 $V^c = 5000$ (center's reference table volume)
 $V_{lcon}^F = 25000$ (data volume being processed for local control computing)
 $V_{con}^F = 4000$ (data correcting volume after local control computing)
 $K_{agr}^F = 0.05$ (aggregation factor of the branch database)
 $K_{sa}^F = 0.1$ (relative data volume reduction upon fulfilling the request through applications server)
 $K_{db}^F = 30$ (ratio of recording speed to the reading speed of database)
 $K^{ADSL} = 5$ (ratio of ADSL data receive and communication speed)
 $S_{network}^{ADSL} = 1.53e-6$ (ADSL data communication time)
 $S_{network}^F = 2.38e-8$ (branch area communication time)
 $S_{db}^F = 1.05e-5$ (branch DBMS recording processing time)
 $S^n = 1.66e-5$ (user working station CP recording processing time)
 $S_{agr}^F = 4.16e-6$ (recording aggregation time)
 $S_{sa}^F = 2.00e-6$ (time of recording preprocessing time on database server)
 $S_{agr}^{F*} = 0.007$ (time of aggregated data block recording)
 $S_{con}^F = 0.05$ (time of local control block recording)
 $V_{sub}^{ADSL} = 2.10e+6$ (prepaid network traffic)
 $C^{ADSL} = 1.72e-5$ (payment for exceeding traffic network)
 $T_{con}^F = 60$ (tolerable delay of local control)
 $C_{con}^F = 0.29$ (payment for local control delay)
 $T_{con}^c = 1440$ (tolerable delay of central control)
 $C_{con}^c = 0.13$ (payment for central control delay)
 $T_{con}^n = 1$ (tolerable time for user's request processing)
 $C_{average}^n = 1000$ (payment for user's request processing delay)

$$T^F = 60$$

$$T^c = 300$$

$$T_{con}^c = 0$$

$$T_{con}^F = 0$$

$$z = 0$$

$$C^{ADSL} + C_{con}^F + C_{con}^c + C_{average}^n = 0$$

Thus, operation will be performed according to the next plan:

Every 60 minute (1 hour) there is fulfilled branch's data aggregation. With periodicity 360 minutes (6 hours) branches' aggregated data is replicated to the control center. With periodicity 360 minutes (6 hours) the global control is replicated from the control center to the branches. Local control is fulfilled with periodicity of 60 minutes (1 hour). Overall users' requests processing is executed on the database server.

Conclusion

Active developing the information technologies sets up prerequisites for creating and applying corporate information systems. Despite a large number of systems presented at the Russian market, the enterprises' management has to take decisions on elaboration of similar systems in retail trade area. In particular, it has the big practical importance.

In the result of the fulfilled work there have been formulated the criteria allowing to choose the base software meeting the requirements of the future corporate information system. Currently there were recommended DBMS Progress (v 9.1B), OC Windows XP for front end, OC Windows 2000 Server for a server and network protocol TCP/IP.

There has been developed the common model of distributed database for corporate information system of class ERP for control over branches' network and its operation's optimal characteristics computing methods.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Andreev AM, Berezkin DV, Kantonistov Yu.A. The choice of DBMS for building enterprise-level information systems based on the object paradigm. М.: Open systems. DBMS, 1998, №4 pp. 35-37.
- [2] Gary Hansen, James Hansen Databases: Development and management. Moscow: Binom, 2011, pp. 47-49.
- [3] Kulba VV, Kovalevsky SS, Kosyachenko SA, Sirotyuk V.O. Theoretical bases of designing optimal structures of distributed databases. М.: Sinteg, 1999, pp. 17-19.
- [4] Ladyzhensky G.M. Architecture of corporate information systems. М.: Open systems. DBMS, 1997, №5, pp. 41-43.
- [5] M. Tammer Ozu, Patrick Valduriz. Distributed and parallel database systems. М.: Open systems. DBMS, 1996, №4 pp. 51-52.
- [6] Pakhchanyan A. Introduction of electronic document management systems: problems and solutions. М.: Open systems. Director of IP, 2002, №1. pp. 63-35.
- [7] Pelikh AS Business plan or how to organize your own business. Moscow: Axis-89, 1998. pp. 36-38.
- [8] Polyakov K., Kim E. Features of the information structure of the trading enterprise. М.: Open systems. 2002, №9. pp. 93-95.
- [9] Toporets A.Yu. Designing corporate information systems of the ERP class for managing a network of geographically distributed branches. М.: IMASH, 2002. pp. 68-69.
- [10] Dyllick, T., Hockerts, K. Beyond the business case for corporate sustainability. Bus. Strategy Environ. 2015, pp. 130-141.
- [11] Maas, K., Crutzen, N.; Schaltegger, S. Special volume of the journal of cleaner production on 'Integrating corporate sustainability performance measurement, management control and reporting'. J Clean Prod. 2014, pp 65 -68.
- [12] Hahn, R. Integrating corporate responsibility and sustainable development. J. Glob. Resp. 2013, pp. 20 - 22.
- [13] Campopiano G., de Massis A., Cassia, L. Corporate social responsibility: A survey among SMEs in Bergamo. Procedia Soc. Behav. Sci. 2014, pp. 325-329.
- [14] Lisi I.E. Translating environmental motivations into performance: The role of environmental performance measurement systems. Manag. Account. Res. 2015, pp. 44 - 46.
- [15] Cohanier B. What qualitative research can tell us about performance management systems. Qual. Res. Account. Manag. 2014, pp. 380-391.
- [16] Montiel, I. Corporate social responsibility and corporate sustainability: Separate pasts, common futures. Organ. Environ. 2008, pp. 245-269.
- [17] Asif M., Searcy C., Zutshi A., Fisscher O.A.M. An integrated management systems approach to corporate social responsibility. J. Clean. Prod. 2013, pp. 56 - 59.

Найзабаева Л.К., Оразбеков Ж.Н., Нұржанов Ш., Сатымбеков М.Н. Туркен. Г.

Кәсіпорынның таратылған деректер қоры желілерін басқару үшін корпоративтік ақпараттық жүйе құру

Түйіндемe. Бұл мақалада ірі аумақтық сауда бөлшек желілері үшін, таратылған корпоративтік ақпараттық жүйесін құру мәселесі, сондай-ақ бөлінген деректер базасын жобалау және оның жұмыс істеу параметрлерін есептеу қаралды. Қазіргі кезде шағын кәсіпорындардың корпорацияларға интеграциялау үрдісі қарқынды дамуда. Корпорацияның ақпараттық жүйесі, әдетте, бірнеше аумақтық бөлінген бірліктердің жұмысын қамтамасыз етуі тиіс. Осыған байланысты орталықтандырылған деректер базасының сәулетін пайдалану мүмкін емес. Ақпараттық ресурстар үлестрмелі болу керек. Жүргізілген жұмыс нәтижесінде қалыптасқан критерийлер болашақ ТМД талаптарына сәйкес келетін негізгі бағдарламалық өнімдерді таңдауға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта біз СУБД Progress (v 9.1B), клиенттік бөлік үшін Windows XP, сервер үшін Windows 2000 Server және TCP / IP желілік протоколы ұсынылған.

Филиал желісін басқару және оның жұмыс істеуінің оңтайлы сипаттамаларын есептеу әдістері үшін, ERP класының бөлінген дерекқор құрылымының, корпоративтік ақпараттық жүйесінің жалпы моделі құрылды.

Түйінді сөздер: таратылған дерекқор, бизнес үдерісі, корпоративтік ақпараттық жүйе, дерек қорын басқару жүйесі (ДҚБЖ), деректер үлгілері, репликация.

Найзабаева Л., Оразбеков Ж.Н., Нуржанов Ш., Сатымбеков М.Н. Туркен. Г.

Распределенная база данных для корпоративной информационной системы управления сетью предприятий

Резюме. В данной статье рассматривается проблема построения корпоративной информационной системы для сети крупных территориально распределенных предприятий розничной торговли, а также рассмотрено проектирование распределенной базы данных и расчет параметров ее функционирования. В настоящее время активно протекают процессы интеграции мелких предприятий в корпорации. Информационная система корпорации, как правило, должна обеспечивать работу нескольких территориально распределенных подразделений. В связи с этим становится невозможным применение централизованной архитектуры базы данных. Информационные ресурсы должны стать распределенными. В результате выполненной работы были сформулированные критерии позволяют выбирать базовые программные продукты удовлетворяющие требованиям будущей КИС. На настоящий момент рекомендованы СУБД Progress (v 9.1B), ОС Windows XP для клиентской части, ОС Windows 2000 Server для сервера и сетевой протокол TCP/IP.

Разработана общая модель структуры распределенной базы данных корпоративной информационной системы класса ERP для управления сетью филиалов и методы расчета оптимальных характеристик ее функционирования.

Ключевое слово: Распределенная база данных, бизнес-процесс, корпоративная информационная система, система управления базами данных (СУБД), модели данных, репликация.

УДК 621.372

Г.Б. Кашаганова,^{2,3} А.У. Калижанова

¹Казахско-Американский университет,

²Институт информационных и вычислительных технологий АН МОН РК

³Алматинский университет энергетики и связи

Алматы, Республика Казахстан guljan_k70@mail.ru

КОМПЕНСАЦИЯ ДИСПЕРСИИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА

Резюме. Рассмотрены основные виды дисперсии в оптоволокне и влияние дисперсии на передачу сигнала, а также рассмотрены вопросы компенсации дисперсии в оптоволокне.

Ключевые слова: оптическое волокно, волоконно-оптическая линия связи, дисперсия, межмодовая дисперсия, хроматическая дисперсия, поляризационная модовая дисперсия, компенсация дисперсии.

Волоконно-оптические телекоммуникационные линии связи уже прочно вошли в современную жизнь. Применение специальных оптических волокон (ОВ) в системах связи уже достигло существенного прогресса, обещая еще немало новых возможностей использования в оборудовании сетей связи следующего поколения.

В основе функционирования оптических волоконных сетей лежит принцип распространения световых волн по оптическим световодам на большие расстояния. При этом электрические сигналы, несущие информацию, преобразуются в световые импульсы, которые с минимальными искажениями передаются по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС). Большое распространение подобные системы получили благодаря целому ряду достоинств, которые есть у ВОЛС по сравнению с системами передачи, использующими медные кабели или радиозфир в качестве среды передачи. Такая полоса дает возможность передавать потоки информации в несколько терабит в секунду. Важными преимуществами ВОЛС являются такие факторы, как малое затухание сигналов, позволяющее, при использовании современных технологий, строить участки оптических систем в сто и более километров без ретрансляции, высокая помехозащищенность, связанная с малой восприимчивостью оптического волокна к электромагнитным помехам, и многие другие.

Оптические волокна – один из основных компонентов ВОЛС. Они представляют собой комбинацию материалов, имеющих различные оптические и механические свойства. Внешняя часть волокна изготавливается обычно из пластмасс или эпоксидных композиций, сочетающих высокую механическую прочность и большой коэффициент преломления света. Этот слой обеспечивает механическую защиту световода и его устойчивость к воздействию внешних источников оптического излучения.

Основная часть стекловолокна состоит из сердцевины и оболочки. Материалом сердцевины служит сверхчистое кварцевое стекло, которое и является основной средой передачи оптических сигналов. Удержание светового импульса происходит вследствие того, что коэффициент преломления материала сердцевины больше чем у оболочки. Таким образом, при оптимально подобранном соотношении коэффициентов преломления материалов происходит полное отражение светового луча внутрь сердцевины.

Одним из факторов, сильно влияющих на качество передачи сигналов по оптической волоконке, является дисперсия. В общем случае, дисперсия – это "размывание" или растягивание светового импульса, происходящее во время передачи его в оптическом волокне. Дисперсия сильно ограничивает скорость работы оптических систем, заметно снижая граничную полосу пропускания. Чем меньше значение дисперсии, тем больший поток информации можно передать по волокну.

Дисперсия – это комплекс воздействий, обусловленных разными причинами. Причинами возникновения дисперсии являются: некогерентность источников излучения и появление спектра; существование большого количества мод (N).

Существует три вида дисперсии в оптическом волокне: межмодовая, хроматическая и поляризационная модовая. В зависимости от типа волокна в нем преобладает тот или иной вид дисперсии. На рисунке 1 приведен пример основным видам дисперсии.



Рис. 1. Виды дисперсии

Рассмотрим эти дисперсии подробно.

Межмодовая дисперсия. Межмодовая дисперсия имеет место в многомодовых волокнах, широко применяемых в системах ближней связи (локальных сетях, СКС) на расстояниях до нескольких сотен метров. Оптический импульс распространяется по нескольким путям (модам) с различными скоростями, что так же, как и в случаях хроматической и поляризационной дисперсии, приводит к уширению его спектра. Межмодовая дисперсия похожа на «замирание вследствие многолучевого распространения», которое возникает в беспроводных сетях из-за отражений от зданий и пр. Корпоративные сети достаточно разветвленные, и их стоимость сильно зависит от цены используемых соединений. Процессы соединения и сращивания многомодовых волокон гораздо «грубее» аналогичных процессов для одномодовых волокон и не требуют такого точного выравнивания, существенно удешевляя строительство сети. Появление дешевых 850 нм многомодовых VCSEL-лазеров также позволило снизить стоимость многомодовых линий. При этом, однако, приходится мириться с межмодовой дисперсией, вносящей заметный вклад при скоростях выше 4 Гбит/с.

Хроматическая дисперсия. Хроматическая дисперсия вносит заметные искажения при передаче 10 Гбит/с данных на длине волны 1550 нм на расстояние более 40 км. Различные спектральные компоненты информационного сигнала вследствие хроматической дисперсии распространяются с различными скоростями, что приводит к расширению его спектра. Традиционными способами борьбы с хроматической дисперсией в оптической области являются добавление секций волокна с дисперсией противоположного знака (по отношению к дисперсии в стандартном волокне), а также управление профилем показателя преломления (а тем самым и коэффициентом дисперсии) волокна. Однако все эти способы достаточно дорогие и «привлекательны» лишь для систем дальней связи.

Благодаря достаточно статичной природе хроматической дисперсии технологии оптической компенсации в основном стационарны.

Поляризационная модовая дисперсия. Поляризационная модовая дисперсия связана с поперечностью световых волн. Световую волну можно разложить на две компоненты, распространяющиеся в ортогональных плоскостях. Если геометрия волокна не идеально круглая, эти компоненты будут иметь различную скорость (вследствие двулучепреломления), и передаваемый импульс на приемном конце волокна окажется уширенным. Влияние поляризационной модовой дисперсии второстепенно по отношению к хроматической дисперсии и не очень существенно в современных волокнах из-за лучшего контроля геометрии в процессе производства. Однако искажения, вызванные поляризационной модовой дисперсией, могут оказаться значительными в старых одномодовых волокнах при переходе 2,5 Гбит/с систем связи на скорость 10 Гбит/с. Поляризационная модовая дисперсия имеет случайную природу и ее трудно компенсировать. Изгиб волокна, вибрации, изменение температуры – все это может изменить мгновенное значение поляризационной модовой дисперсии, поэтому системы ее компенсации должны быть адаптивными.

Компенсация дисперсии может быть выполнена несколькими методами.

В настоящее время предложено и исследовано большое количество способов компенсации дисперсии. Их можно разделить на следующие три класса [1]:

- способы компенсации дисперсии, основанные на управлении пространственным распределением дисперсии волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) для обеспечения нулевого суммарного (интегрального) значения дисперсии для всей линии;
- способы компенсации дисперсии, основанные на управлении передатчиком или приемником излучения;
- способы компенсации дисперсии, использующие нелинейные оптические эффекты для управления пространственно-временными характеристиками светового импульса.

Класс устройств, основанных на управлении пространственным распределением дисперсии волоконно-оптической линии связи для обеспечения нулевого суммарного значения дисперсии для всей линии, является наиболее удобным и находит наибольшее практическое применение.

Ко второму классу относятся устройства, использующие либо модуляцию передаваемого сигнала, либо специальную обработку сигналов на фотоприемнике для восстановления информации. Наиболее широко в этом классе применяются устройства компенсации дисперсии, основанные на внесении линейной частотной модуляции передаваемого сигнала (чирпировании сигнала), знак которой противоположен модуляции, возникающей в ОВ.

К классу нелинейно-оптических методов компенсации хроматической дисперсии относится инверсия спектра световых сигналов в середине линии связи. Принцип работы инверторов спектра основан на явлении обращения волнового фронта (ОВФ), которое заключается в преобразовании одной волны в другую с идентичным распределением амплитуды и фазы и с противоположным направлением распространения. ОВФ получают методом четырехволнового смешения [2]. В этом методе в нелинейной среде интерferируют четыре световых пучка. Три из них подаются извне: объектный пучок, который требуется обратить, и две опорные волны.

Наиболее распространенными устройствами для компенсации дисперсии ВОЛС являются:

- отрезки компенсирующего дисперсию волокна;
- устройства на основе волоконных брэгговских решеток с переменным периодом;
- интерферометрические устройства.

Мы более подробно рассмотрим устройства на основе волоконных брэгговских решеток с переменным периодом.

Компенсаторы на основе волоконных брэгговских решеток с переменным периодом привлекают в последнее время большое внимание исследователей своими большими потенциальными возможностями.

Волоконная брэгговская решетка – оптический элемент, основанный на периодическом изменении показателя преломления сердцевинки или оболочки оптического волокна. Принцип работы компенсаторов на основе волоконных брэгговских решеток с переменным периодом поясняет рис. 2.

Он основан на том, что компоненты с различной длиной волны отражаются от различных участков решетки и, таким образом, проходят различный путь. Решетки записываются (прочерчиваются) в волокне с использованием фоточувствительности определенных типов оптических волокон. Обычное кремниевое волокно при добавлении примеси германия становится чрезвычайно фоточув-

ствительным. Подвергая это волокно воздействию ультрафиолетового света, можно вызвать изменения показателя преломления в сердцевине волокна. В таком волокне решетка может быть создана с помощью облучения волокна двумя интерферирующими ультрафиолетовыми пучками. Это заставляет интенсивность излучения изменяться периодически по длине волокна. Там, где интенсивность высокая, показатель преломления увеличивается, а где она мала, показатель остается без изменений [3].

Фазовый сдвиг в компенсаторах на волоконных решетках зависит от модуляции интервалов между зонами с повышенным показателем преломления в решетке. Если эти интервалы возрастают вдоль волоконной решетки, то длинноволновая часть сигнала проникнет глубже в решетку, прежде чем полностью отразится. Это приводит к задержке длинноволновых составляющих относительно коротких. Если расстояние между коротковолновой и длинноволновой частями решетки составляет 1 мм, то длинноволновые составляющие будут задержаны приблизительно на 10 пс.

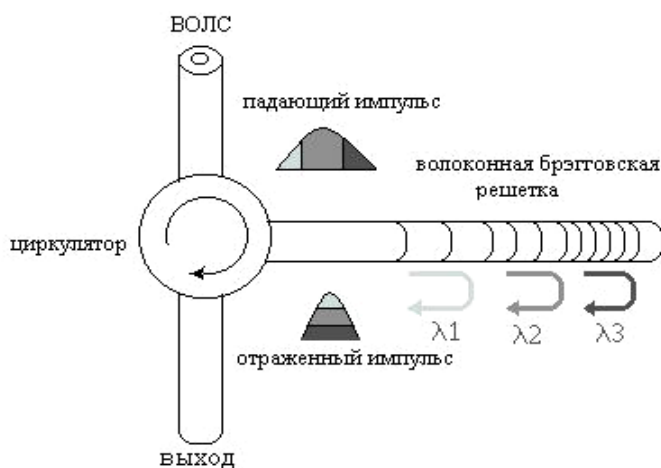


Рис. 2. Волоконная Брэгговская решетка, предназначенная для компенсации дисперсии

Так как период решетки изменяется вдоль волокна, то и условия отражения для различных спектральных компонент выполняются на разных участках. Для компенсации положительной дисперсии стандартного одномодового волокна используются решетки, в которых коротковолновые составляющие световой волны отражаются в точке, расположенной дальше от начала устройства, чем точка, в которой отражаются длинноволновые составляющие. Тем самым коротковолновые составляющие задерживаются относительно длинноволновых составляющих.

В идеале желательно получить решетку, которая вносит большую дисперсию для широкого диапазона длин волн для применения в системах передачи WDM и DWDM. Максимальная задержка, которая может быть получена с помощью решетки, составляет 1 нс. Эта задержка соответствует произведению дисперсии, вносимой решеткой и длины волны, на которой она возникает. Следовательно, можно получить решетки, которые вносят большую дисперсию для малых диапазонов волн, 1000 пс/нм в диапазоне 1 нм, или малую дисперсию в больших диапазонах волн, например, 100 пс/нм в диапазоне 10 нм. Заметим, что 100 км стандартного волокна вносят общую дисперсию 1700 пс/нм. Поэтому на практике для того, чтобы использовать решетки с линейно изменяющимся периодом для оптического волокна длиной несколько сотен километров, они должны быть очень узкодиапазонными, т.е. необходимо использовать разные решетки для различных длин волн.

Поэтому решетки с линейно изменяющейся постоянной идеально подходят для компенсации отдельных длин волн. Напротив, компенсирующее волокно лучше подходит для компенсации широкого диапазона длин волн в системах WDM и DWDM. Однако, по сравнению с решетками с линейно изменяющейся постоянной, DCF вносят большие потери и дополнительные задержки из-за увеличивающихся нелинейностей.

Фазовый сдвиг, вызываемый волоконной решеткой, можно настраивать изменяя интервалы между зонами с повышенным показателем преломления, изменяя показатель преломления самого волокна и воздействуя на оба эти фактора одновременно. Действуя по отдельности, или одновременно, можно изменять положение точки отражения для конкретной длины волны в ОВ. Такие решетки с переменным периодом называются chirпированными.

Эти устройства могут быть компактными. Решетка длиной 5 см, в принципе, может компенсировать дисперсию в системе длиной 300 км с внешней модуляцией и скоростью передачи 10 Гбит/с.

Но волоконные брэгговские решетки имеют и существенные недостатки:

– решетки изготавливаются фотоспособом из фоточувствительного ОВ, со временем под действием световых сигналов происходит нарушение решетки (размывание);

– у большинства компенсаторов на основе волоконных решеток имеется недостаток, заключающийся в том, что сигнал с компенсированной дисперсией отражается в обратном направлении, поэтому для отделения входа от выхода нужно использовать оптический циркулятор;

– для нормального функционирования устройства на основе волоконных брэгговских решеток необходима стабилизация температурных условий, что увеличивает общую стоимость компенсатора.

Делая вывод можно сказать, что растет интерес к новым методам компенсации дисперсионных искажений связан с грядущим повышением канальной скорости передачи информации с 10 Гбит/с до 40 Гбит/с в TDM сетях и до 100 Гбит/с в Ethernet ориентированных сетях. Как известно, при повышении канальной скорости в n раз необходимо уменьшить коэффициенты поляризационной модовой дисперсии и межмодовой дисперсии а также увеличить отношение сигнал/шум также в n раз, но коэффициент хроматической дисперсии необходимо уменьшить в n^2 раз.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Г.П.Агравал. Нелинейная волоконная оптика. – М., Мир, 1996.
- [2] Зельдович Б.Я., Шкунов В.В. Обращение волнового фронта. – В мире науки, 1992
- [3] Электронный ресурс <http://opticlecom.ru>
- [4] http://www.dfs-group.ru/optical_fiber/
- [5] <http://www.optoland.ru/2007/04/22/rukovodstvo-polzovatelya-povolokonno-opticheskim-kabelyam-i-tehnologiyam/>
- [6] <http://www.fiber-optics.info/fiber-history.htm>

Қашағанова Г.Б., Калижанова А.У.

Талшықты Брэгг торлары арқылы дисперсияны компенсациялау

Түйіндемe. Мақалада оптикалық талшықтағы дисперсия түрлері және олардың сигналдардың өтуіне әсерлері қарастырылған. Сонымен қатар оптикалық талшықтағы дисперсияны компенсациялау сұрақтары қарастырылған.

Кілтiк сөздер: оптикалық талшық, талшықты оптикалық байланыс желілері, дисперсия, мод арасындағы дисперсия, хроматикалық дисперсия, поляризациялы мод дисперсиясы, дисперсия компенсациясы.

Kashaganova G., Kalizhanova A.U.

Dispersion compensation based on fiber bragg gratings

Summary. The article describes the main types of dispersion in the optical fiber and the effect of dispersion on the transmission signal. As well as the issues in the dispersion compensation fiber.

Keywords: optical fiber, optical fiber link, dispersion, intermode dispersion, chromatic dispersion, polarization mode dispersion, dispersion compensation.

УДК 621.36

С.В. Ибрагимова, С.Б. Есимханов, С.А. Такенов

(Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова,
Республика Казахстан, mashkinasvetlana@rambler.ru)

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ

Резюме. Быстрые темпы индустриализации большей части стран мира и, как следствие, глобальное движение в защиту экологии становятся причинами повышенного спроса на высококачественные сорбенты. Наиболее распространенным и универсальным из них является активированный уголь. В связи с несовершенством существующих технологий и ограниченными запасами сырья активно ведутся исследования в направлении создания новых способов по получению углей. Известны перспективные разработки в этой области науки, которые показали устойчивые результаты при проведении экспериментов в лабораторных условиях. Для реали-

• Технические науки

зации нового электротехнологического способа производства активированного угля в промышленном масштабе разработана технологическая схема процесса.

Ключевые слова: технологический процесс, активированный уголь, электротехнология.

Самыми эффективными для очистки воды принято считать активированные угли. Активированный уголь, обладающий не только свойствами поглощения веществ, но и имеющий способность к регенерации и утилизации без вреда на окружающую среду, является уникальным сорбентом.

Мировой спрос на активированный уголь ежегодно увеличивается, чему способствует все более активное его применение в потребляющих отраслях (очистка воды, воздуха, фармацевтика, пищевая и перерабатывающая промышленности). По данным ведущих аналитических компаний, потребление активированного угля в мире за последние десять лет увеличилось более чем на 12%.

На сегодняшний день казахстанская статистика не располагает базой данных о состоянии рынка активированного угля в стране. Так как потребность промышленности Республики Казахстан в данном виде сорбента примерно равна российской, авторы статьи считают возможным основываться на данных аналитических компаний относительно производства, потребления, объемов экспорта и импорта углей в Российской Федерации.

Исследования, проведенные Alto Consulting Group, показывают динамику изменения спроса на данный продукт, исходя из объемов производства (рисунок 1).

Наиболее качественные угли производят такие компании, как: Calgon Carbon Corporation (США), Chemviron Carbon; Norit Activated Carbon (Нидерланды); Silcarbon Aktivkohle (Германия); Сесе (Франция); Pica U.S.A. Inc. (США). Азиатские страны: Китай, Шри-Ланка, Таиланд, Филиппины и Индонезия – являются основными экспортерами активированного угля высокого качества, сделанного из скорлупы кокосовых орехов. Крупнейшими российскими производителями являются следующие компании: ОАО «Сорбент», ООО Пермский завод сорбентов «УРАЛХИМСОРБ», ООО «Активные угли ТЕХНОСОРБ», ЗАО «Экспериментальный химический завод», ЗАО «КарбоникаФ».

В Республике Казахстан известен один крупный производитель активированного угля - компания «Dolce-pharm».



Рис. 1. Объемы производства активированного угля (активного) в РФ

По данным компании BusinesStat, увеличение экспорта российского активированного угля с 2009 по 2015 гг составило от 0,7 до 2,2 тыс. тонн. По источникам Федеральной таможенной службы РФ, например, в 2015 году основными покупателями российского активированного угля были Казахстан и Польша, на долю которых приходилось 25,5 и 22,7 % всех экспортных поставок данной продукции соответственно. В Бельгию было вывезено 21,4%, а в Узбекистан – 12,8%. Если ситуацию отражать в стоимостном эквиваленте, то экспорт активированного угля из России вырос в 2,4 раза: с 1,9 до 4,5 млн.долл.США. По прогнозам того же агентства, в 2014-2018 г.г. экспортная выручка будет

расти в среднем на 9,4 % ежегодно и в 2018 году экспорт активированного угля составит 7 млн. долл. США, что превысит значение 2013 года на 56,4 % [1].

Масштабы использования активированного угля постоянно увеличиваются, одновременно растет и его стоимость, которая в зависимости от типа продукта находится в пределах 850 - 2100 тенге/кг. Высокая цена определяется стоимостью исходного сырья (редкие виды ископаемых углей, древесина, скорлупы кокосовых и других орехов), объемы которых весьма ограничены, а также особенностями производственного процесса получения углей.

Существующие методы получения активированных углей характеризуются сложной технологической цепочкой обработки исходного сырья.

Известны способы нагрева активированного угля в печах различного типа, использующих для нагрева топочные газы и пар. Недостатками этих способов и устройств являются низкие тепловые КПД, высокие потери активируемой массы за счет истирания и угара – до 7÷10 % за один цикл нагрева, сложность достижения однородности нагрева всей массы и измерения ее температуры.

Термохимический метод заключается в нагреве материала с его предварительной пропиткой специальным раствором хлорида, цинка или карбоната калия (рисунок 2).

Обработка материала углекислым газом или прогретым паром температуре 800 – 900 градусов. Данный способ является редко применимым, так как технически непросто получить парогазовый агент, который имеет температуру 800 – 900 градусов.

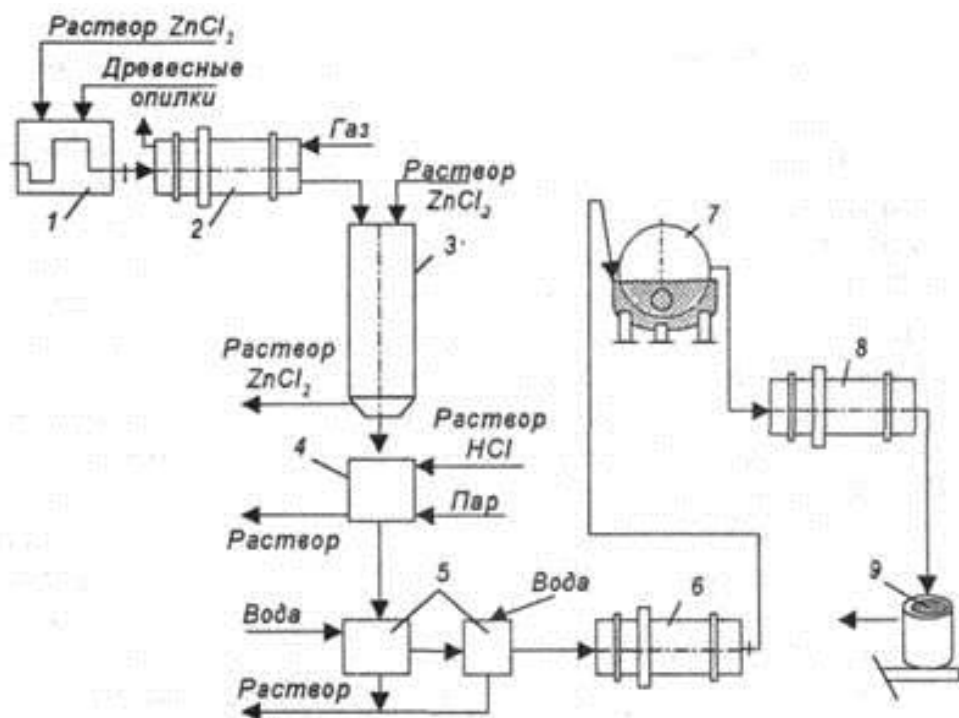


Рис. 2. Схема производства активированных углей способом хлорцинковой активации

Одним из наиболее распространенных является смешанный метод получения активированного угля. Способ состоит в одновременной подаче перегретой смеси газов с постоянным нагревом материала в реакторе без доступа кислорода (рисунок 3). При этом органические вещества удаляются и остаются неорганические составляющие в виде структуры из микропор.

У данного метода есть недостатки: большие объемы экологически опасных отходов и высокая стоимость получаемого активированного угля, так в его стоимость входит необходимость приобретения химических реактивов.

Исследования электрофизических свойств активированных углей разных марок, полученных из широкого спектра сырьевых ресурсов, проведенные в Алматинском университете энергетики и связи, позволили разработать новый способ получения активированного угля косвенным электрическим нагревом с последующим переходом на прямой электрический нагрев [2].

Недостатком этого способа является ограниченный срок службы ТЭНов, оболочки и стержни которых вступают в химические реакции с образующимися газами и изнашиваются вследствие их низкой жаростойкости. Также рабочее пространство установки загружено электродами, что исключает возможность перемешивания материала в процессе обработки.

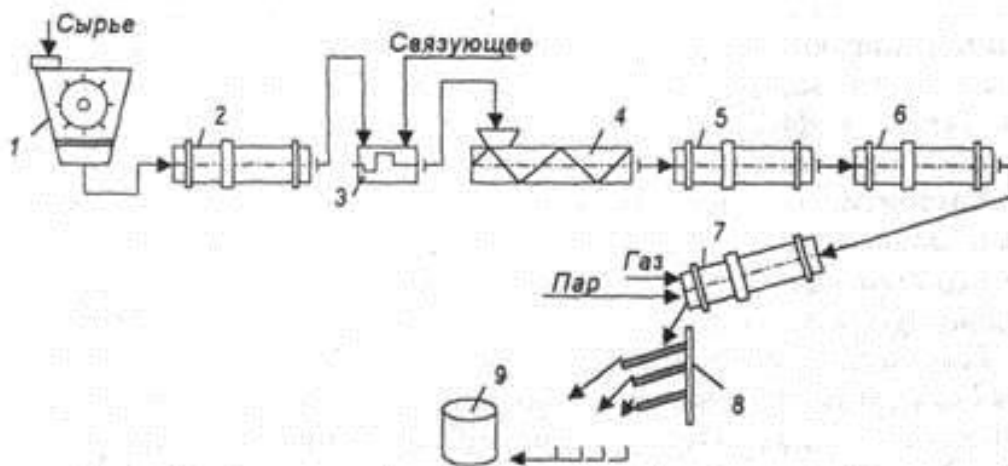


Рис. 3. Схема производства активированных углей с парогазовым активированием

Решение проблемы обеспечения дешевым и качественным активированным углем мы видим в развитии новых методов производства, обеспечивающих полную и однородную обработку исходного материала в точно контролируемые промежутки времени, малую энергоёмкость и экологически безопасную схему процесса. Использование дешевых, широкодоступных сырьевых ресурсов, способствует дополнительному увеличению объемов производства активированного угля и снижению его стоимости. В развитии этого направления известен способ, основанный на технологии, известной из предварительного патента РК № 18852 «Способ Болотова получения активированного угля и устройство для его осуществления».

Особенность способа заключается в следующем. В дисперсное неэлектропроводное сырьё вводится инициатор процесса - электропроводный уголь, образующий проводники, расположенные слоями внутри нагреваемого объёма между электродами. При пропускании по ним тока сырьё подвергается вначале косвенному нагреву от дисперсных угольных резисторов и от массивных электродов, нагреваемых тем же током, что протекает через дисперсные проводники. После карбонизации сырья его частицы, ставшие электропроводными, создают общую объёмную проводимость и подвергаются дополнительно прямому нагреву проходящим по ним током по закону Джоуля – Ленца до требуемых по технологии температур. Соблюдение оптимального электрического и температурного графика процесса нагрева, количества и периодов подачи активирующего агента контролируется по показаниям электрических приборов, термопар, расходомера и обеспечивается регулированием плотности тока в объёме материала, открытием клапанов подачи газов и наложением вибрационных импульсов на обрабатываемый объём [3].

Созданная блок-схема процесса, включает очистку, сушку, подготовку и загрузку сырья, технологический реактор, источник питания, систему сбора газов, систему регистрации параметров процесса, систему автоматического управления источником питания, систему защиты технологического реактора, выгрузку готового продукта, его транспортировку в хранилища и деление на фракции (рисунок 4) [4].

Технологический процесс реактора проводится в следующей последовательности операций:

- 1) Установление объёма загрузки сырья.
- 2) Определение соотношения зерна – активатор по объёму.
- 3) Загрузка реактора, контроль объёма.
- 4) Задание уставок расчетного тока, времени работы на каждом значении тока, тест блока автоматического управления РПН трансформатора, тест готовности РПН, тест блока защиты реактора и источника питания, фиксирование показаний счетчика активной энергии.
- 5) Запуск реактора в автоматическом режиме.

6) Слежение за ходом процесса протекания реакции электротехнологической установки при помощи персонального компьютера, с использованием соответствующего программного обеспечения.

7) Выдержка продукта в автоматическом режиме при температурах активации в диапазоне 850 - 950°C в течение заданного времени.

8) Разгрузка активированного угля, транспортировка и одновременное остывание в винтовых конвейерах, разделение на фракции.

9) Фасовка и упаковка готового продукта.

В углях, полученных данным способом, присутствует весь спектр известных видов пор, и, следовательно, они могут быть применимы для решения различных технологических задач. Дополнительным преимуществом полученного нового сорбента является способность хорошо держаться на поверхности воды, что может быть применимо при сборе разлитых нефтепродуктов.

Обработка воды активированным углем показала следующие результаты: уменьшение общей жесткости с 10 до 7 мг/экв, сухого остатка с 419 до 295 мг/дм³ при норме, соответственно, 7 мг/экв и 1000 мг/дм³. Также, нужно отметить, после обработки активированным углем происходит снижение содержания в воде никеля, молибдена, марганца, кобальта. Анализ данных по сорбции золота свидетельствует о том, что все образцы углей обладают характеристиками на уровне стандартного угля «Норит».

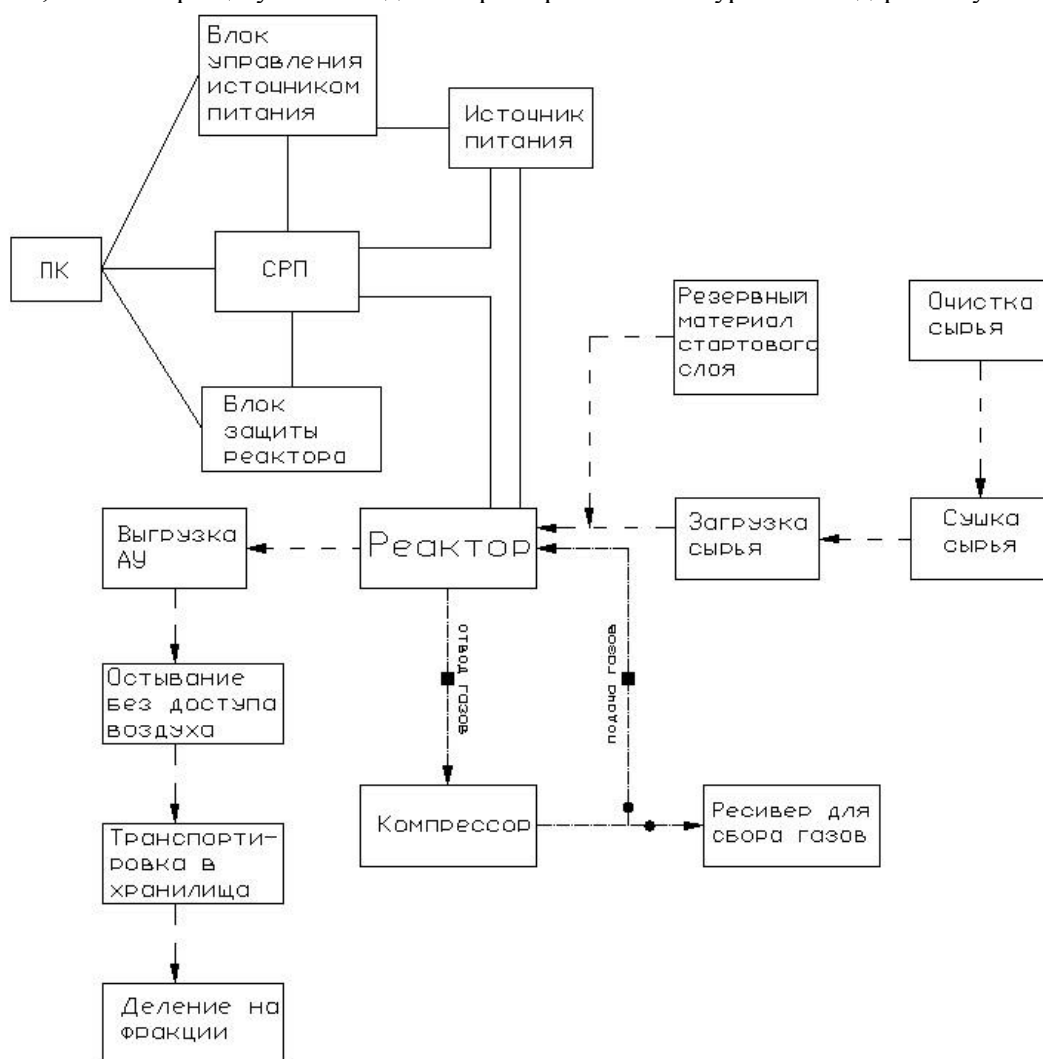


Рис. 4. Блок-схема процесса получения активированного угля с применением стартового слоя

Заключение

Техническим результатом рассмотренного метода является получение активированного угля из неэлектропроводного сырья растительного происхождения, как например, выведенных из пищевого оборота пшеницы, ячменя, ржи, риса, рапсовых отходов и оптимизация длительности процесса, расхода элек-

троэнергии, активирующих материалов, повышение однородности и качества готовой продукции, сокращение потерь сырья с одновременным получением газов содержащих углеводороды. Полученные угли обладают большой удельной поверхностью, что определяет высокую сорбционную способность углей и применимость в широком перечне технологических процессов. Выход одной тонны угля из трех тонн зерновых материалов характеризует этот технологический процесс как исключительно рентабельный и влечет за собой значительные выгоды для экономики Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ибрагимова С.В., Вахитов Р.М., Улыбин П.В.. Перспективы открытия новых производств по получению активированного угля. Сборник научно-аналитических статей «Теория и практика институциональных преобразований в России», Казанский государственный технический университет им. Н.Туполева, №6, 2016. – С.21-25.

[2] Предварительный патент РК № 14189 KZ. Способ нагрева активируемой массы при производстве и регенерации дисперсных активных углей и устройство для его осуществления. Болотов А.В.и др.: Бюл. № 4. – 6с: ил.

[3] Предварительный патент РК № 18852. Способ Болотова получения активированного угля и устройство для его осуществления. Болотов А.В., Болотов С.А.: Бюл. №10. – 7с: ил.

[4] Машкина С.В. Электрический нагрев неэлектропроводного дисперсного сырья при производстве активированного угля: дис. ... канд.техн.наук. - Алматы, 2009. – 127 с.

Ибрагимова С.В., Такенов С.А.

Белсендірілген көмірді өндірудің жаңа өнеркәсіптік әдістерін әзірлеудің өзектілігі

Түйіндеме. Әлемнің көптеген елдерінің индустрияландыру қарқындылығы және соның салдарынан қоршаған ортаны қорғауға арналған ғаламдық қозғалысы жоғары сапалы сорбенттерге деген сұраныстың артуының себептері болып табылады. Олардың ең көп таралған және әмбебап түрі белсендірілген көмір болып табылады. Қолданыстағы технологиялардың жетілмегеніне және шектелген шикізат қорына байланысты көмірді өндірудің жаңа әдістерін жасау бағытында белсенді түрде зерттеулер жүргізілуде. Зертханалық жағдайларда жүргізілген ғылыми тәжірибелер кезінде тұрақты нәтижелер көрсеткен осы саладағы перспективалық зерттемелер белгілі. Өнеркәсіптік ауқымда белсендірілген көмірді өндірудің жаңа электротехнологиялық әдісін енгізу үшін технологиялық ағын сұлбасы әзірленді.

Түйінді сөздер: технологиялық үрдіс, белсендірілген көмір, электротехнология.

Ibragimova S.V., Takenov S.A.

The urgency of developing new industrial methods for producing activated carbon

Summary. The rapid pace of industrialization of the world's most countries, as a consequence, the global movement for the protection of the environment, are the reasons for the increased demand for high-quality sorbents. The most common and universal of these is activated carbon. Due to the imperfection of existing technologies and limited supplies of raw materials, research is actively being conducted in the direction of creating new methods for obtaining coals. Promising developments in this field of science are known, which have shown stable results in the laboratory experiments. To implement a new electrotechnological method of producing activated carbon on an industrial scale, a process flow diagram has been developed.

Keywords: technological process, activated carbon, electrotechnology.

УДК 621.878

Р.А. Козбагаров, Н.С. Камзанов, А.Е. Турсынбеков

(Сәтбаев университеті, Алматы, Республика Казахстан, gystem_1968@mail.ru)

КОНСТРУКЦИЯ НОЖЕВЫХ СИСТЕМ СКРЕПЕРА И СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА

Аннотация. Конструкция ножевых системы скрепера позволяет считать наиболее перспективным направлением развитие комбинированных ножевых систем, которые органично сочетают достоинства прочной и жесткой традиционной ступенчатой ножевой системы, и системы, обеспечивающей интенсификацию завершающей стадии копания.

Ключевые слова: Скрепер, нож, ковш, грунт, копания.

Развитие народного хозяйства Республики Казахстана во многом сдерживается отсутствием разветвленной сети современных автомобильных дорог различного класса и назначения. Поэтому

исследования, способствующие развитию сети автомобильных дорог, представляются весьма актуальными и охватывают значительную область науки, техники и производства.

При решении данной задачи необходимо иметь надежные, высокоэффективные и высокопроизводительные землеройно-транспортные и тяговые машины отечественного производства, стоимость которых существенно ниже стоимости зарубежных аналогов, к числу таких машин относятся скреперы, на долю которых приходится до 20 % общего объема земляных работ.

Скрепер является землеройно-транспортной машиной циклического действия, выполняющей в процессе её движения резание грунта, накопление его в ковше, транспортирование и выгрузку, иногда с разравниванием и уплотнением в грунтовой отвал или сооружение. Скреперы широко применяются в дорожном строительстве для возведения насыпей и разработки выемок; в гидротехническом строительстве для рытья котлованов и сооружения дамб и плотин; в промышленном и гражданском строительстве для разработки котлованов, траншей и строительных площадок; на вскрышных работах для срезки и рекультивации верхнего слоя грунта при добыче полезных ископаемых, а также на различных вспомогательных работах [1, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 14].

Повышение производительности скрепера возможно путём увеличения геометрической вместимости ковша - ёмкости передней заслонки, длины самого ковша. Однако вышеупомянутые мероприятия ведут к незначительному снижению сопротивления наполнению и увеличению набираемого в ковш грунта только для песчаных малосвязных грунтов. Это объясняется неизменностью характера проникновения грунтовой стружки в ковш. Так, для скреперного ковша с глубокой передней заслонкой и увеличенной длиной днища загрузке тяговым усилием, картина заполнения (физическая сущность процесса) остается прежней. На заключительном или близком к ней этапе грунта поднимается на определённую высоту и осыпается под углом внутреннего трения. При этом в зонах передней заслонки и задней стенки наблюдаются пустоты, заполнение которых связано с большими энергетическими затратами, обусловленными необходимостью проталкивания столба грунта в ковше на высоту, большую расчётной для данной машины.

В работе [2] предлагается наиболее простой и надёжный, по мнению автора, способ заполнения ковша скрепера увеличенной вместимости. Особенностью процесса заполнения ковша является разделение процесса на несколько этапов, в данном случае на два, путём использования для этого задней стенки ковша. Основной идеей предлагаемого способа является заполнение наиболее удалённых от зева полостей ковша (передней глубокой заслонки, полости задней стенки) при минимально-возможной высоте подъёма грунтового пласта. Заполнение удалённых частей ковша, происходящее при меньшей высоте подъёма пласта, а значит, и более низких силовых параметрах обеспечит меньшие, в сравнении с традиционным способом, энергетические показатели процесса.

Изменение конструкции НС скрепера оказывает существенное влияние на процесс отделения грунта от массива, наполнение ковша и призмобразование.

Работы [2,3] по исследованию и разработке новых технических решений (ТР) ножевых систем (НС) скреперов ведутся главным образом в направлении совершенствования формы НС и установления её рациональных параметров в зависимости от грунтовых условий. Большой объём исследований в этом направлении объясняется универсальностью, простотой и дешевизной изготовления разработанного рабочего органа (РО), что способствует практической реализации ТР этого направления.

Вторым направлением работ по исследованию и поиску новых конструктивных решений НС скрепера является применение активных режущих органов. Под активными режущими органами подразумеваются режущие элементы, к которым осуществляется дополнительный подвод энергии. Это могут быть цепные, роторные, дисковые и другие режущие элементы, имеющие резервы повышения эффективности процесса резания, но не получившие широкого распространения ввиду усложнения конструкции.

Совершенствование НС скрепера ведётся главным образом в рамках первого направления. Результатом исследований в этой области является известное в настоящее время множество НС, обеспечивающих в той или иной мере для соответствующих грунтовых условий повышение эффективности рабочего процесса скрепера.

Скреперы рационально использовать при дальностях транспортирования грунта от 100 метров до 5 километров [2, 15]. Применение этих машин в указанном диапазоне даёт минимальную стоимость разработки грунта по сравнению с любым видом землеройной техники.

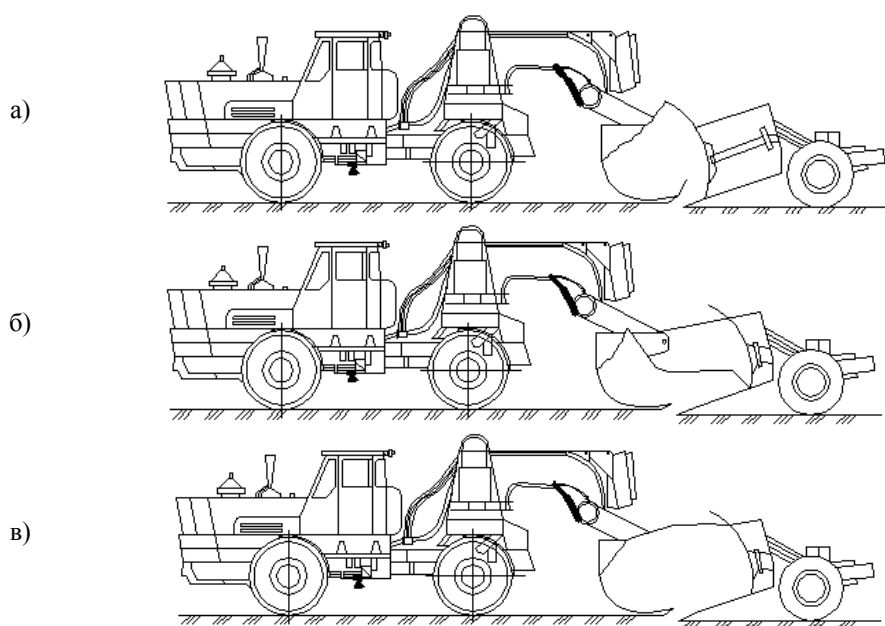
Проведению каждого опыта предшествовало определение числа ударов $C_{уд}$ ударником ДорНИИ и определялись физико-механические характеристики грунта. Замер осуществлялся в нескольких местах по пути и ширине копания.

Согласно ГОСТ 13262-79 (ИСО 5005) [6, 7] производилась разработка траншей длиной 50 м и глубиной в средней части 1,6 м.

Испытания состояли из 4-х серий опытов (для данного типа грунта).

Первая серия - копание грунта (чернозём, суглинок) традиционным способом с НС с одним, центральным выступающим ножом (ВН). Вторая серия опытов - копание грунта (чернозём, суглинок) традиционным способом с НС с двумя ВН. Третья и четвёртая серии соответственно - заполнение ковша грунтом согласно двухэтапной технологии при традиционной НС и НС с двумя ВН (рисунки 1,2).

Производился замер объёма набранного в ковш грунта, длины пути копания, времени процесса копания, транспортирования, I выгрузки, холостого хода, расхода топлива, размеров траншеи, объёмов боковых валиков и определялась производительность. Копание осуществлялось без использования толкача [10, 12, 13,].



а - заполнение передней части ковша (I этап); б - отодвижение задней стенки;
в - заполнение емкости ковша (II этап)

Рис. 1. Принципиальная схема работы скрепера при заполнении ковша в два этапа

Для определения объёмов, набранного грунта в ковш и переднюю заслонку производилась зарисовка контуров грунта в ковше на продольном и поперечном профилях ковша. Для повышения точности замеров на боковых и задней стенках была нанесена белой краской сетка со стороной квадрата 100 мм. Длина пути копания определялась при помощи вешек, разбивка поля которыми была выполнена с шагом 2,5 м. Общий вид рабочего органа скрепера с НС с двумя ВН представлен на рисунке 2. Расход топлива для процессов копания, транспортировки, выгрузки и холостого хода определялся методом доливки. Лучшее заполнение ковша достигался на более плотном, суглинистом грунте. Это объясняется меньшей разрыхляемостью грунта. Использование НС с двумя ВН и комплексное совершенствование конструкции НС и технологии заполнения по данным испытаний обеспечивает увеличение объёма, набираемого в ковш грунта соответственно на 5-6% и 17-19% для чернозёма, 7-8% и 21-23% для суглинка. Путь и время копания при заполнении ковша в два этапа увеличиваются на 17-19%. Традиционный способ ведения скреперных работ по снятию верхнего растительного слоя (чернозёма) и при разработке суглинка характеризуется более интенсивным заполнением задней части ковша и неудовлетворительным заполнением передней части ковша - заслонки.

В отличие от традиционного способа, заполнение ковша в два этапа исключает этот существенный недостаток. Высота грунта, заполнившего ковш при двухэтапном способе и НС с двумя

ВН, практически одинакова по длине и ширине ковша. Заполнение полости передней заслонки осуществляется при высоте поднимаемого грунтового пласта, не превышающей высоту задней, традиционной стенки и составляющей для скрепера ДЗ-77А - 1,05-1,15 м.

Установлено, что для предложенного способа заполнения ковша целесообразно применение передней заслонки увеличенной вместимости. В случае применения традиционной заслонки на первом этапе заполнения вырезаемый НС пласт находится в условиях клинящего воздействия, оказываемого весовой составляющей грунта, находящегося в полости заслонки. Это обуславливает повышенные сопротивления при заполнении и, как следствие, недостаточное наполнение передней части ковша и уход части грунта в призму волочения. При этом выглубление рабочего органа, вывешивание задней части скрепера как на этапе заполнения передней части ковша, так и при заполнении основного ковша в процессе проведения опытов не отмечено.

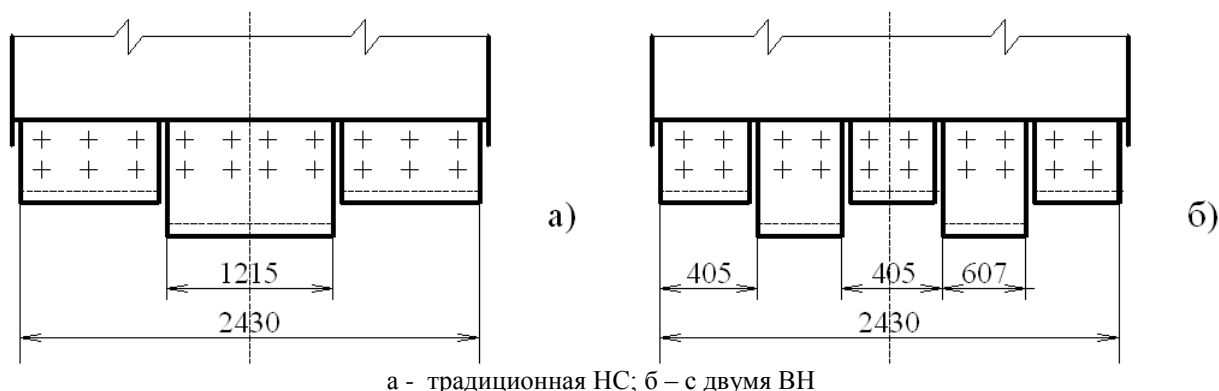


Рис. 2. Форма и размеры НС и ВН ковшей скреперов

По результатам испытаний установлено, что техническая производительность для скрепера традиционного типа при разработке суглинистого грунта составляет 58,32м³/час. При копании грунта согласно двухэтапной технологии при мелкой заслонке и НС с двумя ВН техническая производительность составила 67,97м³/час, что выше по сравнению традиционным способом копания и конструкцией НС в среднем на 16,51%.

Важными достоинствами предлагаемого способа заполнения ковша и конструкции рабочего органа для его эффективной реализации является то, что набранный в полость передней заслонки грунт способствует повышению сцепного веса тягача в начале процесса заполнения, а увеличение длины днища передней заслонки будет оказывать уплотняющее воздействие на вырезаемую из массива стружку (аналогичное воздействие оказывает призма грунта при традиционной конструкции РО).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Турдалиев А.Т., Козбагаров Р.А., Абибуллаев А.Н. Анализ исследования износа режущих элементов землеройно-транспортных машин. Вестник КазНУ, Алматы, 2016 г. №4 (116), - С.187-190.
- [2] Нилов, В.А. Скреперные агрегаты. Исследования прицепного скрепера с изменяемым сцепным весом и ножевой системой. - Воронеж : ВАИУ, 2015.- 191 с.
- [3] Артемьев К.А., Борисенков В.А. Теория и расчет скреперов и скреперных агрегатов: учебное пособие - Воронеж: ВГУ, 2015. - 344 с.
- [4] Хмара Л.А., Соколов И.А., Деревянчук М.И., Карпушин С.А. Особенности процесса заполнения ковша скрепера при двухстадийной технологии загрузки ковша // Придніпровський науковий вісник. -1998. - №67 (134). - С.34-39.
- [5] Хмара Л.А., Карпушин С.А. Математическое моделирование процесса заполнения грунтом ковша скрепера в две стадии // Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. – вып.10. - Днепропетровск: ПГАСиА. - 2000. - С. 43-53.
- [6] ГОСТ 27536-87 (ИСО 7133-85). Самоходные скреперы. Термины, определения и техническая характеристика для коммерческой документации. - Введ. 01. 01. 89. -М.: Изд-во стандартов, 1988. - 17с.
- [7] ГОСТ 13262-79 (ИСО 5005). Скреперы прицепные. Правила приемки и методы испытаний. - Взамен ГОСТ 13262-67; введ. 01. 01. 81. - М.: Изд-во стандартов, 1979. - 22 с.
- [8] Allis-Chalmers Construction Machinery & ... Publisher: MBI Publishing Company [Crestline], Osceola. Publication Date: 1998

[9] Construction Equipment and Methods. Spring 2003. ... TEXTBOOK: "Construction Planning, Equipment, and Methods," by Peurifoy, R., and Schexnayder, C., 2002.

[10] Жарбасов Р.Т. Методика экспериментальных исследований по выявлению влияния ступенчатых ножевых систем и двухстадийной технологии на процесс заполнения ковша скрепера / Научный журнал Вестник КазНТУ - Алматы, 2010.-№ 1-2(31). – С. 87-91.

[11] Турдалиев А.Т., Абибуллаев А.Н. Анализ исследования износа режущих элементов землеройно-транспортных машин. Вестник КазНТУ, Алматы, 2016 г. №4 (116),-С.187-190.

[12] Козбагаров Р.А., Таран М.В. Процессы воздействия рабочих органов землеройных машин со средой. Сборник материалов Международной научно - практической конференции «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе», посвященной 200-й годовщине победы России в Отечественной войне 1812 г. - Пермь, 2012 г, -С.182-191

[13] Zhussupov K.A., Kozbagarov R.A., Kunelbayev M.M., Yesengaliyeb M.H., Taran M.V., Uskembayeva V.O. Comparative analysis of the main indicators yon-socioeffective inertial rotary excavator. International Conference on Transportation and Civil Engineering (ICTCE'15). March 21-22, 2015 London (UK). pp 75-83;

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

[15] В.А. К вопросу определения области рационального применения скреперных агрегатов / В.А. Нилов, В.А. Жулай // Строительные и дорожные машины. - 2015. - № 3. – С. 41 – 43.

Козбагаров Р.А., Камзанов Н.С.,Турсынбеков А.Е.

Скрепердің пышақты жүйесінің құрылымы және топырақты қазу тәсілдері

Түйіндеме. Скрепердің пышақты жүйесінің құрылымы аралас пышақты жүйесінің болашақты даму бағыты болып саналады, олар қарапайым және қазіргі заманғы дәстүрлі берік және қатты пышақ жүйелерімен, қазуды интенсификациялауды қамтамасыз ете отырып, серіктестікті үйлестіреді.

Негізгі сөздер: Скрепер, пышақ, шөміш, топырақ, қазу

Kozbagarov R.A., Kamzanov N.C., Tursunbekov A. E.

The design of the knife scraper systems and methods of excavation

Summary. The design of the knife scraper system allows to consider the most promising direction development of combined knife systems, which combine the advantages strong and rigid conventional single-stage knife system, providing the intensification of the final phase of digging.

Keywords: Scraper, knife, bucket, soil, digging

УДК 65.015.6

O.L. Kopnova

(Al-Farabi Kazakh National University
Almaty, Republic of Kazakhstan, ok_10_ok@mail.ru)

APPLICATION OF MEANS BUSINESS OF ANALYTICS AND DATA MINING FOR THE ANALYSIS OF DATA OF INFORMATION SPACE OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

Annotation. In this article the main objectives of Data mining, their realization described by an e-business intelligence. An example routed for the same visualization data. Requirements submitted, the principles of construction and advantage of introduction are shown for formation of information and analytical system.

Keywords: information and analytical system; Data Mining; e-business intelligence; processing of operational data and statistical information.

As you know, Data Mining makes it possible to detect relationships, practically useful patterns, new significant correlations, patterns and trends as a result of processing a large amount of information in the database. When working with a large amount of information, a number of properties and regularities are revealed. We list a number of laws that each analyst faces: First, the principle of novelty, the value is previously unknown facts and data. Secondly, the principle of practical utility, when forming reports to the head of an organization or a structural unit, it is necessary to see non-trivial data, unexpected patterns in the data. Third, the principle of practical utility, the data obtained by analysis should be applicable, including for the formation of new data with a sufficiently high degree of reliability. And, finally, the principle of accessibility -

the found patterns should be logically explained, otherwise there is a possibility that they are random. Discovered knowledge should be presented in a form understandable to the manager.

For obtaining the gained knowledge models serve in Data Mining. Types of models depend on methods of their creation. Rules, decision trees, clusters and mathematical functions are the most widespread.

We will call the tasks Data mining selection of different types of the regularities hidden from an unaided look and their representation in convenient for perception to the form.

As a basis of technology the concept of the templates representing regularities respectively is put we will list the main objectives of Data mining which are selected by some authoritative researchers in this area [1]: classification; clustering; associations; sequences; forecasting; deviation detection; visualization, graph mining; link analysis; summarization.

In this article we will consider in more detail a problem of visualization, GraphMining. The task purpose – creation of a graphic image of the analyzed data. The graphic methods showing existence of regularities of data are applied. This task is successfully realized by the systems of business analytics within the solution of SAS Business Intelligence, which allows realizing within the report a possibility of the independent analysis and formation of data depending on needs of the user. Such decision allows saving time both the IT specialist on formations of concrete reports, and end users on search of important information.

The main advantages of application of an e-business intelligence to the analysis of large volume of information, which is, stored in corporate information systems of higher education institution. Formation of general idea about communications and interaction of data within information space of higher education institution. Understanding of an essence of the interactive visualization tools given due to application. The evident graphic materials based on analytical data present results in the clear form. Finding of the hidden interrelations and weak points as in a control system, and data storage.

For the decision of tasks of visualization, different software solutions allowing facilitating operation in the course of data analysis created. TimeArcs - a new method of visualization for representation of the dynamic relations between objects on a network. TimeArcs also supports interactive functions, such as allowing users to run in the particular cluster to look up details [2].

When working with visualizations, you may want to solve problems such as processing information: 1) study of the generalized cubes of data and visualization of temporal data; 2) analysis of text data and detection of communications; 3) a research of public structures and detection of model of correlations between social objects; 4) in microbiology for a study of mechanisms of response of cells to irritants; 5) visualization of the hardware interaction between network objects; 6) visualization of different natural phenomena or construction objects for prediction or search; 7) visualization of these heterogeneous DB for the analysis and decision-making.

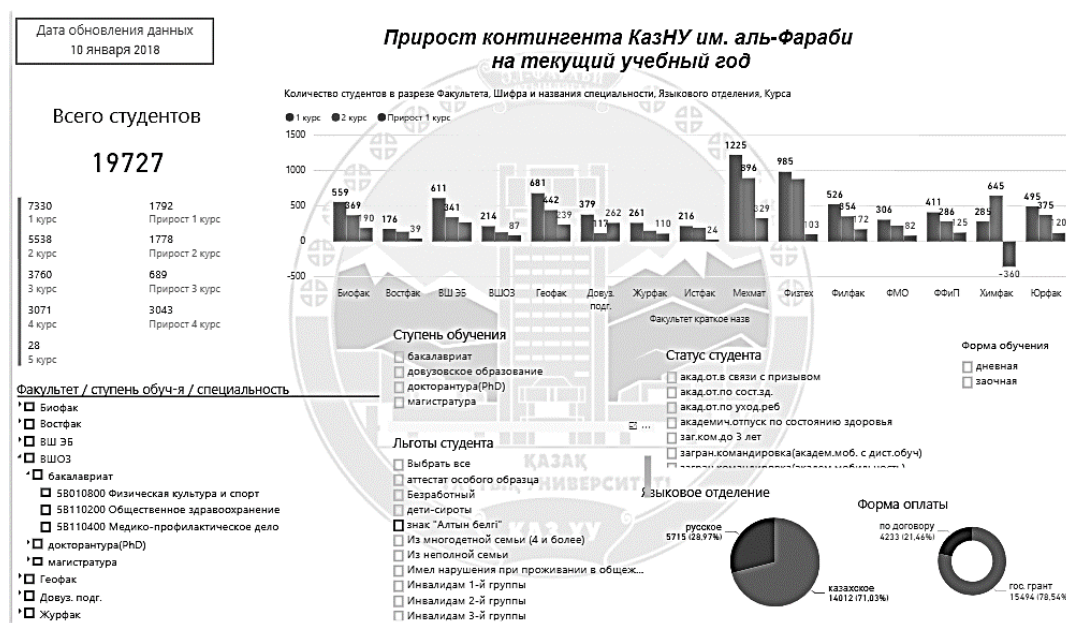


Figure 1. Analytical report

In this article, as an example, consider a report showing the increase in contingent in the faculty. To generate this report, in addition to data on the number of students for analysis, we will use data on the benefits of the student, his level of education, social status, the form of education, the form of payment and the language department. All these data are filled in by the admissions office when applying to the university. The visual presentation of the report can be seen in Figure 1. With this data representation, the quantitative distribution of the first and second year students in terms of faculties, as well as the growth of students in the course of the courses, is clearly visible. Pie charts clearly demonstrate the proportion of students studying on a commercial basis and their language department. Also for more detailed analysis, this interactive report provides filters with the ability to select one or several items.

In the figure 1 the example of implementation of the analytical report is presented. As means of formation of the analytical report, the system of business analytics PowerBI is a business analyst with an analytical reporting system for formulating content. The report uses two types of chart diagrams and histograms with grouping. Feature of the report is the possibility of sorting of the parameters given in dependence of the choice (each of visual objects also acts as the filter). Thus, the user of such information and analytical system significantly saves time for obtaining relevant information and formation of reports.

Currently, the software products market has various software products that provide various software products in the field of analytics. All of them are united by the ability to combine data from various systems for collecting data storage and processing, as well as visual representation of data



Figure 2. Information-analytical system information panels

For combination of separate reports and representation in the structured type of system of business analytics information panels allow to create them. Figure 2 illustrates the information panels and clusters of reports that are structured by category. In addition, information panels can be used to differentiation of level of users, placing on them necessary information.

Information-analytical system allows you to present an image of the organization or business of the whole picture, which allows you to conduct the most detailed analysis of data, such as operational monitoring of production processes; historical and analytical data analysis; analysis of tendencies of development; modeling and forecasting of distinctive management decisions.

Integration of information and analytical system into a common information space will allow: to organize a single system of storage of corporate data; to optimize the existing storage system of data of the organization; to define missing data types of information for further automation and obtaining reporting information; implementation and support of systems of the analytical reporting under all types of activity; creation of decisions in the field of strategic control of the organization.

Summing up the result will formulate requirements for information and analytical system: to provide to users protected from unauthorized use; to provide access to the analytical reports submitted in a visual and tabular form; to unite data of various corporate systems of higher education institution; to contain relevant information.

We will list the main levels of information analytical system:

1. Collecting and preprocessing of operational data and statistical information
2. Organization of data storage
3. Data presentation in the form of reports
4. Analysis of data
5. The publication of data on the web portal

Introduction of information and analytical system will allow heads of divisions to react quickly to the first signs of changes in Wednesday and to make the relevant decisions.

Works of information analytical system are result:

- the analytical reports focused on needs of users of various categories;
- means of the interactive analysis of information for obtaining operational reports and adoption of strategic decisions;
- structuring the separate information which is stored in various systems of the organization (Since, IC accounts department, Univer and others).

Over the past year to create an information and analytical system in the KazNU. al-Farabi them. al-Farabi conducted the following work: studied a set of business intelligence tools PowerBI to obtain important data in the organization, allowing you to create and publish reports; The infrastructure and the system of indicators of the KazNU. al-Farabi; the main roles of actors participating in the information and analytical system are singled out; developed information panels for each of the actors; the scenario of construction of the analytical report is developed; A number of analytical reports have been developed, which are placed on information panels.

REFERENCES

- [1] «Upravleniye znaniyami.». Available: <https://sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravlenia-znaniami/data-mining>. [Data obrashcheniya: 2017 09 29].
- [2] T. von Landesberger. A. Kuijper. T. Schreck. J. Kohlhammer. J.J. van Wijk. J.-D. Fekete. D.W. Fellner. «Visual Analysis of Large Graphs: State-of-the-Art and Future Research Challenges.» Computer Graphics Forum. pp. Volume 30. Issue 6. Pages 1719–1749. September 2011.
- [3] Fabian Beck. Michael Burch. Stephan Diehl. Daniel Weiskopf. « A Taxonomy and Survey of Dynamic Graph Visualization . DOI: 10.1111/cgf.12791.» Computer Graphics Forum. pp. Volume 36. Issue 1. Pages 133–159. January 2017 .
- [4] Khairi Reda. Chayant Tantipathananandh. Andrew Johnson. Jason Leigh. and Tanya Berger-Wolf. «Visualizing the Evolution of Community Structures in Dynamic Social Networks.» IEEE Symposium on Visualization 2011 (EuroVis 2011) DOI: 10.1111/j.1467-8659.2011.01955.x. pp. Volume 30 (2011). Number 3. p 1061-1070. 2011.
- [5] C. Vehlow. F. Beck. P. Auwrter. D. Weiskopf. «Visualizing the Evolution of Communities in Dynamic Graphs. DOI: 10.1111/cgf.12512.» Computer Graphics Forum. p. Pages 277–288. 19 November 2014.
- [6] A. Bezerianos. F. Chevalier. P. Dragicevic. N. Elmqvist. J.D. Fekete. «GraphDice: A System for Exploring Multivariate Social Networks. DOI: 10.1111/j.1467-8659.2009.01687.x.» Computer Graphics Forum. pp. Volume 29. Issue 3. Pages 863–872. June 2010 .
- [7] Zhang Shanghong. Li Wenda. Lei Xiaohui. Ding Xiaowen. Zhang Tianxiang. «Implementation methods and applications of flow visualization in a watershed simulation platform. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2017.06.016.» ADVANCES IN ENGINEERING SOFTWARE. pp. Tom: 112 Str.: 66-75. 09.2017.
- [8] Gunther Tobias. Gross Markus. Theisel Holger. «Generic Objective Vortices for Flow Visualization. DOI: 10.1145/3072959.3073684.» ACM TRANSACTIONS ON GRAPHICS. p. Tom: 36 Vypusk: 4. 07.2017.
- [9] A. J. Pretorius. I. A. Khan. R. J. Errington. «A Survey of Visualization for Live Cell Imaging.» Computer Graphics Forum. pp. Volume 36. Issue 1. Pages 46–63. 12 February 2016. 10.1111/cgf.12784 .
- [10] B. Bach. P. Dragicevic. D. Archambault. C. Hurter. S. Carpendale. «A Descriptive Framework for Temporal Data Visualizations Based on Generalized. DOI: 10.1111/cgf.12804.» Computer Graphics Forum. Volume 36. Issue 6. p. September 2017 . September 2017 .
- [11] T. N. Dang. N. Pendar. A. G. Forbes. «TimeArcs: Visualizing Fluctuations in Dynamic Networks. DOI: 10.1111/cgf.12882.» Computer Graphics Forum. pp. Pages 61-69. June 2016.
- [12] I. Chubukova. «Kurs Data Mining. Lektsiya 3: Metody i stadii Data Mining.» <http://www.intuit.ru/>. Available: <http://www.intuit.ru/studies/courses/6/6/lecture/162?page=2>. [Data obrashcheniya: 18 10 2017].
- [13] A. Musayev. «Algoritmy analiticheskogo upravleniya proizvodstvennymi protsessami.» Avtomatizatsiya v promyshlennosti. 2004. №1.. pp. s. 30-35.

[14] Technologies help boost big data initiatives sql tools offer users easier entry into hadoop data New SQL-on-Hadoop technologies give organizations a familiar way to process and analyze data in Hadoop clusters. But many are still maturing, and using them isn't always a simple matter. E-Book February 2016

[15] Deployments: maximizing their value, minimizing mistakes mastering big data machinery offers users operational edge Sensors and log files capture large volumes of data about industrial equipment, computer systems and other machines. Big data analytics can turn that raw material into useful information—but a lot of refining is required. E-Book May 2014

[16] Clive Longbottom, Rob Bamforth «Quocirca Clarifying the business impact of technology Dealing with Data Dimensions», November 2015 Available www.esriuk.com.

[17] Wayne Eckerson, Hannah Smalltree How, Where and Why Big Data Analytics Are Delivering Value is a SearchBusinessAnalytics e-publication. June 2015

[18] Marco Bertoni «Introducing Sustainability in Value Models to Support Design Decision Making: A Systematic Review» Sustainability 2017, 9, 994; doi:10.3390/su9060994 Available www.mdpi.com/journal/sustainability

Копнова О.Л.

Бизнес-аналитика және деректерді өңдеуге арналған ақпараттық-анықтамалық кеңістіктегі талдау үшін

Түйіндеме. Деректерге арналған Mining, олардың бизнес-аналитикасын реализациялаудың негізгі міндеттері болып табылады. Көрнекі визуализация деректерін қарап шығыңыз. Ақпараттық-аналитикалық жүйелерді қалыптастыру, ұсыныстың қалыптасуы мен артықшылығын қалыптастыру туралы ұсыныстарды ұсынды.

Түйінді сөздер: ақпараттық-аналитикалық жүйе; Деректерді өңдеу; бизнес-аналитиканың құралдары; оперативті деректерді өңдеу және статистикалық ақпарат.

Копнова О.Л.

Применение средств бизнес аналитики и data mining для анализа данных информационного пространства вуза

Резюме. Описаны основные задачи Data Mining, их реализация средствами бизнес-аналитики. Рассмотрен пример визуализации данных. Представлены требования, предъявляемые для формирования информационно-аналитической системы, принципы построения и преимущества внедрения.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система; Data Mining; средства бизнес-аналитики; обработка оперативных данных и статистической информации.

УДК: 621.331

М.С. Новашев, В.Е. Мессерле

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы энергосбережения и энергоэффективности всех отраслей РК. Основной целью энергосбережения является реализация стратегии комплексного эффективного использования энергетических ресурсов при устойчивом экономическом росте и неуклонном повышении качества жизни и сохранении здоровой окружающей среды. И на сегодняшний день особая роль отведена вопросам пропаганды энергосбережения, поскольку именно информированность, высокая культура энергосбережения людей определяет в большинстве своем уровень эффективности использования энергетических ресурсов.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, термомодернизация.

Энергосбережение и повышение энергоэффективности всех отраслей Казахстана является в настоящее время приоритетной задачей, которая позволит решить комплекс актуальных вопросов: энергетических, экологических и экономических. В соответствии с п. 5 ст. 3 Закона РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» пропаганда экономических, экологических и социальных преимуществ эффективного использования энергетических ресурсов, повышение общественного образовательного уровня в области энергосбережения и повышения энергоэффективности является основным направлением государственного регулирования.

Основной целью энергосбережения является реализация стратегии комплексного эффективного использования энергетических ресурсов при устойчивом экономическом росте и неуклонном повышении качества жизни и сохранении здоровой окружающей среды. И на сегодняшний день особая роль отведена вопросам пропаганде энергосбережения, поскольку именно информированность, высокая культура энергосбережения людей определяет в большинстве своем уровень эффективности использования энергетических ресурсов.

Республика Казахстан одна из первых среди государств бывшего Советского Союза провела реформу жилищно-коммунального хозяйства. На сегодняшний день в Казахстане существует ряд задач и целей по вопросу энергоэффективности и энергосбережения. Одной из задач является внедрение в сферу жилищно-коммунального хозяйства энергоресурсосберегающих мероприятий.

Жилищный фонд Республики Казахстан составляет 267,8 млн. м², общее годовое потребление тепловой энергии 74,8 млн. Гкал (240 кВт/), электроэнергии 8319,6 млн. кВт/ч. В связи с тем, что значительная часть городского жилого фонда была построена в 1960-1990 годы они оборудованы неэффективными теплоизоляционными ограждающими конструкциями и системами теплоснабжения, что приводит к значительным тепловым потерям [1].

По данным Комитета по государственному энергетическому надзору, основная часть энергопотерь приходится на отопление. Специалистами подсчитано, что до 70 % теплотерь в обычном здании «обеспечивают» окна и двери. До 30% тепла теряется через кровлю и стены. В итоге: на обогрев одного квадратного метра в Казахстане требуется в четыре раз больше топлива, чем в такой же холодной стране, как Финляндия: 240 против 82 кВт/кв.м. в год [1].

Общие потери энергии в существующих системах теплоснабжения и горячего водоснабжения достигают в отдельных регионах Казахстана до 40%. Поэтому борьба со сверхнормативными потерями может принести значительный эффект. Потенциал энергосбережения в секторе теплоснабжения и теплопотребления по оценкам экспертов составляет не менее 20% и оценивается приблизительно в 4,6 млн. тонн условного топлива в год.

Большой эффект, с точки зрения энергоэффективности в секторе теплоснабжения, кроме мер, направленных на уменьшение потерь при производстве и транспортировке тепловой энергии, дают мероприятия по энергосбережению со стороны потребителей, проживающих в жилых зданиях. Эффективное применение закрепленных в новой редакции закона «Об энергосбережении» норм, обязывает при строительстве жилых и общественных зданий устанавливать автоматизированные системы регулирования теплопотребления в тепловых пунктах и автоматических термостатических клапанов на отопительных приборах, которые способствуют успешной реализации политики энергосбережения в секторе теплоснабжения и теплопотребления в существующем жилищном фонде.

Вопросы энергосбережения в настоящее время затрагиваются практически всеми основными стратегическими документами Республики Казахстан, среди которых:

- *Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007-2024 годы;*
- *Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003-2015 годы;*
- *Стратегия вхождения Казахстана в число пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран мира, обозначенной в Послании Президента страны народу Казахстана от 1 марта 2006 года;*
- *Отраслевая программа модернизации жилищно-коммунального хозяйства до 2020 года;*
- *Программа «30 корпоративных лидеров Казахстана», другие государственные документы Республики Казахстан.*

Согласно Отраслевой программе модернизации жилищно-коммунального хозяйства до 2020 года и Комплексного плана по его реализации на 2010-2014 годы, проводятся энергетические обследования с применением тепловизионного неразрушающего контроля в целях паспортизации объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Основная проблема огромного потребления энергоресурсов жилыми и социальными зданиями состоит в том, что они находятся на низком уровне энергоэффективности. Потери тепловой энергии в коммунальном хозяйстве составляют около 35%, электроэнергии – 17%. Большие потери тепла связаны с неэффективной тепловой защитой (термоизоляцией) зданий постройки советского периода. Распространенные системы теплопотребления (элеваторные узлы) не позволяют управлять температурным режимом и тем самым экономить в оплате за тепловую энергию.

Действующие нормы эксплуатационных характеристик жилых и общественных зданий, разработанные в период бывшего СССР, которые не соответствуют современным стандартам энергосбережения.

ЭСКО – это компания, предоставляющая услуги по проектированию, приобретению, финансированию, монтажу, пусконаладке, эксплуатации, техобслуживанию и ремонту энерго- или водосберегающего оборудования, для проведения иных энергосберегающих мероприятий на выбранных объектах.

Такая компания работает на основе возвратного механизма – первоначальные средства компании вкладываются в энергоэффективные проекты, возврат этих средств осуществляется через достигнутую экономию в теплоснабжении. Потребители не вкладывают свои средства в энергоэффективное оборудование и реконструкцию системы теплоснабжения и платят за тепло как обычно (по применяемому тарифу), часть средств идет на оплату потребленного тепла, а сэкономленная составляющая – на оплату установленного оборудования.

Выгоды здесь очевидны: потребитель не ощущает на себе бремя дополнительных расходов на приобретение и установку энергосберегающего оборудования, поскольку платит не больше, чем по реализации проекта вплоть до момента его полной окупаемости (т.е. до того времени пока заемные средства (включая установленную маржу) возвращаются заемщику в полном объеме).

Деятельность энергосервисных компаний осуществляется на основе контрактов, по которым эти компании на свой риск обязуются провести мероприятия по ресурсосбережению. В контракте оговаривается, что весь экономический эффект (или его часть) на время действия контракта останется в распоряжении компании.

Сокращение существующих расходов может быть достигнуто путем:

- сокращения расходов на тепло и электроэнергию
- сокращение расходов на персонал
- сокращение расходов на обслуживание и ремонт
- экономия по другим операционным расходам

Реализация проекта предусматривает:

Проектные работы

Строительно-монтажные и пусконаладочные работы

Комплексные испытания

Передача в эксплуатацию

Привлечение энергосервисного бизнеса к управлению зданиями бюджетной сферы обеспечит:

- существенное повышение энергоэффективности зданий бюджетной сферы;
- оптимизацию бюджетных расходов на поставку коммунальных ресурсов в указанные здания при снижении их общего объема;
- привлечение внебюджетных финансовых ресурсов в модернизацию зданий бюджетной сферы;
- развитие энергосервисного бизнеса.

Разница между стоимостью базового количества коммунальных ресурсов и стоимостью фактически потребленных коммунальных ресурсов является доходом ЭСКО, за счет которого выполняется работы по повышению энергоэффективности.

Значительный эффект за счет энергосбережения может быть получен при реконструкции тепловых пунктов в многоэтажных жилых зданиях с установкой автоматического регулирования теплопотребления.

Система теплового регулирования должна осуществлять, как ручное управление (применяется только для ремонта и обслуживания), так и автоматическое, используя информацию датчика температуры наружного воздуха и воздуха внутри помещения.

Автоматизированный тепловой пункт предназначен для приготовления и подачи в систему отопления теплоносителя с параметрами, которые автоматически регулируются в соответствии с температурой наружного воздуха и расписанием, заданным пользователем в меню регулятора отопления. В результате автоматизации тепловых пунктов жилых зданий можно получить реальную экономию энергопотребления на уровне 15-20% в годовом разрезе и 30-35% в переходные периоды, когда температура наружного воздуха превышает 0°C [3].

Таким образом, внедрение автоматизированных тепловых пунктов позволит снизить расходы населения за оплату потребленной тепловой энергии, а также бюджетных средств на строительство новых котельных. Известно, что один средний дом потребляет 600-700 Гкал тепловой энергии в год. При установке АТП в одном доме есть вероятность сэкономить 100-130 Гкал в год. Это как минимум

20 тонна условного топлива. Потребность в установке автоматизированных тепловых пунктов в республике составляет примерно 69,1 тыс. единиц [4].

Традиционные системы отопления зданий советского времени основаны на применении инженерных решений, принципы которых позволяли лишь частично осуществлять экономию тепловой энергии при её потреблении. До последнего времени, в тепловых пунктах на вводе в здания для систем отопления, используются элеваторные узлы, обеспечивающие постоянный коэффициент смешения теплоносителя. Характерная элеваторная схема теплоснабжения обеспечивала потребителя необходимым количеством тепла при постоянном расходе теплоносителя от ТЭЦ по расчётному температурному графику, учитывающим изменения наружного воздуха, тем самым обеспечивая регулирование температуры теплоносителя только на источнике выработки тепла – на ТЭЦ, а не тепловом вводе потребителя.

Из-за большой протяженности тепловых сетей система центрального теплоснабжения имеет большую инерционность, и не учитывает характер потребления отдельно взятого здания как объекта регулирования. Подавая постоянное количество тепла в здание в соответствии с расчётным графиком, элеваторная схема не учитывает дополнительные теплопоступления, состояния утеплённости наружных ограждений и не корректирует реальные изменения температуры наружного воздуха в данный момент времени, что приводит к нарушению теплового баланса здания, и как следствие, в помещениях здания появляются недогревы или перегревы.

При данном подходе к теплоснабжению страдают конечные потребители – жильцы домов, которые вынуждены жаловаться в КСК при недостаточной подаче тепла или, наоборот, при подаче избыточного тепла в помещения жилого дома – жильцы вынуждены открывать форточки для проветривания, чтобы уменьшить влияние перегрева.

Существует мнение, что установка только счётчиков тепловой энергии позволяет экономить тепловую энергию. На самом деле это не так. Теплосчётчик позволяет определить только расход теплоты. А для реальной экономии потреблённой тепловой энергии необходимо применение комплексной системы автоматизации теплоснабжения здания.

Практика комплексного использования системы автоматического регулирования и теплового учёта уже дала положительные результаты в ряде крупных городов Казахстана, таких как Астана, Алматы, Караганды, показав при этом реальную экономическую выгоду при регулировании отпуска тепловой энергии в здания. Практическое внедрение систем теплопотребления позволила уменьшить теплопотребление зданий в среднем за отопительный период на 18-35 % [5].

На примере школы-лицея № 15 г. Астаны, где проектная элеваторная схема была заменена на систему автоматического регулирования теплопотребления с системой учёта тепла, произведён анализ фактического потребления тепловой энергии на нужды отопления и ГВС. Учитывая фактическое и расчётное потребление по договору, экономия тепла составила 101,3 Гкал в год, что составило экономию бюджетных средств на сумму 196,5 тыс. тенге [6].

Приведём ещё несколько примеров реализованных пилотных демонстрационных проектов.

В жилом доме г. Астаны (КСК «Айнурус») в 2009 году было установлено оборудование, позволяющее регулировать в автоматическом режиме подачу тепла в здание в зависимости от погоды, установлен прибор учёта тепловой энергии. За 5 месяцев отопительного сезона обеспечена экономия около 183 Гкал тепловой энергии на сумму 360 тыс. тенге [7].

В жилом доме г. Астаны (КСК «Сары-Арка») в октябре 2009 года произведена полная реконструкция теплового узла с установкой системы автоматического регулирования тепловым потоком, установлены приборы учёта тепловой энергии с датчиками давления и системой дистанционного снятия показаний. За 4 месяца отопительного сезона обеспечена экономия 354 Гкал, сэкономлено 700 тысяч тенге [8].

Согласно Отраслевой программе модернизации жилищно-коммунального хозяйства в 2011 году по Республике Казахстан запланирована установка 48 автоматизированных тепловых пунктов в жилых домах по Республике Казахстан в 16 городах, в каждом городе по 3 автоматизированных тепловых пункта. На объектах социальной сферы в 16 городах запланирована установка 96 автоматизированных тепловых пункта, в каждом городе по 6 АТП, из которых три планируется установить в школах и три в поликлиниках.

Основной проблемой существующего жилищного фонда является то, что около 70% многоквартирных жилых домов недостаточно теплоизолированы и вследствие чего часть поступившего тепла теряются через ограждающие конструкции. Большой потенциал

энергосбережения «спрятан» за улучшением теплотехнических характеристик ограждающих конструкций.

Энергосбережение в многоквартирном доме - это прежде всего термомодернизация (утепление дома). Также сюда можно отнести переделку системы отопления, которая неэффективно расходует энергию, в такую, которая будет оптимально расходовать энергию, не нарушая при этом комфортные условия проживания. Термомодернизация домов – это улучшение теплотехнических характеристик ограждающих конструкции домов, за счет утепления полов, стен, кровли и автоматизация регулирования теплоснабжения дома [9].

Из года в год увеличивается количество зданий, относящихся к ветхому жилищному фонду, т.е. таких зданий, конструкция и основание которых перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям, а оценка их технического состояния соответствует физическому износу в пределах 60-80%.

Особо важная проблема – это обновление жилых зданий построенных по типовым проектам в период 1960-80 годов. Это крупнопанельные дома с весьма ненадежной гидро- и теплоизоляцией крыш и наружных стен, приводящей к их протечкам и промерзаниям. Весьма остро стоит для большинства зданий проблема избыточной инфильтрации из-за плохого состояния деревянных оконных и дверных блоков в квартирах и особенно, в местах общего пользования.

Основной объем тепловых потерь приходится на стены, фундамент, крышу, окна и на систему вентиляции. В отношении ресурсосбережения в здании стены имеют большое значение, поскольку на них приходится около 30% от общих потерь тепла. Наружное утепление стеновых конструкций позволяет обеспечить более комфортные условия проживания в квартирах при существенном снижении тепловых потерь. Восстановление заделки межпанельных швов и гидрофобизация стен – это относительно малозатратные мероприятия по снижению тепловых потерь в панельных зданиях. Через окна, площадь которых даже в жилых зданиях достигает 40%, происходит 15-20% общих потерь тепла [10].

Современные требования по энергосбережению ограждающих конструкций диктуют использование высокотехнологичных материалов и систем, позволяющих решить проблему эффективной теплозащиты зданий.

В настоящее время совместно с ПРООН запущен пилотный проект по термомодернизации 4-х этажного жилого дома 1969 года постройки общей площадью 2686 м² в г. Алматы. В данное время разрабатывается схема финансирования на возвратной основе и технические аспекты проекта [11].

Термомодернизация включает вид работ:

1. Ремонт кровли, с улучшением теплотехнических характеристик ограждения;
2. Ремонт наружных стен, с улучшением теплотехнических характеристик ограждения;
3. Установка автоматизированной системы регулирования тепловым потоком, позволяющее регулировать подачу тепла в здание в зависимости от погоды;
4. Замена запорной арматуры и изоляция разводящих трубопроводов отопления в подвальном помещении.

В данном пилотном проекте будут применены в качестве теплоизоляции стен жидкий керамический теплоизоляционный материал, который обладает уникальными свойствами. По сути, этот материал представляет собой краску и имеет очень низкий коэффициент теплопроводности. Один миллиметр этого материала может заменить 50 миллиметров минеральной ваты.

Рациональное и экологически ответственное использование энергетических ресурсов является одним из главных приоритетов энергетической политики большинства государств мира, прежде всего государств-членов ЕС.

В отличие от России, в европейских государствах вопросы охраны окружающей среды являются неотъемлемой составляющей энергетической политики, что, так или иначе, отражается на применяемых в таких государствах мерах государственного регулирования. Кроме требований к энергетическим и экологическим характеристикам зданий, строений, сооружений, бытовых энергопотребляющих устройств и инженерного оборудования, в настоящее время также получают развитие требования, предъявляемые непосредственно к участникам рынка и потребителям энергетических ресурсов по повышению их энергетической и экологической эффективности.

В Европейском сообществе реализация таких требований все чаще связана с использованием различных рыночных механизмов. Среди них можно назвать следующие:

- торговля выбросами (European Emissions Trading Scheme), направленная на стимулирование сокращения выбросов CO₂;
- система «зеленых» сертификатов (Tradable Green Certificate), направленная на стимулирование генерирующей электрическую энергию компаний к использованию возобновляемых источников энергии;
- система «белых» сертификатов (Tradable Certificates for Energy Savings), которая объединяет в себе стремление к сокращению потребления энергетических ресурсов и выбросов парниковых газов.

Германия

Федеративная Республика Германия по праву считается одним из мировых лидеров политики энергосбережения и энергоэффективности. Такое признание лидерства обусловлено не только активной публичной позицией руководства страны в этих вопросах, но и целым комплексом практических мер, применяемых в Германии на протяжении последних лет и приносящих ощутимые результаты. Целенаправленно энергосбережением в Германии занимаются с семидесятых годов прошлого столетия, и первопричиной этого как во всей Европе, так и в Германии, стали экологические проблемы, связанные с выработкой углекислоты в результате традиционного энергопотребления, и возникающий парниковый эффект, угрожающий глобальной катастрофой. Другой предпосылкой энергосбережения в Германии стала сохраняющаяся зависимость страны от стран-экспортеров энергетических ресурсов.

Доля экспортируемых Германией энергоносителей составляет около 80%, наиболее велика зависимость по газу – 84% его поставляются из России, Норвегии, Голландии. При этом наблюдается постоянный рост цен на газ и другие энергоносители - цены на газ для конечного потребителя выросли за несколько лет почти вдвое [12].

Средний темп снижения энергоемкости ВВП в ФРГ сложился в последние два десятка лет на уровне 1,5% в год, и это не предел – стоит задача повышать энергоэффективность национальной экономики на 3% ежегодно. Энергетический сектор является сегодня одной из наиболее важных отраслей германской экономики. Занятые в нем 350 тыс. человек вносят существенный вклад не только в эффективное энергоснабжение, но и укрепляют имидж Германии как привлекательного места для ведения бизнеса в целом. Объем вкладываемых в энергетику средств составлял в последние годы около 30 млрд. немецких марок ежегодно, что ставит отрасль в один ряд с наиболее инвестиционноемкими сферами.

Дания

В Дании, являющейся одним из лидеров по внедрению энергосберегающих технологий, начиная с 1970-х годов прошлого столетия, проводится огромная работа по внедрению энергоэффективности и в жилищном секторе и в промышленности.

Первый энергетический план Дании был опубликован в 1976 г. Основные идеи этого плана заключались в усилении гарантированности энергосбережения путем создания очень гибкой и разнообразной энергетической системы, в стимулировании энергоэффективности и в организации научно-технического развития на основе государственной поддержки.

С тех пор был разработан ряд планов для соответствия изменяющимся требованиям общества. За последние 25 лет были осуществлены интенсивные исследовательские программы, результатом чего стало внедрение широкого спектра энергосберегающих технологий. Полученные результаты были использованы в датской промышленности, консультантами, плановиками и политиками, при разработке технологий, стандартов, методов, законодательства, при составлении схем по энергоаудиту, схем финансовой поддержки и во время проведения интенсивных информационных компаний среди населения. С самого начала данного процесса ключевое место в обеспечении комплексного процесса энергосбережения отводилось техническому совершенствованию системы теплоснабжения, внедрению самых современных энергосберегающих технологий и экономичных теплоизоляционных материалов.

В результате Дания сейчас занимает ведущее место в мире по эффективности использования топлива и энергии. В течение уже более 20 лет годовой объем потребления страной энергоресурсов остается практически неизменным. В то же время производство ВВП возросло за эти годы более чем в 1,5 раза. При увеличении за последние 25 лет доли централизованного теплоснабжения с 30 до 50%, произошло одновременное абсолютное снижение потребления на эти цели первичных энергоресурсов. При этом наилучшие результаты были достигнуты в отоплении жилых зданий, где наряду с по-

вышением надежности и комфортности теплоснабжения, потребление первичной энергии на единицу отапливаемого объема снизилось на 45% [13].

Аналогичные механизмы применяются и в других странах. Например, в

Швейцарии инвесторы, вкладывающие средства в строительство зданий с низким энергопотреблением, получают государственную субсидию в размере 50 тысяч евро.

Во Франции к собственникам, утепляющим дома, сданные в эксплуатацию до 1977 года, применяются налоговые льготы в размере 40%. В США энергетические компании устанавливают льготные тарифы на оплату энергии для энергоэффективных зданий [14].

В то же время, помимо действенных финансовых механизмов стимулирования собственников жилья и инвесторов, в странах Европы и США действуют законодательные нормы, устанавливающие жесткие стандарты энергопотребления для вновь строящихся зданий, системы контроля энергоэффективности и привлечения к ответственности за нарушение этих норм (рисунок 1) [15].

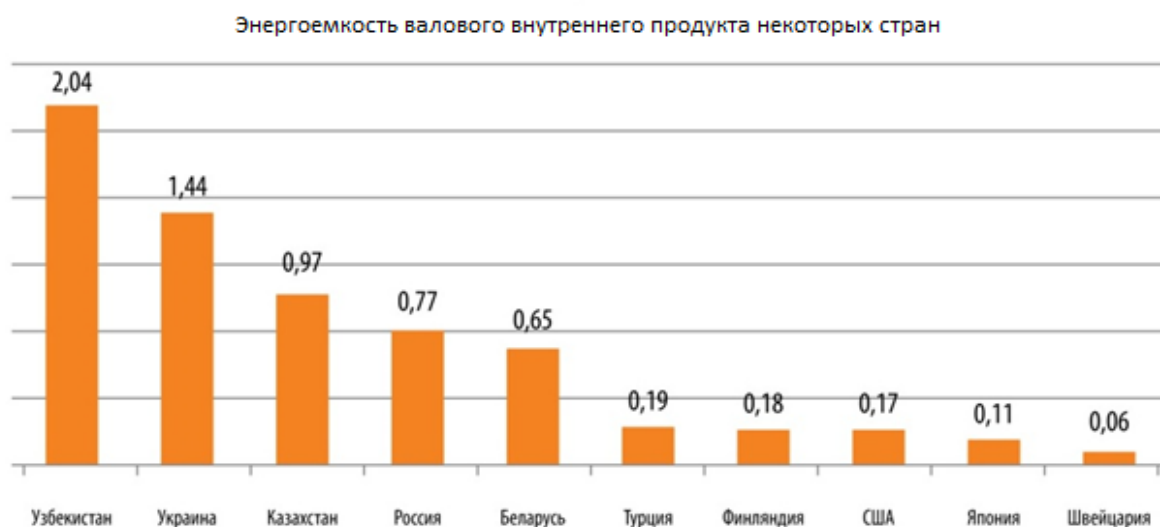


Рис. 1. Энергоемкость валового внутреннего продукта некоторых стран

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вакулко А.Г. Михайлов С.А. Гашо Е.Г. Методические материалы к проведению энергетического аудита // Энергосбережение. – 2001. - №6. – С. 79-85.
- [2] Антонов О.Б. Энергосбережение, энергоэффективность и энергоменеджмент в Казахстане. – М.: Самиздат, 2014. – 69 с.
- [3] Василенко А.И. Новгородский Е.Е. Метод анализа энергетических характеристик отопительно-вентиляционных систем // Известия ВУЗов. Строительство. - 2003. - № 9. – С. 56-59.
- [4] Гашо Е.Г. Энергетика в развивающемся мире – фактор разрушения или стабилизации // Зеленый мир. – 1995. - №2. – С. 11-15.
- [5] Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.12.2016 г.)
- [6] Кудрин Б.И. Организация, построение и управление электрическим хозяйством. – М.: Центр сист.иссл., 2002. – 405 с.
- [7] Мастепанов А.М. Саенко В.В. Шафраник Ю.К. Экономика и энергетика регионов. - М.: Экономика, 2001. – 476 с.
- [8] Яковец Ю.В. Энергоэкологическое будущее Евразийской цивилизации: стратегия сбережения // Вестник Казахской национальной академии естественных наук. – 2014. - № 2. – С. 5-11.
- [9] Приказ № 04-05-169 от 13 декабря, 2013 г. // Государственный энергетический реестр.
- [10] Гельманова З.С., Жаксыбаева Г.Ш., Гарт Н.А. К вопросу об энергосбережении и оздоровлении окружающей среды // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 2. – С. 129-132.
- [11] Кузнецова Ж.Р. Проблемы теплоснабжения и подходы к их решению на региональном уровне // Новости теплоснабжения. – 2002. - №8. – С. 6-12.

[12] Регулирование электрической энергии в аварийных режимах работы систем электроснабжения и работа с потребителями-неплательщиками: Сборник нормативных правовых актов и ведомственных документов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 176 с.

[13] Железко Ю. С., Артемьев А. В., Савченко О. В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 278 с.

[14] Кирпичникова Т. В. Оценка эффективности затрат строительных организаций на обеспечение качества строительной продукции // Экономика строительства. - 2002. - № 4. – С. 53-58.

[15] Беседина М.С. Гашо Е.Г. Зайцев А.Ф. Методика регионального энергоанализа: учебное пособие. - М.: Издательство «Дело», 1992. – 150 с.

Новашев М.С., Мессерле В.Е.

Энергия үнемдеу мен энергия тиімділігінің өзекті мәселелері

Түйіндемe: Берілген мақалада ҚР барша саласындағы энергия үнемдеу мен энергия тиімділігі мәселелері қарастырылады. Энергия үнемдеудің басты мақсаты – орнықты экономикалық өсу және тіршілік сапасын арттыру мен қоршаған ортаның жағдайын сақтауға негізінде энергетикалық ресурстарды кешенді тиімді тұтыну стратегиясын жүзеге асыру болып табылады. Қазіргі таңда энергия үнемдеуді насихаттау мәселесіне баса назар аударылып отыр, өйткені, ақпараттандыру, энергия үнемдеудің жоғары мәдениеті көп жағдайда энергетикалық ресурстарды тұтынудың тиімділік деңгейін анықтайды.

Түйінді сөздер: энергия үнемдеу, энергия тиімділігі, термомодернизация.

Novashev M.S., Messerle V.E.

Current issues of the energy conservation and energy efficiency

Summary: This article discusses the issues of energy saving and energy efficiency of all branches of the Republic of Kazakhstan. The main goal of energy saving is the implementation of a strategy for the integrated effective use of energy resources with sustained economic growth and a steady increase in the quality of life and the preservation of a healthy environment. And to date, a special role is assigned to the promotion of energy saving, since it is information, high culture of energy saving people that determines the level of efficiency in the use of energy resources.

Keywords: energy saving, energy efficiency, thermal modernization.

УДК 004.056.5

А.А. Жатқанбаев

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, wildlife.kz@gmail.com)

БЕЗОПАСНАЯ СХЕМА СТЕГАНОГРАФИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ДИНИЦА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА

Аннотация. Разработана новая безопасная схема стеганографической записи информации, в которой методика записи зашифрованных и сжатых данных записываются не по блочно как в схеме LSB, а на основе блокирующих потоков алгоритма Диница для нахождения максимального потока. Примечательность разработанной схемы состоит в том, что она может также использоваться в схемах аутентификации. Использование блокирующего потока позволяет добиться равномерной записи информации по всему изображению.

Ключевые слова: стеганография, алгоритм Диница, блокирующий поток, криптография, поток

Введение. В разработанной криптосистеме алгоритмы нахождения максимального потока (алгоритм Диница, алгоритм Форда-Фалкерсона) применяются для усиления криптостойкости и более эффективной стеганографической схемы скрытного встраивания информации. Блокирующие потоки, произведенные алгоритмами Диница, Форда-Фалкерсона, служат позициями блоков, в которые будет записана зашифрованная модифицированная информация. В классической схеме LSB информация записывается в последние значащие биты медиа контейнера, но уязвимость данной схемы заключается в том, что запись скрытой информации происходит в каждый последующий блок начиная с 0 [4,5]. При использовании разработанной схемы используются блокирующие потоки, данные потоки псевдослучайны, и, если использовать данные последовательности для записи скрытой информации в медиа контейнеры, запись скрытой информации будет равномерно распределена по всему медиа кон-

тейнеру. Данная техника записи позволит добиться равномерной записи зашифрованной информации и добиться эффекта выпадений на медиа контейнере, например, на графическом изображении. В классической схеме LSB записанная информация визуально видна на медиа контейнере в форме линии в связи с последовательной записи информации, такие последовательные линии не могут восприниматься выпадением, наоборот служат весомым подозрением о содержании посторонней информации в графическом изображении [3]. Так же разработанная схема может служить системой аутентификации, даже если 3-я неавторизованная сторона, проанализировав изображение извлечет информацию о последовательности блокирующих потоков, использованных для записи, то абсолютно невозможно восстановить саму транспортную сеть (граф), матрицу смежности с весами так как существует $V^2 * V^2$ графов и $E^2 * E^2$ матриц смежностей с весами для репликации таких же блокирующих потоков. 3-я не авторизованная сторона просто не сможет определить какая транспортная сеть послужила для создания данных блокирующих потоков. Так же учитывая ограниченное количество попыток аутентификации вероятность того что атакующий предоставит серверу верную транспортную сеть для аутентификации составляет

$$P(A) = (((V^2 * V^2) * (E^2 * E^2)) * F!) / n$$

где $F!$ - это полное количество вариантов расположения вершин в блокирующем потоке, а n – число попыток аутентификации. Так же учитывая, что клиент может менять транспортную сеть в течение какого-либо промежутка времени, то это практически неосуществимо, целостность данной схемы аутентификации зависит только от надежности самого алгоритм хеширования, в котором будет храниться транспортная сеть для аутентификации. Работы над данной схемой аутентификации будут вестись в последующих работах, в рамках дипломного проекта и данной статьи выходные последовательности (блокирующие потоки) алгоритмов нахождения максимального потока будут использованы в качестве значения блоков для записи информации в медиа контейнеры (стеганография). Новизна разработанной схемы и комплекса программ заключается в том, что ранее алгоритмы на графах и потоках служили только для нахождения кратчайших путей и максимальных потоков. Например, они использовались в оптимизации бизнес процессов для определения кратчайших путей и определения максимального количества грузовиков для прохождения через транспортные сети. Ранее их качества не использовались в криптографии и стеганографии. В дополнении при реализации данной системы все алгоритмы имеют нативную имплементацию без использования сторонних библиотек. Комплекс программ разработан на высокоуровневом языке программирования C#.

Схема работы системы

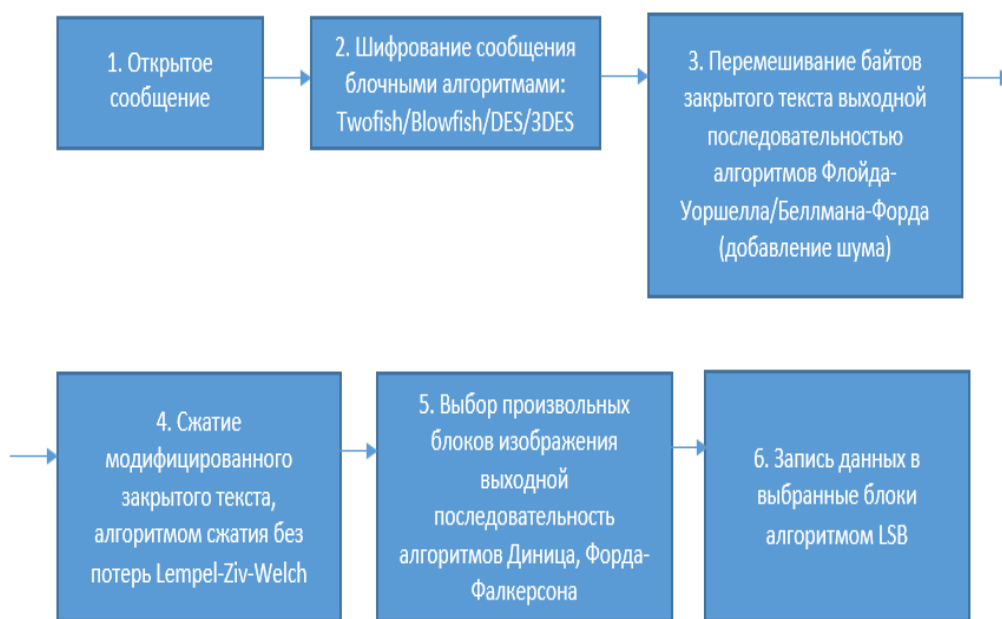


Рис.1. Схема разработанной криптосистемы

Алгоритм Диница. Алгоритм Диница создан в 1970 г. ученым Ефимом Диницем. Асимптотика алгоритма составляет $O(V^2E)$, где V – число вершин в графе, а E – число ребер в графе. Алгоритм Диница разработан для нахождения максимального потока в транспортной сети [1]. Алгоритм гораздо эффективнее, чем остальные существующие алгоритмы для нахождения максимальных потоков (Форд-Фалкерсон, Эдмондса-Карпа) ввиду введения слоистой сети и циклического нахождения блокирующего потока на каждой итерации, пока такой путь есть. Такая техника позволяет быстро находить максимальные потоки в сетях где веса ребер имеют сравнительно большие размеры, так же блокирующие потоки в алгоритме Диница, кратчайшие пути из источника s в сток t ищется с помощью поиска в ширину BFS [2]. Таким образом, полученные пути в действительности являются кратчайшими и можно избежать лишние операции, как в случае с алгоритмом Форда-Фалкерсона, где такие пути находятся путем обхода в глубину (DFS), а построение слоистой сети оптимизирует скорость нахождения максимального потока. Алгоритм Диница является самым оптимальным для нахождения максимального потока среди существующих.

```

Output
Show output from: Debug
0 0 0 4 0 0 5
0 0 0 0 1 4 0

G1
dist[0]=0
dist[1]=1
dist[2]=2
dist[3]=0
dist[4]=3
dist[5]=0
dist[6]=0
Maximal Flow=5
Iteration End
    
```

Рис.2. Программная реализация алгоритма Диница

Неформальное описание работы алгоритма:

1. Все потоки обнуляются. Изначально дополняющая сеть G_f совпадает с исходной транспортной сетью G .

2. Запускается алгоритм обхода в ширину (BFS) для построения слоистой сети G_L (вспомогательная сеть), нужно обратить внимание, что слоистая сеть строится на основе дополняющей сети G_f .

3. Ищутся блокирующие потоки f' в G_L с помощью алгоритма поиска в глубину. Данная процедура продолжается до тех пор, пока такие пути находятся, то есть существуют пути достижимые из s в t . Поток f дополняется найденным потоком f' . Так же высчитывается остаточная пропускная способность для G_f :

$$c_f = c(u, v) - f(u, v), c_f(v, u) = f(u, v)$$

4. Высчитывается новая сеть G_f и алгоритм продолжает работу с шага 2. Алгоритм работает до тех пор, пока можно построить слоистую сеть на каждой итерации и в такой сети находятся пути из s в t . Иначе алгоритм останавливает свою работу и выводит финальный максимальный поток f .

Формальное описание работы алгоритма:

1. Транспортная сеть (граф) представляется в виде $G = ((V, E), c, s, t)$, где V - количество вершин, E - количество ребер, c - стоимость ребра (пропускная способность ребра), s - исток (начальная вершина), t - сток (финальная вершина). $c(u, v)$ - пропускная способность ребра, $f(u, v)$ - поток через ребро.

Определяется остаточная пропускная способность $c_f, c_f: V * V \rightarrow R^+$ (R - *residual* (остаточность)), как: $c_f = c(u, v) - f(u, v), c_f(v, u) = f(u, v)$

2. Остаточная сеть представлена графом $G_f = ((V, E_f), c_f | E_f, s, t), E_f = \{(u, v) \in V * V | c_f(u, v) > 0\}$.

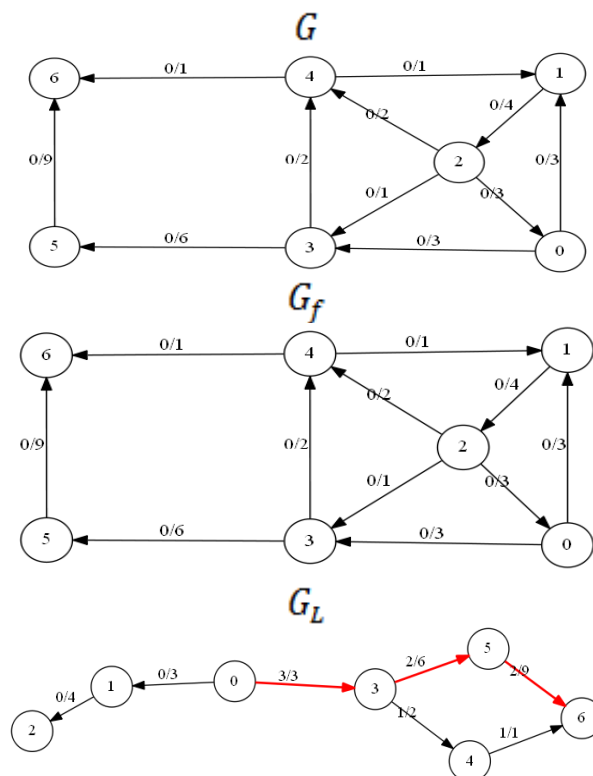
3. Дополняющий путь из s в t в остаточном графе G_f . $distance(v)$ - длина кратчайшего пути из s в v в графе G_f . Вспомогательная (слоистая сеть) G_L . $G_L = (V, E_L, c_f | E_L, s, t)$. E_L определяется как:

$$E_L = \{(u, v) \in E_f | distance(v) = distance(u) + 1\}.$$

4. Блокирующий поток путь из s в t поток f такой что граф $G' = (V, E'_L, s, t)$ с $E'_L = \{(u, v) | f(u, v) < c_f | E_L(u, v)\}$ не содержит s в t пути.

Таблица 1. Трассировка Алгоритма Диница на транспортной сети с 7-ю вершинами. Все иллюстрации ориентированных взвешенных графов (транспортных сетей) представлены в SFDP нотации.

№
1

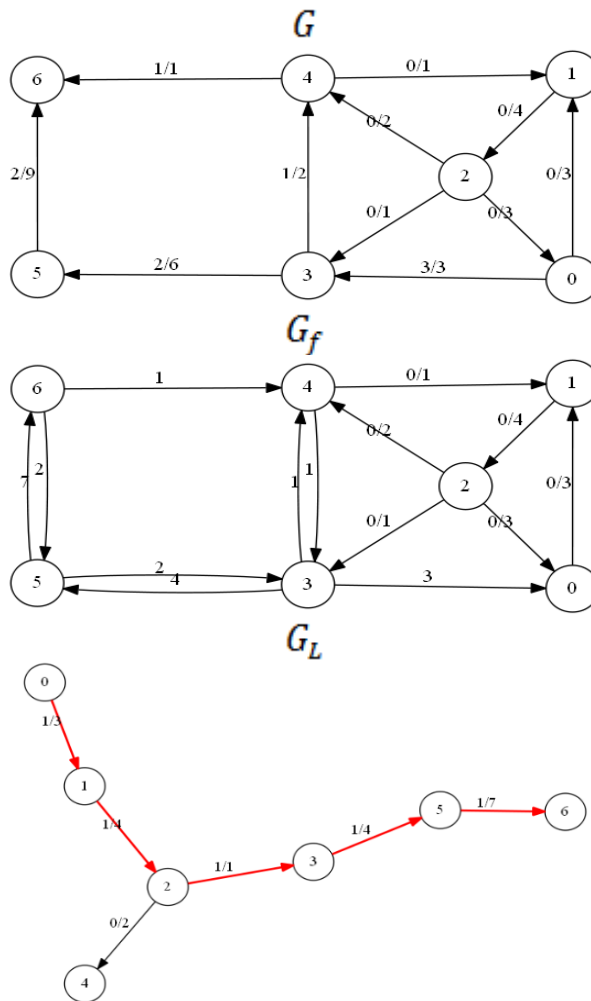


Описание итерации

Блокирующий поток на 1 итерации алгоритма Диница состоит из следующих путей:

1. {0,3,4,6} 1 единица потока
2. {0,3,5,6} 2 единицы потока

2

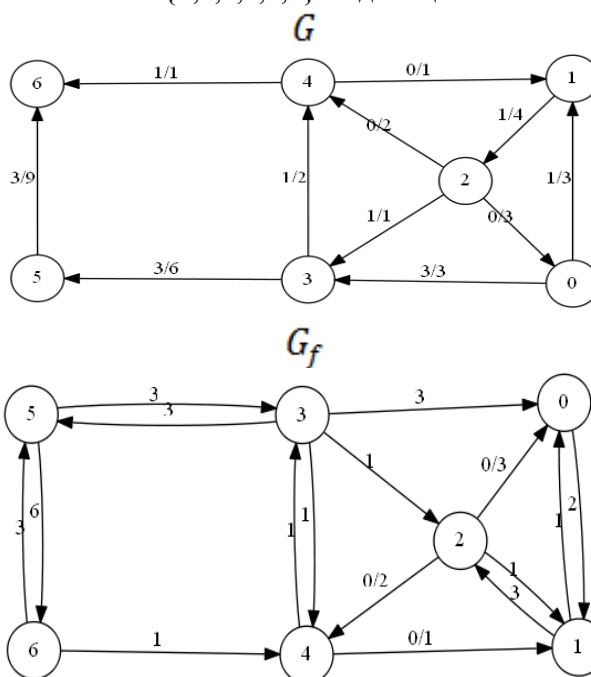


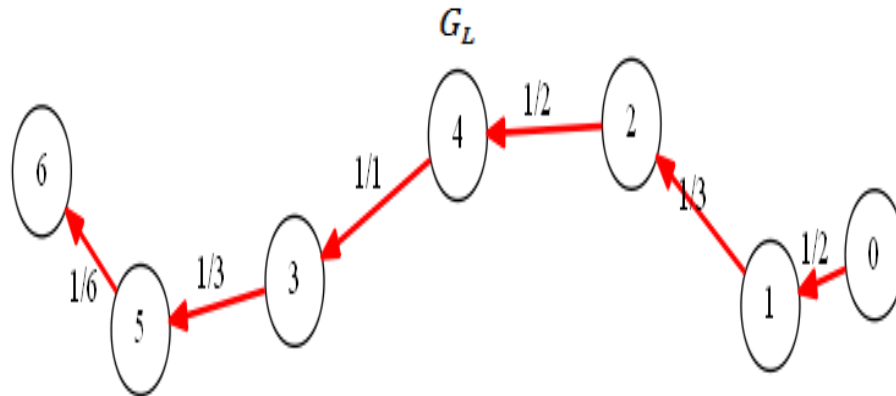
Описание итерации

Блокирующий поток на 2 итерации алгоритма Диница состоит из следующих путей:

1. $\{0,1,2,3,5,6\}$ 1 единица потока

3



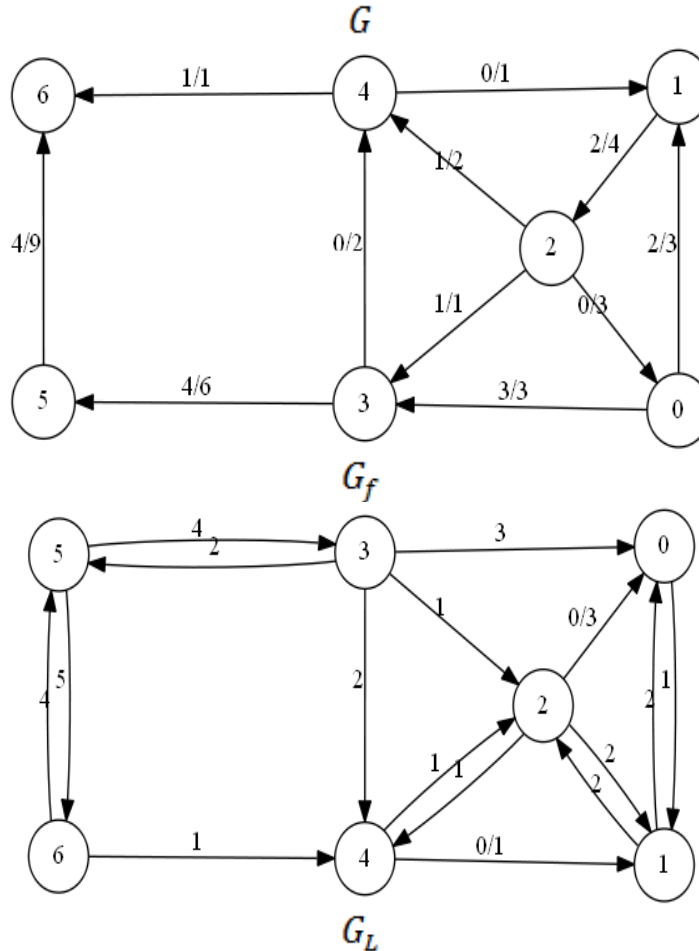


Описание итерации

Блокирующий поток на 3 итерации алгоритма Диница состоит из следующих путей:

1. {0,1,2,4,3,4,6} 1 единица потока

4



Вспомогательная сеть (слоистая сеть) G_L не может быть построена обходом в ширину (BFS).

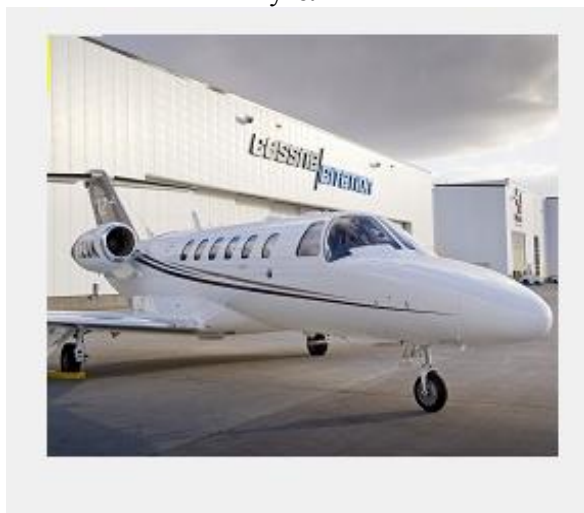
Величина потока $|f|$ равна 5.

Использование блокирующего потока в стеганографии, Алгоритм LSB. Если используется следующий блокирующий поток {0,1,2,3,5}, то запись данных: 01011 будет производиться в нулевой, первый, второй, третий и пятый LSB бит медиа контейнера:

01001010 01101011 01101010 01011011 01001000 01001001 00001010

Таблица 2. Результаты стеганографической записи методикой LSB, Алгоритмом Диница

Результат записи методом LSB, верхний левый угол



Результат записи с применением алгоритма Диница, верхний левый угол



Выводы. В заключение следует отметить что разработанная схема стеганографической записи имеет ряд преимуществ: а). вследствие того, что блокирующие потоки ацикличны, то запись в блоки медиа контейнера получается равномерной. б). предварительно перед записью в медиа контейнер модифицированный закрытый текст сжимается алгоритмом сжатия без потерь LZW (Lempel –Ziv-Welch), что снижает размер записываемой информации для того чтобы максимально снизить изменения в медиа контейнере.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Окулов С.М. Дискретная математика. Теория и практика решения задач по информатике. –М.: Бином, 2008. –422 с.
- [2] Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн Алгоритмы: построение и анализ –2-е изд. –М.: Вильямс, 2007. –1296 с.
- [3] Конахович Г. Ф., Пузыренко А. Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика. –К.: МК-Пресс, 2006. –288 с.
- [4] Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография. –М.: Солон-Пресс, 2002. –272 с.
- [5] Коржик В.И. Основы криптографии: учеб. пособие // В.И. Коржик, В.П.Просихин // СПб.: Линк, 2008. 256 с.

Жатқанбаев А.А.

Қауіпсіз стеганография құрылымы Диниц ең үлкен ағын алгоритміне үшін негізделген

Түйіндеме. Жаңа қауіпсіз стеганография ақпаратты жазу үшін құрылымы әзірленген. Бұл құрылымында шифрланған және қылысқан деректер жазатын техникасы LSB блоктарда емес, құрылымы Диниц ең үлкен ағын алгоритміне үшін негізделген (ағынды блоктау). Әзірленген құрылымы таңғажайыпы бұл мүмкін бар құрылымы аутентификация схемалар қолданылуы мүмкін болады. Ағын блоктау пайдалану бүкіл суреттегі ақпаратты бірдей жазу мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: стеганография, Диниц алгоритм, ағынды блоктау, криптография, ағым

A.A. Zhatkanbayev

Secure steganography scheme on basis of Dinic's maximum flow algorithm

Summary. Developed a newly secure steganography scheme of data writing in where a technique of writing ciphered and compressed data recorded not by blockwise as in LSB scheme but on basis of Dinic's maximum flow algorithm blocking flows. Remarkableness of developed scheme is that following scheme can be also used in schemes of authentication. Usage of blocking flow allows to reach uniform writing of information on surface of image.

Key words: steganography, Dinic's algorithm, blocking flow, cryptography, flow

УДК 665.63:51.001.57

¹Б.Б. Оразбаев, ¹А.М. Ураков, ²А.Н. Мырзашева, ²Н.К. Шаждекеева

(¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан,

²Атырауский государственный университет им. Х.Досмухамедова, Атырау, Республика Казахстан, batyr_o@mail.ru)

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РЕАКТОРОВ РИФОРМИНГА УСТАНОВКИ ЛГ-35-11/300-95 АТЫРАУСКОГО НПЗ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Аннотация. Приведены результаты исследования и разработки системы математических моделей реакторов риформинга установки каталитического риформинга Атырауского нефтеперерабатывающего завода, с учетом нечеткости исходной информации. В результате обработки собранной статистической (количественной) и нечеткой информации - опыт, знание, интуиция специалистов-экспертов, лица, принимающего решения (качественная, словесная информация) с применением методов теорий нечетких множеств построены статистические и комбинированные модели реакторов риформинга Р-2, Р-3, Р-4,4а исследуемой технологической установки.

Ключевые слова: математическая модель, риформинг, система моделей, неопределенность, нечеткость, нечеткая модель, теория нечетких множеств.

Введение. Каталитический риформинг бензинов является одним из основных и важных технологических процессов современных нефтеперерабатывающих заводов. Этот процесс необходимо для получения высокооктанового базового компонента автомобильных бензинов, ароматических углеводородов (сырья для нефтехимического синтеза) и водородосодержащего газа (ВСГ), а также технического водорода, используемого в гидрогенизационных процессах нефтепереработки [1, 2]. Установка каталитического риформинга ЛГ (Ленинград-Германия) имеются практически на всех отечественных и зарубежных нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ). На Атырауском НПЗ с 1971 г. функционирует установка ЛГ-35-11/300-95, производительность по сырью установки 300,0 тыс.т/год. Установка эксплуатируется по бензиновому варианту с получением высокооктанового компонента с октановым числом до 95 пунктов по исследовательскому методу [2, 3]. Целевым продуктом установки ЛГ Атырауского НПЗ является высокооктановый компонент товарных бензинов и сжиженный бытовой газ. В настоящее время в связи с дефицитом высококачественных моторных топлив задачи исследования, построения моделей процессов риформинга, на основе которых оптимизируются режимы работы установки и эффективное управление процессами получения целевых продуктов [4, 5], являются весьма актуальными для нефтеперерабатывающей отрасли Республики Казахстан. Целью данной работы является исследование режимов работы установки ЛГ Атырауского НПЗ, которая характеризуется нечеткостью некоторой части исходной информации и на основе полученной информации различного характера разработка систему математических моделей основных агрегатов – реакторов риформинга установки каталитического риформинга.

Постановка задачи. Необходимо исследовать и собрать необходимую информацию для построения математических моделей реакторов риформинга установки каталитического риформинга ЛГ. В условиях Атырауского НПЗ установка ЛГ характеризуется неопределённостью, связанной с нечеткостью, некоторых параметров процесса риформинга (качественные показатели катализата), которые влияют на процесс. Поэтому дополнительно к статистическим данным необходимо собрать и экспертных данных, нечеткую информацию (формализованный опыт, знания, интуиция специалистов-экспертов, лица, принимающего решения - ЛПП). По полученным данным в результате обработки всей собранной информации необходимо разработать систему математических моделей реакторов риформинга Р-2, Р-3, Р-4,4а, произвести моделирования и оценки полученных результатов.

Полученные результаты. Разработка математических моделей реакторов риформинга Р-2, Р-3, Р-4,4а. На основе приведенных результатов исследований и собранной информации различного характера (количественной и качественной) разрабатываем математическое описание и модели основных агрегатов установки ЛГ, т.е. реакторов риформинга. Как уже отмечено в основу математической модели реакторов риформинга Р-2, Р-3, Р-4,4а положены статистические данные, экспертная информация, обработанные методами теории нечетких множеств, а также уравнения материального и теплового балансов [6 – 12].

Например, в результате обработки экспериментально-статистических и экспертных данных, а также применяя идею метода последовательного включения регрессоров [13], на основе метода построения нечетких моделей [8] и обобщенного алгоритма [14] синтеза математических моделей в нечеткой среде получена следующая структура системы уравнений множественной (1) – (4) и нечеткой регрессии (5), являющихся моделями реакторов риформинга:

$$y_1^{R2} = a_0 + \sum_{i=1}^5 a_i x_i^{R2} + \sum_{i=1}^5 \sum_{k=i}^5 a_{ik} x_i^{R2} x_k^{R2}, \quad (1)$$

$$y_1^{R3} = a_0 + \sum_{i=1}^5 a_i x_i^{R3} + \sum_{i=1}^5 \sum_{k=i}^5 a_{ik} x_i^{R3} x_k^{R3}, \quad (2)$$

$$y_1^{R4,4a} = a_0 + \sum_{i=1}^5 a_i x_i^{R4,4a} + \sum_{i=1}^5 \sum_{k=i}^5 a_{ik} x_i^{R4,4a} x_k^{R4,4a}, \quad (3)$$

$$y_j = a_{0j} + \sum_{i=1}^5 a_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^5 \sum_{k=i}^5 a_{ikj} x_{ij} x_{kj}, \quad j = 2,3 \quad (4)$$

$$\tilde{y}_j = \tilde{a}_{0j} + \sum_{i=1}^5 \tilde{a}_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^5 \sum_{k=i}^5 \tilde{a}_{ikj} x_{ij} x_{kj}, \quad j = \overline{4,8} \quad (5)$$

где y_1^{R2} , y_1^{R3} , $y_1^{R4,4a}$ – соответственно, объем катализатора с выхода реакторов Р-2, Р-3 и Р-4,4а; $y_j, j = 2,3$ – соответственно объем сухого газа и ВСГ; $\tilde{y}_j, j = \overline{4,8}$ – качественные показатели катализатора, соответственно: октановое число (\tilde{y}_4 – не менее 86 по моторному методу), фракционный состав (\tilde{y}_5 – 10% отгонка - не выше 70°C, \tilde{y}_6 – 50% - не выше 115°C), давление насыщенных паров (\tilde{y}_7 – не более 500 мм.рт.ст.), содержание фактических смол в мг. на 100 мл. бензина (\tilde{y}_8 – не более 5,0); x_1 – сырье (50-80 м³/час); x_2 – объемная скорость в реакторах (1.0÷1.5 час⁻¹); x_3^{R2} , x_3^{R3} , $x_3^{R4,4a}$ – соответственно: температура в реакторах Р-2 (470-510°C), Р-3 (480-520°C) и Р-4,4а (490-525°C); x_4^{R2} , x_4^{R3} , $x_4^{R4,4a}$ – соответственно: давление в реакторах Р-2 (25-39 кг/см²); Р-3 (22-35 кг/см²) и Р-4,4а (20-30 кг/см²); x_5 – соотношение Н₂/сырье (300÷500 нм³); a_{0j}, a_{ij}, a_{ikj} и $\tilde{a}_{0j}, \tilde{a}_{ij}, \tilde{a}_{ikj}, i, k = \overline{1,5}$ – идентифицируемые коэффициенты регрессии (нечеткие со знаком ~), соответственно: свободный член; учитывающие линейные влияния (x_{ij}), квадратные и взаимные влияния режимных параметров (x_{ij}, x_{kj}), на выходные параметры реактора риформинга.

Как видно, модели, описывающие выход продукции блока, имеют вид множественной регрессии, соответственно идентифицированы экспериментально-статистическими методами, а модели, оценивающие качества катализатора, имеют вид нечетких уравнений регрессии и построены с учетом нечеткой информации, полученной от ЛПП, специалистов-экспертов [15].

Идентификация коэффициентов регрессии в моделях (1) – (4) осуществлена известными методами параметрической идентификации, на основе методов наименьших квадратов с применением пакета программ REGRESS (авторы Кузнецов А.Г., Оразбаев Б.Б. МИСиС).

Результаты параметрической идентификации моделей, определяющих зависимость выхода катализатора с реакторов, а также выхода водородсодержащего газа от режимных параметров получены в виде (6) – (9):

$$y_1^{R2} = f_1(x_1, x_2, \dots, x_5) = 0.398481x_1 + 12.153846154x_2 - 0.032113821x_3 - 0.983750x_4 + 0.01975000x_5 + 0.004937500x_1^2 + 9.349112426x_2^2 - 0.000065272x_3^2 - 0.037920000x_4^2 + 0.000049375x_5^2 + 0.227884615x_1x_2 + 0.000100356x_1x_3 + 0.001975000x_1x_4 + 0.000493750x_1x_5 + 0.037054409x_2x_3 - 0.486153846x_2x_4 - 0.000642276x_3x_4 \quad (6)$$

$$y_1^{R3} = f_1(x_1, x_2, \dots, x_5) = 0.39500x_1 + 12.107692308x_2 - 0.031862348x_3 - 0.9837500x_4 + 0.019675000x_5 + 0.005044063x_1^2 + 9.313609467x_2^2 - 0.000064499x_3^2 - 0.040989583x_4^2 + 0.000049187x_5^2 + 0.22989289x_1x_2 + 0.000100830x_1x_3 + 0.002075422x_1x_4 + 0.000498101x_1x_5 + 0.036764248x_2x_3 - 0.504487179x_2x_4 - 0.000663799x_3x_4 \quad (7)$$

$$y_1^{R4,4a} = f_1(x_1, x_2, \dots, x_5) = 0.3989835x_1 + 12.0769231x_2 - 0.031589537x_3 - 1.02391304x_4 + 0.019625000x_5 + 0.005069676x_1^2 + 9.289940828x_2^2 - 0.000063560x_3^2 - 0.044517958x_4^2 + 0.000049063x_5^2 + 0.230182778x_1x_2 + 0.000100348x_1x_3 + 0.002168388x_1x_4 + 0.000498729x_1x_5 + 0.036449466x_2x_3 - 0.525083612x_2x_4 - 0.000686729x_3x_4 \quad (8)$$

$$y_3 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_5) = 500.0000x_1 + 7142.8571x_2 + 10.1010x_3 - 1458.3333x_4 + 25.0000x_5 + 6.2500x_1^2 + 5102.0408x_2^2 + 0.0204x_3^2 - 60.7639x_4^2 + 0.0625x_5^2 + 178.5714x_1x_2 + 0.2525x_1x_3 - 15.6250x_1x_4 + 15.6250x_1x_5 - 297.6190x_2x_4 - 2.5252x_3x_4 - 0.05051x_3x_5 - 1.0417x_4x_5 \quad (9)$$

На рисунке 1 приведена график зависимости выхода катализата с Р-4,4а от температуры реактора при зафиксированных значениях других режимных параметров (x_1, x_2, x_4 и x_5).

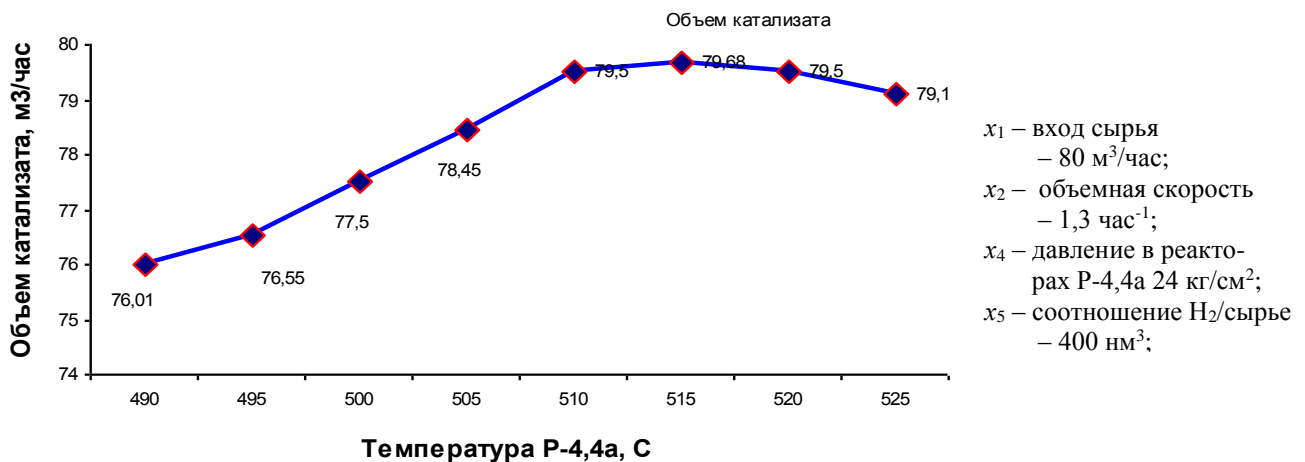


Рис. 1. График зависимости $y_1=f_1(x_3)$, x_1, x_2, x_4, x_5 – константы

Для идентификации неизвестных нечетких коэффициентов \tilde{a}_{ij} ($i=\overline{0,6}$) и \tilde{a}_{ik} ($i,k=\overline{0,6}, j=\overline{4,8}$) в уравнениях (5) нечеткие множества, описывающие качественные показатели продукции, разбиты на следующие множества уровня $\alpha = 0,5; 0,75; 1$. В соответствии с выбранным уровнем определены значения выходных $\tilde{y}_4, \tilde{y}_5, \dots, \tilde{y}_8$ параметров на каждом уровне α_q ($q=\overline{1,3}$).

Для каждого уровня α_q моделей качественных показателей катализата (5), можно представить в виде системы уравнения множественной регрессии, тогда задача идентификации их коэффициентов $a_{ij}^{\alpha_q}$ ($i=\overline{0,6}, j=\overline{4,8}, q=\overline{1,3}$) сводится к классическим задачам оценивания параметров множественной регрессии на основе метода наименьших квадратов. Для этого можно использовать известные алгоритмы или стандартные программы множественной регрессии, входящие в математическое обеспечение ЭВМ. Нами применен вышеназванный пакет программ REGRESS, реализующий метод наименьших квадратов.

Полученные значения коэффициентов $a_{ij}^{\alpha_q}$ ($i=\overline{0,6}, j=\overline{4,8}, q=\overline{1,3}$) модели (5) объединены с использованием следующего соотношения

$$\tilde{a}_{ij} = \bigvee_{\alpha \in [0.5,1]} a_{ij}^{\alpha_q} \quad \text{или} \quad \mu_{\tilde{a}_{ij}}(a_{ij}) = \text{SUP}_{\alpha \in [0.5,1]} \min\{\alpha, \mu_{a_{ij}^{\alpha_q}}(a_{ij})\}$$

где $a_{ij}^{\alpha_q} = \{a_i \mid \mu_{\tilde{a}_{ij}}(a_{ij}) \geq \alpha\}$.

Таким образом, математические модели, описывающие нечеткую зависимость качественных показателей катализата ($\tilde{y}_j, j=\overline{4,8}$) от входных параметров ($x_i, i=\overline{0,6}$), имеют вид:

$$y_4 = f_4(x_{14}, x_{24}, \dots, x_{54}) = (0.5/0.430000 + 0.75/0.433000 + 1/0.435000 + 0.75/0.437000 + 0.5/0.440000)x_{14} + (0.5/20.076906 + 0.75/20.076916 + 1/20.076923 + 0.75/20.076930 + 0.5/20.076938)x_{24} + (0.5/0.052810 + 0.75/0.052824 + 1/0.052834 + 0.75/0.052844 + 0.5/0.052858)x_{34} - (0.5/0.724870 + 0.75/0.724950 + 1/0.725000 + 0.75/0.725050 + 0.5/0.725130)x_{44} + (0.5/0.042209 + 0.75/0.042339 + 1/0.042439 + 0.75/0.042539 + 0.5/0.042669)x_{54} + (0.5/0.005198 + 0.75/0.005328 + 1/0.005438 + 0.75/0.005548 + 0.5/0.005688)x_{14}^2 - (0.5/15.443467 + 0.75/15.443637 + 1/15.443787 + 0.75/15.443937 + 0.5/15.443112)x_{24}^2 + (0.5/0.000007 + 0.75/0.000057 + 1/0.000107 + 0.75/0.000157 + 0.5/0.000207)x_{34}^2 - (0.5/0.030058 + 0.75/0.030138 + 1/0.030208 + 0.75/0.030278 + 0.5/0.030358)x_{44}^2 + (0.5/0.000004 + 0.75/0.000054 + 1/0.000104 + 0.75/0.000154 + 0.5/0.000224)x_{54}^2 + (0.5/0.000100 + 0.75/0.000170 + 1/0.000220 + 0.75/0.000270 + 0.5/0.000340)x_{14}x_{34} + (0.5/0.000125 + 0.75/0.000205 + 1/0.000265 + 0.75/0.000325 + 0.5/0.000405)x_{14}x_{54} - (0.5/0.557242 + 0.75/0.557492 + 1/0.557692 + 0.75/0.557892 + 0.5/0.558142)x_{24}x_{44} + (0.5/0.000006 + 0.75/0.000046 + 1/0.000086 + 0.75/0.000126 + 0.5/0.000166)x_{34}x_{54}$$

$$y_5 = f_5(x_{15}, x_{25}, \dots, x_{55}) = (0.5/0.406050 + 0.75/0.406150 + 1/0.406250 + 0.75/0.406400 + 0.5/0.406600)x_{15} - (0.5/9.285214 + 0.75/9.285514 + 1/9.285714 + 0.75/9.285914 + 0.5/9.286214)x_{25} + (0.5/0.065793 + 0.75/0.065873 + 1/0.065923 + 0.75/0.065973 + 0.5/0.066053)x_{35} - (0.5/0.541417 + 0.75/0.541567 + 1/0.541667 + 0.75/0.541767 + 0.5/0.541917)x_{45} - (0.5/0.015849 + 0.75/0.015979 + 1/0.016049 + 0.75/0.016119 + 0.5/0.016249)x_{55} + (0.5/0.004978 + 0.75/0.005048 + 1/0.005108 + 0.75/0.005178 + 0.5/0.005078)x_{15}^2 - (0.5/6.6325961 + 0.75/6.6326331 + 1/6.6326531 + 0.75/6.6326731 + 0.5/6.6327101)x_{25}^2 + (0.5/0.000053 + 0.75/0.000103 + 1/0.000133 + 0.75/0.000163 + 0.5/0.000313)x_{35}^2 - (0.5/0.022179 + 0.75/0.022449 + 1/0.022569 + 0.75/0.022689 + 0.5/0.022959)x_{45}^2 - (0.5/0.000009 + 0.75/0.000029 + 1/0.000039 + 0.75/0.000049 + 0.5/0.000069)x_{55}^2 + (0.5/0.000438 + 0.75/0.000589 + 1/0.000659 + 0.75/0.000729 + 0.5/0.000878)x_{15}x_{35} - (0.5/0.386185 + 0.75/0.386655 + 1/0.386905 + 0.75/0.387155 + 0.5/0.387625)x_{25}x_{45} - (0.5/0.011015 + 0.75/0.011314 + 1/0.011464 + 0.75/0.011614 + 0.5/0.011915)x_{25}x_{55} - (0.5/0.000477 + 0.75/0.000599 + 1/0.000669 + 0.75/0.000739 + 0.5/0.000857)x_{45}x_{55}$$

Аналогично y_4 и y_5 идентифицированы \tilde{y}_6 – 50% отгонка и \tilde{y}_7 – давление насыщенных паров, а \tilde{y}_8 – содержание фактических смол в мг. на 100 мл. бензина определена следующим образом:

$$y_8 = f_8(x_{18}, x_{28}, \dots, x_{58}) = (0.5/0.0219700 + 0.75/0.0219900 + 1/0.0220000 + 0.75/0.0220100 + 0.5/0.0220300)x_{18} - (0.5/0.9427770 + 0.75/0.9428271 + 1/0.9428571 + 0.75/0.9428871 + 0.5/0.9429170)x_{28} + (0.5/0.0026410 + 0.75/0.0026655 + 1/0.0026775 + 0.75/0.0026895 + 0.5/0.0027140)x_{38} - (0.5/0.0366215 + 0.75/0.0366515 + 1/0.0366667 + 0.75/0.0366815 + 0.5/0.0367115)x_{48} + (0.5/0.0021190 + 0.75/0.0021363 + 1/0.0021463 + 0.75/0.0021563 + 0.5/0.0021730)x_{58} + (0.5/0.0003302 + 0.75/0.0003387 + 1/0.0003437 + 0.75/0.0003487 + 0.5/0.0003572)x_{18}^2 - (0.5/0.8979100 + 0.75/0.8979392 + 1/0.8979592 + 0.75/0.8979792 + 0.5/0.8980270)x_{28}^2 + (0.5/0.0000002 + 0.75/0.0000042 + 1/0.0000072 + 0.75/0.0000102 +$$

$$\begin{aligned}
 &+ 0.5/0.0000142)x_{38}^2 - (0.5/0.0022265 + 0.75/0.0022717 + 1/0.0022917 + 0.75/0.0023117 + \\
 &+ 0.5/0.0023565)x_{48}^2 + (0.5/0.0000005 + 0.75/0.0000048 + 1/0.0000078 + 0.75/0.0000108 + \\
 &+ 0.5/0.0000145)x_{58}^2 + (0.5/0.0000045 + 0.75/0.0000173 + 1/0.0000223 + 0.75/0.0000273 + \\
 &+ 0.5/0.0000405)x_{18}x_{38} + (0.5/0.0000030 + 0.75/0.0000095 + 1/0.0000134 + 0.75/0.0000170 + \\
 &+ 0.5/0.0000240)x_{18}x_{58} - (0.5/0.0392272 + 0.75/0.0392557 + 1/0.0392857 + 0.75/0.0393157 + \\
 &0.5/0.0393742)x_{28}x_{48} + (0.5/0.0000004 + 0.75/0.0000014 + 1/0.0000022 + 0.75/0.0000030 + \\
 &+ 0.5/0.0000040)x_{38}x_{58}.
 \end{aligned}$$

Для системного моделирования, разрабатываемые математические модели основных агрегатов блока каталитического риформинга установки ЛГ-35-11/300-95 Атырауского НПЗ в соответствии с протекающим процессом, объединяются в единый пакет (систему). В блоке риформинга установки выходы моделей печи П-1 являются входами для моделей реакторов, выходные результаты модели Р-2 через следующие секции П-1 поступает исходными данными для модели реактора Р-3. Далее результаты моделирования Р-3 используются в виде входных данных для моделей реакторов Р-4, 4а. В соответствии с этой схемой разработанные модели основных агрегатов объединены в единую систему. Эта система представляет собой пакет моделей, т.е. взаимосвязанных программ (П-1, Р-2, Р-3, Р-4, 4а, С-7, С-9), по схеме, по которой результаты расчета одной программы (выход модели) являются исходными данными для другой программы (вход модели). Моделируя с помощью этого пакета различные режимы работы блока в диалоговом режиме, можно подбирать рациональные режимы работы объекта, решать оптимизационные задачи и выработать рекомендации по управлению процессом.

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью используемых методов исследований, базирующихся на научных положениях исследований систем и теории математического моделирования, достаточной сходимостью теоретических и опытно-промышленных результатов исследования (относительная погрешность не более 3%).

Результаты моделирования работы агрегатов и сравнения их с известными данными других результатов, а также экспериментальными – производственными данными завода приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение результатов работы известных моделей [16], предложенных моделей и экспериментальных данных установки ЛГ Атырауского НПЗ

Определяемые параметры	Известные модели:	Предложенные модели	Экспериментальные данные
Выход целевой продукции, % (масс)	94,8	95,3	95,0
Содержание ароматических углеводородов у ₄ , %(масс.)	68,9	-	-
Объем катализата, м ³ /час	77,2	77,8	77,5
Октановое число бензина (катализата) по моторному методу		87	(86) ^п
Фракционный состав катализата, °С:			
10% отгонка	-	67	(68) ^п
50% отгонка	-	110	(114) ^п
Содержание фактических смол в мг. на 100 мл. бензина	-	5	(5) ^п

Примечание: входные и режимные параметры процесса взяты примерно одинаковые, (·)^п означает, что они получены лабораторным путем.

Приведенные в таблице данные показывают преимущества предложенного метода моделирования по сравнению с известными, так как при этом результаты моделирования (расчетные) более точно совпадают с реальными (экспериментальными) данными, а также на основе полученных моделей можно определить качественные показатели продукции в нечеткой среде, которые не определяются традиционными методами моделирования. Кроме того, предложенный комплекс моделей позволяет провести системное моделирование взаимосвязанных агрегатов, что позволяет найти «узкое место» технологического комплекса [17].

В следующей рисунке 2 основные показатели таблицы приведены в виде диаграммы.

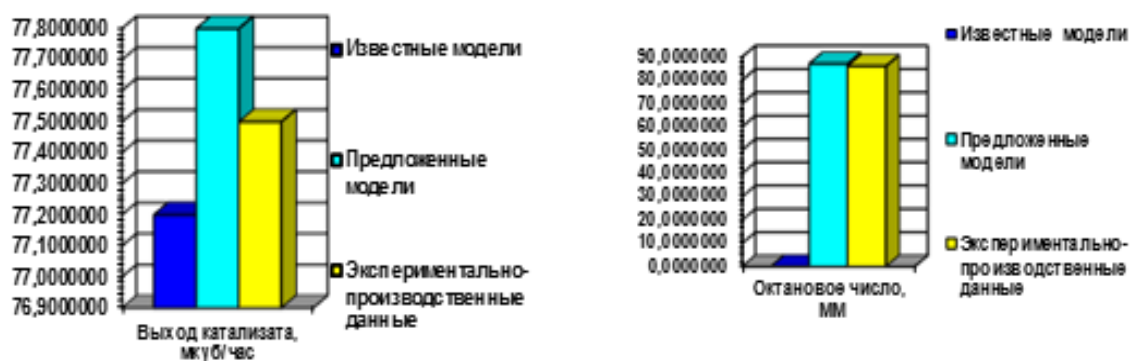


Рис. 2. Сравнение количественных и качественных показателей гидрогенизата

Приведенные в диаграммах данные показывают, что применение разработанных в работе моделей позволяют повысить выход катализатора и улучшить его качество (октановое число повышается). Причем модели работоспособны и в нечеткой среде, что позволили оценить качественные показатели катализатора.

Заключение. Рассмотрены проблемы разработки системы математических моделей сложных объектов, которые функционируют в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации и предложен подход к их решению на основе методов экспертных оценок и теорий нечетких множеств. В результате обработки экспериментально-статистических и экспертных данных, а также применяя идею метода последовательного включения регрессоров, на основе методов теории нечетких множеств разработаны математические модели реакторов риформинга в виде уравнений множественной и нечеткой множественной регрессии. Результаты сравнения и анализа предложенного метода моделирования по сравнению с известными определены преимущества разработанной системы моделей, так как они обеспечивает более высокую адекватность с реальными данными, а также на основе полученных моделей можно определить качественные показатели продукции в нечеткой среде, которые не определяются традиционными методами моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сериков Т.П., Оразбаев Б.Б. Технологические схемы переработки нефти и газа в Казахстане. Ч.1. -М.: Нефть и газ, 1993. - 118 с.
- [2] Оразбаева К.Н. Исследование экономико-экологических критериев установки каталитического риформинга, формализация задачи оптимизации и разработка алгоритма ее решения // «Нефть и газ», 2007. № 2, -С.86-93.
- [3] Маслянский Г.Н., Шапиро Р.Н. Каталитический риформинг бензинов. -М.: Химия, 1995. -310 с.
- [4] Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. ЕНУ, -Астана: 2016, 398 с.
- [5] Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л.Т. Разработка математических моделей и оптимизация химико-технологических систем при нечеткости исходной информации. –Москва: Российская Академия Естественных наук. 2014. – 163 с.
- [6] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. V. 1. No 184. – 2011. –С. 3–28.
- [7] B.V. Orazbaev, Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty// Theor. Foundations of Chem. Eng. // 2014. Vol. 48, No 2, -P. 138-147.
- [8] Оразбаев Б.Б. Теория и практика методов нечетких множеств. Министерство науки и образования РК, -Бастау, -Алматы, 2014, 488 с.
- [9] Ryzhov A.P. Elements of the theory of fuzzy sets and its applications. -M.: Moscow State University. 2014. -81 p.
- [10] Novikova V.A. Artificial intelligence and expert systems: -London: Textbook. 2015. 237 p.
- [11] Dubua D., Prade H. Systems of Linear fuzzy constraints. Fuzzy Sets and Systems. Vol. 20. №3, 2013. –P. 575-582.
- [12] Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. –Алматы: Пикула и К, 2009, 345 с.
- [13] Valeev SG Regressive modeling in the processing of observations. -Warsaw: Technics, 2014. -272 p
- [14] Оразбаева К.Н. Обобщенный алгоритм построения моделей технологических объектов нефтегазового производства в условиях неопределенности //Труды 5 Казахстанско-Российской международной научно-

практ. конф. «Математическое моделирование научно-технологических и экологических проблем в нефтедобывающей промышленности». -Атырау: 2005. -С.153-158.

[15] Orazbayev B., Ospanov E., Mukataev N., Orazbayeva K. Decision-making in the fuzzy environment on the basis of various compromise schemes // Procedia Computer Science. N120, 2017, -С. 945–952. www.sciencedirect.com

[16] Шумский В.М., Зырянова Л.А. Инженерные задачи в нефтепереработке и нефтехимии. -М.: Химия, 1981, -256 с.

[17] Saptoro A. Extended and unscented Kalman filters for artificial neural network modeling of a nonlinear dynamical system // Theoretical at Foundations of Chemical Engineering. 2012. Vol. 46. № 3. P.319-328.

Оразбаев Б.Б., Ураков А.М., Мырзашева А.Н., Шаждекеева Н.К.

Анықсыз жағдайларда Атырау МӨЗ ЛГ-35-11/300-95 қондырғысының математикалық модельдер жүйесін құру

Түйіндеме. Бастапқы ақпараттың айқын еместігіне байланысты туындаған анықсыздық жағдайларында каталитикалық риформинг қондырғысының риформинг ректорларының математикалық модельдері жүйесін құру және зерттеу нәтижелері келтірілген. Жинақталған статистикалық (сандық) және айқын емес (маман-эксперттердің тәжірибесі, білімі) ақпаратты айқын емес жиындар тәсілдері көмегімен өңдеу нәтижесінде Р-2, Р-3, Р-4,4а реакторларының статистикалық және айқын емес модельдері алынған.

Кілтті сөздер: математикалық модель, риформинг, модельдер жүйесі, анықсыздық, айқынсыздық, айқын емес модель, айқын емес жиындар теориясы.

Orazbayev B.B., Urakov A.M., Myrzacheva A.N., Shazhdekeeva N.K.

Development of a system of mathematical models for reactor reformers LG-35-11 / 300-95 Atyrau refinery in conditions of uncertainty.

Summary. The results of research and development of a system of mathematical models of reforming reactors for a catalytic reformer in conditions of uncertainty caused by unclear initial information are presented. As a result of processing of collected statistical (quantitative) and fuzzy information (experience, knowledge of expert experts) using the methods of fuzzy sets the statistical and combined models of reforming reactors R-2, P-3, P-4,4a were constructed.

Keywords: mathematical model, reforming, system of models, uncertainty, fuzzy, fuzzy model, fuzzy sets theory.

УДК 550.34.013.2

¹А.Т. Турарбек, ²А.Б. Садыкова

(¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби)

Asem.Turarbek@kaznu.kz, Turarbek_ase@mail.ru

(²Институт сейсмологии Казахстана

Алматы, Казахстан, aluadin@mail.ru)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. В данной статье описывается современное состояние анализа и прогноза землетрясений, проводившееся с помощью различных методов и средств. Представлено развитие сейсмологических исследований мирового уровня и Казахстана.

Ключевые слова. Землетрясение, сейсмология, методы прогноза землетрясений.

Введение. Во половине XX века выросло количества и сила природных катаклизмов. Только за последние десятилетия во всем мире произошло значительное количество сильных разрушительных землетрясений (в Чили, Перу, Мексике, США, Японии, Армении, на Сахалине, Афганистане и др.), которые вызвали огромный ущерб и немалые человеческие жертвы.

Землетрясения занимают одно из первых мест среди других видов природных катастроф. Стихийные явления, в том числе землетрясения, неизбежны. Их нельзя предотвратить, но уменьшить их разрушительное влияние можно и необходимо. Для этого нужно знать причины возникновения землетрясений, проводить оценку сейсмической опасности, изучать процессы, связанные с их подготовкой и возникновением, разрабатывать методы прогноза этих явлений, выявлять места возможных источников сейсмических колебаний. Землетрясения составляют 13% от общего числа природных катастроф.

История вопроса. Катастрофическая природа землетрясений известна человечеству на протяжении всей его истории. Первые упоминания о разрушительных событиях относятся еще к 2100 годам до н. э. Одно из самых известных землетрясений, произошедших на территории Казахстана, было событие 9 июня 1887 года в 4 часа 35 минут утра местного времени в г. Верный. Это землетрясение впоследствии получило название Верненская катастрофа, ведь оно разрушило множество зданий, было много увеченных и ушибленных. Землетрясение с магнитудой $M=7.3$ считается одним из сильнейших землетрясений на территории Северного Тянь-Шаня. "Эпицентральная зона землетрясения приурочена к северному склону хр. Заилийский Алатау на высотах от 1600 до 2000 м на протяжении вдоль хребта около 35 верст". В этой зоне обнаружены громаднейшие следы разрушений в виде многочисленных трещин, оползней, обвалов, поверхностных сдвигов и т.д. [1].

Английский сейсмолог Ричард Уокер, на конференции «Наука о землетрясениях и их рисках в Центральной Азии» заявил, что в 1716 году в Казахстане могло иметь место сильное землетрясение, в результате которого произошли разрушения в районе озер Балхаш и Зайсан. В своем докладе он презентовал результаты работы команды ученых и продемонстрировал «Лепсинский разлом» недалеко от поселка Лепсы и гор Джунгарского Алатау. Исследовав отложения в старом русле, им удалось выяснить, что землетрясение произошло около 400 лет назад [2].

За период более ста лет на территории Казахстана произошло около десятка разрушительных землетрясений. Два из них (Чиликское 1889 г. и Кеминское 1911 г.) вошли в ранг мировых сейсмических катастроф и имели магнитуду более 8. Чиликское землетрясение произошло спустя два года после Верненской катастрофы, 12 июля 1889 года в 3 часа 14 минут. Эпицентральная зона землетрясения охватывает восточные части хребтов Заилийский и Кунгей Алатау и простирается от р. Или до северо-восточного побережья оз. Иссык-Куль. Магнитуда землетрясений: $M=8,3$. По историческим данным число жертв не превышало нескольких десятков.

Кеминское землетрясение, одно из сильнейших внутриконтинентальных землетрясений XX века. Ведь оно было исключительным не только по силе и по площади распространения сотрясений. Кеминское землетрясение произошло 4 января 1911 г. в 4 часа 26 минут утра, на этот раз сила подземного толчка в городе составила 9-10 баллов. Эпицентральная зона представляет собой узкую полосу, вытянутую по азимуту $260^{\circ} - 265^{\circ}$ вдоль долины реки Большого Кемина. В поперечном направлении она охватывает южные склоны Заилийского Алатау и северные склоны Кунгей Алатау. Общее число погибших при Кеминском землетрясении составляет 390 человек [1]. После этих катастрофических землетрясений на территории Казахстана произошло еще не мало сейсмических толчков.

Если рассматривать землетрясения в период с 2001 по 2011 годы, в Казахстане произошло 5 мощных землетрясений, магнитуда которых превысила 6 [3]. В основном землетрясения происходили в сейсмоопасных регионах (рисунок 1), то есть в Алматинской, Восточно-Казахстанской, Жамбылской, Южно-Казахстанкой областях, а также в городе Алматы [4-5].

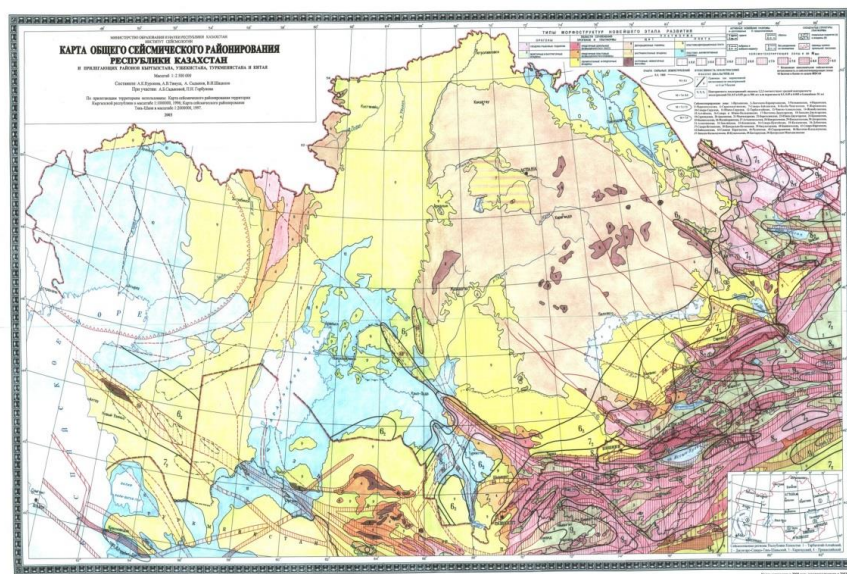


Рис. 1. Карта общего сейсмического районирования

В настоящее время на территории Казахстана работает более 63 сейсмических станций, которые регистрируют происходящие землетрясения не только на территории Казахстана, но и во всем мире. Наблюдения на сейсмологических станциях проводятся в круглогодичном, круглосуточном режиме [6].

В республике сейсмообстановка постоянно отслеживается сейсмостанциями. Функцию национальной наблюдательной сейсмологической сети выполняет ТОО «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция», которая проводит непрерывный сейсмологический мониторинг на сейсмоопасной территории Республики Казахстан, обеспечивает непрерывный сбор, обработку, анализ и интерпретацию сейсмологических данных. Для разработки прогнозного заключения используются мониторинговые данные следующих организаций: ТОО «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция» МОН РК, ТОО «Институт сейсмологии» МОН РК, АО «Алматыгидрогеология», ДГП «Институт геофизических исследований» и др. Ежеженедельно проходят заседания Прогнозной комиссии ТОО «Институт сейсмологии».

Республиканская сеть сейсмологических наблюдений в Казахстане начала свое развитие с нескольких сейсмических станций, основанных Институтом физики Земли Академии Наук СССР. В 1976 году был организован Институт сейсмологии Академии Наук КазССР. К этому времени на территории Казахстана работало уже 12 сейсмических станций. С организацией ИС началось развитие сети наблюдений. Росло число станций, расширялось число наблюдаемых параметров. Кроме сейсмических были начаты геомагнитные, гравиметрические, геодезические, электротеллурические и другие виды наблюдений. В 1979 году вся сеть наблюдений была объединена в Опытно-методическую партию в составе ИС. Опытно-методической партией были продолжены работы по развитию прогностического полигона. В 1979-1980 годах было открыто 9 различных станций, в том числе 7 гидрогеологических. В 1981 году постановлением Президиума Академии Наук КазССР № 10 от 08.01.81 года на базе Опытно-методической партии была организована Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Института сейсмологии АН КазССР. В 2000 г. СОМЭ ИС АН КазССР была преобразована в Государственное учреждение «Сейсмологическая опытно-методическая экспедиция Министерства науки и образования Республики Казахстан». А в 2013 году ГУ «СОМЭ» преобразовано в ТОО «СОМЭ» АО «Национальный центр сейсмологических наблюдений и исследований» [6].

Современное состояние сбора информации. Во всем мире исследованием чрезвычайных природных явлений занимается большое количество ученых. В каждой стране есть специально созданные исследовательские центры мониторинга и прогнозирования природных катастроф. Большая роль отводится землетрясениям, ведь это сильное колебание поверхности земли, вызванное процессами, происходящими в литосфере, приводящее к разрушительным последствиям, огромному количеству жертв, материальному ущербу и деструктивному воздействию на среду обитания человека. По данным Национального Центра Информации о землетрясениях США (NEIC) в течение XX века (с 1900 по 1999 гг.) на Земле произошло 2000 землетрясений с магнитудой $M_s \geq 7.0$, из которых 65 землетрясений имели магнитуду M_s , равную и более 8.0. Приведем данные о нескольких центрах мониторинга и обработки сейсмической информации.

В развитии сейсмологических исследований мирового уровня следует отметить США, Россию, Японию, Китай. Они проводят наибольший объем непрерывных сейсмологических наблюдений по всему миру и являются лидерами исследований земной коры с использованием космического мониторинга. Сейсмическая служба в России осуществляется Единой системой сейсмических наблюдений (ЕССН), которую проводит Геофизическая служба РАН. В США такая работа осуществляется Национальной сейсмической службой (NOS), а в Японии – Японским метеорологическим агентством (JMA), в Китайской Народной Республике – Администрацией по землетрясениям КНР.

Японское метеорологическое агентство (JMA) – это орган исполнительной власти Японии, который осуществляет наблюдение и предупреждение землетрясений, а также цунами и извержения вулканов в Японии и в Северо-западной части Тихого океана. Агентство имеет шесть региональных офисов, четыре морские обсерватории, пять вспомогательных 53 объектов и четыре авиационных метеорологических центра, 47 местных метеорологических обсерваторий. JMA также располагает 627 наблюдательными пунктами сейсмомониторинга по всей стране, где задействованы около 5 тыс. сейсмических станций.

Сейсмологические исследования в США сосредоточены в Геологической службе США и научно-исследовательских центрах крупных университетов. Федеральным Агентством по чрезвычайным ситуациям контролируются меры предупреждения и спасения от разрушительных землетрясений.

Геологическая служба США USGS является частью национальной программы опасности землетрясения (NEHRP), созданной для мониторинга и отчетности о землетрясениях в 1977 году [7].

Администрация по землетрясениям КНР в настоящее время является наиболее продвинутой организацией в области сейсмологических исследований и решения проблем краткосрочного прогноза. Всеми миру известны успехи китайских сейсмологов в прогнозе Хайченского землетрясения в 1975 г. с $M=7,3$. Именно на основе официального прогноза были эвакуированы люди и были проведены быстрые превентивные меры, спасшие многотысячные человеческие жизни. Администрация по землетрясениям КНР (АЗ КНР), как центральный государственный орган, имеет эффективную структуру с подчиненными управлениями сейсмологии во всех 28 провинциях и 2 автономных районах. АЗ КНР подчинены около 10 крупных научно-исследовательских институтов, несколько заводов по производству сейсмической аппаратуры, а также специальные сети глобальных, региональных и локальных наблюдений, Центра анализа и прогноза землетрясений, специальных учебных заведений, печатных изданий и мощных центров обработки и передачи данных. Общее количество сейсмических станций различного назначения превышает более 4000 единиц.

Европейский центр по сейсмическим и геоморфологическим опасностям – это международная межправительственная организация, занимающаяся созданием и эксплуатацией системы быстрого выявления эпицентров землетрясений в Европе и Средиземном море. В его состав входят Европейско-средиземноморский сейсмологический центр (ЕССЦ) в Брюсселе и Европейский центр по геоморфологическим опасностям (ЕЦГО) в Страсбурге.

Международный сейсмологический центр (International Seismological Centre) является международной неправительственной научной организацией, в состав которой входят, различные национальные академии, агентства, научные учреждения или другие некоммерческие организации. ISC собирает данные о землетрясениях из более чем 130 агентств по всему миру.

Глобальная модель землетрясений (GEM) является некоммерческим фондом, размещенным в Европейском центре исследований в области сейсмологии (EUCENTRE). GEM обеспечивает основу для сравнения сейсмических рисков по регионам. GEM- инструменты используются для оценки сейсмического риска на общем, национальном и международном уровнях. Результаты GEM распространяются во всем мире.

Национальный центр информации о землетрясениях NEIC расположение и размер всех значительных землетрясений по всему миру, немедленно распространяет информацию, поддерживает интерактивную базу данных сейсмической информации, а также проводит исследования. Национальный центр информации был создан в Роквилле, штат Мэриленд, в 1966 году. NEIC был переведен в Боулдере, штат Колорадо, в 1972 году и сделал часть Геологической службы США в 1973 г. NEIC был перенесен еще раз в 1974 году на свое нынешнее место в Голден, штат Колорадо.

Глобальная сейсмографическая сеть Global Seismographic Network является постоянной цифровой сетью сейсмологических и геофизических датчиков связанных сетью телекоммуникаций, Сформированный в партнерстве между USGS, Национальный научный фонд (NSF) и Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS), GSN обеспечивает практически однородную по всему миру мониторинг Земли, с более чем 150 современных сейсмических станций, распределенных по всему миру.

Если рассматривать современное состояние мониторинга и прогноза землетрясений в странах СНГ, то можно увидеть, что, по сравнению с другими странами, количество сейсмологических станций значительно меньше, в проведение сейсмологических исследований незначительно задействованы различные НИИ и т.д.

В России современный сейсмический мониторинг территории и сопредельных регионов осуществляет Геофизическая служба Российской академии наук, созданная в 1994 г. и объединившая свыше 300 сейсмических станций страны. Также для реализации федеральной целевой программы по повышению устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации создан специализированный портал единой информационной системы «Сейсмобезопасность России». Портал ЕИС «Сейсмобезопасность России» предназначен для обеспечения заинтересованных лиц, государственных органов власти и организаций полной, актуальной и достоверной информацией по вопросам обеспечения сейсмической безопасности жизнедеятельности на территории Российской Федерации.

В Кыргызской Республике вся информация об ощутимых землетрясениях, произошедших на территории страны и приграничных территориях, выносится на сайт Института сейсмологии Нацио-

нальной академии наук. А полная информация по всем зарегистрированным землетрясениям выдается только по отдельным официальным запросам. (<http://seismo.kg/ru/>)

В Узбекистане сейсмическая сеть Института сейсмологии Академии наук Республики включает 23 пункта регистрации. До недавнего времени использовалась фоторегистрация. С 2003 начата модернизация системы регистрации землетрясений. Для передачи данных используется система радиотелеметрии. Обеспечение передачи данных на FTP-сервер службы срочных донесений производится посредством сети Проекта UzSciNet, который охватывает все областные центры Узбекистана. (<http://isas.uzsci.net/index-ru.html>)

В Азербайджанской Республике основной сейсмологической организацией является Республиканский Центр Сейсмологической Службы, участвующий в изучении и исследовании землетрясений. Центром проводятся сейсмологические, геофизические, геохимические и геодинамические комплексные исследования. РЦСС является единственной организацией среди стран СНГ, где проводятся самые современные сейсмологические исследования сетью сейсмических станций, работающих с помощью спутниковой связи. Отметим, что данная сеть сейсмических станций, разработанная «Kinemetriks» США, функционирует в ведущих странах мира. В настоящее время на территории Республики установлено 35 сейсмических станций Республиканского Центра Сейсмологической Службы, работающих с помощью спутниковой связи (<http://www.seismology.az/ru/activity/#.WIRRJFOLTIU>).

В Казахстане сбором, обработкой и передачей сейсмических данных занимается также Казахстанский национальный центр сбора данных (КНЦД), осуществляющий свою деятельность в структуре Международной системы мониторинга. КНЦД существует на базе Центра сбора и обработки специальной сейсмической информации РГП «Институт геофизических исследований» Комитета по атомной энергии МИНТ РК. КНЦД выполняет следующие задачи:

- сбор и передача данных со станций сети РГП ИГИ;
- обмен данными с Международными и Национальными центрами;
- обработка всех поступающих данных в разных режимах оперативности;
- научные исследования в области сейсмологии, сейсмоакустики, геодинамики и др.

КНЦД на постоянной основе сотрудничает с рядом Международных и зарубежных центров данных. (http://www.kndc.kz/index.php?option=com_content&view=featured&Itemid=104&lang=ru).

Методы анализа и прогноза землетрясений. Методов прогноза землетрясений много. Применение тех или иных методов зависит от природы и силы землетрясения, от типов землетрясения и от характера. Также необходимо учесть, что при прогнозе землетрясений определяется большое количество предвестников землетрясений, от которых в свою очередь исходит выбор методики прогнозирования. Если рассматривать силу землетрясения необходимо остановиться на таких параметрах, как интенсивность (оценивается по 12-балльной сейсмической шкале MSK-64), магнитуда и энергетический класс. Можно выделить несколько типов землетрясений: тектонические, вулканические, техногенные. Так землетрясение – это подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами или искусственными процессами.

Ученые различных стран прилагают огромные усилия в изучении природы землетрясений и их прогноза. К сожалению, в настоящее время спрогнозировать место и время землетрясения не удастся. Существует три типа прогноза землетрясений – долгосрочный, среднесрочный и краткосрочный. При долгосрочном прогнозе землетрясение ожидается на достаточно большой площади, а время его ожидания растянуто на годы (5-7 лет). В среднесрочном прогнозе, землетрясение ожидается на относительно небольшой площади, и время ожидания измеряется месяцами (12-24 месяца). Краткосрочный прогноз, когда момент возникновения землетрясения должен предсказываться с точностью до нескольких суток и даже часов [8]. В зависимости от типа прогноза используется та или иная методика прогнозирования.

Все методы прогнозирования землетрясений условно можно разделить на следующие группы:

1. *Спутниковые методы* исследования землетрясений стали применяться почти сразу с появлением спутниковых данных. К спутниковым методам можно отнести оптические и радиолокационные методы, радарную интерферометрию, системы глобального позиционирования, гравитационные измерения, методы космической геодезии, астрологические методы. Положение точек на земной поверхности определяется со спутников. Данные о движении поверхности используются для прогноза. В последние годы в исследованиях по прогнозу землетрясений стали широко применяться космические средства наблюдения. Новые спутниковые технологии позволяют отслеживать деформации зем-

ной поверхности, изменения температуры почв при выбросах глубинных флюидов, изменения в свойствах ионосферы, связанные с подготовкой и реализацией сильных землетрясений [9].

2. **Методы, на основе которых происходит изучение предвестников землетрясений, можно подразделить следующим образом [10]:**

- Геологические к ним относятся изучение разломов и трещиноватости пород, что является одним из факторов, который определяет возможное место будущего землетрясения;

- Геофизическими предвестниками оценивается плотность, электропроводность, магнитная восприимчивость, скорости продольных и поперечных волн и т.д.;

- Гидрогеохимические определяется содержание радона, гелия, фтора, кремнистой кислоты и других элементов, как наиболее характерных предвестников предстоящих землетрясений;

- Биологические к ним относятся необычное поведение домашних животных: кошек, собак, лошадей, ослов и т.д. Животные выражают неординарное поведение за несколько часов до основного толчка – в ржании, крике, стремление убежать из закрытого помещения, что довольно часто спасало жизни людей и является естественным предвестником готовящейся катастрофы;

- Механические предвестники связаны с деформацией горных пород, движением блоков и мегаблоков в сейсмоактивных регионах;

- Сейсмологические предвестники определяют отношение скоростей продольных и поперечных волн, отношение амплитуд различных типов волн, изменение времен пробега, определение коэффициентов поглощения и рассеивания, вычисления частоты проявления микроземлетрясений, выделение зон временной активности и затишья;

- Биофизические предвестники оценивают необычное (беспокойное) поведение животных и птиц.

3. Математические методы, к ним можно отнести методы прогноза землетрясений основанные на нелинейные дифференциальные уравнения. Эти методы являются перспективными и в настоящее время активно изучаются.

4. Одним из бурно развивающихся методов прогнозирования землетрясений является метод, основанный на искусственных нейронных сетях. В основе искусственных нейронных сетей лежит математическая модель функционирования разных типов нейронов. Помимо этого сами нейронные сети бывают разного вида и структуры.

Если говорить, о новых методах то можно выделить методике, разработанную сейсмологами из США, способную предсказать мощность землетрясения еще до того, как оно произойдет. Эта методика основана на оценке амплитуды смещения вертикального компонента Р-волн, которые возникают в земной коре перед землетрясением. Корректность метода подтверждается анализом данных по землетрясениям из различных мест Земли. Сейсмологи считают, что краткосрочный прогноз можно составить, ориентируясь на характеристики Р-волн, возникающие перед самим землетрясением.

В настоящее время в России разработано более 20 методик и технологий прогнозирования землетрясений. Одним из разработанных методов прогнозирования является *комплексный метод анализа предвестников землетрясений*, позволяющего создать работающую систему краткосрочного прогноза сильных подземных толчков. В этой методике используются спутниковые технологии для наблюдения за полным электронным содержанием ионосферы, а также температурой в нижних слоях атмосферы и ряда других параметров для выделения признаков приближения толчков. В 2012 году был разработан *метод активного мониторинга*, при котором используются вибрационные источники мощностью до 100 тонн, позволяющие прогнозировать землетрясения. Вибрационные источники позволяют получать данные о строении земной коры. В 2016 году на SEISMO-2016 был представлен *метод кратковременного прогноза землетрясений методом мониторинга волны Козырева-Ягодина*, созданный в Хайфской лаборатории и успешно прошедший испытания.

Методы прогнозирования землетрясений, используемые в Институте сейсмологии РК, в основном применяются для среднесрочного прогноза. К ним относятся следующие методы:

- *метод «Активация затишья по землетрясениям средней силы»* - на основе ретроспективного анализа пространственно-временных закономерностей распределения землетрясений средней силы ($K \geq 10$) выявляются аномальные изменения во временном ходе параметра N (количество землетрясений средней силы), заключающиеся в последовательном чередовании периодов активизации ($N > N_{кр} = N_{ср} \pm \delta$) и затишья ($N < N_{кр}$), которые связаны с моментами возникновения сильных землетрясений;

- *метод «Сейсмическое окно»* - основан на закономерностях изменения повторяемости слабых землетрясений ($K \geq 5,5$) по данным одной станции и их связи с сильными землетрясениями;

- метод «Сейсмический цикл» - основан на квазициклическом характере сейсмического процесса [11];

- метод «Условные деформации» - основан на установленных закономерностях накопления и высвобождения условных деформаций, полученных на примере основных сейсмоактивных зон СНГ и других регионов земного шара;

- метод «Миграции сейсмичности» - основан на том, что процесс подготовки сильного землетрясения начинается активизацией сейсмичности в конкретном районе, которая затем мигрирует в периферийную часть области подготовки, что выражается линейной зависимостью между расстоянием от эпицентра до района и продолжительностью времени проявления предвестника.

- метод «RTL» представляет произведение трех функций, характеризующих распределение землетрясений в пространстве, во времени по энергии.

- метод «Формальный анализ комплекса параметров сейсмического режима» математическое моделирование с целью комплексного исследования исходных многомерных выборок выполнено с помощью процедур факторного анализа – метода главных компонент.

- метод «Kср» Параметр Kср – это плотность сейсмогенных разрывов.

- метод «НДС», для определения напряженно-деформированного состояния среды сейсмогена используются некоторые комбинации физических величин, которые выражены через обобщенные показатели состояния среды, такие как показатель степени жесткости, показатель степени напряженного состояния, относительная энергетическая прочность.

- метод «Группируемость слабых землетрясений» основан на оценке группируемости слабых событий с помощью индекса Моришты $J\delta$, показывающего во сколько раз вероятность попадания двух событий в некоторую ячейку для данного распределения выше, чем случайного.

- метод «Стационарные параметры» основан на закономерностях поведения комплекса прогнозных признаков по данным одной станции.

- метод «Стационарные V_p/V_s » многими исследователями обнаружены характерные изменения величины отношения скоростей продольных и поперечных сейсмических волн V_p/V_s перед землетрясениями.

- метод «Комплексирования параметров сейсмического режима» - основан на выявленных фактах существования пространственно-временных вариаций комплекса параметров сейсмического режима.

В заключении можно сделать вывод, что прогноз землетрясений является фундаментальной научной проблемой, до сих пор не нашедшей удовлетворительного теоретического и экспериментального решения. О современном состоянии прогноза и анализа землетрясений на территории Казахстана можно судить по количеству сейсмических станций, по применяемым методикам прогнозирования и, конечно же, по новым информационным технологиям и спутниковому оснащению. В большинстве случаев методы прогнозирования землетрясений, разработанные в РК, предназначены для долгосрочного и среднесрочного прогноза. К сожалению, в настоящее время надежных методов краткосрочного прогноза не существует. Говорить о том, что определенный метод прогнозирования землетрясений действительно хорош, мы не можем, ведь универсального метода прогнозирования, который подходил бы различных районов и территорий пока не существует.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Нурмагамбетов А. Сейсмическая история Алматы. Издательство «ЛЕМ», Алматы. 2003. 67 с.
- [2] https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/britanskiy-uchenyiy-rasskazal-zemletryasenie-epohi-voynyi-301745/
- [3] Сайт <https://www.zakon.kz/4446756-samyie-silnye-zemletrjasenija-v.html>
- [4] <https://kapital.kz/gosudarstvo/44920/institut-sejsmologii-rk-v-2016-godu-sejsmoaktivnost-uvlichitsya.html>
- [5] Новости о чрезвычайных ситуациях https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/zemletryasenie-magnitudoy-46-proizoshlo-v-kazahstane-309142/
- [6] Сайт Института сейсмологии <http://www.seismology.kz/>
- [7] Сайт <https://earthquake.usgs.gov/learn/kml.php>
- [8] Садыкова А.Б. Сейсмическая опасность территории Казахстана. Алматы:Хай Текнолоджи. 2012. 267 с.
- [9] <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6254/>
- [10] Туманова К.С. К вопросу поисков предвестников землетрясений // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.; <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17146>
- [11] Сыдыков А. Сейсмический режим территории Казахстана. Алматы:Фылым. 2004. -270 с.

Турарбек Ә.Т., Садыкова А.Б.

Қазақстанда жер сілкінісі болжамдау мен талдаудың қазіргі жағдайы

Түйіндеме. Бұл мақалада әртүрлі әдіс және құралдардың көмегімен жүргізілген жер сілкіністердің болжау мен талдаудың қазіргі жағдайы сипатталады. Қазақстан мен әлемдік деңгейдегі сейсмологиялық зерттеулердің дамуы ұсынылған.

Түйінді сөздер. Жер сілкінісі, сейсмология, жер сілкінісін болжау әдістері.

Turarbek A.T., Sadykova A.B.

Modern state of earthquake analysis and forecast of earthquakes in Kazakhstan

Summary. This article describes the current state of analysis and prognosis of earthquakes conducted using various methods and means. The development of seismological studies of the world level and Kazakhstan is presented.

Keywords. Earthquake, seismology, methods of earthquake prediction.

УДК 004.056.5

Т.С. Картбаев, А.У. Калижанова, Ш.Д. Толыбаев, А.А. Досжанова, Ф.У. Маликова

(Алматынський университет энергетіки і зв'язи,

Алматы, Республіка Казахстан

kartbaev_t@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ И ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Аннотация. Статья посвящена вопросам практического применения аппарата искусственных нейронных систем для разработки компьютерной системы видеонаблюдения и аутентификации личности. Анализ существующих систем аутентификации показывает, что их существенным недостатком является невозможность идентификации с учетом появления новых признаков на лице человека (морщин, изменение пигментации кожи и т.д.). Целью исследования является повышение эффективности автоматизированного распознавания лиц с целью аутентификации личности путем учета особенностей изменения параметров лица с течением времени.

Ключевые слова: биометрия, искусственные нейронные сети, аутентификация личности, система видеонаблюдения, нечеткая база знаний.

Повысить точность распознавания, а также учесть особенности временных изменений лица человека, можно на основе использования методологии искусственных нейронных сетей. Гибридные нейронные сети, объединяющие в себе преимущества классических нейронных сетей и систем нечеткого логического вывода позволяют современным исследователям использовать хорошую обучаемость сети наряду с объяснением полученных выводов. Полученная структура использует знания экспертов, но при этом может приобретать новые знания. В данной статье предлагается процесс аутентификации разбить на несколько этапов: во-первых, производится предварительная обработка полученного изображения (цветное изображение преобразуется в полутоновое, улучшается контрастность); во-вторых, производится выделение ключевых признаков на основе анализа изображения и кодирование полученных признаков; в-третьих, производится распознавание образа с учетом прогноза изменений ключевых параметров. На основе анализа гибридных нечетко-сетевых систем, для построения компьютерной системы аутентификации личности предлагается использовать адаптивную систему нейро-нечеткого вывода – ANFIS (Adaptive Network-based Fuzzy Inference System). Разработана нечеткая база продукций, которая, используя знания эксперта, позволяет оценить возможные изменения значений ключевых признаков, которые используются для аутентификации личности на основе его изображения (фотографии). Для учета данной возможности в статье предлагается нейро-нечеткая сеть ANFIS реализующая алгоритм Тагаки-Сугено. Проведены имитационные эксперименты по проверке эффективности работы обученной нейронной сети при предъявлении образца и влиянии на него помех, а также возможности прогноза изменения параметров лица с учетом факторов старения человека. Результаты экспериментов показали перспективность предложенного подхода.

Системы автоматического распознавания объектов различного класса на цифровых изображениях актуальны для широкого круга практических решений в области технического зрения, робототехнике, видеонаблюдения и контроля доступа, различных интерфейсах взаимодействия человек-компьютер и т.д. Ключевым примером, отражающим основные принципы действия данных технологий, является система автоматического обнаружения лиц людей на электронных видеоизображениях. Она необходима для борьбы с терроризмом и преступностью, для общего контроля перемещения мигрантов, для идентификации личности при банковских операциях в электронных сетях и целого ряда смежных задач, где цена ошибочной идентификации очень высока.

Проблема распознавания лиц рассматривалась еще на ранних стадиях компьютерного зрения. Целый ряд научно – промышленных компаний на протяжении более 40 лет активно разрабатывают автоматические системы распознавания человеческих лиц: Smith & Wesson (система ASID – Automated Suspect Identification System); ImageWare (система FaceID); Imagis, Epic Solutions, Spillman, Miros (система Trueface); Vissage Technology (система Vissage Gallery); Visionics (система FaceIt) [1].

Использование искусственных нейронных сетей для решения задач идентификации изображений нашло широкое применение при решении различных практических задач [2,3,4]. Например, аппарат искусственных нейронных сетей применяется для распознавания сигналов кардиограммы [5], подписи человека [6], идентификации ладони пользователя смартфона [7]. Применение математического аппарата искусственных нейронных сетей в системах аутентификации личности также получило большое распространение. Так, в [8] рассматривается задача аутентификации пользователей смартфона на основе 14 жестов. Модели поведения пользователей классифицируются с помощью нейронной сети с радиально-базисными функциями. В работе [9] также рассматривается задача аутентификации пользователя смартфона на основе поведенческой модели. Авторы работы [10] изучают вопросы учета возраста человека на основе оценки отпечатков пальцев. В работах [11, 12] рассматриваются задачи аутентификации на основе анализа лица человека с использованием нейросетевого подхода. Анализ геометрических черт лица для определения пола человека при помощи нейронных сетей с обратным распространением ошибки проводится в [11], авторы [12] применяют сверхточные нейронные сети для распознавания лиц.

За последние несколько лет рядом ученых [13-15] было предложено множество методов идентификации лиц реализующих различные научные подходы. Среди первых реализаций распознавания лиц, с помощью методов на основе обучения, известна система Теуво Коонена из Технологического университета Хельсинки [16]. Он продемонстрировал, что распознавание выровненных и нормализованных изображений можно выполнить с помощью простой нейронной сети. Используемая сеть вычисляла описание лица, аппроксимируя собственные вектора матрицы автокорреляции изображения. Эти собственные вектора (eigenvector) получили название «собственные лица» (eigenface). Однако, система Коонена не нашла практического применения, поскольку базировалась на точном выравнивании и нормализации.

В последующие годы предпринимались многочисленные попытки реализации схем распознавания лиц с использованием различных методов нейронных сетей. В своих исследованиях Майкл Кирби и Лоуренс Сирович из Университета Брауна [17] ввели алгебраическую операцию, которая упростила прямое вычисление «собственных лиц». Кроме того, они показали, что для аккуратного кодирования тщательно выровненных и нормализованных изображений нужно не более 100 собственных лиц. Мэтью Турк и Алекс Пентланд из Массачусетского технологического института [18] продемонстрировали, что остаточную погрешность, которая возникает при кодировании с помощью собственных лиц, можно использовать для обнаружения лиц в неупорядоченном естественном изображении и определения точного расположения и размера лица. Затем они показали, что объединение этого метода обнаружения и локализации лиц с методом распознавания собственных лиц обеспечивает надежное распознавание лиц в реальном времени, при этом на среднюю задачу распознавания накладываются минимальные ограничения.

Предложенные технологии распознавания лиц позволяют производить автоматический поиск и распознавание в графических файлах и видеопотоке. Однако на сегодняшний день остается нерешенным широкий спектр задач в данной области - как научить компьютер эффективно проводить процедуру распознавания по разным критериям оценки, как декодировать и хранить цифровые изображения лиц с наименьшим объемом памяти, как выбирать эффективные критерии оценки схожести лиц, как проводить комплексную обработку изображений и т. д. [19]. Основными требованиями, которые предъявляются к алгоритмам подобного класса, являются: высокое качество

распознавания, работа в режиме реального времени, устойчивость работы по отношению к внешним факторам [20].

В процессе реализации научной программы Feret три разных алгоритма, действующих на основе НС, продемонстрировали самый высокий уровень точности распознавания для больших баз данных (1200 человек) в наиболее сложных для распознавания условиях тестирования. Алгоритм, разработанный в Университете Южной Калифорнии [21]; алгоритм Университета штата Мэриленд [22] и алгоритм, созданный в Media Laboratory Массачусетского технологического института.

Для фронтальных изображений, точность распознавания составляет 95%. Для изображений, сделанных разными аппаратами и при разном освещении, точность, как правило, падает до 80%. Для изображений, сделанных с разницей в год, точность распознавания составляет примерно 50%, что, по нашему мнению, указывает на необходимость постоянного пополнения базы данных обновленными изображениями и поиска более эффективных алгоритмов.

В марте 2015-го года, исследователи компании Google опубликовали научную работу [23], в которой рассказывалось о новой системе искусственного интеллекта под названием FaceNet, которая распознаёт лица людей с достаточно высокой точностью, показывая результат, близкий к 96% на стандартном наборе данных Labeled Faces in the Wild [24], который включает в себя более 13 000 изображений лиц, взятых из интернета. Система Google не только распознаёт лица, но и способна подобрать коллекцию других людей, которые больше всего похожи на заданную фотографию. Высокий результат объясняется, новым методом тренировки нейросети: для этого использовали триплеты фотографий, на которых были лица одного или разных людей, одинаково выравненные и сделаны в одинаковых условиях. Однако, несмотря на текущие успехи, проблема распознавания лиц с учетом фактора старения или влияния других изменений остается открытой.

Исходя из анализа научных публикаций представленного выше, группа методов, действующая на основе обучения или самообучения, является перспективным научным направлением в области аутентификации личности, в частности распознавания лиц. Так, известно, что обученные на примере нейронные сети способны к точному воспроизведению входного сигнала и его аппроксимации. Автоматическая возможность НС к интерполяции позволяет определить пропущенные сигналы, в силу влияния внешних факторов, или координаты расположения черт, а экстраполяция в свою очередь может позволить спрогнозировать эффекты старения или изменения внешности в силу ряда причин. НС успешно восстанавливают искаженную информацию и широко применяются в различных отраслях науки и техники, в частности робототехнике и системах технического зрения. Таким образом, использование предполагаемого научного аппарата может позволить решить одновременно ряд смежных задач в области идентификации личности человека без использования дополнительных технических средств и трудоемких алгоритмов с большим количеством эталонов по каждому из объектов.

Целью исследования является разработка компьютерной системы идентификации личности действующей на основе обученной нейронной сети и проверка эффективности работы НС при влиянии ряда внешних факторов.

Для достижения поставленных целей необходимо выполнить следующие задачи: рассмотреть возможности интеллектуальной биометрических систем аутентификации человека, на примере распознавания лица, с помощью математического аппарата искусственных нейронных сетей. Проанализировать традиционные подходы в области распознавания лиц и выявить их особенности. Предложить структуру нейросетевой системы распознавания лиц и провести симуляцию по проверке эффективности работы обученной нейронной сети.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Face recognition - <http://www.biometrics.gov/Documents/FaceRec.pdf>
- [2] Jayaram M.A., Fleyeh H. Soft Computing in Biometrics: A Pragmatic Appraisal // American Journal of Intelligent Systems. – 2013. – Vol. 3(3). – P. 105-112
- [3] Vinay A., Shekhar V., Rituparna J., Aggrawal T., Murthy K., Natarajan S. Cloud Based Big Data Analytics Framework for Face Recognition in Social Networks Using Machine Learning // 2nd International Symposium on Big Data and Cloud Computing (ISBCC'15), Procedia Computer Science. – Vol. 50. – 2015. – P. 623-630
- [4] Alicia Costalago Meruelo, David M. Simpson, Sandor M. Veres, Philip L. Newland Improved system identification using artificial neural networks and analysis of individual differences in responses of an identified neuron // Neural Networks 75 (2016) 56–65

- [5] Gui Q., Jin Z., Xu W. Exploring EEG-based biometrics for user identification and authentication // Proc. of Signal Processing in Medicine and Biology Symposium (SPMB) 2014. – 2014. – P. 1-6
- [6] Bhatia M. Off-Line Hand Written Signature Verification using Neural Network // International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management. – Vol. 2, Iss. 5. – 2013. – P. 108-116
- [7] Hassanat A., Al-Awadi M., Btoush E., Al- Btoush A., Alhasanat E., Altarawneh G. New Mobile Phone and Webcam Hand Images Databases for Personal Authentication and Identification // Procedia Manufacturing. – Vol. 3. – 2015. – P. 4060-4067
- [8] Nader J., Alsadoon A., Prasad P., Singh A., Elchouemi A. Designing Touch-Based Hybrid Authentication Method for Smartphones // Procedia Computer Science. – Vol. 70. – 2015. – P. 198-204
- [9] Watanabe Y., Houryu, Fujita T. Toward Introduction of Immunity-based Model to Continuous Behavior-based User Authentication on Smart Phone // Procedia Computer Science. – Vol. 22. – 2013. – P. 1319-1327
- [10] Saxena A., Sharma S., Chaurasiya V. Neural Network Based Human Age-group Estimation in Curvelet Domain // Procedia Computer Science. – Vol. 54. – 2015. – P. 781-789
- [11] Jaswante A., Khan A., Gour B. Gender Classification Technique based on Facial Features using Neural Network // International Journal of Computer Science and Information Technologies(IJCSIT). – Vol. 4(6). – 2013. –P. 839-843
- [12] Yi S., Chen Y., Wang X., Tang X. Deep learning face representation by joint identification-verification // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2014. – P. 1988-1996.
- [13] Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение. М.: Бином, 2009 г. 752 с
- [14] Сравнение алгоритмов выделения лиц – Википедия- <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/686603>
- [15] Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие. Общий подход на основе принципа минимальной длины описания — СПб.: Политехника, 2007 — 547,
- [16] T. Kohonen, Self-Organization and Associative Memory, Springer-Verlag, Berlin, 1985.
- [17] M. Kirby and L. Sirovich, «Application of the Karhunen-Loeve Procedure for Characterization of Human Faces», Trans. IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, Jan. 1990, pp. 103-1086.
- [18] M. Turk and A. Pentland, «Eigenfaces for Recognition», J. Cog. Neuroscience, Jan. 1991, pp. 71-867.
- [19] Relevant information in the the area of face recognition - <http://face-rec.org/>
- [20] How Facial Recognition Systems Work / <http://computer.howstuffworks.com/facial-recognition.htm>
- [21] L. Wiskott et al., «Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching», Trans. IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence, July 1997, pp. 775-779.
- [22] K. Etemad and R. Chellapa, «Discriminant Analysis for Recognition of Human Face Images», J. Optical Soc. of America, pp. 1724-1733
- [23] Schroff, Florian, Dmitry Kalenichenko, and James Philbin. "Facenet: A unified embedding for face recognition and clustering." Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2015.
- [24] Learned-Miller, Erik, et al. "Labeled faces in the wild: A survey." Advances in Face Detection and Facial Image Analysis. Springer International Publishing, 2016. 189-248.

Картбаев Т.С., Калижанова А.У., Толыбаев Ш.Д., Досжанова А.А., Маликова Ф.У.

Тұлғаны аутентификациялау және бейнебақылау тапсырмаларында жасанды нейронды желілер аппаратын практикалық қолданудың болашағы

Түйіндеме. Мақалада тұлғаны аутентификациялау және бейнебақылау тапсырмаларында жасанды нейронды желілер аппаратын практикалық қолдану сұрақтары талқыланған. Қолданыстағы аутентификациялау жүйелерінің анализі олардың басты кемшілігін - адам бетіне жаңа белгілердің (әжім, тері пигментациясының өзгеруі және т.б.) пайда болуын ескере отырып идентификациялаудың мүмкін еместігін көрсетеді. Зерттеудің мақсаты – уақытқа байланысты бет параметрлерінің өзгеруінің ерекшеліктерін ескере отырып, тұлғаны аутентификациялау мақсатында беттерді автоматтандырылған тану тиімділігін арттыру.

Тірек сөздер: биометрия, жасанды нейронды желілер, тұлға аутентификациясы, бейнебақылау жүйесі, айқын емес білім қоры.

Kartbayev T.S, Kalizhanova A.U, Tolybaev S.D, Doszhanova A.A, Malikova F.U.

Prospects of practical application of the device of artificial neural networks on the tasks of person authentication and video surveillance

Summary. The article is devoted to the practical application of the apparatus of artificial neural systems for the development of a computer video surveillance and identity authentication system. An analysis of the existing authentication systems shows that their significant disadvantage is the impossibility of identification in view of the appearance of new signs on the person's face (wrinkles, changes in skin pigmentation, etc.). The aim of the study is to increase the efficiency of automated face recognition for the purpose of authenticating an individual by taking into account the characteristics of changing the parameters of a person over time.

Keywords: biometrics, artificial neural networks, personal authentication, video surveillance system, fuzzy knowledge base.

УДК 62-192:631.372

Б.Т. Жусин, А.А. Гуляренко, А. Құмар
(С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана, Қазақстан Республикасы)

ТОПЫРАҚ ЖЫРТАТЫН ЖҰМЫС ОРГАНДАР ЖҮЗІНІҢ ӨТКІРЛІГІН БАҒАЛАУ ТУРАЛЫ

Түйіндеме. Жер жыртатын бұйымдардың ресурстарын істеген гектар көлемі бойынша, жоғарыда көрсетілген шек күйінің (жұмысқа қабілеттілігі төмендеуі уақыты бойынша бірінші басталған немесе маңыздылығы бойынша шығындарға негізделген) біреуіне жетуіне дейін анықтау қажет.

Тозған жүздің пішінін жіңішке қорғасын жолағымен алып проекторда жүздің қимасын үлкейтіп бағалау ұсынылады.

Далалық жағдайларда жүздің өткірлігін шартты бағалауға арналған аспапты әзірлеу және жер жыртатын бөлшектердің өткірлік шарттарының кластарын стандарттау жолымен жүздің өткірлік көрсеткіштерін регламенттеу мүмкін болады.

Түйін сөздер: тозуға төзімділік, жүздің өтпеулігі, өткірлік, фаска, тозу, жұмыс уақыты.

Топырақ жыртатын жұмыс органдардың тозуы олардың формасы мен мөлшерінің өзгеруіне әкеледі, бұл топырақ өңдейтін машиналардың негізгі агротехникалық көрсеткіштер жұмыстарына әсер етеді. Топырақ жыртатын жұмыс органдар үшін шек күйін анықтайтын үш өлшем бар: сызықтық мөлшерін азайту, жүздердің радиусын азайту, затылочной жүздің теріс беті мен үшкірліктің бұрышы рұқсат етілгеннен жоғары. Бірақ іс жүзінде топырақ жыртатын жұмыс органдарын сынау кезінде ресурсты көп жағдайда тек сызықтық тозу көлемі арқылы, оңай өлшенетін шамасы болғандықтан нақты шектік мәні бойынша анықтайды. Сонымен қатар, бұл бұйымдардың ресурстарын істеген гектар көлемі бойынша, жоғарыда көрсетілген шек күйінің (жұмысқа қабілеттілігі төмендеуі уақыты бойынша бірінші басталған немесе маңыздылығы бойынша шығындарға негізделген) біреуіне жетуіне дейін анықтау қажет.

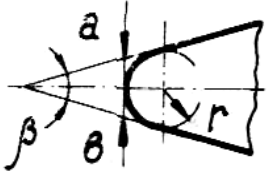
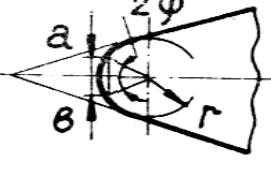
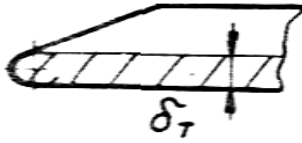
Осылайша, жұмыс органдарының ресурсын жоғарлату үшін зерттеулерді дұрыс тұжырымдау құрылымдық тозуға төзімділік теориясы тұрғысынан жүйелі тәсілдерді қолдануды талап етеді және бөлшектердің функционалдық сапасына тозудың әсерін ескеру керек. Бөлшектердің тозуын негізгі құрылымдық, материалтану, технологиялық және тасымалдаулық факторларға байланысты зерттеу қажет, ал 1 гектар егістік жер үшін пайдаланылған кезде бөлшектің тозуға төзімділігін жоғарлату үшін барлық жұмыстың ең жоғарғы қорытындысына (шығынды азайтуға) қол жеткізу керек [1].

Мәселені шешудің ең маңызды және күрделі мәселесі жер жыртатын бөлшектердің өткірлігін сақтау болып табылады. Жүздің өткірлігін жоғалту белгілі болғандай функционалдық бұзылуларға әкеледі, атап айтқанда, арамшөптерді кесу, өңдеу тереңдігі, тереңдік бойынша жүру біркелкілік дәрежесін азайтады, ақыр соңында өнімділікті азайтады.

Жер жыртатын бөлшектерді егжей-тегжейлі талқылау жер өңдеу механикасында көп назар бөлінген. В.П.Горячкиннің, В.А.Желиговскидің, М.М.Северцеваның [2-7] жұмыстарында жүздің өткірлігін бағалаудың түрлі критериялары ұсынылған. Жүздің өткірлігін бағалау параметрлері баяндамасынан, негізгі критериясы ретінде көбінесе жүздің радиусы мен қалыңдығы кестеде келтірілгендей алынады, оларды өлшеу әртүрлі әдістермен жүргізіледі. В.П.Горячкин жүздің өткірлігін кесіндінің ұзындығы (а, b) шеңберге және қыртыстағы беттердің ұзартылған сызықтарымен шектелгені бойынша бағалауды ұсынды, ал В.А.Желиговский кесіндіні (а, b) үйкеліс бұрышын (ϕ) ескере отырып есептеуді ұсынды (1 сурет).

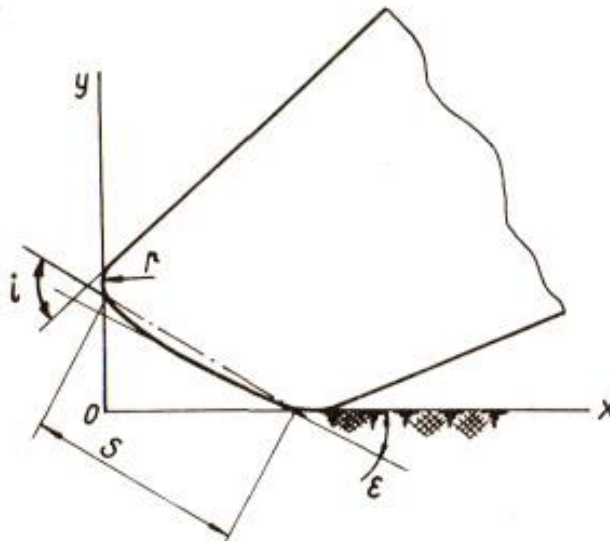
В.Н.Ткачев пен А.Ш.Рабинович жүздің өткірлігін кесетін қабаттың қалыңдығымен (δ_c) байланыстырды, осылайша кесетін бұйымдардың өткірлігін қамтамасыз етудің ықтимал тәсілін қабат материалдарын қолданумен көрсетеді, онда (δ_r) саны жүздің қажетті өткірлігіне сәйкес келуі керек. Жүздің өткірлігін бағалаудың аталған әдістері геометриялық параметрлерімен анықталады және кесілетін материалға жүздің ерекше әсерін ескермейді (назарға алмайды).

Осы жұмыстың авторларымен жүздің өткірлігі түйіспе кернеулерді топтау қабілеттілігі ретінде анықталады, ал өткірлікті бағалау тозу кезінде жүздің сырт пішінінің өзгеру үрдісі кезінде жүреді. Материал, соның ішінде арамшөп тамырлары, түйіспе кернеулері оның беріктік деңгейіне жеткенде ғана кесіледі. Жүздің өткірлігінің артуымен түйіспе кернеулердің топтауы жоғарылайды және жүздің материал кесуді жүзеге асыратын жүкетеме төмендейді.

Авторлары	Жүздің параметрлерін анықтау сұлбасы	Анықтау формуласы	Әдебиет
В. П. Горячкин		$a \cdot b = 2r \frac{1 - \sin \beta/2}{\cos \beta/2}$	[2]
В. А. Желиговский		$a \cdot b = 2r \cdot \sin \varphi$	[3]
А. Ш. Рабинович В. Н. Ткачев		$\delta_T \leq 2r$	[4,5]

1-сурет. Жүздің өткірлігін бағалау критериялары

2 суретте тозған жүздің біз қабылдаған өткірлігін бағалау әдісін түсіндіру үшін пішіні сұлбалық түрде көрсетілген. Жүздің өткірлігін түйіспе кернеулерін топтау факторы ретінде қарастыра отырып, Арамшөп тамырларының ең ықтимал күйі ретінде борозда түбіне тозған жүз профилінің нормалмен түйіскен орнындағы радиус шамасын (r) жүздің өткірлігі параметрі ретінде қабылдаймыз (сонымен бірге жүз уатылу бұрышына сәйкес бұрышпен борозда түбіне орнатылуы тиіс). Бұл жағдайда түйіспе кернеуі түйіспе орны мен ұшталу бұрышына (i) байланысты болады.

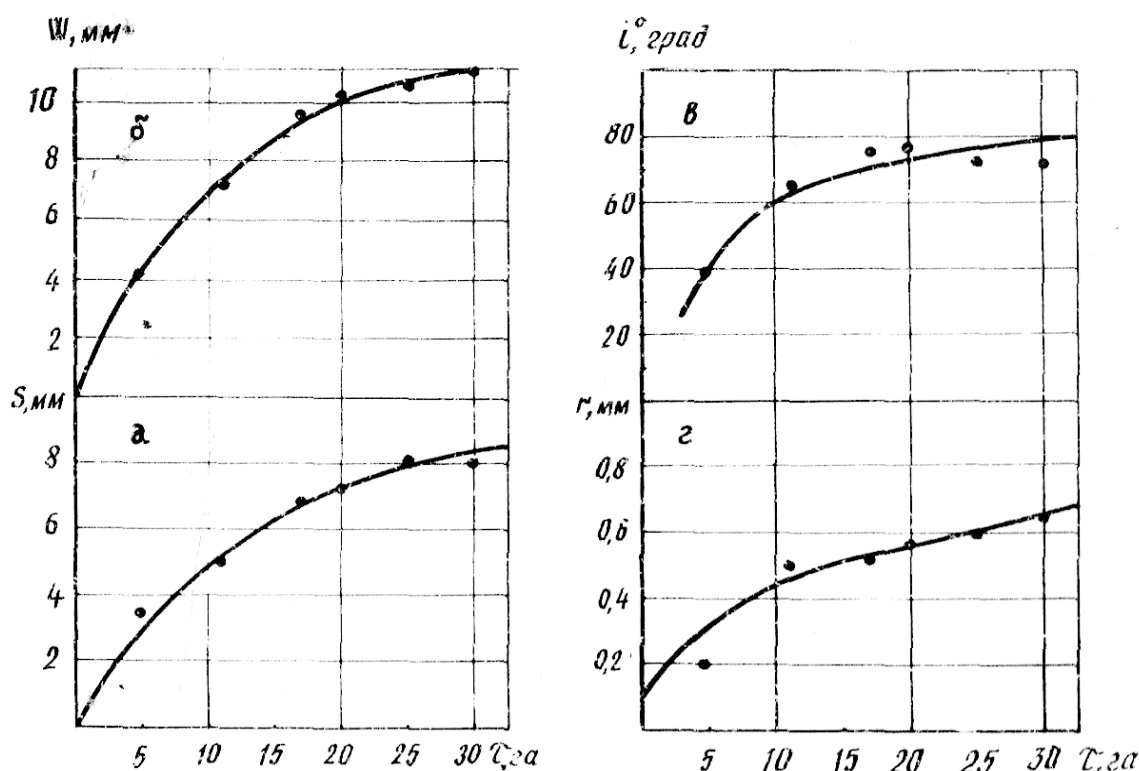


2-сурет. Тозған жүздің пішіні

Жүздің өткірлігін анықтайтын параметрлердің өзгеруі тозу үрдісінде тоқтаусыз жүріп отырады, сондықтан жүздің сырт пішінінің өзгеруін талдау үшін жүздің иілу радиусының, жұмыс органдарының затылочной фаскасының ені мен көлбеулену бұрышының өзгеру динамикасын анықтау қажет. Салмақты және кескіш қабаттары мен олардың қалыңдығына, сондай-ақ тозу қабілеттілігі әртүрлі жерлерге арналған материалдардың әртүрлі байланыстары бар жұмыс органдарының әртүрлі конструкциялары

үшін шектік күйін анықтайтын жеркескіш жұмыс органдарының негізгі параметрларының өзгеру динамикасы айтарлықтай өзгеше болуы мүмкін. 3 суретте Целиноград облысының Ново-Александровский совхозындағы ГСКБ-ПЭТ бекініс пунктінде жүргізілетін сынақтар кезіндегі КПШ-9 культиваторының тістер (лемехов) жүздерінің негізгі параметрларының өзгеру графигі көрсетілген. Жұмыс «Мартыновка» бөлімшесінде екі культиваторда орындалды, ондағы жер 16 см тереңдікте 18-24% ылғалдылықта қаттылығы 12,7-14,5 кг/см² (В.П. Горячкин зерттеулері) орташа балшық болды. «Сормайт-1» қорытпасы 45 (шикі) болаттан жоғарғы орнығумен сериялық тістер (лемехи).

3 суретте көрсетілгендей, жүздің параметрлері өзгеруі бірліктен кем дәрежесімен дәрежелік функциялары сипатталған. Бұл параметрлерді өлшеу үшін қорғасын жолақтармен жүздің толық профилін алып тастау әдісі ұсынылды. 0,5-0,7 мм және 2 мм болатын жолақтар ені жүзге қолмен бастырылған жүз бен олардың арасындағы жарықты толық жоюға дейін. Ұқыпты түрде деформацияланған жолақтарды алып тастау тік проекторда 10 есе үлкейту кезінде талданды. Алынатын профиль жоба үстелінде сызылған және содан кейін жүздің дөңгелектену радиусы, шырышты қабықша (затылочной фаски) ені мен оның борозда түбіне дейінгі көлбеу бұрышына өлшеу жүргізілді, ол тозуға ұшырамайды және жүздің бұрышы мен басқа параметрлер қатарын бағалау үшін базасы ретінде бола алады. Бағалау статистикалық әдіспен жүргізілді. Осы әдістің дәлдігі арнайы іріктеу үлгісі дайындалған эталон жүздің 10 есе үлкейту кезде профилді өлшеудің статистикалық талдауы мәліметтерімен салыстыру жолымен тексерілді.



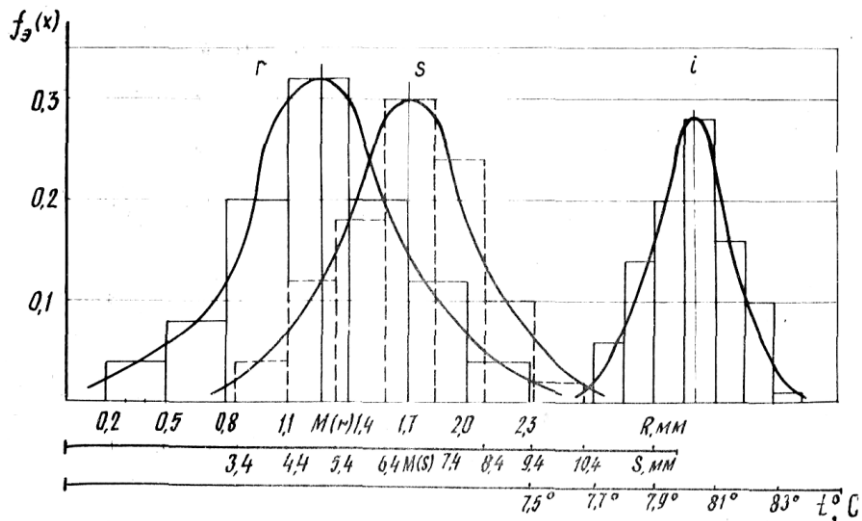
3-сурет. Сызықтық тозудың серпіні (б) сериялық лемехтар, затылочной жүз енінің өзгеруі (а), в – үшкірлік бұрыш шамасы, г – жүздің өткірлік радиусы

Эталон фаскасының ені $5 \pm 0,05$ мм құрады, ал оттистерді қолданған кезде математикалық күтілгені 5,054 мм-ге, орташа квадраттық ауытқуы 0,182 мм-ге тең болды. 95% ықтималдылықпен өлшеу қателігі 0,121 мм-ді құрайды.

Жүз радиусының иілу дәлдігін анықтау 0,96 мм орташа квадраттық ауытқумен сипатталады, ал ықтимал қателік 0,064 мм-ді құрайды.

Шырышты қабықшаның (затылочной фаски) көлбеулену бұрышы үшін ықтимал қателігі 14 болған кезде орташа квадраттық ауытқу 19 деп орнатылады.

Жеркескіш жүз сияқты салыстырмалы қатты объект үшін алынған өлшеу дәлдігі өлшеулердің сенімді (айқын) нәтижелерін алуға жеткілікті.



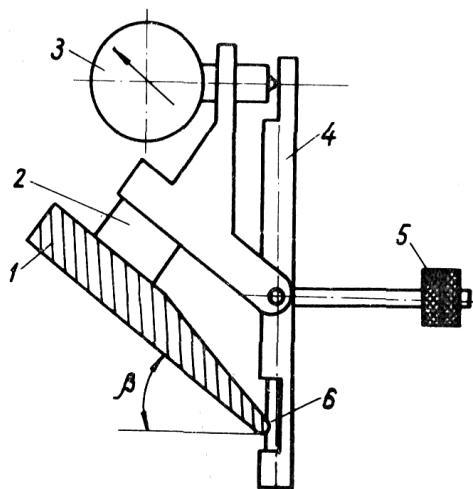
4-сурет. τ - тығыздықты бөлу радиусы, 37,1 га жұмыс уақытынан кейін 60C2A болаттан жасалған монометалдық лемехтар жүзінің өткірлік бұрышы және ені S

Талдауды жүргізу нәтижесінде бір органның бойындағы жүз профильдары өзара өзгеше болатыны анықталды. 4 суретте жүздің параметрларын үйлестірудің теориялық қисықтары мен гистограммалары келтірілген. Олар жүздің иілу радиусы, шырышты қабықшаның (затылочной фаски) ені мен жүздің өткірлену мәндерінің айтарлықтай шашырауын көрсетеді. Мұндай дисперсия кезінде жүздің тозу параметрларының статистикалық талдауы қажет, сондай-ақ, авторлардың пікірінше, шектік мән ретінде агроталаптармен шектелген әр параметрдің γ -пайыздық мәнін алу қажет. Жүздің өткірлігінің көрсеткіші үшін бұл шектік мәні 97%-ды құрайтын арамшөптерді кесу деңгейіне байланысты. Механикалық қасиеті бойынша әртүрлі жерлерде мұндай нәтижеге жету үшін қажет жүздің өткірлік деңгейі әртүрлі болуы мүмкін. Сол жағдайда қорғасын пластинкаларының көмегімен геометриялық өлшемдерді тікелей өлшеу өткірлік бойынша шектік күйін бағалау үшін жеткіліксіз.

Мұндай жағдайларда 5 суретте сұлбасы берілген жүздің өткірлігін шартты бағалауға арналған аспап ыңғайлы. Жүздің өткірлігін өлшеу цилиндрлік резеңке элементтің үгілу бұрышына орнатылған жүздің ену тереңдігін анықтау жолымен жүзеге асырылады. Жүздің осы элементке ену тереңдігінің тәуелділігі келесі формуламен сипатталады:

$$h=0,463-0,228d ,$$

мұндағы h – ену тереңдігі, мм;
 d – жүздің диаметрі, мм.



5-сурет. Далалық жағдайларда жүздің өткірлігін бағалау үшін аспап

Аспап далалық жағдайларда жүздің өткірлігін шартты бағалау үшін әзірленген, келешекте стандартталуы мүмкін. 1 жұмыс органына тұрақты магнит 2 орнатылады, мұнда аспап тіреуі бекітіледі, бір ұшына индикатор 3 және резеңке элементті 6 жүктеу үшін жүктер 5 қойылған. Аспап жұмыс органына борозда түбіне тіреу 4 перпендикуляр болатындай, сонымен қатар индикатор тілі нөлге қойылып орнатылады. Содан кейін резеңке цилиндрге жүкетеме жасалады және ену тереңдігін индикатор көрсеткіштері бойынша бағалайды: түйіскен орнының радиусы қаншалықты аз болса, соншалықты резеңке элементтің үлкен деформациясы индикатормен белгіленеді және резеңке элементпен түйіс шегінде өткірлену бұрышы үлкен.

Аспаптың тексерісі жүздің өткірлігін анықтайтын параметрлардың айқын мәндерімен сәйкестігін көрсетті.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жер жыртатын бөлшектердің ресурстарын бағалау шектік күйлерге (сызықтық өлшемдер, шырышты қабықша (затылочной фаски) мен жүздің өткірлігі) әсер ететін барлық параметрлардың өзгеру динамикасын талдау негізінде жүзеге асырылуы керек, бұған қоса ресурсты бірінші шектік күйге (келген сәті немесе маңыздылығы бойынша) жетуге дейінгі атқарылған жұмыс көлемі бойынша бағалау қажет.

Жүздің өткірлігін тозған жүздің иілу бұрышын қоса алғанда борозда түбіне үгілу бұрышымен орнатылған жұмыс органының нормалімен түйісу нүктесінде жүздің иілу радиусы бойынша бағалау ұсынылады.

Тозған жүздің пішінін жіңішке қорғасын жолағымен алып проекторда жүздің қимасын үлкейтіп бағалау ұсынылады.

Далалық жағдайларда жүздің өткірлігін шартты бағалауға арналған аспапты әзірлеу және жеркескіш бөлшектердің өткірлік шарттарының кластарын стандарттау жолымен жүздің өткірлік көрсеткіштерін регламенттеу мүмкін болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Тененбаум М. М. Сопротивление абразивному изнашиванию. -М.: Машиностроение, 1976, 271 б.
- [2] Горячкин В.П. Собрание сочинений. Т.3. - М.: Колос, 1963, 389 б.
- [3] З. Жилиговский В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии сельскохозяйственных материалов. Тбилиси: - Изд. Грузинского СХИ, 1960, 146 б.
- [4] Рабинович А.Ш. Самозатачивающиеся плужные лемехи и другие почворежущие детали машин. - М.: БТИ ГОСНИТИ, 1962, 107 б.
- [5] Методы повышения долговечности деталей машин. - М.: Машиностроение, 1971, 272 б.
- [6] Б.Т. Жусин, А.А. Гуляренко, В.А. Хан, Ф.В. Витвицкий. Ауылшаруашылық машиналарын пайдаланудың тиімділігін көтеру мәнісі [Текст] / Б.Т. Жусин, А.А. Гуляренко, В.А. Хан, Ф.В. Витвицкий // Вестник Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева; № 2 (120) Серия технические науки / КазНТУ; – Алматы, 2017. – 223 – 225. –627 б.
- [7] Жусин Б.Т., Ахмедьянов А.У. Повышение эффективности работы почвообрабатывающих машин с учетом износа рабочих органов, МН ПК, ЕНУ им. Гумилёва, Ч.2, Астана, 2017.

Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Құмар А.

Влияние остроты лезвий на агротехнические показатели работы почворежущих машин

Резюме. Ресурс почворежущих деталей необходимо определять по величине наработки в гектарах до достижения одного из указанных выше предельных состояний - первого по времени наступления или по значимости потерь, обусловленных снижением работоспособности.

Профиль изношенного лезвия рекомендуется оценивать путем снятия слепка тонкой свинцовой полоской с последующим анализом на проекторе увеличенного сечения лезвия.

Представляется возможным создание прибора для условной оценки остроты лезвий в условиях полевых испытаний и регламентирование показателей остроты лезвий путем стандартизации классов условий остроты почворежущих деталей.

Ключевые слова: износостойкость, затупления, острота, фаска, износ, наработка.

Zhusin BT, Gulyarenko AA, Komar A.

Influence of the fineness of blades on agrotechnical performance indicators of soil-cutting machines

Summary. The operating life of soil-cutting parts must be determined by the value of operating time in hectares until one of the above-mentioned limiting states is reached, first by the onset time or significance of losses caused by a decrease in efficiency.

It is recommended to evaluate the structural section of outspent blade by taking a counterpart with a thin lead strip followed by the analysis of the magnified sectional view of the blade on the projector.

It seems possible to create an instrument for the conditional evaluation of fineness of blades under field testing conditions and to regulate the indicators of fineness of the blades by standardizing the condition classes of fineness of soil-cutting parts.

Key words: wear resistance, blunting, fineness, chamfer, wearing process, operating time.

ӨОЖ 622.244.44

Т.А. Жанабаев, Д.Р. Қорғасбеков

(Каспий университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ПНГ–1 АСПАБЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ТҰРАҚСЫЗ САЗ ҚАБАТТАРЫНАН АЛЫНҒАН КЕРНІҢ ІСІНУІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ЖАСАНДЫ КЕРН ДАЙЫНДАУ ӘДІСТЕМЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа. Күрделі геологиялық жағдайларда, оның ішінде опырылуға бейім, тұрақсыз сазды қабаттардан алынатын керннің ісінуін ПНГ–1 аспабының көмегімен зерттеу үшін жасанды керн жасау әдістемесін ұсыну.

Кілтті сөздер: керн, тау жынысы, саз балшық ерітіндісі, полимерлі материалдар, жасанды керн.

Есептелген мұнай қоры бойынша Қазақстан әлемнің 15 жетекші мемлекеттерінің құрамына кіреді. Қазақстан Республикасы әлемдік көмірсутек шикізат қорының 3,3% иеленеді. Еліміздің 62% жер көлемін мұнайгазды аудандар алып жатыр, оның 172 мұнай және 42 газдыконденсатты кен орнына тиесілі. Оның шамамен 70 % мемлекетіміздің батыс өңірінде орын тепкен.

Батыс Қазақстанның негізгі қоры Каспий маңы ойпатына тиесілі. Қазіргі кезде онда Қашаған – 6,4млр.тонна, Теңіз – 3,1 млрд.тонна, Өзен–1,1млр.тонна, Қарашығанақ–1млр.тоннадан жоғары, Қаламқас–510млн.тонна, Жаңажол–550 млн.тонна, Жетібай – 350млн.тонна сияқты ірі кен орындарынан мұнайгаз шикізаты өндірілу үстінде.

Осы кен орындарын ашу кезінде аномальды жоғар және аномальды төмен қабат қысымдары, ірі тұз қабаттары, тұрақсыз, опырылуға бейім саз қабаттары, қабат сұйықтарының агрессиялы компоненттерге бай болуы сияқты қиындықтар көптеп кездеседі.

Қазақстан кен орындарының көпшілігінде бұрғылау жұмыстарын жүргізу қалың саз және әр түрлі құрамдағы тұз қабаттарын ашу кезінде болатын қиындықтармен тікелей байланысты. Бірақ осыған қарамастан біздің алдымызда ұңғының сапасын арттыру, бұрғылауға кететін уақытты қысқарту, жұмыс және материалды шығынды азайту, экологиялық ахуалды жақсарту сияқты көптеген мәселелер тұр.

Осы алда тұрған мәселелерді шешу үшін біз бұрғылаудың жаңа жетілдірілген техника және технологияларын пайдалана отырып, жоғары техника–экономикалық көрсеткішке қол жеткізуіміз керек. Әсіресе терең ұңғыларды күрделі жағдайда бұрғылау кезінде, ұңғы қабырғасының тұрақты болуы, техника–экономикалық көрсеткішті жоғарылатудың негізгі факторларының бірі болып саналады. Сондықтан бұрғылау кезінде кездесетін қабаттардың күрделілігін ескерсек, осы мәселелердің шешімін табу Қазақстан Республикасының мұнайгаз өндірісін үдетудегі стратегиялық міндеттерінің бірі болып табылады.

1. Тұрақсыз тау жыныстарының құрылымдық және құрамдық ерекшеліктері

Бұрғылаудағы көптеген қиындықтар мен апаттар, әсіресе, сазды шөгінділерде, ұңғылардың қабырғаларының тұрақсыздығынан туындайды. Шөгінді жыныстардың жалпы көлемінің 80%-ға жуығы сазды минералдардың үлесіне келеді. Сондықтан ұңғы құрылысын жобалау кезінде осы жыныстың сипаттамасын толық зерттеу өте маңызды.

Саздар – бұл ұсақ дисперсті, немесе пелитті, көлдең қимасы 0,01 мм–ден кем болатын ұсақ түйіршіктерден тұратын жыныстар екені белгілі. Көбіне негізгі жыныстардың химиялық мүжілуі және басқа жыныстардың механикалық мүжілуінің әсерінен қалыптасады [1]. Саздардың негізгі физика–химиялық қасиеттері минералогиялық құрамымен қатар жоғары дисперсті күйімен анықталады. Кейбір саздар тек нақты бір сазды минералдан ғана тұрады, ал көбісі әртүрлі сазды минералдардың қоспасынан тұрады. Сонымен бірге, саздың құрамына кіретін органикалық заттардың және суда еритін тұздардың мөлшері өзгеріп тұрады [2]. Негізгі жыныс құраушы сазды минералдарға монтмориллонит, каолинит, аттапульгит, иллит жатады.

Монтмориллонит тобындағы минералдарда кремний–оттектік және гиббситтік пакеттер арасындағы байланыс оттектік қабаттармен өтеді, сондықтан салыстырмалы түрде әлсіз. Кристалды торлардың

құрылысының мұндай ерекшелігі судың молекулаларына және қарама-қарсы органикалық молекулаларға пакетаралық кеңістікке жыныстың ісініп, оның көлемінің өзгеріп оңай кіруіне мүмкіндік береді. Бұл минералдар, саздың белгілі бір катиондар санын байланыстыра алу қабілетінен көрінетін, күшті катион ауысу қасиеттерімен сипатталады, оның үстіне, олардың кейбіреулері ішінара немесе толығымен соған теңдей мөлшерде басқасымен ауысуы мүмкін. Монтмориллониттің ауысу сыйымдылығы – 50×10^5 моль/кг. Монтмориллониттер тобындағы минералдар палеогендік, бор, юра, пермдік және тас көмірлі дәуірлеріндегі жыныстарда кездеседі. Одан ертеректегі жыныстардан табылмаған.

Гидрослюда (иллиттер) тобында тетраэдрлік пакеттерде кремний иондарының тек бір бөлігі алюминий иондарымен алмасқан. Оң зарядтардың жетіспеушілігін пакетаралық кеңістікке су мен органикалық сұйықтықтарының молекулалары ғана емес, сонымен бірге, басқа да катиондардың да кіруіне кедергі жасай отырып, калийдің иондарының орнын басады. Бұл минералдардың алмасу сыйымдылығы аз – 10^5 –нан 40×10^5 –ға дейін моль/кг. Гидрослюда тобы монтмориллонит минералының қоспасынсыз сумен немесе қарама-қарсы органикалық сұйықтықтарымен өзара әрекеттесуі кезінде ісіну белгілерін көрсетпейді. Гидрослюдалар әртүрлі дәуірлердегі сазды жыныстардың құрамына кіреді: девонға дейінгі сазды жыныстарда негізгі мономинералдар болып табылады және одан кейінгі кезеңдерде полиминералдық сазды жыныстарда басым. Олар литифитті саздарда негізгі құраушы минералдар болып табылады [3].

Қазақстан кен орындарынан жиналған сазды керндер туралы мәліметтер

Саз жыныстарының бұрғылау ерітіндісінің құрамындағы сұйық фазаның әсерінен ісіну қасиетін анықтау үшін біз Қазақстанның көптеген мұнайгаз және уран өндіретін кен орындарынан тау жынысының үлгісін, яғни керн жинадық. Кернді тек сазды қабаттардан алуға тырыстық. Алты ай бойы Қазақстанның көптеген кен орындарынан жинаған керн материалдары жалпы сараптамасы төмендегі 1–кестеде беріледі.

Ол үшін біз Қ.И Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ университетіне қарасты, технопаркте орналасқан «Полимерлі материалдар және технологиялар институты» ның 1–кабатында орналасқан керн материалдарын өңдеу зертханасында жұмыстарымызды іске асырдық.

Ол жерде тау жынысының үлгісінің физика–механикалық қасиеттерін анықтауға қажет құрылғылар, кесуге, ұнтауға, електен өткізуге, кернді ойып алуға қажет бұрғылау құралдары орналасқан. Осы құралдардың көмегімен, біз зерттеуге қажет керн материалдарын дайындауға кірістік.

Жасанды керн дайындау әдістемесі

1. Алдымен біз стандарт бойынша ПНГ–1 аспабымен жұмыс жасауға керекті бүтін, кесек тау жыныстарынан 56,5мм өлшемді кернді, бұрғылау машинасының көмегімен ойып, кесіп алдық.

2. Кесуге жарамсыз, кеуекті, жұмсақ, аз цементтелген аргелит саздарын

Test sieve елегінің №2 торымен елеп, ұсақ массаға айналдырдық.

Ұсақ массаны сәл дымқылдап, темір формаға салып, гидравликалық престің көмегімен, керекті мөлшерде престедік. Оны біз табиғи жағдайда жатқан тығыздығына не барынша ұқсас етуіміз үшін, сол тереңдіктегі тау қысымымен бірдей етіп алуымыз керек болды. Ол үшін біз төмендегі формуланы пайдалана отырып, әр кернді керекті салмақпен тығыздадық. 1–суретте гидравликалық престің көмегімен жасанды керн жасау сәті көрсетілген.

$$P_{\text{тау}} = 0.1 \cdot N_T \cdot L, \text{ кгс/см}_2 \quad (3.1)$$

мұндағы: N_T –жоғары орналасқан тау жыныстарының үлестік салмағы, шамамен $2,5 \text{ гс/см}^3$ деп алуға болады.

L – жер бетінен, анықтау керек тереңдік, м

3.10–кестеде жасанды кернді жасау кезінде гидравликалық престің сығу мәні берілген.

5. Қолдан жасалған дайын кернді, кептіргіш пешке салып, 100°C температурада 3 сағат кептірдік. 2–суретте дайын болған керндер көрсетілген.

6. Одан әрі біз керннің элементтік құрамын анықтау мақсатында, **PAN alytical Epsilon** деп аталатын **энергодисперсті** рентгенофлуоресцентті спектрометрдің көмегімен рентгенофлуоресцентті сараптама (РФС) жасадық.

Оның нәтижесі төмендегі кестелерде және спектрограммаларда көрсетілген.



1-сурет. Гидравликалық пресің көмегімен жасанды керн жасау сәті



2-сурет. Жасанды керндер

Кесте 1. Жиналған кен материалдары туралы жалпы мәлімет

№	Кенорынның атауы	Үңгі №	Кен алынған аралық, м	Минерал атауы, құрамы	түсі	құрылымы	текстурасы
1	Оңтүстік батыс Қарабұлақ кен орны	21	1412-1415	Алеврогендіт 50/50 саз араласқан құм	кегілдір	алеврогендіт	массивті
2	Оңтүстік батыс Қарабұлақ кен орны	21	1421-1424	Аргеліт кварц, дала шпаттары, слюда, сазды минералдар	кегілдір	пелитті	массивті
3	Оңтүстік батыс Қарабұлақ кен орны	17	1408-1412	Алеврогендіт (кварцпен) Құмдақ-алеврогендіттер Кварц, дала шпаты, слюда, саз, темір гидроксиді	Кіріпші түстес қызыл қоңыр	алеврогендіт	псалитті
4	Оңтүстік батыс Қарабұлақ кен орны	17	1415-1418	Саз 80% саз минералдары 15% темір гидроксиді 5% кварц, дала шпаты	кегілдір	пелитті	массивті
5	Оңтүстік Инькай уран кеноры	028-52 58	316-320 410 4-7	Құмды алеврогендіт Кварц, дала шпаты, слюда, сазды минералдар, темір гидроксиді	Қызыл-қоңыр	алевро-псалитовая	массивті
6	Оңтүстік Инькай уран кеноры	028-48	378-383	Алеврогендіт Кварцит, дала шпаты, сазды минералдар, темір гидроксиді	Қоңыр қызғылт	алеврогендіт	массивті
7	Оңтүстік Инькай уран кеноры	028-41	351-358	Сазды алеврогендіт Кварц, дала шпаты, слюда, гидрослюда, сазды минералдар	Ақшыл сары	алеврогендіт	псалитті
8	Оңтүстік Инькай уран кеноры	028-48	364-368	Алеврогендіт Кальцит, кварцит, дала шпаты, слюда, сазды минералдар	Сарғыш қоңыр	алеврогендіт	массивті
9	Ашысай кеноры	70-Р	1240-1247	Алеврогендіт кварц, дала шпаттары, слюда, сазды минералдар	кегілдір	пелитті	массивті
10	Оңтүстік батыс Қарабұлақ кен орны	24	2164-2168	Сазды алеврогендіт Кварц, дала шпаты, сазды минералдар, темір гидроксиді	Кіріпші түстес қызыл	алеврогендіт	массивті (біркеліксіз)
11	Ашысай кеноры	271	1266-1274	Сазды алеврогендіт Каолинит, бентонит, сазды минералдар	Қанардай сары	пелитті	массивті
12	Ашысай кеноры	274	1213-1229	Алеврогендіт Кварцит, дала шпаты, слюда, сазды минералдар	Қоңыр	алеврогендіт	массивті
13	Оңтүстік Шығыс Новобогат кеноры	Цр-2	2160-2165	Алеврогендіт Өте аз кварц, дала шпаттары, слюда, сазды минералдар	Қызғылт қоңыр	алеврогендіт	массивті
14	Оңтүстік Шығыс Новобогат кеноры	Цр-2	2442-2446	Аргеліт Кварциттер, дала шпаттары, слюда, сазды минералдар	Ақшыл қоңыр	пелитті	массивті
15	Оңтүстік Шығыс Новобогат кеноры	Цр-3	1852-1855	Алеврогендіт Кварциттер, дала шпаттары, слюда, сазды минералдар	Қызғылт қоңыр	алеврогендіт	массивті
16	Хорошан-1	23 26К	691-694	Аргеліт Дала шпаттары, слюда, сазды минералдар	кегілдір	пелитті	массивті

• **Технические науки**

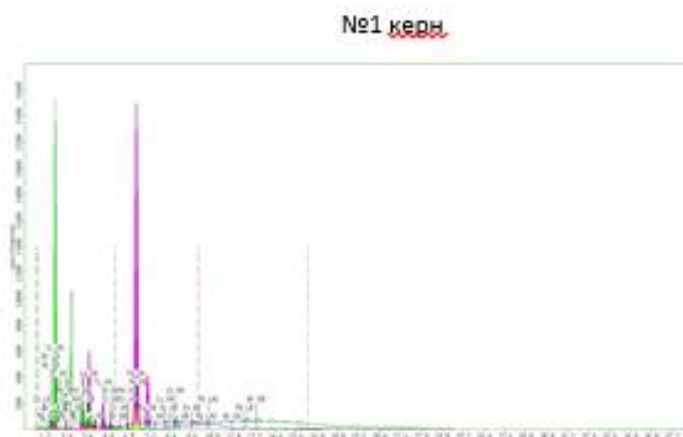
Кесте 2. Жасанды кернді жасау кезінде гидравликалық преспен сығу мәні

Керн №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Сығу салмағы, кгс/см ²	1976	1976	1971	1981	442	529	491	509	1736	3029	1772	1698	3024	3418	2592	967

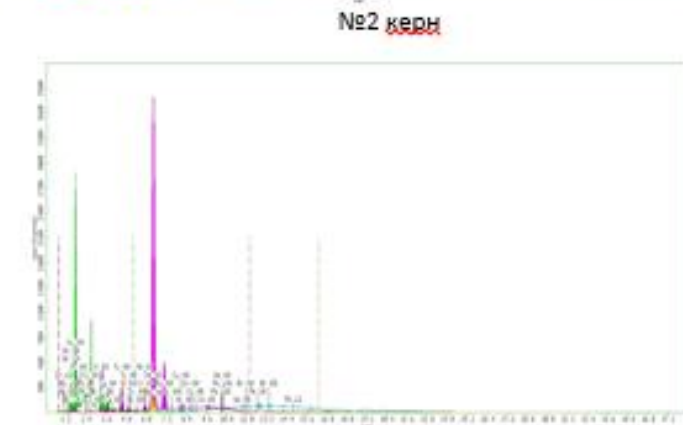
Ескерту: жасанды керннің ауданы 56,5мм, биіктігі 10мм

Ренгенді-флуоресцентті сараптама (РФС) нәтижелері
(құрамы және спектрограммасы)

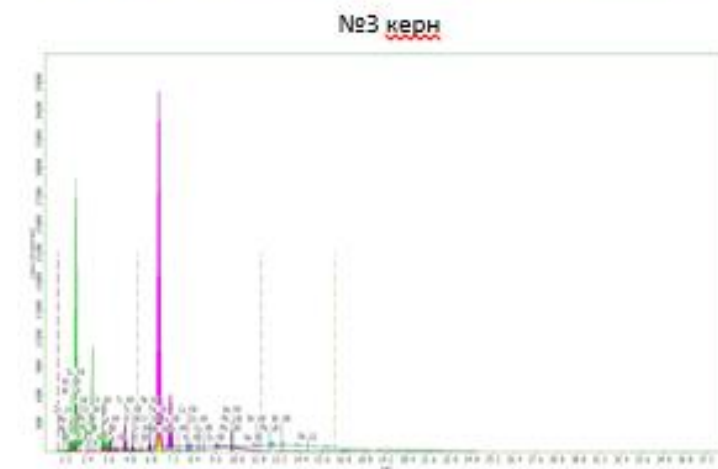
Compound	Conc	Unit
Mg	0.526	%
Al	4.412	%
Si	18.716	%
P	0.455	%
S	0.139	%
Cl	0.361	%
K	3.301	%
Ca	2.913	%
Ti	0.536	%
V	0.014	%
Cr	0.007	%
Mn	0.021	%
Fe	3.398	%
Ni	0.006	%
Cu	0.004	%
Zn	0.045	%
Br	0.001	%
Pb	0.005	%

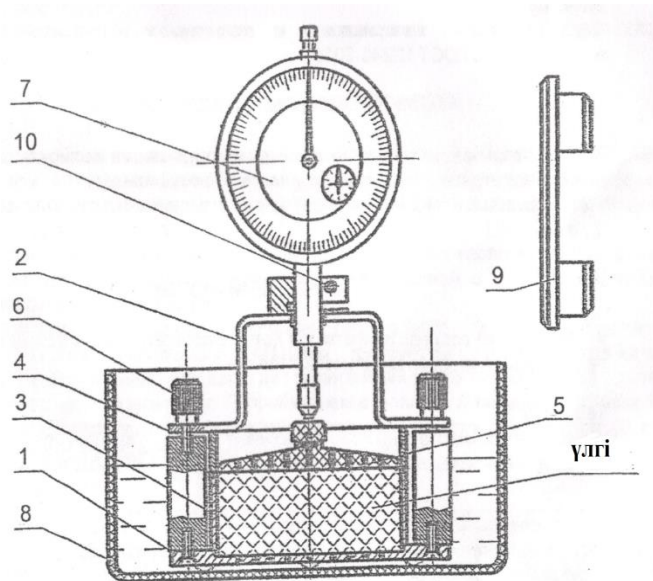


Compound	Conc	Unit
Mg	0.814	%
Al	6.166	%
Si	22.236	%
P	0.462	%
Cl	0.534	%
K	4.392	%
Ca	1.291	%
Ti	0.706	%
V	0.016	%
Cr	0.011	%
Mn	0.079	%
Fe	4.707	%
Ni	0.005	%
Cu	0.062	%
Zn	0.010	%
As	0.002	%
Br	0.003	%
Pb	0.002	%



Compound	Conc	Unit
Mg	1.123	%
Al	5.976	%
Si	17.798	%
P	0.409	%
Cl	1.761	%
K	5.856	%
Ca	5.495	%
Ti	0.641	%
V	0.013	%
Cr	0.015	%
Mn	0.142	%
Fe	7.903	%
Ni	0.009	%
Cu	0.007	%
Zn	0.017	%
As	0.002	%
Br	0.007	%
Ba	0.110	%
Pb	0.005	%





3-сурет. ПНГ–1 аспабының сыртқы бейнесі:

1–тесілген түп; 2–ұстағыш; 3– жұмыс сақинасы; 4– негіз; 5 – тесіктері бар штамп;
6– бекіткіш; 7– ИЧ–10 индикаторы; 8–сұйық құятын ыдыс; 9– түп аяқтары

Қорытынды

Жұмысты жасау нәтижесінде, Қазақстанның және көршілес жатқан мемлекеттердің МГ және пайдалы қазбалар кен орындарын бұрғылау кезінде, тұрақсыз, ісінуге бейім аргелитті және алевролитті тау жыныстарын бұрғылау кезінде тау жыныстарын ісінуге зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін пайдалануды ұсынамыз. Жұмысты қорыта келе біз, төмендегідей мәселелерді анықтап, оларды шешу жолдарын ұсынамыз:

✓ Пайдаланылған әдебиеттер, зертханалық және өндірістік материалдардың қорытындысын сараптау нәтижесінде, ұңғы оқпаны маңайының тұрақтылығын сақтаудың ең тиімді жолы болып, қабатқа бұрғылау сұйығының сұйық фазасының сіңіп кету жылдамдығының нәтижесінде сазды минералдарының ісініп, тұрақтылығын жоғалтатындығы анықталды.

✓ Қазақстанның 6 кен орнының, сазды қабаттарынан 16 түрлі керн жиналып, оларға сараптама жүргізілді және ренгенді–флуоресцентті сараптама (РФС) нәтижелері, яғни құрамы және спектрграммасы анықталды

✓ Жасанды керн дайындау жетілдірілген әдістемесі ұсынылды

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Лодочников В.Н. Главные породообразующие минералы. Учебник для студентов высших учебных заведений геолого–петрографической специальности. Государственное геолого–разведочное издательство. Москва, 1933 г., 248 стр.

[2] Алимжанов М.Т. Устойчивость равновесия тел и задачи механики горных пород. –Алма–Ата: Наука, 1982.

[3] Белов В. П. Образование каверн при бурении. М.:Недра, 1970.

[4] Шарафутдинова Р.З. Разрушение глинистых горных пород в процессе бурения и их взаимосвязь с показателями пластичности и текучести. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, №10, 2009.

Жанабаев Т.А., Коргасбеков Д.Р.

Улучшение эффективного метода искусственного керн для исследования набухания керн из слоистых неустойчивых пород при помощи прибора ПНГ-1

Резюме: Рекомендация по созданию искусственного керн для исследования при помощи прибора ПНГ-1 набухания керн, взятое из неустойчивых глинистых слоев породы, при осложненных условиях в неустойчивых породах.

Ключевые слова: керн, горная порода, глинистый раствор, полимерные материалы, искусственный керн.

Zhanabayev T.A., Korgasbekov D.R.

Improvement of effective method of artificial core for research core sealing from layerly unstable soils by APG-1 applicant

Summary: Recommendation for the creation of an artificial core for the study with the APG-1 instrument, the core swelling taken from unstable clay rock layers, under complicated conditions in unstable rocks

Key words: core, rock, clay solution, polymeric materials, artificial core.

УДК 004.9:621.3

К.А. Seitov, Е.Е. Sadvakasov, А.М. Рамазанова С.С. Tabultaev
(КазННТУ имени К.И. Сатпаева, Almaty)

INFORMATION SUPPORT OF INDUSTRIAL SAFETY AT JSC "KELET"

Annotation. The article analyzed the information security tools of the enterprise JSC "Kelet", the information resources of the enterprise, the analysis of threats to information security, and the corresponding shortcomings were revealed. In accordance with the identified shortcomings, measures were proposed for their elimination by the method of logging, as a result of which the company will increase the effectiveness of protection equipment and reduce the risk of loss and distortion of information.

Key words: information security, cryptography, network, framework, hardware, software.

The urgency of the problem of information protection today is beyond doubt. The success of a modern company and its development in the face of intense competition depend to a large extent on the use of information technology, and hence on the degree of ensuring information security. JSC "Kelet" has various types of information of interest to intruders. First of all, these are commercial data, information that is the intellectual property of the enterprise and confidential data.

Therefore, the protection of information from undue possession of it is given a very significant place. At the same time, "the purposes of information protection are: prevention of disclosure, leakage and unauthorized access to protected information, prevention of illegal actions to destroy, modify, distort, copy, block information, prevent other forms of unlawful interference with information resources and information systems.

When analyzing the issues related to information security, it is necessary to take into account the specificity of this aspect of security, which is that information security is an integral part of information technology, an area developing at an unprecedentedly high pace. Here, it is not so much the individual decisions that are at the modern level that are important, as the mechanisms for generating new solutions that allow us to live at the pace of technical progress.

Analyzing the information security of the company JSC "Kelet", we can conclude that information security is given insufficient attention:

Lack of passwords to access the system; Absence of passwords when working with the program with 1C: Enterprise, when changing data; there is no additional protection for files and information (there is no elementary request for a password when opening or changing information in files, not to mention the means of data encryption); irregular updating of anti-virus database and scanning of workstations; a large number of documents on paper carriers mainly lie in folders (sometimes without them) on the employee's desktop, which allows attackers to easily use this kind of information for their own purposes; There is no regular discussion of information security issues in the enterprise and emerging problems in this area; there is no regular check of the working capacity of information systems of the enterprise, debugging is performed only in the event that they fail; lack of information security policy; lack of a system administrator.

All of the above are very important shortcomings in the information security of the enterprise. To carry out the set goals and solve problems, it is necessary to conduct activities at the levels of information security. To form an information security system, it is necessary to develop and approve an information security policy.

Depending on the formulated policy, you can choose specific mechanisms that ensure the security of the system. Organizational level of information protection:

- organization of work on training the personnel to work with new software products with the participation of qualified specialists;

- development of necessary measures aimed at improving the system of economic, social and information security of the enterprise.

- strict control of employees' compliance with the rules for working with confidential information;
- control compliance with the rules for storage of working documents of employees of the enterprise;
- scheduled holding of meetings, seminars, discussions on information security of the enterprise;
- regular (planned) inspection and maintenance of all information systems and information infrastructure for operability.

- assign a system administrator on an ongoing basis.

Software and technical measures to protect information:

- introduction of user passwords;

- introduction of the password request in the 1C: Enterprise program when working with the database, when changing the data. This can be done with the help of PC and program software.

- differentiation of access to files, directories, disks.

- regular scanning of workstations and updating of anti-virus program bases.

Cryptographic transformation of information.

Cryptographic protection of information is provided to ensure the confidentiality and integrity of information when it is transmitted over data channels. The protocol and audit is an integral part of information security. These concepts imply the collection, accumulation and analysis of events occurring in the information system in real time.

Within the framework of this article, the information security of the JSC "Kelet" JSC was analyzed, and measures were proposed to improve it. The implementation of measures will allow:

- delineate access rights to the system.

- increase the level of protection of information of each user individually and the system as a whole.

- develop and implement an information security policy that will be aimed at protecting information and associated resources.

- reduce the amount of spam.

- reflect malicious attacks through the network.

- to increase the level of protection of workstations.

The article analyzed the information security tools of the enterprise JSC "Kelet", the information resources of the enterprise, the analysis of threats to information security, and the corresponding shortcomings were revealed.

In accordance with the identified shortcomings, measures were proposed to eliminate them, as a result of implementation, which the company will increase the effectiveness of protection equipment and reduce the risk of loss and distortion of information. It should be noted that only with the joint interaction of personnel, software and hardware, and information security means is the effectiveness of these measures possible.

In conclusion, I would like to emphasize that no hardware, software or any other solutions can guarantee absolute reliability and security of data in computer networks. At the same time, minimizing the risk of losses is possible only with a comprehensive approach to security issues.

REFERENCES

[1] Zegzhda, DP, Ivashko, A.M. Fundamentals of Information Systems Security. - Moscow: Intuit, 2006.

[2] Zavgorodniy, V.I. Comprehensive information protection in computer systems. - Moscow: Logos, 2001.

[3] Yu. Rodichev "Normative base and standards in the field of information security", 2017.

Сеитов Қ.А., Садвакасов Е.Е. Рамазанова А.М., Табултаев С.С.

АҚ Келет кәсіпорының ақпараттық қауіпсіздігі

Түйіндеме. Мақалада АҚ "Келет" кәсіпорының ақпараттық қауіпсіздік құралдарына, ақпараттық ресурстарына, ақпараттық қауіпсіздіктің қатеріне талдау жүргізілген және сәйкесінше кемшіліктері анықталған. Анықталған кемшіліктерге сәйкес оларды хаттама әдісімен жою шаралары ұсынылған. Орындау нәтижесі кәсіпорынға ақпаратты бұрмалауды, жоғалту тәуекелі және қорғау құралдарының тиімдігін жоғарлатуға мүмкіндік береді.

Сеитов К.А., Садвакасов Е.Е. **А.М. Рамазанова С.С. Табултаев**

Информационное обеспечение промышленной безопасности на АО Келет

Резюме. В статье проведен анализ средств информационной безопасности предприятия АО "Келет", информационных ресурсов предприятия, анализ угроз информационной безопасности, и были выявлены соответствующие недостатки. В соответствии с выявленными недостатками были предложены меры их устранения по методу протоколирования, в результате выполнения, которых предприятие позволит повысить эффективность средств защиты и сократит риск потери и искажения информации.

Н.Ж. Нагыман¹, А.Е. Иембергенова², Д.С. Келгенбаев³, М.С. Алимкулова³

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби

²Алматинская Тэплоэлектротроцентраль -1

³ТОО Алматинские Тепловые Сети

e-mail: nazym.nagyman@gmail.com)

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ 1 – ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛАҒЫНЫҢ ЭНЕРГОТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ЖЫЛУ СОРҒЫЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫНЫ ҚОЛДАНУДЫ ЖОБАЛАУ

Аннотация. Жылу және электр энергиясын бірге өндіру эффективтілігін арттыру мақсатында Жылу Электр Орталығы (ЖЭО) схемасында жылу сорғылық құрылғыларды (ЖСҚ) қолдану зерттелді.

Түйін сөздер: жылу сорғылық құрылғы, ЖЭО, бу-газдық турбина, қазандық.

Қазіргі таңда Қазақстанның үлкен қалаларының жылумен қамтамасыздандырылуы негізінен орталықтандырылған жүйе – электр энергиясы мен жылуды қатар өндіретін Жылу Электр Орталығымен іске асады. Технологиялық жағынан ЖЭО-да жылу мен электр энергиясын осылай өндіру, электр энергиясын конденсациялық жылу электр станциясында және жылу энергиясын қазандықта жеке-жеке өндіруге қарағанда тиімді болып табылады. Алайда, бұл жағдайда айтарлықтай жылу шығыны орын алады. Оның үстіне ЖЭО қала ішінде орналасқандықтан, атмосфераға залалды заттардың шығарылуы қоршаған ортаның экологиясына зиянын келтіреді. Жылу сорғылық құрылғыларды қолдану жылумен жабдықтау шарттарын жақсартып, бірінші реттік энергияны (органикалық жанармай) қолдануды қысқарта алады.

Жылу сорғылық құрылғы – төмен потенциалды жылу көзінен (төмен температуралы) аса жоғары температуралы тұтынушыға (жытутасығышқа) жылу энергиясын тасымалдауға арналған құрылғы.

Жылу сорғылық құрылғының жұмыс істеу принципі тоңазытқыштың жұмыс істеу принципіне ұқсас болып келеді, олардың айырмашылығы тек жылулық сорғы жағдайында суық емес жылу шоғырланады.

Әлемде үнемі аса қуатты жылу сорғылық құрылғыларды тұтынушыларды орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйелерінде қолдануға деген сұраныс ұлғайып келеді. Бұл салада қазіргі таңда үздік болып отырған Швеция, АҚШ, Жапония, Франция, Финляндия және т.б. елдер. Аса қуатты жылу сорғылық құрылғылар үшін жылу көзі ретінде канализациямен ағатын сулардың жылуы, су қоймасы мен теңіздердің суы, техногенді текті жылулар қолданыла алады.

Бұл жұмыста Алматы қаласының 1-ЖЭО-да конденсациялық циклдердің су айналымдық жүйесінің жылуын қолданатын аса жоғары қуатты жылу сорғылық құрылғыларды қолдану мүмкіншіліктері қарастырылады. Бұл объекте жылу сорғылық құрылғыны орнатудың бірден бір артықшылығы қашыртқы жылудың үлкен көлемі және шындық су ысыту қазандықтарымен орыны толтырылатын жылу энергиясының тапшылығы. Сонымен қатар, ЖЭО-1-де жылу сорғылық құрылғыны енгізу атмосфераға зиянды заттардың шығынын азайтуға үлесін тигізеді.

ЖЭО-1 Алматы қаласын жеті магистраль бойынша жылумен қамтамасыз етіп отыр. Алматы қаласының жылу жүйесінің температуралық кестесі және ЖЭО-1 тұтынушыларының жылулық жүктеме графигі 1-суретте көрсетілген.

ЖЭО-1 орнатылған қуаты: электрлік қуаты – 145 МВт; жылулық қуаты – 1203 Гкал/сағ. Қазіргі уақытта Алматы-1 ЖЭО 6 энергетикалық (ст.№№8-13), 7 су жылытатын қазан (ст.№№ 1-7) және электр энергиясын өндіруге арналған 3 турбинамен жабдықталған. Әр БКЗ-160-100 (Ст.№№ 8-13) бу қазандықтарының буланғыштығы – 160 т/сағ, ПТВМ-100 (Ст.№1-7) су жылытқыш қазандықтарының буланғыштығы – 116,3 МВт/сағ (газда жұмыс істеген кезде – 100 Гкал/сағ, мазутта жұмыс істеген кезде – 75 Гкал/сағ).

Бу турбиналарының электрлік қуаты: Р 25-90/18 – 1*25 МВт және ПТ60-90/13 – 2*60 МВт.

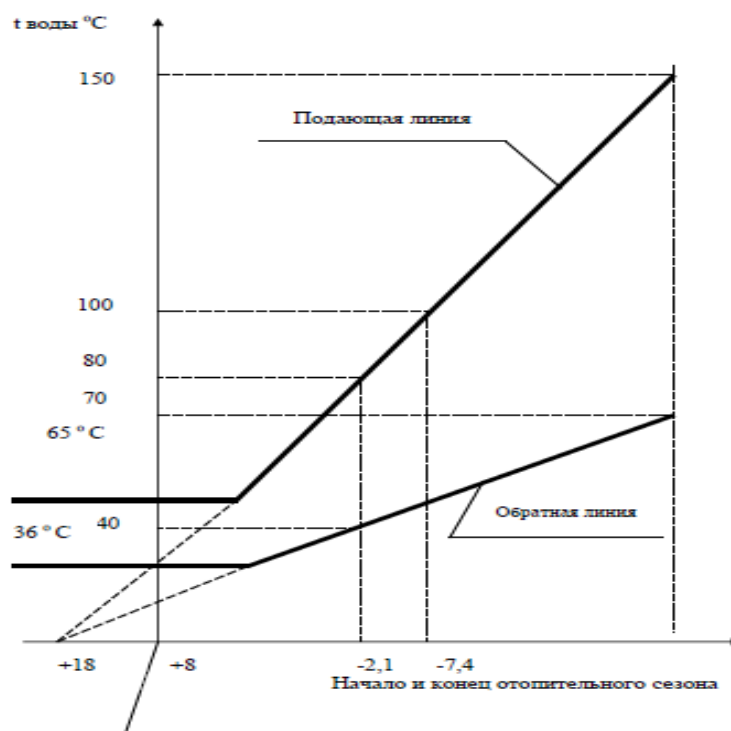
Жылумен қамтамасыз ету турбиналары бар ЖЭО-да тұтынушыларды жылумен қамтамасыз ету үшін жылулық сорғыларды қолданғанша, жылуландыруды қолданған тиімді. Алайда, жылу жүйесінің жүктемесі артқан кезде, желілік суды шындық қыздыру қажет болған кезде, жылу сорғылық құрылғыларды қолдану жөн болып табылады [1]. Турбиналардың жылуландыру режимінде жұмыс жасауы кезіндегі айналымдық суға берілетін және жылу сорғылық құрылғыда қолданыла алатын жылудың минималды мөлшерін бағалап көрейік. Ол келесілерден тұрады:

1. Конденсаторға келіп түсетін бу конденсациясының жылуы. Турбоқұрылғыны эксплуатация бойынша нұсқаулыққа сәйкес жылуландыру режимінде жұмыс істеу кезінде будың минималды шығыны – 40...50 т\сағ. Сонымен қоса конденсатор жылуландыру режимінде 50...80% жылуын шығарады. Бұл жылудың мөлшері шамамен 2...3 МВт. Сонда әр турбинаның жылуландыру режимі кезіндегі конденсаторға жылуды шығаруы 30...40 МВт болады.

2. Генератор орамаларын және турбинаны майлау жүйесін суыту нәтижесінде айналмалы суға берілетін жылудың жүктемеге тәуелді мәні:

$$\Delta Q_r = 1,5\% \cdot N = 1 \dots 2,5 \text{ МВт} \quad \Delta Q_{mc} = 2 \dots 4 \text{ МВт}$$

3. Жылулық жүйені және блоктың сорғылық құрылғысын суыту нәтижесінде айналмалы суға берілетін жылу $\Delta Q_{ho} = 1 \dots 2 \text{ МВт}$



1-сурет. Жылу жүйесінің температуралық графигі

Осылайша, бір блоктың жылуландыру режимінде жұмыс істеуі кезіндегі айналмалы суға берілетін жылудың жалпы мөлшері 40...45 МВт болады. Мұндай қашыртқы жылуды жылу сорғылық құрылғы көмегімен желілік суды жылыту үшін қолдануға болады.

Мұндай технологияның және құрылғының прототипі Хельсенки қаласындағы (Финляндия) Katri Vala жылу сорғылық станциясында қарастырылған. Ол бір мезгілде 90 МВт жылу энергиясын және 60 МВт суықты өндіре алады және 5 Unitor 50FY AG (Швеция) жылу сорғылық құрылғыларынан тұрады. 1-кестеде Katri Vala станциясында орнатылған жоғарыда аталған жылу сорғылық құрылғылардың техникалық сипаттамалары көрсетілген.

1-кесте. Unitor 50FY AG жылу сорғылық құрылғыларының техникалық сипаттамалары

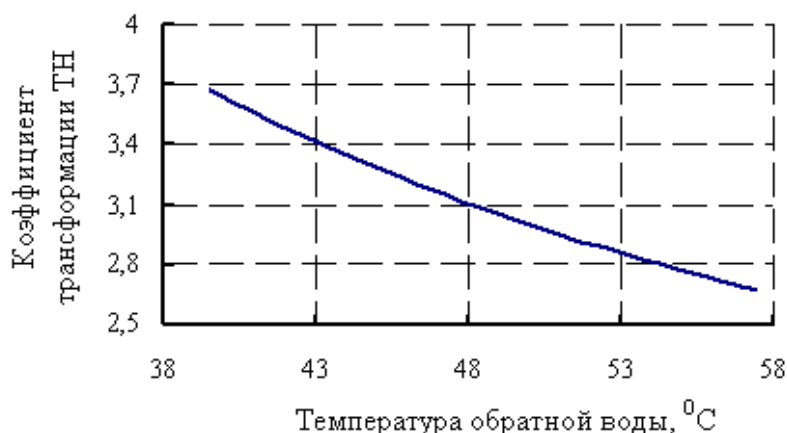
Сипаты	Жылыту кезеңі	Жаз кезеңі
Жылулық қуаты, кВт	16770	18113
Желілік су шығыны, м ³ /сағ	1221	370
Шығыс/кірістегі желілік су температурасы, °C	50/62	45/88
Электр қозғалтқышының қуаты, кВт	6500	6500
Кернеу, кВ	11	11
Суыту қуаты, кВт	12000	12000
Шығыс/кірістегі энергия көзінің температурасы, °C	10/4	20/4

Біздің ЖЭО-да да осы жылу сорғылық құрылғыларды қолдануға болады. Бізге белгілі, жылу сорғылық құрылғының тиімділігі трансформация коэффициентімен есептеледі [2,3]:

$$\phi = k \cdot \frac{T_1}{T_1 - T_2} \quad (1)$$

Желілік су температурасы мен қашыртқы жылу температурасының арасындағы айырмашылық минималды болған кезде трансформация коэффициентінің максималды мәніне қол жеткізіледі. Сондықтан кері желілік суды қыздыру үшін жылу сорғылық құрылғыларды қолдану тиімді болып табылады.

2-суретте қашыртқы жылу көзінің кіріс/шығысындағы температурасы – 18/12⁰С және желілік су шығыны 1400 м³/сағ болған кездегі Unitop 50FY жылу сорғылық құрылғысының есептік трансформация коэффициентінің кері су температурасына [4] тәуелділік графигі бейнеленген. Біздің жағдайда Алматы қаласының жылыту кезеңіндегі климаттық сипаттамаларын және Алматы қ. жылулық жүйесінің температуралық графигін (1-сурет) ескере келе жылу сорғылық құрылғының орташа трансформация коэффициенті 2,4 құрайды.



2-сурет. Қашыртқы жылу көзінің кіріс/шығысындағы температурасы – 18/12⁰С болғандағы Unitop 50FY жылу сорғылық құрылғысының есептік трансформация коэффициенті

Желілік су бойынша блоктың бойлері алдында жылу сорғылық құрылғыларды тізбектей немесе блоктың бойлеріне параллель орнату жағдайларын қарастырайық. Желілік су бойынша блоктардың бойлері алдында жылу сорғылық құрылғыны орнату кезінде бойлерге кірістегі желілік су температурасы шамамен 5⁰С-қа ұлғаяды. Бойлерге кірістегі желілік су температурасының 1⁰С-қа ұлғаюы (номиналды жүктеме кезінде) энергия блогының электрлік қуатының 1...1,5 МВт-қа төмендеуіне алып келеді.

Блоктардың бойлеріне параллель орнату кезінде энергоблоктардың экономикалық тиімді жұмыс істеуі үшін қыздыру үшін минималды температуралы желілік суды қолданған тиімді. Номиналды жүктеме кезінде блоктардың экономикалық тиімді жұмысы үшін әр блоктың бойлері арқылы өтетін шығын 5000 м³/сағ болуы тиіс. Сонда параллель орнатылған әр жылу сорғылық құрылғы арқылы желілік судың максималды шығыны 4000 м³/сағ немесе әр қайсысы үшін 800 м³/сағ құрайды.

Алматы қаласының ЖЭО-1-на жылу сорғылық құрылғыларды қосудың экономикалық тиімділігін есептеу үшін қазіргі жұмыс істеп тұрған құрылғылардағы электр және жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты жанармайдың шығынын есептеу қажет. Бұл мақсатта ЖЭО үшін шығындарды таратудың әдістері қарастырылды [5-13].

Энергетикалық блоктардың жұмысының эффективтілігі жүктемеден тәуелді болады, және минимал қуаттағы жүктеменің жылулық графигі кезіндегі, өз қажеттіліктеріне кететін шығынды ескермеген кезде жанармайды пайдалы қолданудың коэффициенті – 55%, ал номиналды кезде – 59,5%-ды құрайды. Блоктың өз қажеттіліктеріне кететін шығынды есептеген кезде – минималды мәнде – 50,5%, номиналды кезде – 87%.

Жылу мен электр энергияға кететін жанармайдың шығынын есептеу үшін келесі жұмыс режимі қарастырылды: жылулық график бойынша минималды жүктеме 150 МВт және 185 Гкал/сағ болатын бір блок жұмыс атқарады. БКЗ-160-100 режимдік картасына сәйкес жүктеме ұлғайған сайын жанармайдың салыстырмалы шығыны азаяды.

2-кестеде жоғарыда аталып өткен режимге сәйкес ЖЭО-1-дің есептік параметрлері көрсетілген.

Параметр	Режим
Генератордан өндірілетін электрлік жүктеме, МВт	150
Блоктардың өз қажеттіліктеріне жұмсайтын электр энергиясы, МВт	13
Жылу жүйесінің өз қажеттіліктеріне жұмсайтын электр энергиясы, МВт	22,5
Желіге электр энергиясын беру, МВт	114,5
Жылуға кететін жанармайдың салыстырмалы шығыны, кг у.т./Гкал	154
Өз қажеттіліктерін санамағандағы электр энергиясы жанармайының салыстырмалы шығыны, г у.т./кВт·сағ	160
Өз қажеттіліктерін ескергендегі электр энергиясы жанармайының салыстырмалы шығыны, г у.т./кВт·сағ	245,5

Алматы ЖЭО-1-ге 2 Unitop 350FY жылу сорғылық құрылғысын қоссақ жылу жүйесінің өз қажеттіліктеріне жұмсалатын электр энергиясының мөлшері 12,5 МВт-қа ұлғаяды, ал жылуды өндіру орташа есеппен 100 Гкал/сағ болады.

Құрылғыны орнату кезіндегі негізгі шығындар: энергия тасымалдағыштарға шығын, амортизация, ағымдағы жөндеу жұмыстары және т.б.

Қорытынды

Алматы ЖЭО-1-де жалпы қуаты 40 МВт болатын жылу сорғылық құрылғылар енгізуге мүмкіншілік бар. Мысал ретінде Unitop 50FY жылу сорғылық құрылғысы алынды. Нәтижесінде жанармайды қолдану мөлшері азаяды, атмосфераға зиянды қалдықтар мен жылудың бөлінуі азаяды. Осының бәрін қорытындылай келе Алматы қаласының ЖЭО-1-нің техникалық схемасына жылу сорғылық құрылғыны қосу мүмкіншілігі бар екенін, және оның бізге пайдасы көп екенін айтуға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Швець М.Ю. Доцільність застосування теплових насосів для теплопостачання споживачів у схемах теплових електричних станцій // Відновлювана енергетика. № 2, 2010. – С. 71-75.
- [2] Швець М.Ю. Доцільність застосування теплових насосів для теплопостачання споживачів у схемах теплових електричних станцій // Відновлювана енергетика. № 2, 2010. – С. 71-75.
- [3] 3 *Теплотехніка*: Підручник. – 2-е вид., перероб. і доп./ Під ред. Б.Х. Драганова — К.: „ІНКОС”, 2005. – 400 с.
- [4] http://www.friotherm.com/downloads/katri_vala_e012_uk.pdf.
- [5] *Теплотехніка*: Підручник. – 2-е вид., перероб. і доп./ Під ред. Б.Х. Драганова — К.: „ІНКОС”, 2005. – 400 с.
- [6] *Апарцев М.М.* Наладка водяных систем централизованного теплоснабжения // Справочное пособие, М., Энергоиздат, 1983. – 202 с.
- [7] *Соколов Е.Я.* Теплофикация и тепловые сети, М., Энергоиздат, 1982. – 360 с.
- [8] *Пустовалов Ю.В.* К дискуссии о методах разделения затрат на ТЭЦ // Теплоэнергетика. 1992, № 9. – С. 48-55.
- [9] *Славина Н.А., Косматов Э.М., Барыкин Е.Е.* О методах распределения затрат на ТЭЦ // Электрические станции. 2001, № 11. – С. 11-14.
- [10] *Шаргут Я.Я.* Распределение затрат на производство тепла и электроэнергии на ТЭЦ // Теплоэнергетика. 1994, № 12. – С. 62-66.
- [11] *Пишр А.Э., Кунтыш В.Б.* Определение показателей тепловой и экономической эффективности ТЭЦ без разделения расходов топлива и оборудования по видам продукции // Теплоэнергетика. 2006. – № 5. – С. 66-69.
- [12] *Мелентьев Л.А.* Очерки истории отечественной энергетики. М.: Наука, 1987. – 280 с.
- [13] *Басок Б.И., Беляева Т.Г., Рутенко А.А., Лунина А.А.* Анализ экономической эффективности при реализации теплонасосных систем для теплоснабжения // Промышленная теплотехника. – 2008. – Т. 30. – № 4. – С. 56-63.

Нагыман Н.Ж., Иембергенова А.Е., Келгенбаев Д.С., Алимкулова М.С.

Проектирование использования теплонасосных установок для повышения энергетической эффективности Теплоэлектроцентрали-1 города Алматы

Резюме. Исследовано применение теплонасосных установок (ТНУ) в структуре схем теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) для увеличения эффективности комбинированной выработки теплоты и электрической энергии.

Ключевые слова: теплонасосные установки, ТЭЦ, парогазовая турбина, котел.

Nagyman N.Zh., Iembergenova A.E., Kelgenbaev D.S., Alimkulova M.S.

Design of the use of heat pump equipment for improving energy efficiency of the heat and power plant-1 of Almaty

Summary. The application of heat pump plants in the structure of schemes of a combined heat and power plant for increasing the efficiency of combined heat and electric energy production has been studied.

Key words: heat pump plants, thermal power station, steam and gas turbine, boiler.

ӘОЖ 612.392.74:664.641

А.С Умирбекова, А.С Боранкулова, З.Б.Аскербай
(М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті,
Тараз, Қазақстан Республикасы,
ali_asel@mail.ru

**АШЫТҚЫСЫЗ ТАБИҒИ ӨЗДІГІНЕН АШЫТЫЛҒАН СҰЙЫҚ ҚАРА БИДАЙ
АШЫМАЛЫН ДАЙЫНДАУ**

Түйіндеме. Ашытқысыз өздігінен ашитын сұйық қара бидай ашымалын үш фазада дайындау көрсетілген. Асқабақ езбесі қосылған сұйық қара бидай ашымалының рецептурасы мен дайындау параметрлері және сапа көрсеткіштері анықталынған.

Түйінсөздер: сұйық қара бидай ашымалы, асқабақ езбесі.

Ашытқысыз нан пісіру бұрынғы ғасырдан бері белгілі, дегенмен қазіргі таңда Қазақстанда мүлде қолданылмайды деседе болады. Ашытқысыз табиғи ашымалды қара бидай ұнынан, бидай ұнынан және басқада ұндардан жасауға болады. Бұл табиғи ашымал өте пайдалылығымен ерекшелінеді, яғни дәл осы табиғи ашымал адам ағзасын құнды органикалық қышқылдырмен, табиғи дәрумендермен және минералды заттармен, ферменттермен, талшықпен, пектинмен және табиғи биостимуляторлармен байытады [1].

Биотехнологиялық үрдістер ағымының қарқындылығы, қара бидай, қара бидай-бидай қоспасы ұндары нандарының сапасы негізінен негізгі шикізатқа, яғни қара бидай ашымалының қасиетіне байланысты болады. Қазіргі таңда қою, жартылай қою, сұйық және құрғақ ашымалдарды дайындауда ғылыми – негізделген нобайларды қолданады. Жоғары сапалы дайын өнім алуда кеңінен қолданылатыны сұйық қара бидай ашымалы болып табылады. Қара бидай ашымалының сапасын көптеген факторлармен анықтауға болады, дегенмен көбінесе қоректік ортаның құрамымен, яғни шикізаттардың ашу микрофлорасын өсіру арқылы анықтайды. Қоректік қоспаның құрамын реттейтін негізгі қағидалар:

1. Үрдіс параметрлерінің өзгеру бағыты (температура, ылғалдылық, аэрация және т.б.)

2. Ашу микрофлорасына оң әсер ететін, құрамында көмірсу компоненттері және де басқа да заттар (минералдар, азотты, дәрумендер) бар, табиғи өсімдік қоспаларын қосуға болады [2].

1г ұнның құрамында ондаған мыңнан бірнеше миллиондаған микроағзалар бар. Микроағзалардың сапа құрамы саңырауқұлақтар, бактериялар, актиномицеттер және басқада микроағзалардың түрлері кездеседі. Бірақ олар төмен деңгейлі жағдайда болады. Ұнның ылғалдылығы 15%–дан төмен болса, микроағзалардың барлығы белсенді емес жағдайда болады, ал наубайхана өндірісіндегі шала өнімдердің ылғалдылығын 40–50%–ға жоғарлатқанда, микроағзалардың барлық түрлерінің дамуына қолайлы жағдай жасалады.

Ұнның амин қышқылдары, қанттары және дәрумендері ерітінді күйге өткенде микроағзалар үшін қол жетімді болады. Осы кезден бастап әр түрлі микроағзалар арасында тіршілік ету ортасына иелену үшін бәсекеге қабілетті күрес басталады. Осы жағдайда тіршілік етуге басқаларынан жақсы бейімделген микроағзалар ғана тіршілігін сақтап қала алады. Қамыр жағдайларына ең жақсы бейімделгені сүт қышқылды бактериялар болып табылады. Олар басқаларына қарағанда жылдам көбейеді. Басқа микроағзалардың өмір тіршілігін төмендетеді және сүт қышқылын түзеді. Ең бірінші сілтілік сүйгіш (щелочелюбывые) микроағзалар (шіріту бактериялары және тағы басқа), сосын бейтарап органы қалайтын микроағзалар (Е. Коли бактериялар тобы) өледі. Қышқылдығы одан әрі

жоғарлағанда қышқыл сүйгіш бактериялар (май қышқылы, сірке қышқылы) өмір тіршілігін тоқтатады.

Бактериялар, жоғары қышқылдылықты ортасын қалайтын түрлі ашытқылардың түрлері (сахаромицес және сахаромицестер емес), зeaң саңырауқұлақтары және тағы басқалары тек аэробты жағдайда өсуі мүмкін. Сахаромицестер сонымен қатар қосымша анаэробты болып табылады. Ол ұнды шикізаттардың оттегісіз жағдайында да пайда болып, дамуға қабілетті. Культивирлеу нәтижесінде қышқылдылығы жоғары шалаөнімдердің (ашымал, қамыр) анаэробты жағдайында өсе алатын ашытқылар мен сүт қышқылды бактриялар қалады. Осыған байланысты ашытқылармен сүт қышқылды бактериялардан спирт жинақтағанда, сүт қышқылы және оттегінің қатысуы оларда бөтен микроағзалардың дамуына жол бермейді. Осыған байланысты ашытқылар және сүт қышқылды бактериялар синергистам болып табылады [3].

Сүт қышқылды бактериялармен ашытқылардың белсенді тіршілік етуіне әсер ететін, сұйық ашымалдың күрделі субстраттарының негізгі қайнар көзі болып табылатын көміртекті және азотты тамақтану, дәрумендер, өсіру стимуляторлар және минералды заттардың болуын қажет етеді. Негізгі тұтынылатын субстраттарға моносахаридтер мен дисахаридтер жатады. Сұйық ашымалдың негізгі қайнар көзі белгілі мөлшердегі ұн мен судан тұратын қоректік қоспа болып табылады.

Құрамындағы қант сіңімділігін және көмір су мөлшерін арттыру үшін сұйық қара бидай ашымалының қоректік қоспасына асқабақ езбесін қосу ұсынылады.

Асқабақтың химиялық құрамының ерекшелігіне құрамындағы су мөлшерінің көптігі және жеңіл сіңетін әртүрлі көмірсулардың бар болуы, орташа мөлшерде— қант және С дәрумені, салыстырмалы түрде пектинді және минералды заттардың жоғары мөлшерлігі, әсіресе калий мен темірдің көп мөлшерде болуы жатады. Сонымен қатар асқабақ, асқабақ етіне сары түс беретін каротинге өте бай келеді, оны термоөндеуден өткізу кезінде өзінің пайдалы қасиеттерін жоғалтпайтындығы айқындалды.

Зерттеуді жүргізу барысында ашытқысыз өздігінен ашитын табиғи сұйық қара бидай ашымалын, тек ұн мен су қоспасынан дайындалды. Зерттеу барысында ылғалдылығы 75 %-дық ашымалды 200 г ұнға су мөлшерін есептеу арқылы дайындалды.

Ашымалды дайындау барысы үш фазаға бөлінді. Қоректік қоспасыз тек ұн мен судан бақылау үлгісі дайындалды. Ашымалдың сапа көрсеткішін әр фазадан кейін анықталды. Үш фазада дайындалған ашымалдардың жалпы көріністері 1-ші суретте көрсетілген. Бірінші фазасында тек ұн мен суды қосып 24 сағатқа 28°C температурада ашытылады (сурет - а).



а-бірінші фазадағы ашымал



ә-екінші фазадағы ашыма



б-шінші фазадағы ашымал

1-сурет. Үш фазада дайындалған ашымал

Бұл фазада ашымалдың бетіне көпіршіктер пайда болады, иісі жағымсызданады, бұл оның құрамында микроағзалар дамып жатқанын айқындайды. Ашымалдың қышқылдылығы 6 градусқа жетеді. Екінші фазасында осы ашыған ашымалдың салмағына тең ұн мен судан тұратын қоректік қоспа қосып, 28°C температурада 12 сағат ашытады (сурет - ә).

Нәтижесінде ашымалдың қышқылдылығы 9 градусқа жетеді. Ашымалдың иісі хош иістеніп қалыпқа келе бастайды. Дәмі қышқылтым болып, түрі жақсара түседі.

Үшінші фазада ашымал салмағына тең қоректік қоспа қосып, 28°C температурада 6 сағат ашытылады (сурет б).

Нәтижесінде ашымалдың қышқылдылығы 11 градусқа жетті. Үшінші фазада дайын ашымалға тән дәмі мен иісі пайда болды. Дайын ашымал қажетті қышқылдылыққа жеткенде және дәмі мен иісі ашымалға тән болғанда көбейту циклі тоқтатылады.

Ашымал дайындау рецептурасы мен сапа көрсеткіштері 1-ші кестеде көрсетілген.

Қышқылдылығы 9–13 градусқа жеткен дайын сұйық қара бидай ашымалын ашуын басу үшін 2 тәулікке тоңазтқышқа салып қояды. Содан кейін ғана ашымалды пайдалануға болады. Дайын ашымалды тоңазтқышта сақтаудың ұзақ мерзімі 30 тәулікке дейін ғана. Егер де ашымалды одан ары сақтау үшін оны міндетті түрде қоректендіріп отыру керек. Қоректік қоспасы ретінде ашымал салмағына тең ұн мен су қоспасы қосылады. Ашымалды қоректендірер алдында міндетті түрде оны жылыту керек. Ашымал өзінің көтерілу күшіне жеткенде оның бір бөлігін керекті мөлшерде қамыр илеуге, ал қалған бөлігінен ашымал салмағына тең қоректік қоспа қосып, жаңартылады. Қоректік қоспаны қосқаннан кейін оны 28–30 °C температурада, 2,5–3 сағат ашытып, қайтадан тоңазтқышқа салып сақтай береді.

1-кесте. Сұйық қара бидай ашымалының рецептурасы мен сапа көрсеткіштері

Көрсеткіштері	Көбейту цикліндегі өнімдердің фазалық шығымы		
	I	II	III
<i>Рецептурасы</i>			
Қара бидай ұны, г	50	50	100
Су, г	85	85	170
<i>Технологиялық бөлім</i>			
Ашымалдың жалпы салмағы, г	135	135	270
Температурасы, °C	28	28	28
Ылғалдылығы, %	75	75	75
Қышқылдылығы, град	6	9	11
Ашу ұзақтығы, сағ	24	12	6

Тоңазтқышқа салғанда ашымалдың микроағзалары өміртіршілігін уақытша тоқтатады және ашымалдың қышқылдығы бір қалыпты болып тұрады. Егер ашымалға қайтадан қолайлы жағдай жасалса, ондағы микроағзалар қайта дами бастайды.

Егерде ашымалды жоғары температуралы, яғни микроағзалдардың дамуына қолайлы жерде сақтаса, ашымалдың қышқылдылығы одан әрі жоғарылап, ашымал пайдалануға жарамсыз болып, бөлініп кетеді. Бүлінген ашымалды пайдалануға болмайды. Сол себепті ашымалды тоңазтқышта сақтайды.

Сонымен қатар ашымалдың қышқылдылығы қажетті қышқылдылыққа жетпесе, онда одан иленген қамырдың және пісірілген нанның сапа көрсеткіші нашар болады.

Ашымалдың органолептикалық және физика–химиялық көрсеткіштері 2-ші кестеде көрсетілген.

2-кесте. Ашымалдың органолептикалық және физика–химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	Сұйық қара бидай ашымалы
Органолептикалық көрсеткіштері	
Түсі	Сұр
Дәмі	Өзіне тән қышқылтым, бөтен дәмсіз
Иісі	Өзіне тән, бөтен иіссіз
Физико–химиялық көрсеткіштері	
Ылғалдылығы, %	75
Қышқылдылығы, град	11

Ылғалдылығы 75% болатын сұйық қара бидай ашымалынан қамыр илелеуге 200 г қара бидай ұнына есептей отырып рецептура құрастырылды. Құрастырылған рецептура бойынша қамыр илеуде алдын-ала дайындалып, тоңазтқышта сақталынған сұйық қара бидай ашымалы қолданылды. Ең алдымен ашымалды тоңазтқыштан алып, егер бөлме температурасында жылытатын болса, ол ұзақ уақытты алады, сол себепті оны температурасы 40°C болатын жылы суға 30–60 минут көтерілу күшіне жеткенге дейін ұстайды. Ашымал тез көтерілу үшін оның суын 5–10 минут сайын жылы суға ауыстырып отыру керек.

Асқабақ езбесінің сұйық ашымалдың сапа көрсеткішіне әсерін анықтау үшін оны қоректік қоспасына ұн салмағының 10%, 20%, 30% және 40% мөлшерде қосады. Асқабақ езбесі қосылған ашымалдардың рецептурасы мен сапа көрсеткіштері 3-ші кестеде көрсетілген.

Зерттеу барысында ашымалдың ылғалдылығы 85 % –ға дейін жоғарлады және тұтқырлығын төмендетіп, өндірістерде тура дәлдікпен мөлшерленуін жақсартатын ашымал алынды. Сынақ ретінде қара бидай ашымалының өздігінен ашытылып дайындалған, ылғалдылығы 75% – дық қайнатпасыз табиғи түрі қолданылды. Нәтижесінде асқабақ езбесі ашымалдың қышқылдылығын өзгертпей бірқалыпты ұстады және оның көтерілу күшін тездетті, сомен қатар ашу ұзақтығын қысқартты.

3-кесте. Асқабақ езбесі қосылған ашымалдардың рецептурасы мен сапа көрсеткіштері

Көрсеткіштері	Дәстүрлі	Асқабақ езбесінің пайыздық мөлшерлемесі			
		10%	20%	30%	40%
Рецептура					
Ашымал, г	100	100	100	100	100
Қоректік қоспа, г	100	100	100	100	100
Қара бидай ұны, г	28,4	25,56	22,72	19,88	17,04
Асқабақ езбесі, г	–	2,84	5,68	8,52	11,36
Су, г	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6
Технологиялық бөлімі					
Температурасы, °С	35	35	35	35	35
Ылғалдылығы, %	75	77	79	82	85
Қышқылдылығы, град	12	12	12	12	12
Көтерілу күші	35	35	30	25	25
Ашу ұзақтығы, сағ	3,5	3,5	3,5	3	3

Органикалық және физика–химиялық көрсеткіштері бойынша жақсы көрсеткішті 30–40% мөлшерде асқабақ езбесі қосылған сұйық қара бидай ашымалы көрсетті. Осыған байланысты асқабақ езбесі қосылған ашымалды сынақ үлгісімен салыстырғанда қышқыл тұзу қабілетін бір қалыпты ұстап, газ тұзу қабілетін және көтерілу күшін жақсартты.

Бақылау үлгімен салыстырғанда 10% асқабақ езбесі қосылған сұйық қара бидай ашымалында ешқандай өзгерістер болған жоқ, ал 20% асқабақ езбесі қосылған ашымалдың көтерілу күші 5 минутқа қысқарды, ал 30%–40% асқабақ езбесі қосылған ашымалдың көтерілу ұзақтығы 20 минутқа, ашу ұзақтығы 30 минутқа қысқарды. 10% асқабақ езбесі қосылған ашымалға асқабақ езбесі тек ылғалдылығына әсер етті, яғни ылғалдылығы 77% жоғарылады. Нәтижесінде асқабақ езбесінің табиғи сұйық қара бидай ашымалына кері әсері болмайтындығы байқалады.

Көміртегі бар қоспаның мөлшерін көбейтіп қосқанда ашытатын микроағзалардың мөлшерін көбейтіп және сүт қышқылын баса бастады. Ашымалдың хош иісі өзгеше болып, жемістің хош иісі шығады. Осы көрсеткіштерге байланысты ашымалға қосылған қоректік қоспа ашымалдың микроағзаларының симбиотикалық өміртіршілігін қарқындататын жағдай жасайтынын айқындайды. Қоректік қоспаның құрамына қосымша асқабақ езбесін қосып, оның құрамын бірінші кезекте көмірсулармен және басқада дәрумендермен байытады.

Қара бидай ұнының наубайханалық қасиетіне баға беруде, оның көрсеткіштері бойынша сұйық қара бидай ашымалындағы сүт қышқылды бактериялардың симбиотикалық дамуы үшін қолайлы екені, сонымен қатар ашымал дайындауда қойылған параметрлердің ашымал микроағзаларына қолайлы жағдай туғызатыны негізделді.

ЭДЕБИЕТТЕР

- [1] Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства: Учебник. 9-е изд.; перераб. и доп./ Под общ.ред. Л. И. Пучковой. - СПб. Профессия, 2002 г.
- [2] Л.П.Пашенко Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий Москва «КОЛОС» 2002.
- [3] Матвеева И.В., Белявская И.Г. Биотехнологические основы приготовления хлеба: учеб. Пособие для вузов - М: ДеЛи принт, 2001 г.

Умирбекова А.С., Боранкулова А.С., Аскербай З.

Приготовление естественной природной жидкой ржаной закваски без дрожжей

Резюме. Показана, что приготовление естественной природной жидкой ржаной закваски без дрожжей происходит в три этапа. Были определены качественные показатели и параметры приготовления, а также рецептура жидкой ржаной закваски с добавлением тыквенного пюре.

Ключевые слова: жидкая ржаная закваска, тыквенная пюре.

Umirbekova A.S., Borankulova A.S., Askerbaj Z.

Preparation of the natural liquid rye ferment without yeast

Summary. It shows that the preparation of the natural liquid rye ferment without yeast have three stages. Food quality indicators and parameters have been defined, and a recipe for liquid rye ferment with addition of a pumpkin puree

Keywords: liquid rye sourdough, pumpkin puree

УДК 811.411.21

¹Е.Н. Сейткулов, ¹Н.Н.Ташатов, ¹С.Н.Боранбаев

²В.И. Воробьев, ²Г.В. Давыдов, ²А.В. Потапович

(¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

Астана, Республика Казахстан, eej@mail.ru

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

ni153@bsuir.edu.by)

БАЗА СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ РЕЧИ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ СИНТЕЗА РЕЧЕПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ

Аннотация. Обосновывается метод формирования базы аллофонов казахского языка для синтеза речеподобных сигналов, которые могут использоваться в качестве маскирующих помех при защите речевой информации в выделенном помещении. Рассматриваются требования к базе аллофонов с учетом лингвистических и фонетических особенностей казахского языка и статистических характеристик текстов на казахском языке.

Ключевые слова: защита речевой информации, база аллофонов казахского языка, речеподобные сигналы, статистические характеристики текстов на казахском языке.

На сегодняшний день речевая информация требует первостепенных мер по ее защите, так как дальнейшие мероприятия по ее защите могут оказаться уже малоэффективными в условиях существования весьма эффективных систем сбора и обработки информации с использованием современных вычислительных средств и средств беспроводной связи. Поэтому актуальность защиты речевой информации весьма велика и для ее обеспечения необходима организация непрерывного совершенствующегося процесса.

Для защиты речевой информации путем ее маскирования рекомендуется использовать комбинированные помехи, включающие «белый» шум и речеподобные сигналы [1, 7-9].

Эффективность защиты речевой информации значительно повышается, когда маскирующие речеподобные сигналы сформированы по речевой базе диктора, речевую информацию которого необходимо защитить от утечки по акустическим каналам [2-3, 6]. При таком методе формирования речеподобных сигналов форманты маскирующих речеподобных сигналов и форманты речевой ин-

формации будут одинаковы для одинаковых фонем. Компиляционный метод синтеза речеподобных сигналов по структурным единицам речи позволяет обеспечить это требование. В работе рассматривается механизм формирования базы структурных единиц речи, включая аллофоны, казахского языка с учетом его лингвистических и фонетических особенностей [5]. Отметим, что в данной исследовательской работе рассматривается кириллический алфавит, так как в новом казахском алфавите с латинской графикой все еще не определены правописания отдельных звуков и произношений. В последующих работах планируется использовать казахский алфавит с латинской графикой.

Особенности при формировании базы структурных единиц речи на казахском языке.

При формировании речеподобных сигналов на казахском языке необходимо использовать базу структурных единиц речи определенного диктора для заданного языка. При этом речеподобные сигналы, сформированные по базе структурных единиц речи, будут соответствовать формальным характеристикам заданного языка и их статистическим характеристикам. С другой стороны, речеподобные сигналы необходимо формировать с учетом особенностей грамматики казахского языка (образования словоформ) и закона сингармонизма. В казахском языке различают два вида сингармонизма. Гармония гласных звуков. Согласно этому закону, если окончание основы содержит твердые гласные, то и в составляющих его аффиксах должны быть твердые гласные, если последний слог слова имеет мягкие гласные: **ә, ө, ү, і**, то и в аффиксах появляются только мягкие гласные. Гармония согласных звуков. В соответствии с этим если окончание основы глухой согласный **п, т, к, қ, с, ф, ш**, то и первый звук аффикса тоже должен быть глухим, если основа оканчивается на гласный звук, звонкий **б, в, г, ғ, д, ж, з** или сонорный согласный, то и аффиксы должны начинаться с этих звуков [5, 10-11].

Статистические характеристики единиц речи казахского языка.

Казахский кириллический алфавит, разработанный С.А. Аманжоловым и принятый в 1940 году, содержит 42 буквы: 33 буквы русского алфавита и 9 букв казахского алфавита **ә, ғ, қ, ң, ө, ү, ү, һ, і** и представлен в таблице 1.

Таблица 1. Алфавит казахского языка, разработанный С.А. Аманжоловым

1 А а	2 Ә ә	3 Б б	4 В в	5 Г г	6 Ғ ғ	7 Д д
8 Е е	9 Ё ё	10 Ж ж	11 З з	12 И и	13 Й й	14 К к
15 Қ қ	16 Л л	17 М м	18 Н н	19 Ң ң	20 О о	21 Ө ө
22 П п	23 Р р	24 С с	25 Т т	26 У у	27 Ұ ұ	28 Ү ү
29 Ф ф	30 Х х	31 Һ һ	32 Ц ц	33 Ч ч	34 Ш ш	35 Щ щ
36 Ъ ъ	37 Ы ы	38 І і	39 Ы ы	40 Э э	41 Ю ю	42 Я я

Исследования вероятности появления букв казахского алфавита были выполнены с использованием текстов из газет, журналов, художественной и технической литературы. Текст из которого происходил отбор включал в себя 435 тысяч знаков. Вероятность появления букв казахского алфавита в текстах приведена в таблице 2.

Таблица 2. Вероятность появления букв казахского алфавита в текстах

Буква	Вероятность употребления	Буква	Вероятность употребления	Буква	Вероятность употребления
А	0,1252	О	0,0245	Ь	0,0004
Б	0,0248	П	0,0158	Э	0,0005
В	0,0029	Р	0,0585	Ю	0,0003
Г	0,0123	С	0,0351	Я	0,0033
Д	0,0452	Т	0,0552	І	0,0542
Е	0,0802	У	0,0152	Ғ	0,0198
Ж	0,0175	Ф	0,0009	Қ	0,0276
З	0,0181	Х	0,0028	Ң	0,0171
И	0,0131	Ц	0,0006	Ү	0,0081

• Технические науки

Й	0,0161	Ч	0,0001	Ў	0,0101
К	0,0268	Ш	0,0144	Ё	0,0001
Л	0,0492	Щ	0,0001	Һ	0,0001
М	0,0356	Ъ	0,0001	Ә	0,0096
Н	0,0692	Ы	0,0775	Ө	0,0118

Вероятности числа букв в слове для казахского языка представлены в таблице 3.

Таблица 3. Вероятность числа букв в слове для казахского языка

Число букв	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вероятность	0,038	0,07	0,086	0,141	0,081	0,147	0,097	0,06	0,059	0,067	0,065	0,038	0,023	0,012	0,016

В таблице 4 приведена вероятность появления букв в начале слова [5].

Таблица 4. Вероятность появления букв казахского алфавита в начале слова

Буква	Вероятность		
	Словарь (50 000 слов)	Техническая литература (10 000 слов)	Выборка текстов средств массовой информации (10 000 слов)
Қ	0,145	0,12	0,11
Т	0,106	0,10	0,094
Ж	0,096	0,10	0,093
Б	0,087	0,106	0,123
А	0,085	0,085	0,082
К	0,074	0,063	0,073
С	0,064	0,08	0,075
Ш	0,048	0,015	0,023
М	0,037	0,05	0,044
Е	0,035	0,05	0,048
Д	0,032	0,037	0,043
О	0,019	0,035	0,038
Ў	0,016	0,017	0,016
Ө	0,013	0,026	0,025
Ү	0,012	0,016	0,014
Ә	0,012	0,013	0,01
П	0,012	0,008	0,01
И	0,012	0,007	0,008
Н	0,012	0,01	0,01
Ы	0,011	0,002	0,003
З	0,01	0,007	0,008
Ф	0,01	0,0001	0,001
І	0,008	0,008	0,008
Л	0,006	0,003	0,003
Р	0,006	0,009	0,009
Х	0,006	0,013	0,011
Ә	0,006	0,006	0,006
У	0,006	0,006	0,005
В	0,003	0,001	0,001
Ғ	0,003	0,005	0,003
Ц	0,001	0,0003	0,0004
Ч	0,0004	0,0001	0,0004
Щ	0,0002	0,0001	0,0004
Ю	0,0002	0,0001	0,0002
Я	0,0002	0,0003	0,0006

Представленные статистические данные о вероятности длины слов в казахском языке, вероятности появления букв в начале слова и вероятности появления букв в текстах на казахском языке являются достаточными для формирования текстов, по которым можно формировать по базы аллофонов речеподобных сигналов на казахском языке.

Особенности базы структурных единиц речи для синтеза речеподобных сигналов на казахском языке.

Процесс словообразования на казахском языке подчиняется закону сингармонизма. Словообразование осуществляется путем прибавлению к корню слова вначале суффиксов, а затем окончания множественности, притяжательные окончания, падежные окончания, окончания спряжения [4, 5]. Слова с одной буквой в слове в казахском языке отсутствуют. Образование длинных слов может быть выполнено путем сложения основ или перевода словосочетаний в сложные слова.

Буквы **в, ё, ф, х, һ, ц, ч, щ, ь, ъ, е, э** в исконно казахских словах не употребляются. Из них буквы **ё, ц, ч, щ, ь, ъ, э** для произношения слов, заимствованных из русского языка. Буква **һ** используется в словах, заимствованных с арабо-персидских языков, и произносится как глухая **х**. Важной чертой казахского языка является существование закона гармонии звуков (сингармонизма) звуков. В соответствии с ним все гласные в составе слова должны быть либо переднерядными, либо заднерядными. Согласные в составе слова должны быть либо мягкими, либо твердыми. В результате произнесение всего слова в речи на казахском языке может быть либо твердым, либо мягким.

При формировании базы аллофонов, соответствующих буквам алфавита, с учетом их фонетических характеристик использовалось то, что слогаобразующие гласные, **а, и, о, ұ, ы** являются твердыми, а **ә, е, і, ө, ү** – мягкими.

На твердость или мягкость согласных указывают смежные с ними гласные.

Ударность и безударность гласных определялась их положением в слове. Ударными считались гласные в последнем слоге слова. Все остальные гласные слова – безударными.

Базы структурных единиц речи для синтеза речеподобных сигналов на казахском языке.

Предлагается базы структурных единиц речи для синтеза речеподобных сигналов на казахском языке формировать по базе аллофонов и базе, включающий суффиксы и окончания. Использование баз двух видов позволили сократить объем вычислений при автоматическом синтезе речеподобных сигналов и упростить процесс словообразования речеподобных сигналов. С использованием базы аллофонов формируется корень слова, а остальная часть слова (суффиксы и окончания) дополняется из базы суффиксов и окончаний.

Общее количество аллофонов казахского языка для синтеза речеподобных сигналов составляет 359.

В базу аллофонов включены буквы казахского алфавита с учетом из окружения в тексте [12].

Индексы для разделения гласных аллофонов на твердые и мягкие как это делается для других, в казахском языке нет необходимости вводить. В казахском языке гласные **а, о, ұ, ы** всегда твердые, а гласные **ә, ө, ү, і, е** всегда мягкие.

Обозначение аллофонов выполнено с учетом их окружений слева и справа [12]. Для разделения гласных аллофонов на ударные и безударные может использоваться их обозначение из трех цифр. При этом, если первая цифра 1, то гласный аллофон ударный. Если первая цифра 0, то гласный аллофон безударный. Таким образом, должна формироваться база аллофонов для синтеза речеподобных сигналов на казахском языке.

База аллофонов для формирования речеподобных сигналов на казахском языке приведена в таблице 5.

Аллофоны, которые не относятся к чисто казахским и являются заимствованными из других языков, поэтому их количество может быть сокращено, как редко встречающиеся в казахском языке.

База суффиксов и окончаний приведена в таблице 6.

Алгоритм синтеза речеподобных сигналов с использованием базы аллофонов и базы суффиксов и окончаний включает синтез корня слова по базе аллофонов и дополнения его суффиксом и окончанием из соответствующей базы в зависимости от синтезируемой части речи. В казахском языке 9 частей речи: имя существительное, прилагательное, числительное, глагол, местоимение, наречие, союз, послеслоги, междометия и 5 из них изменяются по падежам лицам, числам [11-15].

Таблица 5. База аллофонов казахского языка

a001	в10	е001	з10	к12	н10	п12	т12	у110	ц11	ы001	ю001
a002	в11	е002	з11	к21	н11	п21	т21	у112	ц12	ы002	ю002
a012	в12	е012	з12	к22	н12	п22	т22	у120	ц21	ы012	ю012
a021	в20	е021	з20	к20	н21	п20	т20	у122	ц22	ы021	ю021
a022	в21	е022	з21	л01	н22	р01	у001	ф01	ч20	ы022	ю022
a102	в22	е102	з22	л02	н20	р02	у002	ф02	ч01	ы102	ю102
a110	г01	е110	и001	л10	о001	р10	у012	ф10	ч02	ы110	ю110
a112	г02	е112	и002	л11	о002	р11	у021	ф11	ч10	ы112	ю112
a120	г10	е120	и012	л12	о012	р12	у022	ф12	ч11	ы120	ю120
a122	г11	е122	и021	л21	о021	р21	у102	ф21	ч12	ы122	ю122
ә001	г12	е001	и022	л22	о022	р22	у110	ф22	ч21	і001	я001
ә002	г20	е002	и102	л20	о102	р20	у112	ф20	ч22	і002	я002
ә012	г21	е012	и110	м01	о110	с01	у120	х01	ч20	і012	я012
ә021	г22	е021	и112	м02	о112	с02	у122	х02	ш01	і021	я021
ә022	ғ01	е022	и120	м10	о120	с10	у001	х10	ш02	і022	я022
ә102	ғ02	е102	и122	м11	о122	с11	у002	х11	ш10	і102	я102
ә110	ғ10	е110	й001	м12	ө001	с12	у012	х12	ш11	і110	я110
ә112	ғ11	е112	й002	м21	ө002	с21	у021	х21	ш12	і112	я112
ә120	ғ12	е120	й012	м22	ө012	с22	у022	х22	ш21	і120	я120
ә122	ғ20	е122	й021	м20	ө021	с20	у102	х20	ш22	і122	я122
б01	ғ21	ж01	й022	н01	ө022	т01	у110	h01	ш20	э001	бь
б02	ғ22	ж02	й102	н02	ө102	т02	у112	h02	щ01	э002	зь
б10	д01	ж10	й110	н10	ө110	т10	у120	h10	щ02	э012	ть
б11	д02	ж11	й112	н11	ө112	т11	у122	h11	щ10	э021	ль
б12	д10	ж12	й120	н12	ө120	т12	у001	h12	щ10	э022	нь
б21	д11	ж20	й122	н21	ө122	т21	у002	h21	щ11	э102	сь
б22	д12	ж21	к01	н22	п01	т22	у012	h22	щ12	э110	сь
б20	д20	ж22	к02	н20	п02	т20	у021	h20	щ21	э112	дь
в01	д21	з01	к10	н01	п10	т10	у022	ц01	щ22	э120	бь
в02	д22	з02	к11	н02	п11	т11	у102	ц02	щ20	э122	

Таблица 6. База суффиксов и окончаний для синтеза речеподобных сигналов.

мын	сыз	мыз	дын	тар	бак	сыздар	тұр	ба	та
мін	сіз	міз	дін	тер	бек	сіздар	жұр	бе	те
бын	ныз	дан	тын	лар	пак	ндар	ды	па	нда
бін	ніз	ден	тін	лер	пек	ндер	ді	пе	нде
пын	быз	тан	нын	бен	дікі	ныздар	ты	ма	на
пін	біз	тен	нін	пен	мек	ніздар	ті	ме	не
сын	пыз	нан	дар	мен	сындар	отыр	ны	да	нікі
сін	піз	нен	дер	мак	сіндар	жатыр	ні	де	тікі

Синтез речеподобных сигналов рекомендуется проводить с учетом вероятностей длины предложений, длины слов, вероятностей появления аллофонов в казахском языке.

Данная работа выполнена при поддержке грантового финансирования КН МОН РК, № АР05130293.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Е.Н. Сейткулов, Г.В. Давыдов, А. Потапович Обоснование метода формирования комбинированных маскирующих речь сигналов // Вестник КазНТУ, №2(102) – 2014. – С. 181 – 187.

[2] Е.Н. Сейткулов, Г.В. Давыдов, А.В. Потапович База аллофонов для компиляционного синтеза речеподобных сигналов на русском языке // Современные средства связи: Материалы XIX Междунар. науч.-техн. конф. 14-15 окт. 2014 года, Минск: УО ВГКС, 2014 - С.193-195.

[3] В.И. Воробьев, А.Г. Давыдов, Г.В. Давыдов Речеподобные сигналы: разновидности, основные параметры, способы формирования, области применения // Доклады БГУИР. – 2009. – №3(41). – С. 9–16.

- [4] А.А. Шарипбаев, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова, Б.Ж. Ергеш Формальная модель морфологических правил казахского языка // Доклады НАН РК. – 2012. - №6. – С. 16 - 22.
- [5] Казахский язык. Просто о сложном. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kaztili.kz/su_prav.htm.
- [6] J. Jiang, Y. Li, Q. Hao, P. Zhang, Y. Fan, X. Ma, H.V. Davydau Adaptive Masking System Based on Speech Intelligibility Index // Proceedings – 2016 9th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics, CISP-BMEI 2016, №7852866, pp. 1038-1042.
- [7] H.V. Davydau, V.A. Papou, A.V. Potapovich, Y.N. Seitkulov, Li Ye, Fan Yanhong, Jiang Jingsai, Bi Xiaoyan Method for protecting speech information // Доклады БГУИР, 2015, № 6 С. 107 – 110.
- [8] Jennifer A. Veitch, John S. Bradley, Louise M. Legault, Scott Norcross, & Jana M. Masking Speech in Open-Plan Offices with Simulated Ventilation Noise: Noise Level and Spectral Composition Effects on Acoustic Satisfaction Svec Internal Report No. IRC-IR-846 Date of issue: April 2002.
- [9] Bradley, J.S Architectural speech security of offices and meeting rooms // NRCC-48326 Proceedings of the International Conference on Building Acoustics, Chonnam University, Gwangju, South Korea, April 2004, pp. 16-34.
- [10] Л.М. Лыньков, Д.М. Каван, Г.В. Давыдов Особенности защиты речевой информации от утечки по акустическому каналу // Безопасность информационных технологий. – 2012. - № 1. – С. 180 – 181.
- [11] Б.М. Лобанов, Л.И. Цирульник, Б. Пьорковская, Я. Рафалко, Э. Шпилевский <http://www.dialog-21.ru/digests/dialog2006/materials/html/Lobanov.htm>, Фонетико-акустическая база данных для многоязычного синтеза речи по тексту на славянских языках.
- [12] Е.Н. Сейткулов, Г.В. Давыдов, А.В. Потапович База аллофонов для синтеза речеподобных сигналов на казахском языке // Технические средства защиты информации: Тезисы докладов XII Белорусско-российской научно-технической конференции, Минск, БГУИР, 2015, С.18-19.
- [13] Kryter, K. D. Methods for the calculation and use of the articulation index // J. Acoust. Soc. Am. – 1962. – Vol. 34. – P. 1689–1697.
- [14] American National Standard Methods for Calculation of the Speech Intelligibility Index – American National Standards Institute: ANSI S3.5 – 1997. – New York, 1997. – 35 p.
- [15] Чистович Л.А., Венцов А.В., Гранстрем М.П. и др. Физиология речи. Восприятие речи человеком. Сер. «Руководство по физиологии». Л., 1976.

Сейткулов Е.Н., Ташатов Н.Н., Боранбаев С.Н., Воробьев В.И., Давыдов Г.В., Потапович А.В.

Тіл тәріздес сигналдарды синтездеуге арналған қазақ тілі сөздерінің құрылымдық бірліктер базасы

Түйіндеме. Тіл тәріздес сигналдарды синтездеуге арналған қазақ тілі аллофондарының базасын қалыптастыру әдісі негізделген, ол арнайы бөлмеде сөйлеу ақпаратының қорғалуына арналған жасыратын кедергі ретінде пайдаланылуы мүмкін. Аллофондардың базасына қойылатын талаптар қазақ тіліндегі лингвистикалық және фонетикалық ерекшеліктерді және қазақ тіліндегі мәтіндердің статистикалық сипаттамаларын ескере отырып қарастырылады.

Түйінді сөздер: сөйлеу ақпаратының қорғалуы, қазақ тіліндегі аллофондар базасы, тіл тәріздес сигналдар, қазақ тіліндегі мәтіндердің статистикалық сипаттамасы.

Seitkulov Ye., Tashatov N.N., Boranbayev S.N., Vorobyev B.I., Davydou G.V., Potapovich A.V.

Base of structural units of kazakh language for synthesis of recording signals

Summary. The method of formation of the Kazakh language allophones database for the synthesis of speech-like signals is proved. The method can be used to mask speech information in a confidence room. The requirements to the database of allophones are discussed taking into consideration linguistic and phonetic distinctive features of the Kazakh language and statistical characteristics of texts in the Kazakh language.

Key words: protection of speech information, base of allophones of the Kazakh language, speech-like signals, statistical characteristics of texts in the Kazakh language.

УДК 658.264

Б.Ж. Шырынбекова, Г.А. Шукенова

(Международный казахско-турецкий университет имени Х.А. Ясави, Туркестан,
Республика Казахстан, E-mail: Azagipa@mail.ru)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ВОДЫ
НА КЕНТАУСКОЙ ТЭЦ**

Аннотация. В данной статье рассматриваются пути оптимизации работы Кентауской ТЭЦ за счет изменения водно-химического режима системы подготовки подпиточной воды с целью повышения температуры сетевой воды до 140 – 145⁰С, предлагается метод коррекционной обработки воды с помощью ингибиторов от-

ложений минеральных солей, приведены экспериментальные исследования и результаты влияния ингибиторов отложений минеральных солей и его композиций на кристаллизацию труднорастворимых соединений.

Обработка воды ингибитором отложений минеральных солей практически не увеличивает ее минерализации, не усиливает ее коррозионно-агрессивные свойства, не оказывает влияния на биологические обрастания или насосные отложения. Механизм стабилизирующего действия заключается в адсорбции комплекса на микрородышах кристаллизирующейся соли, что препятствует дальнейшему росту кристаллов и образованию отложений и обеспечивает стабильность пересыщенных растворов. Контроль процесса накипеобразования проводился по показателям общей жесткости и щелочности воды.

Ключевые слова: водно-химический режим, коррекционная обработка воды, ингибитор отложений минеральных солей, оптимизация, бесфосфорный реагент

Введение

Теплоэнергетика является ведущей отраслью современного индустриально развитого народного хозяйства. Основным направлением в развитии энергетики является централизация энергоснабжения промышленности, сельского хозяйства, городов и населенных пунктов [1].

В числе энергоносителей особо важное место занимает электроэнергия в силу универсальности ее применения в различных отраслях, на транспорте и в быту, а также возможности транспортировать на многие сотни и тысячи километров при минимальных потерях.

Для организации рационального энергоснабжения особенно большое значение имеет теплофикация, являющаяся наиболее совершенным методом централизованного теплоснабжения и одним из основных путей снижения удельного расхода топлива на выработку электрической энергии. При теплофикации реализуются два основных принципа рационального энергоснабжения [2]:

- комбинированное производство тепла и электрической энергии, осуществляемое на теплоэлектроцентрали;
- централизация теплоснабжения, т.е. подача тепла от одного источника многочисленным тепловым потребителям.

Важной составной частью систем централизованного теплоснабжения являются тепловые сети, предназначенные для транспортирования и распределения теплоносителя.

Надёжность, экономичность и безопасность теплоэнергетического оборудования и трубопроводов ТЭЦ и подключенных к ним конденсатных и тепловых сетей зависят от состояния водоподготовительных установок и других систем ведения их водно-химического режима.

В последнее время отмечена тенденция ухудшения качества исходных вод, обусловленного техногенными причинами и климатическими воздействиями, вторичным использованием производственных вод ТЭС, например бактериально загрязненных вод систем оборотного охлаждения, предочищенных вод промышленно-ливневой канализации. В этих условиях возможно развитие негативных процессов. К ним относятся микробиологические процессы и коррозия под воздействием продуктов их жизнедеятельности, коррозия из-за недостаточно эффективной защиты от аэрации конденсатов и воды [3,4]. Микробиологические процессы способствуют ухудшению показателей качества вод, загрязнению и повреждению ионообменных материалов, ухудшая технологические показатели и уменьшая срок их службы. Продукты жизнедеятельности железобактерий увеличивают гидравлическое сопротивление трубопроводов, нитрифицирующих бактерий – могут вызвать повреждения экранов труб котлов.

Внутренняя коррозия теплоэнергетического оборудования и трубопроводов еще не может считаться устраненной проблемой. Для борьбы с этой коррозией и микробиологическими процессами, с учетом значительности ущерба от них, актуальны исследования и совершенствование водно-химического режима, увеличение диагностических возможностей существующих систем химического контроля [5].

Методы исследования

Кентауская ТЭЦ работает по тепловому графику с довыработкой электроэнергии в конденсационном режиме. Тепловая схема выполнена по секционному принципу с поперечными связями по пару и воде. Восполнение потерь в цикле обеспечивается химобессоленной водой. В качестве исходной воды для подпитки котлов используется вода питьевого качества [6,7]. Отпуск тепла от ТЭЦ осуществляется для зоны теплофикации г.Кентау. Выдача тепла осуществляется по тепломагистрали из двух труб $D = 800$ и 1000 мм. Температурный график отпуска тепла - специальный с температурой сетевой воды зимой – 140°C [8,9].

Использование природных вод на ТЭЦ в качестве теплоносителя, особенно при повышенных температурах и давлениях, приводит к выделению на теплонесущих поверхностях или “поверхностях контакта” различных отложений, содержащихся в этой воде, которые могут привести к снижению температуры сетевой воды, увеличению расхода топлива, аварийному или преждевременному остану оборудования и снижению его производительности [10,11]. Во избежание всего этого, требуется ограничить или полностью исключить накипеобразования на теплообменных поверхностях [12].

В последнее время для этих целей широко используется метод коррекционной обработки воды с помощью ингибиторов отложений минеральных солей (ИОМСа). Ингибитор отложений минеральных солей содержит до 90% нитрилотриметилфосфоновой кислоты и 10% фосфолированных полиаминов.

Обработка воды ИОМСом практически не увеличивает ее минерализации, не усиливает ее коррозионно-агрессивные свойства, не оказывает влияния на биологические обрастания или насосные отложения. Механизм стабилизирующего действия заключается в адсорбции комплексона на микрозародышах кристаллизирующейся соли, что препятствует дальнейшему росту кристаллов и образованию отложений и обеспечивает стабильность пересыщенных растворов [13]. Ввод ИОМСа осуществляется с учетом необходимого расстояния для равномерного распределения концентрационного поля, температура подогрева сетевой воды была повышена до 125⁰С при температуре стенки не выше 140⁰С. Повышение температуры подогрева сетевой воды при исключении накипеобразования возможно за счет изменения состава антинакипина. Базовой частью композиции должен быть ИОМС, а составляющей – бесфосфорный реагент, обладающий не меньшими ингибирующими свойствами, чем ИОМС. Это позволит исключить образование фосфатных отложений даже при повышении температуры сетевой воды и концентрации фосфатов в исходном ИОМСе. В качестве бесфосфорного реагента в составе композиции предлагается использование СК-110, имеющий санитарно-эпидемиологическое разрешение на применение в тепловых сетях города, технологический регламент на технологию применения реагентов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения и технические условия применения. Реагент СК-110 предназначен для коррекционной обработки воды в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения с целью предупреждения образования накипи на поверхностях нагрева в водогрейных котлах и бойлерах, а также для снижения загрязненности внутренних поверхностей стенок трубопроводов и оборудования в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения [14,15].

Для проведения экспериментов использовалась вода с заведомо ухудшенными характеристиками и подогрев производился до температур 90- 100⁰С, которые значительно выше температур технологического процесса. Контроль процесса накипеобразования проводился по показателям общей жесткости и щелочности. Результаты опытов показали, что наиболее оптимальной является концентрация ИОМСа равная 0,5 мг/л. Исследования проводились на экспериментальной установке. Схема установки показана на рисунке 1.

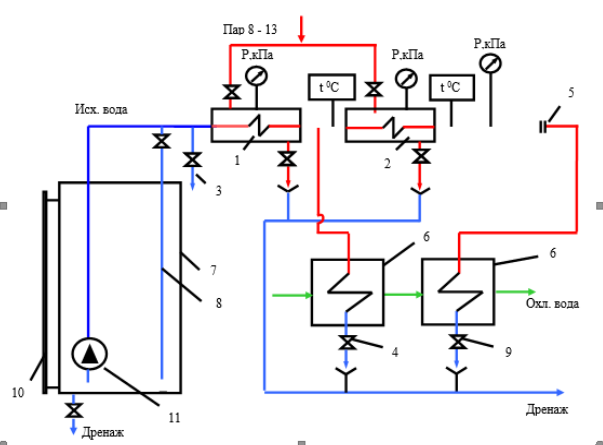


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

- 1 - 1-я ступень теплообменника, 2 - 2-я ступень теплообменника,
- 3 – Пробоотборник исходной воды, 4 - Пробоотборник воды за 1-й ступенью теплообменника,
- 5 - Счетчик расхода воды, 6 – Пробохолодильник, 7 - Бак исходной воды, 8 - Линия рециркуляции,
- 9 – Пробоотборник воды за 2-й ступенью теплообменника, 10 - Уровнемерное стекло, 11 - Глубинный насос

На первой ступени теплообменника происходит нагрев исходной воды от 15⁰С до 120⁰С, на второй ступени – от 120⁰С до 150⁰С. Первая и вторая ступени представляют собой одноходовые кожухо-трубчатые теплообменники типа "труба в трубе". Нагреваемая вода проходит по внутренней трубке, а греющий пар подается в кожух теплообменника. Теплоотдача от пара к стенке трубки происходит за счет пленочной конденсации на ее поверхности [16,17].

В бак исходной воды дозируется реагент, который тщательно перемешивается при помощи насоса по линии рециркуляции. В качестве реагента предлагается новый, более эффективный по сравнению с ранее известными, ингибитор коррозии и накипи Хеламин. Затем исходная вода с определенным содержанием растворенного в ней реагента подается под давлением при помощи насоса на первую ступень теплообменника, на которой возможность подогрева воды достигает 120⁰С, далее вода поступает во вторую ступень теплообменника, где она нагревается до 150⁰С [18].

Для контроля тепловых параметров установка оборудована соответствующими контрольно-измерительными приборами. Контроль параметров водно-химического режима осуществляется с помощью пробоотборников установки. Конструкция теплообменной установки позволяет снимать и производить замену внутренней трубки, что даёт возможность подробно изучить накипь на стенках трубки и сделать вывод об эффективности реагента.

Для контроля за водно-химическим режимом необходимо фиксировать текущий тепловой и гидравлический режим работы установки, анализировать водно-химический режим путем отбора проб на выходе с установки.

Выводы

Основные параметры водно-химического режима, подлежащие определению – общая жесткость, общая щелочность. Показатели водно-химического режима составляли: остаточная щелочность Щ = 0,7 мг-экв/л, ИОМС = 0,8 ± 0,1 мг/л.

С экономической точки зрения применение реагента Хеламин более целесообразно, по сравнению с ранее применяемыми реагентами, т.к. Хеламин имеет ряд следующих преимуществ:

- 1) Хеламин является высокоэффективным ингибитором карбоната кальция.
- 2) Сокращает реагентное хозяйство.
- 3) Увеличиваются сроки межпромывочного и межремонтного периодов.
- 4) Применение Хеламина сокращает затраты на приобретения реагентов.

По сравнению с известными реагентами, которые являются опасными для здоровья человека химикатами, Хеламин относится к малоопасным веществам, что упрощает условия труда и безопасность жизнедеятельности производственного персонала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Буров В.Д. и др. Тепловые электрические станции. — 3-е изд. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 466 с.
- [2] Агурейкин С.С., Кабашев Р.А. Теплотехника. Алматы: КазАДИ им. Л.Б.Гончарова, 2006. — 295 с.
- [3] Беляев С.А., Литвак В.В., Солод С.С. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС. - Томск: Изд-во НТЛ, 2008. - 218 с.
- [4] Воронов В.Н., Пертова Т.И. Водно-химические режимы ТЭС И АЭС. - М: Издательский дом МЭИ, 2009. — 240 с.
- [5] Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. М.: НЦ ЭНАС, 2012.- 208 с.
- [6] Водоподготовительное оборудование: информационно-справочный каталог. - Выпуск 1. - Саратов: Сарэнергомаш, 2007. — 168 с.
- [7] Amjad Z. Science and Technology of Industrial Water Treatment. - IWA Publishing + CRC Press, 2010. - 516 p.
- [8] Olovsson I. Wonders of Water: The Hydrogen Bond in Action. - World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2018. — 140 p.
- [9] Шарапов В.И., Макарова Е.В., Макарова Ю.Г. Влияние переменных режимов на эффективность деаэрации воды // Энергосбережение и водоподготовка. - 2006. - № 4 (32) – С.9-11.
- [10] Шарапов В.И. Деаэрации воды в теплогенерирующих установках малой мощности // Новости теплоснабжения. - 2007. - № 5.- С.16-24.
- [11] Мошкарин А.В., Малинов Г.П. Водно-химический режим теплосети в условиях ее аварийной подпитки // Энергосбережение и водоподготовка. - 2005. - № 4. – С. 29-33.
- [12] Поспелов А.А. Основы организации эксплуатации и устройства котельных установок неблочных ТЭС. - Иваново: ИГЭУ, 2001. — 138 с.
- [13] Виноградов В.Н., Аван В.К. Влияние водорода на водно-химический режим котлов ТЭС //Тезисы докладов V межд. научн.конф. “Тинчуринские чтения” / Казань, 2010. - Т. 2. - С. 159-160.

- [14] Гужулев Э.П., Шалай В.В. и др. Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике. — Омск: ОмГТУ, 2005. — 384 с.
- [15] Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. - 2-е изд. - М.: Издательский дом МЭИ, 2006. — 309 с.
- [16] Бадалов Б.Ш. Повторное использование стоков хлоридно-сульфатных установок при подготовке подпиточной воды теплосети. - Баку: Елм, 2009. — 148 с.
- [17] Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты. — М.: Издательский дом МЭИ, 2009. — 222 с.
- [18] Stewart M., Arnold K. Produced Water Treatment Field Manual. - Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2011. — 244 p.

Шырынбекова Б.Ж., Шукенова Ф.А.

Кентау жэо суының декарбонизациялану тиімділігін арттыру

Түйіндеме. Бұл мақалада желідегі судың температурасын 140 – 145⁰С жоғарылату үшін су жүйесінің сулы-химиялық режимін өзгерту арқылы Кентау ЖЭО-ның жұмысын оптимизациялау жолдары қарастырылған, суды ингибиторлардың көмегімен коррекционды өңдеу әдісі ұсынылған, ингибиторлардың қиын еритін заттардың кристалдануына әсер етуі және зерттеу нәтижелері келтірілген.

Суды ингибиторлардың көмегімен өндегенде, судың минералдық көрсеткішін, коррозиялық қасиетін күшейтпейді, биологиялық қақтардың жиналуына әсер етпейді. Ингибиторлардың әсер ету механизмі реагенттің адсорбциялануына негізделген, ол қақтардың пайда болуын және кристалдардың өсуін болдырмайды. Қақтардың түзілу процесі судың жалпы кереметтігі мен сілтілік көрсеткіштері бойынша бақыланды.

Кілт сөздер: сулы-химиялық режим, коррекционды өңдеу әдісі, минералды тұздардың ингибиторлары, оптимизациялау, құрамында фосфоры жоқ реагент.

Shirinbekova B. G., Shukenova G.A.

Improvement of water decarbonization effectiveness at kentaу thermal power plant

Summary. In this article, ways to optimize the operation of the Kentaу Thermal power plant by changing the water-chemical mode of the make-up water preparation system in order to increase the temperature of the network water up to 140 - 145⁰С was considered. A method of corrective water treatment with mineral salt inhibitors is proposed, experimental studies and effects of inhibitors deposits of mineral salts and its compositions for the crystallization of sparingly soluble compounds were given.

Treatment of water with a mineral salt inhibitor practically does not increase its mineralization, does not enhance its corrosive properties, does not affect biological fouling or pumping deposits. The mechanism of the stabilizing effect consists in the adsorption of the complexon on the micro-nuclei of the crystallizing salt, which hinders the further growth of the crystals and the formation of deposits and ensures the stability of supersaturated solutions. The control of scale formation was carried out according to the indicators of general hardness and alkalinity.

Key words: water-chemical mode, corrective treatment of water, inhibitor of mineral salt deposits, optimization, phosphoric-free reagent

УДК 629.78

Г.Ж. Амандосова, Ж.Н. Смагулова, А.А. Калыбекова, А.А. Купельдеев

(Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан amandosova94@mail.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРБИТЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы выбора параметров орбит Космические аппараты (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в зависимости от условий зондирования, определения параметров управления движением центра масс для поддержания параметров орбит, а также оценки потребных затрат топлива для маневров поддержания в течение времени активного существования КА.

Ключевые слова. Космические аппараты, дистанционное зондирование, пространство разрешения.

Космические аппараты (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), предназначенные для получения информации о планете и припланетном слое атмосферы, обеспечивают возможность решения широкого круга тематических задач в различных отраслях. Данные Дистанционного зондирования из космоса используются для изучения и контроля природных ресурсов Земли, исследования динамики природных процессов и явлений, сбора информации о состоянии лесных и сельскохозяйственных территорий и для решения других задач [1].

Характер и продолжительность обзора исследуемых районов поверхности Земли для обеспечения их зондирования определяется параметрами орбит КА ДЗЗ. Параметры орбит обуславливают качество получаемой информации, оперативность её получения и передачи с КА на наземные пункты потребителям. Для получения лучшего качества информации предпочтительным оказывается функционирование аппаратов в моменты зондирования на минимальных высотах полета над поверхностью Земли. Высота полета КА с течением времени может изменяться из-за влияния сопротивления атмосферы и прецессии линии апсид орбит. В связи с этим в процессе полета необходимо управлять движением центра масс КА с целью поддержания параметров орбиты в допустимой окрестности требуемых значений этих параметров с точки зрения выполнения условий зондирования [1-3].

В реальных условиях полета параметры фактической орбиты КА ДЗЗ могут отличаться от параметров выбранной (исходной) квазисинхронной орбиты. Будем полагать, что для обеспечения условий наблюдения земной поверхности необходимо, чтобы в любой момент времени в процессе полета параметры фактической орбиты КА находились в некоторой окрестности соответствующих исходной орбиты. Так как упорядоченность покрытия земной поверхности полосами обзора определяется периодом орбиты, а условия покрытия заданных поясов поверхности – значениями углового положения перигея и высоты орбиты в перигее, то к числу параметров фактической орбиты, которые должны находиться в заданной окрестности соответствующих параметров исходной орбиты, могут относиться период T , высота в перигее h_{π} и угловое положение перигея ω . Обозначим допустимые отклонения параметров следующим образом:

$\Delta T = (T^{\Phi} - T^{\text{И}})$ - допустимое отклонение периода T^{Φ} фактической орбиты от периода $T^{\text{И}}$ исходной орбиты;

$\Delta h = (h_{\pi}^{\Phi} - h_{\pi}^{\text{И}})$ - допустимое отклонение высоты h_{π}^{Φ} в перигее фактической орбиты от высоты $h_{\pi}^{\text{И}}$ в перигее исходной орбиты;

$\Delta \omega = (\omega^{\Phi} - \omega^{\text{И}})$ - допустимое отклонение углового положения перигея ω^{Φ} фактической орбиты от углового положения перигея $\omega^{\text{И}}$ исходной орбиты [1].

Интервал времени, на котором отклонения параметров фактической орбиты от параметров исходной орбиты не превышает допустимых значений, зависит от различных факторов: характеристик КА; характеристик моделей движения центра масс КА, используемых для расчета исходной орбиты для определения параметров фактической орбиты от действия возмущений.

На интервалах полета КА, где необходимо проведение маневров, условия обеспечения работы аппаратуры зондирования могут не выполняться. Длительность интервалов проведения маневров с точки зрения эффективности проведения процесса зондирования должна быть минимальной. В связи с этим на низкоорбитальных КА ДЗЗ находят широкое применение импульсные маневры, что позволяет минимизировать участки полета, которые исключаются из интервалов возможной работы аппаратуры зондирования [4-5].

Поскольку допустимые отклонения $\Delta T, \Delta h, \Delta \omega$ можно считать достаточно малыми, маневры поддержания параметров орбиты относятся к классу корректирующих в процессе маневра коррекции, называются корректируемыми параметрами. В рассматриваемом случае корректируемые и для их коррекции достаточно проведения компланарных маневров.

Интервал времени (в витках полета КА) между j -м и $(j-1)$ -м маневрами коррекции параметров фактической орбиты назовем интервалом поддержания параметров исходной орбиты и обозначим его Δn :

$$\Delta n = n^j - n^{j-1}$$

где n^j - начальный виток проведения j -го маневра,

n^{j-1} - начальный виток проведение $(j-1)$ -го маневра

Задачу управления движением центра масс для обеспечения функционирования КА ДЗЗ на исходной квазисинхронной орбите рассмотрим в следующей постановке.

Дано: параметры исходной орбиты, на которой в течение некоторого $T_{\text{АС}}$ – времени активного существования – должен функционировать КА ДЗЗ;

Допустимые отклонения параметров исходной орбиты $\Delta T, \Delta h, \Delta \omega$;

Математической модель движения центра масс;

Параметры двигательной установки.

Определить следующие параметры управления:

Витки n_i проведения корректирующих маневров и интервалы поддержания Δ n требуемых параметров орбиты;

величины импульсов скорости ΔV_k направления их выдачи и моменты выдачи импульсов для каждого корректирующего маневра, осуществляемого путем одного или нескольких включений и выключений двигательной установки для получения требуемых параметров орбиты на следующем после проведения маневры витке полета.

Требуется найти такие параметры управления, при которых минимизируются суммарные энергетические затраты ΔV_{Σ} на проведение маневров на интервале активного существования T_{AC} , рассчитываемые в виде

$$\Delta V_{\Sigma} = \sum_{k=1}^N \Delta V_k \quad (1,1)$$

где ΔV_k - абсолютная величина k -го импульса скорости;

N – количество импульсов скорости, выданных за T_{AC} при проведении всей совокупности маневров.

Решение задачи определения витков проведения маневров и интервала поддержания будем осуществлять на основе использования моделей движения центра масс, учитывающих характерный для низкоорбитальных КА состав возмущающих факторов. Прогнозирование параметров возмущенного движения КА позволит вычислять отклонения параметров орбиты, принимаемой за фактическую, от параметров исходной орбиты [6].

Дистанционное зондирование земли вошло в новый этап своего развития с появлением коммерческих проектов высокого разрешения. Одной из нерешенных проблем проектирования миссий спутниковой съемки является дилемма – «пространственное разрешение ширина полосы съемочного покрытия». При этом, выбор между разрешением и покрытием обусловлен типом съемочной системы спутников. Так для оптических спутников приоритетом является пространственное разрешение. Для оптических радиоспектрометров – полоса съемки. Для радарных систем – возможность повторной съемки одной и той же территории, для лидарных съемочных систем – доступ к территории съемок [7].

Мы рассматриваем вопросы выбора параметров орбит КА ДЗЗ в зависимости от условий зондирования, определения параметров управления движением центра масс для поддержания параметров орбит, а также оценки потребных затрат топлива для маневров поддержания в течение времени активного существования КА.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А.И.Мантуров «Механика управления движением космических аппаратов». М.: Недра, 1987. 298 с.
- [2] Попов В.И. «Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов». М., 1991
- [3] Козлор Д.И., Анцаков Г.Л., Фрмин Г.Е. и др. Дистанционное зондирование Земли из космоса - универсальная технология получения информации для решения социально-экономических задач, исследования природных ресурсов и экологий: Сборник научно-технических статей по ракетно-космической тематике. Самара, 2001. С.7-13.
- [4] Основы теории полета космических аппаратов / Под ред. Г.С. Нариманова. -М.: Машиностроение, 1972.601 с. 3. Мишин В.П. Механика космического полета. М.: Машиностроение, 1989.408 с.
- [5] Баринов КН., Бурдаев М. Н.Мамон Динамика и принципы построения орбитальных систем космических аппаратов. М.: Машиностроение*1975.232 с.
- [6] Саульск.К., Лукашевич Е.Л. Дыбор орбит ИСЗ для круглосуточного обзорд Земли // Исследования Демл из демоса. 1984. №1.
- [7] Бебенин Г.Г., Скребушевский В.С., Соколов Г.А. Системы управления полетом космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1978.270 С:

Амандосова Г.Ж., Смагулова Ж.Н., Калыбекова А.А., Купельдеев А.А.

Жерді қашықтықтан зондтау үшін ғарыш аппараттарының орбитасының параметрлерін анықтау Түйіндеме. Бұл мақалада зондтау шарттарына, орбиталардың параметрлерін сақтау үшін масса орталығының қозғалысына бақылау жасау параметрлерін анықтауына, сондай-ақ белсенді ғарыштық аппараттар кезінде маневр жасауға қажетті отын шығынын бағалауына тәуелді Жерді қашықтықтан зондтау үшін ғарыш аппараттарының орбитасының параметрлерін таңдау мәселелерін қарастырдық.

Кілт сөздер: Ғарыштық аппараттар, қашықтан зондтау, ажыратымдылық кеңістігі.

Amandosova G.Zh., Smagulova Zh.N., Kalybekova A.A., Kupeldeyev A.A.

Determination of parameters of the orbit of the space remote sensing device

Summary. In this article, we consider the choice of orbital parameters of Space vehicles (SV), depending on the sounding conditions, determining the parameters of the motion of the center of mass to maintain orbital parameters, and estimating the required fuel costs for the maneuvers of maintaining during the time of active existence SV.

Keywords: Space vehicles, remote sensing, resolution space.

УДК: 621.331

Ш. С. Оспанова, А. З. Нурмуханова, Б. Рахат, А. Турбекова, А. Арыстан, М. Тургынов

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

Алматы, Республика Казахстан)

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК ВАЖНАЯ ЗАДАЧА ПО СОХРАНЕНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы энергосбережения и повышение энергоэффективности в различных отраслях производства и промышленности. В контексте сохранения природных ресурсов и охраны окружающей среды также были рассмотрены результаты внедрения экономических, экологических и социальных преимуществ эффективного использования энергетических ресурсов и анализа внедрения энергоменеджмента в различных сегментах ЖКХ.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, экология, ресурсы.

Энергосбережение и повышение энергоэффективности всех отраслей Казахстана является в настоящее время приоритетной задачей, которая позволит решить комплекс актуальных вопросов: энергетических, экологических и экономических. В соответствии с п. 5 ст. 3 Закона РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» пропаганда экономических, экологических и социальных преимуществ эффективного использования энергетических ресурсов, повышение общественного образовательного уровня в области энергосбережения и повышения энергоэффективности является основным направлением государственного регулирования [1-3].

Основной целью энергосбережения является реализация стратегии комплексного эффективного использования энергетических ресурсов при устойчивом экономическом росте и неуклонном повышении качества жизни и сохранении здоровой окружающей среды. И на сегодняшний день особая роль отведена вопросам пропаганде энергосбережения, поскольку именно информированность, высокая культура энергосбережения людей определяет в большинстве своем уровень эффективности использования энергетических ресурсов. Республика Казахстан одна из первых среди государств бывшего Советского Союза провела реформу жилищно-коммунального хозяйства. На сегодняшний день в Казахстане существует ряд задач и целей по вопросу энергоэффективности и энергосбережения. Одной из задач является внедрение в сферу жилищно-коммунального хозяйства энергоресурсосберегающих мероприятий.

Весь мир постепенно охватывается влиянием систем менеджмента, которые простираются на все большее количество отраслей производства, включая сферы управления, затрагивая многие аспекты деятельности организаций.

Имеющийся международный опыт показал, что стандарты в области системы энергоменеджмента являются жизнеспособным инструментом политики и рыночным механизмом, который позволяет добиться устойчивой энергоэффективности в промышленности. Отраслевыми лидерами по обладанию потенциалом энергосбережения являются: топливно-энергетический комплекс, промышленность и ЖКХ. Суммарный потенциал энергосбережения в этих трех отраслях составляет порядка 90% от общего.

Энергетика и потребление энергетических ресурсов предприятиями оказывает огромное негативное воздействие на окружающую среду. Существуют следующие виды негативного влияния энергопотребления предприятий. При сжигании твердого топлива в атмосферу поступает летучая зола с частицами не до горевшего топлива, сернистый и черный ангидриды, оксиды азота, фтористые соединения.

При снижении жидкого топлива с дымовыми газами в атмосферный воздух поступают сернистый и серный ангидрид, соединения ванадия, солей натрия и также вещества, удаляемые с поверх-

ности котлов при очистке. При сжигании природного газа основным загрязнителем атмосферы являются оксиды азота [2].

Изменение ландшафта при сооружении разнородных теплоэнергетических объектов, потребление ресурсов литосферы, в том числе: вырубка лесов, изъятие из сельскохозяйственного оборота пахотных земель, лугов, взаимодействие берегов с водохранилищами.

Следствиями выброса теплоты могут быть: постоянное локальное повышение температуры в водоёме, временное повышение температуры, изменение условий ледосостава, зимнего гидрологического режима, изменение условий паводков, изменение распределения осадков, испарений, туманов.

Современные представления о допустимых условиях загрязнения атмосферы, воды, земных ландшафтов основаны на сведениях о вредном воздействии веществ на здоровье людей, животных, на растительность, на материальные ценности. Всемирной организацией по вопросам здравоохранения при ООН в 1963 году рекомендовано определение критерия чистоты воздуха (предельно допустимая концентрация вредных веществ ПДК) по четырём уровням:

Уровень №1. Невозможно обнаружить прямое или косвенное влияние на человека, животных или растительность.

Уровень №2. Возможно раздражение органов чувств, вредное воздействие на растительность, уменьшение прозрачности воздуха.

Уровень №3. Нарушение жизненно важных функций и возникновение хронических заболеваний у человека и животных.

Уровень №4. Возникновение острых заболеваний, ведущих к гибели людей и животных [4-7].

Одним из действенных способов уменьшить влияние человека на природу является повышение эффективности использования энергии. Современная энергетика, основанная в первую очередь на использовании ископаемых видов топлива (нефть, газ, уголь), оказывает существенное воздействие на окружающую среду. Начиная от добычи, переработки и транспортировки энергоресурсов и заканчивая их сжиганием для получения тепла и электроэнергии - все это весьма пагубно отражается на экологическом балансе планеты. Наконец, именно "ископаемая" энергетика ответственна за проблему изменения климата, связанную с увеличением концентрации парниковых газов. Поэтому вопрос повышения энергоэффективности экономики сейчас является одним из самых наиболее актуальных для всех стран.

Энергосбережение в настоящее время становится одним из приоритетов политики любой компании, работающей в сфере производства и сервиса. И дело здесь даже не столько в экологических требованиях, сколько в экономическом факторе.

Мировой опыт планирования и реализации энергосберегающей политики имеет более чем четверть вековую историю. Явившись ответом на резкий рост цен на мировых топливных рынках в 70-х годах, энергосбережение и сегодня остается важнейшим направлением энергетической политики многих стран мира, а также международных организаций и союзов топливно-энергетической направленности.

Рациональное использование и экономное расходование ресурсов органического топлива (уголь, нефть, природный газ), повышение эффективности конечного потребления энергии во всех секторах экономики, развитие возобновляемых источников энергии (биомассы, гидроэлектроэнергии, солнечной энергии, энергии ветра и геотермальной энергии и других источников) - все это, вместе взятое, может обеспечить потребности человечества в энергии и его устойчивое развитие в глобальном масштабе.

Энергосбережение имеет не только экономические эффекты для потребителя, но и большое значение для рационального природопользования. Неэкономное потребление энергоресурсов оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду. Изъятие энергетических ресурсов приводит к деградации земель, изменению режима грунтовых вод, созданию подземных пластов, загрязнению атмосферного воздуха и т.д. Между энергосбережением и экологией существует неразрывная связь.

Внедрение энергоэффективных машин, бытовых приборов, оборудования, использование нетрадиционных источников энергии, проведение активной энергосберегающей политики, новые альтернативные виды топлива и т.п. могут способствовать замещению энергоресурсов, добыча и использование которых ухудшает экологическое состояние планеты, а так же помогут обеспечить ежегодную экономию.

В глобальном плане применение энергоэффективных технологий и программ будет обеспечивать для страны экономию ресурсов, например, газа, торфа или угля.

А значит, уменьшится выброс в атмосферу парниковых газов, что благоприятно скажется на состоянии окружающей среды. Задача энергосбережения – не только экономия финансовых средств предприятия, но и снижение негативного воздействия на природу.

Повышение энергетической эффективности должно рассматриваться как выявление и реализация мер и инструментов с целью обеспечить удовлетворение потребностей в услугах и товарах при наименьших экономических и социальных затратах на необходимую энергию и при минимальных расходах, необходимых для сохранения природной среды в гармонии с устойчивым развитием [8-12].

Определение энергетических параметров организации, основанных на данных и другой информации, ведущих к определению возможностей улучшения.

Организации должна разработать, регистрировать и поддерживать в рабочем состоянии энергетический анализ. Методология и критерии, используемые для разработки энергетического анализа, должны документироваться. Для разработки энергетического анализа организация должна выполнить следующее:

- а) анализировать использование и потребление энергии на основе измерений и других данных, т.е.:
 - определять существующие источники энергии;
 - оценивать предыдущее и настоящее использование и потребление энергии;
- б) на основе анализа использования и потребления энергии определить места значительного потребления энергии, т.е.:
 - определить помещения, оборудование, системы, процессы и персонал, существенно влияющие на значительное использование и потребление энергии;
 - выявить другие соответствующие показатели, влияющие на значительное потребление энергии;
 - определить текущую энергоэффективность установок, оборудования, систем и процессов, которые связаны с выявлением значительного потребления энергии;
 - оценить использование и потребление энергии;
- с) определить, установить приоритеты и записать возможности для повышения энергоэффективности.

Энергетический анализ должен обновляться через определенные интервалы времени, оборудовании, системах и процессах.

Организация должна осуществлять и документировать процесс планирования. Энергопланирование должно быть согласовано с энергетической политикой и должно приводить к деятельности, постоянно улучшающей энергоэффективность.

Энергопланирование должно включать анализ деятельности организации, влияющей на энергоэффективность.

Энергосервисные компании (ЭСКО) - это компания, предоставляющая услуги по проектированию, приобретению, финансированию, монтажу, пусконаладке, эксплуатации, техобслуживанию и ремонту энерго- или водосберегающего оборудования, для проведения иных энергосберегающих мероприятий на выбранных объектах.

Такая компания работает на основе возвратного механизма – первоначальные средства компании вкладываются в энергоэффективные проекты, возврат этих средств осуществляется через достигнутую экономию в теплоснабжении. Потребители не вкладывают свои средства в энергоэффективное оборудование и реконструкцию системы теплоснабжения и платят за тепло как обычно (по применяемому тарифу), часть средств идет на оплату потребленного тепла, а экономленнная составляющая – на оплату установленного оборудования.

Выгоды здесь очевидны: потребитель не ощущает на себе бремя дополнительных расходов на приобретение и установку энергосберегающего оборудования, поскольку платит не больше, чем по реализации проекта вплоть до момента его полной окупаемости (т.е. до того времени пока заемные средства (включая установленную маржу) возвращаются заемщику в полном объеме) [13].

Деятельность энергосервисных компаний осуществляется на основе контрактов, по которым эти компании на свой риск обязуются провести мероприятия по ресурсосбережению. В контракте оговаривается, что весь экономический эффект (или его часть) на время действия контракта останется в распоряжении компании.

Сокращение существующих расходов может быть достигнуто путем:

- сокращения расходов на тепло и электроэнергию
- сокращение расходов на персонал
- сокращение расходов на обслуживание и ремонт

- экономия по другим операционным расходам

Реализация проекта предусматривает:

Проектные работы

Строительно-монтажные и пусконаладочные работы

Комплексные испытания

Передача в эксплуатацию

Привлечение энергосервисного бизнеса к управлению зданиями бюджетной сферы обеспечит:

- существенное повышение энергоэффективности зданий бюджетной сферы;

- оптимизацию бюджетных расходов на поставку коммунальных ресурсов в указанные здания при снижении их общего объема;

- привлечение внебюджетных финансовых ресурсов в модернизацию зданий бюджетной сферы;

- развитие энергосервисного бизнеса.

Разница между стоимостью базового количества коммунальных ресурсов и стоимостью фактически потребленных коммунальных ресурсов является доходом ЭСКО, за счет которого выполняется работы по повышению энергоэффективности.

Автоматизированные тепловые пункты. Значительный эффект за счет энергосбережения может быть получен при реконструкции тепловых пунктов в многоэтажных жилых зданиях с установкой автоматического регулирования теплоснабжения.

Система теплового регулирования должна осуществлять, как ручное управление (применяется только для ремонта и обслуживания), так и автоматическое, используя информацию датчика температуры наружного воздуха и воздуха внутри помещения.

Автоматизированный тепловой пункт предназначен для приготовления и подачи в систему отопления теплоносителя с параметрами, которые автоматически регулируются в соответствии с температурой наружного воздуха и расписанием, заданным пользователем в меню регулятора отопления. В результате автоматизации тепловых пунктов жилых зданий можно получить реальную экономию энергопотребления на уровне 15-20% в годовом разрезе и 30-35% в переходные периоды, когда температура наружного воздуха превышает 0°C [14].

Таким образом, внедрение автоматизированных тепловых пунктов позволит снизить расходы населения за оплату потребленной тепловой энергии, а также бюджетных средств на строительство новых котельных. Известно, что один средний дом потребляет 600-700 Гкал тепловой энергии в год. При установке АТП в одном доме есть вероятность сэкономить 100-130 Гкал в год. Это как минимум 20 тонна условного топлива [15].

Потребность в установке автоматизированных тепловых пунктов в республике составляет примерно 69,1 тыс. единиц.

Традиционные системы отопления зданий советского времени основаны на применении инженерных решений, принципы которых позволяли лишь частично осуществлять экономию тепловой энергии при её потреблении. До последнего времени, в тепловых пунктах на вводе в здания для систем отопления, используются элеваторные узлы, обеспечивающие постоянный коэффициент смешения теплоносителя. Характерная элеваторная схема теплоснабжения обеспечивала потребителя необходимым количеством тепла при постоянном расходе теплоносителя от ТЭЦ по расчётному температурному графику, учитывающим изменения наружного воздуха, тем самым обеспечивая регулирование температуры теплоносителя только на источнике выработки тепла – на ТЭЦ, а не тепловом вводе потребителя.

Из-за большой протяженности тепловых сетей система центрального теплоснабжения имеет большую инерционность, и не учитывает характер потребления отдельно взятого здания как объекта регулирования. Подавая постоянное количество тепла в здание в соответствии с расчётным графиком, элеваторная схема не учитывает дополнительные теплоступления, состояния утеплённости наружных ограждений и не корректирует реальные изменения температуры наружного воздуха в данный момент времени, что приводит к нарушению теплового баланса здания, и как следствие, в помещениях здания появляются недогревы или перегревы.

При данном подходе к теплоснабжению страдают конечные потребители – жильцы домов, которые вынуждены жаловаться в КСК при недостаточной подаче тепла или, наоборот, при подаче избыточного тепла в помещения жилого дома – жильцы вынуждены открывать форточки для проветривания, чтобы уменьшить влияние перегрева.

Существует мнение, что установка только счётчиков тепловой энергии позволяет экономить тепловую энергию. На самом деле это не так. Теплосчётчик позволяет определить только расход теплоты. А для реальной экономии потреблённой тепловой энергии необходимо применение комплексной системы автоматизации теплоснабжения здания.

Практика комплексного использования системы автоматического регулирования и теплового учёта уже дала положительные результаты в ряде крупных городов Казахстана, таких как Астана, Алматы, Караганды, показав при этом реальную экономическую выгоду при регулировании отпуска тепловой энергии в здания.

Практическое внедрение систем теплоснабжения позволила уменьшить теплоснабжение зданий в среднем за отопительный период на 18-35 %.

На примере школы-лицея № 15 г. Астаны, где проектная элеваторная схема была заменена на систему автоматического регулирования теплоснабжения с системой учета тепла, произведён анализ фактического потребления тепловой энергии на нужды отопления и ГВС.

Учитывая фактическое и расчётное потребление по договору, экономия тепла составила 101,3 Гкал в год, что составило экономию бюджетных средств на сумму 196,5 тыс. тенге.

В жилом доме г. Астаны (КСК «Айну») в 2009 году было установлено оборудование, позволяющее регулировать в автоматическом режиме подачу тепла в здание в зависимости от погоды, установлен прибор учета тепловой энергии. За 5 месяцев отопительного сезона обеспечена экономия около 183 Гкал тепловой энергии на сумму 360 тыс. тенге.

В жилом доме г. Астаны (КСК «Сары-Арка») в октябре 2009 года произведена полная реконструкция теплового узла с установкой системы автоматического регулирования тепловым потоком, установлены приборы учёта тепловой энергии с датчиками давления и системой дистанционного снятия показаний. За 4 месяца отопительного сезона обеспечена экономия 354 Гкал, сэкономлено 700 тысяч тенге.

Согласно Отраслевой программе модернизации жилищно-коммунального хозяйства в 2011 году по Республике Казахстан запланирована установка 48 автоматизированных тепловых пунктов в жилых домах по Республике Казахстан в 16 городах, в каждом городе по 3 автоматизированных тепловых пункта. На объектах социальной сферы в 16 городах запланирована установка 96 автоматизированных тепловых пункта, в каждом городе по 6 АТП, из которых три планируется установить в школах и три в поликлиниках.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: вчера, сегодня, завтра // Электрические станции: ежемесячный произв.-техн. журнал. - М.: Энергопрогресс, 2005. - №2. - С. 35-47.
- [2] Сильверстов Л.К. Нетрадиционный энергоноситель - угольный метан // Энергия: экономика, техника, экология : ежемес. научно-попул. и общ.-полит. ил. журнал. - М.: Наука, 2005. - №7. - С. 12-16.
- [3] Методические рекомендации по регулированию отношений между энерго-снабжающей организацией и потребителями. – М.: Госэнергонадзор, 2002. – 23 с.
- [4] Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе энергосистем, электростанций, котельных, электрических и тепловых сетей. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 24 с.
- [5] Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 504 с.
- [6] Концепция стратегии ОАО РАО «ЕЭС России» на 2003–2008 гг. «5+5» // Вести в электроэнергетике. – 2003. – № 4 – С. 20; № 5 – С. 9.
- [7] И. И. Федик, Е. Б. Попов Двигательно-энергетическая установка на солнечных тепловых аккумуляторах // Энергия: экономика, техника, экология: ежемес. научно-попул. и общ.-полит. ил. журнал. - М.: Наука, 2005. - №6.- С. 29-34.
- [8] Федеральный закон РФ «Об энергосбережении»
- [9] Закон РК «Об обеспечении единства измерений»
- [10] Железко Ю. С., Артемьев А. В., Савченко О. В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 278 с.
- [11] Семенов В. А. Англо-русский словарь коммерческих терминов для электроэнергетики. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 92 с.
- [12] Регулирование электрической энергии в аварийных режимах работы систем электроснабжения и работа с потребителями-неплательщиками: Сборник нормативных правовых актов и ведомственных документов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. – 176 с.

- [13] Красник В. В. Основы безотказной работы электропривода на предприятиях. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 264 с.
- [14] Концепция стратегии ОАО РАО «ЕЭС России» на 2003–2008 гг. «5+5» // Вести в электроэнергетике. – 2003. – № 4 – С. 20.
- [15] Антонов О.Б. Энергосбережение, энергоэффективность и энергоменеджмент в Казахстане. – М.: Самиздат, 2014. – 69 с.

Оспанова Ш. С., Нурмуханова А. З., Рахат Б., Турбекова А., Арыстан А., Тургынов М.

Энергия үнемдеу табиғат ресурстарын сақтау және қоршаған ортаны қорғаудың маңызды мәселесі ретінде

Түйіндеме. Аталған мақалада өндіріс пен өнеркәсіптік алуан түрлі салаларындағы энергия үнемдеу мен энергия тиімділігін арттыру сауалдары қарастырылады. Табиғат ресурстарын сақтау және қоршаған ортаны қорғау шеңберінде энергетикалық ресурстарды тиімді тұтынудың экономикалық, экологиялық және әлеуметтік артықшылықтарын бейімдеу нәтижелері, тұрғын-үй коммуналдық шаруашылық секторының әр түрлі сегменттеріне энергоменеджментті бейімдеу бойынша талдау нәтижелері келтірілген.

Түйінді сөздер: энергия үнемдеу, энергия тиімділік, экология, ресурстар.

Ospanova Sh., Nurmukhanova A., Rakhat B., Turbekova A., Arystan A., Turgynov M.

Energy saving as an important task for conserving natural resources and environmental protection

Summary. This article deals with energy conservation and energy efficiency in various industries and industries. In the context of conservation of natural resources and environmental protection, the results of introducing economic, ecological and social benefits of efficient use of energy resources and analysis of the implementation of energy management in various segments of the housing and communal services were also considered.

Key words: energy saving, energy efficiency, ecology, resources.

УДК: 536.46:532.517.4

Ғ. Төлеуов, М. С. Исатаев, А. Б. Оралбаев, А. Артықбаева, М. Алтайқызы, Ш. Асылбекова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Республика Қазақстан)

ШЫҒАР ҚИМАСЫ КВАДРАТ ФОРМАЛЫ СОПЛОДАН АҒЫП ШЫҒАТЫН ЕРКІН ТУРБУЛЕНТТІ АҒЫНШАНЫ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Шығар қимасы квадрат формалы соплодан ағып шығатын еркін турбулентті ағынша жылдамдықтың дыбысқа дейінгі диапазонында әлі кең түрде зерттелмей келеді. Егер де квадрат формалы шығар қиманың екі қарама-қарсы жағын тұрақты қылып ұстап, оларға перпендикуляр екі жағын созатын болсақ, онда тік-төртбұрышты соплоны аламыз (анықтауыш параметр – созылу параметрі λ , мұндағы $\lambda=a/b$, a – шығар қиманың ұзындығы; b – шығар қиманың ені). Мұндай соплодан шығатын ағынша үшөлшемді. Осындай үшөлшемді турбуленттік еркін ағыншалар жалпы молынан зерттелген [1-12]. Ал, бас жақта айтылған шығар қимасы квадрат формалы соплодан таралатын ағыншаны алатын болсақ ($\lambda=1$), онда осы бағытты қамтитын кейбір аздаған жұмыстарды ғана атап кетуге болады [5; 10; 14-17]. Аз зерттелгендік осы мәселемен айналысуға арқау болады.

Түйін сөздер: сопло, еркін ағынша, турбулентті ағыс, эксперименттік зерттеу.

Эксперименттік зерттеулер үшін аппаратура

Тәжірибе 1 суретте көрсетілген қондырғы көмегімен жүргізілді.

(1) желдеткіштен шыққан ауа (2) вибросөндіруші өтпеден (3) тыныштық камерасына келіп түсіп, содан соң (4) және (5) торлар арқылы квадрат формалы шығыс кескіні бар (6) соплодан ағып шығады.

Ағыншаның негізгі бөлігі көлеңкелі аспап ИАБ-451-дің жұмысшы бөлігінде орналасқан. Оның көмегімен ағыстың көлеңкелі лездік суретін зерттеуге болады. Ағыншаға әсер ету тыныштық камерада ағыншаның шығыс кескініне фронтальді түрде орналасқан, қуаты 50 Вт болатын (7) динамик көмегімен іске асырылды.

(13) дыбыс генераторынан динамикке синусоидалы сигнал беріледі, соған байланысты ағыншаның шығыс кескінінде таңдап алынған жиіліктегі жылдамдықтың синусоидалы тербелісі пайда болады.

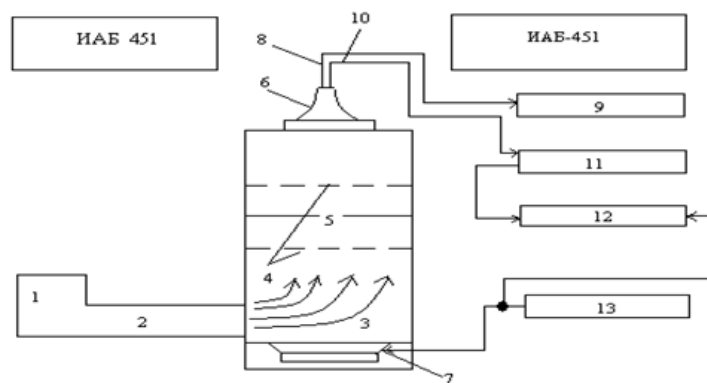
Орташа жылдамдық пен динамикалық қысымды өлшеу үшін Пито түтігі мен ММН-240 маркалы (9) микроанометр қолданылды.

Жұмыста термоанемометрлік блок жүйесі қолданылды. Ол сызықтандырылған шығыс сигналды жылдамдығы бар қосарналы термоанемометрлік жүйеден, температураны түрлендіргіштен, (12) фазалық таңдау блогынан тұрады.

Соплоның симметриялық үш өсі бойымен Пито түтікшесі мен датчиктің орналасуы үшөлшемді координатник көмегімен жүзеге асырылады.

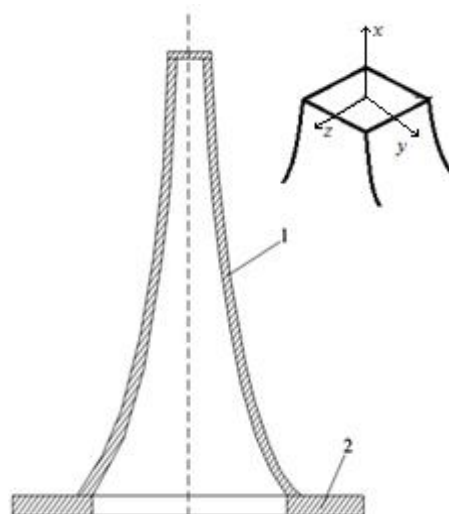
Витошинский формуласы бойынша профилденген шығар қимасы квадрат формалы соплоның конструкциясы 2 суретте көрсетілген (суретке қосымша координата өстері салынды). Соплоның сығылу дәрежесі $c = 10$ ($c = F_1 / F_2$, мұндағы F_1 -соплоның кіру ауданы, F_2 -оның шығу ауданы), соплоның биіктігі 90 мм-ге тең.

Жұмыста шығар қимасы дөңгелек формалы сопло да қолданылды (шығу ауданының диаметрі $d_{дөң.} = 22,57$ мм). Соплоның сығылу дәрежесі жоғарыдағыдай, биіктігі де сондай. Квадрат формалы соплоның тиімді диаметрі (эффевктивті диаметр) жуықтап алғанда дөңгелек соплоның диаметріндей. Мұндағы $d_{эфф.} = 2\sqrt{a \cdot b / \pi}$.



1-желдеткіш; 2-вибросөндіруші өтпе; 3-тыныштық камерасы; 4-түзету торлары; 5-қызыдырылатын тор; 6-сопло; 7-динамик; 8-Пито түтікшесі; 9-микроанометр; 10-датчик; 11-СТМ-02 типті термоанемометрлік блок жүйесі; 12-фазалық таңдау блогы; 13-дыбыстық генератор

1-сурет. Тәжірибелік қондырғының сызбасы



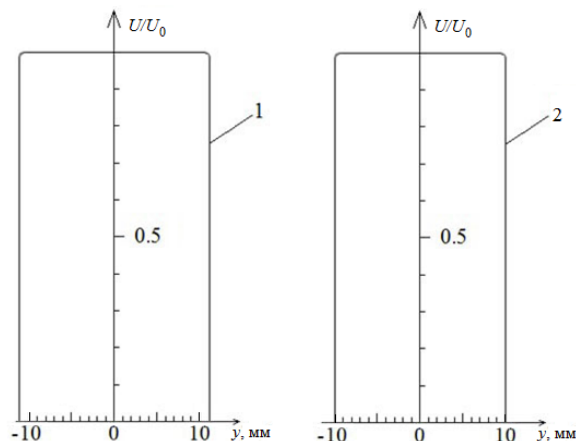
1- сопло қабырғасы; 2 - сопло тағаны.

2-сурет. Шығар қимасы квадрат формалы соплоның конструкциясы

Алынған нәтижелер және олардың анализі

Жұмыс барысында микроанометр алдын-ала тарировкаланды.

Микроанометр тарировкаланып болғаннан кейін өлшеулер жүргізуге қолданылды. Мысалы, онымен соплоның шығар қимасында жылдамдықтың таралуы өлшенді. Есептеудің көрсетуі бойынша соплоның шығар қимасында жылдамдықтың таралуы барлық жағдайда бірдей. 3 суретте шығар қималары дөңгелек және квадрат соплолардың шығар бетіндегі U/U_0 профильдерінің (U – жылдамдықтың бойлық құраушысы; U_0 – шығар қимадағы бастапқы жылдамдық) бірқатар үздіксіз жазылымдары көрсетілген.



1 - шығар қимасы дөңгелек сопло ($d_{\text{дон}} = 22,57 \text{ мм}$);
2 - шығар қимасы квадрат сопло – $\lambda=1$.

3-сурет. Соплоның шығар қимасындағы жылдамдықтың таралуы

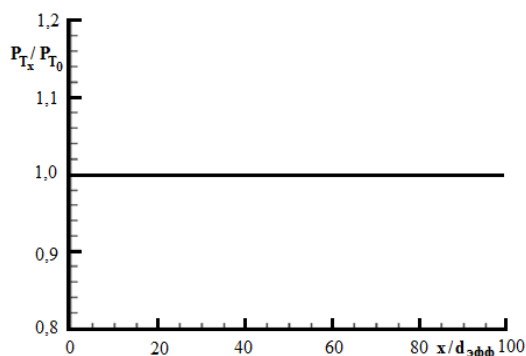
Айта кететін бір мәселе – соплоның ішкі бүйір беттерінде пайда болатын шекаралық қабатты ескере отырып, соплоның шығар қимасында жылдамдық профилін анықтау кезінде жұқа қабырғалы түтікшеден жасалған, шет жақтары жазық микротүтікше қолданылды. Микротүтікшенің шығар жері мейілінше сығылған.

Тәжірибелер көрсеткендей, ағыншадағы статикалық қысым өзгеріссіз қалады және ол қоршаған ортаның қысымына тең. Осының нәтижесінде ағыншаның барлық қималарындағы толық импульс тұрақты болып қалуы тиіс. Дөңгелек қимасы бар ағынша үшін

$$2 \pi \rho \int_0^{\delta} y U^2 dy = J_x = \text{const} , \quad (1)$$

мұндағы δ – ағыншаның сыртқы шекарасының радиусы, ρ – заттың тығыздығы.

Осындай нәтиже квадрат формалы соплодан шығатын ағынша үшін де тәжірибе жүзінде алынды (4 сурет).



P_{Tx} -ағыншаның x қимасындағы толық импульс; P_{T0} -шығар қимадағы толық импульс

4 сурет. x координат өсінің бағытындағы тұрақты импульс

Жоғарыдағы импульстің сақталу заңын басқаша түрде жазуға болады [13]:

$$2 \pi \rho U_m^2 x^2 \int_0^{\frac{\delta}{x}} \left(\frac{U}{U_m} \right)^2 \frac{y}{x} \cdot \frac{dy}{x} = const, \quad (2)$$

мұндағы U_m – ағыншаның өсі бойындағы жылдамдық.

Тәжірибе көрсететіндей, ағыншаның негізгі бөлімшесінде жылдамдықтың профильдері ұқсас.

Жылдамдықтың профильдерінің универсалдылық қасиетінен, таңдап алынған нүктедегі $\frac{U}{U_m}$ өлшем-

сіз жылдамдық осы нүкте арқылы ағыншаның полюсінен жүргізілген сәуленің өлшемсіз координата-сына ғана тәуелді екендігі шығады:

$$\frac{U}{U_m} = f\left(\frac{y}{x}\right). \quad (3)$$

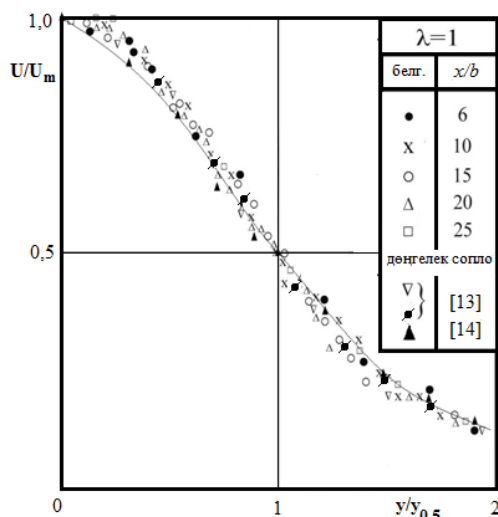
Бұдан мынаны аламыз:

$$\int_0^{\frac{\delta}{x}} \left(\frac{U}{U_m} \right)^2 \frac{y}{x} \cdot \frac{dy}{x} = const. \quad (4)$$

Нәтижесінде (2) теңдіктен өссиметриялық батырылған ағыншаның қимасының центріндегі жылдамдық полюске дейінгі қашықтыққа кері пропорционал екендігін көреміз:

$$U_m = \frac{const}{x}. \quad (5)$$

Шығар көлденең қимасы квадрат формалы соплодан таралатын ағыншаны одан әрі зерттеу, ағыншаның көлденең қималарындағы жылдамдықтың профильдерін өлшеумен жалғасты. Эксперимент нәтижелері сыртқы әсер жоқ кездегі жағдайға сәйкес 5 суретте көрсетілген.



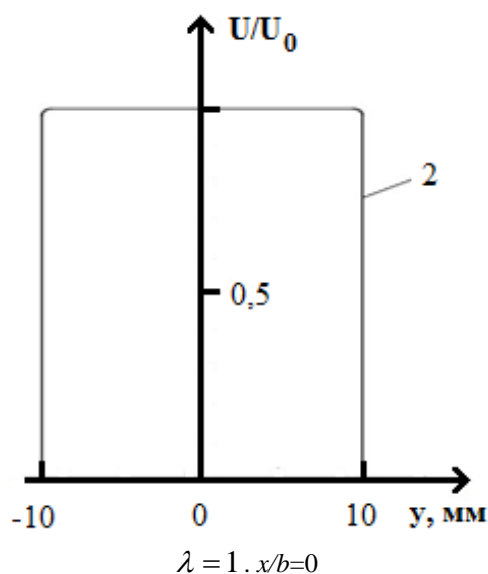
$U_0 = 20,9$ м/с; $f = 0$; $y_{0,5} - U_m / 2$ мәніне сәйкес координата.

Тұтас сызық-[10] жұмыс бойынша

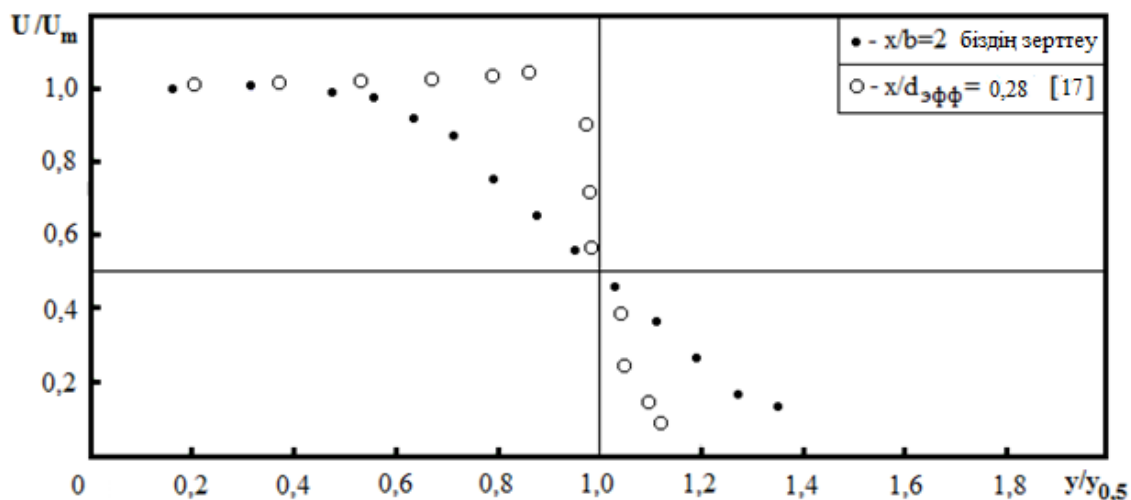
5-сурет. Шығар қимасы квадрат және дөңгелек формалы соплолардан ағып шығатын еркін ағыншалардың көлденең қималарындағы жылдамдықтардың профильдері

Суреттен көретініміздей, көлденең қималардағы жылдамдықтың профильдерінің универсалдылығы (аффинділік) 6 калибрден ($x/b=6$) басталады. Сонымен қатар, суретте, өссиметриялық ағыншаның көлденең қималарындағы жылдамдықтың өзгерісі де берілген. Жылдамдықтың мәндері [13] жұмыста көрсетілген еңбектерден алынды. Көріп отырғанымыздай, екі жағдайда да жылдамдықтардың таралу заңдылықтары бірдей. Өлшенген жылдамдықтың бойлық құраушылары басқа да авторлардың нәтижелерімен қанағаттанарлық сәйкестікті көрсетеді [14]. Аздаған айырмашылық Re санының айырмашылығына жатқызылуы мүмкін, себебі эксперименттің мәліметтері басқа Рейнольдс санында алынған, олар берілген Re санынан артық. Бұл Малстром және басқалармен [15] және Ми және басқалармен [16] расталады, олар ағын параметрлерінің Re санын арттыру шамасына қарай критикалық мәніне жеткенге дейін көтерілетіндігін көрсеткен. Біздің эксперименттік нәтижелер теориялық жұмыстардың [10] нәтижелерімен де жақсы сәйкес келетінін көре аламыз.

6, 7, 8 суреттерде еркін ағыншаның потенциалдық ядро аймағындағы тұрақтандырылған жылдамдық профилдері кескінделген. Берілген ғылыми зерттеуді жүргізгеннен кейін алынған нәтижелердің және басқа да авторлардың эксперименттік мәліметтерінің [5,17] арасындағы негізгі айырмашылық, берілген зерттеуде алынған жылдамдық профилінің қалыпты жағдайға сәйкес келіп, ал [5,17]-дағы жылдамдық профилінің ершіктәріздес болуында ($x/d_{эфф} = 0,28$).



6-сурет. Шығар қимасы квадрат соплоның шығар қимасындағы жылдамдықтың таралуы. $U_0 = 20,3$ м/с

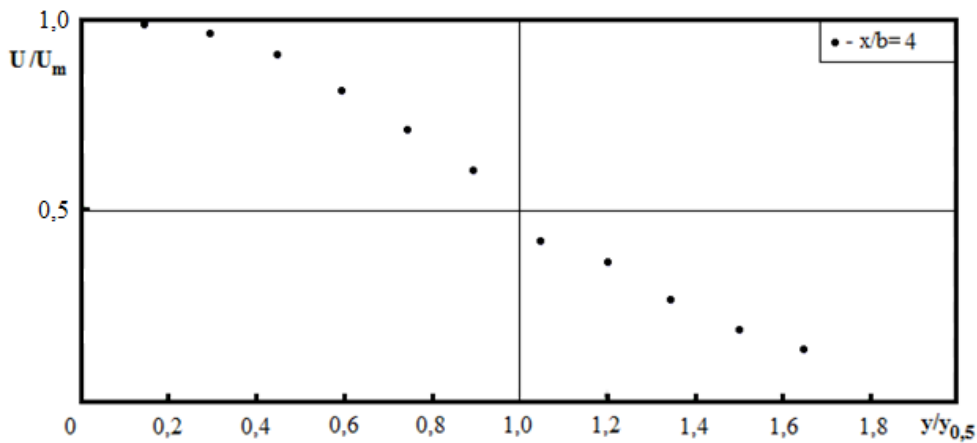


7-сурет. Квадраттық ағыс үшін уз жазықтығындағы жылдамдықтың көлденең профилдері $U_0 = 20,3$ м/с

9 суретте шығар қимасы квадрат және дөңгелек (өссиметриялық ағынша) формалы соплолардан ағып шығатын еркін турбуленттік ағыншалардың өстік жылдамдықтарының өзгерістері көрсетілген. Ағыстың бастапқы жылдамдығы шамамен 21 м/с. Тәжірибе нәтижелері ағысқа әсер түсірілмеген жағдайға сәйкес келеді.

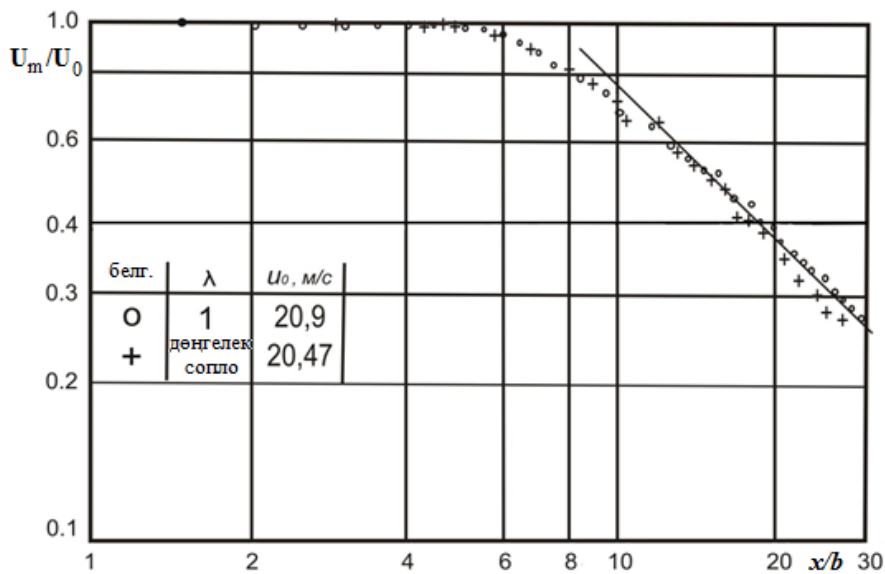
Суреттен көретініміздей, өстік жылдамдықтың өзгерісі екі жағдайда да бірдей заңдылықпен жүреді. Суреттегі үшінші тұтас сызық –біздің зерттеулер бойынша теория жүзінде алынған келесі өрнек арқылы жүргізілген теориялық түзу:

$$\frac{U_m}{U_o} = \frac{8,07 \cdot (\lambda - 0,19)^{\frac{1}{3}}}{\frac{x}{b} - 2,85\sqrt{\lambda - 1}} \quad (6)$$



8-сурет. Квадраттық ағыс үшін уз жазықтығындағы жылдамдықтың көлденең профильдері. $U_o = 20,3$ м/с

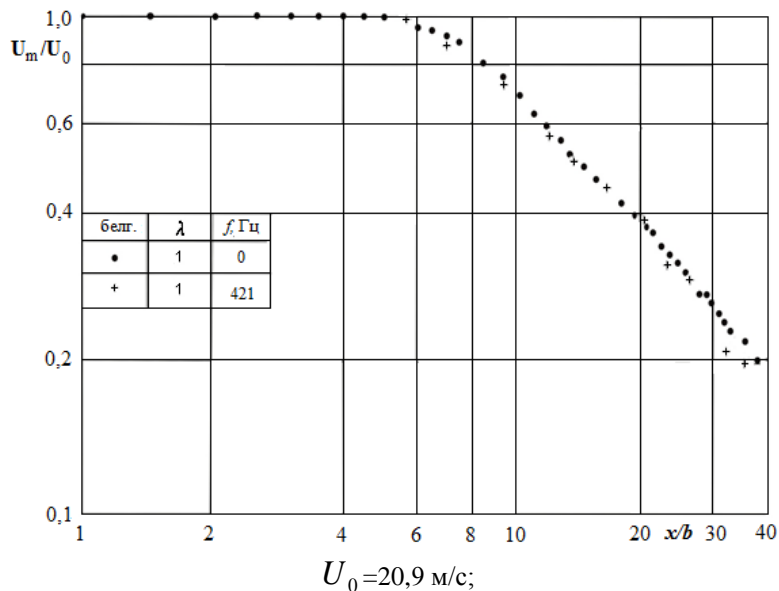
Көрініп тұрғандай, теориялық түзу эксперимент нәтижелерімен дәлме-дәл жақсы үйлесімділік тапқан. Алынған (6) формула алдында көрсетілген өссиметриялық ағыншаның негізгі бөлімшесіндегі өстік жылдамдықтың өзгерісін көрсететін (5) өрнекпен толығымен сәйкес келеді.



$U_o = 20,9$ м/с; $f = 0$.

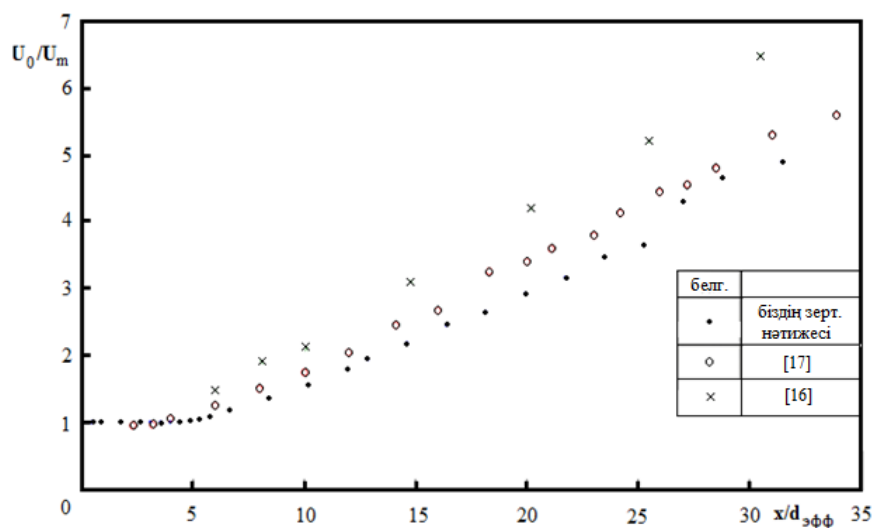
9-сурет. Өстік жылдамдықтың өзгерісі

10 суретте шығар көлденең қимасы квадрат формалы соплодан ағып шығатын еркін турбуленттік ағыншаның өстік жылдамдығының өзгеруі көрсетілген. Ағыс жылдамдығы 21 м/с. Тәжірибе нәтижелері ағысқа әсер түсірілмеген және түсірілген жағдайларға сәйкес келеді. Әсер – сыртқы акустикалық әсер, әсер жиілігі $f=421$ Гц. Суреттен көретініміздей, өстік жылдамдықтың өзгерісі екі жағдайда да бірдей заңдылықпен жүреді. Бұдан шығатын қорытынды: сыртқы дыбыс қысымының квадрат формалы соплодан ағып шығатын еркін ағыншаның өстік жылдамдығының өшу заңдылығына әсері жоқ.



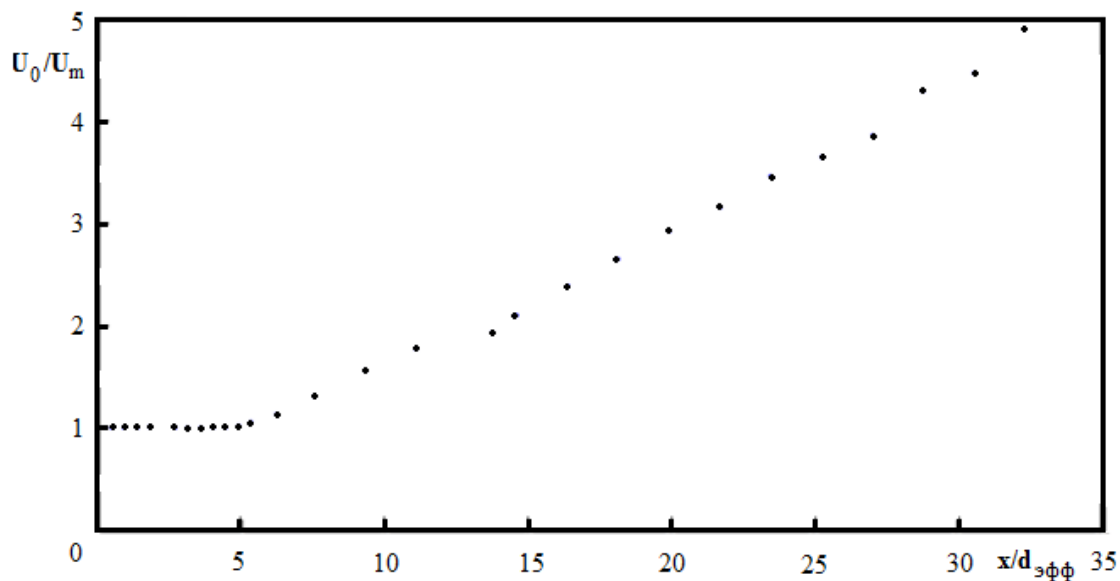
10-сурет. Өстік жылдамдықтың өзгерісі

11 суретте Куинн және Милтцер [17], сондай-ақ Ми және басқалармен [16] жүргізілген өлшеулермен, жылдамдықтың U_m өстік өзгерісі бойынша ағыстың бағытындағы ағынның өшуін салыстыру көрсетілді. Ағын кірісінің шекарасының екі әртүрлі күйлері қарастырылады. Ендеше, 11-суреттен көрініп тұрғандай, ағыстың дамуы, ағын кірісінің шекарасының жағдайына тәуелді.



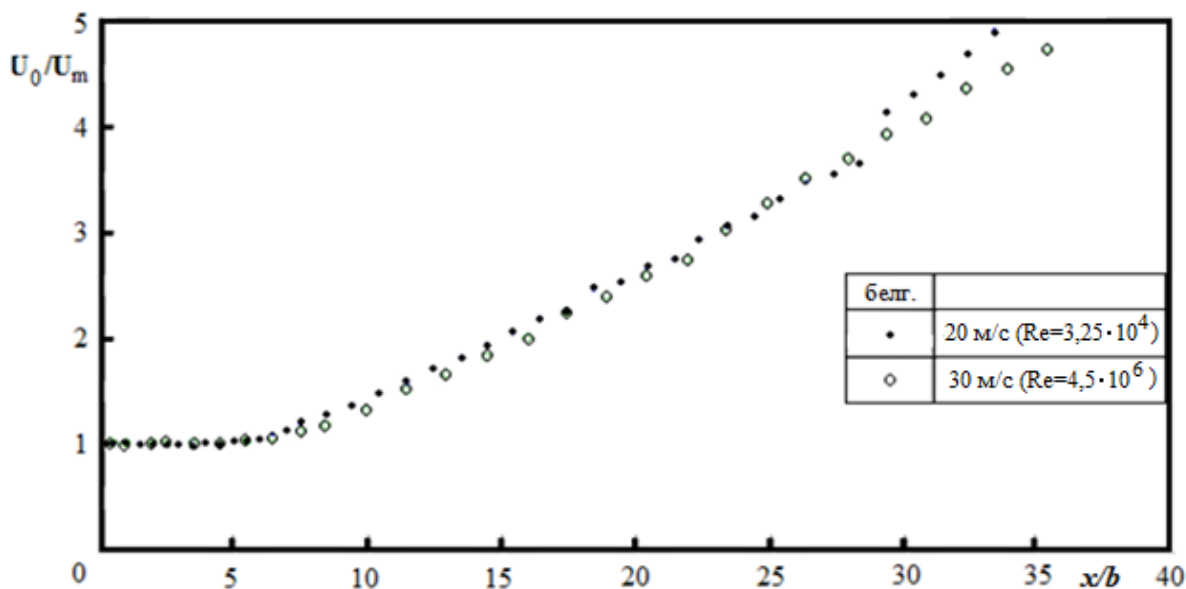
11-сурет. $\lambda=1$ үшін өстік жылдамдықтың өзгерісінің салыстырылуы

12 суретте $\lambda=1$ үшін өстік жылдамдықтың акустикалық әсер бар кездегі өзгерісі көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғандай өстік жылдамдықтың өзгерісі бұл жағдайда да (5) формуласымен сипатталатынын көреміз.



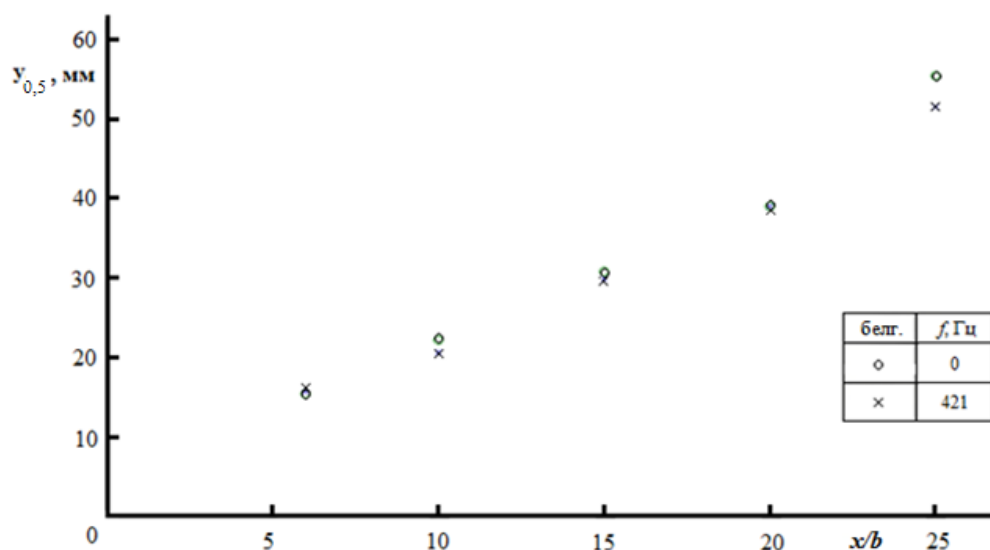
12-сурет. $\lambda=1$ үшін өстік жылдамдықтың акустикалық әсер бар кездегі өзгерісі

Зерттеу жұмысында еркін ағыншаның өстік жылдамдығының өзгерісі әртүрлі Рейнольдс сандары (эффективтік диаметр бойынша саналған: $Re = \frac{U_0 d_{эфф}}{\nu}$, мұндағы ν ауаның кинематикалық тұтқырлық коэффициенті) бойынша салыстырылды. Алынған нәтижелер 13 суретте көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғандай екі жағдайда да жылдамдықтың өзгерісі бірдей заңдылыққа сәйкес келеді және (6) формуласымен сипатталады.



13-сурет. $\lambda=1$ үшін өстік жылдамдықтың әртүрлі Рейнольдс сандарына байланысты салыстырылуы

14 суретте x_u жазықтығындағы жылдамдықтың көлденең профилдерінің сипаттық жарты қалыңдықтарының ($y_{0,5}$) әсер бар және әсер жоқ кездегі салыстырылуы (еркін ағыншаның шекарасының ұлғаю заңдылығы) көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғандай шекараның ұлғаюы екі жағдайда да бірдей заңдылықпен жүреді.



14-сурет. x/b жазықтығындағы жылдамдықтың көлденең профилдерінің сипаттық жарты қалыңдықтарының ($y_{0,5}$) әсер бар және әсер жоқ кездегі салыстырылуы

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Trentacoste N., Sforza P.M. Further experimental results for three-dimensional free jets. *AIAA J.* 1967. Vol.5. No.5. Pp. 885-890.
- [2] Sfeir A.A. The velocity and temperature fields of rectangular jets. *Int. J. Heat and Mass Transfer.* 1976. Vol.19. No.11. Pp 1289-1297.
- [3] Крашенинников С.Ю., Рогольская Е.Г. Распространение струй из прямоугольных сопел, свободных и вблизи экрана. *Изв. АН СССР. МЖГ.* 1979. №4. С. 39-48.
- [4] Абрамович Г.Н. О деформации поперечного сечения прямоугольной турбулентной струи. *Изв. АН СССР. МЖГ.* 1983. №1. С.54-63.
- [5] Quinn W.R. Turbulent free jet flows issuing from sharp-edged rectangular slots: the influence of slot aspect ratio. *Exp. Thermal Fluid Sci.* 1992. Vol.5. No.2. Pp.203-215.
- [6] Wilson R.V., Demuren A.O. Numerical simulation of turbulent jets with rectangular cross-section. *ASME FED.* 1996. No.238. Pp. 121-127.
- [7] Holdo A.E., Simpson B.A.F. Simulation of high-aspect-ratio jets. *Int. J. Numer. Methods Fluids.* 2002. Vol.39. No.4. Pp. 343-359.
- [8] Rembold B., Adams N.A., Kleiser L. Direct numerical simulation of a transitional rectangular jets. *Int. J. Heat Fluid Flow.* 2002. Vol.23. Issue 5. Pp. 547-553.
- [9] Berg J.R., Ormiston S.J., Soliman H.M. Prediction of the flow structure in a turbulent rectangular free jet. *Int. Commun. Heat and Mass Transf.* 2006. Vol.33. No.5. Pp. 552-563.
- [10] Faghani E., Maddahian R., Faghani P., and Farhanieh B. Numerical investigation of turbulent free jet flows issuing from rectangular nozzles: the influence of small aspect ratio. *Archive of applied mechanics.* 2010. Vol. 80. No.7. Pp. 727-745.
- [11] Исатаев С.И., Толеуов Г., Исатаев М.С., Болысбекова Ш.А. Экспериментальное исследование трехмерных турбулентных струй, истекающих из сопла с прямоугольным выходным сечением. *Инженерно-физический журнал.* 2016. Т.89, №2. С. 383–387.
- [12] Исатаев М.С., Толеуов Г., Есеналина К.А. Экспериментальное исследование распространения трехмерных турбулентных струй из прямоугольных сопел. *Инженерно-физический журнал.* 2017. Т.90, №6. С. 1543–1548.
- [13] Абрамович Г.Н., Гиршович Т.А., Крашенинников С.Ю. и др. Теория турбулентных струй. Изд. 2-ое перераб. и доп. Под ред. Г.Н. Абрамовича. – М., 1984. -720 с.
- [14] Tsuchiya Y., Horikoshi C., Sato T. On the spread of rectangular jets. *Exp. Fluids* 4. 1986. P.197–204.
- [15] Malmström T.G., Kirkpatrick A.T., Christensen B., Knappmiller, K.D. Centreline velocity decay measurements in low velocity axisymmetric jets. *J. Fluid Mech.* 346. 1997. P.363–377.
- [16] Mi J., Nathan G.J., Luxton R.E. Centreline mixing characteristics of jets from nine differently shaped nozzles. *Exp. Fluids* 28. 2000. P.93–94.
- [17] Quinn W.R., Militzer J. Experimental and numerical study of a turbulent free square jet. *Phys. Fluids* 31. 1988. P.1017–1025.

Төлеуов Ғ., Исатаев М. С., Оралбаев А. Б., Артыкбаева А., Алтайқызы М., Асильбекова Ш.

Экспериментальное исследование свободной турбулентной струи, вытекающей из сопла с квадратным сечением

Резюме. На сегодняшний день свободная турбулентная струя, вытекающая из сопла квадратной формы, полностью не была исследована в дозвуковой области скорости. Такая струя является трехмерной. В данной работе было проведено экспериментальное исследование свободной турбулентной струи, вытекающей из сопла квадратной формы.

Ключевые слова: сопло, свободной струя, турбулентное течение, экспериментальное исследование.

Toleuov G., Isatayev M., Oralbayev A., Artykbayeva A., Altaikyzy M., Asilbekova Sh.

Experimental study of free turbulent jets emerging from a nozzle with a square cross-section

Summary. To date, a free turbulent jet flowing from a square-shaped nozzle has not been fully investigated in the subsonic velocity region. Such a jet is three-dimensional. In this paper, an experimental study was made of a free turbulent jet flowing from a square-shaped nozzle.

Keywords: nozzle, free jet, turbulent flow, experimental study.

УДК 621.643

Н.Б. Имансакипова, Т.И. Иргибаяев

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, nurlanaimansakipova@mail.ru)

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НЕФТЕПРОВОДОВ

Аннотация. В статье описывается явление гидравлических ударов в трубопроводах, виды и причины их возникновения. Исследовано влияние рабочих параметров транспортной системы на величину гидравлических нагрузок.

Рассматриваются возможные переходные (стационарные и нестационарные) процессы и состояния при эксплуатации магистральных нефтепроводов в случаях остановки насосных станций, изменения режимов перекачки, перекрытия запорной арматуры, ошибочных действиях обслуживающего персонала. В ходе этих процессов формируются волны давления - волны сжатия и разряжения. Волны сжатия, распространяясь вдоль трубопровода, могут привести к перегрузкам по давлению, к разрыву трубы или образованию опасных дефектов. Волна разряжения может быть причиной недопустимого снижения давления, способного нарушить сплошность потока, что вызовет ряд негативных процессов: усиление ударных волн, повышение механических вибраций элементов системы, неполного заполнения сечения трубы.

Показана ограниченность классической теории неустановившегося течения жидкости в трубах, которая содержит существенное допущение об отсутствии в жидкости фазовых переходов. Хотя теория предполагает, что ни при каких условиях, транспортируемая жидкость не переходит в парогазовую фазу даже при снижении давления до упругости насыщенных паров, хотя в реальности имеют место фазовые переходы.

Ключевые слова: трубопровод, гидравлический удар, парогазовые полости, ударная волна, ударное давление, предыдущая станция, последующая станция.

Одной из основных разновидностей гидравлических нагрузок в трубопроводе является гидравлический удар.

Под гидравлическим ударом понимается кратковременное, резкое и сильное повышение давления в трубопроводе при внезапном торможении движущегося по нему потока жидкости. Явление гидравлического удара известно с давних времён, но теоретически это явление было впервые обосновано в конце прошлого века Н.Е Жуковским (1898), установившим, что гидравлический удар является сложным физическим процессом [1]. Автор устанавливает выражение для предельно возможного значения напора при гидравлическом ударе (прямой удар), носящее название формулы Жуковского и выражающее замечательный факт независимости величины напора при прямом ударе в начале трубопровода от его длины:

$$\Delta P = \rho \cdot c \cdot \Delta v \quad (1)$$

где ρ - плотность перекачиваемой жидкости, c - скорость ударной волны, Δv - изменение скорости потока жидкости

Согласно опытам проф. Н.Е Жуковского скорость распространения ударной волны уменьшается с увеличением диаметра трубы, уменьшением толщины её стенок и коэффициента упругости материала труб.

$$c = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{E_0} + \rho \cdot \frac{D}{E\delta}}} \quad (2)$$

E_0 –модуль объемной упругости жидкости, D -диаметр трубопровода, δ -толщина стенки трубопровода.

Позднее в 1903 году была опубликована работа итальянского ученого Л.Аллиеви [2,3]. Независимо от Н.Е.Жуковского автор получил решение дифференциальных уравнений неустановившегося движения жидкости в виде рекуррентных (цепных) уравнений, связывающих скорости и давления в конечном сечении трубы за последующие друг за другом моменты времени. Необходимо отметить, что в своих исследованиях ученые пользовались различными методами: Н.Е.Жуковский следовал методу Римана, а Л.Аллиеви - методу Даламбера.

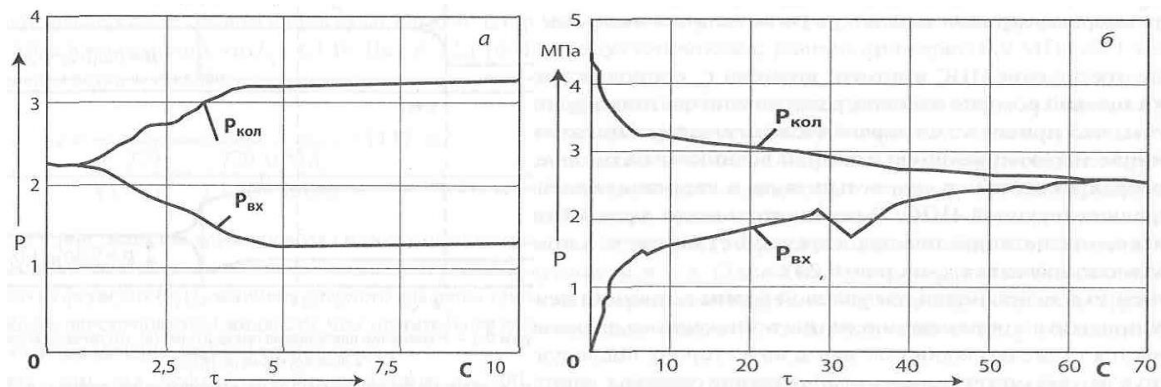
По-особому гидравлический удар проявляется в трубопроводах при большой скорости потока, когда движущаяся с некоторой скоростью жидкость вдруг встречает на своём пути жёсткое препятствие, которым, как правило, оказывается заслонка или заглушка. В результате жидкость останавливается, а её кинетическая энергия превращается в потенциальную энергию упругого сжатия жидкости. Всё это приводит к тому, что давление в месте остановки стремительно возрастает, тем больше, чем выше была скорость жидкости и чем меньше её сжимаемость, а также чем выше жёсткость трубы. С уменьшением коэффициента упругости материала труб давление падает [4].

В целом явление *гидравлического удара* обусловлено с процессами эксплуатации магистральных нефтепроводов, когда при остановке насосных станций (аварийных отключениях электропитания), при переключении режимов перекачки, перекрытии запорной арматуры, при ошибочных действиях обслуживающего персонала, возможны переходные (нестационарные процессы). В ходе этих процессов и могут формироваться волны роста давления – волны сжатия и уменьшения давления – волны разгрузки. Волны сжатия, распространяясь вдоль трубопровода, могут привести к перегрузкам по давлению, к разрыву трубы или образованию опасных дефектов. Волны разгрузки могут стать причиной недопустимого понижения давления, способного нарушить сплошной поток, что вызовет ряд негативных процессов: усиление ударных волн, повышение механических элементов системы [5].

Одной из причин возникновения опасных скачков давления в магистральных нефтепроводах [14], работающих по принципу «из насоса в насос», являются отключения перекачивающей станции. Внезапное отключение ее одновременно сопровождается постепенной остановкой роторов насосов и равнозначна частичному перекрытию сечения трубы, что приводит к гидравлическому удару. При этом на входе остановленной перекачивающей станции возникает волна повышенного давления, которая движется со скоростью звука в перекачиваемой жидкости в сторону предшествующей станции. В результате может произойти срабатывание защиты по нагнетанию на предшествующей станции, что приведёт к ее остановке.

Одновременно с возникновением ударной волны остановка предшествующей станции приводит к образованию волны пониженного давления, которая также распространяется со скоростью звука, но уже в сторону последующей станции. Достигнув её, она может вызвать срабатывание системы защиты станции по давлению на всасывании, после чего остановится и последующая станция. Таким образом, если не принять мер по уменьшению величины ударного давления, внезапная остановка одной перекачивающей станции может привести к остановке всего трубопровода, работающего по системе «из насоса в насос». На рисунке 1 представлена динамика изменения давления на входе $P_{вх}$ и в коллекторе $P_{кол}$ перед заслонками регулятора давления станции во время запуска одного из ее основных насосов. Видно, что в момент пуска $P_{вх} = P_{кол}$, а затем они очень быстро выходят на новые стационарные значения. После этого волна повышенного давления распространяется вдоль по потоку, а волна пониженного давления – в сторону предшествующей станции [6].

При пуске заполненного нефтью трубопровода картина переходного процесса аналогична, но значительно сложнее. При включении насоса на головной нефтеперекачивающей станции вдоль по потоку распространяется волна повышенного давления. После запуска насосов промежуточной станции волна повышенного давления распространяется вдоль по потоку уже от неё. В это же время в сторону головной нефтеперекачивающей станции направляется волна пониженного давления. Аналогичные процессы будут происходить на всех последующих перегонах между станциями.



а - пуск ПС; б - остановка

Рис. 1. Изменение давления на входе ($P_{вх}$) и нагнетания ($P_{кол}$) ПС

Необходимо отметить, что по мере включения новых нефтеперекачивающих станций изменяется производительность нефтепровода, что также вносит изменения в эпюру распределения давления по его длине.

При перекрытии задвижки в конечном сечении трубопровода жидкость перед ней останавливается, и кинетическая энергия потока переходит в потенциальную. Слева от фронта ударной волны сохраняется распределение давления, существовавшее при стационарном режиме перекачки. Величина ударного давления суммируется с ним. В некотором сечении трубопровода эта сумма может превысить допустимую величину, результатом которой будет взрыв.

Опасные перегрузки будут иметь место и справа от фронта ударной волны. Дело в том, что течение жидкости здесь практически прекращается, и потому потери напора на трение малы. В результате давление в конечном сечении трубопровода ненамного меньше, чем на фронте ударной волны. К моменту её подхода к предшествующей нефтеперекачивающей станции перед закрывшейся задвижкой давление может стать близким к начальному.

Классическая теория неустановившихся течений жидкости предполагает, что ни при каких условиях в потоке нефти не происходит разрыва сплошности, т.е. образования парогазовых полостей. В реальности при распространении в трубопроводе волны разрежения в некоторых сечениях (прежде всего в вершинах профиля) давление может снизиться до давления насыщенных паров, что приводит к вскипанию нефти.

Например, при отключении промежуточной нефтеперекачивающей станции вдоль по потоку распространяется волна разрежения. Наименьшие величины давлений в трубопроводе будут иметь место на вершинах профиля. Образующиеся при этом разрывы сплошности потока способны увеличиваться и переходить в стационарные самотечные участки или, наоборот, сжиматься и даже исчезать совсем.

Аналогичная ситуация возможна при закрытии задвижки. В этом случае в направлении, обратном направлению перекачки, распространяется волна повышенного давления. Однако при отражении этой волны от открытой поверхности жидкости в резервуаре или от парогазовой полости образуется волна разрежения, которая движется в сторону закрытой задвижки и снижает давление жидкости. Такое понижение давления может стать причиной разрывов сплошности потока.

Похожее развитие событий может иметь место при включении отвода от магистральной части нефтепродуктопровода к промежуточной нефтебазе. В этом случае от места врезки отвода вверх и вниз по потоку распространяются волны разрежения, способные вызвать разрывы сплошности потока и образование самотечных участков.

Исследователи этого явления М.В. Лурье и Л.В. Полянская отмечают, что оно относится и к трубопроводам, транспортирующим так называемые «нестабильные» жидкости – газовый конденсат и широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ), упругость насыщенных паров которых составляет от 0.3 до 3 МПа. Любое резкое снижение давления паров в подобных трубопроводах приводит к образованию множественных парогазовых полостей, при исчезновении которых в трубе возникают мощные гидравлические удары [7,8].

М.В. Лурье и Л.В. Полянская, изучившие опасные источники волн гидравлического удара в рельефных нефте- и нефтепродуктопроводах считают, что, классическая теория неустановившихся течений жидкости в трубах, начало которой положили работы Картевега, Резаля, Чарного и других авторов, в большинстве случаев оказывается неприменимой к расчету переходных процессов в магистральных трубопроводах, транспортирующих нефть, нефтепродукты и углеводородные жидкости.

По мнению ученых, это объясняется тем, что классическая теория содержит одно существенное, хотя и не часто формулируемое ограничение об отсутствии в жидкости фазовых переходов. «Молчаливо» предполагается, что ни при каких условиях жидкость (нефть или нефтепродукт) не переходит в парогазовую фазу даже при снижении давления до упругости насыщенных паров. Между тем, при распространении в трубопроводе волны разряжения это условие нарушается во многих сечениях трубопровода и прежде всего в вершинах его профиля. Когда давление в волне разряжения снижается до значения, равного упругости насыщенных паров, жидкость вскипает, её столб разрывается, и сечение трубы заполняется не полностью [15].

Этот факт не объясняется классической теорией И.А.Чарного [9-11], разработанной в 1953 году. Для подтверждения этого М.В. Лурье и Л.В. Полянская приводят три примера.

Первый связан с перекачивающей станцией и распространением волны разряжения. Он показывает, что при отключении перекачивающей станции вниз по трубопроводу распространяется волна разряжения. Давление в такой волне снижается, в результате в вершинах профиля трубы могут образовываться пустоты, которой способны разрастаться и переходить в стационарные самотечные участки или, наоборот, сжиматься и даже исчезать. На основе классической теории рассчитать такие процессы невозможно.

Второй пример связан с закрытием задвижки и наблюдениями за его последствиями на лабораторных установках. При закрытии задвижки вверх по потоку распространяется волна сжатия, давление в которой возрастает. Однако при отражении этой волны от открытой поверхности резервуара или парогазовой полости внутри самого трубопровода возникает волна разряжения, которая распространяется в обратном направлении и снижает давление в жидкости. В результате в некоторых вершинах профиля трубы, возникают пустоты, и движение жидкости некоторое время происходит по неполному сечению.

Если давление в трубе невысокое, то снижение его может вызвать разрыв потока и образование парогазовых полостей. В результате, на лабораторных установках жидкость перед задвижкой буквально вскипала от резкого снижения давления. Расчёт таких процессов на основе классической теории также невозможен.

Наконец, третий пример связан с трубопроводом, транспортирующим «нестабильные» жидкости с отводом от нефтепродуктопровода к промежуточной нефтебазе. По наблюдениям цитируемых авторов, при включении отвода от нефтепродуктопровода к промежуточной нефтебазе от места врезки отвода вверх и вниз по потоку распространяются волны разряжения, которые могут разорвать столб жидкости во многих сечениях профиля трубопровода и превратить напорное течение в безнапорное, характеризующееся парогазовыми полостями и самотечными участками. Такие явления также не поддаются расчету в рамках указанной классической теории. По их мнению, отмеченное явление относится также к трубопроводам, транспортирующим газовый конденсат и нефть. В этом месте учеными описывается природа (условия и причины возникновения) гидравлического удара, дефиниция которого была приведена в начале статьи.

Критический разбор классической теории приводит исследователей гидравлических нагрузок трубопроводной системе к тому, что данная теория, очевидно, имеет ограниченную область применения и нуждается в совершенствовании, поскольку расчёт нестационарных процессов на её основе невозможен в трубопроводах, в которых изначально существовали пустоты или самотечные участки, что связано с профилем ударом.

Непосредственно связанное с «профильным ударом» возникновение или исчезновение в трубопроводе пустот небезопасно и может представлять угрозу для целостности трубопровода. Природа «профильного удара» как источника возникновения в трубопроводе мощных гидроударных волн были исследованы М.В. Лурье и Л.В. Полянской. Учеными было выявлено, что всегда, когда задвижка, установленная перед участком существенного подъёма трубопровода, закрывалась, возникающее в прилегающей к ней области разряжение сменялось серией мощных гидравлических ударов. Аналогичные явления наблюдались в трубопроводе при отключении перекачивающей станции или отдельных агрегатов на ней.

Между тем, эффект гидроудара, как гидравлической нагрузки, не обязательно распространяется по всей трубе. При возникновении кавитации, каждое схлопывание кавитационного пузырька сопровождается микро-гидроударом. Такому виду гидравлической нагрузки не под силу разрушить всю трубу, однако их длительное разрушительное действие в зоне кавитации может превысить ущерб от мощных, но относительно редких гидроударов.

Силу гидроудара снижает более плавное перекрытие потока и уменьшение рабочей скорости движения жидкости в трубе. Гидроудары подразделяются на «*сильные*», когда образуется область вакуума в зоне отрыва, и «*слабые*», когда мощности удара для этого не хватает. При этом рекомендуется помнить, что речь идёт именно о мощности удара, а не о его энергии, поскольку здесь определяющую роль играет резкость остановки. С особенностями «сильных» и «слабых» гидроударов связаны последствия в состоянии трубопроводов от перенесённых гидравлических нагрузок.

У такой гидравлической нагрузки как гидроудар есть и другая сторона, а именно, он может быть не только разрушительным, но и созидательным – например, с его помощью мирно поднимают воду необычные устройства под названием «гидравлический таран» [12].

Выводы: В статье рассматриваются явление гидравлического удара, причины и условия его возникновения, его виды, возникающие из-за изменения рабочих параметров нефтепровода.

В теории переходных процессов, сопровождающихся возникновением парогазовых скоплений, разработанной профессорами М.В. Лурье и Л.В. Полянской, установлено, что подобные скопления могут служить генератором мощных ударных волн, возникающих в вершинах профиля трубопровода (так называемый «профильный удар»). Кроме того, образующиеся в трубопроводе парогазовые полости становятся непроходимым препятствием для распространяющихся волн давления, что не позволяет своевременно идентифицировать возникающие утечки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах.- М. Д.: Гостехтеоретлитиздат, 1949. - 104 с.
- [2] Allievi L. Teoría of Water Hammer, Ricardo Garoni. Rome, 1925.
- [3] Allievi L. Air Chambers for Discharge Pipes. Transaction ASME. Vol. 59, Paper HYD-59-7, November, 1937, pp. 651-659.
- [4] Явление гидравлического удара. – <http://khd2.narod.ru/hydrodyn/ramblow.htm> – 28 с.
- [5] Коршак А.А. Нечваль А.М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов: учебник – Ростов н/Д: Феникс, 2016. -540 с.
- [6] Коршак А.А., Махмотов Е.С. и др. Магистральные трубопроводы : учебник - Уфа: 2008. – 448 с.
- [7] Лурье М.В., Полянская Л.В. Об опасном источнике волн гидравлического удара в рельефных нефте- и нефтепродуктопроводах. Транспорт и подготовка нефти. – Нефтяное хозяйство, 2000 – с. 66-68.
- [8] Лурье М.В., Теоретические основы трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: Учебник - М.: ООО «Издательский дом Недра», 2017.- 477 с.
- [9] Чарный И.А. О колебаниях давления при переменном движении жидкости в трубах. Труды МНИ им. И.М. Губкина, вып. I, 1939.
- [10] Чарный И.А. О гидравлическом ударе вязкой жидкости в трубопроводе. Труды МНИ им. И.М. Губкина, вып. 2, 1940.
- [11] Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубопроводах. М., «Недра», 1975, 297 с.
- [12] Транснефть: как устроены нефтепроводы / Российская газета <https://rg.ru> > 2015/06/22/ > нефть
- [13] Иванов В. И др. Справочник мастера строительно-монтажных работ, 2017г. <https://books.google.kz> >books
- [14] <https://gia.ru> >incidents, 19.01.2018г.
- [15] Кутуков С.Е. Особенности гидроудара в трубопроводе с газовыми скоплениями // Нефтяное хозяйство. -2003. - №2. –с. 80-81.

Имансакипова Н.Б., Иргібаев Т.И.

Мұнай құбырларының гидравликалық жүктемелеріне әсер ететін факторларды талдау

Түйіндеме. Бұл мақалада магистралдық құбырларда болатын гидравликалық соққылар, олардың түрлері және пайда болу себептері келтірілген. Сонымен қатар жұмыс параметрлерінің өзгерісінде пайда болатын гидравликалық соққылар қарастырылған.

Түйін сөздер: Құбыр, гидравликалық соққы, буулы-газды қуыс, толқын соққысы, қысым соққысы, алдыңғы станса, келесі станса.

Imansakipova N.B., Irgibaev T.I.

Analysis of factors affecting the hydraulic loads of oil pipelines

Summary. This article describes the phenomenon of hydraulic shocks in the main pipelines, types of hydraulic shocks and the reasons for their occurrence. The possibility of changing the operating parameters in the event of hydraulic shocks is also considered

Key words: Pipeline, water hammer, steam-gas cavity, shock wave, the pressure shock, the previous station, the next station.

ӘОЖ 378.016.02:004.83(574)

¹А.Е. Ибраимкулов, ²Ж.А. Орынтаева

(¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,

²Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

**СӨЙЛЕУШІНИ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ТАНУ ЖӘНЕ ДАУЫС АРҚЫЛЫ
ЖЕКЕШЕЛЕНДІРІП СӘЙКЕСТЕНДІРУ ЖҮЙЕСІНІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ**

Аңдатпа. Бұл мақалада сөйлеушіні автоматты түрде тану және дауыс арқылы жекешелендіріп сәйкестендіру жүйесінің классификациясы ұсынылған. Сөйлеушіні тану кезіндегі орын алатын қателіктер мен оны шешу әдістері көрсетілген. Сонымен қатар, көптеген дауыстық технологияларды (автоматты тану мен сөйлеу синтезі) қолдану түрлері сипатталған. Сөйлеу сигналдарын тану кезіндегі белгілерді ерекшелее блогын құру мен белгілерді ерекшелее әдісі таңдалынған.

Кілттік сөздер: сөйлеушіні тану, сөйлеушіні тану әдістері, жекешелендіріп сәйкестендіру, жеке тұлға даусын тану, сәйкестендіру.

Сөйлеулерді автоматты түрде тану заманауи өмірдегі адамдардың әдеттенерлік атрибуты болып саналуда. Алайда, атақты мамандардың көптеген жоспарларына қарамастан күнделікті өмірде сөйлеулерді тану мен сәйкестендіру технологиясын кеңінен қолдану әзірше бақыланбай отыр. Осындай салдардың негізгі себебі ретінде сөйлеулерді тану әдісінің жетіспеушілігі болып табылады. Мұндай кезде, байланыс арнасының сипаттамасын жоғары деңгейде өзгерту кезіндегі сөйлеулерді тану жүйесінің қасиетін сақтау саналады. Сөйлеулерді танудың заманауи әдістерінде сөйлеулердің ағынын модельдеу сөйлеу кезіндегі дыбыстардың акустикалық инвентарилері мен сөздерді дыбыстап транскрипциялау көмегімен жүзеге асады. Дыбыс моделі параметрін бағалау үйренуші таңдалым – мәліметтердің сөйлеулер корпусында іске асырылады. Тұрақты қосылып тұратын дыбыс қабылдағыштан енген сөйлеулерді тану жүйесіндегі сөздіктерге кірмейтін сигнал шулардан тұруы мүмкін, өзге адамның сөздері, сөйлеу ағынының әртүрлі өзгерістері (күлкі, жөтел, дыбыстық ғырылдар) кездесуі мүмкін. Мұндай факторлар тану кезінде әртүрлі қателіктерге орын береді [1]. Сөйлеулерді тану жүйесі адамның кейбір қолданбалы жүйемен байланысын орнықтыру үшін қызмет атқарады. Мұндай жағдайда хабарламаның мәтін санына емес, оның мағынасына қарап сенімділігін қамтамасыз ету керек. Сондықтан да сөйлеулерді тану нәтижесін логикалық безендіру сенімділік тұрғысынан мәтінді дыбыстаудың бірнеше ықтималдары арқылы ұсынылады. Мысалы, әрбір ұсынылатын сөз танудың сенімділігін сандық тұрғыда бағалау арқылы іске асады. Нәтижелер сенімділігін бағалаудағы тану мен жүйелеудің сенімділік дәрежесін көтеру мәселесі ертеден зерттеліп келе жатыр. Егер тапсырмада белгісіз сөздерді немесе акустикалық оқиғаларды іздестіру керек болса, онда мұндай тапсырманың шешімі екіге бөлініп қарастырылады: Біріншіден, бұл барлық дыбыстық ағынның нақты модельдеуі, мысалы, арнайы «толықтырушы» сөздердің енуі, яғни жүйеге кірмейтін сөздіктер. Сол себепті, жүйенің сөздігі кең таралған вербальды емес сөйлеу кезіндегі оқиғаларды (жөтел, аспирация, толықтырылған кідірістер) модельдеу себебінен айтарлықтай өз көлемін кеңейтуі мүмкін. Бұл – табиғи жол,

яғни Марковтік жіп негізінде сөйлеу ағынын өңдеу мен модельдеу технологиясына сәйкес келеді. Сонымен қатар, аса көп емес сөздіктер арқылы тану үшін толықтырушыларды пайдалану тиімсіз. Та- ныс емес сөздерді табудың басқа әдістері ұқсастықтар өлшемінің ұзындығын қолдану негізделген, мысалы, ықтималдылықты бағалау. Сөздер үшін ұқсастықтар өлшемінің ұзындығы күтілетін белгі- лермен салыстырылады және осы салыстыру арқылы сөздерді тану сенімділігі туралы қорытынды жасайды. Осындай жақындау қарапайым түрде іске асады және қосымша ресурстарды аз талап етеді, сонымен қатар, ықтималдылықты бағалуды есептеу сөйлеу сигналдарын тану мен өңдеу процедура- сының стандартты бөлігі болып саналады. Осы тәсілдің кемшіліктеріне нақты сөз ықтималдығын ба- ғалау арқылы жоғары деңгейде айнымалы фактіні қамтиды. Олар шын мәнісінде тек сөздің фонема- тикалық құрамына ғана емес сонымен қатар, диктордың акустикалық дауыс сипаттамасына да, бай- ланыс арнасының қасиетіне де, сөйлеудің дыбыстық параметрлік моделіне де және акустикалық өң шарттарына да байланысты болып келеді. Сонымен қатар, бұл бағалаулар кездейсоқ факторларға да байланысты болып келеді, мысалы аз мөлшердегі (3-5 мс) талдау терезесінің араласуымен де байла- нысты [2]. Сондықтан, іс жүзінде, ұқсастығын салыстырмалы бағалау шараларын пайдаланып, ықти- малдылық коэффициенттерді, берілген сөз ұқсастығын іс-шаралардың нормаланған орташа құны ар- қылы байқалып мәні ретінде көрсетілген. Ұқсастық шаралардың бірнеше түрлерін қоса атқаратып, ең жақсы нәтижелер күрделі сенімділік рейтингтерді құру кезінде алынады. Айта кетерлігі, белгісіз сөз- дерді табудың екі әдісінде негізінен, эквивалентті, яғни екі жағдайда да қабылданатын шешім бақыла- натын мәліметтердің шындыққа ұқсастық мөлшеріне негізделген. Бірінші жағдайда, шындыққа ұқ- састық мөлшері ұқсастық өлшемін табу үшін қолданылады, екінші жағдайда шындыққа ұқсастық мөлшері екіталай сөздерді тану кезінде анағұрлым шындыққа ұқсастыққа негізделеді. Тәжірибе тұр- ғысынан алып қарағанда, ұқсастықтар өлшемін бағалауды қолдануды негіздеу үш топқа жіктеледі:

- модель параметрлерін модификациялауға негізделген дискриминантты әдіс, яғни «өзіндік» және «бөтен» сөздер үшін ұқсастықтар өлшемін максималды тарату;
- бапталатын таңдаудан алынған, сөздіктегі сөздердің ұқсастықтар өлшемін апостериорлы ба- ғаға негізделген әдіс;
- есептеу туралы априорлы ақпаратты қолдану әдісі, мысалы, сөздің транскрипцияланған айты- луы бойынша және акустикалық-фонетикалық параметрлерінің моделі арқылы.

Жеке тұлғаны дауысы арқылы сәйкестендіруді төмендегідей жүйеде жіктеуге болады:

1) *Топтық сәйкестендіру.* Осындай жағдайда тұлғаны сөздік арқылы анықтау емес, оның топтық белгілері: жасы, қандай да бір екпінінің (акцент) бар болуын, айтылу түрінің өзгешелігі, дауысының қандай да бір патологиялық белгілерінің бар болуын және т.б. анықталады. Мұндай сәй- кестендірудің топтық түрі әсіресе, қылмыстық талдама жасағанда немесе байланыс арнасын қадаға- лауға алғанда туындайды [3].

2) *Сәйкестендірудің мәтінге тәуелді және мәтінге тәуелсіз жүйесі.* Сәйкестендірудің жоғары да келтірілген түрлері сөздік материалдарды қолдануда екі үлкен класқа бөлінуі мүмкін: мәтінге тәуелді және мәтінге тәуелсіз. Осы екі кластың айырмашылығы сәйкестендірілетін сөздік кесінді эта- лонға сәйкес келеді ме жоқ па соны анықтау мақсатында қолданылады. Сөзсіз, сәйкес келетін лин- гвистикалық форманың екі салыстырылатын дыбыстық хабарламасы сәйкестендіру процесін анағұр- лым жеңілдетеді [4]. Алайда, практикалық тапсырмаларда осындай қарама-қарсы қойылымдар абсо- лютті бола бермейді. Біріншіден, сол талданылатын хабарлама жалғасатын болуы мүмкін, яғни осы арқылы лингвистикалық үзіндінің ұқсас бөлігін таңдап алатындай болуы шарт. Екіншіден, сөйлеуші- ні сәйкестендіру процедурасы негізінде мәтінге тәуелді болуы мүмкін, дегенмен де, өзінің құрылым- на сәйкес тілдік кесіндіге сүйенуі мүмкін. Соңғы жағдай коммерциялық жүйеге тән, яғни «ойға салу» үрдісі деп аталатын жүйені қолданады. Осындай жағдайда, қолданушы жүйеге ену үшін жүйенің көр- сетіп беріп отырған кілттік сөзді қолданады. Осыдан кейін, жүйеден берілген кілттік сөз қолданушы- ны растаған жағдайда, қолданушыға жүйеге кіруге автоматты түрде мүмкіндік береді.

3) Автоматты және сараптаушы жүйе. Сәйкестендіру мәселесін шешуде автоматты жүйе және субъективті (сараптаушы) деп екіге бөлінеді. Сараптау әдістері бастапқыда жеке дауысты ажыратуға тән адам қабілетіне байланысты пайда болды. Бұл ретте субъективті талдау дауыстық хабарламадағы естуді талдау негізіне сүйенуі мүмкін. Алайда, қазіргі таңда екі факторды ескерген жөн, сөйлеушінің жеке даралығын талдау әдісін естуге мүмкіндік беретін кезең:

- Есту жүйесі көбіне автоматты жүйені қолданудан айырмашылық та болатын әртүрлі белгі- лерді қолданады. Дауыс, өзінше ұқсас, автоматты жүйе арқылы жақсы танылады және керісінше.

Практикалық мақсатта сөйлеушіні тану процедурасында екісатылыны қолдануы мүмкін. Бірінші кезеңде автоматты жүйе екінші деңгейдегі қателікке бой алдырмай (мақсатты жіберіп алу) талапкерлерді сұрыптап өңдейді. Осыдан кейін, соңғы нәтиже үшін есту талдауын сараптаушы жұмысының көлемі азаяды. Сонымен қатар, дауыстың белгілерінің айырмашылықтарын салыстырып сақтауға мүмкіндік алады.

• Сөйлеуді есту жүйесі сөйлеушіні сәйкестендіру үшін дәл сол тұлғаға ғана тән негізгі бөліктерін қолданады. Автоматты сәйкестендіру жүйесі үшін статистикалық жақындау тән, яғни айырмашылықты білдіретін белгілеріне адекватты емес: дауыстың немесе тілдің қандай да бір ақауының болуы, акцентінің немесе диалектісінің жарқын шегі, кекештігі және т.б. Сонымен бірге, ескере кететін жайт тілдік есту жүйесі тілдік сигнал белгісінің жеке дара және параллельді түрде орындауды [5] қолданады, ықтимал болатын сипаттамалар: дауыстың жоғарылауы, тембр және т.б.

Жеке тұлғаны дауысы арқылы сәйкестендірудің артықшылығы - тұлғаның даусының бірегейлігі бірнеше физиологиялық ерекшеліктерге негізделеді: дауыс желбезегінің құрылымы, тыныс жолы, мұрын жолы, дыбыстарды айту манерасы, тістерінің орналасуы. Осы ерекшеліктер комбинациясы саусақ таңбасы секілді жеке дара болып саналады. Алайда, тәжірибеде көрсеткендей биометриялық сәйкестендірудегі унимодальды жүйенің ешқайсысы 100%-ға тұлғаны сәйкестендіруге кепілдік бере алмайды. Сөйлеушіні тануда негізгі қателіктерге мынадай эффектілер әсерін тигізеді:

- дыбыс жазу ортасы (шудың түрі мен деңгейі, жаңғырық деңгейі);
- ұсыну (сөйлемнің ұзақтығы, сөйлеушінің психофизиологиялық жай-күйі (сырқат, эмоциялық күйі және т.б.), сөйлеудің хабарламалық тілі, дауыстың күшінің өзгеруі);
- каналдар (кедергі (импульстік, үндестік және т.б.), бұрмалану (микрофонның амплитудалы-жиілік сипаттамасы мен жіберу каналы, каналда кодтау түрі және т.б.)).

Соңғы кезде, сөйлеушінің тілдік ерекшеліктерімен байланысты автоматты тану жүйелері белсенді дамып келеді. Осы саладағы қолданбалы тапсырмаларды шешуге деген қызығушылық күн өткен сайын артуда. Ең алдымен, бұл қызығушылық практикалық қосымшалардың кеңдігімен сипатталады. Оларды төмендегідей, екі ауқымды кластарға бөлуге болады:

1) Әртүрлі жүйелерге қолжетімділік беретін мүмкіндікті тексеру (ақпараттық және физикалық):

- байланыс арнасы;
- есептеу жүйесі;
- мәліметтер қоры;
- банктік счет;
- шектеулі қолданудағы қызметтік және жекеше орналастыру (күпиялық, материалдық құндылық және т.б.);
- әртүрлі құрылғылар мен механизмдер (транспорттық құрал, қару-жарақ және т.б.)

Дауыс арқылы жекешелендіруді орнатудың артықшылығы әртүрлі қолданбалы тапсырмаларды орнатуда мынадай негізгі ерекшеліктер айқын көрінеді [6]:

- дауыс адамнан еш бөлінбейді (кілттен, магниттік картадан қарағанда, тіпті қолтаңбасынан да қарағанда да);

- тікелей өткізетін байланыстырушыны талап етпейді.

2) Қылмыстық сараптама:

- әртүрлі төтенше жағдайда орын алған жазбаларды талдау (мысалы, авиациялық апатта);
- тыңдауда рұқсат етілген жағдайдағы телефондық хабарласудағы жазбаларды талдау;
- сотта дәлелдеуде;

Соңғы уақытта сөйлеушіні дауысы арқылы сәйкестендіруге қызығушылық автоматты түрде сөйлеу технологияларын қолданудың артуымен байланысты орын алып отыр:

- банктік есептеулерді және банктік есепшот жағдайын телефон арқылы сұрауда;
- телефон арқылы мәлімет қорынан ақпарат алуда;
- қалааралық телефон байланысын автоматты төлеуде;

Көптеген дауыстық технологияларды (автоматты тану мен сөйлеу синтезі) қолдану түрлері қолданушыны автоматты түрде тануды ұсынады. Ең алдымен, дауыстық технологияларды қолдану телефон желісінде, яғни оның барлық тапсырмаларын шешу барысындағы өңдеудің бірізділігі: тану мен сөйлеуді синтездеу, сөйлеушіні тану мен дыбысты қысу болу табылады.

Қазіргі күндегі тұлғаны дауысы арқылы сәйкестендіру жүйесін құрудың көп бөлігі бір реттік кілттік сөздерді талап ететін сәйкестіктерді тексеруден және есептеу жүйесіне мүмкіндік беретін ал-

ғашқы сөйлемнен тұрады. Мәліметтер жүйесі екі негізгі жұмыс режимін қолдайды: жүйені үйрену мен жүйеге кіруде жасандылықты тексеру [7].

Ең алғашқы режимде (тіркелу) қолданушыға сөйлемді (пароль) бірнеше рет қайталау ұсынылады, шектелген, әдеттегідей, ол 3-4 секунд аралықта жүзеге асады. Бұл ретте, сәйкестендіру жүйесін үйрену әртүрлі дыбысталуудағы жазбалар нәтижесінен қиылып алынған орташа деңгейімен жүргізіледі. Жазылған кілт толық көлемде сақталуы мүмкін немесе тиімді алгоритм арқылы сығылуы мүмкін, яғни дауыстың бұрмалауынсыз жеке дара қасиетін сақтауға мүмкіндік береді. Кейбір жүйелер кілттік сөйлем жазылған жазбадан нашар дыбысталған сөздің аймақтарын өшіріп тастайды (кідірістер, шулар), одан кейін талап етілген параметр арқылы қайтадан өңделеді.

Сәйкестендіру кезінде айтылған кілттік сөйлем N -өлшемді екі орындау аралығындағы эталонды есептеу әдісімен (1) салыстырылады:

$$D_j(j=1,2,3...M) \quad (1)$$

мұндағы, N - параметрлік вектордың өлшемі, ал M – вектор бойынша уақыттың кезектескен (2) саны. Егер мәні:

$$d = \sum_{j=0}^{M-1} D_j \quad (2)$$

сәйкестендіру шегінен асып кетпесе, онда сол дауыстың оң анықтамасы қабылданады.

Жеке дара дыбыстарды айтылуын талдауға қатыстан жүйе үшін басты желектің ең көптеген басқарылатын фонемдері мен эталондар функциясының параметрлерін өзара есептеу жолымен нәтиже қолға алынады. Осындай жүйені жүзеге асыру үшін сигналдарды цифрлы түрде өңдеу процедура-сының қарапайым негізінде орындаудың көптеген мүмкіншілігі бар. Сонымен қатар, сигналдарды цифрлы өңдеу процедурасы тұлға дауысын автоматты түрде анықтауды үйренуде есептеу қоры мен ЭЕМ жады көлеміне қойылатын талабы төмен.

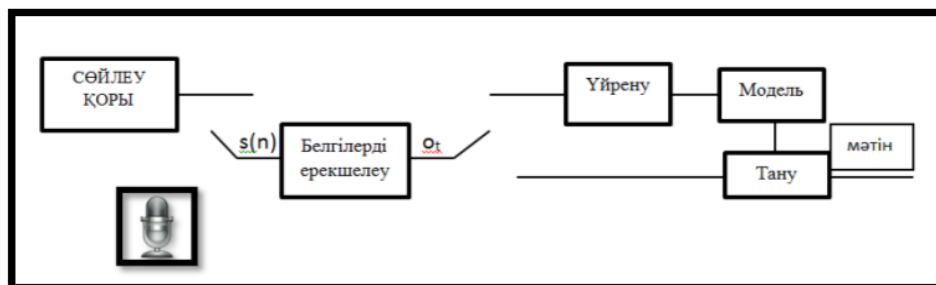
Сөйлеуді автоматты түрде тану жүйесі үш этаптан тұрады: белгілерді анықтау, үйрену және тану.

Бірінші этапта бастапқы сигналдан – ақпаратты тану үшін сығылған дауыс сигналдары кездесетін вектор белгілерін алады. Бұл үшін жиілік аумақта жұмыс жасайтын әдістер (мел-кепстральды коэффициенттер, сызықты болжау коэффициенті) қолданылады [8]. T ұзындық белгісі бар векторлар кезектесі акустикалық немесе кезектескен қадағашылық $O=(o_1, o_2, \dots, o_T)$ деп аталады. Осындай реттілікпен $W=(w_1, w_2, \dots, w_N)$ сөздер тізбегін таратады. 1-суретте көрсетіліп тұрғындай сөйлеулерді тану тапсырмасы келесі түрде орын алады: W тізбектелген сөзді тану керек, яғни акустикалық реттілікпен сәйкес келу керек.

Үйрену кезеңінде осындай тапсырмаларды шешу үшін λ моделі құрылады, O кезектескен барлық мүмкіндікке сәйкес келе алатын барлық W мүмкіндікке ие болуы шарт. (W, λ) функциясы (3) тек W –ға берілген барлық мүмкін болған O -ны қайтарса. Сонда танылатын сөздер W^* тізбегіндей болуы керек:

$$W^* = \text{ArgMin}_{w \in W} d(h(W, \lambda), O) \quad (3)$$

мұндағы, $d(O, O)$ - O мен O арасындағы айырмашылық.



1-сурет. Сөйлеулерді автоматты түрде танудың жалпылама сызбасы

Осы орайда, W сөздер тізбегін тексеріп шығу керек. Осындай тапсырманы оңтайландыру үшін белгілі бір сөздерді іріктеп алып, тану тілдің грамматикасы көмегімен тану үдерісін іске қосу қажет.

Белгілерді ерекшелу блогын құру. Белгілерді ерекшелу әдісін таңдау. Белгілерді бөліп алу блогының тапсырмасы – бастапқы сигналдың O белгі векторының тізбегін құру $= (o_1, o_2, \dots, o_T)$.

Жоғары да келтірілгендей, сөйлеу – тұрақты емес (стационарлы емес) сигнал. Алайда, сөйлеу жолының ең жарлылығынан (инерттілігі) 10-нан 40 мс қысқа уақыт аралығында оның сипаттамасы өзгермейді, яғни оны тұрақты деуге болады.

Сондықтан да, белгілерді ерекшелеу блогы сырғалақтаған терезені қысқа уақыт аралығында кіріс сигналды сканерлейді, осыдан кейін от белгілерінің бір векторы құрылады.

Зерттеу жұмысы көрсеткендей, ең жақсы бейнедегі сөйлеу түрі жиілік аймағынан алынған белгілерді құрайды. Осындай белгілерге сызықтық болжам коэффициенті (Linear Predictive Codes – LPC), перцепционды сызықтық болжам коэффициенті (Perceptual Linear Prediction – PLP), мел-кепстральды коэффициенті (Mel-Frequency Cepstral Coefficients – MFCC) жатады [8]. Мұндай үш белгі сөйлемдерді тану моделінің акустикалық негізіне жатады. Сызықтық жүйе параметрін бағалу және жиілік аумағы белгілері әдістері бойынша іздестіру тапсырмасы болады. Сызықтық болжам әдісінің негізгі идеясы алдыңғы есептеулердегі сызықтық комбинациясы көмегімен ағымдағы сөйлемдер (4) сигналын есептеу аппроксимациясы мүмкіндігі болып табылады.

$$s(n) = \sum_{k=1}^p \alpha_k s(n-k), \quad (4)$$

мұндағы, $\{\alpha_k\}$ – сызықтық болжам коэффициенті. Болжам қателігі келесіндей (5) анықталады:

$$e(n) = s(n) - \sum_{k=1}^p \alpha_k s(n-k) \quad (5)$$

$e(n)$ қателігі $A(z)$ функциясын өткізетін жүйеден шығар кезінде сигнал қалыптастырады (6):

$$A(z) = 1 - \sum_{k=1}^p \alpha_k z^{-k} \quad (6)$$

Дыбыстық сигнал өткізілетін сызықтық жүйе функциясы келесі түрде сипатталады (7):

$$H(z) = \frac{G}{1 - \sum_{k=1}^p \alpha_k z^{-k}} \quad (7)$$

мұндағы G – қыздыруды нығайту коэффициенті. Осылайша, $\{\alpha_k\}$ параметрін анықтау дыбыстық сигналдың спектральды қасиетін бағалауды қамтамасыз етеді. Сызықтық болжам коэффициенттерінен векторлар белгісін құру LPC әдісі болып табылады.

Тану блогын құру әдістері. Тану әдісін таңдау. Жоғарыда келтірілгендей, тану жұмысы кезеңінде $T = (o_1, o_2, \dots, o_T)$ белгілер ұзындық векторының кезекпе-кезегі жүргізіледі, яғни соның арқасында $W = (w_1, w_2, \dots, w_N)$ сөздер тізбегі өткізіледі. Тану бейнесіндегі жалпылама терминологиясын қолдану кезінде, O тізбегі – белгілер аймағындағы аумақ деп аталады. O' үшін қарастырылған тануда λ дауыс моделінің көмегі қажет, яғни барлық мүмкін болған O үшін және W үшін байланыс орнатылған.

Сөйлеуді танудың ең басты проблемасы λ моделін құру. Сөйлеуді автоматты түрде танудың екі үдерісі болады:

1) Үйрену. Кең ауқымды таңдауды үйрену болған сайын, соғұрлым моделдің сәйкестігі жоғары болады;

2) Тану. W сөздердің барлық тізбегін тексеру кезінде, сол немесе өзгеде бір акустикалық кезектестіктің h W, λ қарастырылған жақындығы таңдалынады [7].

Егерде осындай модель құру керек болса, үйрену кезінде O', W' жұптастығының барлық мүмкін болған «мағлұмат» іске қосу керек болады, онда сөйлеулерді тану тапсырмасы шешілген болып табылады.

Эталондармен салыстыруға негізделген әдістер. Әрбір сөз үшін O' дыбыстаудың модель-эталоны құрастырылады, яғни тану кезеңінде O акустикалық кезектестіктегі қарастырылғанға жақын орналасқан эталон моделін таңдау қажет болады. Осындай әдіс тобының басты проблемасы сөйлеу бейнелері ұзақтығына қарай өте қатты түрленіп отырады. Осындай жағдайда әртүрлі деңгейдегі ұзақтық мерзіміне сәйкес кезектесіп қарастыру әдісін қолдану керек. Топтарды ұсынудың ең негізгісі – уақытты теңестірудің динамикалық әдісі (Dynamic Time Warping – DTW). Мұндағы айырмашылық жағдайы эталондар (8) ұзындығы мен қарастырылатын бейнелер келесі түрде шешіледі: $M \times N$ өлшемді C матрицасы құрылады, мұндағы N - эталон ұзындығы болса, ал M – сол реттіліктің ұзындығы:

$$\begin{aligned}
 C_{1,1} &= D_{1,1} \\
 C_{i,1} &= D_{i-1,1} + C_{i-1,1}, \quad i = 2, \dots, M \\
 C_{1,j} &= D_{1,1} + C_{1,j-1}, \quad j = 2, \dots, N \\
 C_{i,j} &= D_{i,j} + \min(C_{i-1,j}, C_{i-1,j-1}, C_{i,j-1}, C_{i,j-1}), \quad i = 2, \dots, M; j = 2, \dots, N
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

мұндағы $D_{i,j}$ – әртүрлі әдістер арқылы есептеуге (9) мүмкіндік беретін O_j компоненті мен O_i компоненті арасындағы арақашықтық, мысалы евклидті және манхэттендік арақашықтық (10):

$$D_{i,j} = \sqrt{oi^2 + oj^2} \tag{9}$$

$$D_{i,j} = \sqrt{oi - oj} \tag{10}$$

Қарастырылған әдіс динамикалық программалау әдісі көмегімен кескіндегі қысқа жолды іздестіру тапсырмасын шешуді қарастырады, бастапқы түйін торкөздің сол жақ төменгі жағында «орналасқан», ал соңғысы – O_N , O_M координатындағы оң жақ жоғары шетінде орналасқан [9]. Динамикалық тегістеу уақыты әдісінің кемшілігі ретінде сөйлеудің нұсқалылығы ұстамдылығынан шыққан эталондарды құру кезіндегі қиыншылықтар болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] S. Kumar, M. Rao, Design Of An Automatic Speaker Recognition System Using MFCC, Vector Quantization And LBG Algorithm // International Journal on Computer Science and Engineering, 2011. Vol. 3, No. 8.
- [2] Reynolds D.A. An Overview of Automatic Speaker Recognition Technology // The International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing ICASSP 02. 2002. P. 4072–4075.
- [3] Ландэ Д.В. Фурашев В.Н. О цифровой идентификация личности. //Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: НАКУ, 2007. - №34. –С. 127-135.
- [4] Bimbot F. et al. A Tutorial on Text-Independent Speaker Verification. - EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 2004, №4, p.p. 430–451.
- [5] Ермилов А.В. Методы, алгоритмы и программы решения задачи идентификации языка и диктора. – Москва. 2014.
- [6] Матвеев Ю. Н., Симончик К. К. Система идентификации дикторов по голосу для конкурса NIST SRE 2010 // ГрафиКон’2010. Тр. 20-й Межд. конф. по компьютерной графике и зрению. СПб: СПбГУ ИТМО, 2010.
- [7] Аграновский А.В., Леднов Д.А. Теоретические аспекты алгоритмов обработки классификации речевых сигналов. М.: Радиоисвязь, 2004.
- [8] Campbell J.P., Speaker Recognition: A Tutorial // Proceedings of the IEEE. 1997. V. 85, N 9.
- [9] Г.С. Рамишвили "Автоматическое опознавание говорящего по голосу". – Москва: Изд-во "Радио и связь".

Ибраимкулов А.Е., Орынтаева Ж.А.

Автоматическое распознавание говорящего и классификация систем идентификации по голосу

Резюме: В статье рассматривается автоматическое распознавание говорящего и классификация систем идентификации по голосу. Представлены методы решения основных источников ошибки при распознавании голоса. А также охарактеризовано использование голосовых технологий в сфере синтеза речи и автоматического распознавания. При распознавании сигналы речи выбраны методы выделения блога и знака.

Ключевые слова: распознавание речи, методы распознавание речи, идентификация по отодельности, распознавание голоса и идентификация.

Ibraimkulov A.E., Oryntaeva Zh.A.

Automatic speaker recognition and classification of voice recognition systems

Summary: The article describes the automatic speaker recognition and classification of voice identification systems. Presented the methods of solving of the main sources of error in voice recognition. And also characterized using of voice technologies in the sphere of speech synthesis and automatic recognition. Selected these methods for speech signals: a blog and a sign.

Key words: recognition of speech, methods of speech recognition, identification of separately, voice recognition and identification.

УДК 502/504:628.51:001.891.

А.А. Генбач, Р.А. Галиев

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПЫЛЕГАЗОУЛОВИТЕЛИ

Аннотация. Капиллярно-пористые структуры эффективны для улавливания пыли и газа и пылеподавления с использованием контролируемой геометрии микроканалов пористой структуры. Поиск рациональных средств и способов снижения выбросов пыли и газа в атмосферу является актуальной задачей, особенно для электростанций. Пылеуловитель нового поколения компактных капиллярно-пористых структур поможет решить эту проблему.

Ключевые слова: капиллярно-пористая структура, пылеподавление, пыль, пылеуловитель.

Исследование капиллярно-пористых структур в теплообменниках выявило возможность управления теплогидравлическими характеристиками кипения [1]. В дальнейшем произведено обобщение опытных данных по кипению в капиллярно-пористых структурах чистых жидкостей, пенных потоков, барботажных и псевдооживленных процессов, подачи и отсоса пара, в том числе содержащих микроскопические частицы [2,3]. Эффективность процессов тепломассообмена в турбулизирующих решетках пенных потоков повышается за счет управления внутренними характеристиками кипения [4]. Были разработаны и исследованы различные теплообменные, пенные и пылегазоулавливающие аппараты [5-13].

Исследованные истечения пара через одиночное отверстие и через всю капиллярно-пористую структуру (проницаемую перегородку) определило гидродинамику отдельных паровых пузырей и непрерывного парового потока [3]. Это позволило создать аппарат, в котором можно разделить, сконцентрировать, аккумулировать различные энергетические процессы барботажа, пеногенерации, пылегазоулавливания, теплопередачи, отсоса и вдува газового потока сквозь капиллярно-пористые структуры. Поток дополнительно сообщалось волновое движения, что интенсифицировало теплообмен [5,7,9,10].

Интенсивность поступления пыли на определенную поверхность пены F_n определяется числом пылинок n , поступающих в единицу времени τ , и их размером r :

$$I_{II} = \frac{4\pi r^2 n}{F_{II}\tau}, c^{-1}. \quad (1)$$

С ростом интенсивности поступления пыли данного фракционного состава, т.е. за счет увеличения скорости пылинок, процессы разрушения пены будут определяться теплофизическими свойствами пены, пыли и химическими реакциями, в том числе явлением адсорбции молекул поверхностно-активных веществ и поверхности пылинок. При этом положительным явлением явится снижение синерезиса. Однако при больших скоростях пылинок, т.е. интенсивности пылепоступления, разрушающийся пузырек пены будет иметь склонность к отбрасыванию частички пыли вновь в газовый поток, снижая тем самым эффективность пылесаждения. Таким образом, привлекая энергетические характеристики процесса пылеулавливания, необходимо оценить минимальную скорость движения пылинок.

При данных интенсивности пылепоступления и перепадах концентраций ΔC адсорбирующихся компонентов поверхностно-активных веществ (ПАВ) и частиц пыли, согласно уравнению Гиббса, адсорбция молекул ПАВ на поверхности частиц

$$\Gamma_{ж.г} = \frac{R^2_{пуз} \delta_{III} \Delta C}{r^2 n}, \frac{кг}{м^2} \quad (2)$$

должна быть минимальной, поскольку уменьшение концентрации молекул ПАВ в жидкости снизит прочность пузырьков, их устойчивость. Здесь уменьшение $R_{пуз}$ особенно предпочтительно.

Таким образом, необходимо оценить энергетическую характеристику W_B по проникновению частицы в объем пены и минимальную скорость ее внедрения.

При внедрении твердой частицы сферической формы в пузырек пены работа W_{Π} по проникновению частицы в глубь жидкостной пленки при полном внедрении частицы ($\varphi = \pi; 2r_r = \delta_{\Pi\Pi}$) определяется выражением [14]:

$$W_{\Pi} = \frac{8}{3} \pi r^2 \sigma_{жг} \cos \beta, \quad (3)$$

где угол $\beta = 180 - \theta$.

Оценим величину W_{Π} численно. Поскольку частицы пыли плохо смачиваются раствором ($\theta = 150^\circ$), угол $\beta = 180 - 150 = 30^\circ$; поверхностное натяжение на границе жидкость-газ $\sigma_{ж.г.}$ для пенообразующего раствора примем $\sigma_{ж.г.} = 0,04 \frac{H}{м}$; расчет произведен для частицы мелкой фракции, наиболее опасной для здоровья человека ($r_r = 1 * 10^{-6}$ м). Тогда величина W_{Π} равна:

$$W_{\Pi} = \frac{8}{3} 3,14 (1 * 10^{-6})^2 0,04 \cos 30^\circ = 0,289 * 10^{-12} \text{ Дж.}$$

В случае, когда размер частицы окажется больше толщины пленки $2r_r > \delta_{\Pi\Pi}$, величина W_{Π} будет равна:

$$W_{\Pi} = \frac{2}{3} \pi r_c^2 \sigma_{ж.г.} \left[\cos \beta \left(2 - 2 \frac{r_c - \delta_{\Pi\Pi}}{r_c} - \frac{r_c \delta_{\Pi\Pi} (2r_c - 3\delta_{\Pi\Pi})}{r_c^3} - \frac{\delta_{\Pi\Pi}^3}{r_c^3} \right) - \sin \beta \sqrt{\frac{2r_c \delta_{\Pi\Pi} - \delta_{\Pi\Pi}^2}{r_c^2}} \right] =$$

$$= \frac{2}{3} 3,14 (1 * 10^{-6})^2 0,04 \left[\frac{\sqrt{3}}{2} \left(2 - 2 \frac{1 * 10^{-6} - 1 * 10^{-6}}{1 * 10^{-6}} - \frac{1 * 10^{-6} * 1 * 10^{-6} (2 * 10^{-6} - 3 * 1 * 10^{-6})}{(1 * 10^{-6})^3} - \frac{1 * 10^{-18}}{1 * 10^{-18}} \right) - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2 * 1 * 10^{-6} * 1 * 10^{-6} (10^{-6})^2}{(1 * 10^{-6})^2}} \right] = 0,103 * 10^{-12} \text{ Дж.}$$

Расчеты подтвердили, что в случае внедрения частицы на всю глубину пленки жидкости потребуется большая энергия, однако значительно выше будет вероятность осаждения пылинки данной фракции в определенном пенообразующем растворе.

Приравнявая кинетическую энергию пылинки работе внедрения, определим минимальную потребную скорость полета пылинки при наибольшей вероятности ее осаждения:

$$v_{\text{МИН}} = \sqrt{\frac{2W_{\text{КИН}}}{m_c}} = \sqrt{\frac{2W_B}{m_c}} = \sqrt{\frac{2 * 0,289 * 10^{-12}}{\frac{4}{3} * 3,14 * (1 * 10^{-6})^3 * 2000}} = 8,31 \text{ м/с,}$$

где m_r – масса частицы.

Если потребуется осажать частицы меньшего размера, то минимальная скорость внедрения частиц будет находиться в зависимости от размера частицы, как $v_{\text{МИН}} \sim (r_c)^{-0,5}$ т.е. с уменьшением размера твердой фазы минимальное значение скорости пылинок будет возрастать, а значит, увеличатся затраты на привод воздуходушных машин.

При минимальной скорости внедрения частицы пыли $v_{\text{МИН}} = 8,31$ м/с, размером $r_c = 1 * 10^{-6}$ м на всю глубину жидкостной пленки, формируемой в капиллярно-пористых структурах, собранных из металлических сеток [3,12], и требуемом действующем напоре $\Delta P_{\text{Д+КАП}}$ [8,12] оптимальное значение кратности пены составит

$$K_n = \frac{R_{\text{ПУЗ}}}{3\delta_{\Pi\Pi}} = \frac{0,5 * 10^{-3}}{3 * 0,5 * 10^{-6}} = 333,3 .$$

Итак, на основе анализа пылеподавляющей способности пенных пузырьков определена энергия внедрения пылинки заданной фракции в пенный пузырек и минимальная скорость полета пылинки при условии наибольшей вероятности осаждения такой частицы. Дальнейшее повышение устойчивости пленок жидкости может быть достигнуто за счет рациональной организации гидродинамики процесса пенообразования при минимальном значении суммарного действующего напора и при переходе к барботажным процессам, причем определяющим в форсировке процесса является конструктивное оформление аппарата.

В предложенном нами пеногенераторе [а.с. №1498511, МКИ А 62 С 5/04, 1989] требуемый напор для транспорта пенообразующего раствора в десятки раз меньше, чем в аппаратах, в которых раствор распыляется форсункой, например, в сетчатом пеногенераторе типа ПГГ-4 [8,12].

Суммарный действующий напор определяется по формуле:

$$\Delta P_{Д+КАП} = \frac{1,5m_{п}h\mu_{ж}}{K_{у}\rho_{ж}F_{ф}} \left(\frac{\beta^I}{1,5} + 1 \right), \quad (4)$$

где $m_{п}$ - расход пены; h -высота аппарата; $\mu_{ж}$ - динамическая вязкость жидкости; $K_{у}$ - условный коэффициент проницаемости; $\rho_{ж}$ - плотность жидкости; $F_{ф}$ сечение пористой структуры; β^I - коэффициент, учитывающий долю газа, генерируемого в жидкости ($\beta \leq 0,95$), полученный нами на основе гидродинамического анализа двухфазного потока в сетчатых структурах при комбинированном действии массовых и капиллярных сил [2] .

Организация питания сетчатых структур через их торцы, введенные в трубчатую артерию при действующем напоре, обеспечивает высокую устойчивость двухфазного пограничного слоя с дальнейшей интенсификацией процессов генерации в 1,5 - 2 раза.

Гидродинамическое сопротивление определяется расходом легкой фазы, физическими свойствами жидкости, геометрическими характеристиками пеногенератора и пористой структуры. Определив величину $\Delta P_{Д+КАП}$, можно выбрать насос для подачи пенообразующего раствора.

В целом, предложен новый класс пеногенераторов и пылегазоулавнителей, который позволяет повысить устойчивость двухфазного пограничного слоя, а следовательно, качество образующейся газо(паро)-механической пены и её пылеулавливающие свойства, увеличить надежность, сократить расходы энергии на транспорт раствора и воздуха, улучшить условия охраны труда и окружающей среды.

На рис.1 и 2 показано истечение пара (газа) в виде отдельных пузырей и в виде непрерывного парового (газового) потока. Данная гидродинамика используется в пылегазоулавнители, показанном на рис 3.

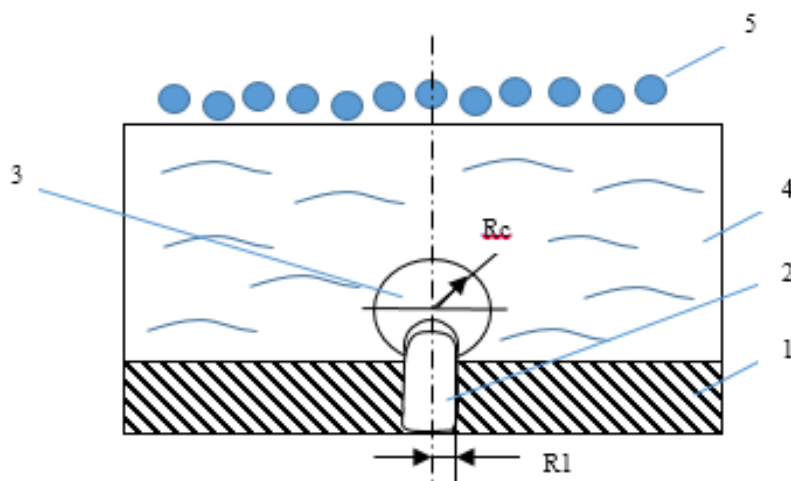


Рис 1 . Истечение пара (газа) через одиночное отверстие капиллярно-пористой структуры (проницаемой перегородки) в виде отдельных пузырей: 1- структура; 2- отверстие; 3- отдельный пузырек; 4- пенообразующий раствор; 5- пена.

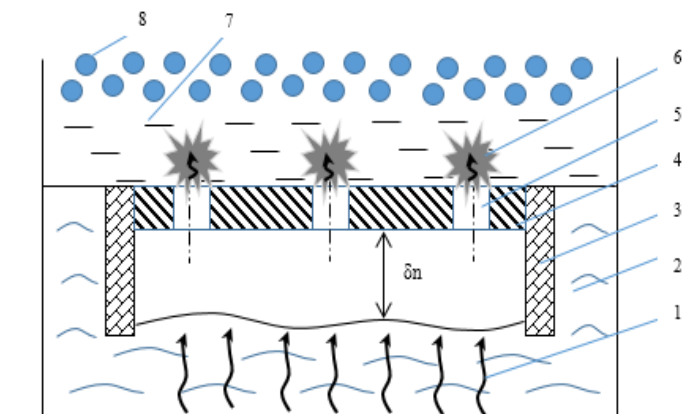


Рис 2. Истечение пара (газа) в виде непрерывного парового (газового) потока через отверстия капиллярно-пористой структуры (проницаемой перегородки); 1- газ (пар); 2 - питающая жидкость; 3 - боковая перегородка; 4 - структура; 5 - отверстие; 6 - непрерывный поток пара (газа); 7 - пенообразующая жидкость; 8 - пена.

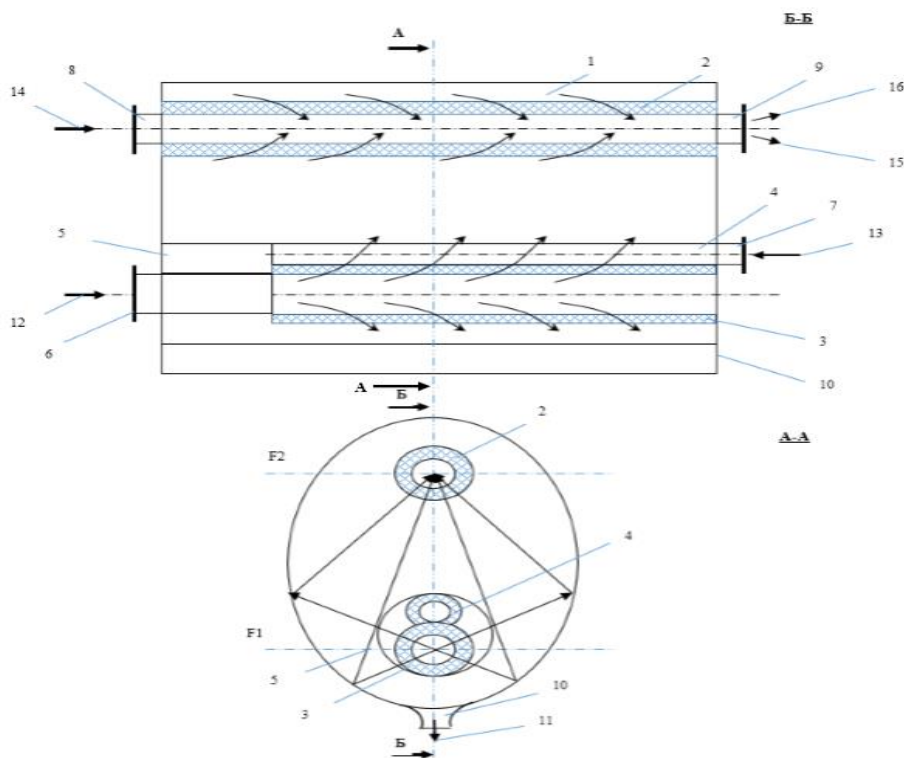


Рис 3. Разделение, концентрация, аккумуляция и управление энергетическими процессами при барботаже, пеногенерации, пылегазоулавливании и теплопередаче (нагрев, охлаждение) в капиллярно-пористых структурах: 1- корпус; 2 - капиллярная структура; 3 - пористая структура; 4 - распределитель (питающая артерия); 5-ультразвуковой генератор; 6,7,8,9 - патрубки; 10 - шламосборник; 11- шлам; 12 - запыленный горячий газ; 13 - пенообразующая жидкость; 14 – холодная жидкость; 15 – горячая жидкость; 16 - очищенный газ; F_1, F_2 – фокусы эллиптического цилиндра.

Установлено, что в фокусе F_1 размещается капиллярно-пористая структура вида $0,4 \times 0,55$, а в фокусе F_2 – $0,08 \times 0,08$.

Экономический эффект имеет место за счет утилизации теплоты глубоко охлажденного газа, сокращения расхода пенообразующего раствора в два раза, уменьшения гидравлического сопротивления по транспорту пенообразующей жидкости – в 2,3 раза, газодинамического сопротивления – в 2,7 раза и габаритов установки – в 2,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Паляев В.М., Генбач А.А. Управление теплообменом в пористых структурах. // Известия Российской академии наук. Энергетика и транспорт. - 1992г. т.38, №6. с.105-110.
- [2] Поляев В.М., Генбач А.А. Теплообмен в пористой системе, работающей при совместном действии капиллярных и гравитационных сил. // Теплоэнергетика. – 1993г. №7. с.55-58.
- [3] Генбач А.А., Кульбакина Н.В. Пылеподавление и пылеулавливание с помощью циркуляционного пеногенератора с пористой структурой. // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 2010г. №4. с.62-65.
- [4] Поляев В.М., Генбач А.А. Управление внутренними характеристиками кипения в пористой системе. // Криогенная техника и кондиционирование: Сб. Труды МГТУ 1991г. с.224-237.
- [5] Поляев В.М., Генбач А.А. Применение пористой системы в энергетических установках. // Промышленная энергетика. – 1992г. №1. с.40-43.
- [6] Генбач А.А., Пионтковский М.С. Пористый пылегазоуловитель с управляемой геометрией микроканалов. // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. – 2010г. №4. с.59-61.
- [7] Поляев В.М., Генбач А.А., Минашкин Д.В. Процессы в пористом эллиптическом теплообменнике. // Известия вузов. Машиностроение. – 1991г. №4-6. с.73-77.
- [8] Генбач А.А., Генбач Н.А. Исследование пеногенератора с обогреваемой поверхностью. // Вестник АИЭС. Алматы. 2009г. №4. с.24-27.
- [9] Генбач А.А., Генбач Н.А. Исследование капиллярно-пористых систем в тепловых энергетических установках электростанций. // Вестник АУЭС. Алматы. 2011г. №2 (13). с.57-62.
- [10] Генбач А.А., Генбач Н.А. Применение капиллярно-пористых систем в тепловых энергетических установках электростанций. // Вестник АУЭС. Алматы. 2011г. №3 (14). с.4-11.
- [11] Polyayev V., Genbach A.N., Genbach A.A. Methods of Monitoring Energy Processes//Experimental thermal and fluid science, International of Thermodynamics, Experimental Heat Transfer and Fluid Mechanics. Avenue of the Americas.-New York,1995V.10.Aprel-P.273-286
- [12] Генбач А.А., Шоколаков К. Пористый пенный пылеуловитель. // МОН РК. Алматы. 2011г. №2. с.266-271.
- [13] Поляев В.М., Генбач А.А. Плотность центров парообразования и выброс капель из пористой структуры. // Известия вузов. Машиностроение. – 1990г. №9. с.50-55.
- [14] Роменский Л.П. Пена как средство борьбы с пылью. – Киев: Наукова думка. 1976г. с.162.

Генбач А.А., Галиев Р.А.

Капиллярлы кеуекті бақыланатын жылу алмастырғыш және шансорғыштар

Түйіндеме. Капиллярлық-кеуекті құрылым шаң мен газды ұстау және кеуекті құрылым микроканалдарының бақыланатын геометриясын пайдалана отырып, шаңды басу үшін жоғары тиімді болып табылады. Атмосфераға шаң мен газдың шығарындыларын азайту құралдары мен тәсілдерін іздестіру, әсіресе электр станциялар үшін өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Шағын капиллярлық-кеуекті құрылымдардың жана буындағы шантұтқыштары осы мәселені шешуге септігін тигізеді.

Түйінді сөздер: капиллярлық-кеуекті құрылым, көбік, шаң, шантұтқы.

Gerbach A.A., Galiev R.A.

Highly effective capillary-porous controlled heat exchange dust and gas catchers

Summary Capillary-porous structures are effective for dust and gas trapping and dust-suppression using the controlled geometry of micro-channels of the porous structure. Searching for rational means and ways of decreasing in dust and gaseous emissions into the atmosphere is an actual task especially for power plants. Dust-catcher of new generation of compact capillary-porous structures will help to solve this problem.

Key words: capillary-porous structure, dust suppression, dust, dust-catcher.

УДК 656.073.9

А.А. Щёткин, Ж.К. Кегенбеков, О.В. Гармаш.

(Казахстанско-Немецкий университет,
Алматы, Республика Казахстан, broncos1912@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ СААТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ В ЛОГИСТИКЕ

Аннотация. В данной статье рассмотрено применение метода анализа иерархий для управления рисками в логистической отрасли. В современной логистике невозможно представить расширение каналов сбыта или увеличение продаж без сравнения и аналитики. С этой задачей может помочь справиться метод анализа иерархий Саати.

Цель работы состоит в изучении возможности применения метода анализа иерархий Саати, при принятии решений связанных с рисками в области логистики.

Для проведения данного исследования необходимо выполнить следующие задачи:

– изучить принципы метода анализа иерархий;

– изучение применение метода анализа иерархий для предотвращения рисков в выборе перевозчика.

Ключевые слова. Метод анализа иерархий, логистика, риск, перевозчик, сбыт.

Метод анализа иерархий или метод Саати был разработан американским математиком Томасом Саати в начале 1970 года. Этот американский ученый разработал процедуру, которая позволяет принимать решения. Метод Томаса Саати относится к критериальным методам.

Метод анализа иерархий является математическим инструментом системного подхода. Он не предписывает, какого либо правильного решения, а позволяет найти это правильное решение лицу принимающему решение [2].

Метод анализа иерархий может использоваться для принятия решений в различных ситуациях. Метод может использоваться как в бизнесе, промышленности и образовании.

Количественные параметры, качественные характеристики, данные, субъективные оценки экспертов, нематериальные и материальные факторы эти и другие аспекты решаемой задачи может представлять каждый элемент иерархии.

Возможно, использовать иерархию как инструмент для решения сложных проблем и для обработки и восприятия больших объемов информации. По мере того как происходит проектирование этой структуры, мы получаем все более полное понимание проблемы. Данные иерархические структуры, которые используются в методе анализа иерархий, являются инструментом для отличного, очень качественного моделирования сложных проблем. Главная цель является вершиной иерархии, нижние же уровни представляют собой альтернативы достижения цели. Элементы же, которые находятся в промежуточном уровне, будут соответствовать критериям или факторам. Они в свою очередь связывают альтернативы с целью.

Таблица 1. Шкала Саати

Степень предпочтения	Определение	Описание
1	Равная предпочтительность	Две альтернативы одинаково предпочтительны с точки зрения цели
2	Слабая степень предпочтения	Промежуточная градация между равным и средним предпочтением
3	Средняя степень предпочтения	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив немного предпочтительнее другой
4	Предпочтение выше среднего	Промежуточная градация между средним и умеренно сильным предпочтением
5	Умеренно сильное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив явно предпочтительнее другой
6	Сильное предпочтение	Промежуточная градация между умеренно сильным и очень сильным предпочтением
7	Очень сильное (очевидное) предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив гораздо предпочтительнее другой: доминирование альтернативы подтверждено практикой
8	Очень, очень сильное предпочтение	Промежуточная градация между очень сильным и абсолютным предпочтением
9	Абсолютное предпочтение	Очевидность подавляющей предпочтительности одной альтернативы над другой имеет неоспоримое подтверждение

Источник. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – Москва: Радио и связь, 1993. – 278 с.

Метод анализа иерархий процедурами и методами аргументации напоминает методы, которые используются на интуитивном уровне. Последующий этап анализа, определение приоритетов, которые имеют относительную важность или предпочтительность элементов иерархии. Этот этап осуществляется с помощью процедуры парных сравнений.

Принятие решений в методе анализа иерархий следует начинать с иерархической структуры, а именно с ее построения. Иерархическая структура метода, включает в себя цель, альтернативы, критерии, различные факторы, которые будут влиять на выбор. Такая структура дает понять проблему лицу принимающему решение.

Метод анализа иерархий процедурами и методами аргументации напоминает методы, которые используются на интуитивном уровне [1]. Последующий этап анализа, определение приоритетов, которые имеют относительную важность или предпочтительность элементов иерархии. Этот этап осуществляется с помощью процедуры парных сравнений.

Отличительной особенностью метода анализа иерархий являются безразмерные приоритеты, которые позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы.

Для описания иерархической структуры метода анализа иерархий, существуют специальные термины. Уровни иерархии состоят из узлов. Элементы, которые исходят из узла, называют его дочерними элементами. Элементы, из которых узел исходит, принято называть родительскими [1]. Элементы или группы элементов, которые имеют в своей структуре один и тот же родительский элемент, принято называть группами сравнения. Степень предпочтения определяется по шкале от 1 до 9. Где 1 равная предпочтительность, а 9 очевидная подавляющая предпочтительность одной альтернативы над другой. Рассмотрим таблицу ниже.

Вышеприведенная таблица позволяет прийти к выводу, что шкала Саати используется, чтобы наглядно показать насколько элементы с большей оценкой доминируют над элементами с меньшей оценкой относительного одного и того же критерия для них. В математическом анализе иерархий доминирование одного объекта над другим бывает различным, а именно: по предпочтению, важности и вероятности.

В данной статье приведен алгоритм применения метода Саати при выборе поставщика услуг по перевозке товаров. Выбор должен быть самым лучшим, что бы уменьшить риски срыва поставки. Выбор заключается в рассмотрении и последующем выборе одного из партнеров. Рассмотрение партнеров для компании происходит по следующим критериям:

- надежность перевозки;
- стоимость перевозки;
- время перевозки в часах;
- дополнительные услуги, их наличие либо отсутствие [3].

Метод анализа иерархий Саати предлагает для решения поставленной задачи следующие этапы:

- нахождение коэффициента важности для выбранных критериев;
- реализация парных сравнений всех отдельных критериев;
- выявление самого наилучшего решения среди заявленных [3].

Для перевозки товара лицу принимающему решение нужно выбрать оптимального перевозчика. Среди всех возможных вариантов были отобраны транспортные компании которые могут осуществить перевозку. Это компании А, В, С, D, Е [1]. Для владельца компании с учетом его предыдущего накопленного опыта, важны следующие критерии:

- надежность транспортировки, (измеряется в процентном соотношении);
- стоимость транспортировки, (измеряется в условных единицах);
- время транспортировки, (измеряется в часах);
- наличие доп. услуг, (измеряется в процентном соотношении) [1].

Таблица 2. Значения для каждого из перевозчиков

Перевозчик	Надежность транспортировки, %	Стоимость транспортировки, д. е.	Время транспортировки, час.	Наличие доп. услуг, %
А	95	500	60	100
В	93	420	50	50
С	96	500	55	100
D	93	470	65	75
Е	91	450	60	75

Источник. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – Москва: Радио и связь, 1993. – 278 с.

• Технические науки

Далее мы реализуем процедуру парных сравнений критериев. Данную процедуру мы можем реализовать с помощью системы шкал. Система шкал Саати включает в себя коэффициенты, которые принимаются лицом принимающим решение как степени важности, от 1 до 9. Далее строим матрицу парного сравнения. Лицо принимающее решение ставит на основании своего предыдущего опыта, критерии важности.

Таблица 3. Определение весов критериев

Критерии	Надежность	Стоимость	Время	Доп. услуги	Производство	Собственный вектор	Вес критерия
Надежность	1	3	5	9	135	3,408658099	0,565110682
Стоимость	0,333	1	3	7	6,993	1,626169765	0,269597559
Время	0,2	0,333	1	5	0,333	0,759645655	0,125939
Доп. услуги	0,111	0,143	0,2	1	0,0031746	0,237368045	0,0393525
					Сумма	6,031841565	
Источник. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – Москва: Радио и связь, 1993. – 278 с.							

После того как лицо принимающее решение выставит все критерии, мы находим строчное произведение каждого критерия. После того как вычислено произведение всех критериев, лицо принимающее решение может вычислить собственный вектор для каждого критерия, а так же вес критерия. Каждый собственный вектор вычисляется как среднее геометрическое, для соответствующего критерия построчно. После вычисления собственного вектора, лицу принимающему решение нужно вычислить сумму всех собственных векторов. После вычисления суммы векторов, есть возможность вычисления веса критерия. Вес критерия вычисляется с помощью деления собственного вектора на сумму всех векторов для каждого критерия.

После этого переходим непосредственно к вычислению парных сравнений по критериям. Для каждого из критериев определенных лицом принимающим решение делается отдельное вычисление [5].

Таблица 4. Матрица парных сравнений по критерию «Надежность»

	A	B	C	D	E	Произведение	Собственный вектор	Вес критерия
A	1	3	0,333	3	5	14,985	1,72	0,26
B	0,333	1	0,2	1	3	0,1998	0,72	0,11
C	3	5	1	3	7	315	3,16	0,48
D	0,333	1	0,2	1	3	0,1998	0,72	0,11
E	0,2	0,333	0,143	0,333	1	0,003171425	0,32	0,05
						Сумма	6,64392615	

Далее лицо принимающее решение определяет в верхней диагонали матрицы критерии согласно собственного опыта, нижняя диагональ вычисляется путем обратного отношения критериев [1].

Далее после того как мы сделали расчет парных сравнений всех критериев приступаем к подведению итогов и конечным расчетам. В первую очередь используем для итоговых расчетов веса критериев.

Таблица 5. Веса критериев

Вес критерия
0,56511068
0,26959756
0,12593926
0,0393525

После этого переходим к итоговым вычислениям по каждому из представленных партнёров компании.

Таблица 6. **Итоговая калькуляция по партнерам компании**

Партнер «А»	Партнер «В»	Партнер «С»	Партнер «D»	Партнер «Е»
0,258646468	0,109067234	0,475595037	0,109067234	0,047624026
0,241156421	0,091834048	0,491133255	0,12670616	0,049170115
0,206050147	0,097746694	0,522754392	0,108239288	0,065209479
0,288745633	0,088266534	0,472054003	0,108255176	0,042678655

В таблице «Итоговая калькуляция по партнерам компании» используются вычисленные ранее данные по партнерам. После того, как заполнена таблица итоговой калькуляции, можем переходить непосредственно к вычислениям выбора партнера [1].

Таблица 7. **Итоговые показатели**

Партнер «А»	Партнер «В»	Партнер «С»	Партнер «D»	Партнер «Е»
0,24849173	0,102176949	0,485583968	0,113686418	0,050060934

Как видно из таблицы итоговой калькуляции самым лучшим партнером для компании выступает вариант «С» с 48% веса критерия. Для остальных вариантов цифры следующие. Партнер «А» имеет итоговый вес равный 24%. Партнер «В» имеет вес при итоговой калькуляции в 10%. Партнеры «D» и «Е» имеют в своем активе 11% и 5% соответственно. Как видно из итоговой калькуляции самым не привлекательным партнером для компании является партнер «С».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – Москва: Радио и связь, 1993. – 278 с.
- [2] Логистические риски в цепях поставок: классификация, методы оценки и управления // http://studme.org/41429/logistika/logisticheskie_riski_tsepyah_postavok_klassifikatsiya_metody_otsenki_upravleniya (был доступен 26 января 2018 года)
- [3] Метод анализа иерархий: процедура применения // <http://vamocenka.ru/metod-analiza-ierarxij-procedura-primeniya/> (был доступен 27 января 2018 года)
- [4] Метод анализа иерархий // <http://axd.semestr.ru/upr/hierarchies.php> (был доступен 25 января 2018 года)
- [5] Аналитическая иерархическая процедура Саати // <http://www.gorskiy.ru/Articles/Dmss/АНР.html> (был доступен 28 января 2018 года)
- [6] Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
- [7] Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений. – М: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
- [8] Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.
- [9] Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 420 с.
- [10] Петухов О.А., Морозов А.В., Петухова Е.О. Моделирование: системное, имитационное аналитическое. – СПб.: издательство СЗТУ, 2008. – 288 с.
- [11] Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы, Примеры. – 2-е издание., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
- [12] Трусков П.В. (ред.) Введение в математическое моделирование. – Учебное пособие. – М.: Логос, 2005. – 440 с.
- [13] Метод анализа иерархий // <http://nootron.net.ua/Help.htm?p=chapter3.1.html> (был доступен 27 января 2018 года)
- [14] Месарович М., Мако Д., Такахара М. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Наука, 1982. – 239 с.
- [15] Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.

Щёткин А.А., Кегенбеков Ж.Қ., Гармаш О.В.

Тәуекелдерді басқару кезінде логистика Саати иерархиялық талдау әдісін қолдану.

Түйіндеме. Берілген мақалада логистикалық саладағы тәуекелдерді басқару үшін иерархиялық талдау әдісін қолдану қарастырылды. Заманауи логистикада сату арналарын кеңейту салыстыру мен талдаусыз елестету мүмкін емес. Осы тапсырманы орындау үшін Саати иерархиясын талдау әдісін қолдану керек.

Кілттік сөздер. Иерархияны талдау әдісі, логистика, тәуекелділік, тасымалдаушы, сату.

Chshyotkin A., Kegenbekov J., Garmash O.

Using of the method of the analysis of hierarchies Saati at risk management in the logistics

Summary. In this article application of a method of the analysis of hierarchies for risk management in logistic branch is considered. In the modern logistics it is impossible to present expansion of sales channels or increase in sales without comparison and analytics. With this task can help the method of the analysis of hierarchies Saati.

Key words. The method of the analysis of hierarchies, a logistics, risk, carrier, sale.

УДК 539.23

М.А. Тулегенова, Т.Қ. Қуанышбеков, Н.Р. Гусейнов, А.М. Ильин

(Al-Farabi Kazakh National University,

Almaty, Republic of Kazakhstan

E-mail: malika.tulegenova@bk.ru)

ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ МАЛОСЛОЙНЫХ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР

Аннотация. Разработана лабораторная технология защиты поверхности меди от температурной коррозии с помощью малослойных графеновых наноструктур. Было проведено теоретическое и экспериментальное изучение графенового покрытия. Были представлены компьютерные модели системы медь – графен – кислород (Cu-Gr-O_2) и теоретические расчеты, выполненные методом молекулярной динамики. Основным методом исследования образцов меди был выбран метод энергодисперсионной спектроскопии. Перед нанесением графенового покрытия подложки были предварительно очищены в водородной среде, после чего производилось формирование графенового покрытия методом химического осаждения из газовой фазы. Для сравнения степени окисления образцов, покрытых графеном и без, медные подложки были окислены при температурном воздействии в атмосфере воздуха. Результаты показали надежность защиты малослойным графеном медной пластины от окисления. Графен практически непроницаем для кислорода, что согласовывается с компьютерным моделированием.

Ключевые слова: графен, малослойный графен, антикоррозионное покрытие, CVD технология, энергодисперсионная спектроскопия, метод молекулярной динамики.

1 Введение

В настоящее время графен известен как новый сверхтонкий материал, способный быть полезным и в медицине, и в микроэлектронике, и в химической промышленности благодаря своим необычным физическим и механическим свойствам [1-4]. По мере того, как различные группы ученых и исследователей изучают графен и его свойства, область применения этого сверхпрочного материала становится все шире и шире. Транзисторы на основе графена, компьютерные чипы, приборы для определения последовательности ДНК, аккумуляторные батареи, и это лишь малая доля того, где может использоваться графен [5-8]. Не так давно ученые обнаружили, что графен может успешно использоваться в качестве очень эффективного антикоррозионного покрытия [9-12].

Для многих областей науки и техники необходимы такие покрытия материалов и изделий, которые бы защищали их от воздействия окружающей среды, газов, жидкостей, окислителей, механических воздействий. С этой точки зрения, графен в последнее время привлекает особый интерес, потому что его монослойная структура способна служить почти идеальной защитой поверхности [13-15]. Уникальные свойства графена и послужили основой для проведения ряда экспериментов различными группами ученых по созданию защитных покрытий на его основе [16-22].

Покрyтия на основе графеновых наноструктур способны сочетать в себе химическую инертность и температурную стойкость графита с экстремально высокими механическими характеристиками графена.

2 Моделирование системы (Cu-Gr-O₂) методом молекулярной динамики

При компьютерном моделировании рассматривались две основные возможности для проникновения кислорода в зону поверхности меди, закрытую графеном:

А) Непосредственно сквозь графен, где расчеты показали, что для молекулы кислорода энергетический барьер очень высок даже при самой благоприятной ориентации молекулы – когда ось перпендикулярна к плоскости графена и проходит через центр гексагона (Рисунок 1). Для остальных ориентаций барьер еще выше.

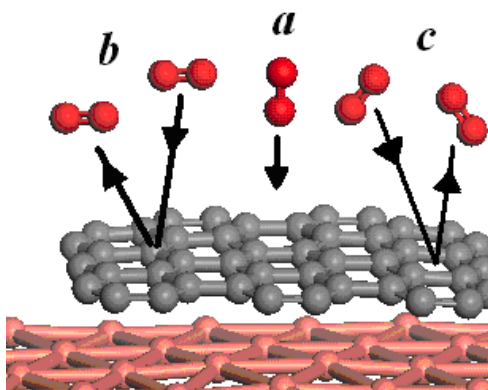


Рис. 1. Компьютерное моделирование прохождения O₂ через графен.

Энергетические барьеры для разных ориентаций молекулы:

Е: а) 34, 3 eV; б) 40 eV; в) 38 eV.

Б) через зазор между подложкой и графеном

Для возможности Б рассматривались две основных ориентации молекулы кислорода при входе в зазор:

а) ось молекулы параллельна краю графена;

б) ось молекулы перпендикулярна краю графена.

Компьютерное моделирование и МД расчеты показали наличие потенциального барьера для входа молекулы в области зазора графен – подложка. Показано, что величина барьера для входа молекулы O₂ в пространство между графеном и подложкой сильно зависит от ориентации молекулы. Она примерно в два раза меньше для ориентации, при которой ось молекулы перпендикулярна краю графена, тем не менее, даже в этом случае вероятность проникновения кислорода в закрытую графеном зону пренебрежимо мала. На рисунке 2 представлены компьютерные модели двух возможных видов ориентации молекулы O₂.

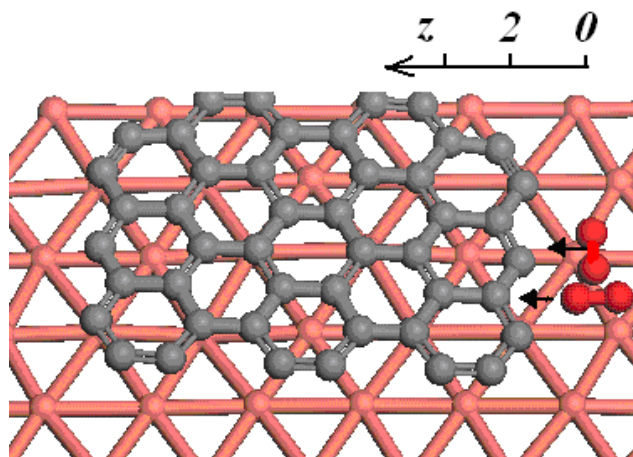
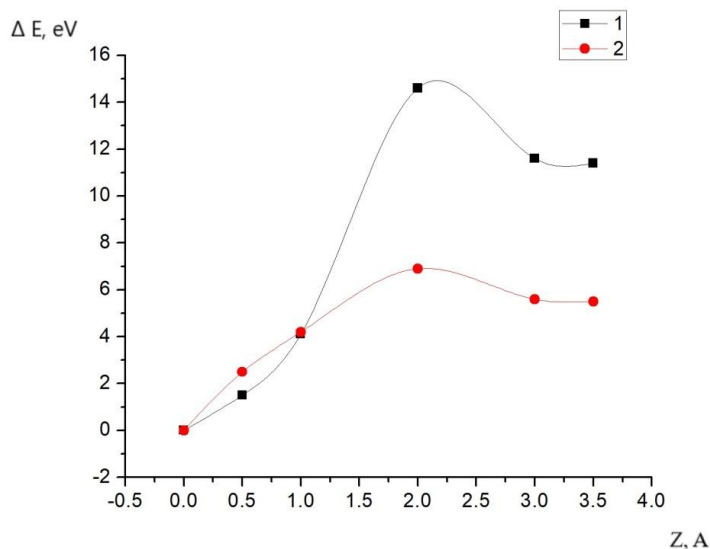


Рис. 2. Два возможных вида ориентации молекулы O₂.

На рисунке 3 отображены результаты расчета энергетического барьера через зазор между подложкой и графеном для двух возможных ориентаций.

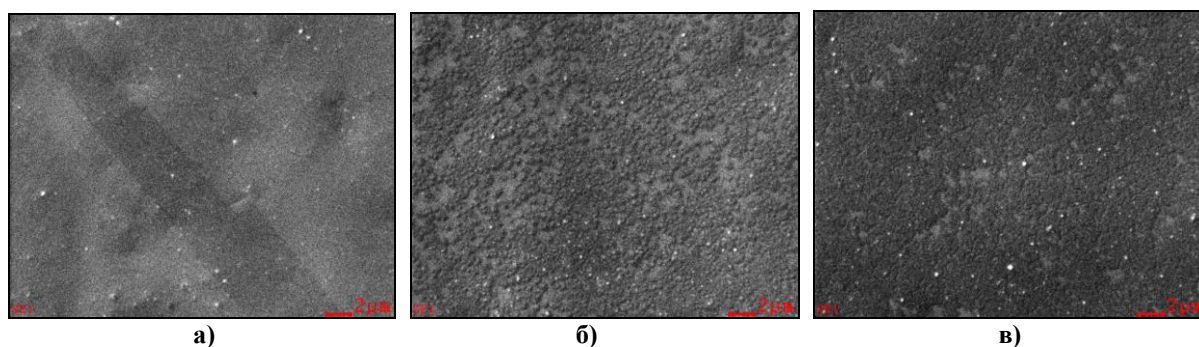


1) ось молекулы O_2 параллельна краю графена, 2) ось молекулы O_2 перпендикулярна краю графена

Рис. 3. График зависимости энергетического барьера ΔE от расстояния Z для двух возможных видов ориентаций молекулы O_2

3 Экспериментальная часть

Перед выполнением основной работы было произведено восстановление поверхности меди в водородной среде. После удаления кислорода и углерода с поверхности меди проводились опыты по выращиванию графенового покрытия на подложках. Для создания малослойных графеновых наноструктур использовалась технология химического осаждения из газовой фазы (CVD). Эксперименты проводились при $t=1000^\circ\text{C}$, где в качестве прекурсора использовался бензол. Формирование графенового покрытия проводилось в течение 10 и 20 минут, после чего был проведен элементный анализ методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС). На рисунке 4 (а, б, в) показаны электронные микрофотографии покрытых малослойным графеном образцов меди и исходного образца меди.



а) исходный образец меди; время формирования малослойного графена: б) 10 минут, в) 20 минут

Рис. 4. Электронные микрофотографии образцов меди

Следующим этапом было окисление медных подложек при температурном воздействии в атмосфере воздуха. Для окисления медных подложек использовалась муфельная печь. Два образца меди покрытых малослойным графеном и одного без него отжигали в печи при $t = 300^\circ\text{C}$. Полученные образцы были проанализированы методом ЭДС. На рисунке 5 представлена гистограмма, полученных в ходе анализа данных.

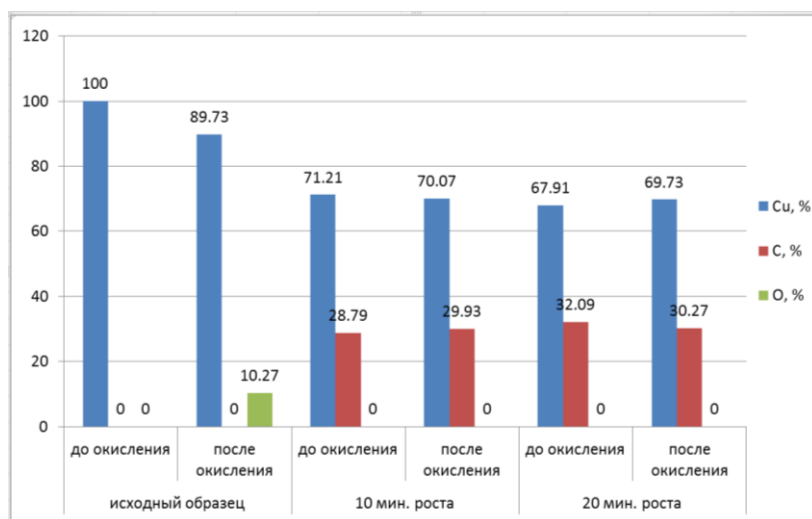


Рис. 5. Количественный состав образцов в At. %, полученных методом ЭДС до и после окисления

Элементный анализ полученных образцов показал, что тонкая графеновая пленка смогла надежно защитить медную пластину от окисления.

На рисунке 6 показаны типичные оптические микрофотографии, полученных по технологии CVD образцов.

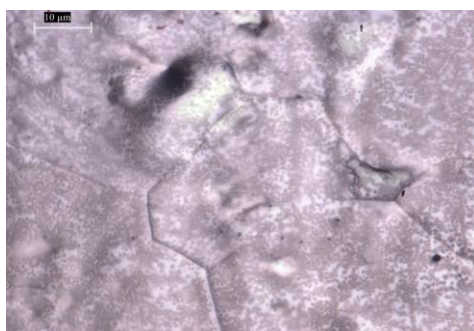


Рис. 6. Типичные оптические микрофотографии образцов малослойного графена на поверхности меди

Ниже приведены рамановские спектры, подтверждающие наличие малослойного графена, полученного по технологии CVD (Рисунок 6).

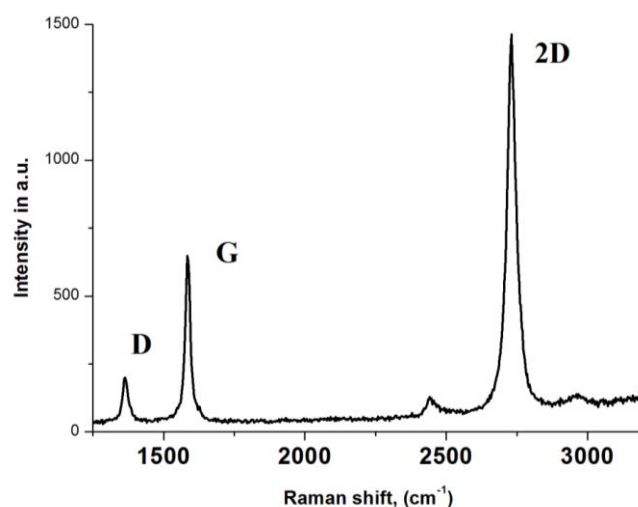


Рис. 7. Типичные рамановские спектры образцов малослойного графена на поверхности меди

Данные оптической микроскопии и рамановской спектроскопии от выращенных на CVD установке наноструктур подтвердили наличие малослойного графена.

4 Заключение

В данной работе было проведено теоретическое и экспериментальное изучение малослойного графенового покрытия, защищающего от коррозии меди.

Было произведено конструирование системы Cu-Gr-O₂ с помощью компьютерного моделирования и изучены свойства методом МД. Промоделированы основные возможности для проникновения кислорода в зону поверхности меди, закрытую графеном.

В ходе выполнения работы были получены малослойные графеновые наноструктуры в CVD установке. Проводились эксперименты по окислению медных подложек при температурном воздействии в атмосфере воздуха в муфельной печи при $t = 300^\circ\text{C}$.

ЭДС образцов показала высокую эффективность защитного действия графена от коррозии металла. Результаты показывают, что графен практически непроницаем для кислорода, что согласуется с компьютерным моделированием.

Статья выпущена при поддержке гранта МОН РК «ИРН: AP05130413».

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Edward P. Randviir, Dale A.C. Brownson, Craig E. Banks. A decade of graphene research: production, applications and outlook // *Materials Today*. – 2014. – V. 17. - № 9. – P. 426-432.
- [2] Dimitrios G. Papageorgiou, Ian A. Kinloch, Robert J. Young. Mechanical properties of graphene and graphene-based nanocomposites // *Progress in Material Science*. – 2017. – V. 90. – P. 75-127.
- [3] Deji Akinwande, Christopher J. Brennan, J. Scott Bunch, et al. A review on mechanics and mechanical properties of 2D materials—Graphene and beyond // *Extreme Mechanics Letters*. – 2017. – V. 13. – P. 42-77.
- [4] Wei Gao, Rui Huang. Thermomechanics of monolayer graphene: Rippling, thermal expansion and elasticity // *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*. – 2014. – V. 66. – P. 42-58.
- [5] Tae-Hee Han, Hobeom Kim, Sung-Joo Kwon, Tae-Woo Lee. Graphene-based flexible electronic devices // *Materials Science and Engineering: R: Reports*. – 2017. - V. 118 – P. 1-43.
- [6] A.M. Ilyin, V.V. Kudryashov, N.R. Guseinov. Computer Simulation of Few-Layer Graphene Intercalated by Lithium for Power Sources // *Journal of Electrochemical Society*. – 2015. V. 162. – № 8. – P. 1544-1546.
- [7] Hyunmin Kim, Jong-Hyun Ahn. Graphene for flexible and wearable device applications // *Carbon*. – 2017. – V. 120. – P. 244-257.
- [8] Jihyun Paek, Joohee Kim, Byeong Wan An. Stretchable electronic devices using graphene and its hybrid nanostructures // *FlatChem*. – 2017. – V. 3. – P. 71-91.
- [9] A.S. Sai Pavan, S.R. Ramanan. A study on corrosion resistant graphene films on low alloy Steel // *Appl. Nanosci*. – 2016. - doi:10.1007/s13204-016-0530-2.
- [10] M. Zhu, Z. Du, Z. Yin, W. Zhou, Z. Liu, S.H. Tsang, E.H.T. Teo. Low-Temperature in Situ Growth of Graphene on Metallic Substrates and Its Application in Anticorrosion // *ACS Appl. Mater. Inter*. 8. – 2016. – P. 502-510.
- [11] F. Zhou, Z. Li, G.J. Shenoy, L. Li, H. Liu. Enhanced room-temperature corrosion of copper in the presence of graphene // *ACS Nano* 7. – 2013. – P. 6939-6947.
- [12] S. Chen, L. Brown, M. Levendorf, W. Cai, S.Y. Ju, J. Edgeworth, et. al. Oxidation resistance of graphene coated Cu and Cu/Ni alloy // *ACS Nano* 5. – 2011. – P. 1321-1327.
- [13] Karanveer S. Aneja, H.L. Mallika Böhm, A.S. Khanna, Siva Böhm. Functionalised graphene as a barrier against corrosion // *FlatChem* 1. – 2017. – P. 11-19.
- [14] Mankyu Jo, Hyo Chan Lee, Seung Goo Lee, Kilwon Cho. Graphene as a metal passivation layer: Corrosion-accelerator and Inhibitor // *Carbon* 116. – 2017. – P. 232-239.
- [15] Xiaohui Ye, Zhe Lin, Hongjun Zhang, Hongwei Zhu, Zhu Liu, Minlin Zhong. Protecting carbon steel from corrosion by laser in situ grown graphene Films // *Carbon* 94. - 2015. - P.326-334.
- [16] R.K. Singh Raman, P. Chakraborty Banerjee, Derrek E. Lobo, Hemtej Gullapalli, Madusha Sumandasa, Ashwin Kumar, Lokesh Choudhary, Rachel Tkacz, Pulickel M. Ajayand, Mainak Majumder. Protecting copper from electrochemical degradation by graphene coating // *Carbon*. – 2012. – P.4040-4045.
- [17] Dhiraj Prasai, Juan Carlos Tuberquia, Robert R. Harl, G. Kane Jennings, Kirill I. Bolotin. Graphene: Corrosion-inhibiting coating // *ASC Nano*. – 2012. – P.1102-1108.
- [18] G.A. Baygarinova, N.R. Guseinov, M.A. Tulegenova, A.M. Ilyin. Antikorrozionnaya zashita poverhnosti medi s pomoshiyu grafena I malosloinyh grafenovyh nanostruktur // *Mezhdunarodnoe nauchnoe obiedinenie "Prospero": Tehnicheskie nauki*. – Moskva, 2015. – 11. -23. – Str. 22-26.
- [19] N.T. Kirkland, T. Schiller, N. Medhekar, N. Birbilis. Exploring graphene as a corrosion protection barrier // *Corros. Sci*. – 2012. – V. 56. – P. 1-4.

[20] C.H. Chang, T.C. Huang, C.W. Peng, T.C. Yeh, H.I. Lu, W.I. Hung, et al. Novel anticorrosion coatings prepared from polyaniline/graphene composites // Carbon. – 2012. – V. 50. – № 14. – P. 5044-5051.

[21] Y.H. Yu, Y.Y. Lin, C.H. Lin, C.C. Chan, Y.C. Huang. High-performance polystyrene/graphene-based nanocomposites with excellent anti-corrosion properties // J. Polym. Sci. Part A Polym. Chem. – 2014. – V. 5. – №2. P. – 535-550.

[22] S.C. Sahu, A.K. Samantara, M. Seth, S. Parwaiz, B.P. Singh, P.C. Rath, et al. A facile electrochemical approach for development of highly corrosion protective coatings using graphene nanosheets // Electrochem. Commun. 32. – 2013. – P. 22-26.

Тулегенова М.А., Куанышбеков Т.К., Гусейнов Н.Р., Ильин А.М.

Аз қабатты графен нанокұрылымдарын қолдану арқылы мыс бетін температуралық коррозиядан қорғау

Түйіндемe. Осы мақалада аз қабатты графен нанокұрылымын қолдану арқылы мыс қабатын температуралық коррозиядан қорғау үшін зертханалық технология жасалған. Графенді жабудың теориялық және эксперименттік зерттеуі жүргізілді. Мыс-графен-оттегі (Cu-Gr-O₂) жүйесінің компьютерлік модельдері және молекулалық динамика әдісімен орындалаған теориялық есептер ұсынылды. Мыс сынақтарын зерттеудің негізгі әдісі - энергия дисперсиялық спектроскопия әдісі. Графен жабынын қолданар алдында жабындар сутегі ортасында алдын ала тазартылды, одан кейін графенді жабын газды фазадан химиялық тұндыру әдісімен қалыптастырылды. Графенмен жабылған үлгілердің тотығу дәрежесін салыстыру үшін, мыс төсендісі ауа атмосферасында температура әсерімен тотықтырылған. Нәтиже бойынша, мыстан жасалған қабыршықты тотығудан аз қабатты графенмен қорғау сенімділігі дәлелденді. Графен іс жүзінде және компьютерлік модельдеу бойынша оттегін мүлде өткізбейді.

Түйін сөздер: графен, азқабатты графен, антикоррозиялық жабын, CVD технология, энергодисперсиялық спектроскопия, молекулалық динамика әдісі.

Tulegenova M.A., Kuanyshbekov T.K., Guseinov N.R., Ilyin A.M.

Protection of copper surface against thermal corrosion by few-layer graphene nanostructures

Summary. In this paper, a laboratory technology for protection of copper surface from temperature corrosion by few-layer graphene nanostructures was developed. A theoretical and experimental study of graphene coating was carried out. Computer models of the copper-graphene-oxygen system (Cu-Gr-O₂) and theoretical calculations performed by the molecular dynamics method were presented. The main method of studying copper samples was the method of energy-dispersive spectroscopy. Prior to the application of the graphene coating, the substrates were pre-cleaned in a hydrogen medium, after which the graphene coating was formed by the chemical vapor deposition method. To compare the oxidation degree of samples covered with graphene and without it, copper substrates were oxidized at a temperature exposure in air atmosphere. The results showed reliability of protection of copper plate by few-layer graphene from oxidation. Graphene is practically impermeable to oxygen, which is coordinated with computer simulation.

Key words: graphene, few-layer graphene, anticorrosive coating, CVD technology, energy dispersive spectroscopy, molecular dynamics method.

УДК 663.51.014/019

Э.Б. Аскарбеков¹, Г.И. Байгазиева², А.К. Кекибаева²

¹Казахский Национальный аграрный университет,

²Алматинский технологический университет,

Алматы, Республика Казахстан, erik_ab82@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДРОЖЖЕЙ НА ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ЭТАНОЛА ПРИ СБРАЖИВАНИИ СИРОПА САХАРНОГО СОРГО

Аннотация. В данной работе изучен процесс сбраживания сиропа сахарного сорго, как нетрадиционного вида сырья в технологии получения этилового спирта. Определяющее влияние на процесс сбраживания сиропа оказывает величина первоначального засева дрожжей. Исходя из этого, представляло интерес определить влияние количества засевных дрожжей расы EthanolRed на эффективность сбраживания соргового суслу, накопление этанола и примесей. Увеличение концентрации засевных дрожжей от 5 до 20 г/дм³ приводит к сокращению периода главного брожения сиропа из сока сорго, но не обеспечивает содержание сбраживаемых углеводов в получаемых бражках, предусмотренных регламентом 0,45 г/100 см³. Оптимальной является концентрация

засевных дрожжей равной 10 г/дм³. При этой концентрации накапливается большее количество этилового спирта и меньшее количество суммы примесей.

Ключевые слова: сироп сахарного сорго, *Saccharomyces Cerevisiae*, спиртовое брожение, этиловый спирт, ацетальдегид.

Введение Сорго – уникальное злаковое растение, как по своим биологическим особенностям, так и по хозяйственным признакам. Обладает явно выраженным количественным признаком, так как различают четыре вида сорго: зерновое, сахарное, травянистое и венечное. Основными достоинствами его являются исключительная засухоустойчивость, солевыносливость, высокая продуктивность, стабильность урожаев по годам, легкость переработки и универсальность использования [1-5]. Экономически более эффективно использовать сахарное сорго в пищевых и энергетических целях. В настоящее время эти направления самые приоритетные во всем мире [6]. В соке стеблей сорго содержится 18-20% сахаров, которые по качеству имеют ряд преимуществ. В природе не существует другого растения, которое могло бы так быстро синтезировать сахарозу. Из-за содержания в большом количестве в соке сахарного сорго глюкозы и растворимого крахмала, в нем не образуется кристаллический сахар. Из сока можно получить сироп 75% концентрации с повышенным содержанием фруктозы и глюкозы, обладающие высокой ценностью [7,8].

Сок из стеблей сорго с высоким содержанием углеводов представляет собой ценное сырье для производства этилового спирта [9].

Необходимо отметить, что получение этанола из сахарного сорго, в сравнении с зерновым сырьем, менее затратное и позволяет высвободить огромное количество семян злаковых для пищевой и комбикормовой отраслей, позволяя создать безотходную технологию при ее переработке. Получение этанола из сорго развивается в трех направлениях: биотопливо, алкогольные напитки и спирт для медицины [10].

На выход и качество этилового спирта влияет много факторов: концентрация сахара, кислотность и pH сусле, температура брожения, раса применяемых дрожжей.

В производстве спирта его качество зависит не только от определенных режимов дистилляции и ректификации, но и существенную роль играют также процесс брожения и метаболиты дрожжей [11,12].

Условия брожения (интенсивность аэрации, концентрация сахаров, кислотность, температура брожения) и специфика дрожжей должны быть направлены на максимальную алкогольегенность дрожжей и низкие концентрации продуцируемых вторичных метаболитов [13].

Повышение рентабельности производства и улучшение качества готовой продукции может быть обеспечено совершенствованием технологии использования дрожжей-сахаромицетов, играющих важнейшую роль в обеспечении ключевых биотехнологических процессов. В связи с этим огромный практический интерес представляет возможность использования штаммов дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae* при получении этилового спирта из сиропа сорго [14].

Вопросами совершенствования технологии по переработке сахарного сорго и использования его в различных отраслях сельского хозяйства посвящено много работ ученых дальнего и ближнего зарубежья: J.Russel, EspinozaL., Шепель Н.А., Щербаков В.Я., Кадыров С.В., а также отечественных ученых: Изтаева А.И., Чоманова У.Ч., Сарсенбаева Б.А. и др [15,16].

Для спиртового производства сорговый сироп – наилучшее сырье. Ценность его заключается в том, что наряду с высоким содержанием сахара в ней находятся все вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности дрожжей. При переработке соргового сиропа упрощается технологическая схема, так как исключаются операции разваривания сырья и осахаривания.

В связи с этим, очевидно, что проведение работ, касающихся теоретических и экспериментальных исследований, направленных на создание безотходной технологии переработки отечественных сортов сорго и выделение из него этилового спирта, является одной из актуальных задач, решение которой позволит создать ресурсосберегающую технологию и быть конкурентоспособным на рынке сельскохозяйственной продукции Республики Казахстан [17].

Объекты и методы исследования Основным объектом исследования для получения этилового спирта являлся сироп из сахарного сорго отечественной селекции Казахстанский -20, а также дрожжи *Saccharomyces Cerevisiae* расы Ethanol Red.

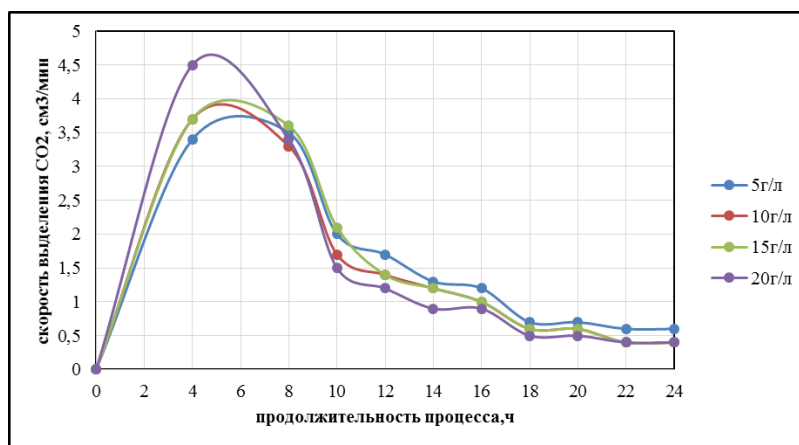


Рис. 1. Динамика выделения диоксида углерода при сбраживании сусла с различной концентрацией засевных дрожжей

Содержание этилового спирта определяли металлическим или стеклянным спиртомером с применением термометра с ценой деления 0,5 град[18].

Метод определения альдегидов основан на способности их выделять из бесцветной фуксинсернистой кислоты фуксин, окрашивающий смесь в красный цвет, и на сравнении интенсивности полученных окрасок исследуемого раствора и типовых растворов, содержащих известное количество уксусного альдегида. При определении содержания альдегидов спирт разбавляли до объемной доли 50 %, так как в спиртовых растворах с большим содержанием этанола происходит выделение дисульфита натрия из прибавленного раствора. Интенсивность окраски определяли фотоэлектроколориметром [19].

Результаты и обсуждение. Определяющее влияние на процесс сбраживания сиропа, размножение дрожжей в ходе брожения и продукты их метаболизма оказывает величина первоначального засева. Исходя из этого, представляло интерес определить влияние количества засевных дрожжей расы EthanolRed на эффективность сбраживания соргового сусла, накопление этанола и примесей.

Для проведения эксперимента использовали подготовленное сорговое сусло с концентрацией сухих веществ 20% и спиртовые дрожжи *Saccharomyces Cerevisiae* расы EthanolRed. Количество засевных дрожжей изменяли от 5 до 20 г/дм в пересчете на 75% влажность. Брожение осуществляли при температуре 35°C. Полученный данные приведены в графике 1.

Анализ полученных данных графика 1 показал, что интенсивность выделения углекислого газа в пробах линейно зависит от концентрации засевных дрожжей, чем больше начальная концентрация засевных дрожжей, тем выше интенсивность выделения углекислого газа и меньше период главного брожения. Для расы EthanolRed период главного брожения заканчивается к 10 часу. Это связано с тем, что у расы EthanolRed к 6-8 часу накапливается большое количество дрожжевых клеток и высокое количество этилового спирта (рисунок 2).

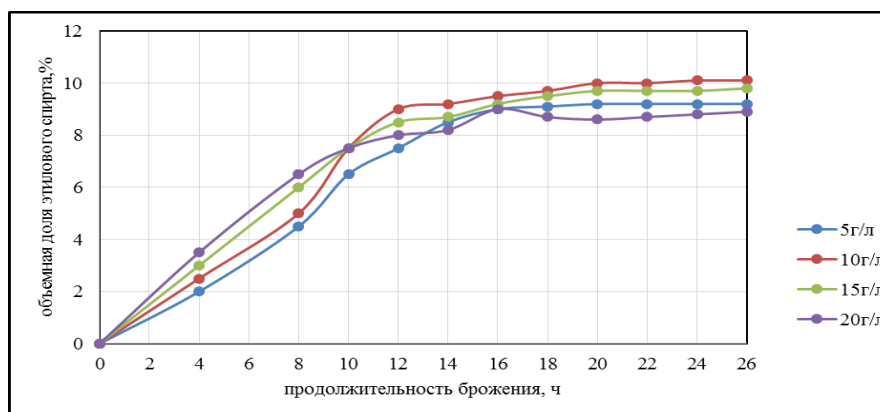


Рис. 2. Динамика накопления этилового спирта при сбраживании сусла с различной концентрацией засевных дрожжей

Анализируя полученные данные наибольшее количество этилового спирта накапливалось при начальном засеве 10 г/дм и составило 10,61% об. Это можно объяснить воздействием на дрожжи в период главного брожения более слабых концентраций спирта и более низкими тратами Сахаров на построение биомассы дрожжевой популяции. Для расы EthanolRed еще на протяжении 10 часов продолжается стадия главного брожения, а скорость дображивания увеличивается, так как раса Ethanol Red обладает собственной глюкоамилазной активностью, а скорость дображивания, как показано многими авторами не зависит от количества дрожжей, а определяется главным образом содержанием глюкоамилазы [20].

С возрастанием концентрации засевных дрожжей содержание ацетальдегида увеличивается до 8-16 часа брожения (рисунок 3), затем постепенно снижается.

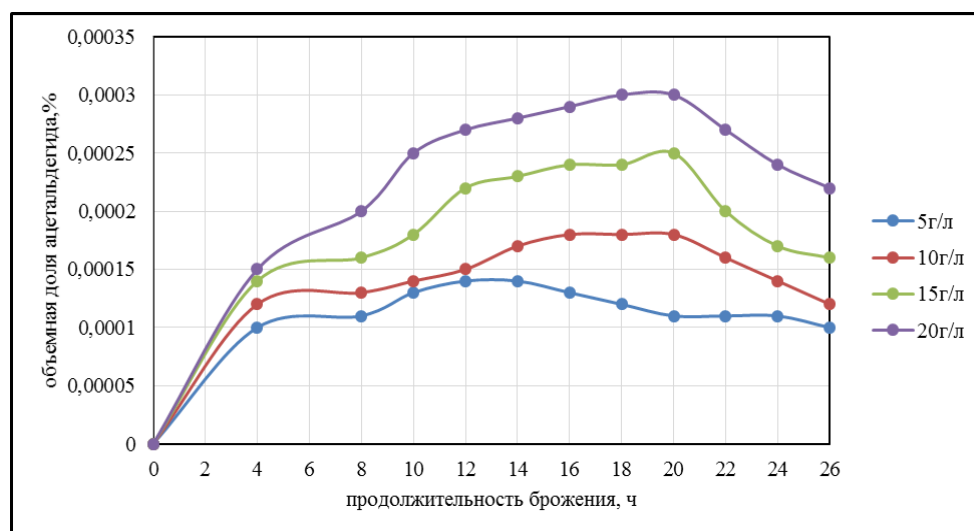


Рис. 3. Динамика накопления ацетальдегида при сбраживании суслу с различной концентрацией засевных дрожжей.

В результате проведенных исследований также наблюдается равномерная динамика накопления этилацетата во время всего процесса сбраживания суслу и зависит от величины засевных дрожжей. Объемная доля изоамилола, изобутанола и пропанола возрастает в процессе брожения неравномерно, максимальное накопление наблюдали во время главного брожения. Во время стадии дображивания накопление этих примесей происходит менее интенсивно, причем конечное накопление зависит от концентрации засевных дрожжей и увеличивается с ее увеличением (таблица 1).

Таблица 1. Технологические показатели бражки при переработке соргового суслу дрожжами *Saccharomyces Cerevisiae* расы Ethanol Red

Показатели бражки через 72ч	Концентрация засевных дрожжей, г/дм ³			
	5	10	15	20
Этиловый спирт, % об.	10,07	10,61	10,3	10,0
Ацетальдегид, $\times 10^{-4}\%$ об.	2,12	2,76	3,04	3,62
Этилацетат, $\times 10^{-4}\%$ об.	1,9	1,85	1,78	1,71
Изобутанол, $\times 10^{-4}\%$ об.	6,2	7,15	7,98	8,80
Пропанол, $\times 10^{-4}\%$ об.	6,63	7,0	7,62	8,23
Изоамилол, $\times 10^{-4}\%$ об.	28,2	29,3	30,4	31,5
Сумма примесей, $\times 10^{-4}\%$ об.	45,05	48,06	50,81	53,86
Сбраживаемые углеводы, г/ 100 см ³	1,71	1,62	1,58	1,53
Нерастворённый крахмал, г/100 см ³	0,09	0,08	0,07	0,05

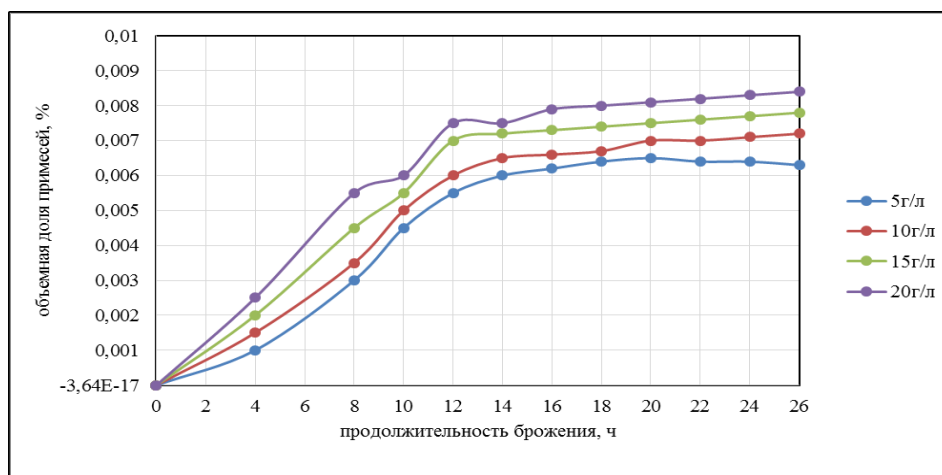


Рис. 4. Динамика накопления суммы примесей при сбраживании суслу с различной концентрацией засевных дрожжей

Объемная доля суммы примесей возрастает во время всего процесса сбраживания суслу (рисунок 4), причем наиболее интенсивное накопление происходит во время главного брожения. Конечное накопление суммы примесей увеличивается с возрастанием концентрации засевных дрожжей.

Вывод На основании полученных данных можно сделать следующие выводы: увеличение концентрации засевных дрожжей от 5 до 20 г/дм³ приводит к сокращению периода главного брожения сиропа из сока сорго, но не обеспечивает содержание сбраживаемых углеводов в получаемых бражках, предусмотренных регламентом 0,45 г/100 см³. Оптимальной является концентрация засевных дрожжей равной 10 г/дм³. При этой концентрации накапливается большее количество этилового спирта и меньшее количество суммы примесей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Балакай С.Г. Сорго – культура больших возможностей // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации:электрон.периодич. изд. - 2012. - №1.- С. 8.
- [2] Алабушев А.В. Уникальные возможности сорго // Земледелие. – 2000. – №3. – С. 19-21.
- [3] Кононенко С.И. Перспективы применения сорго в животноводстве // Политематический сетевой электрон. Науч. журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №90.- С. 1-28.
- [4] Кадыров С. В. Особенности возделывания и использования сорго на корм в условиях ЦЧР // Вестник воронежского государственного аграрного университета. – 2012. – №1. – С. 49-53.
- [5] Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Маринов М.Г. «Динамика образования этанола в процессе сбраживания дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* расы EthanolRed» // Вестник КазНУТУ. – 2016. - №5.- С. 99-104.
- [6] Дронов А.В. Перспективы использования сорговых культур в кормопроизводстве Брянской области // Вестник БГСХА.-2012.- №4.- С.34-35.
- [7] Болдырева Л. Л., Бритвин В. В. Перспективы использования сорго сахарного для производства концентрированного сиропа // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоре.-2012. - №2. - С. 46-49.
- [8] Большаков А. З. Сорго как сырьевой ресурс в кормопроизводстве // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №3. - С. 5-9.
- [9] Курило В.Л., Ганженко А.Н., Герасименко Л.А. Продуктивность сахарного сорго как сырья для производства биотоплива // Сахарная свёкла. – 2013. – №4. – С. 38-42.
- [10] Сарсенбаев Б. А. Соргосахарное перспективная культура многоцелевого использования // Биология және медицина сериясы. – 2014. - №3.– С. 3-8.
- [11] Пат. 10/935,885 США.Production of alcohol from a combination of sweet sorghum and other feedstock / Talluri S., Aare P.; опубл.: 2004.
- [12] Askarbekov E.B., Baigazieva G.I. Sweet Sorghum Use in the Production of Alcohol // Research Journal of Applied Sciences. – 2015. - №1. – P. 501-504.
- [13] Laopaiboon L. et al.Ethanol production from sweet sorghum juice in batch and fed-batch fermentations by *Saccharomyces cerevisiae* // World Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2007. – Vol. 23, №10. - P.1497–1501.
- [14] Мартыненко Н.Н. Биотехнологические основы высокоэффективных препаративных форм дрожжей рода *Saccharomyces*: автореф. ... док. биол. наук: 03.00.23. - М., 2009. – 49 с.
- [15] Сарсенбаев Б.А., Киршибаев Е.А. Перспективные гибриды сахарного сорго для Республики Казахстан // Матер.междунар. науч. конф. по Биологии и биотехнологии растений. – Алматы, 2014. - С. 370-373.

[16] Сарсенбаев Б.А. Биотехнология получения этанола (биотоплива) из сахарного сорго (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.). Возобновляемого и альтернативного источника энергии: отчет о НИР. - Алматы, 2014.- 35 с.

[17] Аскарбеков Э.Б. Биотехнологические основы производства спирта из сиропа казахстанских сортов сорго // дисс... доктора PhD.- Алматы, 2016.- 127с.

[18] Польшалина Г.В. Технохимический контроль спиртового и ликероводочного производства. - М.: Колос, 1999. - 279 с.

[19] Байгазиева Г.И., Аскарбеков Э.Б. Технология спирта: учебное пособие. – Алматы: АТУ, 2015. – 78 с.

[20] Горшков Е.А. Биотехнология этилового спирта из концентрированного осветленного зернового сусла с применением термотолерантных дрожжей *Saccharomyces Cerevisiae* расы У-1986: дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2002.- 220 с.

Аскарбеков Е.Б., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К.

Қонақ жүгері шәрбәтін ашыту кезіндегі этанол жинақталуында ашытқы мөлшерінің әсері

Түйіндеме. Осы мақалада этил спиртінің өндіру технологиясында дәстүрлі емес шикізат түрінде қонақ жүгері шәрбәтінің ашыту үрдісі зерттелді. Шәрбәтті ашыту процесіне айқындаушы әсері бастапқы ашытқы егу шамасының мөлшері болып табылады. Ол үшін егілетін EthanolRed ашытқының мөлшерінің этил спиртті жинақталуына және қоспалардың әсерін анықтау болып табылды. Ашытқы концентрациясының арттыру 5-тен 20 г / дм³ дейін негізгі ашу процессінің тездетуіне әкеледі, құжат бойыншадағы 0,45 г / 100 см³ көмірсу концентрациясын сақтамайды. Оптималды - 10 г / дм³ егілетін ашытқысының концентрациясы болып табылды. Бұл концентрацияда этил спирті үлкен мөлшерде жинақталынады және аз мөлшерде қоспалар қосылады.

Тірек сөздер: қонақ жүгері шәрбәті, *Saccharomyces Cerevisiae*, спирттік ашу, этил спирт, ацетальдегид.

Askarbekov E.B., Baygazieva G.I., Kekibaeva A.K.

Effect of the amount of yeast on the process of ethanol accumulation during fermentation of sugar sorghum syrup

Summary. In this paper, the process of fermentation of sugar sorghum syrup as an unconventional type of raw material in technology for producing ethyl alcohol has been studied. The determining effect on the process of syrup shedding is the magnitude of the initial yeast sowing. Proceeding from this, it was of interest to determine the effect of the amount of yeast races of the EthanolRed ration on the efficiency of fermentation of sorghum, the accumulation of ethanol and impurities. An increase in the concentration of yeast from 5 to 20 g / dm³ leads to a shortening of the period of glacial fermentation of the syrup from sorghum juice, but does not provide the content of carbohydrates in the received briquettes provided by the regulation of 0.45 g / 100 cm³. The optimum is the concentration of seed yeast equal to 10 g / dm³. At this concentration, more ethyl alcohol is added and a smaller amount of impurities is added.

Key words: syrup of sugar sorghum, *Saccharomyces Cerevisiae*, alcohol fermentation, ethyl alcohol, acetaldehyde.

UDK. 637.25

**Ф.Т. Диханбаева, Ш.А. Абжанова, Л.С. Сыздыкова,
Б.А. Рскелдиев, Н. Сапарәлі, А. Хажимуқан**
(Алматы технологиялық университеті,
Алматы, Республика Қазақстан
E-mail:sholpan-ab@mail.ru)

ГЕРОДИЕТАЛЫҚ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ АССОРТИМЕНТІН КЕҢЕЙТУ

Түйіндеме. Ұсынылып отырған мақалада тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары өсімдік текті шикізаттарды қосу арқылы геродиеталық мақсаттағы ет жартылай фабрикаттары - жаңа котлет үлгілерінің рецептурасы ұсынылған. Зерттеу нәтижесінде котлеттердің биологиялық құндылығын арттыру мақсатында оның құрамындағы бидан наны асқабақ ұнтағы, қарақұмық ұны, ұнтақталған сұлы ұлпасымен алмастырылған.

Түйін сөздер: геродиеталық тамақтану, ет өнімдері, өсімдік шикізаттары, жармалар, қоспалар, тағамдық құндылығы.

Қазіргі кезде геродиеталық тамақтануда тағам өнімдерінің ассортименті шектелген және де басым бөлігі сүт пен нан-тоқаш өнімдеріне қатысты. Осыған орай, егде жастағы адамдардың тамақтануының құрылымын жақсарту, геродиеталық өнімдердің ассортиментін кеңейту және отандық шикізат ресурстарын тиімді пайдалану мақсатында, геродиеталық бағыттағы сүтті-өсімдікті,

етті-өсімдікті негіздегі көпкомпонентті өнімдердің технологиясын жасау бойынша жаңа бағытты тұжырымдау маңызды болып табылады [1].

Әлеуметтік-экономикалық мағынасы бар өзекті мәселелердің бірі -егде жастағы тұрғындардың тамақтануын жақсартудағы тағамдардың сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ете отырып, оларға арналған өнімдерді өндіруді ұйымдастыру, яғни сүт, ет, көкөніс консервілерінің ассортиментін кеңейту арқылы геродиеталық тағам өнімдерін өндіру болып табылады.

Сондықтан, биологиялық белсенді заттармен байытылған сүт, ет және өсімдік шикізаттарын қолданып, геродиеталық тамақтану үшін тағам өнімдерін жасау жоспарлануда, олардың пайдалылығы - ет өнімдерінің амина- және майқышқылды құрамын теңдестіруге, тағамдық құндылығын жоғарлатуға, геропротекторлы қасиет беруге мүмкіндік беруінде болып отыр[1.2].

ҚР егде жастағы тұрғындарының тамақтануы үшін функционалды қоспалармен байытылған және геродиеталық тамақтану үшін басым функционалды бағыттағы тағам өнімдерін тұтынуға деген сұраныстың артуымен тағам өнімдерінің өнеркәсіптік өндірісін меңгеру және жасау бойынша мақсатты бағытталған зерттеулерді жүргізудің қажеттілігі басым, өнімге геропротекторлардың табиғи көздерімен (антиоксиданттар, дәрумендер, минералдар) функционалды ингредиенттерді (минералды заттар, аминқышқылдар) қосу арқылы егде жастағы адамдардың әлеуметті маңызды ауруларының (жүрек-қан тамырлары, инсульт, қант диабеті және т.б) даму қаупін алдын алу мүмкіндіктеріне қол жеткізуге болады[3].

Осыған орай, аталған жұмыста геродиеталық тамақтану үшін, қоғамдық тамақтандыру кәсіпорындарында кеңінен ұсынылатын котлет өнімінің тағамдық және биологиялық құндылығын арттыру мақсатында, сондай-ақ арнайы топтағы адамдар үшін тағайындалған тамақтану өнімдерінің рационасын байытып, ассортиментін кеңейту үшін, котлет рецептурасындағы бидай нанын құрамында адам ағзасына пайдалы тағамдық заттарға бай жарма және көкөністермен алмастыру ұсынылады.

Котлет — етті ет тартқыштан өткізіп, пияз қосып, қуырып, бұқтырып, су буына пісіретін тағам болып табылады. Ет жартылай фабрикатын дайындауда негізгі шикізат ретінде 1 және 2 категориялысыыр етінен жасалған фарштардың химиялық құрамы салыстырылды[5].

1 кесте. Негізгі шикізаттың химиялық құрамы

Химиялық көрсеткіштер, %	Сыыр етінен дайындалған фарш	
	1-категориялы	2-категориялы
Ақуыз	18,6	21,3
Май	16	7,7
Калориясы, ккал	218	168
Витаминдер мен минералды заттар, мг:		
В ₁ витамин	0,06	0,07
В ₂	0,15	0,18
РР	4,7	5,0
кальций	9,0	10,0
магний	22,0	25,0
темір	2,70	2,90
калий	325	355
фосфор	188	200
натрий	65	73

Талдау нәтижесінде, негізгі шикізат ретінде құрамындағы май мөлшері төмен сәйкесінше калориясы төмен, витаминдік және минералды құрамы жоғары 2 категориялы сыыр етінен дайындалған фарш алынды.

Өсімдік текті шикізат ретінде ұнтақталған сұлы ұлпасы және қарақұмық ұны, ал өсімдің шикізатынан асқабақкөкөнісі алынды.

Төрт түлік мал етінің химиялық құрамы малдың түріне, тұқымына, жынысына, жасына, қондылығына тығыз байланысты. Қолда өсірілген малдың етінде орта есеппен 52,8-73,7 пайыз су, 15-20,3 пайыз белок, 5,8-29,4 пайыз май, 0,8-1,1 пайыз күл болады. Және де әрбір мал түлігі етінің бір-бірінен биохимиялық құрамы мен дәмі жағынан айырмашылығы бар. Сыыр етінде гистамин көп болса, мал

етіне қарағанда құс етінде коллаген мен эластин аз және жеңіл қорытылады. Мамандар еттің өте пайдалы тағам екенін, алайда оны шамадан артық жеудің зиян келтіруі мүмкіндігін еске салады. Жалпы, жеңіл дене еңбегімен шұғылданатын ересек кісілерге күніне 150-200 грамм ет жеу жеткілікті. Негізінен, етте толып жатқан минералды заттар, соның ішінде темір мен дәрумендер бар. Әсіресе, бауыр темірге, А1, В2, В12 дәрумендеріне бай. Ең маңыздысы, еттің құрамындағы экстрактивті заттардың болуы[6.7].

Жылқы еті – қазақ халқы тағамтануында ерте кезден-ақ ерекше орын алады. Жылқы еті тағамдық және биологиялық тұрғыда құнды өнім және Қазақстан өнеркәсібінде кең қолданылады. Ол емдік қасиеттерге ие, ал бұл бай химиялық құрамына, тірі жылқының барлық инфекциялық төзімділігіне, ағзаның үлкен биологиялық және өмірлік энергиясымен түсіндіріледі. Жылқы етінде барлық аминқышқылдар(ауыстырылатын және ауыстырылмайтын) толыққұнды және толыққұнсыз белоктар, минералды заттар(макро және микроэлементтер көп мөлшерден) бар.

Жылқы еті – аса бағалы тағамдық шикізат. Жылқы еті бірінші, екінші санаттағы және құлын еті деп үшке бөлінеді. 1 санаттағы жылқы етінің құрамында 69,6 % су, 19,5% белок, 9,9% май, 1,0% күл болса, екінші санаттағы жылқы етінде 73,9 % су, 20,9% белок, 4,1% май, 1,1% күл бар. Жылқы етінен көптеген ұлттық тағамдар жасалады[8].

2-кесте. Қосымша шикізаттардың химиялық құрамы (%)

Көрсеткіштер, %	Шикізаттың аталуы		
	Асқабак ұнтағы	Қарақұмық ұны	Ұнтақталған сұлы ұлпасы
Су	90,3	14	12
Көмірсулар, соның ішінде	-	62,1	-
крахмал	24	60,7	60,1
моно-, дисахаридтер	1,5–15	1,4	1,2
Ақуыз	13,5	12,6	
Күлділік	0,4–1,4	1,3	1,7
Май	6,1	3,3	5,88
Витаминдер мен минералды заттар, мг%:			
каротин	2–28	-	-
В ₁	0,05	0,43	0,45
РР	0,5	4,19	4,6
В ₂	0,06	0,20	0,1
В ₉	-	31,8	-
А	1,5	-	-
С	25–40	-	-
Е	4,6	6,7	3,2
кальций	40	20,7	52
магний	14	200	129
темір	78	6,7	3,6
калий	170	380	330
фосфор	25	296	328
натрий	14	3,0	20
күкірт	18	88	88

Қазақ халқы үшін ең қасиетті болып саналатын малы – жылқы екендігі белгілі. Бастықасиеті: жүрек, қан, тамырауруларына: суық райлы адамдар үшін, бүйрек жұмысын жақсартуға, мүшелердің қалтылдағына, буын сүйектерді жібітуге қолданылады.

Ең алдымен жылқы еті құрамында оңтайлы мөлшерде аминдік қышқылы бар, бұл жөнінде ет өнімдерінің бәрінен артық толыққанды малдың белогы болып табылады. Белоктар тек құрлыс материалдары ғана емес, олардың организмде (ағзада) атқаратын қызметі толып жатыр. Олар қанмен бірге ағзаның клеткаларынан оттегі және қоректік заттарды тасымалдауға қорғаушы имунитет қызметін қамтамасыз етеді, барлық ферменттер жүйесімен гормондардың, онсыз эстетірішіліктің өзін қамтама-

сыз етуге мүмкіндік болмайтын биологиялық процестердің құрамдас бөлігі болып табылады. Белоктардың тапшылығына уқастың көңіл күйіне әсеретеді, оны нәл-куатын кетіреді, халін нашарлатады, тәбетін қашырады, ағзаның әртүрлі жұқпалы ауруларға, іштей улануға, стрестік, оқыс жағдайларға қарсы тұру қабілетін кемітеді. Тамақта үнемі белоктардың жетіспеуі ағзаның өзіндегі белоктардың, былайша айтқанда, ферменттік белоктардың түзілуінің бұзылуына әкеп соқтырады, ал бұл көптеген ферменттік жүйелердің белсенділігін тежейді [8].

Сұлы ұлпасы – жүйке жүйесінің бұзылуынан, депрессия мен әлсіздіктен қорғайды[9]. Сұлы ұлпасының құрамында кремний көп болғандықтан туберкулездің дамуының алдын алады, қан құрамындағы ортақ холестерин мөлшерін төмендетеді; қанттың кенеттен көтерілуін болдырмауға әсер етіп, қант диабетімен ауыратындарға көмектеседі; кейбір ауыр металдарды шығарады; сүйек және бұлшық ет тіндерін нығайтады және т.б.

Сұлы ұлпасының құрамындағы кальций мен фосфордың арқасында адам организміндегі сүйегін қатайтып, тырнақ пен шашты мықты болуына әсер етеді. Сұлы ұлпасының құрамындағы кальций мен магний бұлшық ет шаршауымен күреседі, сондықтан спортпен немесе ауыр қол еңбегімен шұғылданатын адамдарға ерекше пайдалы.

3-кесте. Жаңа котлет түрлерінің рецептуралары

Азық – түліктің аты	Шикізаттардың мөлшері (1 үлеске арналған азық – түлік нормасы, г)			
	Дәстүрлі котлет	№ 1 үлгі (асқабақ ұнтағы)	№ 2 үлгі (қарақұмық ұны)	№ 3 үлгі (ұнтақталған сұлы ұлпасы)
Жылқы еті	56	56	56	56
Бидай наны	14	-	-	-
Пияз	10	10	10	10
Жұмыртқа	7	7	7	7
Кептірілген нан	8	8	8	8
Асқабақ ұнтағы	-	15	-	-
Қарақұмық ұны	-	-	15	-
Ұнтақталған сұлы ұлпасы	-	-	-	15
Жартылай өнім массасы	95	96	96	96

Қарақұмық ұны—жоғары калориялығымен, жақсы дәмдік сапасымен ерекшеленеді және диеталық қасиеттері бар.құрамында көмірсулар, пайдалы ақуыз және май, құрамында қаныққан және қанықпаған май қышқылдары; тағамдық талшықтар, крахмал, өте көп мөлшерде витаминдер мен минералды заттар(кобальт,фто,марганец,мыс,йод,мырыш,никель)бар [10.11].

Қарақұмық көптеген қасиетке ие: көзге пайдалы;қант мөлшерін реттей алу қасиетіне ие, ондағы көмірсулар баяу қорытылуы диабет ауруына шалдыққандар үшін аса маңызды;фоли қышқылына және рутинге бай, иммундық жүйесін қатайтып, анемиядан қорғап, қан тамырларын нығайтады;өсімдік флавоноидына бай болғандықтан, ол ағзаны түрлі онкологиялық аурулардан қорғайды;ағзадағы токсиндер мен артық суды сыртқа шығарады;қабынған теріні жұмсартады және емдейді.

Асқабақ(Cucurbita Moschata)- құнды емдәмдік және емдік өнім. Жемістер жұмсағын бауыр, бүйрек ауруларында, подаграда тағайындайды. Асқабақ β –каротиннің көзі (> 80%), ол сонымен қатар каротин алу үшін шикізат болып табылады. Оның құрамында аз мөлшерде лютеин, ликопин, α–каротин және цис–β–каротин, алкалоидтар , флавоноидтар, пальмитин, олеин және линол қышқылдары бар[12,13].

Асқабақ ұнтағының тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары, құрамында (%): липидтер, соның ішінде полиқанықпаған май қышқылдары -3,2; тағамдық талшықтар -25,5, пектин -16,9; майда және суда еритін витаминдер(мг/100г): В₄ -121,5; РР -5,3; В₃ -2,6; В₆ -0,9; β– каротин -65,45; микроэлементтерден (мг/100 г): мырыш -2720, мыс -2040, фтор -970, селен -47, йод -10 болады.Асқабақта клетчатка жеткіліксіз болса да, асқазан ауруларына пайдалы пектинге бай,ағзадан холестеринді шығарады [14,15].

Осындай тағамдық және биологиялық құндылыққа ие қосымша шикізаттар қосылған және құрамы пайдалы құрам бөліктермен байытылған геродиеталық мақсаттағы ет жартылай фабрикааты – котлеттердің жаңа рецептуралары ұсынылады.

4 кесте. Жаңа котлет түрлерінің рецептуралары

Азық – түліктің аты	Шикізаттардың мөлшері (1 үлеске арналған азық – түлік нормасы, г)			
	Дәстүрлі котлет	№ 1 үлгі (асқабақ ұнтағы)	№ 2 үлгі (қарақұмық ұны)	№ 3 үлгі (ұнтақталған сұлы ұлпасы)
Сыыр еті	56	56	56	56
Бидай наны	14	-	-	-
Пияз	10	10	10	10
Жұмыртқа	7	7	7	7
Кептірілген нан	8	8	8	8
Асқабақ ұнтағы	-	15	-	-
Қарақұмық ұны	-	-	15	-
Ұнтақталған сұлы ұлпасы	-	-	-	15
Жартылай өнім массасы	95	96	96	96

Ол үшін дәстүрлі котлет өнімінің рецептурасындағы бидай нанын өсімдіктік текті құрам бөліктермен алмастыру арқылы ең оңтайлы рецептура алынды. Яғни, жүргізілген тәжірибелер негізінде құрамына 15г-нан қосымша көкөніс, жарма шикізаттары қосылған котлеттер ең жақсы сапаға ие болды. Котлеттер екі түрлі етпен әртүрлі қоспа қосу арқылы жасалды. Нәтижелері жақсы көрсеткішке ие болды, басқе да зерттеу жұмыстары жүргізілуде.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Күзембаева Г., Күзембаев Қ., Смағұлова А., Альжанова А. Қоғамдық тамақтандыру өнімдерінің технологиялары. – Алматы, 2007. –252б.

[2] Кузнецова Н.В., Ройтенберг И.Г., Сырникова Т.В., Анохина Ю.В. «Котлеты и К» – ООО «Издательский дом «Аркаим», 2010. –94с.

[3] Лагутина Л.А., Лагутина С.В. «Котлеты» кулинарная школа Лагутиных – 2004 – 205с.

[4] Актуальные проблемы социальной геронтологии. Учебнометодическое пособие под общей редакцией академика РАН В.И. Жукова. 2-е изд. доплн. и перераб. – М.: Изд. «Гном и Д», 2008. – 23 с.

[5] Ажмулдинов, Е. А. Повышение эффективности производства говядины / Е.А. Ажмулдинов, П.И. Бельков, В.И. Левахин – Оренбург, 2000. – 274 с.

[6] Алехина, Л.В. Системная методология в решении задач разработки, производства и использования пищевых добавок Л.В. Алехина // Мясная индустрия. – 2000. – №7. – С. 37-39. 4

[7] Андреевко, Л.Г. Вопросы питания пожилых / Л.Г. Андреевко, Т.А. Антипова, С.В. Симоненко – М.: –2007. – 275 с.

[8] Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: «ГРАНТЬ», 2002. –295 с.

[9] Касьянов, Г.И. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста / Г.И. Касьянов, А.А. Запорожский, С.Б. Юдина – Ростов-на-Дону: издательский центр Март. – 2001. – 192 с.

[10] Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технологии. – Новосибирск: Сиб. унив. издательство, 2004. – 548 с.

[11] Титов Е.И. Технологии комбинированных продуктов геродиетического назначения // Пищевая промышленность. – 2000. - №12. – С. 14-15.

[12] Буламбаева А.А., Драгоев С.Г., Узакоев Я.М. Нови подходи за създаване на функционални месни продукти // «Хранително-вкусова промишленост». – 2014. - № 1. - С. 33-36

[13] Bulambayeva A.A., Vlahova-Vangelova D.B., Dragoev S.G., Balev D.K., Uzakov Y.M. Development of New Functional Cooked Sausages by Addition of Goji Berry and Pumpkin Powder // American Journal of Food Technology. - 2014. - V. 9. Iss.4. - P. 180-189.

[14] D.B.Vlahova-Vangelova, Sh. Abzhanova, S. G.Dragoev Influence of marinating type on morphological and sensory properties of sheep Scientific works volume lx «Food science, engineering and Technologies-2013» 18-19 October 2013, Plovdiv.235-247p.

[15] D.B.Vlahova-Vangelova, Sh. Abzhanova, S. G.Dragoev Influence of the marinating type on the morphologica And sensory properties of horse meat Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 13(4) –2014, 403-411.

Диханбаева Ф.Табжанова Ш.А., Сыздыкова Л.С., Рскелдиев Б.А. Сапарәлі Н., Хажимуқан А.

Expansion of assortment of meat products for heroin production

Summary. The article presents recipes for new types of meatballs with increased food and biological value - meat semi-finished products with plant raw materials for gerodietic nutrition. As a result of research in order to increase the biological value of new types of cutlets, the use of wheat bread in the recipe is replaced with pumpkin powder, buckwheat and oatmeal.

Key words: geodetic nutrition, meat products, cereals, vegetable raw materials, supplements, nutritional value.

Диханбаева Ф.Т., Абжанова Ш.А. Сыздыкова Л.С. Рскелдиев Б.А. Сапарали Н. Хажимуқан А.

Расширение ассортимента мясных продуктов для геродиетического производства

Резюме. В статье представлены рецептуры новых видов котлет повышенной пищевой и биологической ценностью - мясных полуфабрикатов с растительным сырьем для геродиетического питания. В результате исследования в целях повышения биологической ценности новых видов котлет использование пшеничного хлеба в рецептуре заменено тыквенным порошком, гречневой и овсяной мукой.

Ключевые слова: геодиетическое питание, мясные продукты, крупы, растительное сырье, добавки, пищевая ценность.

UDC 532.517.4

S. Bolegenova, Sh. Ospanova, B. Rakhat, A. Arystan, A. Turbekova, M. Turgynov

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: Shynar.Ospanova@kaznu.kz)

COMPUTER SIMULATION OF THE BREAKUP, DISPERSION AND EVAPORATION PROCESSES OF LIQUID HYDROCARBON FUELS' DROPLETS

Abstract. This article is devoted to the study of breakup, dispersion and evaporation of drops of two types of liquid fuels. The octane and dodecane were used as liquid fuels in the researches. There was also constructed the model of the combustion chamber in a cylinder form. During the numerical simulation has been determined optimum combustion mode for two types of liquid fuel. Optimum pressure for octane was 100 bar and for dodecane was 80 bar. Optimal injection mass for octane was 6 mg and for dodecane was 7 mg. Under these optimum values the computational experiments to study of ignition and combustion of octane and dodecane were conducted.

Keywords: combustion, numerical simulation, octane, dodecane, combustion chamber.

One of complex challenges of thermal physics is the numerical study of the combustion of liquid fuels, due to accounting of a large number of complex, interrelated processes and phenomena. Therefore, numerical simulation is becoming vitally important in the area of study of combustion processes and design of different devices, which use combustion process. Undoubtedly, in the future its role will increase. Having opportunity to optimize some experiment on the basis of its virtual prototype making wide distribution of Methods of computing hydrodynamics over the thermal physics. Obviously, in this days all problems arising in aerodynamics and hydrodynamics at the numerical solution of the equations of Navier - Stokes, will be hardly solved. Therefore, due to the dramatic popularity of numerical studies in solving scientific and technical problems, it is necessary to ensure more possibilities of scientific and practical sides of this issue. Methods of mathematical modeling can be the most successful condition to solve practical issues in each subject area.

Improved prospects of wide using of methodology and the specific physical results in considered areas and also paths of more efficient application of methods of mathematical modeling which use the modern computer technology in various subject areas are realized by high level of researches achieved [1]. It is observed that in recent years, produced 60 million cars that is approximately 165,000 cars produced per day, this is the relevance of using of liquid fuels. Nowadays car engines are significantly different from decades ago ones. The main combustion process in engines is the same, but the types of injections are substantially different. For example, modern engines with electronically controlled injection system with air compression mechanism which enhances the combustion process, use only the required amount of fuel [2-4].

Thus, problems of saving energy and improvement of an ecological condition of heat-power object in many respects depend on the organization of high-quality combustion of fuel. However, considering that all available technologies of a fuel-preparation and combustions are practically perfect, but the efficiency and

ecological purity of package boilers in many cases are not well done, consequently, there is a problem of searching of new methods in the field. Simulation of the collapse, dispersion, evaporation and combustion of liquid fuel droplets under different initial conditions is relevant to solve this problems.

Introduction of new technologies requires the considerable expenses, therefore increasing requirements are imposed to methods of projection and working off of equipment. Thus, now, the special attention gets not only creation of efficient physical and mathematical analogs, but also development of new more perfect methods of numerical realization of systems of the subtraction equations describing a convective heat-mass transfer in combustors. Mathematical modelling of combustion of liquid fuels is the complex challenge as it requires the accounting of a large number of the complex interrelated processes and the phenomena such as: multistage chain chemical reactions, transfer of an impulse, heat and weight by a convection, molecular transfer, radiation, turbulence, evaporation of drops of liquid [5].

Size of drops can reach several microns, while the sizes of fuel channels exceed them by several times under atomization of liquid fuel by pneumatic nozzle of the gas-turbine engine. Using uniform grids in describing the collapse of the liquid film on a droplets of various sizes requires correct permission net model of phase boundaries, which leads to unreasonably high computing expenses. Application of a local refinement of grids allows to manage less detailed grids and helps to approach the problem. But there is a question of influence on results of simulation of the dynamic changes of the grid model, associated with the characteristics of airborne-droplet flow instead.

The majority of currents by the nature have turbulent character, a condition of turbulence strongly influences on such parameters of a current as transfer of an impulse, temperatures and concentration of substances in the mixture during the flow motion. In this chapter, the thesis shows the mathematical model describing the burning of liquid fuels on the basis of the equations of conservation of mass (ρ), momentum ($\rho\vec{u}$), energy (E) and concentration (c) [6-8].

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho\vec{u}) = S_{mass}, \quad (1)$$

where \vec{u} - the velocity of the fluid. The source term S_{mass} is a local change of gas density due to evaporation or condensation.

The conservation equation of an impulse of gas has the following appearance:

$$\rho \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \rho(\vec{u} \cdot \operatorname{grad})\vec{u} = \operatorname{div}\vec{\xi} + \rho\vec{g} + S_{mom}. \quad (2)$$

$S_{mom} = 0$ for a single-phase flow of gas; S_{mom} is the local rate of change in momentum in the gas phase due to the movement of droplets for two-phase.

Conservation equation of an internal energy:

$$\rho \frac{\partial E}{\partial t} = \vec{\tau} : \vec{D} - \rho \operatorname{div}\vec{u} - \operatorname{div}\vec{q} + S_{energy}, \quad (3)$$

where \vec{q} - the specific heat flux, it is the Fourier law of heat transfer, $\vec{\tau} : \vec{D}$ is the rate of increase of the internal energy due to viscous dissipation. Source term S_{energy} denotes the contribution to the change of an internal energy due to the presence of atomized liquid or solid phase.

The conservation equation of concentration of a component:

$$\frac{\partial(\rho c_m)}{\partial t} = - \frac{\partial(\rho c_m u_i)}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\rho \cdot D_{c_m} \cdot \frac{\partial c_m}{\partial x_i} \right) + S_{mass}, \quad (4)$$

where ρ_m - a mass density of a component m , ρ - full mass density.

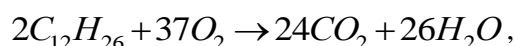
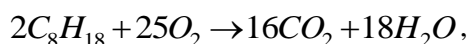
More universal models in engineering calculations of turbulent flows are models with two differential equations. Using in technical flows model with two differential equations [9-11] is the most common. $k - \varepsilon$ is model when two equations for a kinetic energy of turbulence and dissipation rate are solved:

$$\rho \frac{\partial k}{\partial t} + \rho \frac{\partial \bar{u}_j k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + G - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} - \rho \varepsilon, \quad (5)$$

$$\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \rho \frac{\partial \bar{u}_j \varepsilon}{\partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] = c_{\varepsilon_1} \frac{\varepsilon}{k} G - \left[\left(\frac{2}{3} c_{\varepsilon_2} - c_{\varepsilon_3} \right) \rho \varepsilon \delta_{ij} \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \right] - c_{\varepsilon_2} \rho \frac{\varepsilon^2}{k}. \quad (6)$$

This is the standard equation of $k - \varepsilon$. Values, c_{ε_1} , c_{ε_2} , c_{ε_3} , σ_k , σ_ε , are modal constants which are determined from the experiment. Typical values of these constants are commonly used in engineering calculations and are taken from the literature [12-15].

Chemical kinetics of combustion is represented as generalized chemical reactions for the two kinds of fuel - octane and dodecane:



as a result there are the formation of the following combustion products: CO_2 and H_2O .

Model of the combustion chamber in the form of a cylinder which height is 15 cm, diameter is 4 cm. The general view of the combustion chamber is shown in Figure 1. The calculated area consists of 650 cells. Liquid fuel is injected through the nozzle which is located in the lower part of the combustor. The area of the nozzle is equal to $2 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$. Temperature of walls of the combustion chamber 353 K. Initial temperature of the gas in the combustion chamber 900 K, the fuel is injected at 300 K. Initial radius of injected droplets 25 microns. The angle at which droplets are injected equal 10^0 . Combustion chamber pressure is 80 bar, the liquid fuel injection velocity is 250 м/с.

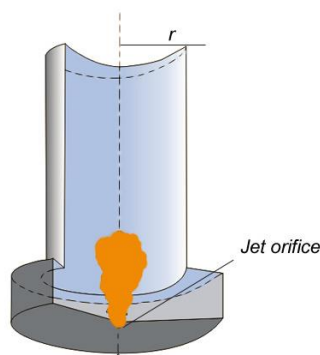


Figure 1. The general view of the combustion chamber

The optimal values of the combustion chamber pressure is 100 bar for octane and 80 bar for dodecan. Overall, it can be concluded that optimal octane mass for injection is 6 mg and 7 mg for dodecane. At this values of the injection mass of liquid fuel temperature reaches the maximum value. Further increase of the injection mass for both octane and dodecane at optimal pressures make worth the combustion process and leads to a further lowering of the temperature

The following figures show the results of numerical simulation of combustion of octane and dodecane in the combustion chamber at the optimal pressure and mass values. Figure 2 shows the distribution of octane droplet by sizes by height of chamber at time $t = 2,5 \text{ ms}$. At time $t = 2,5 \text{ ms}$ octane and dodecane droplets rose to the camera height equal to 0.62 cm and 0.72 cm, respectively. Analyzing the behavior of dodecane it is noticed that it drops rise to a height of 0.72 cm at time $t = 2,5 \text{ ms}$, and the droplets sizes slightly larger droplets of octane (Figure 2 b).

Paying attention to distribution of octane and dodecane on radiuses it is possible to notice that dodecane droplets evaporate quickly and the distribution density is higher. Also the size of droplets of octane grows by time. Thus, for example, at the time of 2 ms in the lower part of the chamber located droplets with

a radius of 0.024762 mm. And at this time dodecane droplets with the same sizes completely burned out, and droplets with smaller radiuses move up by chamber height to an exit.

Figure 3 shows the temperature field in the combustion chamber during combustion of octane and dodecane at time $t = 2,5$ ms. These charts indicates that during the combustion of octane the large part of chamber warmed to 987.192 K, during the dodecane combustion chamber held longest value of the temperature equal to 1003.05 K. At time $t = 2,5$ ms in the core of temperature flame temperature reaches a value of 2687.32 K during the combustion of octane (Figure 3 a).

During the combustion of dodecane maximum temperature was 2679.87 K, and the temperature of the chamber, except for the zone of plumes reaches 1003.05 K (Figure 3 b). There is following situation for the temperature distribution of two types of fuels: the area covered by the maximum temperature during combustion of both fuels at different points of time almost the same. But during combustion of dodecane temperature of whole volume of chamber hated faster in comparison with octane. Analyzing the data obtained, we can conclude that the process of combustion of octane and dodecane occurs in the gas phase and over the whole volume of the combustion chamber there is a uniform temperature distribution.

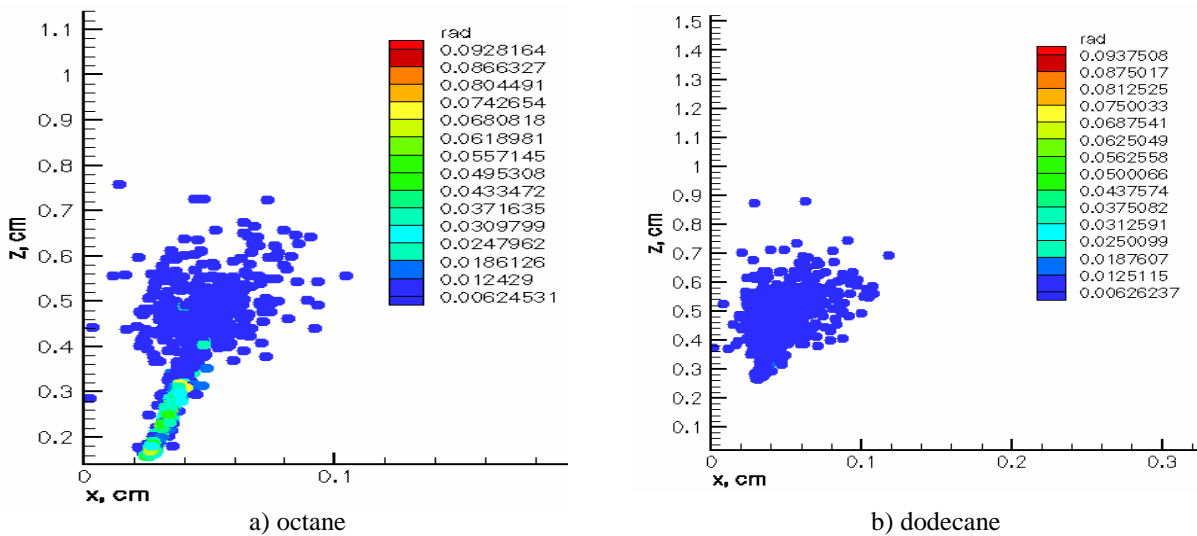


Figure 2. Distribution of droplets of octane and dodecane by radius by height of combustion chamber at time $t = 2,5$ ms

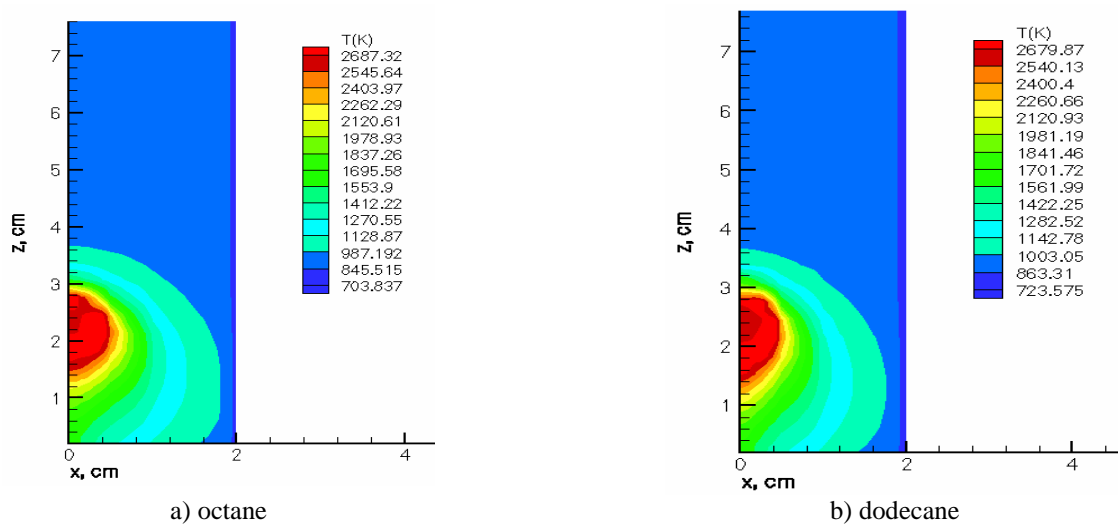


Figure 3. Temperature profiles in the combustion chamber during the combustion of octane and of dodecane at time $t = 2,5$ ms

Figure 4 shows field concentration both fuels at different times of combustion. It is observed in the figures, that the pair of octane and dodecane at time $t=2,5$ ms have a certain concentration. So, for the octane value of the concentration was 0.0473794 g/g, and for dodecane 0.3603 g/g. In comparison the octane and dodecane it is shown that a pair of both fuels rise to different heights. For example, at time $t=2,5$ ms pair octane climb chamber height of 2.3 ms, and a pair of dodecane at the same time located at a height of 2.6 cm.

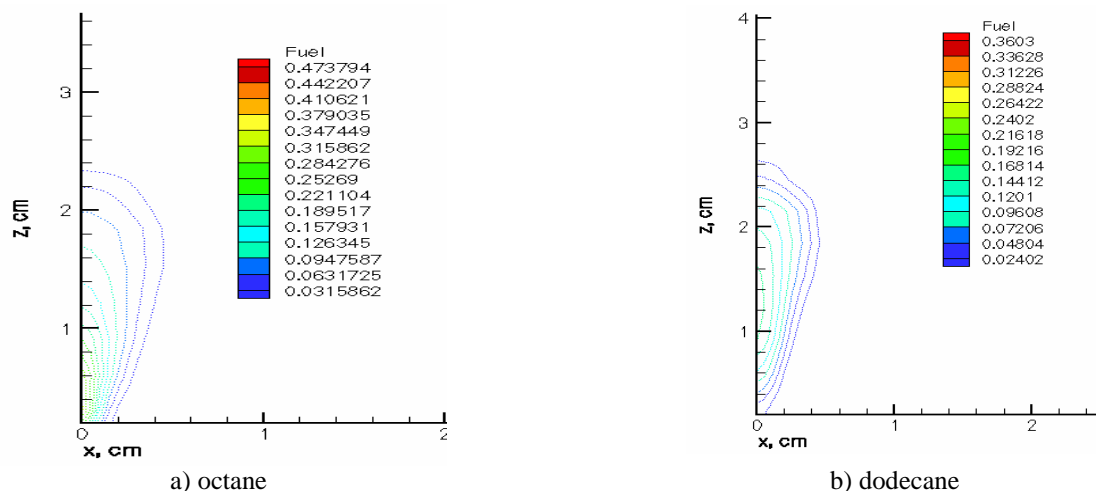


Figure 4. Distribution octane and dodecane vapor by height of combustion chamber at time $t = 2,5$ ms

The following figure 5 shows for comparison the combustion temperature distributions of gasoline, heptane and tetradecane at optimum combustion mode. Analysis of Figure 5 shows the change in temperature in the combustion chamber for the three kinds of fuels. It can be seen that the area of maximum temperature of gasoline (the core of the torch) reaches 6.5 cm in height of the combustion chamber, the rest of the chamber is heated to 1300 K (Figure 5 a).

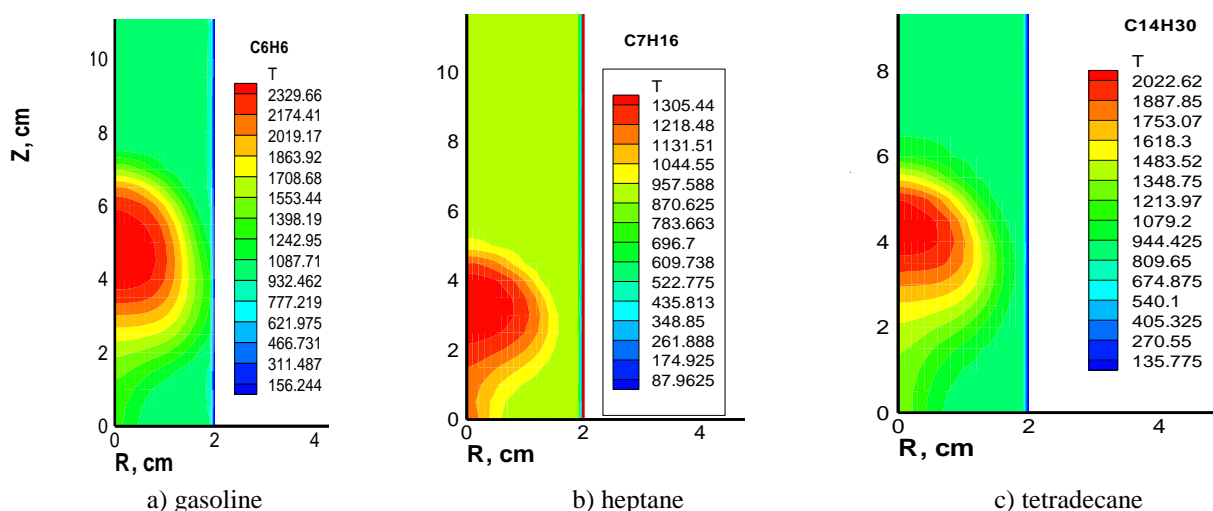


Figure 5. The temperature distribution in the combustion chamber during the combustion of various kinds of liquid fuel at time of 4 ms

Results for heptane and tetradecane similar to results for gasoline in qualitative terms, differing quantitatively. Analysis of Figure 5 b shows that the maximum temperature in the combustion chamber during combustion of heptane equal to 1300 K at time 4 ms. The remainder of the chamber maintains the initial temperature of 900 K. Analysis of figure 5 c shows that the greatest value, which warms up combustion chamber by burning tetradecane, temperature is equal to 2022 K, where in the torch is a temperature higher than that of heptane (Figure 5 b). The chamber temperature at the final time 4 ms is 1200 K.

This article is devoted to the influence of various parameters on the processes of combustion of hydrocarbon liquid fuels. During the research two kind of liquid fuels were used: octane and dodecane, which are often used as a technical fuel in the aviation technical equipment and passenger cars. During the study the influence of the initial gas pressure in the combustion chamber on the combustion processes was investigated. Analysis of the numerical simulation results leads to the conclusion that the best for octane is a pressure of 100 bar and 80 bar dodecane. At these pressures, the temperature of the drops and the combustion temperature in the combustion chamber reaches the maximum values. Under these pressures intensive evaporation of the liquid fuel drops begin. Also, in the study of the influence of pressure in the combustion chamber on the processes of the atomization and dispersion of liquid fuel has been shown that for the two fuels increase in pressure causes an increase high temperatures.

The scientific importance the research is that the results obtained in this work can be applied in the construction of liquid fuel combustion theory and will contribute to a better understanding of the complex physical and chemical phenomena that occur in the combustion chambers. The practical significance of the conducted computational experiments in the work is that the results can be used in the design of a variety of internal combustion engines, which would simultaneously solve the problem of optimizing the combustion process, increase fuel efficiency and minimize emissions. The results are implemented in the educational process in the form of textbooks, manuals and virtual computer laboratory works on physics of combustion and numerical methods of thermal physics, which reflect modern approaches to organizing a special workshop intended for students in higher educational establishments specializing in the field of technical physics, thermal energy and computational fluid dynamics.

REFERENCES

- [1] Askarova, S. Bolegenova, Bolegenova Symbat, I. Berezovskaya, Zh., Ospanova Sh., Shortanbayeva, A. Maksutkhanova, G. Mukasheva and A. Ergalieva Numerical Simulation of the Oxidant's Temperature and Influence on the Liquid Fuel Combustion Processes at High Pressures // Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2015. - Vol. 10, №4. - P. 90-95.
- [2] Gorokhovski, M., Chtab-Desportes, A., Voloshina, I., et al. Stochastic simulation of the spray formation assisted by a high pressure // AIP Conference Proceedings. – Xian, 2010. – Vol. 1207. – Vol. 66-73.
- [3] Gorokhovski M., Zamansky R., Ribault C.Le., Deng T. Application of stochastic models to primary airblast atomization and cavitation // Proceedings of the Summer Program, Center for Turbulence Research. - Stanford University, 2012. – P. 325-334.
- [4] Gorokhovski M., Zamansky R. Lagrangian simulation of large and small inertial particles in a high Reynolds number flow: Stochastic simulation of subgrid turbulence/particle interactions // Proceedings of the Summer Program, Center for Turbulence Research. - Stanford University, 2014. – P. 37-46.
- [5] Bolegenova S.A., Askarova A.S., Gabitova Z., Bekmuhamet A., Ospanova Sh. Using 3d modeling technology for investigation of conventional combustion mode of bkz-420-140-7c combustion chamber // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2014. – Vol. 9. – P.24-28.
- [6] Askarova, A. S., Karpenko, E. I., Messerle, V. E., Ustimenko, A. B. Mathematical modelling of the processes of solid fuel ignition and combustion at combustors of the power boilers // 7th International Fall Seminar on Propellants, Explosives and Pyrotechnics. – Xian, 2007. – Vol. 7. – P. 672-683.
- [7] Askarova, A.S., Ustimenko, A. B., Bolegenova, S. A., Maksimov, V. Yu. Numerical simulation of the coal combustion process initiated by a plasma source // Thermophysics and aeromechanics. – 2014. – Vol 21, issue 6. – P. 747-754.
- [8] Amsden A.A., O'Rourke P.J., Butler, T.D. KIVA-II: A computer program for chemically reactive flows with sprays. – Los Alamos, 1989. – 160 p.
- [9] Bolegenova, S.A., Maximov, V.Y., Bekmukhamet, A, Beketayeva, M.T. Gabitova, ZK., et al. Computational method for investigation of solid fuel combustion in combustion chambers of a heat power plant // High temperature. – 2015. - Vol. 5, issue 5. – P. 751-757.
- [10] Askarova, A. S., Messerle, V. E., Bolegenova, S. A., Maximov, V. Yu. Gabitova, Z. Kh., et al. Numerical simulation of pulverized coal combustion in a power boiler furnace // High temperature. – 2015. – Vol. 53, issue 3. – P. 445-452.
- [11] Maximov, V., Bolegenova, S., Beketayeva, M., Safarik, P., et al. Numerical Modeling of Pulverized Coal Combustion at Thermal Power Plant Boilers // Journal of thermal science. – 2015. – Vol. 24, issue 3. – P. 275-282.
- [12] Karpenko E.I., Messerle V.E. et al. Plasma enhancement of combustion of solid fuels // Journal of High Energy Chemistry. – Vol. 40, Issue: 2, 2006. – P.111-118.
- [13] 13. Askarowa A, Buchmann M.A. Structure of the flame of fluidized-bed burners and combustion processes of high-ash coal//Gesell Energietechn, Combustion and incineration - eighteenth dutch-german conference on flames, VDI Berichte, v: 1313 pp.: 241-244, 1997.

[14] Vockrodt S., Leithner. R, Schiller A., et al. Firing technique measures for increased efficiency and minimization of toxic emissions in Kasakh coal firing // VDI, 19th German Conference on Flames, Germany, VDI Gesell Energietechn; Verein Deutsch Ingn., Combustion And Incineration, VDI Berichte, v. 1492, pp. 93, 1999.

[15] V.E. Messerle, A.B. Ustimenko, S.A. Bolegenova, V.Yu. Maximov, et al. Reduction of noxious substance emissions at the pulverized fuel combustion in the combustor of the BKZ-160 boiler of the Almaty heat electropower station using the "Overfire Air" technology // Thermophysics and Aeromechanics. -2016 - Vol. 23, No. 1, pp. 125-134.

Болегенова С., Оспанова Ш., Рахат Б., Арыстан А., Турбекова А., Тургынов М.

Сұйық көмірсутекті отындардың тамшыларының бөліну, дисперсия және булану процестерін компьютерлік модельдеу

Түйіндеме. Аталған мақала екі түрлі сұйық отындардың тамшыларының бөліну, дисперсия және булану процестерін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында сұйық отын ретінде октан және додекан қолданылды. Сонымен қатар цилиндрлік жану камерасының моделі тұрғызылды. Сандық модельдеу барысында екі сұйық отын түрі үшін тиімді режим анықталды. Зерттеу нәтижесі бойынша октан үшін тиімді қысым 100 бар, ал додекан үшін 80 барға тең болды. Октан үшін тиімді бұрку массасы 6 мг, ал додекан үшін 7 мг құрады. Аталған тиімді режим мәндерінде октан мен додеканның тұтануы мен жануы бойынша есептеуіш тәжірибелер жүргізілді.

Түйінді сөздер: жану, сандық модельдеу, октан, додекан, жану камерасы.

Болегенова С., Оспанова Ш., Рахат Б., Арыстан А., Турбекова А., Тургынов М.

Компьютерное моделирование процессов распада, дисперсии и испарения капель жидких углеводородных топлив

Резюме. Эта статья посвящена изучению распада, дисперсии и испарения капель двух видов жидкого топлива. В исследованиях в качестве жидких топлив были использованы октан и додекан. Была также построена модель цилиндрической камеры сгорания. В ходе численного моделирования был определен оптимальный режим горения для двух видов жидкого топлива. По результатам исследования оптимальное давление для октана составило 100 бар, а для додекана 80 бар. Оптимальная масса впрыска для октана составила 6 мг, а для додекана 7 мг. При данных значениях оптимального режима были проведены вычислительные эксперименты по изучению воспламенения и горения октана и додекана.

Ключевые слова: горение, численное моделирование, октан, додекан, камера сгорания.

ЖОК 537.851

Б. Дуаметұлы, Б.П.Қалауов

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Сәтбаев университеті

Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы

bahat62@yahoo.com)

ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ИНДУКЦИЯ ҚҰБЫЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ

Аннотация. Ұсынылып отырған жұмыстың негізгі мақсаты – электромагниттік индукция құбылысын жүйелі түрде зерделеу арқылы индукциялық электр қозғаушы күшінің (ЭҚК) пайда болу себептерін және пайда болған индукциялық токтың бағытының өзгеру заңдылықтарын зерттеу. Электромагниттік индукция құбылысында индукциялық токтың пайда болу себебін және оның шамасының неге тәуелді болатындығын түсіну оңай болғанымен, индукциялық токтың бағытының қалай болатындығын түсіну қиын. Сондықтан, бұл жұмыс аталған мәселені шешуге өз септігін тигізеді деп сенеміз.

Түйін сөздер: магнит өрісі, магнит ағыны, магнит ағынының өзгерісі, магнит ағынының өзгеру жылдамдығы, электромагниттік индукция, индукциялық ток, индукциялық электр қозғаушы күш.

Электромагниттік индукция құбылысы магнит өрісінің электр тогын тудыратын қасиетін сипаттайды. Индукциялық электр қозғаушы күші (ЭҚК) төмендегі екі түрлі жағдайда пайда болады. Контурды қиып өткен магнит ағыны уақыт бойынша өзгерген кезде немесе контурдағы өткізгіштің бір бөлігі магнит өрісін қиып өткен кезде өткізгіштің осы бөлігінде индукциялық электр қозғаушы күші пайда болады. Өткізгіштің бір бөлігінде пайда болған индукциялық электр қозғаушы күшінің бағыты Ленц және оң қол ережесі бойынша анықталады. Контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша өзгерген кезде, сол контурда пайда болатын индукциялық ЭҚК-нің бағыты Ленц ережесі бойынша анықталады.

Тұйық контурдағы индукциялық токты индукциялық ЭҚК-і тудырады. Сондықтан индукциялық токтың бағыты үнемі индукциялық электр қозғаушы күшінің бағытымен бірдей болады. Ток көзінің ішіндегі электр тогының бағыты ток көзінің теріс (минус) электродынан оң (плюс) электродына қарай бағытталады. Сондықтан электр қозғаушы күшінің бағыты теріс электродтан (төмен потенциалдан) оң электродқа (жоғары потенциалға) қарай бағытталады.

Ұзындығы l түзу өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кезде пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күштің шамасы төмендегі өрнек арқылы анықталады

$$\varepsilon = Blv \sin \theta, \quad (1)$$

мұндағы θ —қозғалыстағы өткізгіштің жылдамдық векторы \vec{v} мен магнит өрісінің индукция векторы \vec{B} арасындағы бұрыш. (\vec{l} мен \vec{B} немесе \vec{v} мен \vec{l} арасындағы бұрыш). Егер $\theta=0^\circ$ немесе $\theta=180^\circ$ болса, өткізгіш магнит өрісі бағытымен параллель қозғалады, ал өткізгіш магнит өрісін қиып өтпейтіндіктен индукциялық ЭҚК-і $\varepsilon=0$ болады. Егер $\theta=90^\circ$ яғни өткізгіш магнит өрісін перпендикуляр қиып өтетін болса, онда өткізгіште пайда болатын индукциялық ЭҚК-і максимал мәнге ие болады:

$$\varepsilon_{\max} = Blv. \quad (2)$$

Осы өрнек арқылы өткізгіш магнит өрісін \vec{v} жылдамдықпен перпендикуляр қиып өткен кезде, өткізгіште пайда болатын лездік индукциялық ЭҚК-і шамасын есептеуге болады.

Тұйық контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша өзгерген кезде контурда пайда болатын индукциялық ЭҚК-ң шамасы Фарадей заңы бойынша анықталады.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad (3)$$

мұндағы $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ – контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгеру жылдамдығын сипаттайды.

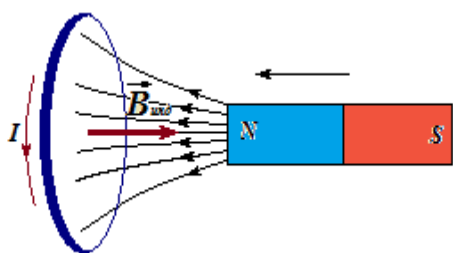
Өлшем бірлігі Вб/с. Егер контур орам саны n болатын сым орамынан тұратын болса, онда сым орамының индукциялық электр қозғаушы күші

$$\varepsilon = -n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \quad (4)$$

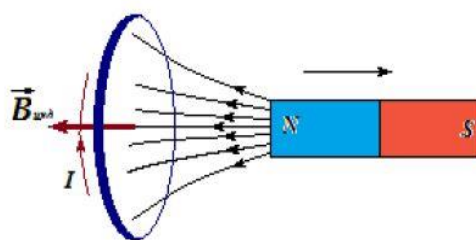
Бұл өрнек арқылы орам саны n болатын сым орамында Δt уақыт ішінде пайда болатын орташа индукциялық ЭҚК-ін есептеуге болады.

Жоғарғы өрнектегі минус таңба Ленц ережесі арқылы анықталады. Контурда пайда болған индукциялық токтың бағыты қашанда оны туғызатын сыртқы магнит ағынының өзгеруіне қарама-қарсыбағытта болады. Ленц ережесі бойынша: контурда пайда болған индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны қашанда өзін тудыратын магнит ағынының өзгеруіне кедергі жасайды. Сыртқы магнит ағыны $\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1 > 0$ уақыт бойынша артатын болса, онда контурда пайда болатын индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны сыртқы магнит ағынына қарама-қарсы болып, оның артуына кедергі жасайды. Ал сыртқы магнит ағыны уақыт бойынша кемитін $\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1 < 0$ болса, контурда пайда болатын индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны сыртқы магнит ағынымен бағыттас болып, сыртқы магнит өрісінің кемуіне кедергі жасайды, яғни кемуін баяулатады. Бұл заңдылықты 1-және 2-суреттерден анық байқауға болады.

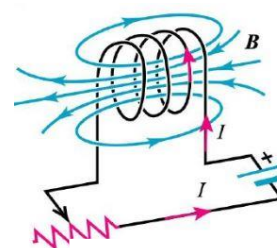
1-суретте көрсетілгендей тура магнит контурға жақындаған сайын контурды қиып өтетін сыртқы магнит ағыны уақыт бойынша артатындықтан $\Delta\Phi > 0$, контурда пайда болатын индукциялық ЭҚК теріс таңбалы $\varepsilon_i < 0$ болып шығады. Индукциялық ток сыртқы магнит өрісіне қарама-қарсы бағытталған индукциялық магнит өрісін туғызады, нәтижеде сыртқы магнит өрісінің артуын тежейді. 2-суретте тура магнит контурдан алыстағандықтан контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша азаяды. яғни, $\Delta\Phi < 0$ теріс таңбалы болатындықтан индукциялық ЭҚК $\varepsilon_i > 0$ оң таңбалы болып шығады. Индукциялық ток сыртқы магнит өрісімен бағыттас индукциялық магнит өрісін туғызады, нәтижеде сыртқы магнит өрісінің кемуін тежейді. Контурдағы кемуші ток пен өздік индукция тогының бағыттары бірдей болып, токтың азаюы баяулайды.



1-сурет



2-сурет



3-сурет

1. Өздік индукция құбылысы

Тұйық контурда ток күшінің өзгеруі, осы контурды қиып өтіп жатқан магнит ағынын өзгертеді, ал магнит ағынының өзгерісі осы контурда индукциялық ЭҚК-ін тудырады. 3-суретте көрсетілгендей контурдағы ток күші уақыт бойынша өзгертін болса, сым орамында индукциялық ток пайда болады. Контурдың ауданын қиып өтетін магнит ағыны $\Phi = BS$ контурдағы токқа тура пропорционал $\Phi = LI$ болады. Пропорционалдық коэффициенті $L = \Phi/I$ контурдың **индуктивтігі** деп аталады. Ол сандық мәні жағынан ток күші бірлігіндегі магнит ағынын сипаттайды. Индуктивтіктің өлшем бірлігі генри (Гн). Контурдағы ток күші 1А болғанда, магнит ағыны 1 вебер болса, онда контурдың индуктивтігі 1 Гн -ге тең. Өздік индукция ЭҚК-ін Фарадейдің электромагниттік (ЭМ) индукция заңын пайдаланып табуға болады:

$$\varepsilon_s = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(LI) = -\left(L\frac{dI}{dt} + I\frac{dL}{dt}\right). \quad (5)$$

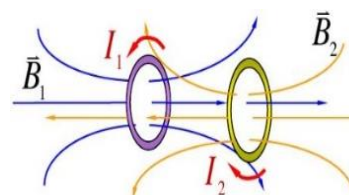
Егер $L = \text{const}$ болса, онда

$$\varepsilon_s = -L\frac{dI}{dt}. \quad (6)$$

Бұл формуладағы минус таңбасы Ленц ережесінен шығады, контурдағы ток өскенде өздік индукция ЭҚК-і $\varepsilon < 0$ теріс таңбалы болып, контурда жаңадан пайда болған *өздік индукция тогы* контурдағы негізгі токқа қарсы бағытталады, сондықтан да контурдағы негізгі токтың әрі қарай артуына кедергі жасайды. Контурдағы токты негізгі ток деп те атайды. Егер контурдағы токтың өзгерісі $\Delta I = I_2 - I_1 < 0$ теріс таңбалы болып ток уақыт бойынша кемитін болса, онда өздік индукциялық ЭҚК-і $\varepsilon > 0$ оң таңбалы болып шығады. Оң таңбаның физикалық мәні контурдағы кемуші токпен пайда болған индукциялық токтың бағыттары бірдей екендігін білдіреді. Нәтижеде контурдағы кемуші ток пен өздік индукциялық токтың бағыттары бірдей болып, контурдағы негізгі токтың азаюын баяулатады.

2. Өзара индукция құбылысы

4-суретте өзара индукция құбылысының сұлбасы көрсетілген. Бірінші контурдағы I_1 ток күшін өзгерткенде, екінші контурда индукциялық ЭҚК-ң ε_2 пайда болуы немесе керісінше екінші контурдағы



4-сурет

I_2 ток күшін өзгерткенде, бірінші контурда индукциялық ЭҚК-ң ε_1 пайда болуы **өзара индукция** деп аталады. Бірінші контурды қиып өтетін магнит ағыны Φ_1 , екінші контурды қиып өтетін магнит ағыны Φ_2 десек, онда $\Phi_2 = L_2 I_1$ орындалады, яғни екінші контурды қиып өтетін магнит ағыны бірінші контурдағы I_1 ток күшіне тура пропорционал болады. Бірінші контурдағы I_1 тогының өзгеруі нәтижесінде екінші контурда Φ_2 ағыны өзгереді де осы контурда ε_2 индукциялық ЭҚК-і пайда болады:

$$\varepsilon_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -L_2\frac{dI_1}{dt}; \quad \text{немесе} \quad \varepsilon_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -L_1\frac{dI_2}{dt}. \quad (7)$$

Екінші контурда пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күшінің бағыты, яғни индукциялық токтың бағыты Ленц ережесі бойынша анықталады. Бірінші контурдағы I_1 токтың шамасы уақыт бойынша артқан сайын екінші контурды қиып өтетін Φ_2 магнит ағыны да артады. Магнит ағынының өзгеру жылдамдығы оң таңбалы болатындықтан, екінші контурда пайда болған индукциялық

электр қозғаушы күші ε_2 нөлден төмен, яғни теріс таңбалы болады. Бұл теріс таңбаның физикалық мәні – екінші контурда пайда болған индукциялық токтың тудыратын магнит өрісінің бағыты екінші контурды қиып өткен Φ_2 магнит ағынына қарама-қарсы болады дегенді білдіреді. Оң қол ережесі бойынша екінші контурда пайда болған индукциялық токтың бағыты бірінші контурдағы токтың бағытына қарама-қарсы болатындығын білуге болады. Ал енді керісінше, бірінші контурдағы токтың шамасы уақытқа байланысты кемитін болса, онда екінші контурды қиып өтетін магнит ағыны да уақыт бойынша кемиді. Сондықтан, екінші контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгеру жылдамдығы $\frac{d\Phi_2}{dt} < 0$ теріс таңбалы болып, нәтижеде ε_2 оң таңбалы болып шығады. Бұл оң

таңбаның физикалық мәні – екінші контурда пайда болған индукциялық токтың тудыратын магнит өрісінің бағыты екінші контурды қиып өткен Φ_2 магнит ағынымен бағыттас болады дегенді білдіреді. Бұдан, оң қол ережесі бойынша екінші контурдағы индукциялық токтың бағыты бірінші контурдағы токтың бағытымен бағыттас екендігін білу болады.

Индукциялық ЭҚК пен индукциялық токтың пайда болу шарты бірдей болмайды. Тұйық контурда пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күш пен индукциялық токтың арасындағы байланыс толық тізбек үшін Ом заңы бойынша анықталады:

$$I_{инд} = \frac{\varepsilon}{R + r}, \quad (8)$$

мұндағы R – сыртқы кедергі, r – сым орамының ішкі кедергісі.

3. Магнит ағыны, магнит ағынының өзгерісі және магнит ағынының өзгеру жылдамдығы арасындағы байланыс

Магнит ағыны, белгілі бір ауданды қиып өтетін электромагниттік индукция сызықтарының санын білдіреді. Магнит ағынының өзгерісі дегеніміз бір сым орамын қиып өтетін соңғы және бастапқы күйдегі магнит ағындарының айырмасын $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ айтады. Ал магнит ағынының өзгеру жылдамдығы деп магнит ағынының $\Delta\Phi$ өзгерісін сол өзгеріске кеткен Δt уақытқа қатынасын $\Delta\Phi / \Delta t$ айтады, яғни магнит ағынының өзгеру шапшаңдығы.

Фарадейдің электромагниттік индукция заңы бойынша контурда пайда болған индукциялық электр қозғаушы күштің шамасы магнит ағынының өзгеру жылдамдығына тура пропорционал, ал магнит ағынының шамасына немесе магнит ағынының өзгеру шамасына тәуелсіз болады.

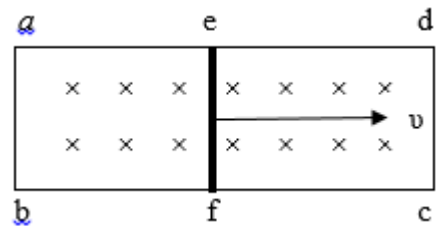
4. Электромагниттік индукция құбылысының қажетті 2 шарты

Электромагниттік индукция құбылысының пайда болуы және электромагниттік индукциялық токты тудыру шарты электромагниттік индукция құбылысын зерттеудің негізі болып табылады. Тұйық контурды қиып өтетін магнит ағыны өзгерген кезде контурда электромагниттік индукциялық электр қозғаушы күші пайда болады. Бұл қағиданы нақты практикада қолданған кезде, төмендегідей бірнеше жағдайларға көңіл бөлген жөн.

а) Қарастырып отырған контурды бекіту. Қарастыратын тұйық контурдың бағыты (5-сурет) өзгерген кезде, магнит ағынының өзгерісі мен магнит ағынының өзгеру жылдамдығы бірдей болмайды. Сол себепті контур анықталмайынша электромагниттік индукция туралы сөз қозғаудың өзі артық

болып саналады. 5-суретте көрсетілгендей l ұзындықтағы ef болатын түзу өткізгіш тұрақты \vec{B} магнит өрісін перпендикуляр қиып, оңға қарай бірқалыпты v жылдамдықпен қозғалады. Қарастырып отырған тұйық контурдымыз $abfea$ болса, онда контурдың ΔS ауданы уақытқа байланысты артатындықтан контурды қиып өтетін магнит ағыны да $\Delta\Phi = B\Delta S$ уақыт бойынша артады. Соның нәтижесінде контурда *индукциялық ток* пайда болады. Контурды қиып өтетін магнит ағыны $\Delta\Phi$ артқан кезде $abfea$ контурда пайда болатын индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны Ленц ережесі бойынша сыртқы магнит ағынына қарама-қарсы болып, сыртқы магнит өрісінің артуына кедергі жасайды. Контур $abfea$ -да пайда

болған индукциялық токтың тудыратын магнит ағыны қағаз бетіне перпендикуляр өзімізге қарай бағытталадындықтан, оң қол ережесі бойынша контурдағы индукциялық токтың бағыты



5-сурет

$a \rightarrow b \rightarrow f \rightarrow e \rightarrow a$ бағытында болатындығын анықтау қиын емес. Ал енді қарастырып отырған контурымыз $efcde$ болса, онда $efcd$ контурдың ΔS ауданы уақыт бойынша кешірейетіндіктен, оны қиып өтетін $\Delta\Phi = B\Delta S$ сыртқы магнит ағыны да уақыт бойынша кемиді. Ленц ережесі бойынша контурды қиып өтетін магнит ағыны уақыт бойынша кемісе, контурда пайда болатын индукциялық токтың тудыратын магнит ағынының бағыты сыртқа магнит өрісімен бағыттас болып, сыртқы магнит өрісінің кемуіне кедергі жасайды, яғни контурды қиып өтетін сыртқы магнит өрісінің кемуін баяулатады. Сондықтан, контурда пайда болған индукциялық токтың бағыты оң қол ережесі бойынша $e \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow f \rightarrow e$ бағытында болады.

б) Тұйық контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгеруін $\Delta\Phi = B\Delta S$ тудыратын екі негізгі себеп: Біріншісі, тұйық контурды қиып өтетін \vec{B} магнит өрісінің шамасы өзгергенде; екіншісі, магнит өрісі өзгермей тұрақты болып, сым орамының магнит өрісіндегі бағыты өзгерсе немесе сым орамының ауданы өзгерсе контурдағы магнит ағыны өзгереді.

в) Электромагниттік индукция құбылысының қажетті 2 шарты қасиеті жағынан бірдей. Электромагниттік индукция құбылысында индукциялық электр қозғаушы күшін тудыру индукциялық токты тудыруға қарағанда маңызды болып саналады. Пішіні жағынан қандай түрдегі өткізгіш болса да, ол, тек магнит өрісін қиып өтіп қозғалатын болса, онда өткізгіште индукциялық ЭҚК пайда болады. Өткізгіште индукциялық электр қозғаушы күш пайда болу үшін өткізгіш тұйықталған контур пішінді болуы міндетті емес. Тек өткізгішті қиып өтетін магнит ағынының уақыт бойынша өзгеріс болса, өткізгіште индукциялық ЭҚК пайда болады. Индукциялық электр қозғаушы күшін тудырудың бұл екі шарты, қасиеті жағынан бірдей болып саналады. Сондықтан, магнит өрісін қиып өткен белгілі бір ұзындықтағы өткізгіште индукциялық ЭҚК -нің пайда болу себебі, магнит ағынының өзгеруіне байланысты деп қарастыруға болады.

Мысалы, 6-суретте көрсетілгендей ұзындығы L түзу өткізгіш \vec{B} тұрақты магнит өрісін перпендикуляр қиып өтеді. Δt уақыт ішінде оның орны ab -дан бір қылыпты v жылдамдықпен қозғала отырып a_1b_1 -ге орын ауыстырады. Орын ауыстыруы $x = v\Delta t$. Түзу өткізгіш магнит өрісін тура қиып өткен кезде, өткізгіште пайда болған индукциялық ЭҚК -і $\varepsilon = BLv = BLx/\Delta t$. мұндағы $Lx = \Delta S$ ауданға тең болғандықтан $\varepsilon = B\Delta S/\Delta t = \Delta\Phi/\Delta t$. Бұл қорытындының нәтижесі бойынша өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кезде, пайда болатын индукциялық ЭҚК магнит ағынының өзгерісі кезінде пайда болатын индукциялық электр қозғаушы күшінің нәтижесімен бірдей болады. Керісінше, магнит ағынының өзгеру жылдамдығы арқылы өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кездегі ЭҚК-ін қорытып шығаруға болады. Жоғарыдағы суретте Δt уақыт ішіндегі контур ауданының артуын ΔS десек, онда

$$\Delta S = Lv\Delta t. \quad (9)$$

Контурды қиып өтетін магнит ағынының өзгерісін төмендегідей есептеуге болады:

$$\Delta\Phi = B\Delta S = BLv\Delta t. \quad (10)$$

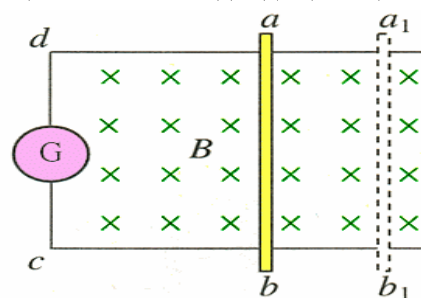
Контурдағы магнит ағынының өзгеруінен пайда болатын индукциялық ЭҚК:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BLv\Delta t}{\Delta t} = BLv. \quad (11)$$

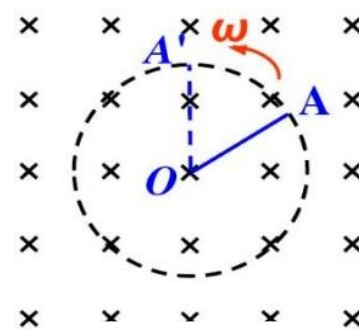
Тағы бір мысал ретінде 7-суретте көрсетілген тұрақты магнит өрісінде бірқалыпты бұрыштық жылдамдықпен ω айналып тұрған ұзындығы L өткізгіштің индукциялық ЭҚК-ін есептеп көрейік.

Өткізгіштің O нүктесіндегі бір ұшы қозғалмайтындықтан жылдамдығы $v_0 = 0$, ал A ұшының сызықтық жылдамдығы $v_a = \omega L$ болып, жалпы өткізгіштің орташа жылдамдығын төмендегі өрнек арқылы есептеуге болады.

$$v = \frac{v_0 + v_a}{2} = \frac{\omega L}{2}. \quad (12)$$



6- сурет



7- сурет

Магнит өрісін қиып өткен өткізгіштің индукциялық ЭҚК-і өрнегіне қойсақ,

$$\varepsilon = BLv = BL \frac{1}{2} \omega L = \frac{1}{2} B \omega L^2. \quad (13)$$

Енді осы мысалды магнит ағынының өзгеруі бойынша периодтың 1/4 уақыт ішінде өткізгіште пайда болатын индукциялық ЭҚК-ін есептеп көрейік. Шеңбердің ауданы πL^2 болатындықтан периодтың 1/4 уақыт ішінде өткізгіштің қиып өтетін ауданы $\Delta S = \pi L^2 / 4$ болады. Период $T = 2\pi / \omega$ болғандықтан периодтың 1/4 уақытын $\Delta t = 2\pi / 4\omega = \pi / 2\omega$ жазуға болады. Онда индукциялық ЭҚК:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S}{\Delta t} = \frac{B \pi L^2}{4} \times \frac{2\omega}{\pi} = \frac{1}{2} B \omega L^2. \quad (14)$$

Егер өткізгіш магнит өрісінде толық бір период жасап қозғалыс жасады десек те нәтижесі (11) өрнекпен бірдей болады. Өткізгіш толық бір айналып жасаған кездегі ауданның өзгерісі $\Delta S = \pi L^2$, ал осы аудан өзгерісіне кеткен уақыты периодқа $\Delta t = T = 2\pi / \omega$ тең болатындықтан,

$$\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B \Delta S}{\Delta t} = \frac{B \pi L^2}{\frac{2\pi}{\omega}} = \frac{1}{2} B \omega L^2. \quad (15)$$

Жоғарыдағы қорытындыдан өткізгіш магнит ағынын қиып өткен кезде пайда болатын индукциялық ЭҚК-і магнит ағынының өзгерісінен пайда болатын индукциялық ЭҚК-імен бірдей екендігін көруге болады.

5. Электромагниттік индукциялық ЭҚК-і 2 өрнегінің айырмашылығы мен байланысы

а) екі өрнектің айырмашылығы. Контурды қиып өтетін магнит ағыны өзгерген кезде пайда

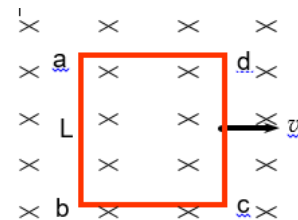
болатын индукциялық ЭҚК-і өрнегі $\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ мен қозғалыстағы өткізгіш магнит өрісін қиып өткен

кездегі пайда болатын ЭҚК-і өрнегінің $\varepsilon = Blv \sin \theta$ өзара айырмашылығы және өзара байланысы бар. Бірінші өрнек контурды қиып өтетін магнит ағынының уақыт бойынша өзгерісі, осы контурда Δt уақыт ішіндегі пайда болатын орташа индукциялық ЭҚК-ін сипаттайды. Әрине, бұл өрнектегі ε белгілі бір Δt уақыт интервалына және белгілі бір процеске сәйкес келеді. Ал екінші өрнек

$\varepsilon = Blv \sin \theta$ – белгілі бір ұзындықтағы өткізгіш магнит өрісін қиып өткен кездегі, сол өткізгіште пайда болатын лездік ЭҚК-ін сипаттайды. Бұл өрнектегі ε белгілі уақыт мезетіне және өткізгіштің белгілі орнына сәйкес

келеді. Бұдан басқа, олардың тағы бір айырмашылығы $\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ өрнегі

тұтас контурда пайда болған индукциялық ЭҚК-нің орташа мәнін сипаттаса, $\varepsilon = Blv \sin \theta$ өрнегі тұтас контурдағы өткізгіштің белгілі бір бөлігінде пайда болған лездік индукциялық ЭҚК-ін сипаттайды. Тұтас контурдағы индукциялық ЭҚК нөл болғанымен, контурдың белгілі бір бөлігіндегі өткізгіштің индукциялық ЭҚК -і нөл болмауы мүмкін. 8-суретте abcd a тұйық контур тұрақты магнит өрісіне перпендикуляр бағытта оңға қарай v бірқалыпты жылдамдықпен қозғалған кезде, контурдың ауданы және контурды қиып өткен магнит ағыны өзгермейтіндіктен, контурдың индукциялық ЭҚК нөлге тең болады. Бірақ контурдың ab және dc бөлігі тұрақты магнит өрісін түзу қиып өтетіндіктен, контурдың бұл екі бөлігіндегі индукциялық ЭҚК -і $\varepsilon_{ab} = \varepsilon_{dc} = BLv$ өзара тең болады. Бірақ, тұтас тұйық контур үшін қарастырғанда, бұл екі индукциялық ЭҚК-тің шамасы тең, ал бағыты қарама-қарсы болғандықтан тұйық контурдағы индукциялық ЭҚК нөлге тең, яғни $\varepsilon = 0$ болады. Бұл, тұйық контурда ток болмайтындығын білдіреді. Тұйық контурда ток болмағанымен контурдың ab және dc бөлігінде потенциалдар айырымы бар, сондықтан олар шама жағынан өзара тең, ал бағыты жағынан қарама-қарсы болады.



8- сурет

б) екі өрнектің өзара байланысы. $\varepsilon = Blv \sin \theta$ өрнегін $\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ өрнегінің ерекше жағдайдағы

қорытылып шығарылуы деп түсінуге болады. Егер v жылдамдықтың орнына $\langle v \rangle$ орташа жылдамдықты ауыстыратын болсақ, онда орташа индукциялық электр қозғаушы күшін есептеп

шығаруға болады. Шындығында жоғарыдағы өрнекте $L < v > \sin \theta = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ байланыс болғандықтан

$$\varepsilon = BL < v > \sin \theta = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

келіп шығады. Міне бұл, екі өрнектің өзара байланысын көрсетеді.

Әдетте $\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ өрнегін орташа индукциялық ЭҚК-ін есептеуде қолданса, ал $\varepsilon = BLv \sin \theta$ өрнегін лездік ЭҚК-ін есептеуде қолданады.

Бұл жұмыста, электромагниттік индукция құбылысын мұқият сараптау арқылы, индукция құбылысының туылу себептері және индукциялық құбылыс кезінде туындайтын индукциялық токтың бағытының неге байланысты болатындығы анықталды. Әдетте оқу құралдарында индукциялық токтың пайда болу себептері және оның шамасының неге байланысты өзгеріп отыратындығы толық баяндалғанымен, индукциялық токтың бағыты не себепті өзгеріп отыратындығы анық жазылмайды. Сондықтан, студенттер индукциялық токтың бағытын анықтауда үлкен қиындықтарға жолығады. Аталған жұмыс, студенттердің осы қиындықтарды жеңу мақсатында кеңінен жазылған болып, мәселенің оңтайлы шешуіне мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Савельев И.В. Жалпы физика курсы: II Том. Электр және магнетизм. - М.: Наука баспасы, 2004 ж. – 336 б.
- [2] Қойшыбаев Н.Қ. Жалпы физика курсы: Оқулық. – Алматы: Зият Пресс, 2005. III том. - 340 б.
- [3] Қойшыбаев Н.Қ. Жалпы физика курсы: Оқулық. – Алматы: Зият Пресс, 2005. IV том. - 390 б.
- [4] Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для вузов: В 3 т. Т.2. Электричество Колебания и волны. Волновая оптика. - М. ; Краснодар : Лань, 2007. - 480 с
- [5] Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие для вузов: В 5 кн.: Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: АСТ: Астрель, 2005. – 368 с.
- [6] Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. М.: Академия, 2004. – 560 с
- [7] Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики, М.: Высшая школа, 2002г.
- [8] Бегимов Т.Б., Исмагулова М.Ш., Мухамедғалиева М.А. Оптика и атомная физика. Учебное пособие. Физический практикум. Алматы: КазНТУ, 2012 г.
- [9] Трофимова Т.И. Краткий курс физики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2006. - 352 с.
- [10] Чертов А., Воробьев А. Задачник по физике. – М.: Высшая школа, 1981.
- [11] Абдикасова А.А., Ниязова Ш.В., Утеулина К.А. и др. Электричество и магнетизм. Методическое указание к лабораторным работам. 1996 г.
- [12] Дуаметұлы Б. Жалпы физика курсының негіздері. ҚазҰТУ, 2012 ж. - 217 б.
- [13] Galili, I. Mechanics background in fluencies students' conceptions in electromagnetism. International Journal of Science Education, 17 (3), 371–387, 1995.
- [14] Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. Fundamentals of physics. New York: Wiley. Jones, C. Understanding and using the minus sign in Faraday's Law. Physics Education, 38(6), 526–530, 2003.
- [15] Pocivi, M.C., & Finley F., Lines of force: Faraday's and students' views. Science and Education, II, 459 – 474, 2002

Дуаметұлы Б., Калауов Б.П.

Изучение явления электромагнитной индукции

Резюме. Основная цель предлагаемой работы является исследовать причины возникновения ЭДС индукции и закономерностей возникновения изменения направления индукционного тока, систематически изучая явления электромагнитной индукции. Легко понять причины возникновения индукционного тока в явлении электромагнитной индукции и от чего зависит его величины, но трудно понять, куда и как изменяется направления индукционного тока. Поэтому, мы надеемся, что данная работа будет способствовать в решении данного вопроса.

Ключевые слова: магнитное поле, магнитный поток, изменения магнитного потока, скорость изменения магнитного потока, электромагнитная индукция, индукционный ток, индукция электродвижущая сила (ЭДС).

Duamet B., Kalauov B.P.

Research on electromagnetic induction

Summary. The main purpose of the proposed work is to study the causes of the electromagnetic induction and the law of the direction of the induced current through the systematic study of the electromagnetic induction. Although it is easy to understand the cause of electromagnetic induction current and its dependence in electromagnetic induction, it

is difficult to understand how the direction of induced current is determined. Therefore, we hope that this work will help solve this problem.

Keywords: magnetic field, magnetic flux, Changes in magnetic flux, Rate of change of magnetic flux, electromagnetic induction, induced current, induced electromotive force.

УДК 539.3

**Н.К. Аширбаев, Ж.Н. Аширбаева, Ж.А. Нурмаганбетова,
Ш.Е. Алтынбеков, А.Б. Иманбетова**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, ank_56@mail.ru)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ В УПРУГОЙ ОДНООПОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. В работе в линейной постановке рассматривается задача о распространении динамических возмущений в прямоугольной области с разрывными граничными условиями. Сформулированная в терминах напряжений и скоростей смешанная задача численно решена с помощью явной разностной схемы сквозного счета, основанной на методе пространственных характеристик. Волновой процесс вызывается прикладыванием внешней динамической нагрузки на лицевой границе прямоугольной области, а боковые границы области свободны от напряжений. На нижней границе прямоугольной области заданы неоднородные граничные условия, где средняя часть границы жестко закреплена, а боковые участки ее свободны от напряжений. Именно в точках их сопряжения, где граничные условия изменяются скачком, был предложен метод получения разрешающих уравнений для нахождения искомых функций. Исследована концентрация динамических напряжений в окрестности разрыва граничных условий. Результаты исследования доведены до численного решения.

Ключевые слова: скорость, напряжение, разрыв, концентрация напряжений, численное решение.

Прогнозирование динамического поведения элементов конструкций с учетом ряда ослабляющих факторов (разрывы в граничных условиях, отверстия, полости, вырезы и т.д.) имеет не только теоретическое, но и прикладное значение, определяемое запросами инженерной практики.

Для большинства конструкций, применяемых в строительстве, машиностроении и других отраслях техники характерно наличие различных нарушений сплошности в виде отверстий, выточек, пазов, выступов и т.п., обусловленных либо технологией изготовления, либо эксплуатационными требованиями. Возле таких несплошностей возникает, как известно, явление местного искажения напряжений и деформаций, называемое обычно концентрацией напряжений. Эти эффекты вносят существенное изменение в «средние» напряжения и нередко являются причиной разрушения. На качественные и количественные эффекты концентрации напряжений влияют разнообразные причины, связанные с геометрией концентратора, видом воздействия, реальными свойствами материала. Поэтому проблеме концентраций напряжений уделяется в современной технике огромное внимание, что нашло отражение в практически необозримом количестве отечественных и зарубежных исследований [1-4].

Ниже с помощью метода пространственных характеристик исследуется особенность распространения плоских волн в упругой конструкции, представляющей собой прямоугольную полосу с достаточно широко встречающейся в строительстве формой закрепления.

Постановка задачи. Исследуется плоская деформация упругого тела с прямоугольным поперечным сечением. Сечение имеет размеры $0 \leq x_1 \leq l$, $-L \leq x_2 \leq L$ (рисунок 1). Краевая задача, формулируемая для разрешающих уравнений [5]

$$\begin{aligned} v_{1,t} - p_{,1} - q_{,1} - \tau_{,2} &= 0; & v_{2,t} - p_{,2} + q_{,2} - \tau_{,1} &= 0; \\ \gamma^2 (\gamma^2 - 1)^{-1} p_{,t} - v_{1,1} - v_{2,2} &= 0; & \gamma^2 q_{,t} - v_{1,1} + v_{2,2} &= 0; \\ \gamma^2 \tau_{,t} - v_{1,2} - v_{2,1} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

предполагает, что в начальный момент времени $t = 0$ тело находится в состоянии покоя

$$v_1(x_1; x_2; 0) = v_2(x_1; x_2; 0) = p(x_1; x_2; 0) = q(x_1; x_2; 0) = \tau(x_1; x_2; 0) = 0. \quad (2)$$

В момент времени $t > 0$ на границе $x_1 = 0$, $-L \leq x_2 \leq L$ действует равномерно распределенная нагрузка, которая в начале монотонно возрастает до максимального значения $f(t_0)$, а затем монотонно убывает

$$v_1 = f(t), \quad v_2 = 0 \quad \text{при} \quad x_1 = 0, \quad -L \leq x_2 \leq L. \quad (3)$$

Боковые грани $|x_2| = L$ полосы свободны от напряжений

$$p - q = 0, \quad \tau = 0 \quad \text{при} \quad |x_2| = L, \quad 0 \leq x_1 \leq l. \quad (4)$$

На нижней грани $x_1 = l$ полосы рассмотрены неоднородные граничные условия:

$$v_1 = v_2 = 0 \quad \forall |x_2| \leq x_2^0 \quad \text{и} \quad p + q = \tau = 0 \quad \forall |x_2| \geq x_2^0, \quad (5)$$

где x_2^0 - некоторое постоянное число, удовлетворяющее требованию $|x_2^0| \leq l$.

При принятом нагружении (3) в теле возникает сложный процесс распространения продольных в направлениях осей x_1, x_2 и поперечных волн, которые через некоторое время (в зависимости от размеров и скорости распространения возмущений) начинают интерферировать. Необходимо исследовать волновое движение внутри рассматриваемого тела при $t > 0$.

Решение системы уравнений (1) при начальных (2) и граничных (3) – (5) условиях отыскивается разностным методом пространственных характеристик. Алгоритм решения уравнений (1) на основе метода пространственных характеристик разработан в [5] для внутренних, граничных и угловых точек и получены соответствующие расчетные конечно–разностные соотношения. Он основан на конечно – разностных соотношениях, полученных интегрированием уравнений (1) вдоль бихарактеристик и записанных в узловых точках, на которые разбивается вся исследуемая область (рисунок 1).

При рассмотрении неоднородных граничных условий (5), для каждой из угловых точек $N (x_1 = l, x_2 = -L)$, $K (x_1 = l, x_2 = L)$, выполняется закон парности касательных напряжений. Это обстоятельство уменьшает число заданных условий в угловой точке на единицу, и для того, чтобы получить замкнутую систему уравнений, необходимо получить одно дополнительное уравнение соответственно для угла $N (x_1 = l, x_2 = -L)$ и $K (x_1 = l, x_2 = L)$. Метод получения дополнительных уравнений для каждой из угловых точек прямоугольной области был рассмотрен в [5]. Однако, все полученные конечно – разностные соотношения могут быть использованы только в областях с непрерывным изменением всех входящих параметров.

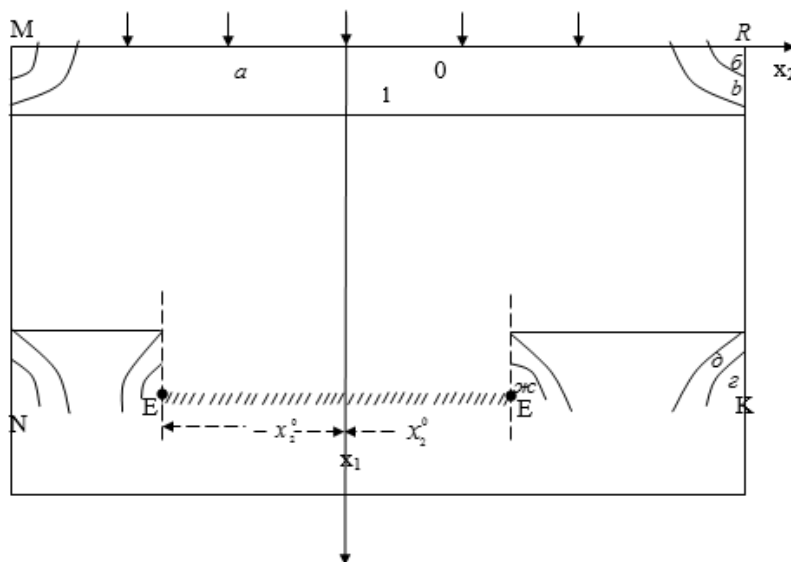


Рис. 1. Исследуемая область

На границе $x_1 = l$ в точках типа E (рисунок 1) расчетные соотношения имеют особенности.

В исследуемой задаче точки $(x_1 = l, |x_2| = x_2^0)$, лежащие на границе $x_1 = l$ полосы, являются особыми из-за скачкообразного изменения граничных условий. В работе [5] отмечена особенность решения для области, которая имеет место в исследуемой нами задаче и для таких точек не разрабо-

тан метод расчета. Кроме того искомые функций и их первые и вторые производные в граничных узловых точках типа Е полосы терпит разрыв первого рода в направлении оси x_2 . В связи с чем нами в точках их сопряжения, где граничные условия изменяются скачком, был предложен метод получения разрешающих уравнений для нахождения искомых функций v_1, v_2, p, q, τ [3].

Таким образом построен численный алгоритм решения поставленной нестационарной задачи теории упругости в особых точках, в которых входящие параметры терпят разрыв первого рода. На основе этого численного алгоритма создана единая программа расчетов на языке Фортран для персональных компьютеров.

Анализ результатов расчетов. На упругое тело в форме прямоугольной полосы нанесена квадратная сетка, в узлах которой определяются значения компонент скорости v_1, v_2 перемещений и напряжения p, q, τ . Предполагается, что границы тела совпадают с линией узлов квадратной сетки, которая покрывает исследуемую область (рисунок 1).

Вычислительный процесс проводится шагами по времени. Шаг по времени k выбран в соответствии с необходимыми условиями устойчивости [5]

$$\left(\frac{k}{h}\right)^2 \leq \min \left\{ \frac{\gamma^2}{\gamma^2 + 1}, \frac{\gamma^2}{2(\gamma^2 - 1)} \right\} \quad (6)$$

используемой явной конечно – разностной расчетной схемы.

Численные результаты приведены для прямоугольной области $0 \leq x_1 \leq 100 h, |x_2| \leq 100 h$. Материал тела обладает следующими характеристиками: модуль упругости $E=200$ ГПа, коэффициент Пуассона $\nu=0.3$, плотность $\rho=7.9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, $c_1=5817 \text{ м/сек}$, $c_2=3109 \text{ м/сек}$, $\gamma=1.87$. Параметры волнового поля получены при следующих значениях исходных данных

$$f(t) = At \cdot e^{-st}, A=1, s=1, k=0.025, h=0.05, |x_2^0|=50h.$$

Здесь A – постоянный множитель, параметр s характеризует скорость изменения внешней нагрузки. Поскольку исследуемое тело имеет свободные границы $x_2 = \pm 100 h$ и особенности $|x_2| = x_2^0 = 50h$ на границе $x_1 = 100 h$, то со временем накладывающиеся друг на друга волны отражений (дифрагированные) определяют сложный характер проявления в нем скоростей перемещений, деформаций и напряжений. На рисунке 1 схематизированы типы волн, определяющие напряженность точек тела. Возмущенная область a , передним фронтом которой является линия 1, определяется заданной нагрузкой $f(t)$, изменяющейся во времени. Угловые точки полосы и особые точки типа Е являются источниками возмущения, вызывающими как продольные (области в, д и з), так и поперечные (области б, г и ж) волны.

Исследование устойчивости показало, что сеточное отношение k/h , равное 0,5, обеспечивает устойчивые результаты для достаточно большого отрезка времени, при многократных отражениях и дифракциях волн. Фактически расчет был выполнен до $t=600 k$. При расчетах в любой момент времени t точно выполняются все граничные условия как в угловых, так и в особых точках. Это обстоятельство, в отличие от многих приближенных методов, обеспечивает достоверность полученных решений и соответствующих результатов.

Из – за симметрии условий закрепления и характера нагружения искомые параметры v_1, p, q являются четными, а v_2, τ – нечетными относительно оси $x_2 = 0$. В связи с этим на рисунках 2–3 приведены результаты расчетов только для положительных значений x_2 . Они показывают сложный характер распределения скоростей v_1, v_2 и напряжений p, q, τ в двумерной области. Симметричность этих функций подтверждена расчетами, что свидетельствует о корректности счета и достоверности полученных результатов.

Изменение нормальных напряжений $p+q$ во времени на отрезке $t \in [0; 600 k]$ в шести фиксированных точках наблюдения – $1(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 20 \cdot h)$, $2(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 50 \cdot h)$,

$3(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 80h)$, $4(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 20 \cdot h)$, $5(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 50 \cdot h)$, $6(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 80 \cdot h)$ показано кривыми на рисунке 2.

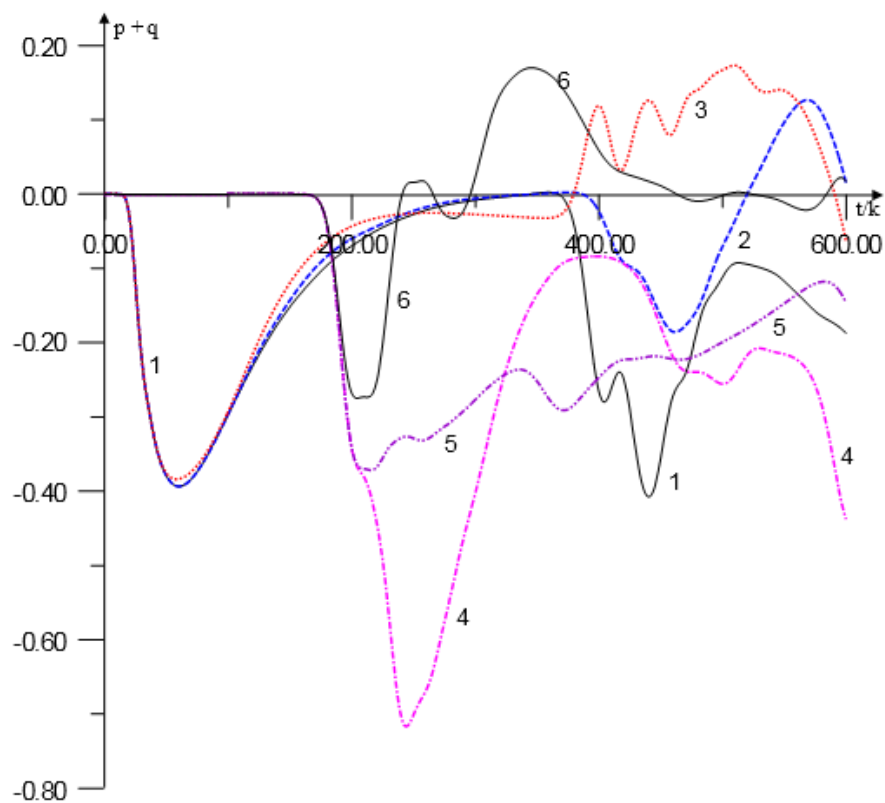


Рис. 2. Осциллограмма нормальных напряжений $p + q$ в шести $1(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 20 \cdot h)$, $2(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 50 \cdot h)$, $3(x_1 = 10 \cdot h, x_2 = 80h)$, $4(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 20 \cdot h)$, $5(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 50 \cdot h)$, $6(x_1 = 90 \cdot h, x_2 = 80 \cdot h)$ фиксированных точек наблюдения прямоугольной области

Анализ поведения нормальных напряжений $p + q$ позволяет в значительной мере проследить процесс прохождения различных волновых фронтов. При малых значениях t поведение кривых в точках 1,2,3 определяется пришедшей от торца $x_1 = 0$ плоской волной сжатия. Из сравнения осциллограмм нормального напряжения $p + q$ (рисунок 2) видно, что напряжения в точках 1,2,3 появляются одновременно и на начальном этапе изменения в целом повторяют заданный граничным воздействием (3) профиль нагружения. Значительный рост амплитуды $p + q$ в точках 1,4 и уменьшение максимальных сжимающих напряжений в точках 3,6 обусловлены различным характером отражения волны нагрузки от закрепленной и свободной участков границы полосы $x_1 = 100h$. В момент $t \approx 220 \cdot k$ в точку 6, в момент $t \approx 380 \cdot k$ в точку 3 приходит основной импульс, отраженный от свободного участка границы полосы $x_1 = 100h$, который приводит к растягивающим напряжениям. На дальнейшее размытие основного импульса во времени сказывается влияние волн дифракции.

На рисунке 3 приведено распределение продольных скоростей перемещений v_1 в исследуемой области в момент времени $t = 300 \cdot k$.

Полученные результаты показывают, что влияние разрыва $x_2 = x_2^0 = 50h$ в граничных условиях на границе $x_1 = 100h$ на распределение скоростей в рассматриваемой области имеет локальный характер. По мере удаления от особой точки $x_2 = x_2^0$ влияние ее постепенно уменьшается.

Разработанная методика может быть использована для исследования динамических напряжений при скачкообразном изменении граничных условий, максимально приближенных к реальным типам закрепления ряде инженерных сооружений.

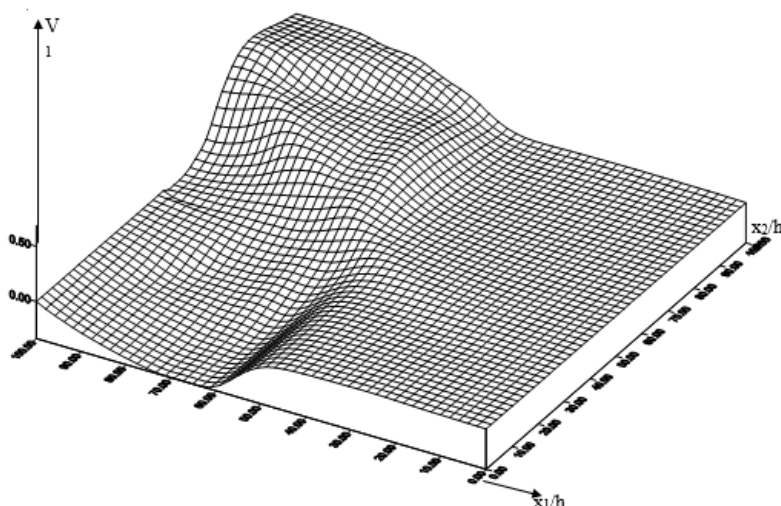


Рис. 3. Распределение продольных скоростей перемещений v_1 в исследуемой области в момент времени $t = 300 \cdot k$

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] Alexeeva L.A., Sarsenov B.T. Mathematical model of massive dynamics in the neighborhood of disturbance focus //AIP Conference Proceedings, 2015.– V.1676, 020067,DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930481>.
 [3] 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.–V.1676, 020067, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4930493>.
 [4] Ashirbayev N., Ashirbayeva Zh., Abzhabbarov 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>.
 [5] Clifton R.J. A difference method for plane problems in dynamic elasticity// Quart. Appl. Math.- 1967.-Vol. 25.- No.1.- P. 97-116.

Әшірбаев Н.К., Әшірбаева Ж.Н., Нұрмағанбетова Ж.А., Алтынбеков Ш.Е., Иманбетова А.Б.

Серпімді біртіректі конструкциядағы екіөлшемді стационар емес есепті сандық моделдеу

Резюме. Жұмыста сызықтық жағдайда үзілісті шекаралық шарттармен берілген тікбұрышты облыста динамикалық толқындардың таралу есебі қарастырылған. Кернеулер мен жылдамдықтарда тұжырымдалған аралас есеп айқын айырымдық схема, атап айтқанда сандық кеңістіктік сипаттамалар әдісімен шешілген. Толқындық процесс тікбұрышты облыстың беттік шекаралық нүктелеріне сыртқы динамикалық жүктемені қолдану арқылы туындайды, ал облыстың бүйір қабырғалары кернеуліктен бос. Тік бұрышты облыстың төменгі шекаралық нүктелерінде біркелкі емес шекаралық шарттар берілген, яғни қабырғаның орта бөлігі қатаң бекітілген, ал оның шеткі бөліктері кернеуліктен бос. Шекаралық шарттар күрт өзгерген түйісу нүктелерінде ізделінді функцияларды табу үшін ақырлы есептеу қатынастары алынған. Үзілісті шекаралық шарттардың маңайында динамикалық кернеулер концентрациясы зерттелген. Зерттеу нәтижелерінің сандық шешімдері келтірілген.

Түйін сөздер: жылдамдық, кернеу, үзілісті, кернеулер концентрациясы, сандық шешім.

Ashirbayev N.K., Ashirbayeva Zh.N., Nurmaganbetova Zh.A., Altynbekov Sh. E., Imanbetova A. B.

Numerical modeling of two-dimensional non-stationary problems in elastic single-construction design

Summary. In the paper, in a linear formulation, the problem of the propagation of dynamic perturbations in a rectangular domain with discontinuous boundary conditions is considered. The mixed problem, formulated in terms of stresses and velocities, is solved numerically by means of an explicit difference scheme of the through calculation, based on the method of spatial characteristics. The wave process is caused by applying an external dynamic load on the front edge of a rectangular region, and the lateral boundaries of the region are stress-free. At the lower boundary of the rectangular region, inhomogeneous boundary conditions are given, where the middle part of the boundary is rigidly fixed, and its lateral sections are free of stresses. It is at the points of their conjugation, where the boundary conditions change abruptly, that a method is proposed for obtaining solving equations for finding the required functions. The con-

centration of dynamic stresses in the neighborhood of the discontinuity of the boundary conditions is studied. The results of the study are brought to a numerical solution.

Keywords: speed, voltage, rupture, stress concentration, numerical solution.

УДК 691; 691:620.1

А.Д. Мурадов, Ә.А. Қырықбаева
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы,
e-mail: asem40_79@mail.ru)

«Полиимид - $YBa_2Cu_3O_{6,7}$ » ЖҮЙЕСІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТӨМЕНГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ КҮЙДІРУДІҢ ӘСЕРІ

Түйіндеме. «Полиимид - $YBa_2Cu_3O_{6,7}$ » жүйесінің жұтылу инфрақызыл спектріне (ИК) төменгі температуралы күйдірудің әсері қарастырылды. Күйдіруге дейінгі және күйдіруден кейінгі инфрақызыл спектрлерінің өзгерісіне талдау жасалынды. Полиимид (ПИ) қабыршағының спектрлері $YBa_2Cu_3O_{6,7}$ (YBCO) аз концентрациясында (0,1% масс. дейін) ғана сақталады. Полимерлік композит материалдарда (ПКМ) YBCO концентрациясын арттырғанда ИК –спектрлерінде YBCO үлгілеріне сәйкес жұтылу жолақтары анық байқалынады. Сұйық азотпен төменгі температуралы күйдіру ПКМ және ПИ–да $1750 - 4200 \text{ см}^{-1}$ жиіліктер аймағында, полиимид құрылымындағы бос радикалдар концентрациясының азайуымен байланысты спектр интенсивтілігінің төмендеуіне әкеледі.

Түйінді сөздер: полиимид, композит материалдар, толықтырғыш, жоғарғы температуралы асқын өткізгіштік, оптикалық қасиеттер, оттегінің жұтылуы.

Кіріспе

Жоғары температуралы асқын өткізгіштік (ЖТАӨ) ашылуы осы бағытта зерттелулерге жаңа ықпал берді. Бірақта, ЖТАӨ кеңінен қолданылуын шектейтін факторлар бар: күрделі конфигурациялы керамикалық бұйымдарды дайындаудың технологиялық қиыншылықтары және бұл бұйымдардың морттылығы. Бұл мәселені шешудің бірден бір жолы композиттік материалдар жасауға негізделеді. Бір материалда полимерлер мен ЖТАӨ қасиеттерін үйлестіру мәселесі қарастырылып, талқыланған [1]. Бұл материалдар ЖТАӨ пен полимерлердің жақсы қасиеттері (агрессивті ортаға химиялық тұрақтылығы, механикалық беріктілігі, бұйымды өңдеуде технологиялығы және т.б.) үйлеседі.

«Полиимид - $YBa_2Cu_3O_{6,7}$ » жүйесінің оптикалық қасиеттеріне төменгі температуралы күйдірудің әсері қарастырылды. Полиимид (ПИ) синтетикалық полимерлердің қарапайым түрі. Ол сыртқы агрессивті ортаның әсеріне және жоғарғы және төменгі температураларға төзімді физика-механикалық қасиеттерге ие [2].

Эксперимент әдісі

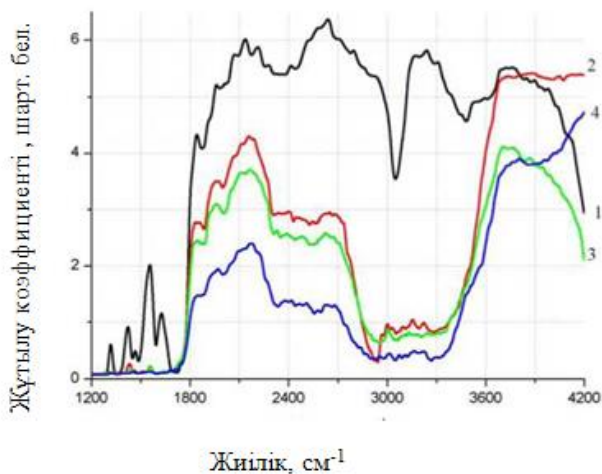
Полиимид негізіндегі зерттелінген үлгілер механикалық араластыру әдісімен алынды. Кейін ол $100 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада кептірілді. Толықтырғыш ретінде, оксидтер мен карбонаттардан қатты фазалы синтездеу әдісімен алынған $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ (YBCO) ұсақ кристалды ұнтақ пайдаланылды. ПКМ үлгілер әр түрлі концентрациялы: $C = 0,05\%$ масс. - қалыңдығы (d) = 75 мкм, $C = 0,1\%$ масс. - $d = 85$ мкм, $C = 0,5\%$ масс. - $d = 82$ мкм полимерлік қабыршақ түрінде алынды. Салыстыру және талдау жүргізу үшін қалыңдығы $d = 40$ мкм болатын таза полиимид алынды.

Үлгілердің инфрақызыл спектрлері (ИК) ИКС - 29 ИК-спектрометрде 300K температурада $4200-1200 \text{ см}^{-1}$, $1400-400 \text{ см}^{-1}$ спектр диапазонында түсірілді. Өлшемдері 13×13 мм, жұмыс аймағы 10×10 мм болатын үлгілер спектрометрдің арнайы кюветаларына қойылды. Бастапқы үлгілердің ИК спектрлері жазылып алынды да, 5 мин уақыт аралығында сұйық азотта төменгі температурада күйдірілді. Одан кейін 72 сағаттан соң үлгілердің ИК спектрлері түсірілді.

Алынған нәтижелерді талдау

1 және 2 суреттерде төменгі температуралы күйдіруге ұшырамаған үлгі спектрлері көрсетілген. ПИ қабыршағында мынадай: 402, 484, 535, 577, 620, 647, 689, 738, 760, 780, 861, 897, 992, 1128, 1146, 1324, 1421, 1555, 2133, 2634, 3238, 3304 см^{-1} максимумдар, $2900 - 3170 \text{ см}^{-1}$ аймағында жұтылудың кең ауқымды жолағы байқалады. Бұл пиктердің конфигурациясы СН байланысына ($RCH=CHR$, $R_2C=CH_2$, $R-CH=CH_2$), С-О байланысына (екінші ретті алкогольды топтар), С-N және $>N-H$ байланы-

сына (аминоқышқылдар және ассоциирленген топтар $>N-H$, $-NH_2$), $>C=C<$ байланысына (ароматты топтар), $C=C$ - байланысына (алкіндер) жәнек - OH байланысына (карбоксыл топтары) сәйкес келеді.

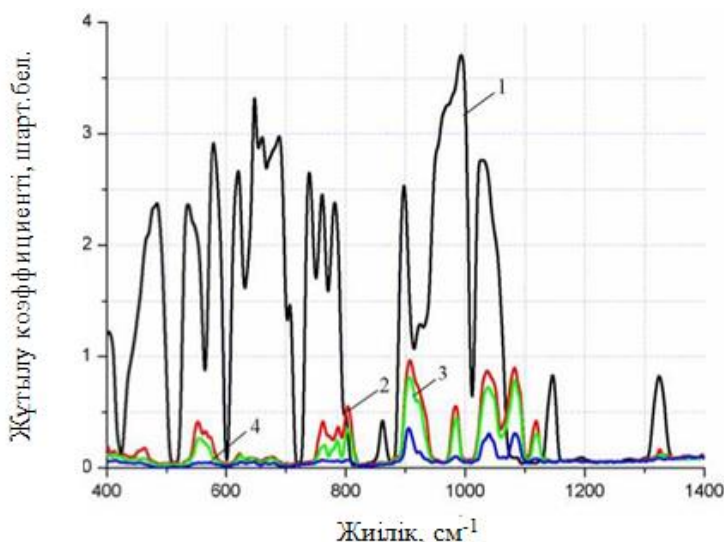


1-полиимид; 2 - $C=0,05\%$ масс.; 3 - $C=0,1\%$ масс.; 4 - $C=0,5\%$ масс.

1-сурет. «Полиимид- $UVa_2Cu_3O_{6,7}$ » жүйесінің ИК-спектрлері

Полиимидке ЖТАӨ енгізу спектр қарқындылығының 20,6% дейін азаюына әкеледі (1 және 2 сурет.). Сонымен қатар 400 - 1400 cm^{-1} жиілік аймағында $C=0,05\%$ и $C=0,1\%$ $UVa_2Cu_3O_{6,7}$ концентрациялы ПКМ спектрлер арасында айтарлықтай айырмашылық байқалмайды (2- сурет). ПКМ-да $UVa_2Cu_3O_{6,7}$ концентрациясының артуы спектр интенсивтілігінің азаюына әкеледі, ал 2300 - 3300 cm^{-1} жиілік диапазонында алкіндер және ассоциирленген топтарға $=N-H$, $-NH_2$ сәйкес пиктер мүлдем жоғалып кетеді. Барлық ЖТАӨ-ті ПКМ 2850 - 3350 cm^{-1} аймағында жұтылудың жалпақ жолағының болуы тән, бұл Cu , Y , Ba , кристаллогидраттардың болуымен байланысты, бұл [3] жұмыста да байқалды.

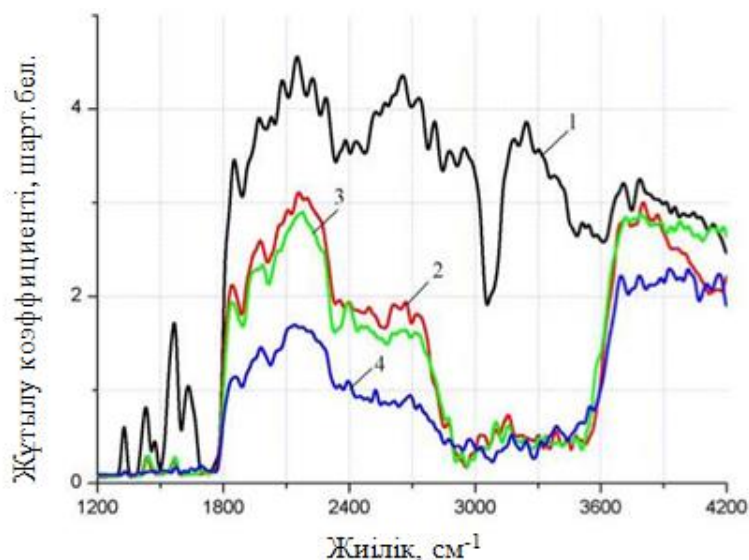
Полиимид қабыршағындағы пиктер 484 тен 862 дейін және 992, 1147, 1326 (cm^{-1}) интервалдарында аз концентрациялы $UVa_2Cu_3O_{6,7}$ ($C=0,05$ мас. % и $C=0,1$ мас.%) ПКМ ішінара сақталады. Бірақта концентрацияны 0,5% арттыру бұл пиктердің толық жоғалуына әкеледі. Төменгі температуралы азот арқылы күйдіру барлық үлгілерде 1800 - 4200 cm^{-1} аймағында спектр интенсивтілігінің 68,2% деін төмендеуіне әкеледі. $UVa_2Cu_3O_{6,7}$ тән 2850 - 3350 cm^{-1} жұтылу жолағы 2850 - 3500 cm^{-1} интервалына дейін ұлғайады. Басқа жиілік диапазондарында ИК-спектрінің формасы өзгермейді (сурет 1 және 3).



1-полиимид; 2 - $C=0,05\%$ масс.; 3 - $C=0,1\%$ масс.; 4 - $C=0,5\%$ масс.

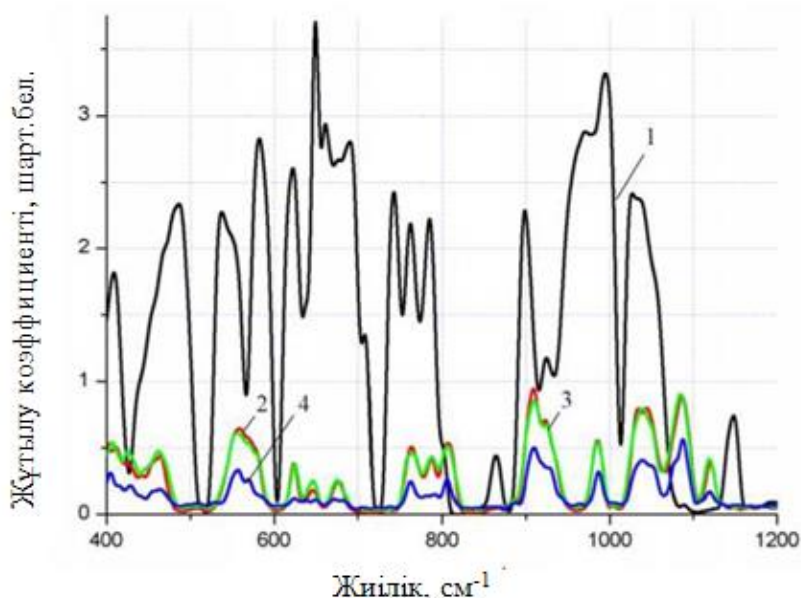
2-сурет. «Полиимид- $UVa_2Cu_3O_{6,7}$ » жүйесінің ИК- спектрлері

Төменгі температуралы күйдіру таза полиимид қабыршаққа әсері $400 - 1400 \text{ см}^{-1}$ жиіліктер аймағында амплитуданың төмендеуіне және ИК-спектрінің өзгерісіне айтарлықтай әсер етпейді. Бірақта, бұл әсер осы диапазонда ЖТАӨ бар ПКМ жұтылу жолағының интенсивтілігінің $60 - 100\%$ артуына әкеледі (сурет 2 және 4). $C = 0,5\%$ үлгі спектрінде жаңа пиктер $404, 464, 556, 761, 987, 1119 \text{ (см}^{-1}\text{)}$ байқалады (сурет 2 және 4).



1-полиимид; 2 - $C = 0,05\%$ масс.; 3 - $C = 0,1\%$ масс.; 4 - $C = 0,5\%$ масс.

3-сурет. «Полиимид- $U\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,7}$ » жүйесінің сұйық азотта төменгі температурада күйдіруден кейінгі ИК- спектрлері



1-полиимид; 2 - $C = 0,05\%$ масс.; 3 - $C = 0,1\%$ масс.; 4 - $C = 0,5\%$ масс.

4-сурет. «Полиимид- $U\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,7}$ » жүйесінің сұйық азотта төменгі температурада күйдіруден кейінгі ИК- спектрлері

4 суретте $404, 556, 987, 1119$ пиктер полиимидке (1сызық) тән, бірақта олардың интенсивтілігі салыстырмалы түрде аз, $0,1$ ден 1 шартты белгі аралығында. $460 - 470 \text{ см}^{-1}$ диапазондағы жұтылу жолағы тізбектегі Cu-O деформациялық тербелістерді сипаттайды, $760 - 780 \text{ см}^{-1}$ барий карбонатына сәйкес келеді [4].

Қорытынды

1) Дайындалған үлгілерде полиимид қабыршағына тән және таза ЖТАӨ тән ИК спектрлер байқалады. ПИ-қабыршағының спектрлері ЖТАӨ аз концентрациясында (0,1% масс. дейін) ғана сақталады.

2) ПКМ-да YBCO концентрациясын арттырғанда ИК –спектрлерінде ЖТАӨ үлгілеріне сәйкес жұтылу жолақтары анық байқалынады.

3) Сұйық азотпен төменгі температуралы күйдіру ПКМ және ПИ–да 1750 - 4200 см^{-1} жиіліктер аймағында, полиимид құрылымындағы бос радикалдар концентрациясының азайуымен байланысты спектр интенсивтілігінің төмендеуіне әкеледі.

4) Төменгі температуралы күйдіруге ұшыраған ПКМ үлгілерінде YBCO тән 2850 - 3350 см^{-1} жұтылу жолағының 2850 - 3500 см^{-1} интервалында дейін жайылуы жаңа Cu, Y, Ba кристаллогидраттардың түзілуін байқалтады. Басқада гидроксильді топтардың жұтылу жолақтарының болмауы ЖТАӨ молекула бетінің полимерлік матрицамен жоғары дәрежеде жабылғандығымен түсіндіріледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Возный П.А., Галушко Л.В. и др. Исследование высоконаполненных полимерных материалов полихлортрифторэтилен-дисперсный ВТСП $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ и $(\text{Pb}_x\text{Bi}_{1-x})_2\text{Ca}_2\text{Sr}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ // СФХТ – 1992. – Т. 5, №8. – С. 1478-1485.

[2] Михайлин Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. – СПб.: Профессия. – 2006. – 624 с.

[3] Леденёв В.О., Леденёв Д.О., Леденёв О.П. Особенности диффузии кислорода и его вакансий в сверхпроводящем соединении YBaCuO вблизи магнитных квантовых линий // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. – 2006. – № 1. – С.76 - 82.

[4] Л.И. Гурский, Н.А. Каланда. Анизотропия проводимости и перераспределение зарядовой плотности в слоистых высокотемпературных сверхпроводниках // Доклады БГУИР. – 2007. – № 4. – В.20. – С. 113 -117.

Муратов А.Д., Кырыкбаева А.А.

Влияние низкотемпературного отжига на оптические свойства системы «Полиимид - $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,7}$ »

Резюме. Рассмотрено влияние низкотемпературного отжига на инфракрасные спектры (ИК) поглощения системы «Полиимид - $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,7}$ ». Изучены спектры до и после отжига, а также сделан анализ их изменения. Спектры полиимидной пленки (ПИ) сохраняются в полимерных композиционных материалах (ПКМ) только для малых концентраций YBCO наполнителя (до 0,1% масс.). С увеличением концентрации YBCO в ПКМ в ИК-спектрах более четко проявляются полосы поглощения характерные для самих образцов YBCO. Низкотемпературный отжиг жидким азотом приводит к снижению интенсивности спектра в области частот 1750 - 4200 см^{-1} в ПКМ и в ПИ - пленке, который связан с уменьшением концентрации свободных радикалов в структуре полиимида.

Ключевые слова: полиимид, композитный материал, наполнитель, высокотемпературный сверхпроводник, оптические свойства, поглощение кислорода.

Muradov A.D., Kyrybayeva A.A.

Influence of low-temperature annealing on optical properties of the system «polyimide- $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,7}$ »

Summary. The influence of low temperature annealing were considered on the infrared spectra (IR) absorption system "Polyimide - $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,7}$ ". The spectra were studied before and after annealing, and the analysis of their change. Spectra of polyimide films (PI) are stored in polymer composite materials (PCM) only for small concentrations of YBCO filler (up to 0.1% wt.). With increasing concentration of YBCO in PCM in the IR spectra more clearly revealed absorption bands characteristic for YBCO samples themselves. Low-temperature annealing liquid nitrogen leads to a decrease in the intensity of the spectrum in the frequency range 1750 - 4200 cm^{-1} in PCM and PI - tape that is associated with a reduction in the concentration of free radicals in the structure of the polyimide.

Keywords: polyimide, composite materials, filler, high temperature superconductors, optical properties, oxygen uptake.

УДК 664.959:613.281

¹А.Е. Матеева, ¹Р.У. Уажанова, ²С.В. Шахов, ²А.Е. Куцова, ²А.В. Алехина
(¹Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан
²Ворнежский государственный университет инженерных технологий,
Воронеж, Россия)

УЛЬТРАСТРУКТУРА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

Аннотация: Микро- и ультраструктурный анализ позволяет четко выявлять общие структурные особенности исследуемой мышечной ткани. Из структурных элементов в мясе уснувших внимание привлекают ядра мышечных волокон. В расслабленных волокнах ядра выявлялись обычно в виде овальной, вытянутой, иногда палочковидной форме. Ядра были хорошо структурированы, в них выявлялась чёткая хроматиновая гранулированность. При изучении автолитических изменений по истечении первого часа хранения на субклеточном уровне наиболее точным показателем реакции мышечных волокон на воздействие факторов раннего автолиза является структура поведения саркомеров – элементарных единиц аппарата сокращений всей двигательной системы. Значительно отличается толщина волокон и величина саркомеров в первые сутки, т. е. до периода *rigor mortis* и некоторое время после него. При электронно-микроскопическом исследовании мышц в период развития посмертного окоченения в течение первых 1-3 ч хранения обнаруживается прогрессирующее сокращение миофибрилл мышечного волокна с уменьшением I-дисков миофибрилл, утолщением Z-пластинок, формировании в I-диске N - полосок и последующим исчезновением N и I-дисков. В результате дальнейшего развития ферментативных процессов физиологический аппарат субмикроскопического сокращения, т. е. тонкая структура актомиозинового комплекса после максимума сокращений разрушался.

Ключевые слова: промысловая рыба, ультраструктурная характеристика, катепсины, глюкоза, пируват.

Введение

Изменения свойств продуктов при хранении обуславливаются происходящими в них процессами – физическими, химическими, биохимическими, микробиологическими, гистологическими и др., которые в одних случаях улучшают потребительские свойства продуктов, а в других вызывают их порчу. Поэтому целью холодильной обработки и хранения продуктов является обеспечение благоприятного протекания первых и минимизация вторых.

Целью нашей работы было исследование биохимических особенностей изменений в мышечной ткани промысловых рыб (семги и озерной форели), протекающих в процессе хранения для рационального и максимального использования при выработке продуктов массового потребительского спроса.

Проследить изменение структуры мышечного волокна при хранении можно с помощью микроскопических методик. Решающим преимуществом микроскопических методик является прямое визуальное представление исследуемых структур. Кроме того, методы микроструктурного и ультраструктурного анализа характеризуются высокой степенью объективности, позволяют наглядно определить, как качественные характеристики самого сырья, так и их изменения в процессе хранения. Проведенные микро- и ультраструктурные исследования мышечной ткани прудовых рыб позволили установить структуру мышечных элементов и выявить динамику их деструкции при хранении [1, 2].

Мясо уснувшей рыбы – это исходная контрольная структура, с которой можно сравнивать все последующие изменения в мясе, подвергающемуся дальнейшей технологической обработке. Именно со свежего мяса начинается самый сложный автолитический процесс, придающий в течение определенного срока соответствующую консистенцию, вкус и аромат, свойственные созревшему мясу.

Объекты и методы исследования

При проведении исследования использовали промысловую рыбу: семгу и форель озерную с временем хранения от 0 до 24 часов, хранение производили в холодильной камере при температуре 4-6 °С. Рыбу предварительно разделали на филе. Образцы, предназначенные для исследования, фиксировались в 10 % нейтральном формалине. Срезы получали на охладителе микротомы ОМТ 0228, смонтированном на базе санного микротомы. Для окрашивания использовали метод гематоксилин эозин, в качестве ядерного красителя использовался квасцовый гематоксилин Эрлиха, а в качестве основного - эозин В [1].

Исследования микроструктуры рыбного сырья проводили по ГОСТ Р 50372 и рекомендациям [1, 2]. Пробоподготовка осуществлялась следующим образом: у семги и форели отрезали кусочки мяса, размером 2x3 мм, которые, фиксировали в 10 % нейтральном формалине в течение семи суток. Обезвоживание образцов проводилось в спиртах восходящей концентрации начиная с 50 % и заканчивая абсолютно безводным (концентрацией 100 %) с интервалом в 4-6 % и продолжительностью каждого этапа 24 часа. Обезвоженные образцы заливались парафином. Из парафиновых блоков на санном микротоме изготавливались срезы толщиной 7-10 мкм, окрашивались гематоксилин-эозином, в качестве ядерного красителя использовался квасцовый гематоксилин Бёмера, а в качестве основного - спиртовой эозин. Изучение полученных препаратов проводили на микроскопе Биолам Р1У4 2 под объективами 3,2; 10; 40 с увеличением окуляра 7х. При необходимости изготавливались микрофотографии [1, 7].

Результаты и обсуждение

Для изучения динамики созревания мяса семги и форели были отобраны образцы мышечной ткани. В препаратах свежего мяса, мышечная ткань состояла в основном из плотно расположенных друг к другу, продольных пучков мышечных волокон (рисунок 1, а и б). Соединительная ткань строма в препаратах находилась в пределах нормы. При этом в зависимости от количества составляющих мышечных клеток, отдельные пучки мышечных волокон по толщине были неравномерными (рисунок 2, а и б). На рисунке 3 ядра имели в основном вытянутую овоидальную форму и располагались по периферии мышечных волокон [3, 6].



Рис. 1. Гистоструктура свежего мяса рыбы: а – семга, б – форель.
Окр. гематоксилин-эозин. Ув. × 100.



Рис. 2. Соединительнотканнные прослойки в структуре свежего мяса рыбы: а – семга, б – форель.
Окр. гематоксилин-эозин. Ув. × 100.

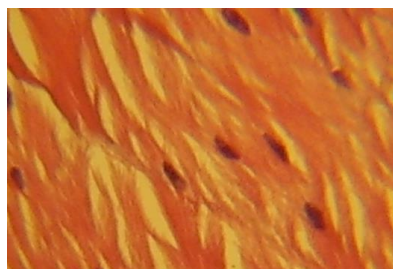


Рис. 3. Четкое выявление ядерной субстанции в мышечной ткани форели до созревания.
Окр. гематоксилин-эозин Ув. × 400.

На ультраструктурном уровне из структурных элементов в мясе уснувших рыб, в частности семги и форели особое внимание привлекают ядра мышечных волокон (рисунок 4).



Рис. 4. Ультраструктура мышечных клеток свежего мяса рыб.
Контрастирование марганцевокислым калием. $\times 6000$

В расслабленных волокнах ядра выявлялись обычно в виде овальной, вытянутой, иногда палочковидной формах. Ядра были хорошо структурированы, в них выявлялась чёткая хроматиновая гранулированность.

При изучении мышечной ткани уснувшей рыбы в трансмиссионном электронном микроскопе, было обнаружено, что мышечные волокна неравномерно воспринимали контрастирующее вещество и характеризовались специфической текстурой (рисунок 5) [3, 5].

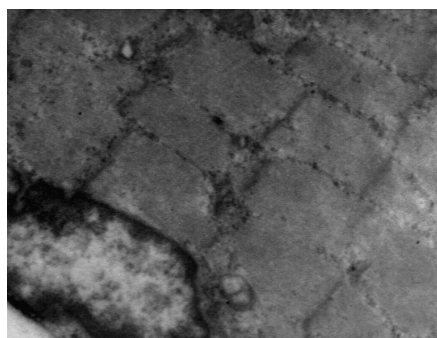


Рис. 5. Ультраструктура мышечного волокна свежего мяса форели. Контрастирование марганцевокислым калием. $\times 6000$

Особо следует отметить состояние таких органелл клетки как митохондрии, так как эта структурная единица весьма чувствительна даже к незначительному изменению внутриклеточного гомеостаза. При изучении митохондрий мышечных клеток уснувшей рыбы выявлялась характерная для органелл структура с электронноплотным матриксом, в котором просматривались единичные изменения, свидетельствующие о начале первичных процессов разрушения клеточных структур (рисунок 6).

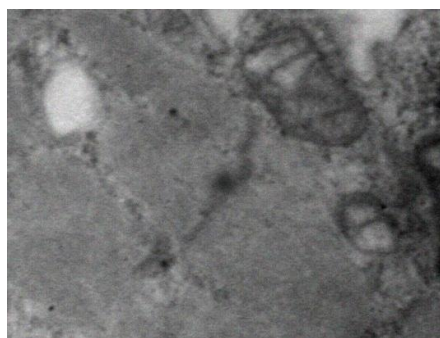


Рис. 6. Митохондрии в мышечной ткани свежего мяса форели.
Контрастирование марганцевокислым калием. $\times 10000$

При последующем изучении автолитических изменений по истечении первого часа хранения на субклеточном уровне наиболее точным показателем реакции мышечных волокон на воздействие факторов раннего автолиза является структура поведения саркомеров – элементарных единиц аппарата сокращений всей двигательной системы, а также митохондриального комплекса (рисунок 7) [4, 7].

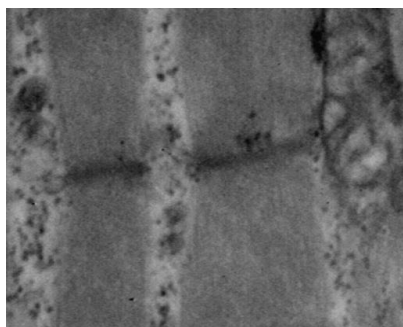
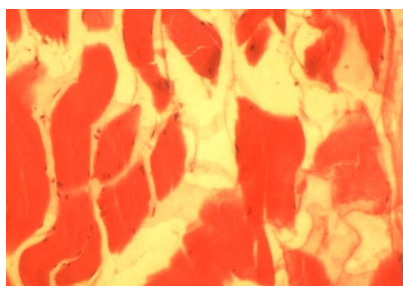
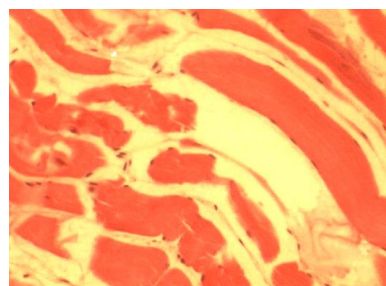


Рис. 7. Фрагмент саркомера мышечной клетки форели по истечении 1 часа хранения. Контрастирование марганцевокислым калием. $\times 10000$

В препаратах, где мышечная ткань выдерживалась 4 часа, выявлялось незначительное разрыхление структуры мышечной ткани, деформирование отдельных волокон. Общее продольное расположение волокон сохранялось, но они выглядели скрученными, на отдельных участках фрагментированными (рисунок 8, а и б). При большом увеличении были заметны единичные лизированные участки мышечных волокон, отмечались единичные ядра, которые находились в различной степени кариолиза.



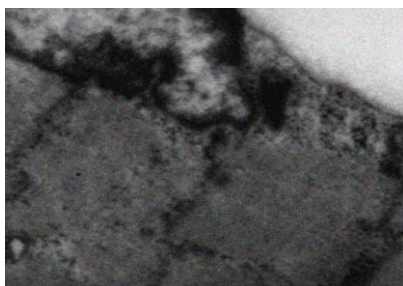
а



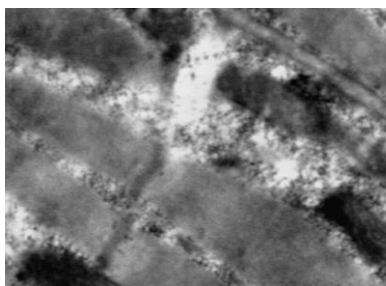
б

Рис. 8. Архитектоника мышечной ткани рыб после 4 часов созревания: а – семга, б – форель. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. $\times 400$.

Значительно отличается толщина волокон и величина саркомеров в первые сутки, т. е. до периода *rigor mortis* и некоторое время после него. При электронно-микроскопическом исследовании мышц в период развития посмертного окоченения в течение первых 1-4 часов хранения обнаруживается прогрессирующее сокращение миофибрилл мышечного волокна с уменьшением I-дисков миофибрилл, утолщением Z-пластинок, формировании в I-диске N - полосок и последующим исчезновением N и I-дисков (рисунок 9, а и б) [7, 8].



а



б

Рис. 9. Фрагмент саркомера мышечной клетки рыб по истечении 4 часов хранения: а – семга, б – форель. Контрастирование марганцевокислым калием. $\times 10000$

В препаратах мышечной ткани, которая выдерживалась 8 часов, усиливались признаки автолиза. Происходило усиление деформации мышечных волокон, значительно увеличивалось количество фрагментированных мышечных клеток. Наряду с уплотнением ядерного матрикса увеличивалось количество ядер с признаками разрушения (рисунок 10, а и б) [4, 6].

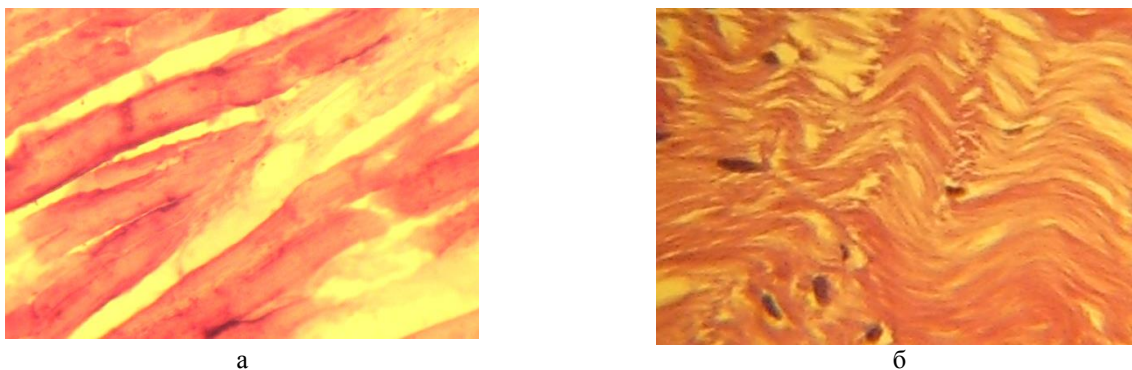


Рис. 10. Архитектоника мышечной ткани рыб после 8 часов созревания:
а – семга, б – форель. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. $\times 100$.

Основные автолитические изменения в мясе рыб были зафиксированы в препаратах, где мышечная ткань выдерживалась в течение 12, 24, 36 и 48 часов. Отмечалось значительное усиление разволокнения и деформации структуры мышечной ткани и соединительно-тканых элементов (рисунок 11, а и б). Не смотря на общее продольное расположение мышечных волокон, фрагментирование было более значительным, чем в препаратах с меньшей экспозицией. По всей площади срезов были четко выражены разрушение и лизис мышечных волокон. Это наиболее сильно проявлялось в образцах ткани с выдержкой 48 и 72 часов (рисунок 12), в виде увеличения лизированных участков, при чем ядра в мышечных волокнах были практически незаметны [7].

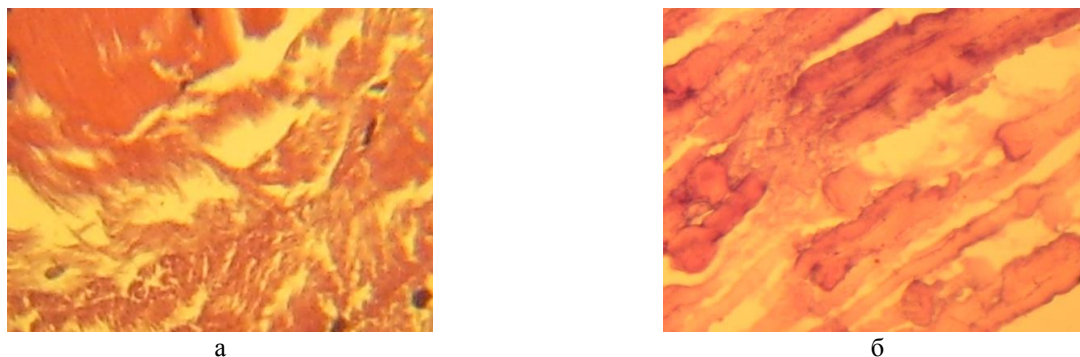


Рис. 11. Деформация мышечных волокон рыб после созревания в течение 12 часов:
а – семга, б – форель. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. Ок. 7, об. 40.

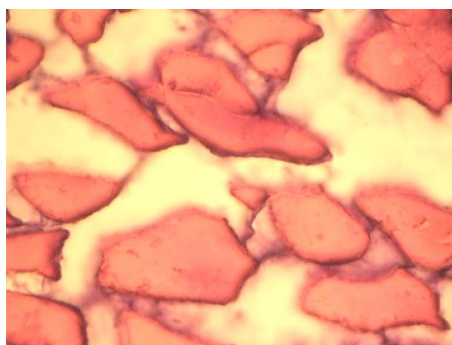


Рисунок 12 – Деформация мышечных волокон форели после созревания в течение 48 часов (поперечный срез).
Окр. гематоксилин-эозин. Ув. $\times 400$.

Наряду с биохимическими показателями, с морфологической точки зрения созревание мяса рыб в первых стадиях обуславливалось нарушением субмикроскопического аппарата сокращения. Оно сопровождалось процессом возникновения разных степеней сокращения и расслабления мышечных волокон, образованием узлов сокращений, поперечных разрывов по узлам и продольных разбеганий волокон. В результате таких изменений мясо становится нежным, качество его улучшается, в результате дальнейшего хранения мясо может ухудшать свои показатели и становиться жестким [4, 6].

Таблица 1. Содержание гликогена и белков в мясе промысловых рыб при различных сроках созревания (в единицах оптической плотности ЕОП)

№ п/п	Срок созревания	Наименование рыбы	Гликоген (ШИК реакция по McManus)	±% к Свежему мясу	Белок (Амидочёрный 10 Б)	±% к свежему мясу
1	Свежее мясо рыб	Семга	0,47±0,012	-	0,65±0,020	-
		Форель		-		
2	1 час	Семга	0,44±0,013	-6,4±0,21	0,63±0,031	-3,2±0,24
		Форель				
3	4 часа	Семга	0,40±0,017	-14,8±0,12	0,62±0,030	-4,6±0,21
		Форель				
4	8 часов	Семга	0,33±0,013	-29,8±0,14	0,60±0,030	-7,8±0,12
		Форель				
5	12 часов	Семга	0,33±0,01	-29,8±0,22	0,60±0,030	-7,8±0,21
		Форель				
6	24 часа	Семга	0,030±0,01	-36,3±0,31	0,63±0,020	-3,2±0,12
		Форель				
7	48 часов	Семга	0,028±0,01	-40,5±0,23	0,63±0,020	-3,2±0,21
		Форель				

Выводы

Гистохимическое изучение белков и гликопротеидов мышц с последующим цитофотометрированием и анализом цифровых снимков с помощью программы OPTIMAS 6.1 показало, что (таблица 1) содержание гликогена в первые часы после вылова в мясе рыб заметно снижалось и после 12 часов снижения составляло в карпе - семге %, в форели - 29,9). После 48 часовой выдержки снижение содержания гликогена в мышцах составляло соответственно 40,4%, 40,5 %. Падение количества гликогена совпадает с классическими представлениями о ходе автолиза. Скорость процессов у различных видов рыб практически не различается и зависит от прижизненных функций мышц. Следует ожидать, что изменения белковой системы мышц тесно связаны с технологической функциональностью – большое количество низкомолекулярных продуктов – причина более низких показателей. Данное обстоятельство следует учитывать при практическом использовании мяса рыб в технологических процессах. Несколько иная картина выявлялась при изучении содержания белка. Достоверное снижение их содержания отмечалось уже после первого часа хранения. После 12 часовой выдержки снижение белка в семге составляло 7,7 %, форели – 7,9 %. После 48 часовой выдержки содержание белка в изучаемых образцах практически не отличалось от исходных данных. Распад биополимерных белковых систем свидетельствует о действии катепсинов. Вероятно в более ранние стадии автолиза наблюдается деструкция белков низкомолекулярных, а более поздние связаны с распадом белковых комплексов.

ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Сулейманов С.М. Методы морфологических исследований. – Воронеж: Рос. акад. с.-х. наук, 2007. – 87 с.
- [2] ГОСТ Р 50372–92. Мясо. Метод гистологического исследования. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1993. – 16 с.
- [3] Козлов А.П. Контроль качества рыбных товаров в торговле. – СПб.: Экономика, 1998. – 55 с.
- [4] Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.

- [5] Антипова Л.В. Алехина А.В. Перспективы прудовых рыб в улучшении структуры питания человека / Успехи современного естествознания – Москва, 2007. - № 12 – С. 92
- [6] Антипова Л.В., Дворянинова О.П., Алехина А.В., Калач Е.В. Определение зависимости концентрации триметиламина от времени хранения рыбы] / Материалы международной научно - практической конференции «Инновационные технологии переработки сельскохозяйственного сырья в обеспечении качества жизни: наука, образование и производство». - Воронеж, 2008. - С. 404-410.
- [7] Антипова Л.В., Алехина А.В., Аликулов З., Алтаева А.С., Апельбаум С. Изменение протеолитической активности в мясе прудовых рыб в процессе хранения Материалы III Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности» Т. 1 Воронеж 2009 С.204-208.
- [8] Nagai T., Suzuki N. Partial characterization of collagen from purple sea urchin (*Anthocidaris crassispina*) test // Int J. Food Sci. Tech. 2000. -Vol. 35. - № 5. - P. 497-502.

Матеева А. Е., Уажанова Р. У., Шахов С. В., Куцова А. Е., Алехина А. В.

Балық сақтау процесінде бұлшық ет ультраструктурасы

Түйіндеме: Микро - және ультраструктурный талдау мүмкіндік береді анық анықтау жалпы құрылымдық ерекшеліктері зерттелетін бұлшық ет тіні. Құрылымдық элементтердің етте уснувших назар тартады ядро бұлшықет талшықтары. "Расслабленных талшықтарда ядро айқындалса, әдетте, түрінде сопақша, созылған, кейде палочковидной. Ядроның жақсы құрылымдалған, оларға анықталды айқын хроматиновая гранулированность. Өткенде автолитических өзгерістер өткен соң қолданысқа сағат сақтау субклеточном денгейде ең дәл көрсеткіші реакциялар бұлшық ет талшықтарының әсер ететін факторларды ерте автолиза құрылымы болып табылады мінез-құлық саркомеров – қарапайым бірлік аппаратының қысқартулар бүкіл қимыл жүйесі. Айтарлықтай ерекшеленеді қалыңдығы талшықтар мен шамасы саркомеров бірінші тәулікте, т. е. дейін кезең *rigor mortis*, біраз уақыт өткеннен кейін оған. Кезде электронды-микроскопиялық зерттеу бұлшық даму кезеңі постмортного очоенения бірінші 1-3 сағат сақтау анықталса прогрессивті қысқарту миофибрилл бұлшық талшықтар азайту I-диск миофибрилл, утолщением Z пластинкаларды қалыптастыру, I-диск N - жолақтың және кейіннен жоғалуымен H және I-диск. Нәтижесінде одан әрі дамыту, ферментативті процестердің физиологиялық аппараты субмикроскопического қысқарту, т. е. жұқа құрылымы актомиозинового кешені кейін максимум қысқартулар разрушался.

Түйін сөздер: кәсіпшілік балық, ультраструктурная сипаттамасы, катепсины, глюкоза, пируват.

Mateyeva A. E., R. W. Uaganova, S. V. Shakhov, A. E. Kutsova, A. V. Alyokhina

Ultrastructure of fish muscle during storage

Summary: Micro - and ultrastructural analysis allows to clearly identify the common structural features of the examined muscle. Of the structural elements in the meat of the drowsy attention is drawn to the nucleus of muscle fibers. In relaxed fibers of the nucleus were detected usually in the form of oval, elongated, sometimes rod-shaped form. The nucleus was well structured, they detected clear the chromatin granulirovannogo. In the study of autolytic changes after the first hour of storage at the subcellular level, the most accurate measure of the reaction of muscle fibres to the influence of the factors of early autolysis is the structure behavior of sarcomeres, the basic units of the machine cuts the entire propulsion system. Significantly different the thickness of the fibers and the amount of sarcomeres on the first day, i.e. before the period of rigor mortis and some time after him. Electron-microscopic study of the muscles during the development of postmortem rigor Mortis within the first 1-3 hours detected by the progressive shrinkage of the myofibrils muscle fibers with a decrease in the I-disks of myofibrils, thickening of the Z-plates, the formation of the I-drive N - strips and the subsequent disappearance of the H and I drives. As a result of further development of the enzymatic processes of physiological apparatus submicroscopic reduction, i.e. the fine structure actomyosin complex after maximum contractions were destroyed.

Key words: commercial fish, ultrastructural characteristics, cathepsins, glucose, pyruvate.

УДК 378.147:5

Т.Х. Абдукаримов, Б.С. Бейсенов, Е.Е. Сарыбаев
(Сәтбаев университеті, Алматы, Республика Казахстан
tursun.drug@mail.ru)

ПНЕВМОПРИВОД КАК РЕШЕНИЕ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ТИХОХОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация: В настоящее время усиливается тенденция к упрощению механических устройств технологического оборудования и к использованию иных источников энергии, кроме электрической. Новые средства механизации с пневмобаллонным приводом обладают целым рядом технических преимуществ по сравнению с традиционными, электромеханическими. В сочетании с храповыми механизмами свободного хода они могут существенно улучшить конструктивное исполнение транспортирующих машин с непрерывным тяговым органом, к которым относятся дозаторы непрерывного действия для транспортировки мокрых окатышей в условиях ССПО.

Предложенный в качестве привода дозатора пневмобаллонный привод может обеспечить $M_{кр} = 2016,805 \text{ Н} \cdot \text{м}$. При установке пневмобаллонного привода, но исключив из кинематической цепи электродвигатель, редуктор Ц2У-100, был получен достаточный крутящий момент для обеспечения работоспособности дозатора. В процессе испытаний работоспособность привода была подтверждена, лента дозатора пусть вхолостую, но двигалась.

Ключевые слова: привод, пневмобаллонный, дозатор, транспортер, весовой, кинематическая, схема.

Комплексное решение вопросов совершенствования современных приводов требует особого внимания к проектированию и реализации механических преобразователей движения. В настоящее время усиливается тенденция к упрощению механических устройств технологического оборудования и к использованию иных источников энергии, кроме электрической.

Новые средства механизации с пневмобаллонным приводом обладают целым рядом технических преимуществ по сравнению с традиционными, электромеханическими:

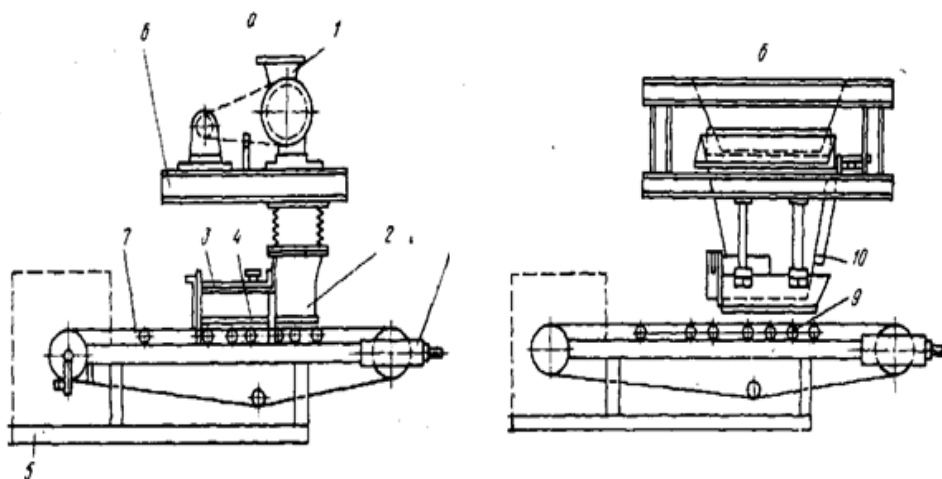
- простота и дешевизна конструкции;
- значительно меньший вес по сравнению с существующими машинами, выполняющими те же функции;
- отсутствие трущихся и вращающихся частей;
- возможность регулирования в значительном диапазоне рабочих характеристик силовых элементов;
- высокий коэффициент раздвижности силового элемента;
- высокая способность к поглощению ударных нагрузок благодаря эластичности материала и сжимаемости воздуха;
- использование только одного вида энергии.

В сочетании с храповыми механизмами свободного хода они могут существенно улучшить конструктивное исполнение транспортирующих машин с непрерывным тяговым органом, к которым относятся дозаторы непрерывного действия для транспортировки мокрых окатышей в условиях ССПО.

Дозатор состоит из установленного на фундаменте весового транспортера, питающего устройства, сглаживающей камеры и воронки. Весовой транспортер представляет собой ленточный конвейер укомплектованный весоизмерителем. Привод ленточного конвейера состоит из электродвигателя мощностью 5,5 кВт, редуктора Ц2У-100, редуктора Ц2У-160 и соединительных муфт. Привод связан с приводным барабаном цепной передачей. В цепную передачу входят ведущая звездочка z13 t25,4 и ведомая звездочка на приводном барабане z40 t25,4 которые соединены с однорядной роликовой цепью (t25,4).

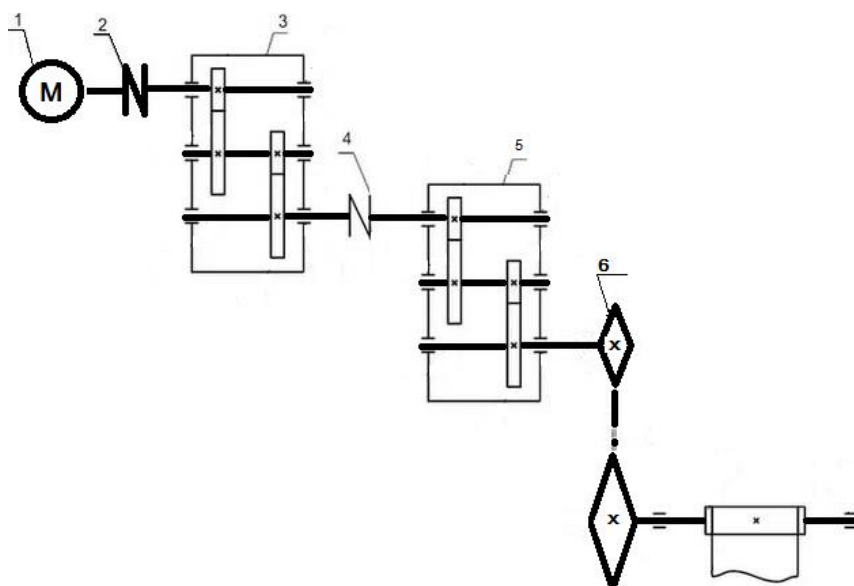
Существующий привод (рис.2) имеет ряд недостатков:

- к.п.д. зубчатых и цепных передач весьма невелик;
- передаточное отношение привода большое;
- привод громоздок;
- электромеханический привод в условиях горно-обогатительного цеха электро не безопасен.



1 - воронка; 2 - ограничитель заполнения; 3 - устройство успокоения;
4 -уплотнение; 5 - рама; 6 - рама навесная; 7 - лента; 8 — натяжное устройство

Рис. 1. Общий вид дозатора типа 4273ДН



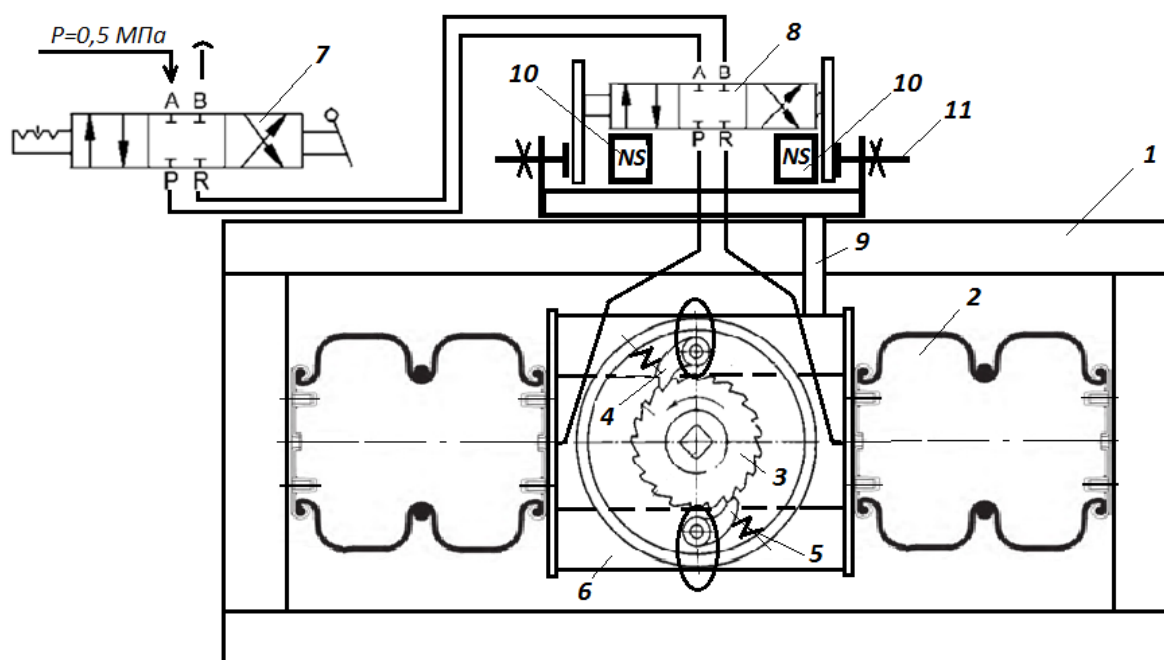
1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор Ц2У-100;
4 – муфта; 5 – редуктор Ц2У-160; 6-цепная передача.

Рис. 2. Схема существующего варианта привода дозатора.

В ноябре 2017 года нами была предпринята попытка по исключению из кинематической цепи привода дозатора непрерывного действия электродвигателя мощностью 5,5 кВт, редукторов Ц2У-100 и Ц2У-160, цепной передачи установкой пневмобаллонного привода (пневматического модуля) конструкции КазНИТУ. Предполагалось, что храповое колесо предлагаемого движителя будет передавать крутящий момент напрямую приводному барабану через эластичную муфту.

Механизм действия привода следующий: при нагнетании воздуха в пневмобаллон, последний, раздвигаясь, толкает шток храпового механизма. Собачки, установленные на колесе и введенные в зацепление с зубьями храпового колеса, проворачивают храповое колесо на величину хода баллона. Скорость толкания может быть весьма незначительной за счет возможностей дроссельного регулирования. По мере завершения хода толкания рычаг нажимает на конечный выключатель, который переключит золотник двухпозиционного четырёхходового распределителя, вследствие чего воздух из баллона будет выпущен в атмосферу (выхлоп). Под действием второго баллона, установленного с обратной стороны храпового колеса, последний сожмет баллон и тем самым вернет систему в исходное положение. При обратном ходе собачка подожмет под действием вжимающей составляющей с

тыльной стороны храповика и по мере попадания в межзубное пространство храповика в конце обратного хода войдет зацепление с зубом, в результате чего храповый механизм будет готов к очередному рабочему ходу.



1 - рама из швеллера №12; 2 – пневматический баллон фирмы «FABIO» 2DC-225-3С; 3 – храповое колесо; 4 – собачка; 5 – пружина; 6 – водило; 7 – пово-ротный клапан; 8 – пневматический золотник (пневмораспределитель); 9 – кронштейн толкателей; 10 – постоянные магниты; 11 - регулируемые упоры.

Рис. 3. Схема пневматического модуля

Характерные щелчки будут сигнализировать о работоспособности механизма.

При конструировании элементов храпового механизма были учтены конструктивные особенности существующего привода:

- параметры храпового колеса максимально приближены к параметрам ведущей звездочки;
- в качестве станины пневмобаллонного привода выступила существующая рама;
- использована существующая система смазки: пресс-масленки - для смазывания направляющих; картерная - для смазывания элементов собачки и контактных поверхностей храпового колеса.

Исходными данными, необходимыми для предварительного расчета, являются номинальный вращающий момент на валу приводного барабана дозатора, угловая скорость, график изменения нагрузки (или момента) во времени с указанием соответствующего изменения угловой скорости, окружное усилие на валу барабана, скорость ленты, диаметр барабана.

Привод дозатора непрерывного действия состоит из электродвигателя, редукторов Ц2У-100 $i=40$ и Ц2У-160, $i=40$, цепной передачи (звездочка z_{13} $t_{25,4}$, звездочка z_{40} $t_{25,4}$), муфт.

Для определения достаточности усилия крутящего момента пневмобаллонного привода необходимо в первую очередь рассчитать действующий крутящий момент на валу электродвигателя и, зная КПД всех узлов привода дозатора, вычислить крутящий момент на приводном валу дозатора.

Характеристики привода дозатора:

- Частота вращения электродвигателя - $n=1000$ об/мин;
- Мощность электродвигателя - $N_d=5,5$ кВт;
- Частота вращения вала - $n=0,25$ об/мин;
- КПД электродвигателя - $\eta = 0,86$;
- КПД редуктора Ц2У-100 - $\eta = 0,9$;
- КПД редуктора Ц2У-160 - $\eta = 0,9$;
- КПД цепной передачи - $\eta = 0,97$.

Определяем угловую скорость ротора электродвигателя:

$$\omega = \frac{n \times 2\pi}{60} = \frac{1000 \times 2 \times 3,14}{60} = 104,66 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Определяем крутящий момент на валу электродвигателя по формуле

$$M_{\Sigma} = \frac{W \times \eta_{\Sigma}}{\omega} = \frac{5500 \times 0,86}{104,66} = 45,19 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

За расчетный момент принимают наибольший длительно действующий момент:

$$M_{\text{кр}} = 9950 N_{\text{д}} \eta_{\Sigma} / n = 9950 \times 5,5 \times 0,86 / 1000 = 47,06 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Расчетный крутящий момент на валу приводной звездочки:

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{вх}} \eta_{\Sigma} = 47,06 \times 0,67 \times 4000 = 126120 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где $M_{\text{вх}}$ – крутящий момент на валу электродвигателя;

η – КПД участка кинематической цепи:

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 = 0,86 \times 0,9 \times 0,9 \times 0,97 = 0,67,$$

где η_1 - КПД электродвигателя;

η_2 - КПД редуктора Ц2У-100;

η_3 - КПД редуктора Ц2У-160;

η_4 - КПД цепной передачи (звездочка $z_{13} t_{25,4}$, звездочка $z_{40} t_{25,4}$)

i_{Σ} – общее передаточное число (редуктора Ц2У-100, Ц2У-160, цепной передачи)

$$i_{\Sigma} = n_0 / n = 1000 / 0,25 = 4000,$$

где n — расчетная частота вращения приводной звездочки, об/мин;

n_0 — расчетная частота вращения электродвигателя, об/мин.

После определения необходимого крутящего момента на валу приводного барабана перейдем к рассмотрению пневмопривода.

Основным элементов движителя является пневмобаллон серии И02 ТУ 38 10496 – 80.

В магистрали сжатого воздуха фабрики производства окатышей фактическое давление составляет 0,35 МПа, откуда толкающее усилие, создаваемое пневмобаллоном, составит

$$F = p \times S = 0,35 \times 0,0397,4 = 0,013909 \text{ МН},$$

где S_n – площадь живого сечения подушки:

$$S_{\text{п}} = \pi \cdot R^2 = 3,14 \times (0,225/2)^2 = 0,0397 \text{ м}^2,$$

p - давление в пневмомагистрали 0,35 МПа.

Определяем крутящий момент на валу приводного барабана при установке пневмобаллонного при условии работы от существующей магистрали сжатого воздуха:

$$M_{\text{кр}} = F \times R = 13909 \times 0,145 = 2016,805 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где R – радиус установки собачек, 145 мм.

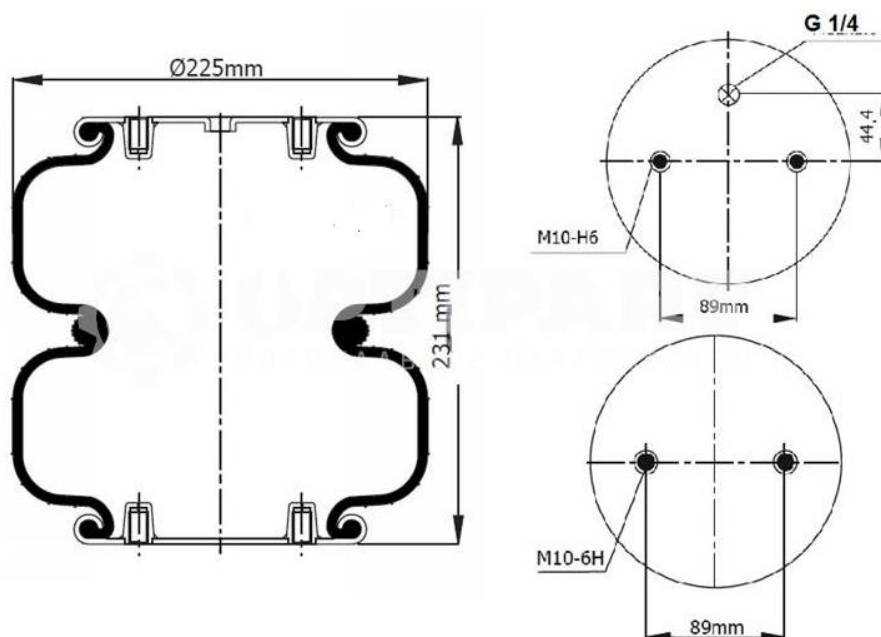


Рис. 4. Пневмодушка серии И02 ТУ 38 10496 – 80.

Необходимый крутящий момент на приводном валу дозатора должен составлять 126120 Н*м., но пневмобаллон серии И02 ТУ 38 10496 – 80 не создаст усилие для приведения его в движение.

Рассчитаем необходимый диаметр пневмобаллона для обеспечения работоспособности пневмопривода дозатора непрерывного действия без изменения диаметра храпового колеса.

Следовательно, из уравнения определения крутящего момента найдем силу, которую должен создавать рычаг пневмобаллона:

$$F = \frac{M_{кр}}{R} = \frac{12612}{0,145} = 86979,3 \text{ Н.}$$

Для обеспечения такого усилия подушка должна иметь $D = 1384$ мм., но привод с таким типоразмером пневмобаллона будет слишком громоздким. При его установке будут загромождены проходы, вследствие чего техническое обслуживание и ремонт не будут представляться возможным.

Ввиду недостаточности необходимого крутящего момента, развиваемого предложенным вариантом пневмобаллонного привода, рассмотрим вариант частичного сокращения кинематической цепи привода дозатора. Был рассмотрен вариант с исключением из кинематической цепи электродвигателя мощностью 5,5 кВт и редуктора Ц2У-100, при этом кинематическая схема привода дозатора будет иметь следующий вид (рис.5).

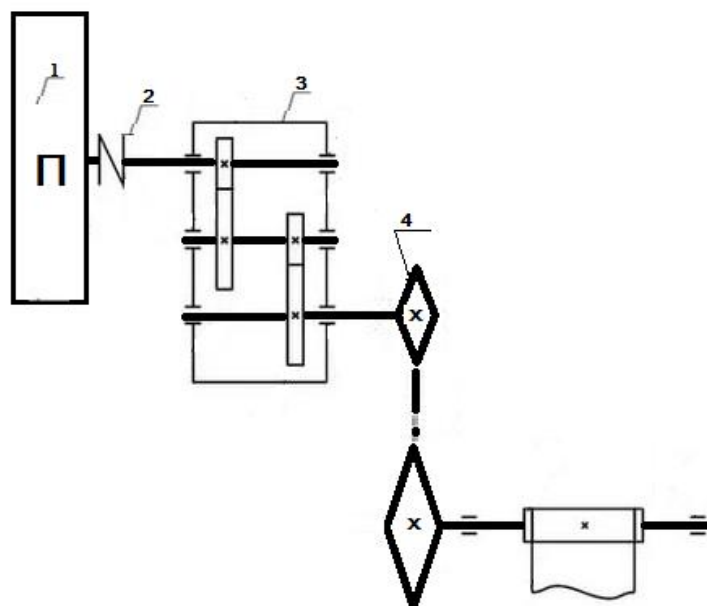
Рассмотрим параметры привода дозатора непрерывного действия по упрощенной схеме с исключением из участка кинематической цепи редуктора Ц2У-100.

Определяем угловую скорость:

$$\omega = \frac{n \times 2\pi}{60} = \frac{1000 \times 2 \times 3,14}{60} = 104,66 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Определяем крутящий момент на валу электродвигателя по формуле

$$M_3 = \frac{W \times \eta_3}{\omega_3} = \frac{5500 \times 0,86}{104,66} = 45,19 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$



1 – пневмобаллонный привод; 2 – муфта; 3 –редуктор Ц2У-160; 4- цепная передача.

Рис. 5. Схема пневмобаллонного привода дозатора.

За расчетный момент принимают наибольший длительно действующий момент.

$$M_{кр} = 9950 N_d \eta_p / n_p = 9950 \times 5,5 \times 0,86 / 1000 = 47,06 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Расчетный крутящий момент на выходном (приводном) валу редуктора Ц2У-160

$$M_{кр,р} = M_{кр} \eta_i = 47,06 \times 0,77 \times 40 = 1449,44 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент на валу электродвигателя;

η - КПД участка кинематической цепи

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 = 0,86 \times 0,9 = 0,77,$$

где η_1 - КПД электродвигателя;

η_2 - КПД редуктора Ц2У-100.

i – передаточное число цепи

$$i = n_0 / n = 1000 / 25 = 40,$$

где n — расчетная частота вращения выходного вала передачи, об/мин;

n_0 — расчетная частота вращения входного вала, об/мин.

Пневмобаллонный привод как уже выше было показано, может обеспечить $M_{кр} = 2016,805 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Следовательно, при установке пневмобаллонного привода, исключив из кинематической цепи электродвигатель, редуктор Ц2У-100, получим достаточный крутящий момент для обеспечения работоспособности привода дозатора. В процессе испытаний работоспособность привода была подтверждена, лента дозатора пусть вхолостую, но двигалась.

В результате промышленных испытаний пневмобаллонного привода на дозаторе непрерывного действия в условиях АО «ССГПО» были выявлены следующие недостатки, требующие доработки конструкции:

1) Магнитный переключатель в процессе эксплуатации намагничивает технологическую пыль, что в свою очередь приводит к заклиниванию переключателя.

2) Работа системы подушек пневмобаллонного привода зависит от давления в системе сжатого воздуха предприятия. Необходимо исключить зависимость от небольших перепадов давления.

3) Рукава высокого давления должны обеспечивать гибкость и герметичность. В данной схеме рукава высокого давления необходимо подключать с обратной стороны подушек.

4) Палец крепления собачки имеет диаметр сечения недостаточный для передачи больших крутящих моментов, одним из решений необходимо увеличить количество собачек или увеличить сечения пальца крепления собачки храпового колеса.

Годовой экономический эффект от внедрения пневмобаллонного привода на одном тихоходном оборудовании может составить до 600 тыс. тенге.

Также возможны альтернативные варианты увеличения крутящего момента:

- изменением точки приложения толкающего усилия;

- увеличением давления в питающей пневмомагистрали, установкой или пневматического бустера или ресивера с подкачивающим компрессором с пневмодвигателем.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Иманкулов А.А., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е., Ж.Ерланұлы. Исследование возможностей силовых гибких оболочек с возвратно-поступательным движением в приводах с вращательным движением рабочего органа металлургических машин. Вестник КазНТУ, 2014. - № 5. - С. 103-109

[2] Бейсенов Б.С., Курманалиев М. Б., Сарыбаев Е. Е., Иманкулов А.А.. Реверсивный храповый привод. Авторское свидетельство № 86618, Бюллетень изобретений №2 от 16.02.2015.

[3] 3. Бейсенов Б.С., Елемесов К.К., Сарыбаев Е.Е. Куандыков Т. А., Айтореева Г. К. Модернизация приводов металлургического оборудования с использованием пневматических силовых модулей возвратно-поступательного действия. Горный журнал Казахстана, 2016. - № 3(131). - С. 30-35.

Абдукаримов Т.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.

Пневможетек баяу қозғалысты жабдықтардың мәселесін шешуші ретінде

Түйіндеме. Бұл мақалада ССГПО жағдайында үздіксіз қозғалысты дозатордың жетегі ретінде пневмобаллонды жетек қолдану мүмкіндігіне арналған зерттеу нәтижелерін талқылауға бағытталған. Ұсынылған типті өлшемді пневмобаллонды жетектің беретін айналу моментінің шектеулі болуына орай, қолданыстағы электро-механикалық жетектен бір бәсендеткіш пен электрқозғалтқышты алып тастау арқылы кинематикалық тізбекті қысқарту нұсқасы қарастырылды. Сынақтар барысында жетектің жұмысқа қабілетті екені расталды, конструкцияның кемшіліктері табылып, оларды жоюдың шаралары мен жолдары ұсынылды..

Негізгі сөздер: жетек, пневмобаллонды, дозатор, тасымалдаушы, салмақты, кинематикалық, сұлба.

Abdukarimov T.X., Beisenov B., Sarybayev E.

Pneumatic drive as a solution to actual problems of slow-moving equipment

Summary: This article is devoted to the discussion of the results of a feasibility study for the use of a pneumatic cylinder drive as a continuous-action propulsor in SSGPO conditions. In view of the limited torque created by the proposed type of pneumatic cylinder drive, a variant with a reduced kinematic chain of the existing electromechanical drive was eliminated by eliminating one of the gearboxes and the electric motor from it. In the process of testing, the drive's operability was confirmed, design flaws were identified, measures and ways of their elimination suggested.

Key words: drive, pneumatic, dispenser, conveyor, weight, kinematic, scheme.

УДК 631.171

¹А.Т Умбетбеков, ²Ж.Б. Мажит, ¹А.Е Оразбаев, ¹Н.С. Бергенева
(¹КазНУ им. аль-Фараби, ²Алматинский технологический университет,
Алматы, РК ashata.talgat@mail.ru)

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РЕГИОНАХ СТРАНЫ

Аннотация. В представленной статье изучены и обсуждены вопросы о дальнейшем перспективе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и состояния развития солнечных электростанций. Установлены динамика мощностей солнечных электрических станции действующих на территории нашей республики. Обоснованы о необходимости расширения и развития гелиоэнергетики труднодоступных регионов страны, экологически неблагоприятных районов, особенно в труднодоступных районах, на основе создания гелиоучастков в оптимизации графиков загрузки оборудования на электростанциях с учётом сезонного использования.

Ключевые слова: Солнечные электростанций, гелиоучасток, возобновляемые источники энергии, энергетика, парниковые газы.

На сегодня энергия - является важнейшим источником и ключевым фактором развития многих современных государств, основа высокого уровня жизни, экономики и национальной безопасности. Энергетические проблемы - остается одним из важнейших мировых проблем современности, они затрагивают самым непосредственным образом развивающиеся страны.

Президент нашей страны Н.А. Назарбаев в своем ежегодном Послании народу Казахстана отметил, что уже к 2050 году применение возобновляемых источников энергии должно генерировать до 50% всей потребляемой энергии. «Очевидно, что постепенно подходит к своему концу эпоха углеводородной экономики. Наступает новая эра, в которой человеческая жизнедеятельность будет основываться не только и не столько на нефти и газе, сколько на возобновляемых источниках энергии», - сказал Глава государства [1,2].

Республика Казахстан является с одной стороны потребителем и экспортёром электроэнергии на внешние и внутренние рынки. Применение современных технологий, оборудования, внедрение и совершенствование технологий и т.д. – вот тот далеко не полный круг задач, который в настоящее время стоят перед учеными и специалистами энергетической отрасли. Изучения повышение и оценка эффективности использования ВИЭ на сегодня составляет важную научно-техническую проблему. В последние годы ученых тревожит будущее энергетике, и на сегодня особенно их очень интересуют альтернативные источники энергии. Добываемые нефти, газ, уран, уголь и другие природного происхождения энергоресурсы в скором времени исчерпает свое состояние, поэтому человечеству уже необходимо продумать о том, как использовать, развивать технологии и разработать несложные способы выработки энергии из ВИЭ. В мире существует ряд природных ограничений. Так, если сделать оценку количества топлива по трем категориям: разведанные, возможные, вероятные, то угля хватит на 600 лет, нефти - на 90, природного газа - на 50, урана - на 27 лет. Иными словами, все виды топлива по всем категориям будут сожжены за 800 лет. Уже сейчас в ряде стран богатые месторождения выработаны до конца или близки к истощению. Аналогичное положение наблюдается и по другим полезным ископаемым. В каждой стране, особенно в развивающихся странах бурно развивается производство, если энергия потребления и соответственно энергопроизводство будет увеличивается сегодняшними темпами, то все виды используемого сейчас топлива будут истрачены через 130 лет, то есть в начале ХХІІ в. Не менее важной причиной необходимости освоения альтернативных источников энергии является проблема глобального потепления. Суть ее заключается в том, что двуокись углерода (СО₂), высвобождаемая при сжигании угля, нефти и бензина в процессе получения тепла, электроэнергии и обеспечения работы транспортных средств, поглощает тепловое излучение поверхности нашей планеты, нагретой Солнцем и создает так называемый парниковый эффект.

Актуальность направления исследования определяется особенностями развития энергетике и возможности решения проблем энергообеспечения труднодоступных регионов страны необходимой энергией, экологически неблагоприятных районов, сокращение объёмов строительства нерентабельных линии электропередач, особенно в труднодоступных районах, на основе создания гелио участков участие в оптимизации графиков загрузки оборудования на электростанциях с учётом сезонного ис-

пользования и т.д. Сегодня уже стало доступнее электроэнергия, вырабатываемая в промышленных масштабах с помощью возобновляемых источников, как показывает практика и уровень развития этой отрасли оказывается значительно дешевле генерируемой традиционными способами.

Эффективное использование солнечной энергии в Казахстане на сегодняшний день остается актуальным и важной проблемой. Электростанций, работающих на солнечных установках, обеспечивает экономичность по сравнению с другими источниками, а главное – надежность, т.к. фотоэлектрические электростанции не требуют сложного технического обслуживания. Альтернативные энергетические источники дают основу для генерирования экологически чистой энергии, не зависящей от мировых цен на энергоносители, и открывают широкие перспективы для устойчивого развития экономики, в первую очередь развивающимся странам, в которых проживает 80% всего населения мира, но потребляется ими только 30% всей производимой на Земле энергии, так как мировая практика показывает, что будущее нашей планеты – это неисчерпаемые ресурсы, то есть альтернативные источники энергии.

Казахстан расположен в центре континента Евразия, и географическое расположение нашей страны является уникальным для создания энергоемких технологий, работающих на основе ВИЭ. Наша страна имеет огромную территорию в мире и занимает 9 место, общая протяженность которого составляет 2 724 900 км², из них объем суши 98,25% и вода 1,75%, который очень богат углеводородными и солнечными энергетическими ресурсами, где уровень солнечной инсоляции очень высокий, однако на сегодня доля солнечных установок приходится менее 1-1,5% всей вырабатываемой энергии, а основная ее часть около 72% вырабатывается из угля, 12,3% – из гидроресурсов, 10,6% – из газа, 4,9% – из нефти. Целью данного исследования является обоснование использования ВИЭ в стране и проведения анализа энергоэффективности систем фотоэлектрических преобразователей в разрезе регионов Республики Казахстан.

Солнечная энергетика становится одним из крупнейших сегментов альтернативной энергетики и отрасли использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Ученые и специалисты мировой общественности признают солнечную энергетику, как безопасный и экономически выгодный способ получения электроэнергии без ущерба для окружающей среды и человеческого здоровья [3].

Впервые преобразованием солнечной энергии в электрическую заинтересовался академик Иоффе еще в 30-х годах прошлого столетия, но тогда проблем состояла в том, что коэффициент полезного действия (КПД) солнечных элементов не превышал значения в 1%, а производство таких приборов стоило дорого, соответственно солнечная энергетика экономически невыгодна. Но прошло уже много лет и к настоящему моменту ученые добились определенных результатов в данной отрасли. На настоящий момент, официально зарегистрированный КПД составляет почти 45%, а стоимость производства снизилась в сотни раз, что дает возможность полноценного использования солнечной энергетика как источник питания домов, улиц и даже городов. В теории КПД солнечных элементов (СЭ) не сможет превысить 50%, но ученые на этом не останавливаются и придумывают новые способы увеличения эффективности использования солнечных батарей [5].

Согласно результатам некоторых сведений на сегодня заметно растет выработка энергии из ВИЭ, а особенно из солнечной энергии на Юге страны. В сфере солнечной энергетики на Юге одобрено 7 проектов общей мощностью 342 МВт. Наиболее крупный из них является фотовольтаическая станция суммарной мощностью 100 МВт. Его реализацией занимается совместное предприятие Ontustik Green Energy. На данный момент ведутся подготовительные работы по внедрению данной технологии, разрабатывается технико-экономическое обоснование и готовится проектно-сметная документация. Государственные акты на земельные участки площадью 50 га оформлены в Байдибекском районе, 100 га — в Отрарском. Идет процесс оформления земельного участка площадью 67 га в Сайрамском районе. **Солнечные панели предполагается установить** в Сайрамском и Ордыбасинском районах. Суммарная мощность оборудования 80 МВт. Проект также одобрен региональной координационной комиссией для включения в карту индустриализации. Ниже на рисунке 1 представлена динамика мощностей солнечных электрических станций (СЭС) действующих на территории нашей республики.

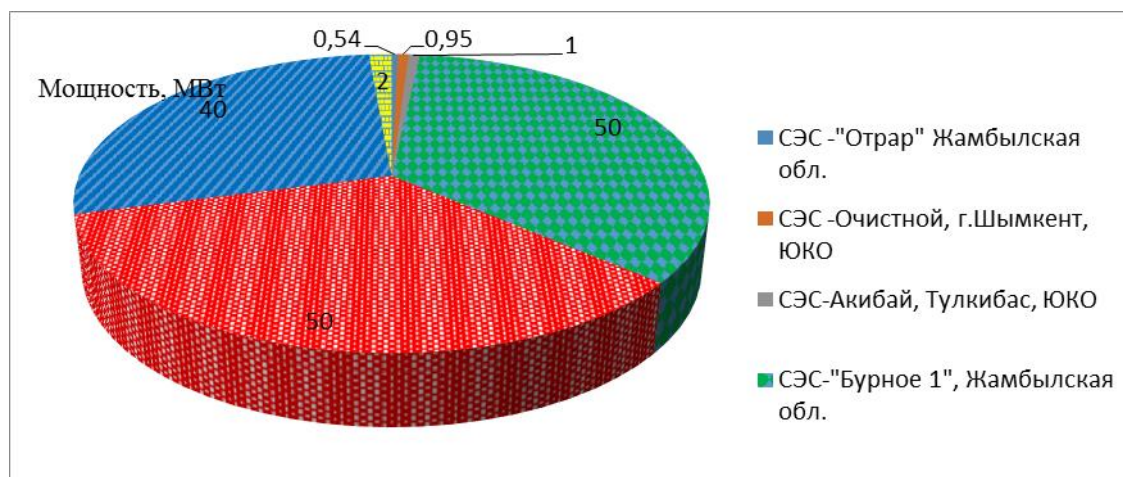


Рис. 1. Динамика мощностей солнечных электрических станции (СЭС) действующих на территории Казахстана

Безусловно, особо следует отметить тот факт, что Казахстан, наряду с США, Китаем, Германией и Норвегией, стал пятой страной в мире, где представлен полный цикл солнечной энергетики, или солнечной фотовольтаики, как принято именовать эту отрасль в мире. В республике за короткое время был выстроен вертикально интегрированный проект KzPV. Это полноценный кластер, который охватывает весь производственный цикл — от добычи сырья до производства готовых солнечных модулей.

В соответствии со Стратегическим планом развития Республики Казахстан до 2020 года доля альтернативных источников энергии в общем объеме электропотребления должна составить 1,5 % к 2015 году, и более 3% – к 2020 году (для сравнения, в ЕС – 20%, в России – 4,5 %) [5]. Приоритеты, поставленные Государственной программой по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-20 годы, предусматривают достижение объема вырабатываемой возобновляемыми источниками энергии электроэнергии в 2014 году на уровне 1 млрд кВт/ч в год [3].

Напомним, что согласно Программе по развитию электроэнергетики в Республике Казахстан на 2010-14 годы, выработка электроэнергии в 2014 году достиг до 97,9 млрд кВт/ч при прогнозном потреблении 96,8 млрд кВт/ч.

Возобновляемые источники энергии в течение последних лет позиционируются Казахстаном в качестве одного из векторов развития энергетического комплекса. Об этом свидетельствуют и усиление внимания к процессу их внедрения со стороны государства и ряда бизнес структур. Однако, формирование устойчивого комплекса ВИЭ в Казахстане обуславливает значительные финансовые и технологические вливания при непосредственном участии государства, без которых возобновляемая энергетика останется на фактически нулевом уровне.

Принятый в 2009 году Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» установил правовые, экономические и организационные основы стимулирования использования ВИЭ для производства электрической и тепловой энергии и определяет меры их поддержки. В частности, рассматриваемый Закон предусматривает предоставление инвестиционных преференций для проектов ВИЭ, приоритетность использования «чистой» электроэнергии на рынке и при ее передаче по сетям, а также поддержку через систему сертификатов, контролируемую государством [4].

Казахстан имеет достаточно обширный потенциал возобновляемой энергетики. К примеру, согласно ряда исследований, валовой гидропотенциал Республики Казахстан ориентировочно оценивается в 170 млрд кВт/ч в год, технически возможный к реализации – 62 млрд (экономический – 29 млрд, из них используется – 7,4 млрд кВт/ч в год) [7].

На сегодняшний день доля ГЭС в структуре генерирующих мощностей Казахстана составляет только около 12,3 %. Этот показатель значительно отстает от экономически развитых стран. Более того, 68% генерирующих мощностей гидроэлектростанций отработали более 30 лет. Определенные подвижки принесет реализация в ближайшие годы нескольких крупнейших проектов ГЭС: Мойнак-

ской ГЭС установленной мощностью 300 МВт, Кербулакской ГЭС – 49,5 МВт, Булакской ГЭС – 68,25 МВт.

В свою очередь, ветроэнергетический потенциал Казахстана оценивается от 0,929 до 1,82 млрд кВт/ч в год. Исследования, проведенные в рамках проекта Программы развития ООН по ветроэнергетике, показывают наличие в ряде районов Казахстана общей площадью около 50 тыс. кв. км среднегодовой скорости ветра более 6 м/с. Это делает их привлекательными для развития ветроэнергетики. Наиболее значительными являются ветроэнергетические ресурсы Жунгарского коридора (17 тыс. кВт/ч на кв. м).

Отметим, что в марте 2011 года в Жамбылской области Казахстана была начата реализация крупных проектов - Жанатасского (400 МВт) и Шокпарского (200 МВт) ветроэнергетических комплексов (ВЭК). Сумма инвестиций в их строительство составит около \$1 млрд.

К 2014 году при поддержке государства предполагается строительство ВЭК: в районе Шелекского коридора установленной мощностью 51 МВт; ВЭК в районе Жунгарских ворот (50 МВт на первом этапе); ВЭК в Уланском районе ВКО (24 МВт) и некоторых других. Потенциально возможная выработка солнечной энергии оценивается в 2,5 млрд кВт/ч в год. Несмотря на то, что Казахстан расположен в северных широтах, потенциал солнечной радиации на территории республики достаточно значителен (составляя 1,3-1,8 тыс. кВт/ч на 1 кв. м в год, количество солнечных часов в году – 2,2-3 тыс.). При этом, солнечная энергия может использоваться не только для выработки электроэнергии, но и тепла, что обуславливает возможность точечного внедрения солнечных установок, в том числе и районах, отдаленных от центрального электро- и теплоснабжения.

В будущем предусмотрен ввод в строй солнечных установок суммарной мощностью 91 МВт, главным образом в Алматинской области. Вместе с тем, в Казахстане предпринимаются практические меры, направленные на создание производственной базы, выпускающей кремний и фотоэлектрические элементы, необходимые для развития солнечной энергетики. Стоит отметить, что определенным резервом обладает применение биологического топлива. В частности, за счет переработки отходов сельскохозяйственного производства может быть получено ежегодно до 35 млрд кВт/ч электрической и 44 млн гигакалорий тепловой энергии.

Текущее состояние дел по сути, ключевым фактором использования ВИЭ в Казахстане, также, как и во всем мире, является необходимость снижения негативного воздействия энергетики на окружающую среду.

В частности, по итогам 2009 года, как показывают данные Министерства охраны окружающей среды РК, объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ составил 3,4 млн т, из которых 85 % приходится на 43 крупных предприятия.

При этом именно доля энергетики составляет 87 % от общих национальных эмиссий выбросов парниковых газов или 214,4 млн т CO₂ эквивалента. Напомним, что в настоящее время в Казахстане до 85% от общей выработки электроэнергии производится путем сжигания органического топлива, в основном, местных углей, в меньшей степени – углеводородного сырья. Около 10 % выбросов в атмосферу страны от стационарных источников и образование значительной доли токсичных отходов приходится и на предприятия, занятые в сфере добычи сырой нефти и попутного газа. Общее сокращение выбросов парниковых газов от энергетики при использовании возобновляемых источников энергии может составить от 500 тыс. т до 2,5 млн т CO₂.

Кроме экологических преимуществ имеются и существенные экономические выгоды. В частности, использование ВИЭ для выработки и поставки электроэнергии в существующие сетевые энергосистемы может быть экономически оправданным в энергодефицитных районах Казахстана. При этом именно возобновляемая энергетика может стать ключевым фактором развития отдаленных регионов страны.

Несмотря на предпринимаемые на государственном уровне меры, в Казахстане возобновляемая и альтернативная энергетика (исключая крупные ГЭС) не развита. Вплоть до настоящего времени в республике не реализовано ни одного крупного проекта в этой сфере, несмотря на ряд попыток строительства, в частности, ветроэнергетических комплексов.

Определенные надежды можно связывать с принятием в течение последних нескольких лет законодательной базы и ряда отраслевых программ, которые нацелены на поддержку ВИЭ. Уже сейчас можно говорить о повышении интереса со стороны инвесторов, в том числе и иностранных (прежде всего Китай и Германия), к проектам ВИЭ в Казахстане, в связи принятием ключевых положений

республиканской законодательной базы. Казахстан первым из центрально азиатских государств разработал стратегию перехода к низко углеродной экономике, уделяющей место и ВИЭ [6].

Таким образом, в рамках реализации Киотских соглашений Казахстан принял добровольные обязательства по снижению парниковых газов: к 2020 году на 15%, к 2050 году – на 25% по отношению к уровню 1992 года. Важность использования ВИЭ в Республике Казахстан обусловлена не только необходимостью диверсификации доступных источников топлива, но и стоящими перед страной задачами в области охраны окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стратегия «Казахстан-2050»: новый курс состоявшегося государства, Послание президента Р.К. –лидера нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана, г. Астана, 14.02.2012.
- [2] Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана. 10 января 2018 г.
- [3] Проект «Плана мероприятий по реализации Концепции по переходу Республики Казахстан к "зеленой экономике" на 2013 - 2020 годы».
- [4] Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 2009 № 165-IV.
- [5] Алферов Ж.И., Андреев В.М., Румянцев В.Д. Тенденции и перспективы Развития солнечной фото-энергетики. Физика и техника полупроводников. – 2004. – Т. 38. – Вып. 8. – С. 937-948.
- [6] Проект Стратегии «Эффективное использование энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до 2024 года».
- [7] Попель О.С., Фортов В.Е. Возобновляемые источники энергии в мире и России // Материалы первого международного форума «Возобновляемая энергетика. Пути повышения энергетической и экономической эффективности» 22-23 октября 2013. – г. Москва – с.12.
- [8] Электронный ресурс]-2012. URL: www.bp.com. [9] ГОСТ Р 51594-2000 «Солнечная энергетика. Термины и определения»

Үмбетбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Бергенева Н.С., Мажит Ж.Б.

Еліміздің аймақтарында күн электрстанцияларын пайдаланудың мүмкіншілігін және қазіргі жағдайын талдау

Түйіндеме. Ұсынылып отырған мақалада баламалы энергия көздерін пайдалану мүмкіндігі мен күн электрстанцияларының даму жағдайы туралы сұрақтары талқыланды. Біздің республика аумағында жұмыс істейтін және орнатылған күн электр станцияларының қуатының динамикасы анықталды. Маусымдық пайдалануды есепке ала отырып, электр станцияларындағы жабдықтарды жүктеу кестесін оңтайландыруда күн станцияларының аймақтарын құру негізінде, еліміздің қиын, қол жетімсіз экологиялық қолайсыз аудандарында күн энергетикасын кеңейту және дамыту қажеттілігі негізделген.

Түйін сөздер: Күн электрстанциялар, гелио аймақ, баламалы энергия көздері, энергетика, парникті газдар.

Umbetbekov A.T., Orazbaev A.E., Bergeneva N.S., Mazhit J.B.

Evaluation of the contemporary state and prospects of using solar power stations in the country regions

Summary. In the presented article, they discussed and discussed the future prospects of using renewable energy sources (RES) and the development of solar power stations. Dynamics of the dynamics of the solar power stations operating on the territory of the republic. The objective of this plan is to develop and expand the helio-energetics labor-intensive regions, ecologically unbalanced districts, particularly in hard-to-reach areas, to optimize the heliocompatibility of the seasonal installation of power plants in the seasonal use.

Keywords: Solar power plants, solar stations, renewable energy sources, energy, greenhouse gases.

УДК 621.548

Абдрахманов И.О., Утемжарова Н.Т., Ауесханова С.М.

Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы, Қазақстан, E-mail: utemzharova@mail.ru

ЗАМАНАУИ ЖЭС ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа: Мақалада заманауи жел электр станциялары туралы қарастырылған. Жел – күн энергиясы формасы. Күннің атмосфераны бірқалыпсыз қыздыруы, жер бетінің тегіс еместігі және жердің айналуы желдердің пайда болуына әкеледі. Жел ағынының моделі жермен, су қоймасы және өсімдік жабынымен өзгеріп отырады. Осы жел ағыны немесе қозғалыс энергиясы, заманауи жел турбиналармен «жиналса», электр энергия-

сын өндіруге пайдалануға мүмкіндік береді. Жел турбиналары әуе кемесі бұрамасының қалақшалары тәрізді қозғалмалы ауада айналып, электр генераторын қозғалысқа келтіреді. Басқаша айтқанда, жел турбинасы желдеткіштің қарама-қарсы түрі болып келеді. Желдеткіш электр тоғын жел алу үшін тұтынатын болса, жел турбиналары, керісінше, жел энергиясын электр энергиясына түрлендіреді. Жел қалақшаларды, ал олар генераторға жалғанған білікті айналдырады, нәтижесінде электр энергиясы өндіріледі. Жел турбиналары түрлі өлшемді және, сәйкесінше, түрлі қуатты бола алады.

Кілт сөздер: жел энергиясы, жел электр станциясы, энергия, жел турбинасы.

Кіріспе

Соңғы 10-15 жылда дәстүрлі емес энергия көздеріне деген сұраныс айтарлықтай арта бастады. Балама энергия көздеріне, ең алдымен, күн, жел энергиясын, геотермальды энергияны, биомасса және әлемдік мұхит суларының энергиясын жатқызуға болады. Бұл сұраныс, бірінші кезекте, дәстүрлі емес энергия көздерінің қоршаған ортаға зиянсыздығымен және сарқылмайтындығымен түсіндіріледі. Сонымен қоса олардың пайдалану облысындағы ғылыми-техникалық прогресс те, маңызды рөл атқарады.

Жел энергетикасының негізгі артықшылықтары:

- құрылымы және жұмыс істеу принципі қарапайым;
- энергия көзі қолжетімді және сарқылмайды.

Ал басты кемшіліктері:

- жел күші мен бағыты тұрақсыз;
- дәстүрлі ландшафтың бұзылуы;
- шу және діріл.

Ауа ағынының кинетикалық энергиясын механикалық энергияға түрлендіру үшін түрлі пішіндегі жел қозғалтқыштары пайдаланылады. Ең алғашқы болып Персия және Қытайда (шамамен б.з.д. XVIII ғ.) қарапайым, айналу өсі тік жел турбиналары пайда болған.

Бүгінде әлемде екі түрлі жел қозғалтқыштары кеңінен таралған: қанатты және айналдырғы. Бұдан басқа, барабанды және басқа да өзіндік құрылымдар кездеседі.

Қанатты ЖЭС (оларды, сонымен қатар, дәстүрлі үлгілі жел қозғалтқыштары деп те атайды) – айналу өсі горизонталь, қалақшалы механизмдер. Қалақшалары жел ағынына тік орналасқан кезде жел агрегаты максималды жылдамдықпен айналады. Сондықтан құрылымда айналу өсін автоматты түрде бұрып отыратын қондырғылар қарастырылған: шағын ЖЭС – қанат-тұрақтандырғыш, ал желіге жұмыс істейтін қуатты станцияларда – жортуды басқарудың электронды жүйесі. Шағын қанатты тұрақты ток ЖЭС электр генераторымен тікелей (мультипликаторсыз) жалғайды, қуатты станцияларды редуктормен жабдықтайды [1].

ЖЭС қуаты жел жылдамдығына және жел доңғалағы қалақшаларының қарқынына байланысты. Қанатты ЖЭС (жел агрегаттары, көбінесе, екі немесе үш қалақшалы болады) жел энергиясын пайдалану коэффициенті басқа жел қозғалтқыштарына қарағанда жоғарырақ болып келеді.

Айналу өсі тік айналдырғы, немесе роторлы ЖЭС, қанаттыларға қарағанда, өзінің қалпын өзгертпей желдің кез келген бағытында жұмыс істей береді. Жел ағыны күшейген кезде айналдырғы ЖЭС тартылыс күшін арттырады, соның есебінен жел доңғалағының айналу жылдамдығы тұрақтанады.

Бұл топтың жел қозғалтқыштары тыныш жүрісті, сондықтан көп шу тудырмайды. Оларда аз айналымда жұмыс істейтін көп полюсті электр генераторлары қолданылады, соның арқасында жел ұйытқуы кезінде апат болу қатерінсіз, қарапайым электр тізбектерін пайдалана беруге болады.

Роторлы схемалы қалақшалы жел қондырғыларының құрылымы іске қосу кезінде максималды айналу жылдамдығын және оның жұмыс барысында өздігінен реттелуін қамтамасыз етеді. Жүктеме артқан сайын жел доңғалағының айналу жылдамдығы азаяды, ал айналу моменті артады. Мұндай түрлі пішінді қалақшалы жел қозғалтқыштарын АҚШ, Жапония, Англия, ГФР, Канада, Финляндия елдерінде орнатады [1, 2].

Жақында пайда болған өзіндік жобаларға фундаменттен, үш тіректі көтергіш негізден және оған монтаждалған сақина тәрізді, кіріктірілген мойынтіректі, генератордан және орталық ротордан тұратын ЖЭС жобасын жатқызуға болады. Генератор сақинасының диаметрі 120 м дейін жетуі және одан да артық болуы мүмкін [3].

Қазақстандағы жел энергетикасының көрінісі

Қазақстан Республикасы өзінің географиялық орналасуы бойынша солтүстік жарты шардың желді аймағында жатыр, территорияның басым аумақтарында күшті жел ағындары байқалады, соның

ішінде Солтүстік-шығыс, Оңтүстік-батыс бағыттары бойынша. Елдің басым аумағында желдің орташа жылдық жылдамдығы 4-5 м/с құрайды, ал өңірлердің бірқатарында 6 м/с жылдамдығынан асады, бұл жел энергетикасын дамыту үшін өз кезегінде жақсы жағдайларды құрастырады. Сараптамалық бағалау бойынша Қазақстанның жел энергетикасының әлеуметі 1820 млрд кВт·сағ [1].

Едәуір жел ресурстарына Қазақстанның орталық бөлігі, Каспий теңізінің жағалауы, Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы аудандардың қатары ие. Солайша, мысалға Жоңғар қақпасының жел энергетикалық әлеуеті 37 млн кВт·сағ. бағаланады. Халықаралық сарапшылардың бағалаулары бойынша Жоңғар қақпасы жел энергетикасын дамыту үшін әлемдегі ең жақсы жерлердің бірі болып табылады.

Қазақстан аумағының 2% құрайтын 50 мың км² территориясында орташа жылдық жел жылдамдығы 7 м/с құрайды. Осы аймақтың өзінде шамамен 1 трлн. кВт·сағ энергиясын өндіруге қауқарлы [5].

«Қазақстан Республикасының 2024 жылға дейінгі тұрақты даму аясында жаңартылатын ресурстарды тиімді пайдалану» мемлекеттік бағдарламасына сәйкес 2024 жылға дейін энергияның жаңартылатын көздері жалпы энергетикалық баланстың 5% құрайды деп болжанады.

2020 жылға дейін Республика бойынша жаңартылатын энергия көздерін пайдаланатын 34 объект пайдалануға беріледі. Жел электр станцияларының өндіретін энергияның жалпы мөлшері 1081 МВт [1].

МООС пікірі бойынша Қазақстанда жел энергетикасы ВИЭ арасында жоғары потенциалға ие. Негізгі жел қондырғыларын тұтынушылар болып ауылшаруашылық объектілері бола алады.

Жел көтермелеу қондырғыларында 40 мың қажеттілік орнатылған қуаты 4 кВт-тан арқайсысы 17 мың жел энергетикалық қондырғылар қуаты 4-тен 500кВт-қа дейін. 2018 ж дейін желқондырғылары арқасында электр энергиясын 463млн.кВт·сағ-қа дейін өндіру көзделген.

Қазақстан желэнергетикалық ресурстарға бай. Кейбір аудандарда желдің ағыны орташа есеппен 15 м биіктікте 27-36 м/с құрайды. Жоғары жел потенциалымен кем дегенде 10 аудан бар, олардың орташа жел жылдамдығы 8-10 м/с.

Қазақстанның техникалық қолданылуы мүмкін желэнергетикалық потенциалы желэнергоқондырғыларын дәстүрлі қолдану 3 млрд кВт·сағ бағаланады. Ең маңызды желэнергоресурстар Жоңғар Қақпасы болып табылады. (17000 кВт·сағ/м²)

Басқа келешегі зор аудандардан Еремантау (Ақмола обл.), Форт Шевченко (Каспий теңізі жағалауы), Қордай (Жамбыл обл.) және т.б айтуға болады.

ЖЭС жағымсыз әсерлері

Жел энергетикасы өзінің қоршаған ортаға зиянсыздығымен ғана тартымды емес. Сонымен қатар ЖЭС басқа энергия көздері жоқ жерлерге жедел орнатуға болады. Алайда жел агрегаттарының жұмысы кейбір жағымсыз құбылыстармен қатар жүретінін айта кету керек, солардың бірі және маңыздысы – шу. Қуаты 850 кВт ЖЭС тікелей жақын жерде жел доңғалағының өсі деңгейінде шу 104 дБ. Шабуыл бұрышын басқару жүйесі оны азайтады, бірақ өте аз шамаға ғана. 300 м қашықтықта шу 42-45 дБ-ге дейін төмендейді. «Гар» Еуропада мұндай қашықтықта ЖЭС сала береді [4].

Адам құлағымен қабылдайтын шудан басқа ЖЭС маңайында діріл туғызатын жиілігі 6-7 Гц қауіпті инфрадыбыс туады. Одан терезелердегі шыны және сөрелердегі ыдыстар салдырлайды. Бұдан басқа, ЖЭС телехабарларды қабылдауды қиындатады. Мұндай жағдай 1986 ж. Англияның Оркни аралдарына эксперименттік жел қозғалтқыштарын орнатқан кезде байқалған болатын. ЖЭС жақын елді мекен тұрғындары теледидарлық сигналдың нашарлауы туралы көптеген шағымдар білдіре бастаған. Нәтижесінде, бұл бөгеттерді қалақшалардың болат қаңқалары және олардағы найзағайды бұруға арналған металл кесінділері туғызатындығы анықталған. Ал шыныпластиктан жасалған қалақшалардың өздері телесигналдың таралуына кедергі жасамайды екен. Мұндай жағдайларда ЖЭС айналасына ретрансляторлар орнатылатын болды.

Батыста, жел электр станцияларының жұмысымен байланысты проблемалар 1990 жылдардың ортасында табысты шешіліп қойған болатын. Жел агрегаттарына арналған қалақшаларды шығаруды, аэроғарыштық сала көшбасшысы – НАСА концерні және ұшақ құрудағы жетекші фирмалардың бірі «Боинг» меңгерген болатын. Конструкторлар жел доңғалағының айналу жылдамдығын іріктеп таңдау және қалақшалардың пішінін жетілдіру арқылы діріл және шу деңгейін төмендетте алды [4, 5]. ЖЭС тағы да бір кемшілігімен күресу жолы табылды: құстар айналып тұрған қалақшаларға түсіп қалмауы үшін, жел доңғалақтарын торлы қаптамалармен қоршалды.

Заманауи ЖЭС

Заманауи ЖЭС ғылымның соңғы жетістіктеріне сәйкес көптеген техникалық идеялар іске асырылған. Төменде жел электр станцияларының тиімді және қауіпсіз жұмыс істеуін қамтамасыз ететін бірегей жүйелер мен механизмдердің кейбірлерінің тізімі берілген:

1. Шабуыл бұрышын динамикалық өзгерту жүйесі (қажетті шабуыл бұрышын ұстап тұрып, қалақшалардың сыналану бұрышын өзгертеді).
2. Жел жылдамдығы мен жүктемеге тәуелді жел доңғалағының айналу жылдамдығын динамикалық реттеу жүйесі (оңтайлы жұмыс режимін таңдайды).
3. Жортуды басқару жүйесі – электронды флюгер (басымдықты желдің бағытын, ұйытқуы мен турбуленттілігін ескере отырып, ЖЭҚ мен гондоланы ерекше заңдылықпен бұрады).
4. Асинхронды генератордың магниттік сырғанауын оперативті реттеу жүйесі («тиін тор» деп аталатын жетілдірілген роторлы асинхронды генераторлар пайдаланылады).

Жақында өндірісте жаңа ЖЭҚ іске қосылды. Онда кабель орамдары бар статорлы жоғары вольтті синхронды генератор және тұрақты магнитті көп полюсті ротор қолданылған. Алынатын төменгі жиілікті айнымалы ток түзеледі де, кейіннен инвертор көмегімен желі жиілігіндегі айнымалы токқа түрленеді. Генератор аз айналымды болған соң, оған редуктордың қажеті жоқ. Мұндай қондырғыларды қуаты 500 кВт-тан 5 МВт-қа дейінгі және одан да көп ЖЭС пайдалануға болады [5].

ЖЭС күйі мен олардың жұмыс режимдерін борттық компьютер бақылайды, оған модем каналдары арқылы барлық ағымдағы ақпараттар түсіп отырады. Егер, мысалы, жұмыс барысында кернеудің қысқа мерзімді жарқылы туындаса (фликкер эффекті) оны арнайы электронды құрылғылардың көмегімен сөндіреді. Электроника мен автоматика бөгде сәуле шығарудан радиотехникалық жерлендіру және экрандау арқылы сенімді қорғалған. Бұл жерде маңызды рөлді заманауи тұйықтағыш материалдар атқарады.

Құрылымдық қауіпсіздік

Жел агрегаттары жел жылдамдығы 25 м/с (Бофорт шкаласы бойынша 10 балл) болғанда, екі деңгейлі тежелу жүйесінің көмегімен, өшеді және тоқтайды. Өшіп тұрған күйінде олар 50 м/с дейінгі жел ұйытқуына төзеді. Жүйелер бірін-бірі қайталап отыратындықтан, ал барлық механика, әсіресе, қалақшалар беріктілікке қатаң сынақтан өтетіндіктен ауыр апаттар болу ықтималдылығы мүлдем аз.

20 жыл (шамамен 180 мың сағат) пайдаланылған станцияларды жарты жылда бір рет қана қызмет етеді [6]. Танымал еуропалық ЖЭС Халықаралық сертификация бойынша ұйымдардан (ISO), сонымен қатар тәуелсіз сараптау компанияларынан (мемлекеттік және жеке меншік) сертификаттаудан өтеді.

Энергиямен жабдықтаудың автономдық жүйелері

Әрбір автономдық жүйе, сонымен қатар жел электр станциялары, орталық энергиямен жабдықтау желісінен тәуелсіз жұмыс істейді. Мұндай жағдайларда ЖЭҚ өздігімен жұмыс істеп, кез келген басқа генератордың дублері немесе құрастырма энергиямен жабдықтау жүйелерінің құрауышы ретінде басқа энергетикалық қондырғылармен пайдаланыла алады. Осы сияқты жүйелер су көтеру, үйлерді, фермаларды немесе шағын өнеркәсіптердің өндіріс ғимараттарын энергиямен қамту үшін қолданылады. Аз қуатты автономды ЖЭҚ аккумулятор батареясын (АБ) зарядтауға арналған тұрақты ток өндіреді. Жүйеде тұрақты токты кернеуі 230 В айнымалы токқа түрлендіретін инвертор болады.

Жел – күн жүйелері

Электр энергиясын күн сәулесін фотоэлектрлік батареялармен (ФБ) түрлендіру арқылы алуға болады. Қазіргі уақытта ФБ бағасының қымбаттылығына қарамастан, олардың ЖЭҚ бірге пайдаланылуы кейбір жағдайларда тиімді болып келеді. Қысқы уақытта желдің шамасы жеткілікті, ал жаз айларында ауа-райы ашық күндері ФБ пайдаланып максималды эффект алуға болатындықтан, қорлардың бұл үйлесімі тұтынушы үшін тиімді болып саналады [7].

Аз қуатты ЖЭС

Жоғарыда желіде жұмыс істейтін алып ЖЭС туралы айтылып, қуаты – 250 Вт-дан 10 кВт-қа дейінгі аз қуатты тұрмыстық жел электр станциялары туралы қарастырылмады. Тұрмыстық жел қондырғылары, салыстырмалы түрде қымбатырақ энергия өндіреді, алайда олар басқа энергия көзі жоқ жерлерде таптырмайтын құрал болып табылады.

Шет елдік тұрмыстық ЖЭС, әзірге, өкінішке орай, өте қымбат. 1 кВт орнатылған қуатты станция 2 000 АҚШ доллары тұрады [6]. Тіпті жел қарқыны жақсы болған кезде де ол жылына, ең жақсысы, номиналды қуаттың 40 %-ын өндіреді, бұл 400 Вт бензинді генератор өндіретін шамаға тең. Көбінесе мұндай қуат жеткіліксіз, сондықтан 3 немесе 10 кВт ЖЭС үлкен сұранысқа ие.

Қорытынды

1. Шағын жел энергетикалық жүйелері электр тоғын жіберу және тарату жүйелерінде, немесе қызмет көрсету торламасына тәуелсіз автономды жүйелерде пайдаланылады.

2. Автономды энергетикалық жүйелер үйлер, фермалар, немесе басқа да, энергия көздерінен, алыс жерлерде қолдануға тиімді болып келеді.

3. Желдің режимі сәйкес облыстарда (орташа жылдық көрсеткіш 5 м/с артық) қуаты 100 – 500 Вт қарапайым жел генераторлары батареяларды қоректендіру және осылайша негізгі электр қажеттілігін өтеу үшін пайданыла алады.

4. Шағын жел қозғалтқыштарын өндірісін арттыру есебінен үнемдеу – оларды 250 Вт-тан артық өлшемдер үшін өте бәсекеге қабілетті етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Сидоров В. Ветроэнергетические установки и системы. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 248 с.
- [2] Хаскин Л. Башня из ветроэнергетических модулей // Наука и жизнь. – 2003. – № 9. – С. 28–33.
- [3] Смирнов А. Ветряные установки. – М.: Москва, 2012. –124с.
- [4] Владимиров В.В. Ветроэнергетика. –М.: Москва, 2011.–215с.
- [5] Гельман М.В., Дудкин М.М. Преобразовательная техника.– Челябинск:Издательский центр ЮУрГУ,2009. – 425с.
- [6] Розанов Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009.– 632с.
- [7] P.N.Zope, P.G.Bhangale, P.Sonare, S.R.Suralkar. Design and Implementetion of Carrier Based Sinusoidal PWM Inverter // International journal of advanced research in electrical: electronics and instrumentation engineering, –2012. –vol 1. – pp.230-236
- [8] Зародин Ю.С. Промышленная электроника // Учебник для вузов. – М.: Высш.школа, 1982. – 496с.
- [9] Розанов, Ю.К. Основы силовой электроники // Ю.К. Розанов. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 296 с.
- [10]R.Haider, R.Alam, N.B.Yousuf, K.M.Salim. Design and Construction of Single Phase Pure Sine Wave Inverter for Photovoltaic Application IEEE/OSA/IAPR International conference on informatics: Electronics & Vision –2012. – pp.190-194.
- [11]Зиновьев, Г.С. Основы силовой электроники. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 672 с.
- [12]Поликарпов А.Г., Сергиенко Е.Ф. Однотактные преобразователи напряжения в устройствах электропитания РЭА. – М.: Радио и связь, 1989. – 160 с.
- [13]Гнатенко М.А., Зиновьев Г.С. Силовая электроника. Ч. 1: Метод. руководство к лабораторным работам. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 21 с.
- [14] Гончаров Ю.П., Ермуратский В.В., Заика Э.И., Штейнберг А.Ю. Автономные инверторы. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 336 с.
- [15]Четти П. Проектирование ключевых источников электропитания. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 240 с.

Abdrakhmanov I.O., Utemzharova N.T., Auyeskhanova S.M.

Modern wind power stations and features of their construction

Summary. The article touches upon the problem of modern wind power stations as well as its construction safety. Wind is a form of **solar energy**. Winds are caused by the uneven heating of the atmosphere by the sun, the irregularities of the earth's surface, and rotation of the earth. Wind flow patterns are modified by the earth's terrain, bodies of water, and vegetative cover. This wind flow, or motion energy, when "harvested" by modern wind turbines, can be used to generate electricity. Wind turbines, like aircraft propeller blades, turn in the moving air and power an electric generator that supplies an electric current. Simply stated, a wind turbine is the opposite of a fan. Instead of using electricity to make wind, like a fan, wind turbines use wind to make electricity. The wind turns the blades, which spin a shaft, which connects to a generator and makes electricity. Wind turbines are available in a variety of sizes, and therefore power ratings.

Key words: wind energy, wind power station, energy, wind turbine.

Абдрахманов И.О., Утемжарова Н.Т., Ауесханова С.М.

Современные вэс и особенности их конструкции

Резюме: В статье затрагивается проблема современных ветроэлектростанций. Ветер - это форма солнечной энергии. Ветры вызваны неравномерным нагревом атмосферы солнцем, неровностями земной поверхности и вращением земли. Модели потока ветра изменяются землей, водоемами и растительным покровом. Этот поток ветра или энергия движения, когда «собираются» современными ветряными турбинами, могут быть ис-

пользованы для выработки электроэнергии. Ветровые турбины, такие как лопасти винта воздушного судна, поворачиваются в движущемся воздухе и приводят в действие электрический генератор. Проще говоря, ветряная турбина является противоположностью вентилятора. Вместо того, чтобы использовать электричество для ветра, как вентилятор, ветряные турбины используются для выработки этого же электричества. Ветер вращает лопасти, которые вращают вал, который соединяется с генератором и потребляет электричество. Ветровые турбины доступны в различных размерах и, следовательно, в отношении мощности.

Ключевые слова: энергия ветра, ветряная электрическая станция, энергия, ветряная турбина.

УДК 621.548

И.О. Абдрахманов, Н.Т. Утемжарова, С.М. Ауесханова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Республика Қазақстан, E-mail: utemzharova@mail.ru)

ТӨМЕНГІ ҚУАТТЫ ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫСЫНА АРНАЛҒАН ИНВЕРТОРДЫ ЖАСАУ

Аңдатпа: Төменгі қуатты жел қондырғысына арналған инвертор синусоидалы ендік-импульстік модуляция негізінде жұмыс істейді. Жүйе стандартты толық көпірлі басқару негізінде құралған және күштік транзисторлардан (IGBT) тұрады. Қарастырылатын модуляция әдісі- инвертор схемасындағы транзисторларға басқару сигналдарын бере отырып шығыс кернеуінің анықталған формасын алу үшін қолданылады. Сыналған микроконтроллер негізіндегі инвертор шығысында шынайы синусоидалы шығыс кернеуін алуға бағытталған. Құрылымның мақсаты ЕИМ импульсының қажетті формасын алуға мүмкіндік беретін нұсқаулықтарды сақтай алатын микроконтроллерді қолдану. Микроконтроллерді қолдану арқылы схеманың компоненттер санын азайтуға және жұмыс істеу тиімділігін арттыруға мүмкіндік берді. Құрастырылған инвертор айналмалы кернеу жүктемесінде төменгі энергетикалық электрондық құрылғыларда қолданудың практикалық маңыздылығы бар. Қарастырылған схема MATLAB бағдарламалық қамтамасыз ету жүйесінде сыналды.

Түйін сөздер: төменгі қуатты жел қондырғысы, микроконтроллер, инвертор, ендік импульстік модуляция, синусоидалы шығыс кернеуі.

Кіріспе

Балама энергия көздеріне деген әлемдік сұраныс үнемі өсіп келеді. 2050 жылға қарай жаһандық энергетикалық баланстағы олардың үлесі 35%-ға дейін ұлғаюы болжануда, ал дамыған елдерде 2050 жылға қарай дәстүрлі энергияның 70%-ға дейінгі мөлшері балама энергия көздерімен алмастырылуы күтілуде [1,2].

Балама энергия көздерінің әлемдік энергия сұранысын толықтай қамтамасыз етуі басты артықшылығы болып табылады. Сол себепті барлық дамыған елдерде баламалы энергия көздерімен байланысты бағдарламалар әзірленіп, іске асырылуда. Балама энергия көздерінің артықшылықтары: ресурстарының сарқылмастығы, әлемдік энергия нарығындағы баға конъюнктурасынан тәуелсіздігі, сонымен қатар қоршаған ортаға зиянсыздығы. Жоғарыда көрсетілген артықшылықтар шет елдердегі дәстүрлі емес энергетиканың қарқынды дамуына түрткі болып, алдағы онжылдықтарда даму болашағына қатысты оптимистік болжамдар жасауға мүмкіндік берді.

Statistical Review of World Energy берген ақпаратқа сәйкес 2015 жылы балама энергия көздерінің үлесі өсуін жалғастырып әлемдік энергия тұтынуының 2,8% мөлшерін құрады. Электр энергиясын өндіруде 15,2%-ға өсті. Балама энергия көздері көлемі әлемдік энергетиканың 6,7%-ын құрады. Жаһандық ауқымда жел энергетикасы (шамамен +17,4%) балама энергияның ең ірі көзі болып қалып отыр. Ол балама энергетиканың 52,2% мөлшерін құрап отыр. Берілген ақпараттарға сәйкес 2015 жылы балама энергия көздері 364,9 млн тонна мұнайға эквивалент энергия өндірді, соның ішінде жел энергетикасы 190 млн тонна мұнайға тиесілі [3].

Балама энергия көздерін қолданудың басты себептері энергетикалық және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, қоршаған ортаны сақтау, балама энергияның әлемдік нарықты жаулауы, сонымен қатар меншікті сарқылатын энергия ресурстарын болашақ ұрпаққа сақтау.

Жоғары қуатты жел энергетикасымен бірге әлемдік деңгейде төменгі қуатты жел энергетикасына деген қызығушылық туындауда. Төмен қуатты жел энергетикасы әлем елдеріндегі жел энергетика секторының 0,18% құрайды.

WWEA «Small Wind World Report Summary 2016» деректеріне сәйкес шағын жел қондырғыларын саны бойынша әлемнің көшбасшы мемлекеттерінің тізімі көрсетілген. 2013 жылмен салыстыр-

ғанда жылдық өсім 8,3% құрап отыр. Төменгі қуатты жел қондырғылары өндірген энергия көлемі 830 МВт шамасында, ол алдыңғы жылмен салыстырғанда 10,9% өсім көрсетті.

Төменгі қуатты жел қондырғылары өнеркәсібінде жылдық өсім 240 МВт деңгейінде қалып, 2020 жылға дейін жалпы қуаты 1,75 ГВт дейін жетеді деп күтілуде [4].

Инвертор

Инверторлар – тұрақты тоқты, автономды жүктемеге жұмыс істейтін, айнымалы токқа түрлендіруші құрылғы [5]. Яғни, кірісіндегі тұрақты кернеуді шығысында қажетті жиіліктегі айнымалы кернеу мәніне түрлендіреді. Түрлендіруші құрылғының күшейту коэффициентінің тұрақты мәнінде кіріс кернеуін өзгерте отырып, шығысында реттелетін кернеу мәнін алуға болады. Кіріс кернеуінің мәнін өзгертуге мүмкін емес жағдайда, яғни біздің жағдайымызда, төменгі қуатты жел қондырғысы кезінде біз инвертордың күшейту коэффициентін өзгертіп қажетті кернеу мәнін аламыз. Қарастырылған процесті ендік импульсты модуляциялау арқылы қол жеткізуге болады. Инвертордың күшейту коэффициенті шығыс кернеуінің мәнін кіріс кернеуіне қатынасы ретінде анықтауға болады. Инверторлардағы шығыс кернеуінің түзілуі инверторлы көпірдегі кілттік элементтердің ретті қайта қосылуларына негізделеді. Кілттік элементтер бірінен кейін бірі тізбекке қосылады, яғни бір элементтің ажырауы екінші элементтің қосылуымен жүреді [6].

Синусоидалы ендік-импульстік модуляция әдісі күштік энергетикалық құрылғыларда соның ішінде балама энергетикалық жүйелерінде кеңінен қолданылды [7]. Ендік импульстік модуляциялау әдісін қолданатын инверторларда әдетте кіріс кернеуінің мәні тұрақты. Ендік-импульсты модуляция (ЕИМ) әдісі импульстың жиілігі не енін модуляциялау арқылы шығыс кернеуінің анықталған формасын алу үшін қолданылады [8]. ЕИМ әдетте шығыс кернеуінің синусоидасын алу үшін қолданылады. Синусоидалы шығыс кернеуін алудың келесідей әдістері бар: аналогты ЕИМ және оның модификациясы; жоғарғы гармоникаларды таңдаулы түрде төмендету; гистерезисті немесе дельта модуляция; кеңістіктік вектор модуляциясы.

Ендік импульсты модуляциясы барысында әдетте импульстардың енін өзгерту арқылы қажетті кернеудің қисығын алады. Модуляция барысында берілген формадағы тірек кернеу сигналы үшбұрышты кернеу сигналымен салыстырылып модуляция жүреді [9]. Тірек сигнал модуляциялаушы сигнал болып табылады, шығыс кернеуінің қажетті формасын анықтайды, негізгі гармониканың жиілігі мен синусоидасына ие. Ендік-импульсты модуляциясына негізделген жүйелер тек негізгі гармониканың орташаланған синусоидасын беріп қана қоймай, сонымен қатар оның амплитудасы, жиілігі мен фазасын басқара алады.

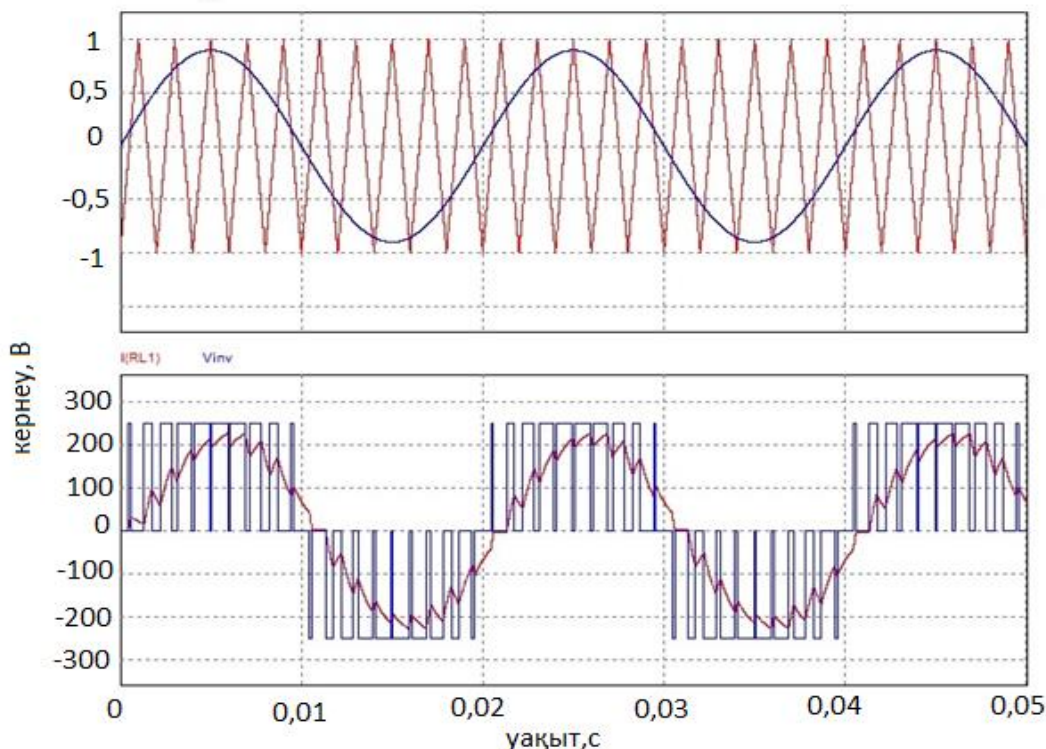
Құрылымның мақсаты – ЕИМ импульсының қажетті формасын алуға мүмкіндік беретін нұсқаулықтарды сақтай алатын микроконтроллерді қолдану. Микроконтроллерді қолдану аналогты электрондық компоненттерінің функцияларын орындауға мүмкіндік береді. Қолданатын жүйедегі қажетті әрекеттерді орныдау үшін арналған компоненттерді алмастыра отырып соңғыларының мөлшері азаяды. Микроконтроллерді программалау және қайта программалау мүмкіндігі бар. Құрастырылған инверторды төменгі қуатты жел қондырғысында қолдануға болады және шығысында 220-240В бір фазалы тұтынушыға қажетті кернеуді қоректендіре алады.

Тәжірибе және деректер

Инвертор балама энергия көздерін тиімді пайдалану үшін қажетті құрылғы. Инверторда синусоидалы ендік-импульстік модуляция әдісі гармоникалық қалпына келтіру мақсатында қолданылады [10]. Инвертор қоректендіретін электрондық құрылғылардың сапалы жұмыс істеуіне гармоникалардың құрылымы әсер етеді. Инвертор шығысындағы осы гармоникалар циклдағы импульстер санынан тәуелді.

Зерттеулер қуат шығындары мен циклдағы импульстар саны арасындағы тәуелділіктің бар екендігін көрсетіп отыр. Сол себепті қуаттылықтың шығынын төмендету үшін жоғары дәрежелі коммутацияны қолдану қажет. Жоғарғы гармоникаларды таңдаулы түрде төмендету әдісі бағдарламалық камтамасыз ету негізіндегі микропроцессорлы контроллер арқылы іске асады [11,12].

Жоғарыда айтылған ескертулерге сәйкес жобалау кезінде келесі факторларды ескеру қажет. Материалдардың құны, фильтрлердің өлшемі, күштік транзисторлардың шығыны және шығыс кернеуінің гармоникалары.



1-сурет. Синусоидалы ендік-импульстік модуляциялаудың генерациясы [13]

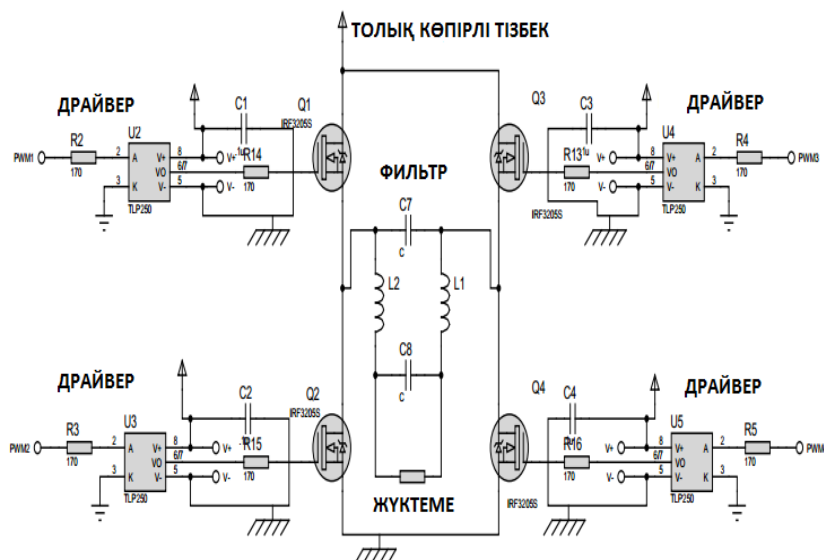
1-суретте синусоидалы ендік-импульстік модуляциялаудың генерациясы көрсетілген. Синусоидалы ендік-импульстік модуляцияны генерациялау үшін PIC18F44 микроконтролері қолданылады. Осы әдісте әрбір импульстың ені синусоидалы толқынның амплитудасына пропорционал түрде өзгереді. Өзгеру коэффициенті және төменгі ретті гармоникалар қысқарады. Модуляция кезінде импульстардың енін өзгерту арқылы қажетті кернеудің қисығын алады. Модуляция барысында берілген формадағы тірек кернеу сигналы үшбұрышты кернеу сигналымен салыстырылып модуляция жүреді [14]. Тірек сигналының жиілігі инвертордың шығыс жиілігін, амплитудасын және модуляциялау индексі анықтайды. Циклдың жартысына сәйкес импульстардың саны тасымал синалдың жиілігіне тәуелді. Синусоидалы сигнал тірек сигнал қызметін атқарса, үшбұрыш сигнал тасымал сигнал ретінде қарастырылады [15].

Схема. Микроконтроллер негізді бір фазалы инвертордың негізі схемасы MATLAB/SIMULINK бағдарламасында тұрғызылды. Басқару схемасы жазық транзисторынан және перифериялық интерфейс контроллерлері (ПИК) тақтасынан тұрады. Жедел жады, қайта програмалауға мүмкіндік беретін EEPROM, EPROM құрамдас бөліктерінен құралады. Мекенжай шинасы, деректер шинасы мен құрамдас бөліктерді қосатын шина өндірушімен схемада орналасады. Затворлы импульстерге СЕИМ генерациясы үшін үшбұрышты 20 кГц сигналы мен синусоидалы тірек сигналын 50 Гц салыстырады. Бұл жағдайда модуляциялау индексі 0,5-1 шамасында.

Нәтижелер мен талқылаулар

Инвертордың толық көпірлі схемасы 2-суретте көрсетілген. Көпірлі инвертор схемасы 4 жазық транзистордан және паралельді емес диодтардан тұрады. Ауыстырғыштың кедергісі өте төмен. TLP250 драйверінің тізбегі жазық транзисторлардың жұмыс істеуіне қажетті деңгейге дейін ПИК шығыс сигналдарын күшейтеді және микроконтроллерді күштік сұлбадан ажыратады. Басқарушы тізбек пен қорек тізбегінің қауіпсіздігі үшін оңашалаушы тізбек қолданылады.

Жалпы тізбек келесі құрауыштардан тұрады: микроконтроллер, жазық транзистор TLP250, толық көпірлі сұлба, тұрақты қорек көзі, фильтр және осциллограф. Бұл жүйе синусоидалы 50 Гц сигналды алу үшін құрастырылған. Төменгі қуатты жел қондырғысына арналған микроконтроллер негізіндегі инверторды модельдеу MATLAB бағдарламалық жасақтамасында жүргізілді.



2-сурет. Толық көпірлі тізбек

Қажетті жиілікті синусоидалы тоқтар іздеу кестесінде тұрғызылады. Күштік тізбектің топологиясы толық көпірлі инвертор негізінде құралады, ол өз кезегінде төменгі кернеу мәнінде жоғары токты береді. 2-суретте толық көпірлі инвертордың толық топологиясы көрсетілген. Ол LC фальт-рден, жүктемеден және жазық транзисторлардан тұрады. Фальт-р шығыс сигналының сапасын жақсарту үшін схемаға қосылған. Оның тиімділігін жақсарту үшін резонанстық жиілік негізгі жиіліктен 10 есе жоғары болу керек. Яғни, 50 Гц алу үшін резонанстық жиілік 500 Гц болуы тиіс.

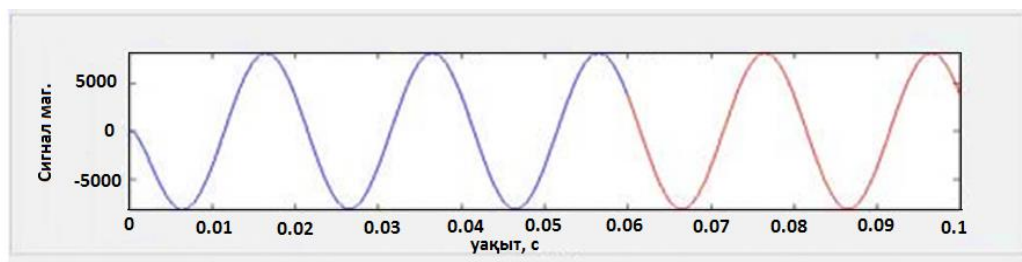
Бағдарламалық қамтамасыз ету алгоритмі

ЕИМ сигналын алу. Біріншіден бағдарлама айнымалылары, тірек сигналдары, іздеу таблицасы мен ЕИМ модулі инициализацияланады. Кейін іздеу кестесінде синусоидалы сигналдың іріктеу мәнін сақтайды. Бұл мәндер ЕИМ жұмыс циклінің тіркеліміне өтеді. Кейін бұл сигнал синусоидалы ЕИМ сигналына айналады.

Яғни, келесі қадамдардан тұрады:

1. Бағдарлама айнымалылары, тірек сигналдары іздеу таблицасы инициализацияланады;
2. Іздеу кестесінің мекенжайын анықтау;
3. ЕИМ модуляциялау индексын есептеу;
4. Шығыс кернеуінің амплитудасын есептеу;
5. Тірек кернеуі мен шығыс кернеуі тең болса 2-қадамға оралады;
6. Егер шығыс кернеуі тірек кернеуінен үлкен не аз болса 3-қадамға оралады.

Тәжірибе барысында басқару схемасы арқылы бір-полярлы синусоидалы ендік импульстік модуляциясының екі импульсі мен екі төртбұрышты импульстар түзіледі. Импульстік сигналдар толық көпірлі схема конфигурациясына жалғанған күштік транзисторларына беріледі. Q3 және Q4 күштік транзисторлары 50 Гц жиілікте жұмыс істейді және өзара 180 градуспен бағытталған, ал Q1 және Q2 транзисторлары бір-полярлы синусоидалы ЕИМ сигналдарымен басқарылады.



3-сурет. Шығыс кернеуінің синусоидасы

3-суреттен бір фазалы толық көпірлі инвертор шығыс кернеуінің фильтрден кейінгі формасы синусоидалы екендігіне көз жеткізе аламыз.

Қорытынды

Бұл жұмыста микроконтроллерге негізделген бір фазалы синусоидалы ЕИМ инверторы құрастырылды. Жүйе стандартты толық көпірлі басқару негізінде құралған және күштік транзисторлардан (IGBT) тұрады. Басқару схемасы жазық транзисторынан және перефериялық интерфейс контроллерлері (ПИК) тақтасынан тұрады. Күштік тізбектің топологиясы толық көпірлі инвертор негізінде құралды, ол өз кезегінде төменгі кернеу мәнінде жоғары тоқты береді. Бұл инверторды төменгі қуатты жел қондырғысы жүйесінде қолданылуы мүмкіндігі бар. Жүктемеге сәйкес синусоидалы ЕИМ импульстерінің модуляциялау индексі арқылы инвертордың шығыс кернеуі өзгереді. Қарастырылған схема MATLAB бағдарламалық жасақтамасында сыналды.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Орынбаев С.А. Перспективы развития малой ветроэнергетики в республике Казахстан//Збірник матеріалів хі міжнародна науково-технічна конференція молодих учених і спеціалістів. – 2013. – № 11. – с. 204-205.
- [2] Прохоров В. А. Основные характеристики ветряных установок. –М.: Минск, 2009. – 267с.
- [3] Смирнов А. Ветряные установки. – М.: Москва, 2012. –124с.
- [4] Владимиров В.В. Ветроэнергетика. –М.: Москва, 2011.–215с.
- [5] Гельман М.В., Дудкин М.М. Преобразовательная техника.– Челябинск:Издательский центр ЮУрГУ,2009. – 425с.
- [6] P.H.Zope, P.G.Bhangale, P.Sonare, S.R.Suralkar. Design and Implementetion of Carrier Based Sinusoidal PWM Inverter // International journal of advanced research in electrical: electronics and instrumentation engineering, –2012. –vol 1. – pp.230-236
- [7] Зародин Ю.С. Промышленная электроника // Учебник для вузов. – М.: Высш.школа, 1982. – 496с.
- [8] Розанов, Ю.К. Основы силовой электроники // Ю.К. Розанов. – М.: Энергоатомиздат ,1992. – 296 с.
- [9] Розанов Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009.– 632с.
- [10] Зиновьев, Г.С. Основы силовой электроники. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 672 с.
- [11] R.Haider, R.Alam, N.B.Yousuf, K.M.Salim. Design and Construction of Single Phase Pure Sine Wave Inverter for Photovoltaic Application IEEE/OSA/IAPR International conference on informatics: Electronics & Vision –2012. – pp.190-194.
- [12] Гнатенко М.А., Зиновьев Г.С. Силовая электроника. Ч. 1: Метод. руководство к лабораторным работам. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 21 с.
- [13] Четти П. Проектирование ключевых источников электропитания. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 240 с.
- [14] Поликарпов А.Г., Сергиенко Е.Ф. Однотактные преобразователи напряжения в устройствах электропитания РЭА. – М.: Радио и связь, 1989. – 160 с.
- [15] Гончаров Ю.П., Ермуратский В.В., Заика Э.И., Штейнберг А.Ю. Автономные инверторы. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 336 с.

Абдрахманов И.О., Утемжарова Н.Т., Ауесханова С.М.

Разработка инвертора для ветроустановок малой мощности

Резюме: Инвертор работает на основе синусоидальной широтной импульсной модуляции. Система основана на стандартном полномостовом управлении и состоит из силового транзистора. Метод модуляции используется для получения заданного напряжения выходного напряжения путем передачи управляющих сигналов на транзисторы в цепи инвертора. Микроконтроллер предназначен для получения истинного синусоидального выходного напряжения. Цель устройства - использовать микроконтроллер для сохранения инструкций, которые позволят получить необходимую форму импульса ШИМ. Использование микроконтроллера позволило сократить количество компонентов и повысить эффективность схемы. Разработанный инвертора может использоваться в маломощных электронных устройствах. Эта схема была протестирована в программной системе MATLAB.

Ключевые слова: ветроустановки малой мощности, микроконтроллер, инвертор, широтно-импульсная модуляция, синусоидальное выходное напряжение.

Abdrakhmanov I., Utemzharova N., Aueskhanova S.

Development of the inverter for wind turbines of small power

Summary: The inverter operates on the basis of sinusoidal pulse width modulation. The system is based on standard full-time control and consists of a power transistor (IGBT). The modulation method is used to obtain a given voltage of the output voltage by transferring control signals to transistors in the inverter circuit. The microcontroller is designed to obtain the true sine wave output voltage. The purpose of device is to use a microcontroller to store

instructions that will allow to get the required sinusoidal pulse width modulation pulse shape. The developed inverter can be used in low-power electronic devices. This scheme was tested in the software system MATLAB

Key-words: wind turbines of small power, microcontroller, inverter, pulse width modulation, sinusoidal output voltage.

УДК 624.74.658

Э.К. Темырканова, Э.А. Сериков

(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан)

АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ОКСИДА АЗОТА В ПЕРИОД ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА

Аннотация. В настоящее время накопилась обширная информация о неблагоприятном влиянии загрязнения окружающей среды на здоровье человека. Именно эти факты, имеющие наиболее важное эмоциональное и экономическое значение, явились причиной повышенного интереса к охране окружающей среды, как определяющий в этой сложной и многогранной проблеме. В статье представлены результаты наблюдении среднемесячных показателей. По итогам результатов можно сказать, что большое количество выбросов оксида азота приходится на февраль месяц.

Ключевые слова: окружающая среда, взвешенные вещества, снижение оксида азота.

Вопросы об охране окружающей среды ставятся на первый план среди всех общечеловеческих ценностей. От успешного решения этих вопросов зависит здоровье и благополучие нынешнего и будущего поколений людей, а также развитие и существование самого человечества. Уже на сегодняшний день растут темп и масштабы антропогенного воздействия, приводящие к необратимым процессам в природе, таким как экологические катастрофы.

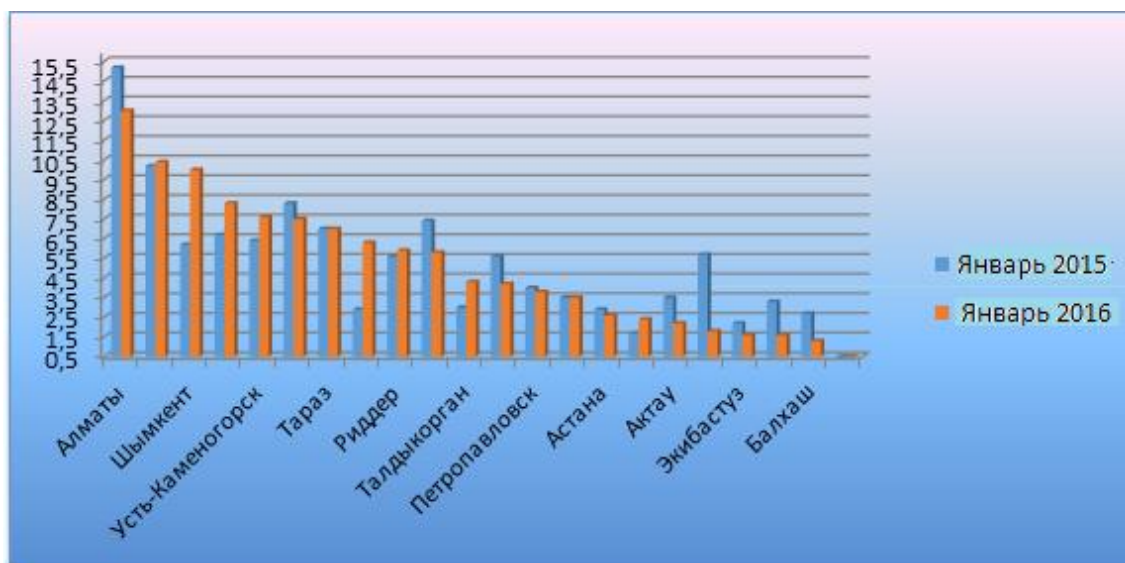


Рис. 1. Уровень загрязнения атмосферного воздуха городов Казахстана

Самые распространенные экологически опасные выбросы от ТЭС – это оксиды азота, которые образуются при сжигании любого вида топлива. Их количество зависит от многих факторов: вида используемого топлива, способов организации топочного процесса и очистки уходящих газов [1, 2].

Для проведения анализа был выбран период отопительного сезона, который, характеризуется наибольшей нагрузкой котлоагрегата, близкой к номинальной, и, следовательно, максимальными выбросами оксидов азота. Исследования носили комплексный характер и включали в себя определение режимных параметров и выбросов из котлоагрегата на основании измерений и расчета, которые подтверждались нормативными документами [3, 4, 5].

• Технические науки

Как видно из выше указанного рисунка, самым загрязненным городом Казахстана является г. Алматы.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха по городу Алматы ведутся на 16 стационарных постах, которые отслеживаются регулярно (рисунок 2).

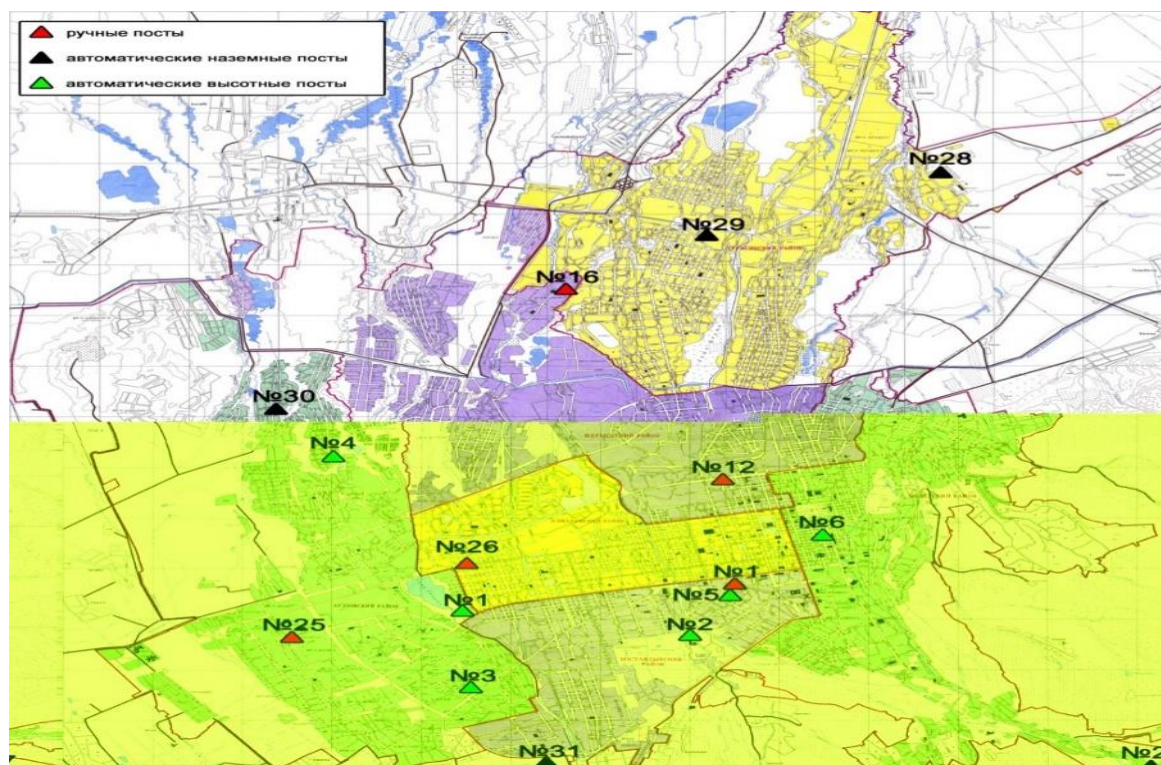


Рис. 2. Схема расположения постов наблюдений атмосферного воздуха в городе Алматы

Таблица 1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха города Алматы

Примесь	Средняя концентрация (г.с.)		Максимально разовая концентрация (г.м.р.)		Число случаев превышения ПДК	
	мг/м ³	Кратность превышения ПДК _{с.с.}	мг/м ³	Кратность превышения ПДК _{м.р.}	>ПДК	>5 ПДК
Взвешенные вещества	0,137	0,914	0,900	1,800	12	
Взвешенные частицы РМ -10	0,037		0,209			
Диоксид серы	0,051	1,027	1,807	3,614	1609	
Оксид углерода	1,025	0,342	7,643	1,529	140	
Диоксид азота	0,106	2,7	0,420	4,941	3052	
Оксид азота	0,025	0,416	0,238	0,596		
Фенол	0,002	0,569	0,011	1,100	1	
Формальдегид	0,016	5,3	0,041	1,171	21	

В целом по городу среднемесячные концентрации составили: диоксида азота– 2,7 ПДК_{с.с.}, формальдегида–5,3ПДК_{с.с.}, содержание тяжелых металлов и других загрязняющих веществ– не превышали ПДК. За II квартал по городу зафиксированы превышения более 1 ПДК: по диоксиду азота – 3052, по диоксиду серы –1609, по оксиду углерода – 140, по формальдегиду – 21, по взвешенным частицам – 12, по фенолу – 1 случай (таблица 1).

Таблица 2. Максимальные концентрации загрязняющих веществ по данным наблюдений в городе Алматы

Определяемые примеси	Точки отбора			
	№1		№2	
	q _m мг/м ³	q _m ПДК	q _m мг/м ³	q _m ПДК
Взвешенные вещества (пыль)	0,061	0,12	0,094	0,19
Диоксид серы	0,093	0,19	0,077	0,15
Оксид углерода	5,600	1,1	4,030	0,81
Диоксид азота	0,015	0,18	0,019	0,22
Оксид азота	0,013	0,03	0,031	0,08
Фенол	0,009	0,86	0,010	0,97
Формальдегид	0,058	1,7	0,033	0,93

По данным наблюдений была определена среднемесячная и максимально разовая концентрации оксидов азота за 2015 г. (рисунок 3) [6]. Самое большое число превышений ПДК приходится в период отопительного сезона, именно месяцы: декабрь, январь, февраль.

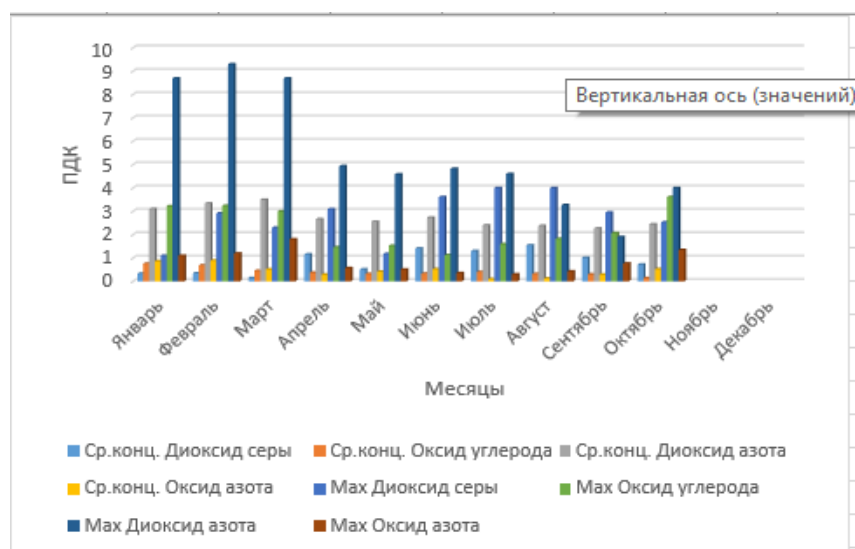


Рис. 3. Среднемесячная концентрация оксида азота за 2015 г.

Для подтверждения достоверности полученных данных был проведен эксперимент в течении отопительного сезона (15 октября – 15 апреля, 2015 – 2016 гг.), в котором определялось содержание NO_x в продуктах сгорания топлива в зависимости от периода отопительного сезона (рисунок 4).

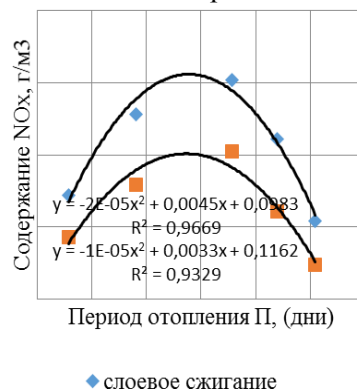


Рис. 4. Содержание NO_x в продуктах сгорания топлива в зависимости от периода отопительного сезона

Аналитические зависимости, полученные в результате проведенных испытаний, показали, что наибольшие выбросы по NO_x приходится на середину отопительного периода. Это обусловлено наибольшей нагрузкой на котельное оборудование, и, как следствие, большим расходом топлива в котельных агрегатах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Приказ и. о. Министра здравоохранения Р.К. Санитарно-эпидемиологические требования к атмосферному воздуху. №629 от 18.08.2004 г. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: http://adilet.zan.kz/rus/docs/V070004547_/compare. (дата обращения 22.01.2013).
- [2] Беликов С. Е. Комплексная разработка методов снижения выбросов оксида азота от ТЭС путем оптимизации процесса горения и способов сжигания топлива: дис. канд. техн. наук: 051404, 030016 – М., 2006. - 282 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://diss.rsl.ru/>. (дата обращения 01.05.2013).
- [3] РД 34.02.305-98. Нормативные документы для тепловых электростанций и котельных. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/578978/metodika_opredeleniya_valovykh_vybrosov_zagryaznyayushchikh_veshchestv_v.pdf. (дата обращения 20.02.2014).
- [4] РД 34.02.304-95. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/jm-normy/c1b.htm>. (дата обращения 20.02.2015).
- [5] СО 153-34.02.304-2003. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: http://snipov.net/c_4691_snip_107218.html. (дата обращения 20.02.2014).
- [6] Экологический бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: http://ecokomitet.kz/ecokomitet/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=195&lang=ru. (дата обращения 20.05.2015).
- [7] James R., Spinney P. The boiler optimization journey: from NO_x box to divers problem solver // (Neu Co., United States). Power Eng. - 2011. - №5. - С.50-56.
- [8] Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-III Экологический кодекс Республики Казахстан (с изменениями и дополнениями от 22 июля 2011 года). 233 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: http://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30085593. (дата обращения 01.05.2013)
- [9] Maria Abian, Eduardo Peribanez, Angela Millera, Rafael Bilbao, Maria U. Alzueta. Impact of nitrogen oxides (NO , NO_2 , N_2O) on the formation of soot Original Research Article Combustion and Flame. Volume 161, Issue 1, January 2014, Pages 280-287.
- [10] Сигал И. Я. «Снижение образования оксидов азота при сжигании топлив в котлах электростанций» // Экологические проблемы в энергетике: Сб. науч. тр. НИЭИ им. Г.М. Кржижановского. - 1989. - С. 52 - 57.
- [11] Беспалов В.И., Беспалова С.У., Вагнер М.А. Природоохранные технологии на ТЭС: учебное пособие. Томский политехнический университет. - 2-е изд. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 240 с.
- [12] Бабий В.И., Котлер В. Р., Вербовицкий Э.Х., «Механизм образования и способы подавления оксидов азота в пылеугольных котлах». Энергетик, 1996, № 6, С. 8-13.
- [13] Абрамов А. И., Елизаров Д. П., Ремезов А. Н. и др. «Повышение экологической безопасности тепловых электростанций»: учебное пособие для вузов; под ред. А.С. Седлова. - М.: Изд-во МЭИ, 2001. - 378 с.
- [14] Белоусов В. Н., Смородин С. Н., Смирнова О. С. Топливо и теория горения. 4.1. Топливо: учебное пособие / СПбГТУРП. - СПб., 2011. - 84 с.: ил.15.
- [15] Hesheng Yu, Qunyi Zhu, Zhongchao Tan. Absorption of nitric oxide from simulated flue gas using different absorbents at room temperature and atmospheric pressure Original Research Article Applied Energy. Volume 93, May 2012, Pages 53-58.
- [16] Пинигин В. В., Батухтин А. Г., Стрельников А. С. «Влияние методов снижения выбросов азота и серы на надежность и экономичность котельных агрегатов ТЭС (ЗабГУ, г. Чита)» // Энергетика в современном мире: 5 Международная научно-практическая конференция. - Чита: 15-16 Ноября. 2011. - С. 17-21.
- [17] Жуйков А. В. Снижение оксидов азота в топках котлов. Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 6 (2011. 4). С 620-628. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://elib.sfu.kras.ru/bitstream/2311/2782/1/Ghuikov.pdf>. (дата обращения 14.03.2015).
- [18] Ismo Roiha, Juha Kaikko, Keijo Jaanu, Esa Vakkilainen. Analysis of high flue gas recirculation for small energy conversion systems Original Research Article Applied Thermal Engineering. Volume 63, Issue 1, 5 February 2014, Pages 218-226.
- [19] Требунских С. А. «Снижение выбросов вредных веществ от котельных установок за счет оптимизации режимных параметров»: дис. ... канд. техн. наук: 051404. - Чита, 2006. - 93 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://diss.rsl.ru/>. (дата обращения 01.05.2015).
- [20] Coal-over-coal reburn testing, modeling and plant feasibility// UK, ETSU, Project Summary 196, March 1998.

[21] Wang Zhi-hua, Zhou Jun-hu, Zhang Yan-wei et al Experiment and mechanism investigation on advanced reburning for NOx reduction: influence of CO and temperature // Journal of Zhejiang University SCIENCE. - 2005. - № 6B (3). - C.187 – 194.

Темырканова Э. К., Сериков Э. А.

Жылыту маусымы кезіндегі азот оксидінің бөлінуін талдау

Түйіндеме: Дәл қазіргі уақытта адам баласының денсаулығына қоршаған ортаның ластануының жағымсыз әсерлері туралы жалпылама ақпараттар жиналып қалған. Нақты осы фактілер, ең маңызды эмоционалды және экономикалық мәндерге ие бола тұра, күрделі және көпқырлы мәселені анықтаушы ретінде, қоршаған ортаны қорғауға қызығушылық арттырды. Мақалада айдың орташа көрсеткішінің бақылау нәтижелері келтірілген. Нәтижелер қорытындысы бойынша, оксид азоты бөлінуінің көп мөлшердегі саны ақпан айында байқалатынын көреміз.

Кілттік сөздер: қоршаған орта, өлшенген заттар, азот оксидінің төмендеуі.

Temyrkanova E. K. , Serikov E. A.

Analysis of nitrogen oxide emissions during the heating season

Summary. At the present time have accumulated extensive information regarding the adverse impact of environmental pollution on human health. It is these facts which are the most important emotional and economic importance, was the reason for the increased interest in environmental protection, as fundamental in this complex and multifaceted problem.

In the article results are presented supervision of averagemonthly indexes. It is possible to say on results results, that plenty of extrass of oxide of nitrogen is on February month.

Key words: environment, suspended matter, reduction of nitric oxide.

УДК 373(075.3)

Воронова Н.В., Муканова Г.А., Колумбаева С.Ж. Таныбаева А.К.

(Казахский национальный университет имени аль -Фараби
Алматы, Республика Казахстан, Slovonine@mail.ru)

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОГО МЕТОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ
ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ**

Аннотация. В статье обоснована возможность и эффективность применения метода проектов в высшем образовании. Дано описание уровней развития компетенций у студентов, типологических признаков проекта. Приведен пример формулировки проблемного вопроса для группового проекта по дисциплине «Экология и устойчивое развитие». Проектная технология способствует развитию познавательных навыков студентов, умения самостоятельно конструировать свои знания, умения ориентироваться в информационном пространстве, формирует критическое мышление. Осознанное применение метода проектов в совместной деятельности преподавателя и студента может привести в учебный процесс принципиально иной подход к познавательной деятельности учащихся, основанный на уважении их интеллектуальных и творческих возможностей, сотрудничестве.

Ключевые слова: проектный метод, проблемное обучение, проблемный вопрос, компетенции, исследовательский подход, коммуникативные умения, дискуссия, Case-study.

Одним из приоритетных направлений развития вуза в последние годы является внедрение в образовательный процесс новых способов преподавания. Модернизация образования направлена на изменение подходов к методикам преподавания, расширение запаса методических приемов, активизацию деятельности обучающихся в ходе занятия, приближение изучаемых тем к реальной жизни через рассмотрение ситуаций и поиск путей решения наиболее острых общественных проблем. Объектами профессиональной деятельности будущих бакалавров могут быть: природные, антропогенные, природно-хозяйственные, эколого-экономические, производственные, социальные, общественные, территориальные системы и структуры на глобальном, национальном, региональном и локальном уровнях, а также контроль, мониторинг, экспертиза экологических составляющих всех форм хозяйственной деятельности, техногенные объекты в окружающей среде, средства и способы, используемые для уменьшения выбросов в окружающую среду, образование, просвещение и здоровье населения, демографические процессы, программы устойчивого развития на всех уровнях и т.д [1].

В докладе Международной комиссии по образованию для XXI в., представленном ЮНЕСКО, рассмотрены четыре основополагающих принципа образования: научиться приобретать знания, научиться работать, научиться жить, научиться жить вместе. На реализацию заявленных принципов образования нацелен и метод проектов, так как при использовании метода проектов создаются благоприятные условия для формирования умений, умение делать обоснованный выбор, самостоятельно работать, планировать и корректировать свою деятельность, выбирать и исполнять социальные роли и т. д.

Оптимальными при обучении студентов экологии являются следующие, выбранные для формирования соответствующих компетенций и активизации активные педагогические технологии: дискуссия, формирующая способность излагать и критически анализировать базовую информацию в области знаний,

Case-study, позволяющая проводить анализ конкретных экологических ситуаций, владея знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска [2].

Теоретические вопросы лучше усваиваются, когда учебная работа проводится в форме *дискуссии*. Мотивируя каждого студента на тщательность выполнения индивидуального задания во время, отведенное для самостоятельной работы, планируют подготовку к проведению дискуссии в учебное время. Примерная тематика а дискусионных вопросах предлагается преподавателем в методических рекомендациях по изучению дисциплины и организации самостоятельной работы студентов, которые заложены в фонде оценочных средств дисциплины.

Case-study и *метод проектов* основываются на методе обучения, предназначенном для совершенствования навыков и получения опыта в выявлении, отборе и решении экологических проблем; в работе с информацией, с предположениями и заключениями; оценке альтернатив; принятии решений; слушании и понимании других людей. Все это позволяет студентам приобрести на занятиях аналитические, практические, творческие, коммуникативные, социальные навыки, научиться проводить самоанализ.

Согласно концепции методов проблемного обучения, к которой относится метод проектов, преподаватель переходит от задачи «передача новых знаний» к задаче «создание условий для получения новых знаний», таким образом в учебном процессе используется исследовательский подход к приобретению знаний.

Важнейшей педагогической задачей высшей школы является подготовка специалистов, обладающих ключевыми компетенциями через повышение качества подготовки. В связи с этим проводится постоянная работа, направленная на совершенствование форм и методов обучения, способствующих развитию мыслительной деятельности, познавательной активности, овладению знаниями, умениями, навыками. К таким формам и методам проблемного обучения можно отнести практико-ориентированные, лично-ориентированные методы, включающие самостоятельную работу, дес

Организация метода проектов требует от преподавателя большой работы по созданию специальных условий для студента с целью выявления и развития его творческого потенциала, активизации познавательной деятельности. В итоге, это выражается в искусственном конструировании проблем и постановке проблемных задач.

Опыт применения метода проектов, дает возможность выделить следующие уровни компетенций у обучающихся:

- исследовательские умения (способность анализировать проблемную ситуацию, осуществлять отбор необходимой информации из литературных источников и Интернета, проводить наблюдение за существующими природными и промышленными объектами, строить предположения, обобщать, формулировать выводы);

- коммуникативные умения (способность понять чужую точку зрения, способность конструктивно обсуждать возможности альтернативного подхода для поиска альтернативного решения);

- умения работать в команде [4].

При организации проектной деятельности студентов учитываются типологические признаки проектов по: доминирующей деятельности (поисковая, творческая, практико-ориентированная), предметному содержанию (межпредметный проект), количеству участников проекта, характеру контактов (среди участников одной группы).

Метод проектов позволяет решать многообразные задачи: обеспечение системного мышления, стремление студентов к добыванию знаний, навыков самостоятельного их приобретения и теоретического анализа литературных или опытных данных; обучение применению познаний для решения

практических или иных задач, самооценке, развитию коммуникативных и исследовательских умений. Последние предполагают разноплановое и многообразное общение, аналитическую деятельность, выявление проблем, построение гипотез, планирование и проведение эксперимента, наблюдение за результатами и их анализ, обобщение, выводы, доклады на различных конференциях и т.д.

Основополагающими характеристиками метода проектов выступают: концентрация на личностном развитии студента и значимой для него, профессионально ориентированной деятельности; индивидуальный темп работы над проектом; комплексность, способствующая сбалансированному развитию психических и физиологических функций; универсальность применения багажа знаний в различных ситуациях, помогающая глубже и осознанно усвоить базовые познания и расширить их при необходимости; наличие некоего конечного продукта в виде презентации, доклада, проекта урока [5].

Проектная технология — одна из инновационных технологий обучения и воспитания, которая обеспечивает формирование экологических компетенций.

В основе проектной технологии лежит развитие познавательной и исследовательской деятельности студентов, умение так конструировать свои знания, чтобы ориентироваться в экологическом пространстве. На передний план выступает опережающее развитие самого человека как частицы окружающей среды. Традиционная связь «преподаватель — студент» меняется на связь «студент — преподаватель». Это именно тот исключительный случай, когда от перестановки слагаемых меняется сумма (учебно-воспитательный результат). Особое значение приобретает привлечение студента к процессу экологического поиска, в котором важным является не сколько сам результат, а скорее процесс достижения результата.

Во время работы над проектом преподаватель выполняет функцию консультанта, помогая студенту в поиске информации и координируя процесс работы над проектом.

Таким образом, метод проектов имеет большие психологически-педагогические возможности для экологического обучения и воспитания, а также развития экологического мировоззрения. Во время выполнения проектов решаются образовательные, развивающие и воспитательные задачи:

- создание образа целостных экологических знаний для понимания закономерностей взаимодействия людей с окружающей средой;
- повышение мотивации в получении дополнительных экологических знаний с целью превращения экологического знания, мышления и идей в материальную силу прогресса общества;
- изучение методов научного познания применительно к окружающей среде;
- выработка способности к рефлексии и интерпретации полученных результатов;
- развитие исследовательских и экологических качеств личности и совершенствование экологического образа мышления;
- формирование экологических компетенций;
- организация базового алгоритма социального поведения на основе экологизации сфер общественной и производственной деятельности.

Метод проектов всегда сориентирован на разные виды самостоятельной деятельности студентов: индивидуальную, парную, групповую.

На практических занятиях проектная технология дает возможность:

- выполнять программные требования относительно привлечения студентов не только к образовательной деятельности, но и к проектной и исследовательской;
- воспитывать экологическое, а также научное и критическое мышление;
- развивать умение работать с информационными источниками;
- организовывать навыки проектной деятельности;
- формировать умение осуществлять анализ и оценку объектов окружающей среды;
- сознательно избирать те или другие процессы и средства для решения конкретной экологической проблемы;
- подавать учебный материал в полном объеме;
- помогать студентам увидеть жизненную необходимость выполняемой работы.

Выполняя индивидуальный экологический проект, студент может реализовать личностное видение предлагаемой преподавателем экологической ситуации или проблемы. Технология внедрения такого типа учебной деятельности предусматривает особое построение занятий, потому что проект может быть реализован лишь при условии наличия значащей в экологическом и исследовательском плане проблемы, решение которой требует от студентов интегрированных знаний.

Выбор тематики проектов в разных ситуациях может быть различным. В одних случаях тематика может формулироваться специалистами органов образования в рамках утвержденных программ. В других – выдвигаться преподавателями с учетом учебной ситуации по своему предмету, естественных профессиональных интересов, интересов и способностей студентов. В-третьих, тематика проектов может предлагаться и самим студентом, который естественно, ориентирует при этом на собственные интересы, не только чисто познавательные, но и творческие, прикладные [6].

Тематика проектов может касаться какого-то теоретического вопроса с целью углубить знания отдельных студентов по этому вопросу, дифференцировать процесс воспитания. Чаще, темы проектов, относятся к практическому вопросу, актуальному для практической жизни и, вместе с тем, требующим привлечения знаний учащихся не по одному предмету, а из разных областей, творческого мышления учащихся, исследовательских навыков. Так достигается вполне естественная интеграция знаний.

Например, серьезной проблемой больших городов и г. Алматы, в частности, является загрязнение окружающей среды бытовыми отходами. Проблемным вопросом для студентов по дисциплине «Экология и устойчивое развитие» может быть следующий: «Как добиться полной переработки всех видов отходов?» или «Мусор – проблема века» и т.д. Результаты выполненных проектов должны быть материальны, то есть надлежащим образом оформлены (видеофильм, альбом, презентация и т.д.). В ходе решения какой-то проектной проблемы студентам приходится привлекать знания и умения из разных областей: химии, физики, биологии, социологии, иностранного и родного языков. На основании нашего опыта, при решении экологических проблем г. Алматы, студенты активно участвовали в подготовке проектов и получали от этого не только полное удовлетворение, но и формировали в себе такие качества как: самостоятельность, умение слушать других, убедительно доказывать [7].

В работе над проектом обязательно соблюдаются определённые этапы деятельности студентов.

1 этап. Подготовительный, или погружение в проект.

На этом этапе важным является погружение в проект: мотивация деятельности учащихся, определение темы, проблемы и целей. Тема проекта должна быть не только близка и интересна, но и доступна ученику. Своей позицией по отношению к проекту учитель даёт понять, что готов поддержать ребят в их деятельности. По времени этот этап осуществления проекта является самым коротким, но он очень важен для достижения ожидаемых результатов.

2 этап. Планирование и организация деятельности.

На этом этапе организуется деятельность студентов: определяются группы по направлениям деятельности, выделяются цели и задачи каждой группы, определяются роли каждого участника. Планируется работа групп: определяются источники информации, способы сбора и анализа информации, способы представления результатов деятельности (форма отчёта, вид презентации и т. д.)

Поиск и сбор материала.

3 этап. Исследование (осуществление деятельности, выполнение работы).

На этом этапе происходит сбор информации, решение промежуточных задач. Основные инструменты, которыми пользуются учащиеся - это разные формы получения информации: опросы, наблюдения, эксперименты и т. д.

Выполнение работы.

4 этап. Представление результатов, отчёт.

Этап презентации необходим для завершения работы, для анализа проделанного, самооценки и оценки со стороны, демонстрации результатов. Формы представления результатов исследования могут быть различными: устный отчёт с демонстрацией материалов, письменный отчёт в докладе, презентация и т.д.

Одним из заключительных этапов работы над проектом является оценивание результатов проектирования. Оценивание – это имитация профессиональной экспертизы.

Возможными критериями оценки творческого проекта могут быть:

1. конструктивные критерии – прочность, надёжность, удобство использования, соответствие конструкции по назначению;

2. технологические критерии - количество используемых материалов, оригинальность применения и сочетание материалов, стандартность технологии, необходимое оборудование, сложность и объём выполненных работ;

3. экологические критерии – возможность использования отходов производства, загрязнение окружающей среды при производстве;

4. эстетические критерии – оригинальность формы, цветовое решение, стиль, дизайн;

5. экономические и маркетинговые критерии – потребность на рынке, практическая направленность, возможность массового производства, финансовые затраты, уровень продажной цены, вид рекламы.

При защите своего проекта учащиеся учатся убеждать своих сокурсников, преподавателей в значимости работы, показывают свою компетентность в специальных вопросах, касающихся проекта, старательность, добросовестность при выполнении задания, аргументированность предлагаемого решения, уровень творчества и оригинальность, а также самостоятельный и познавательный подход.

Проектная технология способствует развитию познавательных навыков студентов, умения самостоятельно конструировать свои знания, умения ориентироваться в информационном пространстве, формирует критическое мышление. Осознанное применение метода проектов в совместной деятельности преподавателя и студента может привести в учебный процесс принципиально иной подход к познавательной деятельности учащихся, основанный на уважении их интеллектуальных и творческих возможностей, сотрудничестве.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Зерщикова Т.А. О способах реализации метода проектов в вузе // Проблемы и перспективы развития образования: материалы Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2011 г.). - Пермь: Меркурий, 2011. - С. 79-82.

[2] Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. - М.: Академия, 2007. - 264 с.

[3] Баян Е.М. Метод проектов в экологическом образовании студентов университета // Материалы ежегодной научно-практической конференции «Экологическое образование в интересах устойчивого развития», Академия МНЭПУ (Москва), 2015. - С. 234-239.

[4] Новиков А.М., Новиков Д.А. Образовательный проект: методология образовательной деятельности. - М., 2004.

[5] Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении: Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. - М.: АРКТИ, 2003.

[6] Шатилово А. В. Актуальные проблемы науки и образования: Сборник научных трудов / Изд-во «Николаев», 2004. - 168 с.

[7] Идрисова З. К. Некоторые эффективные методы в экологическом образовании и воспитании [Электронный ресурс] / 2008. - Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/12.APSN_2007/Pedagogica/20687.doc.htm], свободный.

Воронова Н.В., Муканова Г.А., Колумбаева С.Ж. Таныбаева А.К.

Студенттерге экологиялық пәндерді оқыту кезінде жобалық әдістерді қолдану

Аңдатпа. Мақалада жоғары білім берудегі жобалық әдісті қолданудың тиімділігі мен мүмкіндіктері негізделген. Студенттердің құзыреттерінің даму деңгейлері және жобаның типтік белгілері сипатталған. «Экология және тұрақты даму» пәні бойынша топтық жобаның мәселелік сұрақтарын құрастырудың мысалдары келтірілген. Жобалық технология студенттердің танымдық дағдыларын дамытады, өз бетінше жұмысты талқылауға үйретеді, ақпараттық кеңістікте болжам жасауға, сыни ой жүйені қалыптастыруға көмектеседі. Студент пен оқытушының бірігіп саналы түрде жұмыс жасауы оқу процесінде студенттердің творчестволық, интеллектуальды, мүмкіндіктерінің артуына ықпал жасайды.

Кілтті сөздер: жобалық әдіс, мәселелік оқыту, құзыреттер, зерттеу әдісі, дискуссия, Case-study.

Voronova N.V, Mukanova G.A, Kolumbaeva S.Zh. Tanybaeva A.K

Application of the project method for student training to environmental disciplines

Summary The article substantiates the possibility and effectiveness of applying the project method in higher education. The description of levels of competence development among students, typological features of the project is given. An example of the formulation of a problematic issue for a group project on the discipline "Ecology and sustainable development" is given. Project technology contributes to the development of cognitive skills of students, the ability to independently design their knowledge, the ability to navigate in the information space, form critical thinking. The conscious application of the project method in the joint activity of the teacher and student can bring to the educational process a fundamentally different approach to the cognitive activity of students, based on respect for their intellectual and creative abilities, and cooperation.

Key words: project method, problem training, problematic issue, competence, research approach, communicative skills, discussion, Case-study.

Л.С. Нурабаева

(Тараз мемлекеттік педагогикалық университеті)

Тараз, Қазақстан Республикасы,

E-mail: lyazzat2781@mail.ru

ОҚУШЫЛАРҒА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ МЕН ТӘРБИЕ БЕРУДІҢ ӨЛКЕТАНУЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Андатпа. Өлкетанудың білім беру сапасын көтеруде ықпалы зор. Ғылыми өлкетану өз алдына туған өлкені толық және жан-жақты тану деген міндет қояды. Өлкетану жұмыстары біріншіден, оқушыларға өлке, Отан, атамекен, халық педагогикасы жайында түсінік бере отырып, туған өлкеге деген сүйіспеншілігін оятады; екіншіден, оқушылардың туған өлкеге деген сүйіспеншілігін қалыптастыратын педагогикалық шарттарды анықтайды және оны жаратылыстану пәндерін оқытуда іс жүзіне асырады. Ғылыми өлкетану өз алдына туған өлкені толық және жан-жақты тану деген міндет қояды. Оқушыларды зерттеу әрекетіне жұмылдырып, жиналған материалдарды оқу-тәрбие үрдісіне пайдалану.

Түйін сөздер: ғылыми өлкетану, мектептік өлкетану, өлкетану үйірмесі, экологиялық соқпақ

Оқушыларға өлкетану негізінде экологиялық білім мен тәрбие берудің ерекшелігі, қоршаған табиғи ортаның заңдарын және оны ғылыми тануды есепке ала отырып, табиғи зерделеу мүмкіндігі оқушының тұлға ретінде тұтастықта дамуына мүмкіндік тудырады. Кез келген мектеп пәнін туған өлке, туған қаладағы белгілі адамдар, ғалымдар, жазушылар, өнеркәсіп, өнер, табиғат, деректі мысалдармен түсіндіруге болатынын білеміз. Себебі, оқытуда нақты фактілерді ұғынудан оқушы санасында белгілі түсінік қалыптасады, ойлау логикасы күшейеді, танымдық қызығушылығы артады.

Өлкетану қай кезде де мектептегі оқу-тәрбие үрдісінің бір бөлігі болып қала береді. Ол оқу материалын нақты фактілермен толықтыру арқылы оқу процесін қызықтыруға әсер етеді, теориялық білімнің түйсікті қабылдауына әсер етеді, мектепті өмірмен байланыстырады. Бүгінгі күні өлкетану негізінде экологиялық білім берудің орны жоғары дегенмен, өлкетану материалдарын оқу процесінде пайдалану әрбір мұғалімнің міндеті болып табылады. Бұл жұмысқа көптеген педагогтар әлі де дайын емес.

Мектеп өлкетануында екі қарама-қайшы бағыт қалыптасқан:

Біріншіден – оқу-тәрбие процесінде өлкетану материалдарының орнын бағаламаушылық болса, екіншісі – асыра бағалау болып есептелінеді. Бұл екі тенденцияда кері. Ең бастысы, біздің ойымызша, мектеп практикасында өлкетану материалдарын пайдалану оқу-тәрбие процесінің сапасын жетілдіреді деп түсінуге болады. Бұл проблеманың психологиялық-педагогикалық талдауынан тұжырымдағанымыз: өлкетану мектептегі оқу-тәрбие жұмысын жүргізудің мықты құралы, себебі, ол қызықты, жаңа, оңай, сондықтан білім беру мен тәрбиелеу міндеттерін шешуге көмектеседі [1,56].

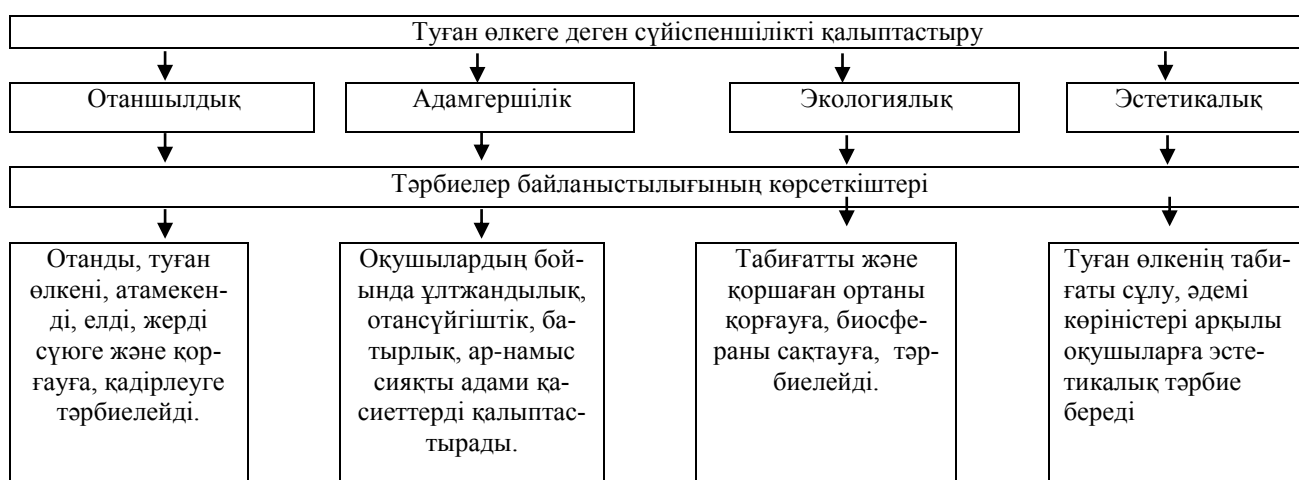
Туған өлке табиғатын қорғау және оны тиімді пайдалану, оны ластану мен бүлінуден қорғау үшін адамзатты жауапкершілікке тәрбиелеу, табиғатпен қарым-қатынас жасаудың азаматтық негіздерін қалыптастыру – Отанға деген сүйіспеншілік сезіммен байланысты. Оның себебі, оқушыларды табиғатқа жақындастырмайынша, өлкетану материалдары мен жұмыстарын оқу-тәрбие үрдісіне енгізбейінше, оқушылардың патриоттық сезімін тәрбиелеу мүмкін емес. Өйткені патриоттық сезім өзі туып өскен, алғашқы қадам басып, өмірдің әліппесін таныған жеріне деген сезімдеріне байланысты болмақ. Бұл Ғ.Қайырбековтың өлеңінде жақсы көрінеді:

Туған жер – алтын бесік, алтын анам,
Ауаңмен, ақ сүтіңмен асыраған.
Мен-дағы ұлың едім өзің тектес,
Алысқа несібесі шашыраған.

Яғни, патриоттық сезімді тәрбиелеу өз Отаныңды терең танудан басталады. Туған жерінің нағыз азаматы болуы үшін ең алдымен өз өлкесін, оның табиғатын, байлығын, тарихы мен мәдениетін, өнерін біліп, зерттеу керек. Тек халықтың еңбек әрекетін, қаланың экономикалық өмірін ғана емес, сонымен қоса өлкенің орманды, таулы, далалы жерлерінде не болып жатқанын білу қажет. Оқушылар табиғат құбылыстары арасындағы маңызды байланысты анықтап, оларды белгілеу іскерлігін өз бойларына қалыптастырады. Өз өлкесін зерттеу барысында оқушылар тек нақты ұғымды меңгеріп қана қоймай, оларда дүниетанымдық білімдер де дамиды [2,30].

Туған өлке туралы нақты білімге негізделе отырып, оқушылар өскен жерінің табиғат құбылыстарын бақылауға төселіп, оның ғажайып сырларын ашады, еңбекке деген сүйіспеншілігін тәрбиелейді, қоғамына, еліне кішкене болса да пайда келтіруге деген ынтасын оятып, қоршаған орта заңдылықтары мен құбылыстары жайлы түсінігін кеңейтеді. Өлкетану мектеп пен өмірді байланыстырады. Өлкетанудың тағы бір жетістігі – мұғалімдер мен оқушылардың ізденіс, шығармашылық жұмыстарға тікелей қатысуы болып табылады. Сабақта өлкетану материалдарын пайдалану оқушылардың ерік-жігерін, тәрбиелеп, пәнге деген қызығушылығын артыра түседі; берілген тапсырманы дұрыс орындап, жауапкершілікпен қарауға, алдына қойылған мақсатқа жетудегі табандылық, тапқырлық, шыдамдылық, батырлық, ұқыптылық, байқағыштық сияқты мінездердің құнды сапаларына дағдыландырады. Өлкетану жұмыстары оқушылардың дүниеге дұрыс көзқарасын қалыптастырады, сондай-ақ отаншылдық, адамгершілік, экологиялық, эстетикалық тәрбиесін дамытудың маңызды факторы болып табылады (кесте 1)

1-кесте. Туған өлкеге деген сүйіспеншілікті қалыптастыру



Өлкетану – туған жер туралы халықтық білім ретінде байырғы заманда пайда болғаны бәрімізге мәлім. Өлкетанудың білім беру сапасын көтеруде ықпалы зор. Ғылыми өлкетану өз алдына туған өлкені толық және жан-жақты тану деген міндет қояды. Өлкетану жұмыстары біріншіден, оқушыларға өлке, Отан, атамекен, халық педагогикасы жайында түсінік бере отырып, туған өлкеге деген сүйіспеншілігін оятады; екіншіден, оқушылардың туған өлкеге деген сүйіспеншілігін қалыптастыратын педагогикалық шарттарды анықтайды және оны жаратылыстану пәндерін оқытуда іс жүзіне асырады. Ғылыми өлкетану өз алдына туған өлкені толық және жан-жақты тану деген міндет қояды. Оқушыларды зерттеу әрекетіне жұмылдырып, жиналған материалдарды оқу-тәрбие үрдісіне пайдалану. Өлкетану материалдары туған өлке табиғатын, оның байлықтарын, даму заңдылықтарын, жергілікті жердің халқы мен шаруашылығын және олардың өзара байланысын қамтиды. Өз өлкесін зерттеу барысында оқушылар қоршаған шындықты түсінеді, дүниеге дұрыс көзқарасын қалыптастырады, табиғат құбылыстарына бақылау жасайды және еңбекке деген құштарлығы артады. Сонымен қатар әрбір оқушының бойында ұлттық мінез-құлық, адамгершілік, сыпайылық пен кішіпейілдік қасиеттері қалыптасады. Өлкетану өскелең ұрпақты патриоттық сезімге тәрбиелейді, оларды өз туған өлкесінің табиғатын білуге, өз халқының тарихын, тегін, тілін, салт-дәстүрін білуге көмектеседі [3,45]

Өлкетану жұмысы жеке пәндер бойынша сол пән материалдарының мазмұнына сәйкес орындалады. Бұған фенологиялық, метеорологиялық бақылаулар, туған өлкенің, ауылдың, қаланың тарихын білу, этнографиялық, фольклорлық және архив материалдарын жинастыру, өсімдіктер, жануарлар дүниесі мен пайдалы қазбаларды оқып үйрену, зерттеу, өлкетану мұражайларын ұйымдастыру, т.б. көптеген жұмыстар жатады. Өлкенің өткендегісі мен бүгінгісінің даму тарихын салыстыра келе оқушылар өлкенің бейнесін жан-жақты сипаттай отырып, халқымыздың еңбегіне сүйсінеді. Өлкетану жұмысының құрылымы мемлекеттік, мектептік және қоғамдық болып 3-ке бөлінеді (кесте 2)

2-кесте. Өлкетану жұмысының құрылымы

<i>1.Мемлекеттік</i>	Өлкетану мұражайы Ғылыми-зерттеу мекемелері	Мұражайлық
		Аймақтық (регионалдық)
<i>2.Мектептік</i>	Оқу (бағдарламалық) мақсаты мен міндеті оқу бағдарламасында көрсетіледі	Сабақ үстінде
		Сабақтан тыс
		Өлкетану үйірмесі
	Сыныптан тыс (бағдарламалық емес) мақсаты мен міндеті оқу-тәрбие жоспарында көрсетіледі	Экологиялық соқпақ
		Танымжорық(экскурсия)
<i>3.Қоғамдық</i>	Мәдениет үйлер	Туристік жорықтар
		Экспедициялар
		Туризм
		Балалардың өз күшімен сауықкеш өткізуі.

Оқушыларға экологиялық тәрбие беру жұмысында экологиялық соқпақтың өзіндік орны бар. **Экологиялық соқпақ** – бұл табиғат қорғау ісінде экологиялық білім мен тәрбие беруді насихаттауға бағытталған, әрі ақпаратқа толы, ұйымдасқан және белгіленген маршрут. Экологиялық соқпақтың танымдық, тәрбиелік және ұйымдастырушылық маңызы ерекше. Оның балаларға табиғи ортамен дұрыс қарым-қатынас жасай білуді үйретеді. Экологиялық соқпақ ұйымдастырылатын аймақ алдын-ала жан-жақты тексеріліп, оқудағы табиғи жағдайлар ескеріледі, оған қатысқан әрбір оқушының бойында табиғатқа аяушылық, сүйіспеншілік сезімі, дүниетанымы қалыптасады, сол арқылы өз құрбыларына ерекше ықпал жасайды, әрі өз бойында экологиялық мәдениеттілік пайда болады. Әрбір экологиялық соқпақ оқушының қызығатын, әрі қимайтын орнына айналуы тиіс. Экологиялық соқпақ өтетін табиғат алқабында әртүрлі ландшафттар қамтылуы және онда сирек кездесетін өсімдіктер мен жануарлар түрлері болуы тиіс. Сонымен бірге экологиялық соқпақ өтетін жер антропогендік әсерлерге ұшыраған алқаптарды да қамтыған жөн, яғни адамдардың қолдан жасаған табиғатқа әсерін анық көрсететін ластанған, эрозияға ұшыраған жер, өртелген орман алқабы немесе дала, т.б. жерлері болса, сол арқылы балалардың көзін жеткізуге болады. Экологиялық соқпақ маршруты шамамен шеңбер немесе тұйықталған жіп тәрізді болып, басталуы мен аяқталуы бір жерде болғаны дұрыс. Экологиялық соқпақ өтетін жер алдын-ала тексеріліп, жергілікті жердің шаруашылық иелерімен келісіп, шарт жасасып, заңдастырылады. Экологиялық соқпақтың түрі 3-ке бөлінеді: оқу экологиялық соқпағы, табиғи танымдық-серуендеу соқпағы және танымдық-туристік соқпақ. Әрқайсысының өзіндік ерекшелігі болады [4,84].

Оқу экологиялық соқпақ. Бұл табиғатты арнаулы экологиялық оқытуға мақсатталған маршрут. Олардың ұзындығы 1,5-2 шақырымнан аспауға және оқу танымжорықтарын 3 сағат аралығында өткізуге есептелген. Оқу экологиялық соқпақтар бірінші кезекте әртүрлі оқу орындарында оқитындарға: мектеп, лицей, колледж оқушылары мен жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған. Маршрутты ұйымдастырушы оқытушы-педагог немесе танымжорық жетекшісінің басшылығында болады. Жолсілтегіш бағаналарға және ақпараттық қалқандарға қарай отырып соқпақты өз бетімен жүріп өтуге болады. Оқу экологиялық соқпақтар келушілердің жүріп өтуіне жеңіл болуы керек. Сондықтан да мұндай соқпақтар қаланың рекреациялық аумақтар: бақтар, ормандар, елді-мекендердің жасыл желек жерлерінен өтеді. Оқу экологиялық соқпақтың негізгі келушілері – оқушылардың, студенттердің ұйымдасқан топтары.

Табиғи танымдық-серуендеу соқпағы. Оның ұзындығы 4-8 шақырымға созылады. Әдетте бұл маршрут қала және шипажай демалыс орталықтарының маңынан өтеді. Демалушыларды бір топқа біріктіріп, танымжорық жетекшісінің басқаруымен 3-4 сағат жаяу жүріспен аралатып, маршрут бойындағы табиғат ерекшеліктерімен, мәдени-тарихи ескерткіштерімен таныстырады. Мұндай табиғи соқпақ бойында туатын сұрақтар, негізінен адам мен табиғат арасындағы қарым-қатынас, өндірістің табиғатқа тигізетін әсері, оны ластауды тоқтату шаралары деген сияқты сипатта болады. Негізінен жылдың жылы кездерінде өтетін танымдық серуендеу соқпақтарынан басқа қыстық соқпақтар да құруға болады. Қазіргі қыста демалудың бұл түрі кең өріс алды, ол шаңғымен серуендеу болып табылады. Қыстық оқу соқпақтары да табиғатты қорғауға, рекреациялық, ақпараттық, танымдық және тәрбиелік мәселелерді шешуге мүмкіндік туғызады.

Танымдық-туристік соқпақ. Оның ұзындығы бірнеше ондаған шақырымнан бірнеше жүздеген шақырымға жетеді. Бұл табиғи соқпақтар халық санының тығыздығы аз белсенді демалыс аймақтары-

нан және қорықтар мен ұлттық табиғи бақтардың жақын маңдарынан өтеді. Мұндай белсенді демалыстың маңызды жағы кешенді болады. Өйткені қоршаған табиғи ортамен, мәдени және тарихи ескерткіштермен танысу адамзаттың табиғатқа әсерін бағалау, алған экологиялық білім мен тәлім-тәрбиені тәжірибе жағдайына қолдану және үйрену болып табылады. Танымдық-туристік соқпақ негізінен, ғылыми-ақпараттық құндылығы жағынан экологиялық, географиялық және геологиялық болады.

Аталған үш табиғи соқпақтар өзінің маңыздылығы жағынан кешенді болып келеді. Бұл соқпақтарда табиғат құбылыстары мен нысандарды зерттеуге, танып білуге, табиғатты пайдалану мәдениетімен танысуға, экологиялық бағалаудың нәтижелерін қорытуға және келушілерді экологиялық этикаға тәрбиелеуге бағытталған.

Табиғи оқу соқпағы міндетті түрде елді-мекенге жақын жерде орналасып, оған баратын жол қиындық келтірмеуі тиіс. Мысал ретінде Ақсу-Жабағылы қорығын алайық. Ақсу-Жабағылы мемлекеттік қорығының тарихи зерттелуі, өлкелік ғылыми-зерттеу нысаны – табиғи ортаның биологиялық әр түрлілігі болып табылатыны айқындалған. Осы мақсаттың келешекте іске асуы үшін мынадай мәселелерді шешу қажет:

1. Ақсу-Жабағылы мемлекеттік қорығының табиғи ортасының биологиялық әр түрлілігін зерттеу.
2. Ақсу-Жабағылы мемлекеттік қорығының табиғатына экологиялық фактордың тигізетін әсері.
3. Әдіснамалық материалдар негізінде экологиялық соқпақты салудың ұстанымдарын өңдеу және функционалдық бағытын анықтау.
4. Маршруттың өту жерін, оның ұзындығы мен түрін және де маршрутты таңдағанда оның бойындағы танымдық нысандардың жиілігін анықтау.
5. Туристер ағынын реттеуге болатын ұсыныстарды өңдеу, рекреациялық аймақтарында ландшафттарға түсетін салмақты азайту [5,63].

Ақсу-Жабағылы мемлекеттік қорығында экологиялық табиғи оқу соқпақтарын әдіснамалық материалдарға сүйене отырып, мынадай ұстанымдарды басшылыққа алуға болады:

- соқпақтың ұзындығы үлкен болмауы керек;
- олар танымдық нысандар орналасқан жерден өтуі керек;
- демалушыны шамадан тыс шаршатпай, көңіл-күйін қанағаттандыру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Половкин А.А. Краеведение в системе воспитательной работы. – М. 2008.
- [2] Мамбетқазиев С.Қ. Табиғат қорғау. Алматы: Рауан, 2007.
- [3] Курманов М.К. Краеведческая работа учителя. – Алматы. 2005.
- [4] Қаженбаев С. Туған өлке – тұнған шежіре. – Алматы: Мектеп, 2010.
- [5] Сарыбеков Н.С. Воспитание любви к природе – Алматы: Мектеп, 2000.

Нурбаева Л.С.

Краеведческие основы экологического образования и воспитания учащихся

Резюме: Краеведение изучает определенную часть местного региона. Краеведческое образования формирует у учащихся патриотические чувства к родной земле. Любовь к родному краю у учащихся воспитывается через патриотические, нравственные, экологические и эстетические воспитания. Краеведение – это интересная и живая школа. Учителям тоже полезно заниматься краеведческой работой. Краеведческая работа учителей углубляет их знания, развивает педагогического мастерства, позволяет разнообразить методику преподавания уроков, также вносит точность и надежность в экологическое образование и воспитание. Краеведение связывает жизнь со школой.

Ключевые слова: Краеведение, структура краеведческой работы, школьное краеведение, краеведческая образования, экологическая образования.

Nurabaeva L.S.

The basis of local lore and history of education and the students upbringing

Summary: Local lore means to investigate small places or small parts of the country. The article focuses on teaching local lore and bringing up students patriotism. Love to the native country assists students love to his own country, promote their feelings as humanity, ecological, esthetical. Studying local lore is very interesting and lively school. It is useful to the teacher himself who teaches local lore. They deepen their knowledge and teaching skills, able to modify the methodology for further development lessons, introduce environmental education and upbringing of accuracy and reliability. Local lore links school and life.

Keywords: Local lore, structure of teaching local lore, school local lore, knowledge about local lore is an ecological knowledge too.

УДК 004.056.5

Б.Х. Айтчанов¹, **И.М. Бапиев**², **И.А. Терейковский**³, **Л.А. Терейковская**⁴, **А.А. Корченко**⁵.

¹ Университет имени Сулеймана Демиреля, Республика Казахстан,
Каскелен <http://sdu.edu.kz>;

² Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
Республика Казахстан, Уральск, <http://www.wkau.kz>;

³ Национальный технический университет Украины «КПИ им. И. Сикорского», Украина, Киев,

⁴ Киевский национальный университет строительства и архитектуры,

⁵ Национальный авиационный университет, Украина, Киев

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ АТАКАМ НА СЕТЕВЫЕ РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация: Указаны перспективы усовершенствования математического обеспечения систем распознавания удаленных кибератак на сетевые ресурсы информационных систем. При этом повышение эффективности системы противодействия кибератакам достигается с помощью применения нейросетевых моделей на базе глубоких нейронных сетей. Сформирован набор правил, позволяющих определить целесообразность использования глубокой нейронной сети, а также ее наиболее эффективную архитектуру. Показано, что с позиций упрощения процесса формирования обучающей выборки, для распознавания сетевых кибератак наиболее эффективной является глубокая нейронная сеть с предобучением. Разработана соответствующая нейросетевая модель, базирующаяся на использовании разреженного автокодировщика. Обучение глубокой нейронной сети осуществляется с помощью набора алгоритмов, моделирующих высокоуровневые абстракции в анализируемых данных, используя архитектуры, которые состоят из множества нелинейных трансформаций. Предложенная модель реализована программно, что позволило провести ее апробацию для распознавания сетевых кибератак. Результаты тестирования модели показали, что точность ее базового варианта соизмерима с точностью современных систем распознавания сетевых кибератак.

Ключевые слова: защита информации, глубокая нейронная сеть, распознавание сетевых кибератак, автокодировщик.

1. Введение

В современных условиях системы распознавания сетевых кибератак являются одним из основных средств защиты информации большинства компьютерных систем и сетей. Хотя используются такие системы уже не одно десятилетие, их разработкой занимается много высококвалифицированных специалистов, а созданию соответствующей научно-методической базы посвящено большое количество работ, однако практический опыт и данные [3] указывают на наличие в современных системах распознавания определенных недостатков. Основным из них является недостаточная точность распознавания всей номенклатуры сетевых кибератак. На наличие этого недостатка указывают как результаты [7], так и известные случаи успешных кибератак на компьютерные системы и сети ряда стран. Отметим, что в соответствии с [3], под понятием кибератака будем понимать реализацию в киберпространстве угроз безопасности его компонентов (конфиденциальности, целостности и доступности) с учетом их уязвимостей. При этом основной особенностью сетевой кибератаки является то, что ее реализация связана с деструктивным влиянием, которое осуществляется за счет использования сетевых каналов связи.

Общепризнано, что недостаточная точность распознавания сетевых кибератак в первую очередь связана с несовершенством математического обеспечения таких систем. Одним из основных путей повышения точности является применение в системах распознавания математического аппарата на базе искусственных нейронных сетей [3]. Нейросетевые системы распознавания уже доказали свою эффективность, например, в аппаратно-программных комплексах защиты информации компании Cisco. При этом анализ источников [2] указывает на определенный научный задел в этом направлении. Так, в [3] обоснован набор критериев эффективности вида НСМ. В работе создана методология разработки нейросетевых средств для оценки параметров безопасности РИС. В работе [4] обоснован метод оценки нейросетевых средств распознавания интернет-ориентированных кибератак. При этом можно сформулировать вывод о том, что в апробированных системах в основном используются нейросетевые модели типа двухслойного персептрона, карты Кохонена и ассоциативных нейронных сетей.

Вместе с тем развитие теории искусственных нейронных сетей связано в первую очередь с разработкой так называемых глубоких нейронных сетей. В настоящее время глубокие нейронные сети подтвердили свое превосходство над классическими нейросетевыми моделями в сложных задачах распознавания, для решения которых требуется большое количество вычислительных ресурсов. Это задачи анализа речевого сигнала, распознавания рукописных символов, анализа изображений. В качестве примера можно указать систему голосового набора текста, встроенную в браузер компании Google. В то же время использование глубоких нейронных сетей для распознавания сетевых кибератак пока не нашло достаточно широкого распространения. Таким образом, целью настоящего исследования является определение перспектив использования в системах распознавания сетевых кибератак нейросетевой модели на базе глубокой нейронной сети. Также в соответствии с современной методологией построения нейросетевых систем защиты информации [2] принято, что для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: установить целесообразность использования глубокой нейронной сети, разработать критерии определения эффективности ее архитектуры, определить наиболее эффективную архитектуру глубокой нейронной сети, разработать соответствующую нейросетевую модель и провести ее апробацию при распознавании сетевых кибератак.

2. Разработка критериев эффективности

По аналогии с [7, 8], будем считать, что среди множества допустимых базовых архитектур i -ая архитектура глубокой нейронной сети является наиболее эффективной, если для нее функция эффективности примет максимальное значение:

$$\max_{V_i} = \{ V_1, V_2, \dots, V_I \}, \quad (1)$$

где I – количество архитектур глубокой нейронной сети; V_i – функция эффективности i -ой архитектуры глубокой нейронной сети.

Расчет функции эффективности выполняется так:

$$V_i = \sum_{k=1}^K \alpha_k R_k(\text{net}_i), \quad \text{net}_i \in \text{Net}_d, \quad (2)$$

где $\alpha_k = [0..1]$ – весовой коэффициент k -го критерия эффективности, net_i – i -ая архитектура глубокой нейронной сети, K – количество критериев эффективности, $R_k(\text{net}_i)$ – значение k -го критерия для глубокой нейронной сети с i -ой архитектурой.

В соответствии с результатами [5, 6], под k -ым критерием определения наиболее эффективной архитектуры глубокой нейронной сети будем понимать меру обеспечения в этой архитектуре k -ого требования задачи распознавания кибератак на сетевые ресурсы информационной системы.

С учетом [3], определено, что требования к глубоким нейронным сетям характеризуют их обучаемость, вычислительные возможности и особенности технической реализации. В свою очередь требования к обучаемости определяются возможностями:

- Использования примеров с разным количеством входных параметров. Это требование существенно упрощает организацию процесса сбора и предварительной обработки реальных статистических данных.
- Использования обучающей выборки, объем которой меньше количества входных параметров, т. е. на выборке в ≤ 100 примеров. Выполнение этого требования позволяет распознавать новые виды кибератак, статистика которых неrepresentative.
- Не пропорционального представления в обучающей выборке распознаваемых классов.
- Применения учебных примеров, в которых отсутствует ожидаемый выходной сигнал.
- Эффективное обучение на зашумленных учебных примерах.
- Усваивать обученной глубокой нейронной сетью новые учебные примеры без полного переобучения.
- Параллельного обучения. В этом случае глубокая нейронная сеть может обучаться по частям.
- Стабильного обучения. В этом случае глубокая нейронная сеть за приемлемый период обучения гарантированно обеспечивает достаточную ошибку обучения, которая в теории нейронных сетей традиционно рассчитывается с помощью выражения:

$$\varepsilon = N_{true} / N_{\Sigma} , \quad (3)$$

где N_{true} – количество правильно распознанных учебных примеров, N_{Σ} – общее количество учебных примеров.

– Минимизации срока обучения, который в основном определяется количеством учебных итераций.

– Обеспечить высокий уровень автоматизации обучения, что при использовании качественной обучающей выборки зависит от количества эмпирически настраиваемых параметров глубокой нейронной сети.

– Возможность подачи в глубокую нейронную сеть явных экспертных знаний.

Требования к вычислительным («интеллектуальным») возможностям глубоких нейронных сетей определяются:

– Отношением количества учебных примеров, которые может запомнить нейронная сеть, к количеству синаптических связей в этой модели. Указанное требование получило название вычислительной мощности нейросетевой модели.

– Ошибкой интерполяции данных, характеризующей возможность правильного распознавания примеров, которые, хотя и не вошли в обучающую выборку, но значения параметров которых находятся в пределах значений параметров учебных примеров.

– Ошибкой экстраполяции данных, которая характеризует возможность правильного распознавания примеров, значения параметров которых лежат за пределами значений параметров учебных примеров.

– Возможностью вербализации обученной нейронной сети, что подразумевает обеспечение получения явных правил, с помощью которых такая сеть принимает решения.

– Возможностью учета топологии анализируемых данных. Выполнение этого требования позволяет существенно повысить эффективность распознавания биометрических образов, характеризующихся геометрическими параметрами.

– Скорость принятия решения.

– Требуемый объем используемых аппаратно-программных ресурсов.

Таблица 1. Критерии эффективности вида НСМ

Критерий	Требование
R_1	Возможность использования учебных примеров с различным количеством входных параметров
R_2	Минимизация объема обучающей выборки
R_3	Возможность использования обучающей выборки с непропорциональным представлением распознаваемых классов
R_4	Возможность использования обучающих примеров без ожидаемого выходного сигнала
R_5	Возможность использования коррелированных учебных примеров
R_6	Приспособленность к дообучению
R_7	Приспособленность к обучению отдельными частями
R_8	Стабильность обучения
R_9	Минимизация срока обучения
R_{10}	Обеспечение автоматизация процесса обучения
R_{11}	Обучаемость на экспертных данных
R_{12}	Максимизация вычислительной мощности
R_{13}	Минимизация ошибки интерполяции
R_{14}	Минимизация ошибки экстраполяции
R_{15}	Возможность вербализации результатов
R_{16}	Возможность учета топологии анализируемых данных
R_{17}	Максимизация скорости принятия решения
R_{18}	Минимизация требуемого объема аппаратно-программных ресурсов

Базовый вариант перечня критериев эффективности, отвечающих указанным требованиям, показан в табл. 1. Предложенные критерии эффективности имеют безразмерный характер.

В дальнейшем указанный перечень может быть изменен в соответствии с конкретными условиями задачи распознавания сетевых кибератак.

По аналогии с [3] принято, что значения предложенных критериев могут изменяться в пределах от 0 до 1. При этом для i -ой архитектуры глубокой нейронной сети значение k -го критерия равно 1, если соответствующее k -ое требование полностью обеспечивается в данной архитектуре, и равно 0, если не обеспечивается.

3. Исследование разработанной нейросетевой модели

Разработанная модель реализована в виде соответствующего программного обеспечения. Программный код комплекса написан на языке программирования Python. Выбор языка программирования обусловлен его апробированностью в задачах машинного обучения. Также в процессе разработки программного обеспечения использована дополнительная библиотека TensorFlow (разработка компании Google). Эта библиотека позволяет автоматизировать большинство операций связанных с обучением и распознаванием различных видов нейросетевых моделей. Дополнительными достоинствами библиотеки является ее бесплатность и открытый программный код.

Для формирования обучающей выборки использована база данных NSL-KDD, которая является модификацией общеизвестной базы данных KDD-99. Краткое описание некоторых атрибутов NSL-KDD представлено в таблице 2. Эти атрибуты послужили входными параметрами для нейросетевой модели. Таким образом количество входных нейронов равно 40, что соответствует количеству атрибутов.

Таблица 2. Характеристика атрибутов базы данных NSL-KDD

№	Название атрибута	Описание атрибута
1	duration	Время соединения, с
2	protocol_type	Тип протоколу(TCP, UDP)
3	service	Сетевой сервис (http, telnet, etc)
4	flag	Статус соединения (соединение, ошибка)
5	src_bytes	Количество переданной информации от источника к получателю, в байтах
6	dst_bytes	Количество переданной информации от получателю к источнику, в байтах

Указанные атрибуты объединяются в 4 группы:

- Базовые атрибуты – параметры TCP/IP соединения (кол-во 1-10).
- Временные атрибуты трафика – это атрибуты, которые оцениваются на протяжении 2 секунд соединения (кол-во 22-31).
- Атрибуты контента (кол-во 11-21).
- Атрибуты хоста трафика (кол-во 32-41).

База данных содержит значения каждого из атрибутов для распознавания следующих видов сетевых кибератак:

- Distributed Denial of Service (DDoS) — кибератаки нацеленные на блокирование сети.
- Probe — кибератаки нацеленные на сканирование информации или на определение уязвимостей сети для дальнейшего ее использование для атак на другие сети.
- Remote to Local (U2L) — кибератака нацеленная на создание удаленного неавторизованного соединения с сетью с помощью посылки пакетов в эту сеть.
- User to Root (U2R) — кибератака нацеленная на получение обычным пользователем прав администратора.

Количество выходных нейронов равно 4, что соответствует количеству распознаваемых видов кибератак. В соответствии с [3] количество нейронов в каждом скрытом слое равно 300. После обучения, разработанная нейросетевая модель использована для распознавания примеров, которые не применялись для обучения. Тестовая выборка содержала примеры, описывающие сетевые соединения на протяжении 24 часов. Результаты распознавания показаны на рисунке 1. Отметим, что на рисунке 1 для каждого часа показано количество и виды распознанных кибератак. В среднем точность распознавания около 90%, что соответствует точности распознавания кибератак с помощью известных СПСК [3, 7]

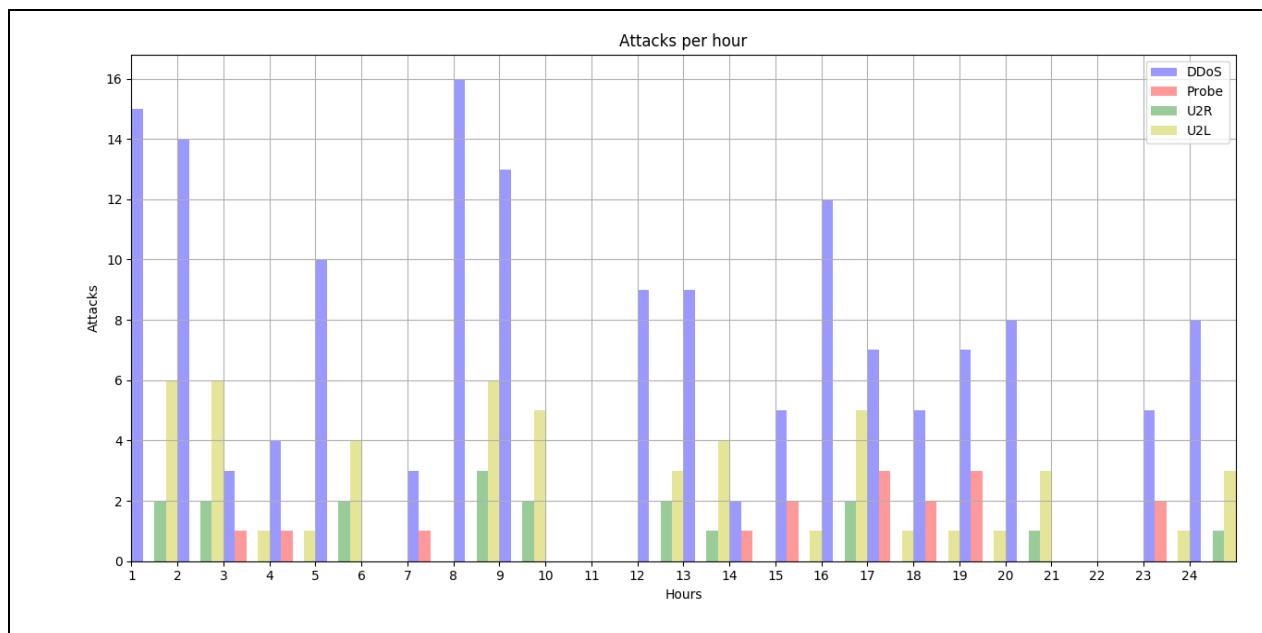


Рис. 1. Результирующая диаграмма распознавания

4. Выводы

Показано, что одним из наиболее перспективных направлений развития систем распознавания сетевых кибератак является усовершенствование их математического обеспечения за счет применения современных нейросетевых моделей на базе глубоких нейронных сетей. Показано, что с позиций упрощения процесса формирования обучающей выборки для распознавания сетевых кибератак наиболее эффективной является глубокая нейронная сеть с предобучением. Разработана соответствующая нейросетевая модель, предобучение которой реализовано с помощью разреженного автокодировщика. Предложенная модель реализована программно, что позволило провести ее апробацию для распознавания сетевых кибератак параметры, которых содержатся в базе данных NSL-KDD. Результаты тестирования модели показали, что точность предложенного базового варианта модели сопоставима с точностью современных систем распознавания сетевых кибератак.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Айтчанов БХ, Бапиев ИМ (2017) Разработка процедуры определения ожидаемого выходного сигнала нейросетевой модели распознавания кибератак, Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 5:8-11. DOI: 10.17513/mjpf.11532
- [2] Айтчанов БХ, Бапиев ИМ, Корченко АГ, Терейковская ЛА, Погорелов ВВ (2017) Концептуальная модель обеспечения эффективности нейросетевого распознавания кибератак. Математические методы и информационные технологии макроэкономического анализа и экономической политики, Алматы, Казахстан, С. 321-326.
- [3] Ахметов ББ, Корченко АГ, Терейковский ИА, Алибиева ЖМ, Бапиев ИМ (2017) Параметры оценки эффективности нейросетевых средств распознавания кибератак на сетевые ресурсы информационных систем, Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан, 2:28–37.
- [4] Браницкий АА, Котенко ИВ (2015) Обнаружение сетевых атак на основе комплексирования нейронных, иммунных и нейронечетких классификаторов. Информационно-управляющие системы, 3: 69-77.
- [5] Гришин АВ (2011) Нейросетевые технологии в задачах обнаружения компьютерных атак. Информационные технологии и вычислительные системы, 1:53-64.
- [6] Емельянова ЮГ (2011) Анализ проблем и перспективы создания интеллектуальной системы обнаружения и предотвращения сетевых атак на облачные вычисления. Программные системы: теория и приложения. 4:17-31. [Электронный ресурс]. URL: http://psta.psisras.ru/read/psta2011_4_17-31.pdf (дата обращения: 19.12.2017)
- [7] Емельянова ЮГ (2011) Нейросетевая технология обнаружения сетевых атак на информационные ресурсы. Программные системы: теория и приложения, 3:3–15.
- [8] Комар МП (2012) Метод построения совокупного классификатора трафика информационно-телекоммуникационных сетей для иерархической классификации компьютерных атак. Системы обработки информации, 3:134-138.

Айтчанов Б.Х., Бапиев И.М., Терейковский И.А., Терейковская Л.А., Корченко А.А.

Ақпараттық жүйелердің желі ресурстарына шабулуына қарсы нейрондық желінің модельдері мен әдістері

Түйіндеме: Осы мақалада ақпараттық жүйелердің желілік ресурстарына алыстағы кибершабуылдарды айырып тану жүйелерін математикалық қамтамасыздандыруды жетілдіру келешектері көрсетілген. Бұл ретте кибершабуылдарға қарсы әрекет жүйесінің тиімділігін жоғарылатуға терең нейрондық желілер базасында нейрожелілік модельдерді қолдану көмегімен қол жетеді. Терең нейрондық жүйені, сонымен қатар оның ең тиімді архитектурасын пайдаланудың мақсатқа лайықтығын анықтауға мүмкіндік беретін ережелер жинағы қалыптастырылған. Үйретуші іріктемені қалыптастыру үдерісін қарапайымдату позициясынан желілік кибершабуылдарды айырып тану үшін ең тиімдісі алдын ала үйретумен терең нейрондық желі болып табылатынын көрсетілген. Сиретілген автокодтаушыны пайдалануда базаланатын сәйкес нейрожелілік модель әзірленген. Терең нейрондық желіге үйрету көптеген сызықтық емес трансформациялардан тұратын архитектураны пайдалана отырып, талданылатын деректерде жоғары деңгейлі абстракцияларды модельдейтін алгоритмдер жинағының көмегімен жүзеге асырылады. Ұсынылған модель бағдарламалы түрде іске асырылған, бұл желілік кибершабуылдарды айырып тану үшін оның апробациясын өткізуге мүмкіндік берді. Модельді тестілеудің нәтижелері оның базалық нұсқасының дәлдігі желілік кибершабуылдарды айырып білудің заманауи жүйелерінің дәлдігімен өлшемдес екенін көрсетті.

Түйінді сөздер: ақпаратты қорғау, терең нейрондық желі, желілік кибершабуылдарды айырып тану, автокодтаушы.

Aitchanov B.H., Bapiyev I.M., Tereikovskiy I.A., Tereikovska L.A., Korchenko A.A.

Neural network models and methods to counter attacks on network resources information systems

Summary: This article describes the prospects of improving the software technology of the remote cyber attacks recognition systems on the network resources of information systems. At the same time, the effectiveness of the counteract network cyber attacks systems is achieved by applying the deep neural network models based on deep neural networks. A set of rules is created to determine the appropriateness of use the deep neural network as well as its most effective architecture. It is shown that the deep neural network with the preeducation is the most efficient to recognize the network cyber attacks from the process simplification of teaching selection. The appropriate neural network model based on the use of the disperse autoencoder is developed. The deep neural network education is carried out by a set of algorithms that model the high level abstractions in the analyzed data using architectures consist of many nonlinear transformations. The proposed model is implemented by the software allowing to test it in order to recognize the network cyber attacks. The results of test showed the accuracy of its basic version is commensurated with the accuracy of modern network cyber attacks recognition systems.

Key words: information protection, deep neural network, network cyber attacks recognition, autoencoder.

УДК 669.1.01; 662.2.01

Е.Б. Утепов¹, К.К. Карменов², М.К. Малгаждарова³, Р.Ж. Абуова⁴

¹КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы

²Кокшетауский технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям
Министерства внутренних дел Кокшетау, Республики Казахстан,

³Международный университет информационных технологий, Алматы

⁴Казахская головная архитектурно-строительная академия, Алматы
Республика Казахстан, utepov_51@mail.ru)

СВЯЗЬ УРОВНЕЙ ЗВУКОВ СО СКОРОСТЬЮ ЗАТУХАНИЯ ЗВУКА, УПРУГИМИ СВОЙСТВАМИ И УДЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

Аннотация. Приведены данные по определению скорости затухания звуковых колебаний, упругих свойств, удельного электрического сопротивления и уровней звука известных, а также опытных хромоникелевых сталей для установления связи между этими параметрами. Рассматриваются механизмы диссипации звуковой энергии в металлических сталях.

Ключевые слова: параметры, металлические материалы, хромоникелевые стали, скорость затухания звука, упругие свойства.

Повышенный уровень производственного шума в машиностроении, металлургии оказывает негативное влияние на организм работающих. Это доказано многочисленными исследованиями как в Казахстане, так и за рубежом.

Одним из современных способов снижения шума является использование для соударяющихся деталей машин и механизмов демпфирующих материалов, в том числе металлических.

Создание новых металлических демпфирующих материалов и оценка диссипативных характеристик известных металлов и сплавов весьма актуально.

Так как уровень звука исходящий от материала показывает степень демпфирования шума, актуально и исследование других параметров (скорости затухания звуковых колебаний, упругих свойств, удельного электрического сопротивления), также взаимосвязи между ними для определения механизма демпфирования и использования этих данных в будущем для создания диссипативных материалов.

Для исследования были выбраны хромоникелевые стали 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А, и выплавлены новые стали ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5, химический состав и механические характеристики стандартных сталей общеизвестны. Химический состав и механические характеристики новых выплавленных сталей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав и механические свойства исследованных металлических материалов

Марка стали	Химический состав, % вес						Механические свойства			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Дополнительные легирующие элементы	КСУ, Дж/см ²	ψ	δ	σ _в , МПа
								%		
ММК-1	0,04-0,17	0,86	0,32	0,08	-	Ti – 0,10; V – 0,05; Sc – 1,45; Nb – 0,73	120	23	18	900
ММК-2	0,07-0,19	0,08	0,32	0,88	-	Ti – 0,10; V – 0,52; Sc – 0,32; Nb – 0,63	100	22	30	950
ММК-3	0,19-0,27	0,30	0,3-0,8	0,40-1,10	1,0-1,7	Sc – 0,2-0,6	110	21	28	850
ММК-4	0,10-0,18	0,31	0,35-0,65	0,50-1,3	1,7-2,4	Sc – 0,4-0,8	100	20	29	920
ММК-5	0,10-0,22	0,34	0,4-0,75	0,50-1,35	2,5-3,6	Sc – 0,15-0,35	90	22	27	940

Проведены исследования акустических характеристик сплавов. Сделана попытка установить связь уровней звуков с такими характеристиками как, скорости затухания звука, упругие свойства (модуль Юнга, модуль сдвига) и структурно-чувствительной характеристикой – удельным электрическим сопротивлением. Результаты исследований приведены в таблицах 2-3 и на рисунке 1.

Одной из важных физических характеристик, оказывающих влияние на диссипативные свойства исследуемых сталей, является модуль упругости (таблица 2). Значения модуля упругости находили из соотношения [1]:

$$E = 2G(1 + \mu); \tag{1}$$

где G- модуль сдвига;

μ - коэффициент Пуассона (для сталей μ = 0,23)

Определение модуля сдвига осуществляли по методу крутильных колебаний, который сводится к определению частоты собственных колебаний образца [1]:

$$E = 2 \cdot 2,4 \frac{L_M}{d^4} (1 + \mu) f^2 = \frac{k}{T^2} \tag{2}$$

где $k = 4,8 \frac{L_m}{\alpha^4} (1 + \mu)$ - постоянная величина;

L_M- длина образца, м;

d- диаметр образца, м;

T- период собственных колебаний образца, с.

В таблице 2 и 3 представлены уровни звука сплавов и упругие свойства исследованных сплавов такие, как модуль сдвига, модуль Юнга.

Таблица 2. Значения уровней звука сплавов в исходном состоянии (ковка) и после термообработки

Марка сплава	Уровень звука, дБА		Дисперсия опыта, $\times 10^4$		Скорость затухания звука, дБА/с	
	ковка	закалка, отпуск	ковка	закалка, отпуск	ковка	закалка, отпуск
20ХН	63	66	0,0431	0,0433	360	340
12ХН2	67	70	0,0221	0,6422	345	322
12ХН3А	66	70	0,6561	0,7121	315	305
20ХН3А	61	63	0,7174	0,6261	368	360
ММК-1	60	63	0,7952	0,5515	410	400
ММК-2	62	65	0,7564	0,9493	445	435
ММК-3	54	55	0,4545	0,1125	475	465
ММК-4	50	52	0,5109	0,2629	485	480
ММК-5	52	53	0,6465	0,6625	465	460

Таблица 3. Упругие свойства исследованных сплавов

Марка сплава	Период колебаний, Т, с	T^2 , с ²	Модуль сдвига, $G \times 10^{10}$, Па	Модуль Юнга, $E \times 10^{10}$, Па	Уровень звука, дБА
20ХН	0,0445	0,0020	3,64	8,95	66
12ХН2	0,2236	0,0499	3,58	8,88	70
12ХН3А	0,1156	0,0133	3,02	7,44	70
20ХН3А	0,2122	0,0450	3,65	8,98	63
ММК-1	0,2345	0,0549	3,57	8,78	63
ММК-2	0,1845	0,0340	3,70	9,11	65
ММК-3	0,2234	0,0499	3,72	9,15	55
ММК-4	0,2251	0,0506	3,63	8,94	52
ММК-5	0,2414	0,0582	3,62	8,90	53

На рисунке 1 представлена зависимость уровней звука сталей от модуля Юнга. Модуль Юнга определяет твердость материала. По полученным результатам построена зависимость, из которой видно, что между уровнями звука сталей и модулем Юнга нет прямой зависимости.

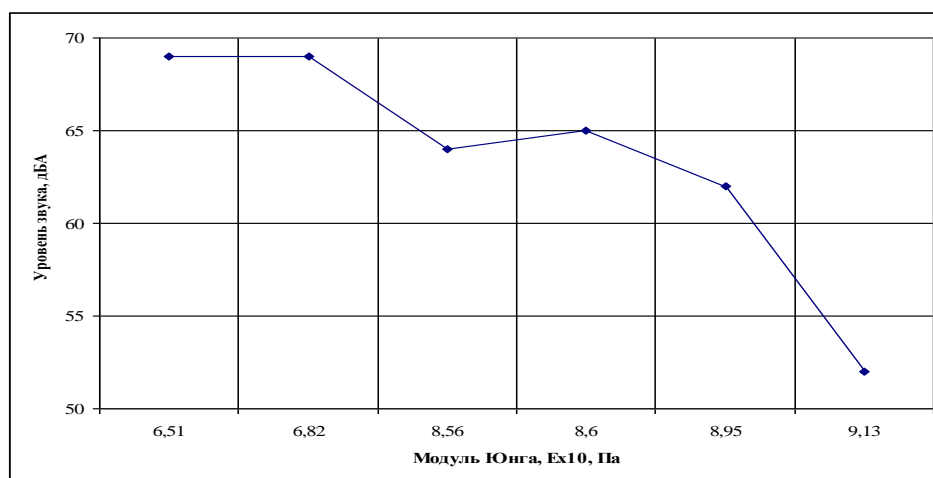


Рис. 1. Зависимость уровня звука исследуемых образцов от модуля Юнга

Модуль упругости оказывает влияние на уровень звука только в начальный момент соударения, характеризующийся длительностью максимального звукового импульса $\tau = 20$ мкс. При $\tau = 35$ мс модуль упругости не влияет на звукоизлучение сталей.

В таблице 4 приведены значения уровней звука всех исследованных сплавов в исходном состоянии и после термообработки, значения удельного электросопротивления опытных и известных сталей, а также значения общего уровня виброускорения.

Таблица 4. Удельное электросопротивление опытных сталей

Марка стали	Удельное электро-сопротивление, ρ , Ом·м·10 ⁶ ,	Уровень звука, дБА	Общий уровень виброускорения, дБ
20ХН	17,35	66	110
12ХН2	16,21	70	117
12ХН3А	21,33	70	116
20ХН3А	20,48	63	112
ММК-1	23,14	63	87
ММК-2	27,22	65	71
ММК-3	25,36	55	84
ММК-4	24,35	52	85
ММК-5	25,11	53	86

По таблице 4 видно, что удельное электрическое сопротивление, стандартной хромоникелевой стали 12ХН3А $\rho=21,33$ Ом·м·10⁶ и разработанной хромоникелевой стали ММК-4 равно $\rho=24,35$ Ом·м·10⁶, т.е. к полученной хромоникелевой стали соответствует максимальное значение удельного электросопротивления – структурно-чувствительной характеристики сплавов.

Электрическое сопротивление – величина, характеризующая сопротивляемость электрической цепи прохождению электрического тока. Величина э.д.с., выраженная в омах, равна частному от деления напряжения, приложенного к электрической цепи и выраженного в вольтах, на ток, протекающий через электрическую цепь, в амперах. Сопротивление R при протекании постоянного тока, т.н. омическое сопротивление, зависит от материала и размеров проводника, Ом [2]:

$$R = \rho \frac{l}{s}, \quad (3)$$

где l – длина проводника, м; s – площадь его поперечного сечения, м²; ρ – удельное электрическое сопротивление, Ом·м. Омическое сопротивление определяет собой электрические потери в проводнике при протекании постоянного тока по закону Ленца-Джоуля.

Закон Ленца-Джоуля – закон, заключающийся в том, что количество тепла Q , выделяемое при прохождении по проводнику электрического тока, пропорционально квадрату силы тока I^2 , сопротивлению проводника R и времени t прохождения тока: $Q=0,24 I^2Rt$, где Q – в малых калориях; I – в амперах; R – в омах; t – в секундах.

Потери, вызываемые прохождением по проводнику электрического тока, называют электрическими или джоулевым. Тепло, выделяющееся при этом, называют теплом электрических потерь или Ленца-Джоуля теплом.

Как известно звук при затухании также превращается в тепло. Как видно из таблицы 3, с ростом удельного электрического сопротивления, уровень звука снижается, то есть демпфирование растет.

Связь между звукоизлучением и структурой металлов общеизвестна.

Повышение диссипативных свойств сплавов оценено в работе [3].

Влияние пористости на демпфирование описано авторами [4].

Демпфирующие свойства сплавов с памятью формы приведены в работе [5].

Диссипативные свойства металлов и полимеров обсуждены в работе [6].

Результаты исследований авторов также опубликованы в работах [7-14].

Заключение. Источниками затухания колебаний в сталях 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А, ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5 в амплитудно-зависимой области являются упругое

двойникование, бездиффузионное обратимое фазовое превращение (мартенситное превращение) и магнитно-упругое рассеяние энергии. Также диссипацию вызывают неметаллические включения.

Рассеяние энергии при смещении границ двойников и антиферромагнитных доменов может происходить вследствие трения при перемещении двойниковой границы и благодаря микровихревым токам при вращении магнитных моментов атомов [15, с. 196].

По признакам основного механизма рассеяния энергии и химическому составу металлические материалы (по Фавстову Ю.К.) можно выделить в четыре группы:

1. сплавы с резко выраженной гетерогенной структурой;
2. сплавы с магнитомеханическим демпфированием;
3. упругодвойникующиеся;
4. сплавы с обратимым мартенситным превращением (сплавы на основе железа).

Для первой группы сплавов рассеяние энергии при соударениях осуществляется благодаря затуханию в фазах с пониженной прочностью. Они характеризуются гетерогенной структурой, состоящей из матрицы и пластичных включений избыточной фазы [15, с. 197].

Высокая диссипация в сплавах ММК-4 и ММК-5 наблюдается только в том случае, если в их структуре имеется мартенсит – это результат влияния нескольких возможных механизмов рассеяния энергии: смещения межфазных границ между мартенситом и исходной высокотемпературной фазой, между отдельными видами мартенсита и смещения двойниковых границ в мартенсите. Относительный вклад каждого из перечисленных механизмов рассеяния энергии для конкретных случаев неодинаков. Он зависит от вида преобладающей мартенситной структуры, химического состава сплава и температуры испытания. Определение превалирующего механизма обычно весьма затруднено.

При приложении силы на сталь происходит микропластическая деформация, по причине того, что неметаллические включения ослабляют сечение матрицы и являются концентратором напряжений.

Демпфирующая характеристика металлической матрицы тесно связана с микропластической деформацией, которая находится в матричной фазе, зависит от ее структуры и, соответственно, от ее механических свойств. Закаленная сталь с мартенситной структурой имеет большее демпфирование, в сравнении с другими структурами, это объясняется значительным увеличением плотности дислокаций и возникновением пиков напряжений на концах мартенситных кристаллов.

Определенный вклад в диссипацию хромоникелевых сталей вносят потери энергии колебаний на границе раздела металлическая матрица – неметаллическое включение, которое зависит от формы этих включений.

В рассеяние энергии легированных сталей вносит и магнитомеханическое демпфирование, поскольку металлическая матрица стали, как правило, ферромагнитна. Ферромагнитный сплав имеет узкую петлю гистерезиса, высокое значение индукции в сильных и слабых полях, высокую магнитную проницаемость μ и малую коэрцитивную силу H_c . Магнитные свойства хромоникелевых сталей в отличие от других легированных сталей меньше зависят от напряжений в отливке, температуры и соударений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. - СПб.: Лань, 1999. – 328 с.
- [2] Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. - М.: Наука, 1968. – 939 с.
- [3] R.C. Crăciun, S.Stanciu, R.Cimpoeșu, A.I.(Dragoș) Ursanu, V.Manole, P.Paraschiv and D.L.Chicet. Metallic materials for mechanical damping capacity applications // 7th International Conference on Advanced Concepts in Mechanical Engineering IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 147.- 2016. - 012031. - doi:10.1088/1757-899X/147/1/012031.
- [4] Tom Irvine. Damping properties of materials. Revision C. - November 8, 2004.
- [5] R. C. Crăciun et al. Damping Capacity of Metallic Materials for Automotive Industry // Key Engineering Materials, Vol. 750, pp. 164-167, 2017.
- [6] Ryan S., Szyniszewski S., Ha S., Xiao R., Nguyen T.D., Sharp K.W., Weihs T.P., Guest J.K., and Hemker K.J. Damping behavior of 3D woven metallic lattice materials. Scripta Materialia 106(9): 1-4, 2015.
- [7] Malgazhdarova M.K. Communication of acoustic and vibration characteristics of metallic materials in collisions // Materials of the V international research and practice conference. «V Science, Technology and Higher Education». - Westwood, Canada, 2014, June 20th. -P. 459-463.
- [8] Кульдеев Е.И., Дуйсенгулова Н.С., Утепов Е.Б. и др. Социально-экономическая эффективность от внедрения вала редуктора // XV Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции. - Москва, 2013 - С. 43-46.

[9] Утепов Т.Е., Маджанова А.Т., Алимбетова А.Ж. и др. Исследование виброакустических свойств марганцевохромованадиевых сталей // XVI Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции. - Москва, 2014 – С. 52-57.

[10] Утепов Е.Б., Копычински Д., Ибраева Г.М. и др. Моделирование ударного шума // XVI Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции. - Москва, 2014 – С. 74-79.

[11] Тен Э.Б., Утепов Т.Е., Дюсембеков К.И. др. Исследование вибродемпфирующих свойств сплавов, легированных марганцем, ниобием, кремнием, ванадием, хромом, церием // XVI Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции. - Москва, 2014 – С. 57-63.

[12] Тен Э.Б., Утепов Т.Е., Утепов Б.Б. и др. Исследование ударного шума // XVI Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции. - Москва, 2014 – С. 63-67.

[13] Утепов Т.Е., Омирбай Р.С., Утепов Б.Б. и др. Снижение шума металлообрабатывающего станка // XVI Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции. - Москва, 2014 – С. 67-71.

[14] Утепов Е.Б., Маджанова А.Т., Малгаждарова М.К., Егемова Ш.Б. Исследование акустических свойств легированных сталей // Металлург. Научно-технический и производственный журнал. – 2014. - №8. – С. 92-96.

[15] Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н., Рахштадт А.Г. Металловедение высокодемпфирующих сплавов. Под ред. А.Г. Рахштадта. М.: Металлургия, 1980, 272 с.

Uteпов E.B., Karmenov K.K., Malgazhdarova M.K., Abuova R.Zh.

The relationship of sound levels with the rate of sound attenuation, elastic properties and specific electrical resistance

Summary. The article gives data on the determination of the attenuation rate of sound vibrations, elastic properties, resistivity and sound levels of known, as well as experimental chromium-nickel steels for establishing the relationship between these parameters. Mechanisms of dissipation of sound energy in metallic steels are considered.

Key words: parameters, metallic materials, chromium-nickel steels, sound attenuation rate, elastic properties.

Утепов Е.Б., Карменов К.К., Малгаждарова М.К., Абуова Р.Ж.

Дыбыс денгейінің дыбысты өшіру жылдамдығымен, серпімді қасиеттері және меншікті электр кедергісімен байланысы

Түйіндеме. Мақалада танымал және тәжірибелік хром-никельді болаттардың дыбыс тербелістерінің өшу жылдамдығын, серпімді қасиеттерін, меншікті кедергі және дыбыс денгейін, сондай-ақ осы параметрлердің арасындағы қатынастарды анықтау туралы мәліметтер берілген. Металдық болаттардағы дыбыс энергиясын тарату механизмдері қарастырылған.

Түйінді сөздер: металдық материалдар, хром-никельді болаттар, дыбыстың өшу жылдамдығы, серпімді қасиеттері.

УДК 669.1.01; 662.2.01

Е.Б. Утепов¹, С.Ж. Карипбаев², М.К. Малгаждарова³, А.С. Беркинбаева⁴

¹КазНИТУ имени К.И. Сатпаева,

²Академия гражданской авиации,

³Международный университет информационных технологий,

⁴Алматинский технологический университет,

Алматы, Республика Казахстан,

utepov_51@mail.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИССИПАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ

Аннотация. В статье приводятся данные по определению скорости затухания звуковых колебаний для исследования диссипативных характеристик хромоникелевых сталей. Рассматривается устройство по записи осциллограмм и его принцип работы.

Ключевые слова: диссипативные параметры, металлические материалы, хромоникелевые стали, осциллограммы затухания, звуковой импульс.

В материаловедении одной из острых проблем является создание новых материалов с улучшенными физико-механическими свойствами. Ученые и специалисты добились ощутимых успехов в

деле создания высокопрочных сталей и сплавов, исследовании структур легированных сталей, разработке новых сталей и сплавов с особыми свойствами.

В марочниках сталей и сплавов приводятся обширные данные о прочностных, пластических, технологических, эксплуатационных свойствах сталей и сплавов.

В то же время в многочисленных справочниках и марочниках сталей и сплавов отсутствуют сведения о демпфирующих и акустических свойствах сталей и сплавов. Демпфирующие свойства металлических материалов характеризуют не только способность к гашению вибраций, шумов и колебаний. Демпфирующий сплав гарантирует повышенную надежность материала, конструкции за счет релаксации напряжений. Поэтому это весьма актуальная проблема.

Демпфирующие сплавы широко освещены в исследованиях Постникова В.С., Фавстова Ю.К., Рахштадта А.Г., Головина С.А., Пигузова Ю.В., Сулеева Д.К., Утепова Е.Б. и др. Исследованы были диссипативные свойства цветных металлов, чугунов, отдельных групп сталей и сплавов. К сожалению, редко изучались демпфирующие свойства сталей с повышенными прочностными физико-механическими свойствами. Одними из самых востребованных таких сталей являются хромоникелевые стали (20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А), которые отличаются высокими значениями прочности, упругости, предела текучести, ударной вязкости. Из этих сталей изготавливаются такие ответственные детали как шлицевые валы, зубчатые колеса, шпиндели, втулки, шпильки, штоки, детали крепежа, ведущие зубчатые колеса электровозов и моторных вагонов, поршневые пальцы двигателей, распределительные валики и оси. Эти детали зачастую работают в режиме циклических ударных нагрузок, генерируя повышенную вибрацию, шум. Поэтому проблема исследования диссипативных, акустических свойств этих материалов весьма актуальна.

Для исследования были выбраны хромоникелевые стали 20ХН, 12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А, и разработаны новые стали ММК-1, ММК-2, ММК-3, ММК-4 и ММК-5, химический состав и механические характеристики стандартных сталей общеизвестны [1]. Химический состав и механические характеристики новых выплавленных сталей приведены в таблице 1.

На устройстве для комплексного исследования акустических и вибрационных свойств пластинчатых образцов [2], с помощью осциллографа PCS-500 записаны осциллограммы затухания звукового импульса от соударения образцов с шарами-ударниками.

Уровни звукового давления исследовали в октавных полосах частот в диапазоне 500-16000 Гц. Уровень звука – по шкале "А".

Звуковой импульс фиксировали микрофонным капсулем МК-102. Этот импульс преобразуется в электрический сигнал, усиливается предусилителем МК-102 подается на вход точного импульсного шумомера 00017 фирмы RFT (Германия) или шумомера «Октава-101А» (РФ). Индикатор шумомера позволяет регистрировать уровни звукового давления от 30 до 130 дБ с точностью до 0,5 дБ. Для измерения частотного спектра звукового сигнала предназначен блок октавных фильтров ОФ-101. С помощью самописца типа PSG-101 осуществляли запись звукового импульса во времени. Запись производили на бумажную ленту сапфирной иглой.

Таблица 1. Химический состав и механические свойства исследованных металлических материалов

Марка стали	Химический состав, % вес						Механические свойства			
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Дополнительные легирующие элементы	КСУ, Дж/см ²	ψ, %	δ, %	σ _в , МПа
ММК-1	0,04-0,17	0,86	0,32	0,08	-	Ti – 0,10; V – 0,05; Sc – 1,45; Nb – 0,73	120	23	18	900
ММК-2	0,07-0,19	0,08	0,32	0,88	-	Ti – 0,10; V – 0,52; Sc – 0,32; Nb – 0,63	100	22	30	950
ММК-3	0,19-0,27	0,30	0,3-0,8	0,40-1,10	1,0-1,7	Sc – 0,2-0,6	110	21	28	850
ММК-4	0,10-0,18	0,31	0,35-0,65	0,50-1,3	1,7-2,4	Sc – 0,4-0,8	100	20	29	920
ММК-5	0,10-0,22	0,34	0,4-0,75	0,50-1,35	2,5-3,6	Sc – 0,15-0,35	90	22	27	940

Зафиксированный сигнал фотографировали и далее по этим осциллограммам определяли скорость затухания звука. Скорость затухания звуковых колебаний определяли по формуле:

$$g = \frac{L_1 - L_2}{\tau}, \text{ дБ} \cdot \text{с}^{-1} \quad (5)$$

где g – скорость затухания звуковых колебаний, $\text{дБ} \cdot \text{с}^{-1}$; L_1 – максимальный уровень звука, дБ; L_2 – уровень звука через время τ , дБ.

Звуковой генератор ЗГ-10 использовали для калибровки производимых измерений звукового сигнала. Поправку на изменение звукового сигнала от атмосферного давления осуществляли при помощи пистонфона марки РТ-101. Температура воздуха и влажность в лаборатории поддерживались постоянными. Акустические измерения находили как среднее значение десяти измерений.

На рисунке 1 показан сфотографированный звуковой импульс стали ММК-1.

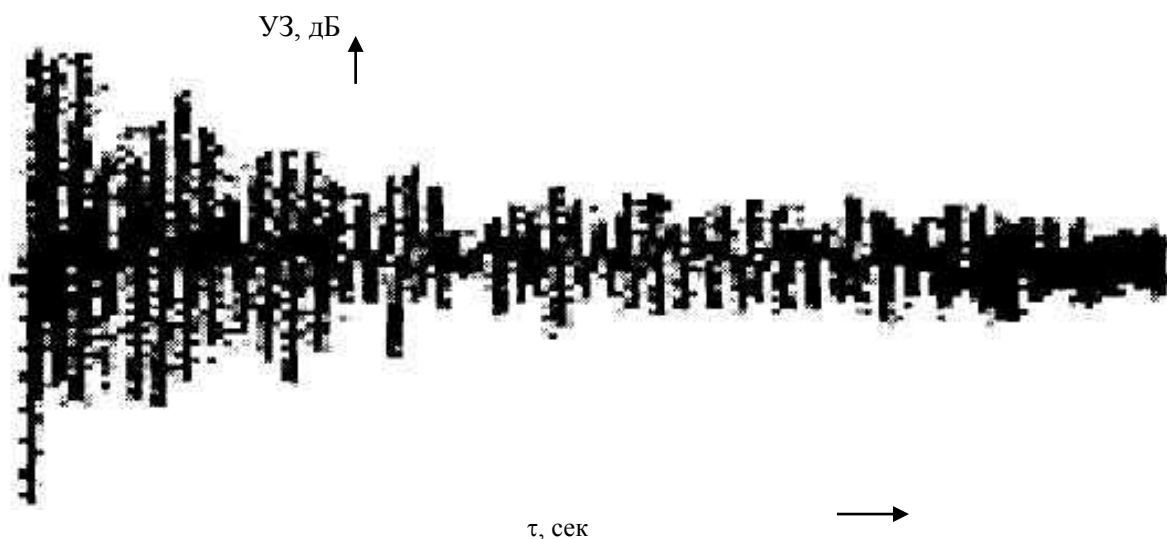


Рис.1. Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения стали ММК-1 (ковка)

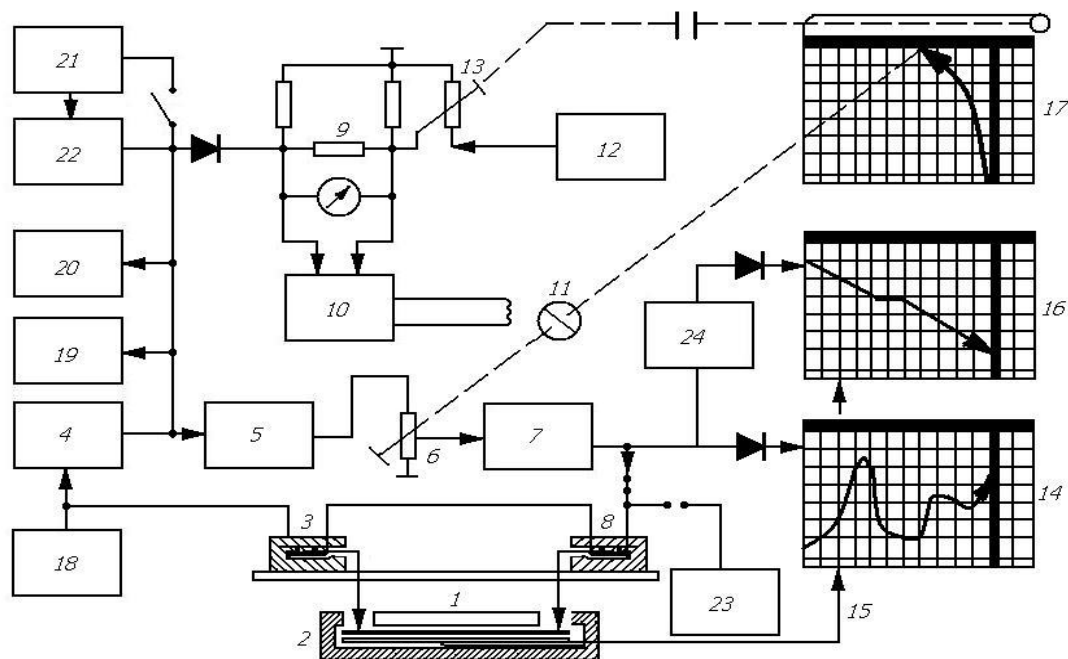
Временной интервал экрана осциллографа составляет 0,005 секунды. Весь интервал делится на $9 \times 5 = 45$ подинтервалов. Таким образом, цена деления временного интервала осциллографа составляет 0,00011 секунды.

Блок-схема прибора приведена на рисунке 11. Сигнал датчика колебаний образца 2 усиливается предусилителем 4. Для контроля амплитуды колебаний имеется вольтметр 18. Усиленный сигнал через фазовращатель и фильтр 5, регулятор усиления и усилитель мощности 7 поступает на возбудитель колебаний. Контроль за сдвигом фаз производят по осциллографу 19. Период колебаний контролируют частотомером 20.

Электрические колебания, поступающие от звукового генератора, преобразуются в механические и подаются на образец через тонкую вольфрамовую проволочку. Механические колебания с помощью аналогичной проволочки снимаются и подаются на электромагнитный преобразователь, где они преобразуются в электрические сигналы.

Поддержание амплитуды колебаний на одном уровне обеспечивается с помощью электронно-моторной следящей системы, изготовленной на базе самопишущего потенциометра 17 типа КСП-4. Сигнал с предварительного усилителя через выпрямитель поступает на вход блока сравнения 9, где сравнивается с постоянным напряжением от блока 12. Величина разбаланса подается в сервоусилитель 10, который управляет работой сервоэлектродвигателя 11. Двигатель 11 изменяет коэффициент усиления K с помощью потенциометра 6, в качестве которого использован реохорд того же КСП-4.

Величина амплитуды деформации измерения задается и регулируется потенциометром 13. В такой системе затухание колебаний пропорционально коэффициенту усиления K или напряжению U_B .



1 – нагревательное (охлаждающее) устройство; 2 – образец; 3 – датчик колебаний; 4 – усилитель; 5 – фильтр; 6 – потенциометр; 7 – усилитель мощности; 8 – возбудитель колебаний; 9 – блок сравнения; 10 – сервоусилитель (от КСП-4); 11 – серводвигатель; 12 – стабилизирующий блок напряжений; 13 – потенциометр; 14 – самописец; 15 – термопара; 16 – самописец; 17 – потенциометр; 18 – ламповый вольтметр; 19 – осциллограф; 20 – частотомер; 21 – дискриминатор; 22 – счетчик импульсов; 23 – генератор; 24 – блок: ограничитель амплитуды - частотная цепь - детектор

Рис. 2. Блок-схема автоматической установки для непрерывной регистрации модуля упругости [2]

На рисунке 3 представлена осциллограмма затухания звукового импульса от соударения стандартной хромоникелевой стали (марки 20ХН) с шаром-ударником послековки. Приведена осциллограмма именно этой стали из всех известных исследованных хромоникелевых, потому что имеет наибольшую скорость затухания звука среди стандартных хромоникелевых сталей. Определена скорость затухания звука хромоникелевой стали 20ХН, которая равна $v = 360$ дБА/с.

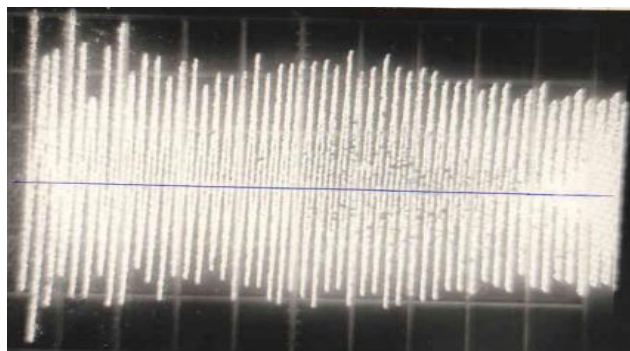


Рис. 3. Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения хромоникелевой стали 20ХН с шаром-ударником послековки

На рисунке 4 представлена осциллограмма затухания звукового импульса от соударения разработанной хромоникелевой стали ММК-4 с шаром-ударником послековки. Определена скорость затухания звука стали ММК-4, которая равна $v = 485$ дБА/с. Значение, которое намного выше, чем у стандартных хромоникелевых сталей.

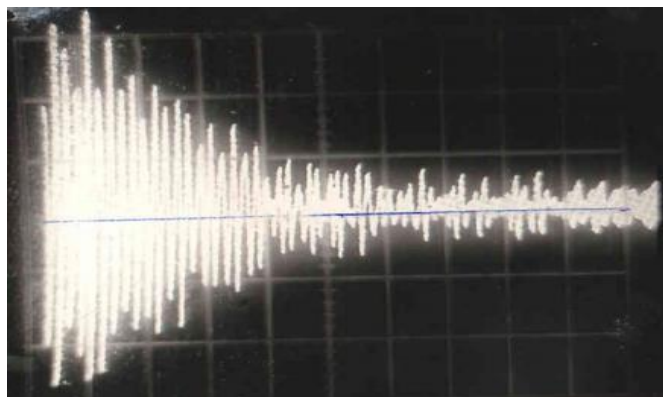


Рис. 4. Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения хромоникелевой стали ММК-4 с шаром-ударником послековки

На рисунке 5 представлена осциллограмма затухания звукового импульса от соударения разработанной хромоникелевой стали ММК-5 с шаром-ударником послековки. Определена скорость затухания звука хромоникелевой стали ММК-5, которая равна $v = 465$ дБА/с. Значения скорости затухания звука которых намного выше, чем у стандартной хромоникелевой стали, но по сравнению с разработанной хромоникелевой сталью ММК-4 имеют меньшие значения.

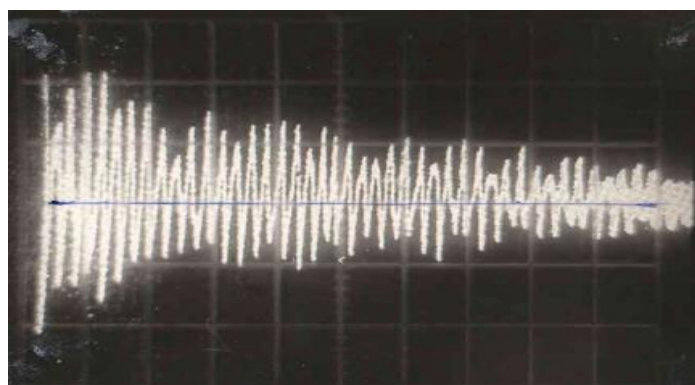


Рис. 5. Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения хромоникелевой стали ММК-5 с шаром-ударником послековки

На рисунке 6 представлена осциллограмма затухания звукового импульса от соударения разработанной хромоникелевой стали ММК-3 с шаром-ударником послековки. Определена скорость затухания звука хромоникелевой стали ММК-3, которые равна $v = 475$ дБА/с, значение которой выше по сравнению со стандартной хромоникелевой сталью 20ХН и с разработанной хромоникелевой сталью ММК-5.

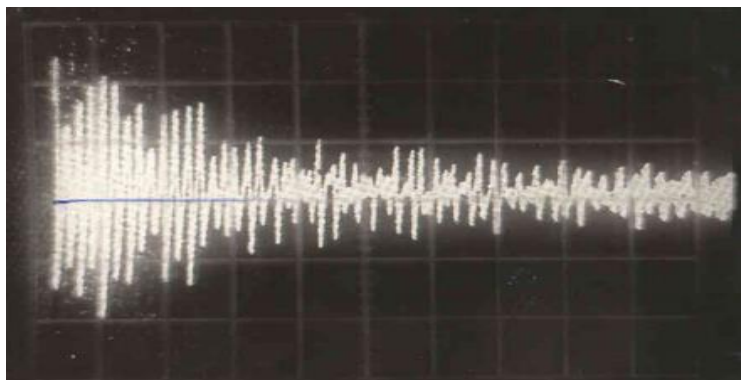


Рис. 6. Осциллограмма затухания звукового импульса от соударения хромоникелевой стали ММК-3 с шаром-ударником послековки

Диссипативная способность легированных сплавов зависит от того, присутствуют ли легирующие элементы в γ -твердом растворе или в мартенсите или они образуют самостоятельные фазы. В первом случае их влияние невелико, а во втором – более существенно. В частности, образование твердых и хрупких интерметаллидных включений снижает демпфирующую способность. Те компоненты, которые выделяются в свободном состоянии, и сами, как, например, хром, имеют высокий уровень демпфирующей способности, повышают уровень демпфирования.

Мартенсит в свежезакаленных сталях характеризуется довольно высоким уровнем фона (относительное рассеяние равно 1-2%). Однако даже при естественном старении вследствие релаксации внутренних напряжений, образования сегрегаций и, следовательно, общего уменьшения метастабильности величина фона резко снижается. Это уменьшение фона со временем в закаленных сталях неизбежно вследствие относительно высокой диффузионной подвижности атомов углерода, определяющих степень тетрагонального искажения решетки и стабильность микронапряжений [4, с. 197].

Результаты исследования приведены также и в других статьях [5-18].

Заключение. Разработанная хромоникелевая сталь ММК-4 обеспечивает наибольшее затухание. Также хромоникелевая сталь ММК-4 имеет повышенное значение скорости затухания звука по сравнению со стандартной хромоникелевой сталью 20ХН, а также с разработанными хромоникелевыми сталями ММК-3, ММК-5. Потому, что легирующий редкоземельный элемент скандий способствует созданию гетерогенной структуры, обеспечивающая повышенную диссипацию звуковой и вибрационной энергии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали. Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с., ил.
- [2] Инновационный патент №22198 РК. Устройство для исследования материалов по звукоизлучению / Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Жумадилова Ж.О., Утепова Г.Е., Заликанова И.П., Турлыбекова М.Р.: опубл. 15.01.2010г., бюл. 1.
- [3] Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. - М: Металлургия, 1974, 352 с.
- [4] Фавстов Ю.К., Шульга Ю.Н., Рахштадт А.Г. Металловедение высокодемпфирующих сплавов. Под ред. А.Г. Рахштадта. М.: Металлургия, 1980, 272 с.
- [5] 5 Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Мадиганова А.Т., Егемова Ш.Б. Актуальность применения демпфирующих чугунов // Вестник КазНТУ. - №1 (89). – 2012. - С. 165-169.
- [6] Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Мадиганова А.Т., Егемова Ш.Б. Исследование акустических и демпфирующих свойств углеродистых сталей, содержащих марганец // Вестник КазНТУ. - №2. – 2012. – С. 182-187.
- [7] Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Мадиганова А.Т., Егемова Ш.Б. Исследование акустических свойств при соударениях образцов из углеродистых и легированных сталей // Химический журнал НТО КАХАК. - №2. – 2012. – С. 65-70.
- [8] Утепов Е.Б., Малгаждарова М.К., Мадиганова А.Т., Егемова Ш.Б. Исследование демпфирующих свойств чугунов // V научная конференция Фонда Первого Президента. Труды конференции. - Москва, 2011. - С. 86-90.
- [9] Е.Б.Утепов, А.Т.Мадиганова, Д. Копычински, Малгаждарова М.К. Характеристики внутреннего трения демпфирующих сплавов // Вестник КазНТУ. – 2013. - №6 (100). - С. 228-235.
- [10] Е.Б.Утепов, А.Т.Мадиганова, Д. Копычински, Малгаждарова М.К. Влияниековки и нормализации на звукоизлучение сталей // Вестник КазНТУ. -№6 (100). – 2013. - С. 223-228.
- [11] 11 Утепов Е.Б., Әмірбай Р.С., Егемова Ш.Б., Малгаждарова М.К. Сұр шойынның жана демпфірлігінің құрылуы // Вестник КазНТУ. - №2 (102). – 2014. - С. 65-72.
- [12] 12 Утепов Е.Б., Егемова Ш.Б., Акубаева Д.М., Малгаждарова М.К. Листовая сталь с повышенными диссипативными свойствами // Вестник КазНТУ. - №3 (103). – 2014. - С. 406-414.
- [13] 13 Егемова Ш.Б., Берикбаева А.С., Ибраева Г.М., Малгаждарова М.К. Создание демпфирующих сплавов // Вестник КазНТУ. - №4 (104). – 2014. - С. 349-355.
- [14] 14 Малгаждарова М.К. Демпфирующие сплавы машин и механизмов // Материалы III международной научно-практической конференции «ИКТ: Образование, наука, инновации». - Алматы, 2013. - С.467-473.
- [15] 15 Uteпов E.B., Orzhanova Zh., Malgazhdarova M.K. Study of vibroacoustic properties of complexly doped iron-based alloys // Materials of International Scientific and Practical Conference. «Green economy is the future of humanity». -EKSTU, 2014, May 24, 25th. - P. 240-250
- [16] 16 Malgazhdarova M.K. Communication of acoustic and vibration characteristics of metallic materials in collisions // Materials of the V international research and practice conference. «V Science, Technology and Higher Education». - Westwood, Canada, 2014, June 20th. -P. 459-463.

[17] 17 Утепов Т.Е., Омирбай Р.С., Утепов Б.Б. и др. Снижение шума металлообрабатывающего станка // XVI Международная научно-техническая конференция «Безопасность техносферы». Труды конференции. - Москва, 2014 – С. 67-71.

[18] 18 Утепов Е.Б., Маджанова А.Т., Малгаждарова М.К., Егемова Ш.Б. Исследование акустических свойств легированных сталей // Metallurg. Научно-технический и производственный журнал. – 2014. - №8. – С. 92-96.

Утепов Е.Б., Карипбаев С.Ж., Малгаждарова М.К., Беркинбаева А.С.

Хром-никельді болаттардың диссипативті параметрлерін анықтау

Түйіндеме. Мақалада хром-никельді болаттардың диссипативті сипаттамаларын зерттеу үшін дыбыс тербелістерінің әлсіреу жылдамдығын анықтау туралы мәліметтер берілген. Осцилограммаларды және оның жұмыс принципі жазу құрылғысын қарастырамыз.

Түйінді сөздер: диссипативті параметрлер, металдық материалдар, хром-никельді болаттар, дыбыс әлсіреудің осцилограммалары, дыбыс импульсі.

Uteпов E.B., Karpипbaев C.Ж., Malgazhdarova M.K., Berkinbayeva A.S.

Determination of the dissipative parameters of chromium-nickel steels

Summary. The article gives data on the determination of the rate of attenuation of sound vibrations for investigating the dissipative characteristics of chromium-nickel steels. We consider a device for recording oscillograms and its operating principle.

Keywords: dissipative parameters, metallic materials, chromium-nickel steels, oscillograms of attenuation, sound impulse.

УДК 622.7.017

А.Н. Жубатканова, Ш.А. Телков

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

ОБОГАЩЕНИЕ КЛИНКЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕССА ОТСАДКИ

Аннотация. По результатам исследований фракционного состава и гравитационной обогатимости клинкера было определено, что для получения легкой фракции с повышенным содержанием углерода, целесообразно проводить обогащение в широком диапазоне крупности, т.к. наиболее богатыми по углероду являются мелкие классы, в которых углерод находится в более раскрытом состоянии. В связи с этим отсадке подвергались ширококлассифицированные классы крупности 50-5 мм, 50-2,5 мм, 50-1,25 мм, и неклассифицированный клинкер крупностью 50-0,0 мм. При проведении опытов по отсадке различных классов крупности осуществлялась последовательность операций отсадки клинкера согласно условиям обогащения его в двухкамерной отсадочной машине. Для определения кинетики расслоения постели разгрузки продуктов отсадки осуществлялась послойно.

Ключевые слова: клинкер, гранулометрический состав, ситовой анализ, гравитационная обогатимость, тяжелая фракция, содержание, извлечение, медь, железо, углерод, отсадка.

Введение

Ежегодно в отвалы направляются тысячи тонн клинкера, и лишь незначительная его часть подвергается дальнейшей переработке. Разработка способа безотходной комплексной переработки позволит оценить технологию утилизации клинкера как природоохранное мероприятие, которое приведет к освобождению земельных участков и позволит расширить сырьевую базу цветной металлургии.

В связи с этим анализ существующих способов переработки клинкера и их усовершенствование представляют большой научный и практический интерес с точки зрения поиска конкурентноспособного метода комплексной переработки этого сырья. Клинкер по минералогическим и технологическим свойствам можно отнести к новому промышленному типу минерального сырья с высоким содержанием ценных металлов [1].

Методика исследований и использованные материалы

Выполнены исследования по отсадке ширококлассифицированных классов крупностью 50-5 мм, 50-2,5 мм, 50-1,25 мм и 50-0,0 мм с целью определения возможных технологических показателей и режимов отсадки.

Основные результаты и их обсуждение

Отсадка всех классов крупности осуществлялась при следующих параметрах: частота пульсаций 55-65 кол/мин, амплитуда колебаний 90-100 мм, цикл пульсаций синусоидальный, высота естественной постели 300 мм, удельная производительность 10т/ч*м² [2-5].

Результаты отсадки всех классов крупности приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты отсадки

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Cu	Fe	C	Cu	Fe	C
Класс крупностью 50-5мм							
Легкая фракция	1,96	0,39	8,37	59,25	0,63	0,61	19,42
Тяжелая фракция	63,05	1,16	28,22	2,48	60,33	66,27	26,16
Отсев	34,99	1,35	25,41	9,30	39,04	33,12	54,42
Клинкер	100,0	1,21	26,85	5,98	100,0	100,0	100,0
Класс крупностью 50-2,5мм							
Легкая фракция	2,87	0,36	9,12	58,41	0,86	0,95	28,51
Тяжелая фракция	74,24	1,13	28,75	2,55	70,02	77,81	32,18
Отсев	22,89	1,52	25,41	10,10	29,12	21,24	39,31
Клинкер	100,0	1,19	27,42	5,88	100,0	100,0	100,0
Класс крупностью 50-1,25мм							
Легкая фракция	3,81	0,41	9,87	57,84	1,30	1,36	37,54
Тяжелая фракция	79,11	1,16	28,76	2,45	76,34	82,07	32,97
Отсев	17,08	1,58	26,91	10,12	22,36	16,57	29,49
Клинкер	100,0	1,20	27,72	5,87	100,0	100,0	100,0
Класс крупностью 50-0,0мм							
Легкая фракция	4,01	0,45	10,46	55,75	1,49	1,54	40,14
Тяжелая фракция	95,99	1,24	27,85	3,47	98,51	98,46	59,86
Клинкер	100,0	1,21	27,15	5,57	100,0	100,0	100,0

На основании результатов исследований, полученных при обогащении клинкера различной крупности с использованием процесса отсадки можно сделать следующие основные выводы:

1) Результаты фракционных анализов показали, что при гравитационном обогащении клинкера возможно получение легкой фракции с повышенным содержанием углерода и с минимальными потерями меди и железа [6].

2) Для выделения легкой фракции с содержанием углерода более 50% необходимая плотность разделения составляет 2100-2300кг/м³. При этом существенной концентрации меди и железа в тяжелой фракции с плотностью более 2100-2300 кг/м³ не наблюдается. На основании этого, при выполнении опытов по отсадке, основной целью было получение легкой фракции.

3) В результате отсадки всех классов крупности была доказана принципиальная возможность выделения легкой фракции с содержанием углерода 55-59 %.

4) Определено, что целесообразней проводить отсадку на продуктах с широкой шкалой классификации, т.к. значительная часть раскрытого углерода находится в мелких классах.

Это позволит получать легкую фракцию с максимально возможным извлечением углерода.

5) На основании анализа полученных результатов по обогащению можно считать, что наиболее целесообразным является вариант обогащения неклассифицированного клинкера крупностью 50-0,0 мм с использованием процесса отсадки с целью выделения легкой фракции. При этом выход легкой фракции составит 4,01 % с содержанием углерода 55,75 % и извлечением 40,14 %.

6) Выделение легкой фракции перед дальнейшим обогащением клинкера с целью извлечения меди, позволит снизить расход используемых реагентов и улучшить технологические показатели получения медного концентрата.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Студенцова В.В., Клец А.Н. Вопросы теории и практики обогащения руд. Кн.2. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан / Анализ, запасы, технологии. – Алматы: Информационно-

аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1997.

[2] Руднев, Б.П. Обоснование и разработка эффективных методов обогащения текущих и лежалых хвостов обогащения руд цветных, благородных и редких металлов: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук: 25.00.13 / Руднев Борис Петрович. – М., 2004.

[3] Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интернет инжиниринг, 2001.

[4] Райвич И. Д. Отсадка крупнокусковых руд. – М.: Недра, 1964.

[5] Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых, том2, М.: МГТУ, 2006-110 с.

[6] Жубатканова А. Телков Ш.А. Гравитационная обогатимость клинкера и определение оптимальных параметров его обогащения с использованием процесса отсадки. // Вестник КазНУТУ (в печати).

Zhubatkanova A.N., Telkov Sh.A.

Concentration of the clinker with use of the landing process

Резюме. Based on the results of studies of the fractional composition and the gravitational enrichment of the clinker, it was determined that to obtain a light fraction with an elevated carbon content, it is expedient to enrich in a wide range of fineness, the richest in carbon are small classes, in which carbon is in a more open state. In connection with this, the graded classes of 50-5 mm, 50-2.5 mm, 50-1.25 mm, and unclassified clinker with a size of 50-0.0 mm were subjected to shrinkage. During the experiments on the shrinkage of different classes of coarseness, a sequence of clinker jigg operations was carried out according to the conditions of its enrichment in a two-chamber jigg machine. To determine the kinetics of the bed separation, unloading of the deposited products was carried out layer by layer.

Key words: clinker, granulometric composition, sieve analysis, gravitational enrichment, heavy fraction, content, recovery, copper, iron, carbon, jigg.

Жубатканова А.Н. Телков Ш.А.

Тұндыру процесс арқылы клинкерді байыту

Түйіндеме. Фракциялық құрамы мен клинкердің гравитациялық байыту жұмыстарын зерттеу нәтижелері бойынша көміртегі бар жоғары мөлшерде жеңіл фракция алу үшін әртүрлі ингредиенттерді байыту, көміртегі ең бай, кішігірім сыныптар болып табылады, онда көміртек ашық күйде кездеседі. Осыған байланысты 50-5 мм, 50-2,5 мм, 50-1,25 мм және 50-0,0 мм өлшемді клинкер өлшемдері бойынша сыналған сыныптар шөгуге ұшырады.

Әртүрлі сыныбы сыныптарына арналған эксперименттер барысында клинкерлік жоңғылау операцияларын дәйектілігі оның екі камералық байыту қондырғысында байыту шарттарына сәйкес жүзеге асырылды. Төсемді бөлудің кинетикасын анықтау үшін қабатталған өнімдерді түсіру қабаты қабатпен орындалды.

Түйінді сөздер: клинкер, гранулометриялық композиция, элегазды талдау, гравитациялық байыту, ауыр фракция, мазмұны, қалпына келтіру, мыс, темір, көміртек, байыту.

УДК 621.74.658

Э.К. Темырканова

(¹Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ҰНТАҚТЫ КӨМІР ҚАЗАНДЫҒЫНАН ШЫҒАТЫН УЛЫ ЗАТТАРДЫҢ ЭМИССИЯСЫНА ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақалада Алматы ЖЭО-1, БҚЗ-160-100 қазандығында улы заттардың соның ішінде азот оксидінің концентрацияларын оқып үйренудің эксперименталдық нәтижелері келтірілген. Сонымен қатар, өлшеуді, өлшеу орындарын және қазандықтың жалпылама түрін бейнелеуге арналған құрылғылар көрсетілген. Нәтижелер бөлімінде жылыту маусым кезеңінен азот оксиді концентрациясының тәуелділік графиктері берілген. Мәліметтерді талдау негізінде қазандықтың номограммасы көрсетілген.

Кілттік сөздер: улы бөліну, көмірлер, жылу электр станциясы, түтін газдары

Қазақстанның қалаларында, соның ішінде Алматы сияқты ірі мегаполисте аса өткір экологиялық жағдай тұр. Бұл жағдай электр және жылу энергиясын көп мөлшерде тұтынатын қала халқының көптігіне байланысты. Сонымен қатар, экологиялық жағдайға автокөліктердің де кері әсерін тигізетінін де айта кеткен жөн.

Осыған байланысты отынды тиімді жағуды жоғарылату, улы немесе зиянды заттардың бөлінуін төмендету және де отынды жинақтау сұрақтары өзекті болып табылады. Барлық келтірілген мәселелердің барлығы бір – бірімен байланыста екені анық.

Отынды тиімді жағуды жоғарылату отын шығынын төмендетуге әкеледі, ал ол өз кезегінде қаланың экологиялық жағдайының жүктемесін төмендетеді. Экологтар жылу электр станцияларына, соның ішінде қалада орналасқан Алматы ЖЭО – 1 ерекше назар аударуда.

Мақалада өзекті болып, отынды тиімді жағудың жоғарылауы ретінде отынды кептірудің жаңа әдістеріне байланысты мүмкіншілігі қарастырылады. Ол үшін станцияның қалаға түсірілетін ең үлкен жүктемесін бағалау және кептірудің тиімдірек әдістерін анықтау қажет.

1. Зерттеу объектісі. Зерттеу объектісі ретінде БҚЗ-160-100 типті, тозанды жану қазандығы алынған. Қазандықтың жалпылама көрінісі 1 суретте көрсетіліп кеткен.



1-сурет. БҚЗ-160-100 қазандығы

АЖЭО -1 қазандықта отын ретінде Қарағанды тас көмірін қолданады. 1 кестеде Қарағанды кен орнынан алынатын көмірдің сапалы сипаттамасы берілген.

1-кесте. «Қарағанды» көмірінің құрама сипаттамасы

№	Көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Белгіленуі	Орташа өлшемі
1	Жалпы ылғал	%	W_t^r	(11,5)
2	Аналитикалық ылғал	%	W^a	9,8
3	Гигроскопиялық ылғал	%	W^{zu}	7,8
4	Күлдік өлшем	%	A^d	28,2
5	Ұшпа заттардың өнімділігі	%	V^{daf}	12÷45
6	Жалпы күкірт	%	S_t^d	0,55
7	Көміртек	%	C^{daf}	44,8
8	Сутегі	%	H^{daf}	3
9	Азот	%	N^{daf}	0,8
10	Оттегі	%	O^{daf}	7,3

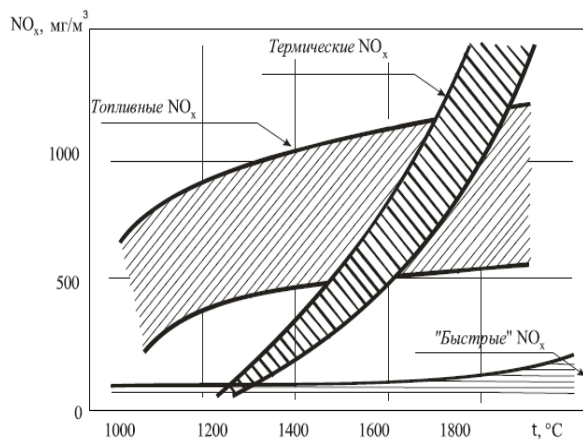
2. Зерттеу әдістері. Түтін газдарының құрамындағы азот оксидінің құрамын анықтау

Отынның тұтанғыш заттарының тотығу процессінде, жай теңдеулермен суреттелмейтін аса күрделі түрлендірулер пайда болады. Бірақта оларды, жану нәтижесі кезінде пайда болатын газ концентрациялары мен құрамын біле отыра есептеп шығаруға болады. Бұл өз кезегінде газ анализаторының көмегі арқылы түтін газдарының құрамының газдық талдауын жасауға мүмкіндік береді. Газ анализаторы – газ қоспасының құрамын өлшеуге арналған құрал, зерттеу кезінде түтін газдарының

құрылымындағы азот оксидтерінің құрамы Testo 350-XL / testo 454 [1] маркалы газ анализаторымен өлшенген. Негізгі нормативті құжаттар өлшеулер кезінде қолданылған [2-8].

3. Алынған нәтижелер

Түтін газдарының құрамындағы азот оксидтерінің саны (NO) көптеген факторлардан тәуелді, соның ішінде ең мәндісі болып отынның жану температурасы табылады. Азот оксидінің пайда болуынан температураның нақты тәуелділік графигі 2 суретте келтірілген [14, 16].



2-сурет. Органикалық отынды жағу кезіндегі азот оксидінің пайда болуының температурадан тәуелділігі
Ұнтақты әдіспен жағу кезіндегі NO_x , г/м³, келесідей формуламен анықтайды:

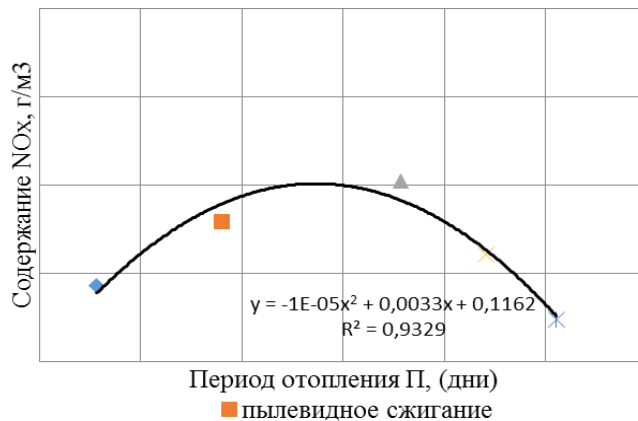
$$NO_x = 0,088\alpha + 0,158, \quad (1)$$

Жану өнімдеріндегі азот оксидінің құрамын анықтау мақсатында математикалық өңдеулер жүргізіліп бірнеше теңдеулер алынған. Соның ішінде:

$$NO_x = 0,816Q + 449, \quad (2)$$

Эксперименталды зерттеулер нәтижелері бойынша ұнтақты жану кезіндегі азот оксидінің мөлшері шамамен 457 мг/м³ тең, демек, өнімділіктің ұлғаюы азот шығаруларының өсуіне әкеліп соғады.

Жылыту маусымы периодынан тәуелді отынның жану өніміндегі NO_x құрамының нәтижесі 3 суретте көрсетілген.



4-сурет. Жылыту маусымы периодынан тәуелді отынның жану өніміндегі NO_x құрамы, күндер

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде алынған аналитикалық тәуелділіктер, яғни NO_x бойынша ең үлкен бөлінулер, отынның үлкен шығынына байланысты таңдалынған жағу әдісі үшін жылыту кезеңінің ортасына келетінін көрсетті. Бұл қазандық құрылғының ең үлкен жүктемесіне байланысты, ол дегеніміз Алматы қаласының қазандық құрылғыларын эксплуатациялау мен климат ерекшеліктерінің салдарынан болады.

Қорытынды

- Жүргізілген өлшеулер негізінде БҚЗ-160-100 қазандықтары пиктік жүктемені анықтау кезінде азот оксиді $350-400 \text{ мг/м}^3$ мәніне ие [8];
- Қазандық ПӘК-і қолайлы диапазонда орналасқан. Номограммаға сәйкес максималды ПӘК-ке максималды азот оксидінің шығыны сәйкес келеді;
- Алынған өлшеулерден көрінгендей азот оксидінің түзілуін төмендететін жаңа әдістерді іздестіру қажет;
- Олардың бірі отынды жағу алдында дайындау болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Testo 350-XL Система анализа дымовых газов портативная. [Электронный ресурс]-Режим доступа. URL: <http://www.tps21.ru/magazin/gazoanalizatory/gazoanalizatory-testo-germaniya-testo-350-xl.html> (дата обращения 10.03.2018).
- [2] Чистяков В.С. Краткий справочник по теплотехническим измерениям. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
- [3] ГОСТ 8.361-79. Государственная система обеспечения единства измерений. Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://zapadpribor.com/isp-mg4pm/> (дата обращения 11.01.2015).
- [4] РД 34.02.305-98. Нормативные документы для тепловых электростанций и котельных. [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL: http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/578978/metodika_opredeleniya_valovykh_vybrosov_zagryaznyayushchikh_veshchestv_v.pdf. (дата обращения 20.02.2014).
- [5] РД 34.02.304-95. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций. [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL: <http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/jm-normy/c1b.htm>. (дата обращения 20.02.2015).
- [6] СО 153-34.02.304-2003. Методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами котлов тепловых электростанций. [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL: http://snipov.net/c_4691_snip_107218.html. (дата обращения 20.02.2014).
- [7] СТО 70238424.13.040.40.001-2008. Тепловые электрические станции. Экологическая безопасность. Технические требования к установкам очистки дымовых газов от оксидов азота по технологиям селективного некаталитического восстановления оксидов азота (СНКВ) и селективного каталитического восстановления оксидов азота (СКВ) и системам управления азота очистными установками. [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086566>. (дата обращения 20.02.2014).
- [8] Об утверждении Технического регламента «Требования к эмиссиям в окружающую среду при сжигании различных видов топлива в котельных установках тепловых электрических станций». Постановление Правительства Республики Казахстан от 14 декабря 2007 года N 1232. [Электронный ресурс] - Режим доступа. – URL: <http://www.memst.kz/ru/tr/detail.php?ID=138662>. (дата обращения 20.02.2014).
- [9] H.S. Rosenberg et al. «Post Combustion Methods for Control of NO_x Emissions»//Prog. Energy Combustion Science. - 1980. - №6. - С. 267-302.
- [10] Maxwell G.D., Burnett T. L. «Technical and Economic Evolutions for NO_x Control Technology» // Presented at the 73-rd Annual Meeting of the Air Pollution Control Asscciation. - 1980. - №80-60.1.
- [11] S. Falcone Miller, B.G. Miller. «Advanced flue gas cleaning systems for sulfur oxides (SO_x), nitrogen oxides (NO_x) and mercury emissions control in power plants» // Advanced Power Plant Materials, Design and Technology, 2010, Pages 187-216.
- [12] Региональная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Энергия-2012»: Материалы конференции. В 7 т. Т. 1, Ч. 2. Тезисы докладов научно-технической конференции ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА// - Иваново: ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2012. – 215 с
- [13] Галкин С.В., Запасный В.В. «Казахстан: Поиск пути снижения выбросов NO_x на ТОО АЭС Согринская ТЭЦ» // Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: http://www.rusnauka.com/15_DNI_2008/Ecologia/33093.doc.htm. (дата обращения 11.04.2015).

[14] Лукьянов А.В., Шайхед О.В. «Снижение вредных выбросов в топках котлов с низкотемпературным кипящим слоем» // Строительство и техногенная безопасность. - 2010. - №32. - С. 186-192.

[15] 16 Процан А., Ермоленко М., Степанова О., Абдуллин М. Исследование процесса горения угля в кипящем слое. Материалы за 9-а международна научна практична конференция, «Бъдещите изследвания», - 2013. Том 29. Технологии. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД - с. 59-62.

[16] 17 Мусатаев Е., Ермоленко М., Степанова О., Абдуллин М. Исследование состава уходящих газов при сжигании угля в кипящем слое. Materiały IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Strategiczne pytania światowej nauki - 2013» Volume 29. Techniczne nauki.: Przemysł. Nauka i studia - str. 41-43.

[17] 18 Мунц А. В. «Закономерности горения топлив и образование оксидов азота в топках кипящего и циркуляционного кипящего слоя»: дис. ... канд. техн. наук: 051404 – Екатеринбург, 1999. – 315 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://diss.rsl.ru/>. (дата обращения 01.05.2013).

[18] 19 Волошина С.В., Пятыйкин Г.Г. «Анализ экспериментальных исследований по подавлению оксидов азота при сжигании твердых топлив» // Донецкий национальный технический университет. [Электронный ресурс] - Режим доступа. - URL: <http://www.masters.donntu.edu.ua/2011/fmf/voloshina/library/article2.pdf>. (дата обращения 15.04.2015).

[19] 20. Постановление Правительства Республики Казахстан «Требования к эмиссиям в окружающую среду при сжигании различных видов топлива в котлах тепловых электрических станций», от 14 декабря 2007 г. №1232, об утверждении Технического регламента.

Темырканова Э.К.

Анализ выбросов токсичных веществ пылеугольного котла

Резюме. В статье представлены экспериментальные результаты изучения концентраций токсичных веществ, в частности оксидов азота на котле БКЗ-160-100 Алматинской ТЭЦ-1. Показаны оборудования для проведения замеров, места замеров и общий вид на котле. В части результатов представлены графики зависимости концентраций оксидов азота от периода отопительного сезона. На основе анализа данных представлена номограмма котла.

Ключевые слова: токсичные выбросы, угли, тепловые электрические станции, дымовые газы

Temyrkanova E.K.

Analysis of toxic emissions of pulverized coal boiler

Summary. The experimental results of study of concentrations of toxic substances are presented in the article, in particular oxides of nitrogen on the caldron of BCP- 160-100 Almaty CHP-1. It is presented equipment for realization of measuring, places of measuring and general view on a caldron. In part of results the charts of dependence of concentrations of oxides of nitrogen are presented from the period of heating season. On the basis of analysis of data the nomogram of caldron is presented.

Key words: toxic extras, coals, thermal electric stations, smoke gases

УДК 637.525

Я. М. Ұзақов, Ш. А. Абжанова, Н. Іліясова, К. К. Макангали
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ТАБИҒИ БИОКОРРЕКТОР ҚОЛДАНЫП СИЫР ЕТІНЕН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМ ЖАСАУ ҮШІН ТҰЗДЫҚ ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аннотация. Ыстамалар өндірісі үшін қазіргі күні сапалық және сандық құрамымен ерекшеленетін көп-құрамды тұздар қолданылатыны объективті факт болып табылады. Жұмыстың мақсаты тұздықты енгізу деңгейіне және дайын өнім шығымына байланысты шприцтелетін тұздықтар құрамындағы қажетті және жеткілікті құрам бөліктерді таңдау және негіздеу болды. Жұмысты натрий нитритінің, түс тұрақтандырғыштардың және канттың болу әсерін зерттеген жоқпыз, себебі олардың мөлшері дайын өнімнің сапасы мен қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды қатаң бекітілген. Сондықтан осы зерттеулердің негізгі нысаны өнім түсіне, су ұстау қабілетін және оның салдарынан алынатын өнімдердің сапасы мен шығымына әсер ететін тұздық құрамындағы қоспалар мен құрам бөліктер болып табылды.

Негізгі сөздер: сиыр еті, ұлттық тағамдар, биологиялық құндылық, тағамдық құндылық, амин қышқылды құрамы, кешенді өңдеу.

Кіріспе. Кесек ет технологиясы бойынша негізгі шикізат ретінде көбінесе шошқа еті қолданылады. Бірақ, еліміздің менталитетінің ерекшелігіне назар аударып отырып, ғылыми-техникалық және патенттік әдебиеттерді талдау нәтижесінде сиыр етін қолданудың тиімділігін көрсетті.

Сиыр етінің сыртқы түрі, қасиеттері. Сиыр етінің бұлшықет тканінің консистенциясы тығыз және майының консистенциясы қаттыболады. Бұлшықет талшықтары жіңішке, қимасында түйірлер байқалады. Майлары мойының бел жағының беткі жағында, жамбастық сыртқы жағында, қарынның ішкі қабырғасында орналасқан:

Еттің дәмі және иісі. Еттің дәмі мен иісін карбонилді қосылыстар, органикалық қышқылдар, аминдер, фенолдар, эфирлер, олардың туындылары сияқты қосылыстар ет құрамында көп емес, бірақ олар етке жағымды иіс және дәм береді. Етті өңдеу түріне байланысты әртүрлі органолептикалық қасиеттері пайда болады. Мысалы пісірілген және қуырылған еттің органолептикалық көрсеткіштері әртүрлі болады. Еттің термиялық өңдеген кезде аминқышқылдар және көмірсулар сияқты компоненттері әртүрлі өзгерістерге ұшырайды. Бұның нәтижесінде ет өнімдеріне дәмі мен иісін беретін заттар негізінен ақуыз, май, көмірсу, дәрумендермен пайда болады. Аминқышқылдарының термиялық ыдырауы нәтижесінде, әртүрлі қосылыстар пайда болады. Солар құрамында аминқышқылдары бар өнімге сәйкесінше дәм және иіс береді [1,2,3,4]. Мысалы, фенилсірке альдегид ыдыраған кезде гүлге тән иіс бар фенилаланин түзеді, ал метионин ыдырап, қуырылып пісірілген картопқа тән иісі бар метиональ түзеді.

Сонымен қатар, аминқышқылдардың ыдырауынан пайда болған қосылыстар басқа компоненттермен әрекеттесе алады. Сөйтіп өнімге сәйкесінше иіс пен дәм береді. Қазіргі ет өнімдеріне иіс пен дәм беретін 600-ге жуық қосылыстар белгілі. Бұл қосылыстардың атқаратын ролі әртүрлі. Оларды екі топқа бөлуге болады: 1-ші топқа иістің қалыптасуына негізгі емес қосылыстар алифатты және ароматты көмірсулар, қаныққан спирттер, карбон қышқылдары, карбон қышқылдарының күрделі эфирлері, карбонилді қосылыстар жатады. 2-ші топқа иісті қалыптастыратын қосылыстар: лактондар, ациклді күкіртті қосылыстар (маркаптандар, сульфидтер және т.б.) ароматты емес гетероциклді қосылыстар және ароматты гетероциклді заттар жатады [5,6,7].

Еттің түсі. Еттің түсі қызылдан қатты қызылға дейін, ал май ткандерінің түсі ақшылт сарыдан лимон түсіне дейін болады. Ет сипаттамасының негізгі көрсеткіші және тұтынушылар үшін тауарлы түрі бұл – бұлшықет тінінің түсі болып саналады. Сонымен қатар ет түсі өнімнің жарамдылық факторы болып табылады. Ет түсі негізінен төмендегі үш фактормен анықталады: тіндегі миоглобин концентрациясы, миоглобиннің ауадағы оттегімен байланысы, темір иондарының валенттілігі. Миоглобиннің физиологиялық функциясы – қан гемоглобиндегі оттегін адсорбциялау және сақтау.

Егер миоглобин мен екі валентті темір құрамында оттегі болмаса, бұл етке өткір-қызыл түс береді, ал оттегі бар болса ет түсі ашық-қызыл болады. Темірдің екі валентті ионы үш валенттіге ауысқан кезде метмиоглобин деген органикалық зат пайда болады, бұл кезде қоңыр түс балады. Технологиялық және тауарлық тұрғыдан, еттің қызыл түсін жоғалту жөн. Тұтынушылар ашық-қызыл түсті етті көбірек тұтынады. Сондықтан өңдеу барысында осыған аса көңіл бөлінеді. Етті жоғары температурада сақтаған кезде ет түсі тұрақтырақ болады [8,9,10,11].

Ет консистенциясы. Ет консистенциясы оның жұмсақтылығы мен және шырындылығымен сипатталады. Еттің құрамында дәнекер тіндері көп болған жағдайда ет қатты болады. Балғын ет әрқашан тығыздырақ болады, ал сақтаған сайын ол босай бастайды. Ет консистенциясының көрсеткіштерінің бірі ылғалды ұстап тұру қабілеті. Ет құрамында 35-45% су болады. Бұлшықет ткандегі су жасушалық өсінде, сонымен қатар жасуша аралық кеңістікте де болады. Судың көбірек мөлшері ет тканінде ақуызбен байланысқан дисперсті жүйе және физиологиялық процестерде қатысады. Байланысқан түрдегі су еттің пісімділігіне, ағзамен қорытылуына әсер етеді.

Зерттеу әдістері. Еттің химиялық құрамын анықтау ет және ет өнімдерінің сапасын, тағамдық құндылығын, құрамындағы ылғал, ақуыз, май және минералды заттар жайлы білуге мүмкіндік береді.

Ылғал құрамын анықтау. Еттің ылғал құрамы оның қасиетіне, сақтау және жылумен өңдеу кезінде жоғалтатын шығынына, сонымен қатар дайындалатын өнімнің сапасына әсер етеді. Ылғал мөлшерін еттегі ылғалды престоу жолымен бөлу арқылы анықтайды. Ылғал құрамын ГОСТ 9793-74 және ГОСТ Р 51479-99 сәйкес анықтайды. Ет және дайын өнімдердің құрамындағы ылғал мөлшерін 1050С температурада кептіру арқылы анықтайды.

Май құрамын анықтау. Май құрамы ГОСТ 23042-86 сәйкес анықталады.

• Технические науки

Еттің құрамындағы ақуыздарды анықтау. Тәжірбиеде пайдаланылатын ақуыздарды анықтаудың сандық әдістері макромалекулалардың құрамдас бөліктерін анализдеуге немесе олардың концентрациясына тура тәуелді жағдайда өзгеретін ақуыздар ерітінділерінің кейбір физикалық қасиеттерін зерттеуге негізделген. Бірінші жағдайда зерттелетін объектідегі құрамындағы ақуыз құрамы туралы азот мөлшері бойынша немесе әр түрлі ақуыздар үшін жалпы атомдардың кейбір спецификалы топтары бойынша сонымен қатар, бір немесе басқа аминқышқылының қалдығы бойынша жалпы және қалдықты азотты I әдісімен анықталады.

1-кесте. Сиыр етінің бұлшық ет түріне қарай салыстырмалы химиялық құрамы мен тағамдық құндылығы

Үлгі	Мөлшері %							Триптофан оксипролин қатынасы	Ылғал ақуыз қатынасы
	Ылғал	Ақуыз	Май	Триптофан	Оксипролин	Эластин	Күл		
Арқа бөлігіндегі ең ұзын бұлшық еті	76,2	19,7	2,6	0,31	0,7	0,04	1,0	5,1	0,14
Төрт басты жамбас бұлшық еті	75,9	19,6	3,1	0,28	0,11	0,04	0,9	3,9	0,16
Иық бөлігінің үлкен дөңгелек бұлшық еті	75,6	19,3	3,6	0,22	0,24	0,05	1,0	0,9	3,9
Қарын қабырғасының бұлшық еті	64,7	18,1	16,4	0,17	0,38	0,6	0,9	0,5	3,6

Күл құрамын анықтау. Минерализация процесін жылдамдатуға (2-3 есе) магний ацетатын немесе азот қышқылының ерітіндісін қолдану арқылы жетуге болады. Магний ацетатының ерітіндісі күлденетін заттың ауа оттегісімен ыңғайлы қамтамасыз ететін тесікті құрылысын түзеді. Азот қышқылын қосу органикалық заттардың жақсы тотығуын туғызады. Көрсетілген катализаторларды пайдалану сонымен қатар күлдеу кезінде ұшқыш компоненттердің жоғалуын төмендетеді.

Зерттеу нәтижелері. Ірі қара мал етінде триптофан, гистидин, тирозин, фенилаланин және метионин мөлшері көп. Сиыр етінің құрамында көп қанықпаған май қышқылдарының мөлшері көп болғандықтан қан тамырлардың қабырғаларында холестерин жиналмайды, мұның нәтижесінде тамырлардың қабырғалары әктелмейді және де қанда холестерин мөлшері көбеймейді [12,13,14].

Ет құрамында дәнекер тіні аз болған сайын, оның тағамдық құндылығы жоғары болатындығы мәлім. Бұл төмендегі 3-ші кестеден көрініп тұр.

2-кесте. Сиыр етінің жеке кесінділерінің тағамдық құндылығы

Жас мал ұшасының ет кесінділері	Бөліктер салмағы, кг	Мөлшері, %		
		Ет	Сүйек	Сіңірлер
Мойын бөлігі	17,0	74,1	19,4	6,5
Иық жауырын бөлігі	33,6	74,5	20,9	4,6
Арқа-төс бөлігі	29,7	66,0	30,0	4,0
Бел	13,8	82,6	11,6	5,8
Құйымшақ	3,8	68,4	31,6	-
Жамбас бөлігі	51,2	76,2	20,3	3,5

Бірақ, сиыр етінің құрамында миофибриллярлы ақуыз мөлшері аз және көмірсу мөлшері көп болғандықтан, бұл етті ұзақ ферменттелетін өнімдерде қолдануға мәжбүр етеді. Сиыр етінің құрамындағы минералды заттар бұлшықет тіні ішкі ұлпаларының ақуыздарына әсер етеді. Яғни, ақуыздардың ісіну және еру дәрежесі минералды заттардың мөлшеріне тәуелді болады, мг: мыс –

0,456; қорғасын – 0,287; алюминий – 0,114; мырыш – 0,684; натрий – 0,114; кремний – 0,114; никель – 0,114. Бұл сиыр және қой құрамындағы заттарға сәйкес, жылқы етінің аминқышқылды құрамы сапалық жағынан да сандық жағынан да біртекті.

3-кесте. Сиыр етінің аминқышқылдық құрамы

Аминқышқылдардың аты	Мөлшері (M±m)
I. Алмастырылмайтын аминқышқылдар	6.635±0.013
<i>Соның ішінде:</i>	
1. лизин	1.528±0.019
2. треонин	0.809±0.006
3. валин	0.880±0.012
4. метионин	0.398±0.019
5. изолейцин	0.699±0.003
6. лейцин	1.325±0.008
7. фенилаланин	0.756±0.011
8. триптофан	0.243±0.008
II. Алмастырылатын аминқышқылдар	10.304±0.017
<i>Соның ішінде:</i>	
1. гистидин	0.716±0.017
2. аргинин	1.217±0.014
3. аспарагин қышқылы	1.689±0.008
4. серин	0.765±0.002
5. глутамин қышқылы	2.582±0.027
6. пролин	0.804±0.010
7. глицин	0.743±0.012
8. аланин	0.914±0.012
9. цистин	0.273±0.007
10. тирозин	0.604±0.011

Сиыр еті басқа еттерден гистидин, лизин және глутамин қышқылының құрамы бойынша ерекшеленеді. Гистидин мөлшері жылқы етінде сиыр етінен 1,5 есе көп, ал лизин және глутамин қышқылы 25-30%-ға аз.

4-кесте. Орташа семіздік дәрежесі бойынша жылқы етінің әртүрлі бөліктеріндегі дәрумендердің мөлшері (мг/100 г өнімде) (M±m)

Бөліктер	Тиамин (B ₁)	Рибофлавин (B ₂)	Ниацин (B ₅ /PP)
Жауырын	0.14±0.03	0.25±0.04	2.8±0.17
Арка	0.11±0.02	0.16±0.04	3.1±0.25
Жамбас	0.17±0.03	0.14±0.03	2.4±0.32
Төс	0.14±0.01	0.25±0.01	2.9±0.21
Бел	0.12±0.02	0.16±0.02	3.6±0.14
Қазы	0.15±0.03	0.22±0.03	5.1±0.25

Жас сиыр малымен салыстырғанда ересек сиыр малының құрамында B тобының дәрумендері (4-кесте) және каратиноидтар (A витаминнің провитамині) мөлшері көбірек. Олардың мөлшері малды күту жағдайына байланысты. Мысалы табындық жылқыда максималды болып келеді, сондықтан майдың түсі янтарлыдан ақ түске дейін өзгереді.

Өсімдік шикізатын таңдауды негіздеу. Қарапайым дереза-ағаш немесе Дереза берборова

(*Lycium barbarum*) Алқа тұқымдасына жатады және тек Қытай территориясында (*Lycium Chinense*), сонымен қатар Моңғолияда өседі. Сонымен қатар ағашты Тибетте, Қытайдың солтүстік бөлігінде, Ресей Федерациясында, сонымен қатар Гималайда өсіреді. Ағашты жеміс алу үшін өсіріп, оны тағам ретінде тұтынады, халық медицинасында дәрі-дәрмек ретінде қолданады. Годжи жемістері (Goji, басқа атаулары — *Lycium barbarum*, *Fructus lycii*, қасқыр жидегі, *gou qi zi*) алқа (*Solonaceae*) тұқымдасына жатады. Бұл биіктігі 2,5-3 метр мәңгі жасыл бұта Қытайдың жайлы және субтропикалық аудандарында (*Lycium Chinense*), Моңғолияда, сонымен қатар Гималай мен Тибетте кездеседі. Бұл жидектің 40 түрі мен 40 өкілдері белгілі. Годжи жидектері, сонымен қатар Жимолость жемістері мен Қар жидектері адам өміріне қауіпсіз және адам денсаулығына аса пайдалы. Годжи жидектерінің пайдалы қасиеттері көптеген мыңжылдықтар бойы қытай халық медицинасында қолданылуда.

5-кесте. Годжи жидектерінің химиялық құрамы мен энергетикалық құндылығы

Аталуы	мөлшері, г	Энергетикалық құндылығы, кКал	аталуы	мөлшері, мг
Акуыздар	11,7	47,0	С дәрумені	2500,0
Майлар	37,0	333,0	В ₆ дәрумені	3,0
Көмірсулар	43,2	173,0	В ₂ дәрумені	20,33
Клетчатка	10,0		В ₁ дәрумені	10,23
Бетаин	1,0		β-каротин	3,96
			Темір Fe	3,4
			Фосфор P	67,0
			Кальций Ca	155,0

Годжи жидектеріндегі энергетикалық қатынас (акуыздар|майлар|көмірсулар): 18 %|132 %|68 %.

Годжи жидектерінде протеогликандар [15,16] ретінде белгілі 23 % полисахаридтер бар. Екінші негізгі топ каратиноидтар (зеаксантин дипальмитат жемістердегі каратиноидтардың жалпы көлемінің 56 % құрайды). Зеаксантин монопальмитаты, β-криптоксантин пальмитаты, аз мөлшерде бос зеаксантин мен β-каротин де бар.

Әдебиет мәліметтерін талдау нәтижесі өнеркәсіпте қолданылатын ыстамалардың заманауи технологиясы әртүрлі тағамдық қоспаларды, шприцтеудің әртүрлі деңгейлерін және басқа механикалық өңдеу әдістерін және оның салдарынан дайын өнімдердің сапасы мен шығымының жоғары вариациялылығын қарастыратынын көрсетті.

6-кесте. Шприцтеуге арналған тұздық құрамы

Үлгілер	мөлшері, %					
	Ауыз су	Натрий хлориді	Фосфат	Натрий нитриті	Годжи жидектерінің ұнтағы	Асқабақ ұнтағы
Бақылау тұздық 1	100	5	2	0.06	–	–
Бақылау тұздық 2 натрий нитриті	100	5	2	0.03	–	–
Тұздық + 1% Годжи жидектері + 0,5% натрий нитриті	100	5	2	0.03	0.50	–
Тұздық + 0,5% Годжи жидектері + 0,5% натрий нитриті	100	5	2	0.03	1.00	–
Тұздық + 1% асқабақ + 0,5% натрий нитриті	100	5	2	0.03	–	0.50
Тұздық + 0,5% асқабақ + 0,5% натрий нитриті	100	5	2	0.03	–	1.00
Тұздық + 1% Годжи жидектері + 0,5% асқабақ + 0,5% натрий нитриті	100	5.00	2.00	0.03	0.50	1.00
Тұздық + 0,5% Годжи жидектері + 1% асқабақ + 0,5% натрий нитриті	100	5	2	0.03	1.00	0.50

Тұздықтарды дайындау. Тұздықтарды құрам бөліктерді кезектеп қосу арқылы қарқынды қолмен немесе механикалық құрылғылар көмегімен араластырып дайындалды.

Сыйымдылыққа суық су құйып (рецептурада көрсетілген мөлшердің 80–85 %), онда фосфаттар ерітілді. Аталған құрам бөлік толық еріген соң сыйымдылыққа ас тұзын қосып ары қарай араластырылды. Годжи жидектері балғын түрінде де, кептірілген түрде де қолданылды. Жидектерді алдын ала дайындады, ол үшін құрғақ Годжи жидектерін ажарлап, ұнтақ күйге дейін майдаланды. Ұнтақ тәрізді Годжи жидектерінің есептік мөлшерін тұздыққа қосылды. Құрам бөліктер толық ерігенше араластырылған соң, 3,4,5 рецептураларына сәйкес асқабақ ұнтағының есептік мөлшері енгізілді. Асқабақ ұнтағы алдын ала асқабақты қабығынан тазалап, жуып, майдалап, 40–45 °С температурада 2–5 сағат кептіріп, содан соң қайтадан ұнтақ күйге дейін ұнтақтау арқылы алынды.

Годжи жидектерінің құрғақ жемістерін алдын ала ажарлап, қолдану алдында ұнтақталды. Тұздықты дайындаудың соңында натрий нитриті қосылды. Қалған рецептуралық ылғал (15–20 %) тұздық температурасын төмендету үшін мұз түрінде қосылды. Тұздық температурасы 4 °С аспау керек. Дайындалған тұздықты егу алдында 20-30 минут тұрғызылды. Дайын тұздықтар 0–4 °С температурада тәулік бойы тұрақты. Егу алдында тұздықтарды ерімеген құрам бөліктерден тазалау үшін сүзілді. Егу арқылы ет монолитіне тұздықты енгізуден кейін ет жоғарыда сипатталған тұздықтар нұсқаларына және өсімдік текті шикізат қосылған тұздыққа салынып тұрғызылды. Тұздау ұзақтығы тоназыту камерасында 4 °С температурада 12 сағат құрады.

Жетілу үдерісі 2 температуралық тәртіпте жүзеге асырылды (37 °С-та 24 сағат және 4 °С-та 3 тәулік).

Өсімдік текті шикізат ретінде алдын-ала дайындалған Годжи жидектері және асқабақ ұнтағы болды, олар тұздыққа қосылды. Ет монолиттерін тұздықтарда тұрғызу уақыты аяқталған соң, тұздық қышқылдылығы мен рН, протеолиттік белсенділік және дайын ет өнімінің органолептикалық қасиеті анықталды.

рН, қышқылдылық, протеолиттік белсенділікті анықтау әдістері «Материалдар мен әдістер» бөлімінде сипатталған.

Өсімдік текті шырындар қосылған тұздықтар рН 7,25 құрады (тұздық+асқабақ ұнтағы), 6,00 және 5,40 (тұздық+Годжи жидектері) сәйкесінше, ал бұлшық ұлпасына шприцтеуден кейін рН 6,40 (тұздық +асқабақ ұнтағы) және 6,30 (тұздық+Годжи жидектері) құрады.

6-кесте. Тәжірибелер нұсқаларын бақылау

Тәжірибелер нұсқалары	Егуге арналған тұздық мөлшері, %	рН	
		тұздық	бұлшық ұлпасы
Бақылау 1	20	8,20 ± 0.03	6,60 ± 0.01
Бақылау 2	20	8,00 ± 0.04	6,50 ± 0.02
Тәжірибе 1	20	6,00 ± 0.02	6,30 ± 0.01
Тәжірибе 2	20	5,40 ± 0.02	6,30 ± 0.02
Тәжірибе 3	20	7,25 ± 0.03	6,40 ± 0.01

6 Кестеден көпқұрамды тұздық құрамында асқабақ ұнтағы мен Годжи жидектерінің үйлесімі тұздықтың қышқылдылығын, сол сияқты бұлшық ұлпасының рН бақылаумен салыстырғанда біршама азайтатынын көруге болады, бұл ары қарай тұздау, укалау, кептіру, ыстау, пісіру үдерістері алдында бұлшық ұлпасының жетілуі технологиялық үдерістерін жүргізу кезінде автолиттік үдерістердің күшеюіне ықпал етеді. Осы қорытынды көпқұрамды тұздықтағы асқабақ ұнтағы мен Годжи жидектерінің мөлшеріне байланысты өнім шығымын зерттеулермен расталған.

Зерттеу нәтижелері негізінде дәстүрлі рецептуралан 20 % мөлшерінде ас тұзы мен фосфаты қоспа, натрий нитриті, сонымен қатар 1 % Годжи жидектері ұнтағы мен 0,5 % асқабақ ұнтағы қосылған дайын өнім шығымы шамамен 85 % тоназытылған және жібітілген сиыр етін шприцтеу үшін тұздықтар құрамы таңдалды және есептелді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Лисицын А.Б., Липатов Н.Н., Кудряшов Л.С. и др. Производство мясной продукции на основе биотехнологии.-М. ВНИИМП.-2005-369 с.

- [2] Узаков Я.М Диханбаева Ф.Т., Абжанова Ш.А., Ергазы улы С., Рскелдиев Б.А. Новые виды цельномышечных варено-копченых мясных продуктов // Мясная индустрия, г.Москва, 2010, №2 С. 42-44 с.
- [3] Узаков Я.М. Биотехнологические аспекты создания продуктов из баранины нового поколения. КазгосИНТИ – Алматы.: 2005.
- [4] Узаков Я.М., Прянишников В.В., Ильтяков А.В. Белки и пищевые волокна в мясных технологиях. Издательство «Эверо»– Алматы.: 2013
- [5] Узаков Я.М., Соловьев А.Ю., Байболова Л.К., Жаксылыкова А.Н. Разработка технологии функциональных мясных продуктов Мясная индустрия, Москва 2010. - №3, с.51-52 с.
- [6] Лисицын А. Б. Мясо и здоровое питание // Лисицын А. Б., Сизенко Е. И., Чернуха И. М., Алексахина В. А., Семенова А. А., Дурнев А. Д. – М: ВНИИМП. 2007.
- [7] P.G. Williams, V. Droulez. Australian red meat consumption — Predominantly lean in response to public health and consumer demand // - Food Australia. – V. 62 (2010). - pp. 87-94.
- [8] В.Б. Крылова, Т.В. Густова, Н.Н. Манджиева, 2010. Использование нетрадиционного животного сырья в технологии мясных и мясорастительных консервов // В.Б. Крылова, Т.В. Густова, Н.Н. Манджиева. - Мясная индустрия. - №11. – С.20-23.
- [9] Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., & Koch, A. G. (2014). The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, 96(1), 47–55.
- [10] Nassu, R.T., L.A.G. Goncalves, M.A.A.P. da Silva and F.J. Beserra, 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Sci.*, 63: 43-49.
- [11] Mercier, Y., P. Gatellier and M. Renerre, 2004. Lipid and protein oxidation *in vitro* and antioxidant potential in meat from Charolais cows finished on pasture or mixed diet. *Meat Sci.*, 66: 467-473.
- [12] S.Cofradesa. A comprehensive approach to formulation of seaweed-enriched meat products: From technological development to assessment of healthy properties /S.CofradesaJ.BenedibA. GarcimartinbF.J.Sánchez-MunizbF.Jimenez-Colmeneroa// Food Research International. - Volume 99, Part 3, September 2017. - Pages 1084-1094.
- [13] Nathan Jarvis Corliss . The functionality of plum ingredients in meat products: A review // Nathan Jarvis Corliss A.O'BryanSteven C.RickePhilip G.Crandall - Meat Science. - Volume 102, April 2015. - Pages 41-48
- [14] Rohlik, B.O., P. Pipek and J. Panek, 2013. The effect of natural antioxidants on the color and lipid stability of Pasprika salami. *Czech J. Food Sci.*, 31: 307-312.
- [15] Mohammed S. Fungal chitosan and Lycium barbarum extract as anti-Listeria and quality preservatives in minced catfish // Mohammed S.Alsaggafa Shaaban H.MoussaabNihal M.ElguindycAhmed A.Tayeld . International Journal of Biological Macromolecules. - Volume 104, Part A, November 2017, Pages 854-861.
- [16] Bernice Cheung. Potential of Asian Natural Products for Health in Aging // Bernice Cheung, Macy Kwan, Ruth Chan1, Mandy Sea1, Jean Woo1, Molecular Basis of Nutrition and Aging. A Volume in the Molecular Nutrition Series. - 2016, Pages 659–676

Узаков Я. М., Абжанова Ш. А., Илиясова Н., Макангали К. К.

Технология приготовления рассола в производстве национальных мясных продуктов из говядины с применением биокорректирующих компонентов

Резюме. В настоящее время при производстве мясных продуктов используются различные виды рассола. Их применение положительно влияет на функционально-технологические свойства, пищевую ценность готовых мясных продуктов. Данная статья посвящена разработке технологии приготовления рассола в производстве национальных мясных продуктов из говядины.

Ключевые слова: говядина, национальные мясные продукты, биологическая ценность, пищевая ценность, аминокислотный профиль, комплексная переработка.

Uzakov Y. M., Abzhanova Sh. A., Iliysova N., Makangali K. K.

Technology of preparation of brine in the production of national meat products from beef with the use of bio-correcting components

Summary. At present, various types of brine are used in the production of meat products. Their application positively affects the functional and technological properties, the nutritional value of ready-made meat products. This article is devoted to the development of brine preparation technology in the production of national meat products from beef.

Key words: beef, national meat products, biological value, nutritional value, amino acid profile, complex processing.

УДК 661.2: 678.046

¹С.А.Сакибаева, ¹А.Ж.Суйгенбаева, ¹У.С.Жантасова, ¹А.О.Оразымбетова,
¹Д.А.Жунибекова, ²А.М. Мекемов

(¹ Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
sevam@mail.ru)

(²Южно-Казахстанский педагогический университет, Шымкент, Казахстан)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ БЕЗОПАСНЫЕ ПРОМОТОРЫ АДГЕЗИИ РЕЗИН

Аннотация. В данной статье исследовано влияние тиокола ТСХ, минеральных наполнителей казахстанских месторождений (цеолит, шунгит), обработанных солями кобальта на свойства шинных резин. Общая работоспособность и долговечность шин с металлокордом в брекере зависит от прочности связи системы латунированный металлокорд-резина. Одним из способов обеспечения устойчивой адгезионной связи резины с металлокордом является использование в рецептуре резиновых смесей органических соединений кобальта. Приведены реометрические характеристики резиновых смесей, содержащих различные модифицирующие добавки.

Ключевые слова: каучук, модификатор РУ, брекер, поверхностно-активные вещества, металлокорд-резина, эластомер, тиокол.

Введение

Важнейшим направлением улучшения экологической ситуации на различных стадиях технологии производства шин является разработка новых типоразмеров шин, использование в эластомерных композициях экологически чистых продуктов.

Большинство эластомерных изделий представляют собой сложные конструкции, состоящие из материалов с различными физико-механическими характеристиками. Наиболее сложными объектами являются эластомер-металлические изделия. Использование металлической арматуры (проволка, листовая арматура, тросы, металлокорд и т.п.) обеспечивает изделию высокую прочность, повышенную жесткость и сопротивление деформированию [1].

Повышение прочности связи резина-металлокорд является одним из основных требований современных шин и всегда остается в центре внимания при создании новых рецептур и ингредиентов. В настоящее время для повышения прочности связи применяются специальные промоторы: органические соли металлов переменной валентности, прежде всего кобальта и никеля, которые позволяют существенно повысить прочность связи и увеличить стойкость резино-металлокордной системы к воздействию агрессивных сред: влаги, солей и температуры [2].

Использование в рецептуре резиновых смесей органических соединений кобальта является одним из способов обеспечения устойчивой адгезионной связи резины с металлокордом, которые ускоряют вулканизацию и повышают плотность поперечных связей в вулканизате. Увеличение густоты пространственной сетки является одной из причин возрастания прочности адгезионного соединения [3-5]. Сера и ускоритель вулканизации в присутствии солей кобальта связываются быстрее, что способствует получению высокомолекулярных резин. Использование в рецептуре резиновых смесей модификатора РУ также позволяет значительно повысить прочность адгезионного соединения [4].

В настоящей работе исследовано влияние тиокола ТСХ, минеральных наполнителей казахстанских месторождений (цеолит, шунгит), обработанных солями кобальта на свойства шинных резин. Испытания образцов на старение проводили в автоклаве при температуре 393 К в среде насыщенного водяного пара при давлении 0,2 МПа в течении 8 и 40 часов [6-8].

Плотность поперечных связей в вулканизатах определялась по времени затухания поперечной ядерной намагниченности, измеряемой на ЯМР релаксметре методом Карра-Парсола с инверсией фаз [9-11].

Таблица 1. Реометрические характеристики резиновых смесей, содержащих различные модифицирующие добавки

Модификатор	Максимальный крутящий момент на реометре, н.м	Индукционный период вулканизации, мин	Плотность поперечных связей в резине, моль/см 10^{-3}
Отсутствует	4,32	3,40	8,2
РУ-1	5,22	2,40	11,8
ТСХ	5,31	2,40	11,8
Тиокол ДА	5,64	2,38	11,9

Реометрические характеристики резиновых смесей имеют аналогичный РУ индукционный период вулканизации и плотность сетки вулканизата.

Таблица 2. Адгезионные характеристики резиновых смесей, содержащих различные модифицирующие добавки

Модификатор	Дозировка мае. ч. на 100 мае. ч. каучука	Прочность адгезионной связи, Н	
		н. у.	8 ч., 393 К, пар, орошение 5% - ным водным раствором NaCl
Отсутствует	-	354	247
РУ-1	2.0	407	357
ТСХ	1.0	423	394
Тиокол	1.0	375	360

Из таблицы 2, где представлены адгезионные характеристики резиновых смесей, видно, что замена дефицитного модификатора РУ-1 на ТСХ приводит к повышению прочности адгезионной связи системы резина- металл [12-15].

В Южно-Казахстанском государственном университете им.М.Ауэзова разработан промотор адгезии - НХЦ, представляющий собой хлорид никеля, адсорбированный на поверхности частиц оксида цинка [3]. Использование НХЦ в шинном производстве позволяет повысить прочность адгезионной связи системы резина-латунь до 437 Н при нормальных условиях и до 367 Н после старения. Поэтому определенный интерес в теоретическом и практическом аспектах представляло исследование физико-механических и адгезионных свойств резиновых смесей, содержащих в рецептуре наряду с промотором адгезии НХЦ тиокол ТСХ.

Методы эксперимента

Для переработки каучуков в работе использованы лабораторные вальцы. Вальцевание проводилось в воздушной среде, продолжительностью до 20 мин при 298 и 343 К, при зазоре между валками $1,5 \cdot 10^{-3}$ м, чем обеспечивалось создание скоростей сдвига до 1300 с^{-1} .

В качестве резиносмесителя закрытого типа использована резиносмесительная приставка пластикордера «BRABENDER PLV - 151» с каучуковыми роторами, в которой проводилось смешение резиновых смесей. Конструкция прибора позволяет задавать скорость вращения ротора от 0 до 150 об/мин.

Резиновые смеси готовились в две стадии. Продолжительность первой стадии 5 мин, скорость вращения роторов 60 об/мин. Температура в конце цикла смешения - $130 \div 135^\circ\text{C}$. Тиокол ТСХ вводили в резиносмеситель на второй стадии при скорости вращения роторов 60 об/мин. Продолжительность смешения 2 мин. Температура в конце цикла смешения $85 \div 90^\circ\text{C}$.

Результаты и обсуждения

Для сравнительной характеристики проведены испытания резин, содержащие модификатор РУ-1. Полученные экспериментальные данные по влиянию тиокола ТСХ на адгезионные свойства резиновых смесей представлены в таблице 3, из которой видно, что в присутствии тиокола ТСХ адгезионные характеристики вулканизатов резко возрастают. В таблице 4 представлены свойства вулканизатов.

Таблица 3. Адгезионные свойства резиновых смесей

№	Модифицирующая добавка	Дозировка ТСХ, мас. ч.	Прочность связи по Н-методу, Н	
			до старения	после старения
1.	Отсутствует	-	328	258
2.	Отсутствует	1,0	400	322
3.	Р У - 1	-	396	313
4.	Р У - 1	1,0	425	357
5.	НХЦ	-	489	443
6.	НХЦ	1,0	510	450

Таблица 4. Свойства вулканизатов

№	Модифицирующая добавка	Содержание тиокола ТСХ, масс. ч.	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное остаточное удлинение, %
1.	Отсутствует	-	24,5	580	44
2.	Отсутствует	1,0	27,0	550	38
3.	РУ-1	-	26,6	550	32
4.	РУ-1	1,0	27,4	560	30
5.	НХЦ	-	26,8	580	42
6.	НХЦ	1,0	26,8	540	34
7.	РУ-1+НХЦ	-	27,7	500	30
8.	РУ-1+НХЦ	1,0	27,2	510	30
9.	РУ-1+НХЦ	1,5	26,9	480	27
10.	РУ-1+НХЦ	2,0	26,2	460	24

Увеличение условной прочности при растяжении (таблица 4) в присутствии тиокола ТСХ вероятно обусловлено как возрастанием плотности вулканизационной сетки, так и частичным изменением ее структуры, так как тиокол образует длинные и гибкие поперечные связи, улучшающие структуру вулканизатов. С учетом полученных результатов при проведении дальнейших испытаний дополнительно во все опытные резиновые смеси были введены небольшие количества шунгита и цеолита, обработанных солями кобальта. Результаты испытаний приведены в таблице 5.

Таблица 5. Свойства брекерных резиновых смесей и вулканизатов

Показатели	Резиновая смесь		
	Эталон	ТСХ+шунгит, обработанный солями кобальта	ТСХ+цеолит, обработанный солями кобальта
Пластичность, усл.ед.	0,27	0,27	0,29
Условное напряжение при удлинении 300%, МПа	14,5	14,7	17,3
Условная прочность при растяжении, МПа	24,5	26,1	27,8
Относительное удлинение при разрыве, %	580	575	594
Сопrotивление раздиру, кН/м	75	78	80
Твердость по Шору А, усл.ед.	66	68	68
Усталостная выносливость при многократном растяжении, тыс. циклов	71,0	71,0	71,0
Прочность связи с металлокордом, Н при н.у. после старения в 5% NaCl (8ч)	328	348	451
	258	302	403

При рассмотрении свойств эталонной и опытных резин видно, что физико-механические и адгезионные показатели резин, содержащих синтезированные промоторы адгезии возрастают в сравнении с эталонной. Результаты, приведенные в таблице 5, свидетельствуют о том, что использование шунгита и цеолита, обработанных солями кобальта в качестве компонента модифицирующей системы позволяет повысить физико – механические показатели вулканизатов. Увеличиваются (по сравнению с серийным) прочность при растяжении, сопротивление раздиру, твердость по Шору.

Наилучшими показателями обладают резины, содержащие тиокол ТСХ и цеолит, обработанный солями кобальта.

Выводы

Таким образом, новые промоторы адгезии на основе минеральных наполнителей Казахстанского месторождения и тиокола ТСХ позволяют синтезировать вулканизаты, отвечающие требованиям шинной промышленности.

Повышение физико-механических свойств резин в присутствии промоторов адгезии ТСХ + цеолит, ТСХ + шунгит объясняется, по-видимому, образованием сульфидов внутри эластомерной матрицы, т.к. ионы металлов в составе промотора способны вступать в химические реакции на межфазной поверхности резина-латунь [16].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кротова О. А., Касперович А.В., Шашок Ж. С., Попова Л. В. Влияние промоторов адгезии на упруго-прочностные свойства и структуру эластомерных композиций. Вестник ВГУИТ/ Proceedings of VSUET, №2, 2016.-С.201-209
- [2] Шмурак И.Л. Адгезионное соединение металлокорд/резина. Формирование и разрушение // Каучук и резина. 2013. No 2. С. 56–60
- [3] Агаянц Л.А., Лындин Д.А., Малоенко В.Л., Шварц А.Г. Модифицирование резин с целью повышения прочности крепления к металлокордам.: ЦНИИТЭнефтехим, 1982-80 с.
- [4] Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевурдяев О.Н.. Технология эластомерных материалов. – М.: Эксим, 2000. -288с.
- [5] Г.Ж.Бимбетова., К.С.Надиоров., С.А. Сакибаева. Исследование адгезионные свойств новых поверхностно-активных веществ // Научные труды ЮКГУ им. М.Ауезова. Шымкент, № 2-3.2002. С.91-92
- [6] Федюкин Д.Л., Махлис Ф.А. Технические и технологические свойства резин. М.,1985. 227.
- [7] Догадкин Б.А., Донцов А.А., Шершнева В.А. Химия эластомеров. М., 1981. 209с.
- [8] Гришин Б.С., Ельшевская Е.Н. Писаренко Т.И. Применение поверхностно-активные веществ для улучшения перерабатываемости резиновых смесей/ Тематический обзор. М.,1987. 56с.
- [9] Сакибаева С.А. Моделирование процесса получения тиоколов на основе хлорпроизводных ксилитана и полисульфида натрия // Автореферат. дис. к.т.н. Шымкент, 1993. 16с.
- [10] Филимонов А.Б. Повышение прочности адгезионных связи эластомерных композиций на основе цис-полиизопрена с текстилем и латунированной сталью. // Автореферат. дис. к.т.н. Казань, 1988. -10с.
- [11] Онищенко З.В., Камковая В.В., Косенко Л.А., Керча Ю.Ю.// Композиционные полимерные материалы.1983.Выпуск 18. - С.12-16.
- [12] ГОСТ12812-80-«Тиоколы жидкие. Технические условия».
- [13] Никитин Ю.Н., Монаева Л.Ф., Ходакова С.Я., Родионов З.А. Эффективность применения высокопористого тегулерода в комбинации с другими наполнителями. // Каучук и резина. -2005, №6. – С.19-22.
- [14] Li C.T., Isayev A.I., Warley R.L.. Experimental Study and Simulation of Interface Development and Penetration in Multi-Component Transfer Molding of Rubber Compounds. –2004.-V.77. №1.
- [15] Hewitt N., Compoundig Precipitated Silica In Elastomers New York, William Andrew Inc, 2007.
- [16] Mark J. The Science and Technology of Rubber. Academic Press: 3 edition, 2005.

Сакибаева С.А., Суйгенбаева А.Ж., Жантасова У.С., Оразымбетова А.О., Жунисбекова Д.А., Мекемов А.М.

Резіңкелер адгезиясының экологиялық қауіпсіз промоторлары

Түйіндеме. Шиналық резиналардың қасиеттіне кобальт тұздарымен өңделген, қазақстандық кенорындардың (цеолит, шунгит) минералдық толықтырғыштардың, ТСХ тиоколының әсері зерттелінді. Брекердегі металдықордты шиналардың жұмысқа жарамдылығы және беріктілігі латундалған металдықорд-резина жүйесінің беріктігіне байланысты болады. Әралуан модифицирлеуші қосынды құрамдардағы, резина қоспасының реометриялық сипаттары келтірілді.

Түйінді сөздер: каучук, модификатор РУ, брекер, беттік-белсенді заттар, металдықорд-резина, эластомер, тиокол.

Sakibayeva S. A., Suygenbayeva A. Zh., Zhantasova U.S., Orazymbetova A. O., Zhunisbekova D.A., Mekemov A.M.

Environmental safety promoters of rubber adhesion

Summary. The influence of thiocol, mineral fillers of Kazakhstan deposits (zeolit, shungit) treated with cobalt salts by properties of tire rubbers was studied in this work. The overall performance and durability of tires with metal cord in the breaker depends on stability of the brass metal-cord-rubber system. One of the ways to ensure a stable adhesion bond between rubber and metal cord is the use of cobalt organic compounds in the formulation of rubber mixtures. Reometric characteristics of rubber mixtures containing various modifying additives are given in this work.

Key words: caoutchouc, modifier RU, belt breaker, surface-active substances, metal-cord rubber, elasticity tester, thiokol.

УДК 502.65:622.276

Оразбаев Б.Б.,¹ Асанова Б.У.,¹ Оразбаева К.Н.,² Курмангазиева Л.Т.³

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, Астана,

²Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Казахстан, Астана,

³Атырауский государственный университет им. Х.Досмухамедова, Казахстан, Атырау)

batyr_o@mail.ru

ФОРМАЛИЗАЦИЯ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УЗК И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ

Аннотация. Представлены результаты формализации и постановки задач многокритериальной оптимизации технологических параметров работы установки замедленного коксования (УЗК) в нечеткой среде. Исходные задачи получены в виде задачи многокритериального выбора режимов работы установки на основе учета опыта, знаний и интуиции ЛПР, обеспечивающие желаемые значения локальных критериев, оценивающих качества работы УЗК и разработаны эвристические методы ее решения. Сформулированные постановки многокритериальной задачи оптимизации в нечеткой среде и предлагаемые эвристические методы их решения основаны на использовании идей компромиссных схем принятия решений (Парето оптимальности и метода главного критерия).

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, принятие решений, эвристические методы, модель, установка замедленного коксования.

1. Введение. В реальных производственных условиях перед лицом, принимающим решение (ЛПР), как правило, возникают задачи выбора режимов работы технологических объектов, обеспечивающие необходимые количественные и качественные показатели вырабатываемых продуктов с учетом имеющихся различных ограничений [1, 2]. Эти задачи можно формализовать и ставить в виде задачи многокритериальной оптимизации [3, 4]. Формализация и математическая постановка задач многокритериальной оптимизации сложных химико-технологических систем (ХТС) в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации и разработка эффективных методов их решения является весьма актуальной задачей теории и практики многокритериальной оптимизации. Поэтому, в данной работе проведены исследования по формулировке задач многокритериальной оптимизации в нечеткой среде и разработке эвристического подхода к их решению. В качестве конкретной ХТС выбрана установка замедленного коксования (УЗК), предназначенная для производства из тяжелых нефтяных остатков (гудрона, мазута) различных нефтепродуктов: нефтяной кокс, бензин, легкий газойль, тяжелый газойль и газ [5].

Задача многокритериальной оптимизации УЗК сводится к решению задач многокритериального выбора режимов работы основных агрегатов УЗК и установки в целом [4, 6, 7]. Основная идея предлагаемого в данной статье подхода к решению задачи векторной оптимизации, заключается в том, что в распоряжении ЛПР предоставляется набор методов многокритериальной оптимизации, основанные на различные компромиссные схемы принятия решений (принципов оптимальности) и их комбинации, которые модифицированы для работы в нечеткой среде. ЛПР в процессе решения задачи оптимизации может выбирать в зависимости от исходной ситуаций, имеющейся, доступной информации и по своему предпочтению тот или иной метод. Процесс оптимизации выполняется в диалоговом режиме ЛПР – система принятия решений (компьютер) с применением системы моделей процесса замедленного коксования [8, 9].

2. Постановка задачи. Задачи принятия решений (ПР), по выбору оптимальных режимов работы, оптимизации процессов замедленного коксования, относятся многокритериальными, так как работа УЗК описываются множеством локальных критериев экономического, технологического, экологического характера. Приведем формализацию постановки задачи многокритериальной оптимизации УЗК с учетом нечеткости исходной информации [3, 10, 11].

Пусть $f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x)$ локальные критерии (целевые функции) по которым оцениваются эффективность работы УЗК, причем в общем случае, эти критерии или некоторые из них могут быть нечеткими: $\tilde{f}_i(x), i \in I \subseteq m, I$ – множество нечетких критериев. Каждый из m критериев зависит от вектора n входных, режимных параметров $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и могут различаться своими коэффициентами относительной важности (весами) $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$. Критерий $f_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = \overline{1, m}$, образуют вектор критериев $f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x))$, а коэффициенты γ_i – весовой вектор важности критериев $\gamma = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m)$. Критерий $f_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ входящие в состав векторного критерия называются локальными, например объемы целевых продуктов с установки и их качественные показатели. Каждое альтернативное решение характеризуется присущей ему векторной оценкой (значением векторного критерия в точках x) $f(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x))$, где $f_i(x) (i = \overline{1, m})$ – значения $f_i(x)$ в точках x .

Каждый локальный критерий $f_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = \overline{1, m}$ связан со значениями входных воздействий. Эту зависимость описывает система моделей УЗК [9, 12, 13], на основе которого решается задача принятия решений по выбору оптимальных режимов УЗК т.е. многокритериальной оптимизации параметров процесса замедленного коксования.

3. Результаты исследования – математические постановки задач оптимизации в нечеткой среде и эвристические методы их решения.

С целью получения корректных математических постановок на основе вышеприведенной информации исходную задачу многокритериальной оптимизации УЗК формализуем следующим образом:

Пусть $\mu_0(x) = (\mu_0^1(x), \dots, \mu_0^m(x))$ – нормализованный вектор критериев, оценивающий режим работы УЗК по заданным или выбранным критериям. Предположим, что функции принадлежности выполнения ограничений $\mu_q(x)$ для каждого нечеткого ограничения $\varphi_q(x) > b_q, q = \overline{1, L}$ построены в результате диалога с ЛПР, специалистами-экспертами [14]. Тогда общую многокритериальную задачу оптимизации в нечеткой среде можно записать в следующем виде:

$$\max_{x \in X} \mu_0^i(x), i = \overline{1, m} \tag{1}$$

$$X = \{x : \arg \max_{x \in \Omega} \mu_q(x), q = \overline{1, L}\} \tag{2}$$

На основе различных компромиссных схем, принципов оптимальности можно получить семейство постановок многокритериальных задач оптимизации (в виде задач НМП) и предложить эвристические методы их решения [4, 15].

Например, если возникла производственная ситуация, в которой исходную многокритериальную задачу можно свести к однокритериальной (путем выделения главного критерия или сверткой локальных критериев), то исходную задачу оптимизации в нечеткой среде на принципа Парето оптимальности (применительно к ограничениям) можно корректно ставить в виде постановке П.1, т.е. в виде задачи максимизации целевой функции на точках *Паретовского множества (Pareto set)* [16], образованного ограничениями:

$$\text{П.1. } \begin{cases} \max_{x \in X} \mu_0(x) \\ X = \left\{ x : \arg \max_{x \in \Omega} \sum_{q=1}^L \beta_q \mu_q(x) \wedge \sum_{q=1}^L \beta_q = 1 \wedge \beta_q \geq 0, \quad q = \overline{1, L} \right\} \end{cases}$$

Решение данной задачи зависит от весового вектора β и состоит из вектора управляющих воздействий (режимных параметров, независимых переменных), обеспечивающего оптимальные значения целевой функции и выполнения нечетких ограничений: $x^*(\beta), \mu_0(x^*(\beta)), \mu_1(x^*(\beta)), \dots, \mu_L(x^*(\beta))$.

На основе применения модифицированного принципа Парето оптимальности (ПО) предлагается следующий эвристический метод поиска решений для задачи П.1:

Метод FPS.

1. Задается $p_q, q = \overline{1, L}$ – число шагов по каждой q -ой координате.
2. Определяется $h_q = \frac{1}{p_q}, q = \overline{1, L}$ – величины шагов для изменения координат весового вектора β .
3. Строится набор весовых векторов $\beta^1, \beta^2, \dots, \beta^N, N = (p_1 + 1) \cdot (p_2 + 1) \dots (p_L + 1)$ варьированием координат на отрезках $[0, 1]$ с шагом h_q .
4. На основе информации, получаемой от ЛПР, специалистов-экспертов определяется термножество нечетких параметров и для каждого ограничения строятся функции принадлежности выполнения ограничений $\mu_q, q = \overline{1, L}$.
5. Решаются N задачи при постановке П.1 $\beta^t, t = \overline{1, N}$ и определяется текущее решение: $x(\beta^t), \mu_0(x(\beta^t)), \mu_1(x(\beta^t)), \dots, \mu_L(x(\beta^t))$.
6. Полученное текущее решение предъявляется ЛПР для выбора окончательного лучшего решения. Лучшее решение выбирается с учетом предпочтений ЛПР.
7. Если текущее решение не удовлетворяет ЛПР, то им назначаются новые значения набора весовых векторов (корректируется) $\beta^t, t = \overline{1, N}$ и осуществляется возврат к пункту 4. Иначе, перейти к пункту 8.
8. Поиск решения прекращается, выводятся результаты окончательного выбора ЛПР: оптимальное значение режимных, (управляющих) параметров – $x^*(\beta^t)$; обеспечивающие лучшее значения критерия – $\mu_0(x^*(\beta^t))$ и степень выполнения нечетких ограничений – $\mu_1(x^*(\beta^t)), \dots, \mu_L(x^*(\beta^t))$.

В случае затруднений в выполнении последнего пункта предлагается организовать диалоговую процедуру, которая позволяет от ЛПР получить дополнительную информацию о его предпочтениях, существенно сужающую исходное множество решений.

В предложенном методе исходное Паретовское множество решений аппроксимируется N точками, для которых ищутся решения. В этом случае, вопрос о выборе лучшего решения ложится на плечи человека, ЛПР. Существует специальный метод диалогового поиска наилучшего Паретовского решения [17].

В общем случае, на основе идеи *метода главного критерия (МС)* задача многокритериальной оптимизации с L ограничениями (1) – (2) переписывается в виде:

$$\text{П.2. } \max_{x \in X} \mu_0^1(x),$$

$$X = \{x : x \in \Omega \wedge \arg(\mu_q(x) \geq \mu_q^R) \wedge \arg(\mu_0^i(x) \geq \mu_{0R}^i), q = \overline{1, L}, i = \overline{2, m}\}$$

Решение данной задачи зависит от граничных значений - $\mu_1^R, \dots, \mu_L^R; \mu_{0R}^2, \dots, \mu_{0R}^m$.

Приведем структуру предлагаемого эвристического метода решения задачи П.2.

Метод FMC+МС.

1. Задать ряд приоритетов для ограничений $I_R = \{1, \dots, L\}$ и локальных критериев $I_C = \{1, \dots, m\}$ (главный критерий должен иметь приоритет 1).
2. ЛПР назначить граничные значения ограничений $\mu_q^R, q = \overline{1, L}$ и $\mu_{0R}^i, i = \overline{2, m}$.

3. На основе экспертной информации определить терм-множество нечетких параметров и построить функции принадлежности выполнения ограничений $\mu_q(x) \geq \mu_q^R, q = \overline{1, L}$ и $\mu_0^i(x) \geq \mu_{0R}^i, i = \overline{2, m}$.

4. Решить задачу П.2 (максимизировать главный критерий $\mu_0^1(x)$, на множестве X) и определить решения: $x^*(\mu_{0R}^i, \mu_q^R); \mu_0^1(x^*(\mu_{0R}^i, \mu_q^R)), \dots, \dots, \mu_0^m(x^*(\mu_{0R}^i, \mu_q^R)); \mu_1(x^*(\mu_{0R}^i, \mu_q^R)), \dots, \mu_L(x^*(\mu_{0R}^i, \mu_q^R)), i = \overline{2, m}, q = \overline{1, L}$.

5. Предъявить ЛПР полученные решения. Если текущие результаты не удовлетворяют ЛПР, то им назначаются новые значения μ_{0R}^i, μ_q^R и вернуться к пункту 3, иначе процедуру поиска решения прекратить и вывести окончательные результаты.

Как уже отмечалось, для большей обоснованности в назначении ЛПР граничных значений μ_{0R}^i и $\mu_q^R, i = \overline{2, m}, q = \overline{1, L}$, нужно построить диалоговые процедуры для назначения разных граничных значений, анализа полученных результатов ЛПР и выбора новых значений μ_{0R}^i, μ_q^R .

Рассмотрим основные критерии и ограничения необходимые для решения задач многокритериальной оптимизации режимов работы УЗК. На основе системного анализа работы УЗЕ, цеха в составе завода выделены следующие основные локальные критерии:

- прибыль, получаемая от производственной деятельности цеха, тенге:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j \in S_k} (U_{kj} - C_{kj}) P_{kj}^*, \quad (3)$$

где U_{kj}, C_{kj}, P_{kj}^* – соответственно цена, себестоимость и объем j -го продукта, вырабатываемого на k -том агрегате; K – количество основных агрегатов, с которых снимаются продукты; S_k – множество индексов продуктов производимых на k -том технологическом агрегате УЗК.

- количество товарных продуктов, т/ч:

$$P_{kj}, k = \overline{1, K}, j \in S_k^n \quad (4)$$

где P_{kj} -вырабатываемое количество товарных продуктов; S_k^n – множество индексов нормируемых продуктов;

- качество товарных продуктов, °С, %:

$$Q_{kj}, k = \overline{1, K}, j \in S_k^n, \quad (5)$$

где Q_{kj} – вектор параметров, характеризующий качество продуктов;

- сроки межремонтного пробега, сутки:

$$T_k, k = \overline{1, K}, \quad (6)$$

где T_k – время безремонтной работы k -го агрегата;

- показатели расходов энергоресурса и реагентов, ккал/т, кВт/т, кг/т:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j \in S_k} (\alpha_{kj} + \beta_{kj} + \gamma_{kj}) P_{kj}, \quad (7)$$

где $\alpha_{kj}, \beta_{kj}, \gamma_{kj}$ – соответственно расходные коэффициенты теплоэнергии, электроэнергии и реагентов.

В разрабатываемой системе принятия решений (СПР) необходимо предусмотреть возможность изменения взаимной важности критериев. Например. ЛПП в зависимости от поставленной задачи, в диалоговом режиме выбирает соответствующие критерии и задает вектор весов. Кроме этого, СПР должна учитывать ограничения, определяемые регламентом технологического процесса, протекающего на установке, и задаваемые пользователем.

Приведем основные ограничения:

- интервалы возможных изменений режимных, управляющих параметров процесса:

$$\Omega_x = \{x_i : x_i^{\min} \leq x_i \leq x_i^{\max}, i = \overline{1, n}\}; \quad (8)$$

- ограничения на значения локальных критериев качества:

$$\Omega_f = \{f_q : f_q^{\min} \leq f_q \leq f_q^{\max}, q = \overline{1, k}\}; \quad (9)$$

- удовлетворение заданной потребности в продуктах (выполнение производственного плана):

$$P_{kj} \geq P_{kj}^z, k = \overline{1, K}, j \in S_k \quad (10)$$

где P_{kj}^z – потребность (план) производства j -го продукта;

- удовлетворение требуемого качества товарных продуктов:

$$Q_{kj} > Q_{kj}^z, k = \overline{1, K}, j \in S_k^n \quad (11)$$

где Q_{kj}^z – параметры, определяющие необходимое качество нормируемых продуктов;

- обеспечение требуемого количество дней нормальной работы агрегатов установки:

$$T_k \geq T_k^z, k = \overline{1, K}, \quad (12)$$

где T_k^z – планируемый срок безремонтной работы k -го агрегата установки.

Определение оптимального объема выработки того или иного продукта УЗК, на основе прогнозирования потребностей на этих продуктов в условиях рыночного отношения, является самостоятельной специфической задачей. В данной работе потребность или план производства продуктов определяется планом завода и считается заданной.

4. Заключение. Задачи многокритериальной оптимизации в нечеткой среде ХТС на примере УЗК сформулированы в виде задачи многокритериального выбора режимов работы установки на основе опыта и знаний ЛПП, обеспечивающие желаемые значения локальных критериев качества и предложены эвристические методы ее решения. Локальные критерии поставленной задачи могут быть нечеткими и характеризуются коэффициентами относительной важности, что позволяют более адекватно описать и учитывать ситуацию реальных технологических объектов ХТС. Сформулированные постановки решаемой многокритериальной задачи нечеткой оптимизации и предлагаемые методы их решения основаны на использования идей модифицированных принципа Парето оптимальности и метода главного критерия и их комбинации.

Для решения многокритериальных задач оптимизации УЗК используется подход, основанный на идее выявления предпочтений ЛПП одновременно с исследованием допустимого множества действий для отыскания эффективных решений. В качестве средства реализации этого подхода предлагается эвристические методы, которые реализованы в виде диалоговых процедур многокритериальной оптимизации.

Особенностью поставленной задачи управления УЗК является то, что в зависимости от производственной ситуации взаимная важность критериев меняется. Аналогично, на основе различных компромиссных схем, принципов оптимальности можно получить семейство постановок многокритериальных задач оптимизации (в виде задач нечеткого математического программирования) и предложить эвристические методы их решения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Оразбаева К.Н. Исследование экономико-экологических критериев установки каталитического риформинга, формализация задачи оптимизации и разработка алгоритма ее решения // «Нефть и газ», 2007. № 2, -С.86-93.
- [2] Zhi-Wen Zhao, De-Hui. Wang Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model. Mathematical and Computer Modelling. Vol. 56, 152-166. 2015.
- [3] B.B. Orazbayev, K.N. Orazbayeva, L.T. Kurmangaziyeva, V.E. Makhatova Multi-criteria optimisation problems for chem.l eng.systems and algorithms for their solution based on fuzzy math. methods. EXCLI Journal 2015; vol.14: P.984-998.
- [4] Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. ЕНУ, -Астана: 2016, 398 с.
- [5] Шкодин Ю.К., Швайгерт А.Н. Интенсификация работы установки замедленного коксования типа 21-10/6 Атырауского НПЗ // Исследование в области производства нефтяного кокса. -М.: 2015, Нефть и газ. 97 с.
- [6] Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л.Т. Разработка математических моделей и оптимизация химико-технологических систем при нечеткости исходной информации. -Москва: Российская Академия Естественных наук. 2014. -163 с.
- [7] Mishura Y., Zubchenko V. Heuristic methods for solving multicriterial problem problems in a non-environment environment. Mathematical and Computer Modelling. Vol. 65, No 11. 2017. P. 143-152.
- [8] Rykov A.S. Application of Fuzzy Sets Theory for Dialogue Modeling of Petroleum Coking Process. Warsaw, Poland, 2014. -156 p.
- [9] Sharikov Yu.V., Petrov P.A. Universal model for catalytic reforming// Chemical and Petroleum Engineering. 2013. Vol. 43. № 9, P. 580-597.
- [10] Prasolov AV, Khovanov NV On forecasting using statistical and expert methods // Automation. 2015. №. 6. -P.29-142.
- [11]. Kuznetsov A.G. Orazbaev B.B. and Fuzzy sets application for modellind and control of rectification technology. Preprints IFAC, International Symposi ADCHEM 16, Advanced control of chemical process. Paris. Franse, 2016. -P.90-97.
- [12] Рыков А.С., Оразбаев Б.Б., Кузнецов А.Г. Математическое моделирование процесса получения кокса на установках замедленного коксования. // Изв. ВУЗов, Черн. металлургия, -Москва: №8, 1998. -С.66-69.
- [13] Семенов А.Р. Моделирование технологических процессов УЗК с использованием теории нечетких множеств // Труды XXV конф. Молодых ученых и специалистов Московского физико-технического института. -Долгопрудный., МФТИ, -2012, -С.45-52.
- [14] Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. Vol. No 11. 2013. -P. 3-28.
- [15] Dubua D., Prade H. Systems of Linear fuzzy constraints. Fuzzy Sets and Systems. Vol. 20. №3, 2014. -P. 20-33.
- [16] Першин О.Ю. Парето-оптимальные и лексикографические решения частично-целочисленных задач. // АИТ. 1994. № 2. С. 139-148.
- [17] Рыков А.С. Эвристические методы решения задач многокритериальной задачи в металлургии. -М.: Металлургия, 2013. 115 с.

Оразбаев Б.Б., Асанова Б.У., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т.

БКҚ жұмыс режимдерін көпкритерийлі оптимизациялау есептерін формализациялау мен қою және оларды шешу тәсілдері

Түйіндемесі. БКҚ айқын емес ортада көпкритерийлі оптимизациялау есебі формализацияланып, оның қойылымы ШҚТ тәжірибесі мен білімі негізінде қондырғының жұмыс режимдерін көпкритерийлі таңдау есебі түрінде алынған. Қойылған есеп БКҚ жұмыс сапасын бағалайтын локальды критерийлердің қалаулы мәндерін қамтамасыз етеді және оларды шешудің эвристикалық тәсілдері құрылған. Айқын емес ортада көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің тұжырымдалған қойылымдары алынған, оларды шешудің ұсынылған эвристикалық тәсілдері шешім қабылдаудың түрлі ымыралық схемаларының идеяларын (Парето оптималдық және бас критерий тәсілі) қолдануға негізделген.

Кілттік сөздер: көпкритерийлік оптимизациялау, шешім қабылдау, эвристикалық тәсілдер, баяу коксiлеу қондырғысы.

Orazbayev B.B., Assanova B.U., Orazbayeva K.N., Kurmangaziyeva L.N.

Formalization and statement of tasks of multi-criterial optimization of operating modes of utosis and approaches to their solution

Summary. Formulations of multicriteria optimization problems in a fuzzy environment of ultrasonic testing in the form of a problem of multi-criterion selection of operating modes of an installation based on the experience and knowledge of decision-makers are formalized and obtained, providing the desired values of local criteria that assess the

quality of ultrasonic testing and heuristic methods for solving it. The formulated statements of the multicriteria optimization problem in a fuzzy environment and the proposed heuristic methods for their solution are based on the use of ideas of compromise decision-making schemes (Pareto optimality and the method of the main criterion).

Keywords: Multi-criteria optimization, decision making, heuristic methods, model, delayed coking unit.

УДК 658.562:663/664

К.Х. Мухамеджанов

(Казахский Национальный аграрный университет, г. Алматы, Республика Казахстан
tuma80@mail.ru)

АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДО ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ХАССП

Аннотация. Целью данной работы является анализ результативности производственного процесса и готовой продукции на отдельно взятом производстве кисломолочных продуктов на основе верблюжьего молока до внедрения системы обеспечения качества НАССР. Проведена оценка результативности функционирующей на предприятии системы качества и результативности производственного процесса, собраны и проанализированы данные, полученные в результате испытаний готовой продукции выбранного ассортимента. Проведены испытания по физико-химическим и микробиологическим показателям. Описаны недостатки действующей системы контроля качества и безопасности. Предоставлены рекомендации по улучшению алгоритмов для выявления, мониторинга и управления параметрами технологического процесса.

Ключевые слова: НАССР, оценка результативности, система оценки качества, программное обеспечение, безопасность производства.

Введение. В настоящее время большое внимание уделяется качеству и безопасности производимой продукции. В условиях рыночных отношений только стабильное качество товара может привлечь покупателя и обеспечить предприятию прибыль.

Неоспоримым фактом становится и то, что потребитель вправе ожидать, что используемые им продукты питания безопасны (безвредны), пригодны для употребления в пищу и что немаловажно - являются источником всех необходимых для правильного развития веществ [1,2]. Заболевания и расстройства, вызванные продуктами питания, в лучшем случае неприятны, в худшем - смертельны. Поэтому обеспечение безопасности и безвредности продуктов питания является частью политики государства, осуществляемой в целях исполнения законодательства и основных прав человека, реализации государственных гарантий в области продовольственной безопасности, в том числе в области защиты населения в условиях продовольственных кризисов [2, 3, 4 и др.]. Данные мероприятия осуществляют: правительство государства, органы государственной власти субъектов государства, а также государственные службы и инспекции в пределах своей компетенции. Однако без активной деятельности в данной области предприятий, осуществляющих производство, хранение и реализацию пищевых продуктов решение проблем безопасности и безвредности пищевых продуктов практически невозможно [5].

Качество и безопасность производства пищевых продуктов должны быть гарантированными для потребителей, независимо от того, какую долю рынка занимает тот или иной производитель. В настоящее время крупным компаниям-производителям пищевых продуктов в большинстве своем удалось сохранить сложившиеся системы ветеринарного, производственного и лабораторного контроля. Однако данный комплекс мероприятий не достаточен для обеспечения стабильности и гарантирования безопасности пищевой продукции и не отвечает всем требованиям норм европейского и международного пищевого законодательства [6, 7 и др.], в том числе касающихся систематизации мероприятий в области безопасности пищевых продуктов и создания на предприятиях-изготовителях документальной базы, подтверждающей выполнение всех запланированных действий и измерений.

Неоднократно отмечалось, что многие из данных предприятий имеют недостаточно адекватные программы управления безопасностью и качеством продукции, не отвечают законодательным нацио-

нальным требованиям по санитарии производственных помещений и гигиене персонала, характеристикам обрабатываемого сырья, применяемым технологиям, квалификации ведущих специалистов, техническому обеспечению и другим требованиям. При этом большая часть возникающих проблем является следствием ограниченной практики надлежащего управления процессами производства, и вопросы безопасности при производстве продукции на данных предприятиях стоят очень остро. Ситуация осложняется тем обстоятельством, что продукция средних, малых и сверхмалых предприятий в большей части реализуется через продовольственные рынки, где вероятность возникновения нарушений при хранении и реализации продукции высока.

Учитывая вышеизложенное данное исследования, направленные на разработку и определение критериев оценки результативности производственного процесса и готовой продукции.

Методика. В качестве объектов исследования взят технологический процесс производства кисломолочных продуктов на основе верблюжьего молока:

- «Молоко верблюжье пастеризованное»
- «Шубат улучшенный»
- «Биошубат из верблюжьего молока»

на молочном предприятии ТОО «Даулет- Бекет» Алматинская обл., с. Акши.

Данный производственный процесс достаточно подробно изучен и регламентирован. При этом значимых изменений в осуществление процесса производства кисломолочных изделий вносить не планируется, так как это не является целью исследований.

Работы осуществлялись в соответствии с показателями и нормативами регламентированными Стандартами организации.

Испытания по физико-химическим и микробиологическим показателям осуществлялись в аккредитованной испытательной лабораторией. При проведении всех исследований строго соблюдались правила средних проб, каждая проба исследовалась на один и тот же показатель дважды, с вычислением среднего значения.

Для достижения поставленной цели и решения задач настоящей работы, были использованы следующие методики и регламентированные:

- процедуры сбора и обработки исходной информации [8];
- методы оценки качества и безопасности готового продукта, в том числе микробиологические, химические и физические методы
- методы оценки результативности производственного процесса;
- методы статистической обработки результатов.

Для определения показателей, характеризующих готовую продукцию с точки зрения качества и безопасности, были использованы стандартизованные методики, регламентированные нормативными, руководящими и методическими документами.

Показатели результативности процесса производства кисломолочных изделий определялись путем оценки соответствия измеренных данных, в результате осуществления процесса, тем данным процесса, получение которых было запланировано, в том числе по выделенным показателям:

1. выполнение производственного плана по выработке готовой продукции, процент выполненного от запланированного;
2. количество произведенной готовой продукции, несоответствия в которой были выявлены до отправки потребителю, процент к объему произведенной продукции
3. количество несоответствующей продукции полученной в результате производства, несоответствия в которой были выявлены потребителем, процент к объему произведенной продукции
4. возврат основного сырья поставщику по результатам входного контроля, процент от проанализированного основного сырья
5. количество полуфабрикатов с несоответствиями по ключевым технологическим процессам, процент к выполненному объему

Результаты. Для опосредованной оценки результативности функционирующей на предприятии системы качества и результативности производственного процесса были собраны и проанализированы данные, полученные в результате испытаний готовой продукции выбранного ассортиментного перечня в соответствии с показателями и нормативами, регламентированными СТ ТОО 39476196-01-2008, СТ ТОО 39476196-02-2008, СТ ТОО 39476196-03-2008 [9,10,11].

Испытания по физико-химическим и микробиологическим показателям осуществлялись аккредитованной производственной лабораторией. Испытания по показателям безопасности осуществлялись аккредитованным испытательным центром.

При проведении всех исследований строго соблюдались правила средних проб, каждая проба исследовалась на один и тот же показатель дважды, с вычислением среднего значения

Полученные результаты исследований по показателям безопасности не выявили превышений установленных нормативов и пограничных значений, таким образом, все исследованные образцы удовлетворяли требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01 и СанПиН 2.3.4.551-96 по содержанию токсичных элементов, антибиотиков, пестицидов, радионуклидов, БГКП, сульфитредуцирующих клостридий, *Staphylococcus aureus*, патогенных микроорганизмов.

Для удобства анализа данных, средние значения по результатам исследований КМАФАнМ [количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов] и физико-химическим показателям качества, а также стандартные отклонения по генеральной совокупности представлены на диаграммах (рис. 1-2).

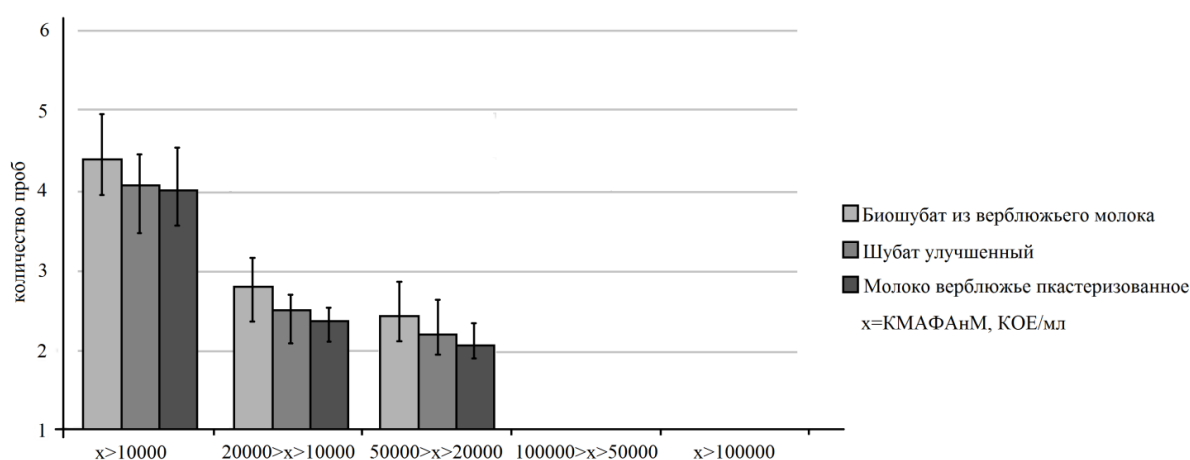


Рис.1 Результаты исследований по микробиологическому показателю (КМАФАнМ)

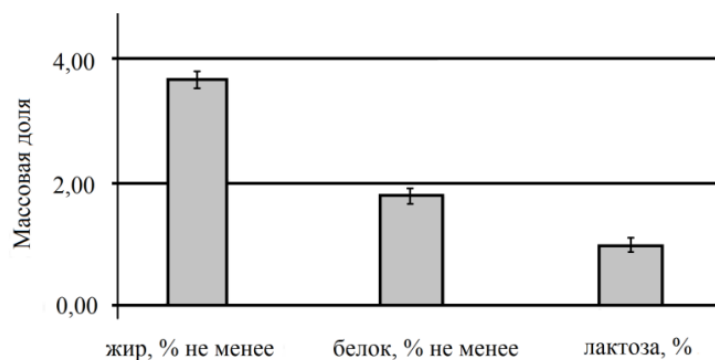


Рис. 2 Результаты исследований по физико-химическим показателям

В процессе диагностического аудита и исследований готовой продукции было установлено, что система контроля качества и безопасности имеет ряд слабых мест. В первую очередь, это отсутствие регламентированных путей сбора и передачи информации, что значительно уменьшает результативность и эффективность системы качества в целом. Вместе с тем существует большое количество отдельных элементов системы, охватывающих деятельность отдельных структурных подразделений или отдельных цепочек подпроцессов. Большая часть этих элементов достаточно действенны в первую очередь в отношении выявления несоответствующей продукции, а не предупреждения ее выработки. Поэтому нами для опосредованной оценки результативности функционирующей на предприятии системы качества готовой продукции были собраны и проанализированы данные, характери-

зующие результативность производства молочной продукции выбранного ассортиментного перечня. Данные собирались еженедельно на протяжении пяти месяцев.

В ходе сбора информации были сделаны следующие наблюдения: в большинстве случаев несоответствующая продукция, выявленная до завершения технологического процесса по распоряжению мастера участка или сменного технолога направлялась на переработку внутри производственного участка или изменялось направление переработки такого сырья внутри производственного процесса, поэтому такие перестановки не фиксировались в производственных отчетах как несоответствующая продукция. Для целей исследования, была изыскана возможность просчитать данный показатель несоответствующей продукции, полученной на различных стадиях производственного процесса. Так как не на всех производственных участках возможно было отсечь и просчитать данный показатель, то нами были выбраны ключевые технологические операции, в которых основное сырье претерпевает значительные качественные изменения, в частности гомогенизация молочной смеси, пастеризация, заквашивание и сквашивание сливочной смеси. Соответственно, от данных изменений в большей степени зависит качество и безопасность готового продукта. С другой точки зрения, данные стадии производственного процесса имеют большое количество контролируемых (в том числе критических) параметров, что предполагает, вероятно, большое количество негативных отклонений в случае несовершенства системы контроля (управления) или других слабых мест в осуществлении производственного процесса.

Обсуждение. Результаты показали, что в целом результаты в санитарном отношении благополучны, так как ни один из результатов исследований не дал отрицательного или пограничного результата, позволяющего сомневаться в безопасности готовой пищевой продукции с микробиологической точки зрения. Однако в производстве возможны улучшения производственного процесса с санитарной точки зрения, в следствии:

- значительного разброса значений полученных результатов (стандартные отклонения составляют от 14% величины среднего значения);
- сравнительного увеличения КМАФАнМ на 25,4% в готовой продукции по сравнению с данными предыдущих исследований;

Вместе с тем результаты исследований продукта имеют большой разброс. Например, стандартные отклонения по массовой доле жира составляют от 3,15 до 3,25, тогда как значение самого показателя не превышает 1,4%.

В некоторых пробах готового продукта было выявлено превышение доли жира, так как технология производства продукции допускала отклонения массовой доли жира +0,1% по причине того, что содержание жира в верблюжьем молоке колеблется в довольно широком диапазоне, которое зависит от вида, сезона года, кормовых, индивидуальных и других факторов.

Готовый продукт по показателю массовой доли белка аналогично другим показателям не имел превышений, однако разброс значений также широк (стандартные отклонения от 0,98% до 1,01%). Кроме того, все исследованные изделия имели Кислотность ниже регламентированной нормативным документом на величину, составляющую до 5% от регламентированной.

Результаты исследований свидетельствуют о нестабильности качественных характеристик при осуществлении производственного процесса. Имеющиеся мероприятия и система контроля позволяют эффективно выявлять несоответствия (в том числе по потребительским характеристикам продукции), после того как они произошли на производстве. Несответствия в готовой продукции, выявленные перед реализацией, достигают 0,53%, среднее значение - 0,50%.

Имеются возвраты и рекламации с предприятий торговли. Несмотря на то, что значительных (критических) несоответствий среди таких случаев не выявлено, но процент возвратов составляет 0,33% (данные не включают возвраты по причине истечения сроков годности). Максимальный объем возвратов составил 0,5%.

Несмотря на имеющийся регламент производственных операций, на некоторых стадиях производственного процесса имеется достаточно большой объем несоответствий, причем разброс их достаточно большой. Особенно характерно: стадия заквашивание и сквашивание сливочной смеси, минимальное количество несоответствий 0,02%, максимальное - 0,05%. Наглядно по данному процессу данные представлены на диаграмме (рис. 3)

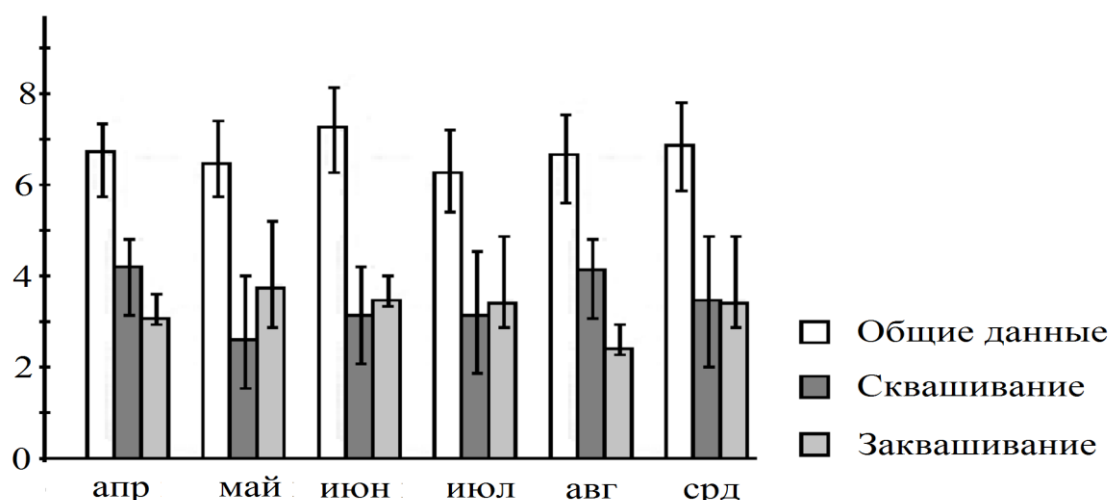


Рис.3. Количество несоответствий на стадии заквашивание и сквашивание сливочной смеси

Анализ собранной информации показал, что описанный инструкциями технологический процесс выполнялся рабочим персоналом каждый раз с некоторым количеством несоответствий, которые не фиксировались и не соотносились с причинами. Вследствие этого возникающие несоответствия не анализировались специалистами и не предотвращались впоследствии. То есть, раз за разом технологический процесс выполнялся рабочими по одной и той же цепочке, несмотря на результаты предыдущего.

Все отклонения в производственном процессе, зарегистрированные в момент сбора информации влекли за собой затраты различного происхождения для предприятия, в том числе:

- собственная стоимость несоответствующей продукции или полуфабриката по технологическому процессу;
- недополученная прибыль из-за отсутствия реализации данной продукции;
- стоимость излишнего производственного времени;
- в случае утилизации продукции - затраты на утилизацию;
- возмещение ущерба по рекламациям, рассмотрение жалоб, транспортировка возвращенной продукции и др.

Данные затраты не выделялись как дополнительные, что приводило к необоснованному удорожанию всего производственного процесса, которое негативно отразилось на формировании себестоимости продукции, и, в конечном итоге, на ее конкурентоспособности. Анализ характера несоответствий и причин их возникновения в большинстве случаев сводился к уличению и материальному наказанию виновных, данное обстоятельство никак не стимулировало предупреждения возникновения аналогичных несоответствий в дальнейшем путем выявления их на ранних стадиях процесса.

Заключение. Таким образом, из проанализированных данных можно сделать следующие выводы:

1) Результативность осуществления производственного процесса напрямую зависит от квалификации рабочего персонала, непосредственно задействованного в отдельных операциях (более 44% несоответствий).

2) Второй наиболее значимой причиной появления несоответствий явились нестабильные характеристики получаемого основного сырья и вспомогательных материалов при отсутствии предварительного выбора поставщиков. (22%).

3) Возникновение несоответствий более чем в 70% случаев связано с нарушениями регламента производственного процесса. По экспертным оценкам до 50% всех возникших несоответствий возможно было предотвратить.

Сведения, полученные при диагностическом аудите служат основой реализации необходимых действий в выявленных слабых местах производства. Также при диагностическом аудите был выявлен ряд направлений для улучшений и областей, где документирование и регламентирование процессов окажутся наиболее эффективными. Диагностический аудит и сбор предварительной информации являются обязательными этапами при разработке и внедрении системы [12].

Не выявлено значительных отклонений по качеству и безопасности готовой продукции, однако характеристики готовой продукции и производственного процесса отличаются нестабильностью и непредсказуемостью, что неизменно влечет к усилению контроля результатов деятельности и доведения такого контроля до тотального.

Так как второй наиболее значимой причиной появления несоответствий явились нестабильные характеристики получаемого основного сырья и вспомогательных материалов (22%), то при разработке и внедрении интегральной системы обеспечения качества и безопасности целесообразно уделить особое внимание предварительной работе с поставщиками, включающей их оценку и введение практики проведения аудитов «второй стороной».

При формировании системы мониторинга на производстве необходимо использовать алгоритм для выявления, мониторинга и управления параметрами технологического процесса, так как отсутствие или несвоевременность передачи информации негативным образом сказываются на результатах деятельности (в совокупности до 11 % несоответствий).

Продолжением дальнейших работ по данному направлению являются: внедрение системы НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), способы автоматизации данного процесса а так же анализ результативности производственного процесса и готовой продукции после внедрения системы НАССР.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Report of a WHO Consultation (World Health Organization) In collaboration with the Ministry of Health, Welfare and Sports Strategies for Implementing HACCP in Small and/or Less Developed Business. The Netherlands The Hague, 16-19 June 2010.

[2] Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the hygiene of foodstuffs

[3] Закон Республики Казахстан от 9 ноября 2004 года № 603-III О техническом регулировании

[4] Закон Республики Казахстан “О безопасности пищевой продукции” (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.12.2014 г.)

[5] Белая книга по безопасности питания. Комиссия Европейского Сообщества. // Официальное издание. Брюссель. - 12 января 2007.

[6] DS 3027 E, 2012 Management of food safety based on HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) – Requirement for management system for food production organizations and their suppliers// Standard of Denmark

[7] The secondary food law of Great Britain, Enactment about Food Safety, 12/06/1995, №1763

[8] ТК РК 4.2-МР-14-2002 Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов НАССР. Методические рекомендации по сбору и обработке исходной информации о продукции и производстве. // Официальное издание.

[9] Стандарт организации СТ ТОО 39476196-01-2008. Бишубат из верблюжьего молока / Серикбаева А.Д.- Алматы, 2008.-10с.

[10] Стандарт организации СТ ТОО 39476196-02-2008. Пастеризованное верблюжье молоко / Серикбаева А.Д.- Алматы, 2008. - 10с.

[11] Стандарт организации СТ ТОО 39476196-03-2008. Шубат улучшенный / Серикбаева А.Д. - Алматы, 2008.-10с.

[12] Мусаев А.А., Никитин В.А. Оценивание качества управление процессами на основе многомерного статистического контроля // Стандарты и качества. - 2007,- №12, с. 38-45

Мухамеджанов К.Х.

НАССР сапа қамтамасыз ету жүйесін енгізу алдындағы қазіргі заманғы жүйесін талдау

Түйіндемесі. Бұл жұмыстың мақсаты - НАССР сапасын қамтамасыз ету жүйесін енгізгенге дейін, ферменттелген сүт өнімдерінің біртұтас өндірісінде өндірістік процестің және дайын өнімнің тиімділігін талдау. Кәсіпорында жұмыс істейтін өндірістік процестің сапасы мен тиімділігі жүйесінің тиімділігін бағалау жүргізілді, іріктелген ассортимент тізімінің дайын өнімді сынақтан өткізу нәтижесінде алынған деректер жиналды және талданды. Сынақтар физика-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштер бойынша жүргізілді. Ағымдағы сапа және қауіпсіздік жүйесінің кемшіліктері сипатталған. Технологиялық үрдістің параметрлерін анықтау, бақылау және бақылау үшін алгоритмдерді жетілдіру бойынша ұсынымдар берілді.

Түйін сөздер: НАССР, өнімділікті бағалау, сапаны бағалау жүйесі, бағдарламалық қамтамасыз ету, өндірістік қауіпсіздік.

Mukhamejanov K.K.

Analysis of the current quality assessment system prior to implementation of the HACCP quality assurance system

Summary. The purpose of this work is to analyze the effectiveness of the production process and finished products in a single production of fermented milk products based on camel milk before the implementation of the quality assurance system of HACCP. The evaluation of the effectiveness of the system of quality and efficiency of the production process functioning at the enterprise was carried out, the data obtained as a result of testing the finished products of the selected assortment list were collected and analyzed. Tests were carried out on physicochemical and microbiological indicators. The shortcomings of the current system of quality and safety control are described. Recommendations are given for improving algorithms for detecting, monitoring and controlling the parameters of the technological process.

Key words: HACCP, performance evaluation, quality assessment system, software, production safety.

УДК 631.95

¹А.С. Сейтказиев, ²С.З. Елюбаев, С.Б. Жапарова, ⁴К.К. Шилибек
(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати^{1,4}, Тараз.
Кокшетауский университет им. Абая Мырзахметова^{2,3}
Республика Казахстан)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛЕЙ ОТ ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ
ГРУНТОВЫХ ВОД И УРОВНИ ОПАСНОСТИ ПОЧВОГРУНТА**

Аннотация. Определены запасы солей от испарения с поверхности грунтовых вод, а также установлены оптимальные нормы промывки исследуемого участка. Определены экологические коэффициенты характеризующие уровень опасности в расчетном слое почвогрунта.

Ключевые слова: грунтовых вод, гидрохимия, засоленных почв, водные ресурсы, экологические коэффициенты.

Введение

Решение ряда важных экологических и мелиоративных проблем связано с необходимостью надежного количественного прогноза продуктивности растений при различных климатических условиях и режимах питания. Основными такими проблемами являются следующее: обоснования решений по рациональному использованию ресурсов биосферы, мероприятия по охране окружающей среды, разработка водосберегающей технологии засоленных и орошаемых земель, совершенствования обоснования систем мелиорации земель и др.

Целью создания условий для улучшения почвообразовательного процесса обеспечивающих возможность расширенного воспроизводства плодородия почв в процессе геосистеме. Для этого необходимо сохранять автоморфный режим почвообразования, грунтовые воды поддерживать на достаточно большой глубине, чтобы предупредить возможность вторичного засоления почв при минимальных затратах поливной воды.

В настоящее время в мелиорации почв есть некоторые проблемные вопросы, которые являются не полностью решенными и требуют специального исследования для уточнения их значений. Они следующие: определение значений испарения с поверхности грунтовых вод; прогноз солевого режима в межполивной период; определение значений критического залегания уровня грунтовых вод и другие [1-2].

Испарение с поверхности грунтовых вод (ИПГВ) является самым важным фактором засоления почв. Поэтому количественное определение ее значений для почвогрунтов, имеющие разные водно-физические свойства имеет большое научное и практическое значение.

Методы исследования

Для изучения испарения с поверхности грунтовых вод на каждом опытном участке выделено 5 площадок, лишенных растительности. Площадки отличались друг от друга по солесодержанию почвогрунтов и минерализации грунтовых вод. Проведенные многолетние исследования показывают, что определенному солесодержанию почвогрунтов соответствует определенная минерализация грунтовых вод. Так, например, если среднее солесодержание в верхнем метровом слое почвогрунтов

составляет не более 0,30% и на трехметровой глубине не превышает 0,6% (по плотному остатку), то в таких местах минерализация грунтовых вод колеблется в пределах от 2 до 5 г/л.

Испарение с поверхности грунтовых вод оределялось по методу водного баланса. Для этой цели также использовались материалы полевых лизиметрических определений [1]. Полученные данные внесены в таблицу 1 и изображены на рисунке 1. Из таблицы и рисунки видно, что наиболее высокие значения испарение с поверхности грунтовых вод наблюдается, когда уровень грунтовых вод залегает на глубине выше одного метра от поверхности земли, а наименьшие значения на глубине около 2.0- для 1гр. и около 3.0- для остальных групп почв.

Обработка материалов, проведенных в таблице 1 показала, что связь испарения грунтовых вод с глубиной залегания их уровня имеет экспансиональный характер и подчиняется следующему уравнению [1-3]:

$$E_{\text{ИСББ}} = E_0 \left(1 - \frac{h}{H_{\text{ТСК}}}\right) e^{-nh}, \quad (1)$$

где E_0 -испаряемость, м; h - глубина залегания грунтовых вод, м; $H_{\text{внс}}$ -водоподъемная способность почво грунтов, м; e -основание натуральных логарифмов; n -параметр, учитывающий водно-физические свойства почвогрунтов.

Испаряемость поверхность почвы в условиях Средней Азии определяется по следующим формулам [2-5]:

$$E_0 = 0,0018(25+t)^2 \cdot (100-a), \quad (2)$$

где t -температура воздуха, °С; a -относительная влажность воздуха, %.

Величины водоподъемной способности определены в зависимости от механического состава почвогрунтов. Для этой цели использованы литературные и интернетные данные (Ковда В.А., Качинский А.А., Мамедов А. и др.). Выявлено, что для 1-5 групп почв водоподъемная способность составляет соответственно: 2; 2.8; 4; 5; 6.5.

Параметр, учитывающий водно-физические свойства почвогрунтов увеличивается от почвы, имеющей легкий механический состав к тяжелым, и по пяти группам почв составляет соответственно: 0.7; 0.9; 1.1; 1.3; 1.5.

Количество поднимающихся солей на верхние слои почв за счет грунтовых вод ($C_{\text{гр}}$) можно определить следующей формулой [1,4-6]:

$$C_{\text{гр}} = E_{\text{ипгв}} \cdot h \cdot d \cdot M / 10^3, \quad (3)$$

где $E_{\text{ипгв}}$ - испарение с поверхности грунтовых вод, м³/га; M -минерализация грунтовых вод, т/м³; d -плотность почвы, т/м³; h -слой почвогрунтов, в котором идет накопление солей, м.

Важными являются данные об интенсивности вымывания при промывках различных анионов и катионов солей. Исследования показали, что в процессе промывки наиболее быстро и полно вымывается хлор, значительно меньше и медленнее – анион серной кислоты, наиболее медленно и в малом количестве – кальций.

Анализируя полученных расчетов приведенном в табличном виде (таблица 2) показывают, что количественная оценка экологическое состояние исследуемый объекты, характеризующие уровни опасности почвогрунта, подверженной ухудшению можно определить по формуле [5-6]:

$$Э_k = 1 - \exp(-C_d \cdot V_t \cdot q_k), \quad (7)$$

где $Э_k$ – экологические коэффициенты, характеризующие уровни опасности почвогрунта; C_d - допустимая минерализация в почвенном растворе, г/л; V_t - доля объема транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки; q_k - доля объема промывных вод поступающих из КДС.

Результаты исследования

Таблица 1. Зависимость содержания солей от испарения с поверхности грунтовых вод(т/га,%)

Минерализация грунтовых вод. г/л	Начальное засоление. (0-1м) % т/га		Уровень залегания грунтовых вод . м								Примечания
			0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	3.5	4.0	
			Испарение с поверхности грунтовых вод (ИПГВ). м ³								
Глинистый			1143	754	495	213	90	15.7	6.34	2.5	γ=1.45 т/м ³ ; n=1.5; H _{впс} =6.5м.
1.5	0.3	44	1.715	1.131	0.743	0.320	0.135	0.024	0.0095	0.0038	
			0.497	0.321	0.215	0.093	0.039	0.0068	0.0055	0.0011	
2	0.5	80	2.286	1.508	0.990	0.426	0.180	0.031	0.013	0.0050	
			0.829	0.547	0.359	0.154	0.065	0.011	0.0046	0.0018	
3	0.6	87	3.429	2.262	1.485	0.639	0.270	0.047	0.019	0.0075	
			0.994	0.656	0.431	0.185	0.078	0.014	0.0055	0.0022	
4	1.5	218	4.572	3.016	1.980	0.852	0.360	0.063	0.0254	0.010	
			2.486	1.640	1.077	0.463	0.196	0.034	0.014	0.0054	
5	2	290	5.715	3.77	2.475	1.065	0.450	0.078	0.032	0.0125	
			3.315	2.187	1.436	0.618	0.261	0.046	0.018	0.0073	

Экологическая оценка исследования участка по степени засоленности почвогрунтов по различными технологиями полива, показатели приведены в табличном виде (Таблица 2)[3-6].

Таблица 2. Определение экологического коэффициента, характеризующие уровни опасности почвогрунта

Характеризующие показатели	Степень засоленности			Расчетные формулы
	Слабая	Средняя	Сильная	
Площадь, ω _{нт} , га	300	300	300	
Плотность, γ, т/м ³	1.35	1.47	1.52	
Плотность твердый фазы, d, т/м ³	2.62	2.68	2.71	
Пористость, П, %	49	46	44	П=(1- γ/ d).100%, (8)
Начальная минерализация, С ₀ , г/л	1.8	2.5	4.0	
Исходное засоление, S ₀ , %	0.35	0.50	1.5	
Общий запасов солей, S _{об} , т/га	47	74	228	S _{об} =100. Н. γ . S ₀ , (9)
Вытесненные соли, S _в , т/га	27	50	176	S _в = S _{об} .(0.5-0.8), (10)
Остаток соли, S _{ос} , т/га	20	24	52	S _{ос} = S _{об} - S _в , (11)
Уровень залегания грунтовых вод, h _{угв} , м	3	3	3	
Объем воды до УГВ, W _{угв} , м ³ /га	14700	13800	13200	W _{угв} =10 ⁴ .П .h _{угв} , (12)
Запасов солей в ГВ, S _{угв} , кг/га	26460	34500	52800	S _{угв} = W _{угв} . C ₀ , (13)
Промывные нормы нетто, N _{нт} , м ³ /га	5000	6000	8000	
Промывные нормы брутто, N _{бр} , м ³ /га	6000	7000	9000	
Допустимая минерализация в почвенном растворе: С _д , г/л	2.24	2.81	4.72	C _д =S _{угв} +S _{ос} / W _{угв} +N _{бр} , (14)
Приток воды из каналов, Q, м ³ /с	0.12	0.12	0.12	
Продолжительность промывки: t, суток	174	209	279	t= N _{нт} .ω _{нт} /86400.η.Q, (15)
Доля объема транзитных вод сбрасываемых в реку в процессе промывки: V _т , в долях.	0.83	0.83	0.83	V _т =N _{нт} . ω _{нт} /86400.Q.t, (16)
Осадки промывного периода P, м ³ /га	450	520	630	
Испарение в процессе промывки E _о , м ³ /га	1000	1000	1000	

Насыщение влагой в растворенном слое: $W_n, \text{ м}^3/\text{га}$	2943	3131	3900	$W_n=100 \cdot H \cdot \beta_{\text{нв}}$ (17)
Наименьшая влагоемкость, $\beta_{\text{нв}}, \%$	21.80	21.30	25.66	
Доля объема промывных вод поступающих из КДС: q_k , в долях	0.251	0.341	0.481	
				$q_k=(N_{\text{нт}}+P-W_n-E_0)/N_{\text{бр}}$, (18)
Химизм засоления: х – с (хлоридно-сульфатное)	х-с	х-с	х-с	
Экологический коэффициент: \mathcal{E}_k .	0.37	0.55	0.85	$\mathcal{E}_k=1-\exp(-C_d \cdot V_r \cdot q_k)$
Уровень экологической опасности	Умеренно опасно	Опасно	Очень опасно	

Обсуждения и выводы

Анализируя полученных расчетов приведенном в табличном форме показывают, что количественная оценка экологической ситуации исследуемым объекте: уровень опасности ($\mathcal{E}_k= 0.37-0.85$). Таким образом, необходимо проводить эколого-мелиоративных мероприятий, для улучшения экологических ситуации регионов.

Основывая многолетним исследованием сероземно-луговых засоленных почв, а именно, анализируя почвенно –экологические и мелиоративные состояния изучаемого массива орошения пришли к следующему выводу:

-на основе изученных данных по почвенно-климатическим условиям для сероземно-луговых карбонатных почв, а также недостаточной влажности необходимо регулирование водного режима корнеобитаемого слоя.

-проведена экологическая оценка методов улучшения засоленных земель с учетом тепло- и влагообеспеченности на основе изучения водно-физического режима и по степени засоленности с различным технологиям полива, которое дают возможность для определения уровень экологической коэффициент опасности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сейтказиев А.С., Байзакова А.Е. Режим грунтовых вод, приуроченных к бассейнам рек. Вопросы мелиорации № 5-6. Москва. 2003. С.93-98.

[2] Сейтказиев А.С.Комплекс мелиоративных мероприятия и моделирование переноса солей на засоленных почвах//Мелиорация и проблемы восстановления сельского хозяйства России,Материалы международн.научно-практ.конф.(Костяковские чтения)20-21марта 2013,Москва,С.82-86.

[3] Seitkaziyeв A. Shilibek K., Seitkaziyeвa K . Methods of improvement of efficiency of the salted lands in serezemno-meadow soils// international scientific and practical conference Proceedings of the conference innovative technologies in science (February 21-22, 2015) Dubai , p.28-31

[4] Seitkaziyeв Adeubai., Shilibek Kenzhegali.Salybaiev Satipalde. Seitkaziyeвa Karlygash.The Research of the Ground Water Supply Process on Irrigated Soils at Various Flushing Technologies // World Applied Journal 26(9):1168-1173.2013

[5] Seitkaziyeв A. S., Zhaparova S S.Z. Salybayev ,Shilibek K., Seitkaziyeвa K.Evaluation of cycle technique aimed at leaching salts from saline soils// Journal of Scientific Research and Development 2 (11): 37-43, 2015 Available online at www.jsrad.org ISSN 1115-7569.

[6] Сейтказиев А.С. Почвенно-экологическая оценка засоленных земель в условиях аридной зоны// Материалы международн.научно-практ. Конф. «Мелиорация в России –традиции и современность» посвящена 110-летию С.Ф.Аверьянова, Москва,2013,С.162-170.

Сейтказиев Ә.С., Елюбаев С.З., Жапарова С.Б., Шилибек К.К.

Ыза суы бетіндегі буланудағы тұздың мөлшері және топырақтың қауіптілік деңгейін анықтау

Түйіндеме. Ыза суы бетіндегі булануға байланысты тұздың мөлшері,сонымен қатар ,зерттеу танабындағы шаюға берілген судың мөлшері анықталды. Топырақтың есептеу қабатындағы қауіптілік деңгейін сипаттайтын экологиялық коэффициенттер анықталды.

Түйінді сөздер: ыза суы, гидрохимия, тұзданған топырақтар, су қорлары ,экологиялық коэффициенттер.

Seyitzhaziev Ə.S., Elyubaev SZ, Zhaparova SB, Shilibek K.K.

Determination of the content of salts from evaporation from the surface of the ground waters and the levels of the soil hazard

Summary. Reserves of salts from evaporation from the groundwater surface are determined, and optimal washing rates for the investigated area are also established. Ecological coefficients characterizing the level of danger in the calculated soil layer are determined.

Key words: groundwater, hydrochemistry, saline soils, water resources, ecological coefficients.

УДК 519.7

О.Ж. Мамырбаев, Н.О. Мекебаев, М. Тұрдалыұлы
(ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық есептеуіш және технологиялар институты,
Алматы, Қазақстан Республикасы,
NURBAPA@MAIL.RU)

СӨЙЛЕУЛЕРДІ ТАНУ ҮДЕРІСІНДЕ MFCC АЛГОРИТМІН ҚОЛДАНУ

Андатпа. Адам дауысы аутентификация және сәйкестендіру үшін биометриялық параметр ретінде өте маңызды рөл атқарады. Бұл мақалада сөйлеу тану саласындағы зерттеулер мен алгоритмдер айтылып, сөйлеуді алдын-ала өңдеу, MFCC алгоритмінің жұмыс істеу принциптері қарастырылады. MFCC -көптеген алгоритмдер мен сөйлеу модельдері арқылы орындалуы мүмкін. Mel Frequency Cepstral коэффициенттері (MFCC) алгоритмі әдетте әр пайдаланушы үшін бірегей пайдаланушы дауысының коэффициенттерін генерациялауды талап ететін дыбысты тануды орындау үшін әсер ету әдісі ретінде әдетте қолайлы болып табылады.

Тірек сөздер: Сөйлеулерді тану, дауыс, аутентификация, FFT, MFCC.

1. Кіріспе

Қазіргі таңда ақпараттық технологиялар өмірімізге кеңінен енуде. Бүгінде әлем **төртінші өнеркәсіптік революция** дәуіріне, технологиялық, экономикалық және әлеуметтік салалардағы **терең және қарқынды өзгерістер кезеңіне** қадам басып, «**Цифрлық Қазақстан**» кешенді бағдарламасын іске асыру кезеңіне көшті.

Машиналық оқыту жасанды интеллект саласының бір бағыты болып табылып, сөйлеулерді тану үдерісінің негізгі бір бөлшегі болып қалыптасты. Ақпараттық-коммуникациялық технологияларды жылдам басқаруда сөйлеу интерфестерін құру, әртүрлі сөйлеулерді тану есептері бүгінгі күнде толығымен шешілмеген, өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Автоматты сөйлеу тану үдерісіндегі белгілі бір заңдылыққа бағынбайтын, ішкі өзгерістерге ұшырайтын диалогтық сөйлеулер мен жанрларды тану есебін шешу жолдары бүгінгі таңда әлде қайда жақсарып келеді. Терең нейрондық желілер мен тиімді оқыту әдістерін біріктіре отырып моделдеу, акустикалық және тілдік моделдерді тұрақты түрде жетілдіруге мүмкіндік береді [1, 2, 3]. Бұл жүйелер әдетте акустикалық моделдеу және реттелетін жадымен (LSTM) көп қабатты қайталанатын желілер үшін терең түйінделген нейрондық желілердің (CNN) құрылымдарын пайдаланады.

Сөйлеуді тану мәселелерін зерттеу мен Карнеги-Меллон университеті (АҚШ), Иллинойс университеті (АҚШ), Ғылым және технологиялар Орегон университеті (АҚШ), Ресей ғылым академиясының Санкт-Петербург мемлекеттік университетінің ғалымы А.А.Карпов, ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институтының ғалымдары Амиргалиев Е.Н., Мусабаев Р.Р., Мамырбаев О.Ж және Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ғалымы А.Шарипбай айналысқан.

Бұл салада Yandex, Google, Dragon Systems, Cognitive Technologies, Istrasoft, Sacrament және басқалар сияқты компаниялар зерттеу жүргізеді, бұл заман талабына байланысты сөйлеулерді танудың заманауи технологияларының өзектілігін көрсетеді.

2. Сигналдарды алдын-ала өңдеу.

Кіріс сигналдары керекті параметрлері мен мәліметтерін жоғалтпай алдын ала сығылады. Сигналды алдын ала өңдеу кезегі:

- Алдын ала кірме сигнал WAV файлына жазылады және шуылдан тазартылады.
- VAD алгоритмі көмегімен сөйлеу сигналдарынан кідіріспен сөйлеуді анықтап алуға болады.

3. Сөйлеу сигналдарының ақпараттық белгілерін анықтау.

Дауыс сөйлеулерді тануда адамдардың айтқандарын және ол бір әрекетте екі факторлы түпнұсқалықты растау арқылы біріктіреді. Сөйлеу екі факторға байланысты топталады: жеке сөйлеуді тану және телефондағы сөйлеуді тану. Бүгінгі әлемде дауысты тану көптеген аспектілерде өте маңызды рөл атқарады.

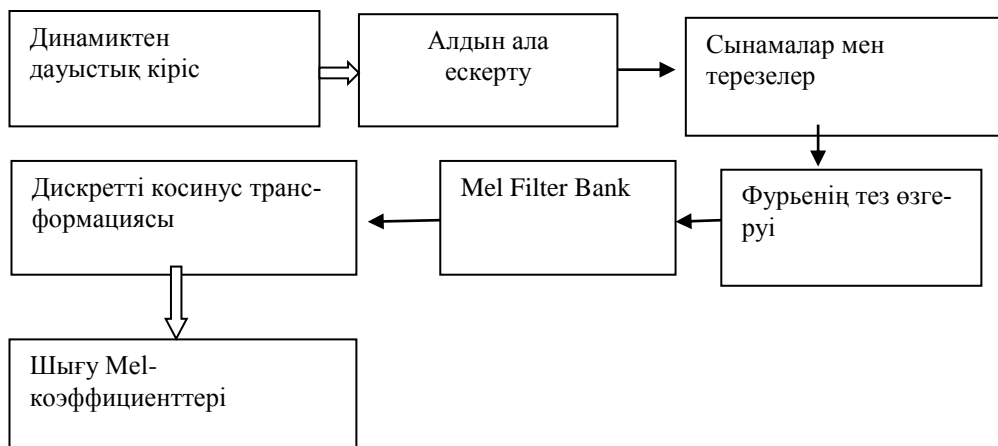
Сөйлеу сигналдарының ақпараттық белгілерін анықтау үшін MFCC (Мел-жиіліктегі кепстралды коэффициенттер) алгоритмдері қолданылады. MFCC екі негізгі қағидаға байланысты жұмыс жасайды: кепстр және мел-шкала.

Кепстр келесі формуламен анықталады:

$$x(n) = DTC\{\log |P\{f(t)\}|\}^2$$

Мел-шкала адамның есту қабілетінің сезімталдық жиілігін моделдейді.

MFCC алгоритмінің жұмыс істеу кескіні төмендегідей



1-сурет. MFCC коэффициенттерін алудың блоктық диаграммасы

Мел-жиіліктегі кепстралды коэффициенттер (MFCC) алгоритмі:

1) Алдын-ала өндеуден өткен $x(t)$ –сигналы, M-кадрдан тұратын N-бөлікке бөлінеді:

$$x(t) = X_n(t), n=1, \dots, M$$

2) Әрбір кадрда Фурье дискреттік түрлендіруі жүргізіледі:

$$Re Y_{nk} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N X_n(i) \cos(2\pi k(i-1)/N),$$

$$Im Y_{nk} = -\frac{2}{N} \sum_{i=1}^N X_n(i) \sin \cos(2\pi k(i-1)/N),$$

3) Алынған сигналдың спектрлік тығыздық күші анықталады:

$$P_n(k) = A_n(k)^2$$

$$A_n(k) = \sqrt{Re Y_n(k)^2 + Im Y_n(k)^2}$$

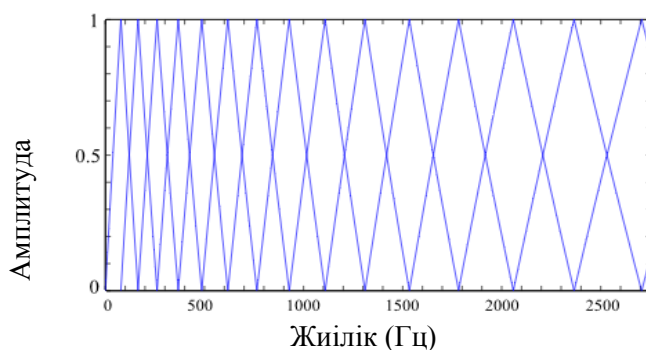
4) Фильтрлерді қолдану:

P сүзгілерінің санын көрсетіледі(сурет 2), сондай-ақ бастапқы f_i және соңғы f_h жиілігі (f_h дискретті жиілігінің жартысынан аспауы керек);

олар Мел-ге ауысады:

$$f_i^m = f_{msl}(f_i),$$

$$f_h^m = f_{msl}(f_h),$$



2-сурет. Банк сүзгісі

Мел-шкаласындағы (f_i^m, f_h^m) аралық $P+1$ өзара қиылыспайтын бірдей бөліктерге бөінеді, $(f_j^m, f_{j+1}^m), j = 1, \dots, P + 1$ мұндағы ұзындық $len = \frac{f_i^m - f_{j+1}^m}{P+1}$ тең болады.

$C^m(i) = f_i^m + i * len, i = 1, \dots, P$, осы бөліктердің орталары табылады және Гц шкаласына ауысырылады..

$C(i) = f_{hz}(C^m(i)), i = 1, \dots, P$ - бұл үшбұрышты сүзгілердің орталық жиілігі.

Үшбұрышты сүзгілер ортасы Гц-тен $P_n[k]$ массивтің санының өлшемінен ауыстырылады.

$$f_{smp}(i) = \frac{M}{F_s} C(i), i = 1, \dots, P,$$

Мұндағы F_s шығыс сигналының дискретті жиілігі.

Әрбір фильтр үшін, спектрлік қуат тығыздығының өлшемі, сәйкес сүзгіге көбейтіледі.

$$X_n(i) = \sum_{k=1}^M P_n(k) H_i(k), i = 1, \dots, P,$$

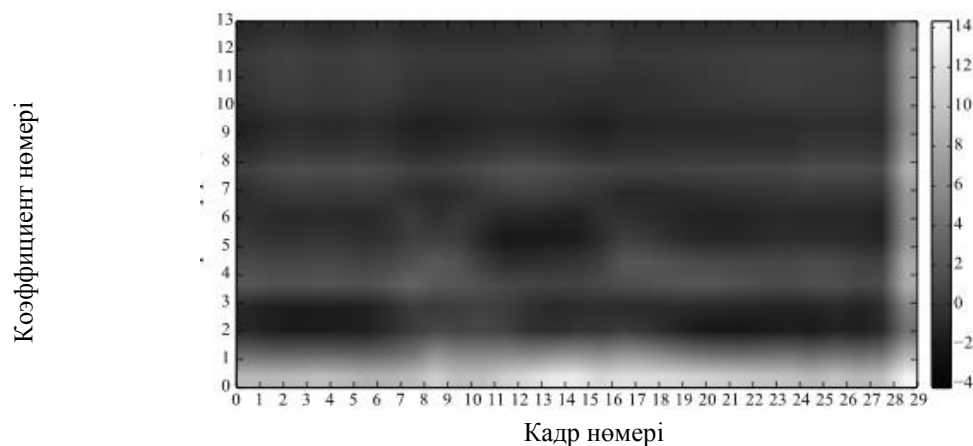
5) Логорифмдеу: $X_i(i) = \ln(X_n(i)), i = 1, \dots, P;$

6) Дискретті косинус түрлендіруі:

$$C_n(j) = \sum_{k=1}^P X_n(k) \cos\left(j \left(k - \frac{1}{2}\right) \frac{\pi}{P}\right), i = 1, \dots, P, j = 1, \dots, J,$$

онда $C_n(j)$ - жиілік коэффициенттерінің жиыны, J - коэффициенттердің қажетті саны ($J < P$).

Алынған кепстральді коэффициенттер матрицасын биттік карта түрінде ұсынуға болады. 3-суретте сондай картаның мысалы келтірілген. Оң жақтағы шкала, сұр түсті рендер мен кепстальді коэффициент мәні арасындағы сәйкестікті көрсетеді.



3-сурет. MFCC алгоритмінің биттік картасы.

Қорытынды.

Сөйлеуді тану жүйелері тұрмыстық техникаларда жиі қолданыста. Зерттеу барысында сөйлеу тану процессінде сигналдарды өңдеу кезіндегі жиі қолданылған MFCC (Мел-жиіліктегі кепстралды коэффициенттер) алгоритмінің қазақ тілін тану процесінде қолданылды. Сигналдарды өңдеуде аддитивті шу жағдайында тұрақты емес. Сөйлеуді тану үдерісінде MFCC алгоритмі дауыс сигналдарын тану үшін қолданылды. Мақала ЖТН –AP05131207 «Терең нейрондық желілерді пайдаланатын мультитілдік автоматты сөйлеуді тану технологиясын құру» жоба негізінде дайындалады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] S. Greenberg, J. Hollenback, and D. Ellis, “Insights into spoken language gleaned from phonetic transcription of the Switchboard corpus”, in Proc. ICSLP, 1996.

[2] F. J. Pineda, “Generalization of back-propagation to recurrent neural networks”, Physical Review Letters, vol.59, pp. 2229, 1987.

[3] R. J. Williams and D. Zipser, “A learning algorithm for continually running fully recurrent neural networks”, Neural Computation, vol. 1, pp. 270–280, 1989

Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О., Тұрдәліұлы М.

Применение алгоритма MFCC в процессе распознавания речи

Резюме. Человеческий голос играет очень важную роль как биометрический параметр для аутентификации и идентификации. В этой статье обсуждаются исследования и алгоритмы предварительной обработки сигналов речи и принципы алгоритма MFCC. MFCC может быть выполнена с использованием нескольких алгоритмов и речевых режимов. Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) обычно приемлемо как эффективный способ влияния на распознавание речевых сигналов, который требует генерации уникальных голосовых коэффициентов для каждого пользователя.

Ключевые слова: Распознавание речи, голос, аутентификация, FFT, MFCC.

Mamyrbayev O.J., Mekebayev N.O., Turdalyuly M.

Applied MFCC algorithm in the process of speech recognition

Summary. The human voice plays a very important role as a biometric parameter for authentication and identification. This article discusses research and algorithms for preprocessing speech signals and the principles of the MFCC algorithm. MFCC can be performed using several algorithms and speech modes. Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) is usually acceptable as an effective way of influencing speech recognition, which requires the generation of unique voice coefficients for each user.

Keywords: Speech recognition, voice, authentication, FFT, MFCC.

ӘОЖ 62-545.2

Х.А. Бегимбетова

(Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Түркістан, Қазақстан Республикасы,
khadisha.begimbetova@ayu.edu.kz)

ЖҰҚА ПЛЕНКАЛЫ ТРАНЗИСТОРЛЫ-СҰЙЫҚ КРИСТАЛДЫ ДИСПЛЕЙ (ЖПТ-СКД) ИНДУСТРИЯСЫНДА КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫН АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ КРОСС-ГЕНЕРАТОРЛЫҚ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ

Аңдатпа. Бұл жұмыс жұқа пленкалы-транзисторлы сұйық кристалды дисплей индустриясында өндіру жүйелерін енгізу үшін жаңа кросс-генераторлық автоматтандыру жүйесін (АЖ) ұсынды. Ұсынылған кросс-генераторлық АЖ үлгісі өндіріс талаптарына жауап беру үшін және бекітілген циклды орындау үшін әрбір генерациялау жүйесінің құрылысын сипаттайды. Технологиялық жетілдіруге байланысты автоматтандыру дәрежесі автоматтандырылған өндірісті толық көлемде жүзеге асыруы мүмкін, осы себептен бұл өндірісті дамыту стратегиясы өте маңызды.

АЖ-ны енгізу дәстүрлі зерттеу моделінен адамға бағытталған өндіріс процесіне, яғни жоспарлауды ойлаумен біріктіретін толық автоматтандырылған жүйеге айналды.

Сол себептен, бұл жұмыс кәсібі бойынша қолданылатын ойлау моделінің өндіріс жүйесіндегі модельдерде кросс-генераторлық АЖ енгізудің орындылығын тексеру үшін компанияның әрекеттерінен жиналған кросс-генерациялы деректерге бағытталған.

Түйінді сөздер: Автоматтандыру жүйесі. Өндірістік өндіріс жүйесі

Тайваньдық PIDA компаниясы 2011 жылы жалпақ панельді индустриялық өндіріс көрсеткіштері бойынша статистикалық мәліметтерге сәйкес жұқа пленкалық транзисторлық-сұйық кристалды дисплей индустриясы маңызды рөл атқарады [1].

Жалпақ панельді дисплей өндірісінің жалпы жылдық шығарылымы жылына 1,45 млрд. АҚШ долларын құрайды, соның ішінде ЖПТ-СКД индустриясының жалпақ панельдерден түсетін кірісі 2014 жылға дейін 90% -дан асты.

Технология өзінің даму кезеңінде, үлкен панельдік қосымшалар әртүрлі инновациялық өнімдерге кеңейтілді, соның ішінде мобильді құрылғылар, ноутбуктер, компьютерлер және СКД теледидарлары бар (1-кесте).

1-кесте. ЖПТ-СКД технологиясы түрлі ұрпақтың панельдік мөлшері

ФАБ генерациясы	Субстрат өлшемі	Панельдің өлшемі	Кесу (дана)	Негізгі өнім қосымшалары
3.5	600x720	4"	60	Шағын / орта
4	680x880	7"	32	Шағын / орта
5	1100x1300	15.6"	18	NB, монитор
6	1500x1850	32"	8	Монитор, TV, қоғамдық ақпарат дисплей
7.5	1950x2250	42"	8	Монитор, TV, қоғамдық ақпарат дисплей
8	2200x2500	55"	6	TV, қоғамдық ақпарат дисплей

Сондықтан өндіріс технологиясы кросс-генерациялайтын әйнектің өлшемімен үйлесімді болуы керек, сондай-ақ өнімділігі мен кірістілігін бірте-бірте кеңейтіп, ұстап тұру керек, себебі өндіріс процестерінде басымдықты автоматтандыру жүйесін енгізу неғұрлым маңызды болып табылады [2].

Автоматтандыруды тасымалдау жүйесін шолу және енгізу

Компаниялар жоғары бәсекеге қабілетті өндірістік стратегиямен бетпе-бет келгендіктен, өндірістік процесс үздіксіз өндірістік қуаттарды және өнімнің саралануын қадағалап отыруға тиіс. Сондықтан АЖ-ны енгізу өндірістік операцияларда басқарудағы өзгеріс моделі болып табылады [3].

Өнеркәсіп сипаттамалары, техникалық сипаттамалары және өнім ағыны АЖ-ны іске асыруға әсер етеді. АЖ жоғары өнімділікті қолдау және жалпы өндірісті кеңейту үшін өндіріс процестеріне өндірістік, үрдістік және үздіксіз жетілдірулерді біріктіреді.

Сондықтан, АЖ-дың іске асу ағыны икемді өндірістік жоспарлауға негізделген жедел мақсаттарға жауап береді. Іске асыру кезінде сатылар мен элементтерге қатысты көзқарастармен қатар көптеген ғалымдар мен сарапшылар жалпы рәсімдерді талқылады. Кроссгремерация АЖ оның икемді жобалау мен жоспарлау процедураларын интеграциялаумен сипатталады, ол оны динамикалық өндірістік жоспарлау стратегиясына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Өндірістік бірліктің қызметкерлері жобалау нәтижелерін бағалау үшін стратегиялық мақсаттарға сәйкес практикада қатысады [4]. Өндірісті механикаландыру және автоматтандыру құрастыру тұрғысынан, автоматтандыру импорттау процедуралары келесі бес қадамнан тұрады: автоматтандырылған жинақтауды жобалау, автоматтандырылған жинақтау жүйесінің типтерін жіктеу, жабдықтау құрылымының архитектурасын әзірлеу, жұмыс станциясының құрастыру машиналарын талдау және бірыңғай жұмыс станциясын құрастыру машинасын талдау [5].

Бұл жұмыста 300 мм жартылай өткізгіштікке арналған автоматтандырылған материалды беру жүйесі ұсынылған. Ұсынылған жүйе келесі кезеңдерге негізделген модельдеуге негізделген дизайн тұжырымдамасына негізделеді: өндірістік модельді құру, бейінді талдау жасау, архитектуралық автоматтандырылған материалды өңдеу жүйесін (ААМӨЖ) жобалау, нақты ААМӨЖ дизайнын жасау, әзірлеуді жетілдіру ААМӨЖ мінез-құлқы, ААМӨЖ үлгісін құрастыру, ұсынылған модельді бағалау және түпкілікті жобаны жүзеге асыру [6].

Өндірістің эволюциясы-өндірістік процесстердегі автоматтандыру жүйесін қолдану

Өндіріс - конверсия процесі, онда әртүрлі материалдар нарыққа айналдырылады. Осылайша, түпкілікті өнім әртүрлі еңбек түрлерін, техниканы, құралдарды және энергияны үйлестіреді. Бұл конверсия процесі, әдетте, бастапқы шикізатпен басталатын бірқатар әдістерді қамтиды, содан кейін оның қажетті соңғы күйіне айналады. Осылайша әрбір процедура «өндіріс процесінің» бір бөлігі болып табылады. Өндіріс процесі зауыттық өндіріс операцияларына сәйкес болуы керек. Жоғары бәсекеге қабілетті өндіріс стратегиясында көптеген процедуралар бүкіл өндіріс процесін қамтиды. Өндірістік практика автоматтандырылған өндірістік жүйелердегі икемділікті баса атап, негізінен қорғасын уақытын барынша азайтуға және өндірістік процесі түгендеуді қысқартуға бағытталған.

Өндірістің жалпы тиімділігіне қарағанда, кроссовердің АЖ шамамен 10% -ға икемді [7].

Бастапқы зауытпен жиі байланысты, жаппай өндіру сатысында ЖПТ-СКД өндірушілердің өнімділігі өндірістің орналасу жоспарын сапасымен тығыз байланысты. Өндіріс процесі, яғни негізінен орталық жүйе АЖ жабдықтарын жоспарлау, әртүрлі өндірістік және өнімділік көрсеткіштері бойынша реакцияларды тиімді байланыстырады. Сондықтан, тиімді фабрика орналасуын жоспарлау және өнімділікті жақсарту үшін шектеулі кеңістікті тиімді пайдалану тиімді жүйелерді жобалау керек. Кроссоверді АЖ әрбір ұрпақтың орналасу дизайнын жинақталған тәжірибесіне мүмкіндік береді, ол бастапқы құнынан шамамен 10% -ға тиімді мөлшерде үнемдей алады [8].

ЖПТ-СКД панеліндегі өндіріс процесстері мен жабдықтары жартылай өткізгіш өнеркәсібіне ұқсас. ЖПТ-СКД индустриясының ерте дамуы осындай әйнек субстраттың өлшемі жартылай өткізгіш тақтасы мөлшеріне тең болатын, онда IBM компаниясының СКД-зауытында өндіріс бөліміндегі технологиялық жабдықтар. IBM компаниясы СКД зауытын салғанда, зауыттың орналасуын және АЖ-ны жобалау үшін сол тұжырымдаманы қабылдады. Кросс-генерациялы АЖ болашақтағы ірі СКД -лерге сәйкес келетін жоспарлау және жобалау артықшылығына ие [9]. ЖПТ-СКД өндірушілерінің өндіріс технологиялық жабдықтары пайдаланылатын үлкен өлшемді әйнек төсеніштерді әзірлеуге жауапты, біртіндеп өндіріс интеграциясының автоматтандыру жүйесінің рөлін арттырудың маңыздылығын түсіндіреді. Кросс-генерациялы АЖ-ны табысты іске асыру түрлі операциялық жүйелердің аппараттық жүйелерінің, сондай-ақ бағдарламалық жасақтама дизайнерінің ерте, орта және кейінгі интеграциясына сәйкес келетін фабрикаларды салуды қарастырады. Ерекше жүйесін бірыңғай интерфейстермен байланысты мәселелерді ертерек анықтау кейінгі жетілдіруге байланысты шығындарды болдырмайды. Жүйені енгізуден басқа, шығындар, сапа және жеткізілім туралы ескертулер өндірістік процесстерге кросс-генерациялы АЖ-ның артықшылықтарын барынша арттыру үшін теңгерімді оңтайландыруды жоспарлауды қамтиды [10].

Автоматтандыруды тасымалдаудың автоматтандыру жүйесінің орналасуы және қойылған талаптары

Жетілдірілген жабдықты пайдалану кезінде, ЖПТ-СКД панельдік өнеркәсіп өндірісінің технологиясы да технология мен капиталдың қарқындылығы болып табылады, бұл кросс-генерацияланатын зауыттық өндірістік тиімділігін айтарлықтай жақсарту керек екенін түсіндіреді [3]. Сондықтан зауытқа АЖ-ны фабриканы жобалау кезеңінде қолдану дәстүрлі тұжырымдамалардан айтарлықтай ерекшеленеді, осылайша өндірістің тиімділігін арттыруға бағытталған ойлаудың өзгеруіне зауыттың бәсекеге қабілеттілігін арттырады. Кросс-генерациялы АЖЖПТ-СКД технологиялық үрдісіндегі тұжырымдамалар мен тұжырымдарға негізделген ойластыруды жүзеге асырады. Тікелей бағыт пен құрылымды ескере отырып, келесі қадам жүйелік бағдарламалық жасақтама мен аппараттық құралдарға қатысты материалдық және аппараттық ағындарды интеграциялау үшін кросс-генерациялы өндірістік процесстерді пайдалануды қарастырады [11]. АЖ-ға қатысушы дизайнерлер өндірісті автоматтандыру үшін түрлі аппараттық жүйелерді біріктіруге тырысады. Жоғарыда айтылған тұжырымдамаға сүйене отырып, бұл жұмыс АЖ-ті көрсету және кросс-генерациялау процесін енгізу үшін ЖПТ-ның инженерлік-техникалық фирмасына қарайды. Атап айтқанда, бұл жұмыс өндірістік процесстің өзгерістерін жүзеге асырудың орындылығы, сондай-ақ олардың тиімділігі, келесі буын зауыттарына құнды сілтеме беру үшін зерттеледі. Бұған қоса, дисплейлердің принциптері мен құрылымдарын өндірістік процессті жобалауға қалай енгізу керек екендігі бірінші кезектегі мәселе болып табылады. Негізгі әйнек астрономды панельді өндіру 200-ден астам өңдеу қадамдарын қамтиды. Сонымен қатар, үш негізгі өңдеу кезеңдері - алдыңғы жақ, орташа, ұяшық және модуль.

• Жартылай өткізгішті дайындау үрдісіне ұқсас болса да, бұл процесс жұқа пленкалы транзисторлардың кремний жартылай өткізгіш тақтасынан гөрі әйнекте дайындалғандығымен ерекшеленеді.

• Орташа ұяшық процесі: Алдыңғы шоғырланған массивтің астарының және түстік сүзгі әйнек астарының екі шыны субстраттардың арасында құйылған сұйық кристаллда бірге араласады

• Ішкі модульді жинау процесі: Ұяшықты жасағаннан кейін, әйнек және басқа компоненттер, мысалы, артқы жарық, тізбек және рамка жиналады.

Кросс-генерациялайтын ЖПТ-СКД зауытының құрылысында басты мәселе әйнекті субстрат өлшемі және үлкен әйнек субстраттың панелін кесу туралы шешім. Үлкен әйнек асты қаптамасы бар кросс-генерациялы зауытты жобалау көп панельдерді кесуге мүмкіндік береді, осылайша, үстеме шығыстарды азайтады және өнімділікті арттырады .

Өндірістік процестің талаптарын орындау үшін кросс-генерациялы АЖ-ны пайдалану келесі мақсаттарды орындайды:

• ЖПТ-СКД өндіріс процестері: Өндіріс 200-ден астам өндірістік процестер арқылы бөлшектердің таза бөлмесінің ортасында жүреді;

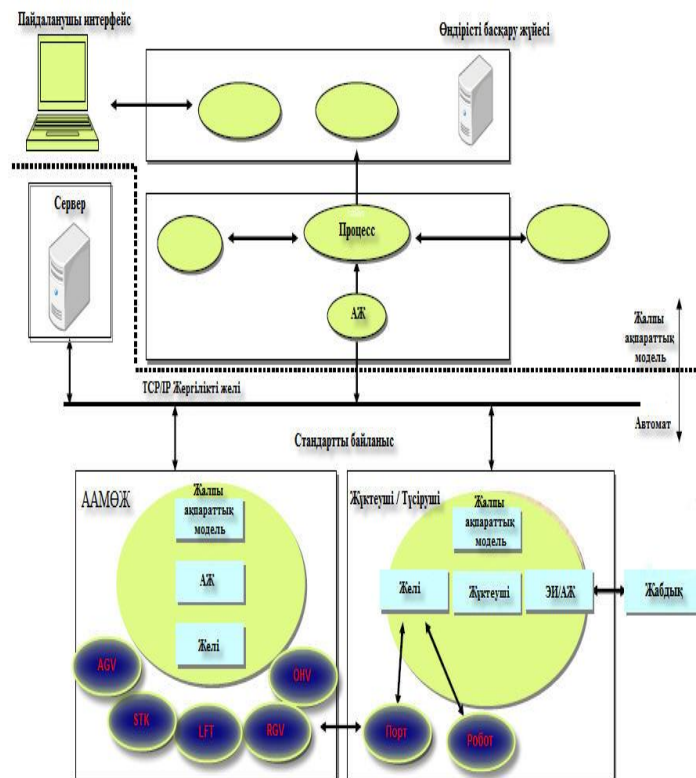
• ЖПТ-СКД өндірісінің сипаттамалары: Өнімнің ауыстырылуы қарапайым адам еңбегінің арқасында мүмкін емес, бірақ жоғары автоматтандырылған жабдықты қажет етеді;

• ЖПТ-СКД өндірісінің тиімділігі: Өндірістік қуаттарды дәл және динамикалық басқарумен, сондай-ақ өндірістік шығындарды қысқарту арқылы зауыт тиімділігі жақсаруы мүмкін [12].

Автоматтандыруды тасымалдау жүйесінің негіздері

Зауыттың кросс-генерациясы АЖ көбінесе технологиялық жабдық арасында әйнек субстраттардың жылдам массасын тасымалдауға бағытталған. Осылайша, Кассета сияқты жүктемелік партияны жүктеу бірлігін пайдалану мезгілде 20-дан 50 әйнек субстрат жүктеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жүктеме көлемі зауыттың жалпы қуаттылығына әсер етеді. Бос орындар шектеулі болған кезде, жүктемелер саны артады және тиімділік субстратта бір рет трансфертердің максималды санын көбейтеді, кейінірек қажетті аппараттық инвестицияларды азайтады.

2-сурет Өндірісті басқару жүйесімен кросс-генерациялау АЖ арасындағы интегралды қарым-қатынасты көрсетеді [13].

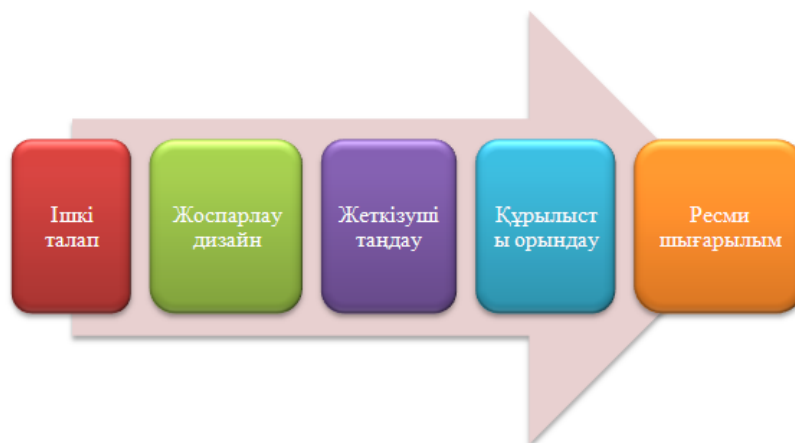


2-сурет. Автоматтандыруды тасымалдау жүйелік құрылымы

Өндірісті басқаруда кросс-генерациялауды автоматтандырудың тасымалдау жүйесін енгізу

Модельді енгізу

Әрбір генерация АЖ өндірістің стратегиясының мақсаттары, қуаттарды жоспарлау, зауыттық конфигурациялау және басқа да қажеттіліктермен интеграцияланған шешімдерді әзірлеу үшін ең құзыретті серіктестерді анықтау үшін негізделген. Жобаны іске асыру бастапқы, орта және соңғы кезеңдерге бөлінеді, олардың әрқайсысы 6-дан 8 айға дейін созылады. Бұдан басқа, арнайы жобалау жаппай өндіріс жүйелерінің фабрикасын қамтамасыз ету және үздіксіз жетілдіруді қамтамасыз ету үшін аутсорсинг болып табылады (3-сурет)[13].



3-сурет. Автомобильдерді тасымалдау жүйесін енгізу модельдері

Іске асыру процесі

Бұл жұмыста кросс-генерациялы АЖ ағындардың әртүрлі кезеңдерін жүзеге асырады және бекітілген циклден тұрады. Әрбір іске асыру сатысы өндіріс сапасы, шығындар және жеткізу сияқты факторларды қарастырады. Сонымен қатар, негізгі көрсеткіштері әртүрлі сатыларда, сахналық жобалау стандарттары ретінде қызмет етеді.

Зауыттың орналасуы - кроссовер ЖПТ-СКД фронтальды фабрикасы өндірістік процесті барынша арттыру үшін автоматтандырылған технологиялық процесті реттеу арқылы әртүрлі технологиялық панель өнімдерін өңдейтін және жобалау арқылы конфигурацияланған. Негізгі конфигурациясы негізінен функционалдық келісімдерге негізделген өндірістік әрекетке ұқсас болады. Жабдықтардың құрылғылары резервтік болуы мүмкін, ал бос тұрған жабдық жаппай өндіріске арналған тоқтатылған жабдықты алмастырады және техникалық қызмет көрсету шығындарын азайтады.

Өндірістік әлеует кросс-генерациялау АЖ дизайнерлері өндіріс бөлімшелерімен толығымен байланысып, ықтимал сыйымдылықты және циклдің уақытын анықтайды. Өндірістік бөлімшенің қуаттылыққа сұраныс факторларын және операциялық жүйені резервтік кеңістікті қарастырудан басқа осы кезеңде қажетті аяқталмаған жұмыс сәрелерінің саны да есептеледі [14].

Пайдаланушы қажеттілігі - жоспарлаудың ерте кезеңдеріндегі АЖ-ның кросс-генераторлық пайдаланушылық интерфейсі жүйенің пайдаланушылары туралы ақпарат талаптарын орындау мақсатында басқа бөлімдерде негізгі қызметкерлермен, оның ішінде шолу мақсатында тұрақты кездесулерді үйлестіруі керек. 4-суретте жүктеуші/түсіруші жүйесінде пайдаланушы талабының интерфейсі көрсетілген [15].

Процестің негізі - Зауыттар АЖ-ны субстрат енгізу/іздеу қажеттіліктері бар технологиялық жабдықпен жүзеге асырғандықтан, жүйелік жобалау үшін құнды анықтаманы қамтамасыз ету үшін жалпы технологиялық ағын туралы ақпарат қажет. Кросс-генерациялау АЖ жобалау және жоспарлау фондық технологиялық жабдықты мұқият қарастыру керек.

Жоспарды жобалау қадамы. Ежелгі ұрпақтың дәстүрлі фабрикаларын жасап шығарған технологиялық әзірлеушілер жиі позитивті ойлау мен ашық көзқарасқа ие бола алмады. Осындай әзірлеушілер көбінесе технологияны интеграциялауға қабілетсіз болды. Осы кезеңде, негізінен, ішкі сұраныстың интеграциялануына байланысты, кросс-генерациялау АТС түрлі ААМӨЖ/функционалды жүктеуші болып табылады және буынды емес зауыттық интеграция технологиясын қосады.



4-сурет. Жүктеуші/түсіруші жүйесінде пайдаланушы талабының интерфейсі

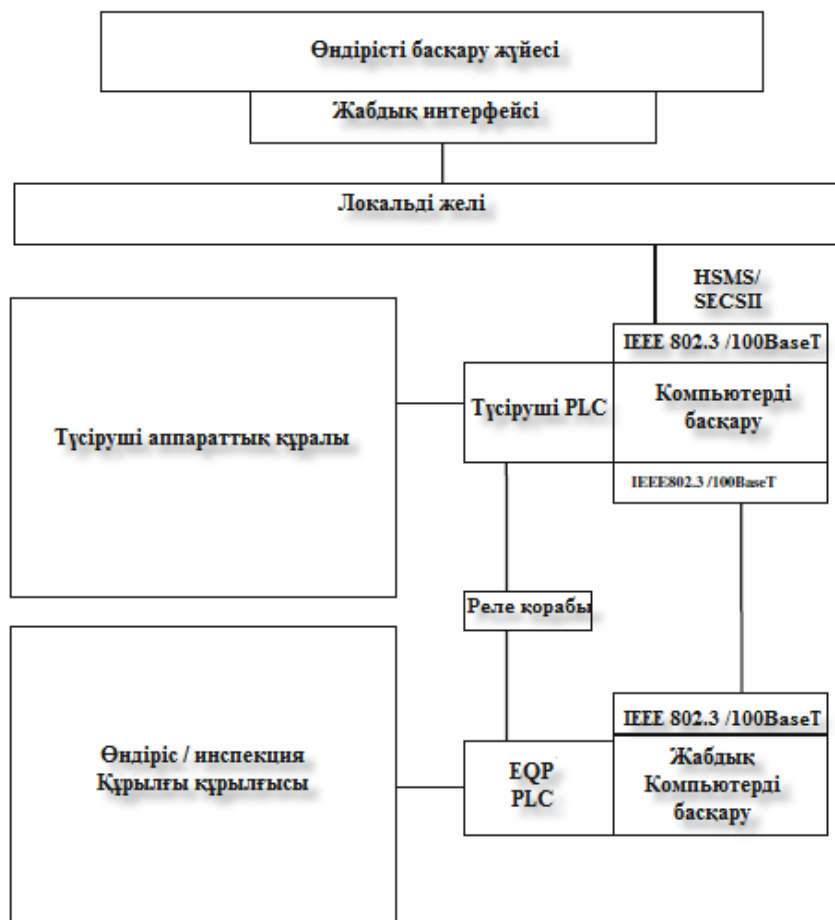
Интерфейстің сипаттамасы. АЖ-ның кросс-генераторлық технологиясы мен ақпараттық ағынының ықпалдасуы кезінде жүйелік интерфейсстің техникалық сипаттамалары өндірісті автоматтандыру операцияларын дамытудың болашақ бағытымен анықталады.

Панельді дизайн кезінде сыртқы интерфейссті автоматтандыруды дамыту үшін машина интерфейсстерінің әр дизайны мен модельдеуі стандартты интерфейсстің техникалық сипаттамаларын әзірлеу және сынау мақсатында жүйеге ұқсас құрылғы үшін нақты жұмыс ортасын қамтамасыз ету үшін маңызды.

Пайдалануды модельдеу - АЖ-ны жоспарлаудың өндірістік процестерді дәлірек көрсетуін қамтамасыз ету үшін, бастапқы жүйенің құрастырылуы мономерлер компонентінің немесе жүйенің операциялық тәртібінің жаппай өндіру процесін модельдеу. Компьютерлік модельдеу бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы әртүрлі ақпарат пен деректерді жинаудың ішкі талаптары жылдам есептеу мүмкіндігімен қатар уақыт пен өндіріс деректерінің кірістерімен бірге жеке мономерлі компоненттерді бақылауға мүмкіндік береді.

Процесс ағынын жобалау - жүйедегі интеграцияланған фабриканы автоматтандыру бөлімі ретінде кросс-генерациялау АЖ негізінен адамсыз, автоматтандырылған зауыттарда қолдануға арналған. Келешектегі даму стандартты критерийлеріне стандартты қосылудың ішкі жүйелік хабарламасына қатысты процессті жобалау ақпараттар ағынын қамтамасыз ету үшін зауыттық автоматтандыру жоспарын сипаттайды.

Жүйелік тұжырымдама - Барлық жоспарлау деректері жүйенің жалпы құрылымын дәл сипаттауға және жүйелік нұсқауларды, рөлдік қосалқы жүйелерді сипаттауға және серіктес жеткізушілерге немесе жаңа жұмыс берушілерге бағдарлауға бағалы сілтеме беру үшін біріктірілген. 5-суретде жүктеуші / түсіруші жүйесінің құрылымы көрсетілген [14].



5-сурет. Жүктеуші / түсіруші жүйесінің құрылымы

Сатушының таңдау кезеңі

Дәстүрлі АЖ ішкі ресурстарға негізделген. Жергілікті және шетелдегі салаларды мұқият зерделеп, көптеген фирмалар жүйелік автоматтандыру жабдықтарын өндіру мен дамытуға маманданған. ЖПТ-СКД өндірушілері әртүрлі жобалық қамту мазмұнымен жаңа буын АЖ-ын енгізеді. Мұндай өндірушілер көбінесе жобаның сапасын сақтай отырып, кадрлар қорын үнемдеуге арналған жобадан шығып тұрады.

Талап етуге арналған ұсыныс - осы жұмысқа қатысуға автоматтандыру жабдықтарын тәжірибелі өндірушілер кіретін салалар шақырылады. Ұсыныстардың жобалық талаптары жүйенің сатушысынан АЖ жаңа буыны үшін техникалық сипаттамаларды әзірлеу үшін жинақталған. Жоспарлау және жобалау сатысына негізделі отырып, жобаның мақсаты, жүйелік интерфейснің операциялық диапазоны, жүйелік талаптар, сондай-ақ жүйелік нөмір, дизайнды орнату спецификациясы, аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету сипаттамалары, түпкілікті қабылдау сынақтарының шарттары және егжей-тегжейлі парамедициналық құжаттама.

Ресми тапсырмалар - жаңа буын АЖ жүйені құру және енгізу үшін сатушы серіктесін таңдайды және жеткізушіге сатып алу тапсырысын ресми түрде шығарады. Жеткізуші алдын-ала белгіленген кестеде жүйені әзірлеу үшін бұрын стандартталған спецификацияларды және техникалық бөлімнің ерекшеліктерін пайдаланады.

Қорытынды

Бұл жұмыста өндірістің бәсекеге қабілетті артықшылығын арттыру үшін сұйық кристалды дисплей тақтасының өндіріс процесінде трансформациялауды автоматтандыруды қайта құру жүйесі енгізілді. Жаңа ұрпақ үшін жүйелік жоспарлау мен өндіріс процестеріне деген көзқарасын ойлау өндірістік операциялық басқарудың жалпы мақсаттарына қол жеткізе алады.

АЖ-ны кросс генерациялау туралы шешім қабылдаған ЖПТ-СҚД корпорациясының үлгісіне негізделген бұл жұмыс осы жоспарлауды басқа АЖ-ға қолдану мүмкіндігін талдайды. Бұдан басқа, негізгі факторлар компанияның жаңа буын жүйесін енгізудің дәлелі негізінде анықталады.

Жобаны іске асыру үдерісіне негізделген бұл жұмыс мынадай негізгі жетістік факторларын анықтады:

- Өндірістік бөлімшені АЖ-ны дамытуға тарту-бұл жұмыс даму үдерісін жаңартудан толыққанды өндіруге ықпал етті. Жобаға алдын-ала орнатылған өндірістік талаптарға техникалық сипаттамалар қосылады, одан әрі кәсіби білім мен техникалық мүмкіндіктерді жобалау мен іске асыру сатысында қолдану.
- Интеграциялық технологияларды енгізу-өндірістің технологиясы инновациялық қосымшаларды енгізу үшін технологияны біріктіруі керек. Жүйені жобалау және дамыту бөлімдерінде технологияларды интеграциялау, инновациялық ойлауды қабылдау маңызды мәселе болып табылады.
- Стандарттау-кросс-генерациялы жүйе дизайнында жаппай өндіріс көрсеткіштері болуы ерек. Бұл көрсеткіштер тұрақты шолулар арқылы жеткізілуі керек, кейіннен тиісті қызметкерлерге өздерінің жұмысын тиісті түрде түзетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, синхрондауды біртіндеп іске асыруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Taiwan P. The report of global flat panel display market output value and application. www.pida.org.tw/report/html/member/2012.../2012_Q1_Ch04.pdf. Accessed 3 Oct 2013
- [2] Groover MP. Automation, production systems, and computer integrated manufacturing 3rd ed. Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, 2008
- [3] Barbosa G, Carvalho J. A proper framework for design of aircraft production system based on lean manufacturing principles focusing to automated processes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2014. 72 (9–12), pp 1257–1273
- [4] Benjamin B. How CAD Keeps It Simple. *Design News*. 2000.
- [5] Протопопова Е.Э. Кросс-медийные технологии и краеведческая библиография. Научные и технические библиотеки. Россия. 2017 №3 стр34-42
- [6] Liao D-Y, Wang C-N. Differentiated preemptive dispatching for automatic materials handling services in 300 mm semiconductor foundry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2006, Volume 29, [Issue 9–10](#), pp 890–896
- [7] Jang YJ, Choi G-H. Introduction to automated material handling systems in LCD panel production lines. In: *Automation Science and Engineering, 2006. CASE'06. IEEE International Conference on*, IEEE, pp 223–229
- [8] Sha DY, Lin JT, Yang CJ. The evaluation of search range assignment in 300 mm automated material handling system (AMHS). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2008. 35(7–8). pp 697–710.
- [9] ЧАЩИНА Е.А. Дербес компьютерлердің аппараттық қамтамасыз етуіне, серверлерге, шеткері қондырылымдарға, қондырғылар мен компьютерлік ұйымдастыру техникасына. Оқулық. Мәскеу «Академия» Баспа орталығы. 2016.
- [10] Hung M-H, Huang H-C, Yang H-C, Cheng F-T. Development of an automatic virtual metrology framework for TFT-LCD industry. In: *Automation Science and Engineering, 2010 I.E. Conference on*, pp 879–884
- [11] Monfared M, Yang J. Design of integrated manufacturing planning, scheduling and control systems: a new framework for automation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2007. 33(5–6) pp545–559
- [12] Сыцко В., Цыбранкова Т., Марцинкевич Т. Товароведение. Культурно-хозяйственные товары. Минск. Вышэйшая школа. 2016
- [13] Chan IM, Pinfold M, Kwong CK, Szeto WH. A review of research, commercial software packages and patents on family mould layout design automation and optimisation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2011. 57(1–4) pp23–47
- [14] Kim HJ, Kernbaum S, Seliger G. Emulation-based control of a disassembly system for LCD monitors. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 40(3–4) pp 383–392
- [15] Udhayakumar P, Kumanan S. Integrated scheduling of flexible manufacturing system using evolutionary algorithms//*The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2012, Volume 61, pp 621–635

Бегимбетова Х.А.

Внедрение кросс-генераторной системы автоматизации транспортных средств в индустрию пленочного транзисторно-жидкокристаллического дисплея

Резюме. В работе предложено внедрение кросс-генераторной системы автоматизации в индустрию пленочно-транзисторного жидкокристаллического дисплея. Предложенная модель кросс-генераторной системы

характеризует структуру системы генерации в целях выполнения заданного цикла и удовлетворения требований производства. Эффективно проведенная автоматизация позволяет повысить производительность труда, поэтому развитие автоматизации технологических производств очень актуально.

Внедрение и повышение эффективности автоматизированной системы создали предпосылки для разработки многоуровневых интегрированных автоматизированных систем технологических процессов, позволяющие решать задачи планирования процессов.

В связи с этим, данная работа направлена на кросс-генерирующую информационную базу компании для проверки соответствия внедрения кросс-генераторной системы автоматизации от модели мышления до производственной модели.

Ключевые слова: Система автоматизации. Производственная промышленная система

Begimbetova K.A.

Establishment a cross-generator automation system for automotive equipment to the thin-film industry with a transistor-liquid crystal display

Summary. This work proposed a new cross-generator automation system (MSS) for the introduction of production systems in the thin-film-transistor liquid crystal display industry. The proposed cross-generating MSS model describes the construction of each generating system to meet the production requirements and to perform the fixed cycle. Depending on the technological improvements, the level of automation can be fully automated, so this strategy of production development is very important.

The introduction of the IS has become a fully automated system combining a traditional research model into a human-oriented production process, that is, thinking of planning.

That is why it is focused on cross-generating data collected from the company's activities to verify the feasibility of cross-generator IPs in the models of production systems used in the workplace.

Keywords: Automated System (IS). Industrial production system

УДК 519.633- 519.688

Д.Н. Блиева

(Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Казахский национальный университет имени Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан. dana.bliyeva@gmail.com)

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ПОРОУПРУГОСТИ

Аннотация: В основе математического моделирования процессов, происходящих в пористых средах наполненных жидкостью используется теория Френкеля-Био, разработанная в первой половине прошлого века. На основе публикаций многочисленных авторов в данной статье приведен краткий обзор различных представлений уравнений модели Био и их модификаций, приведена теорема существования и единственности решения в классе нелинейной одномерной модели Био. Приведены примеры существующих численных методов решения динамических уравнений и основных полученных в последние годы результатов. Упомянуты направления дальнейших исследований по данной тематике.

Ключевые слова: Динамические уравнения, пороупругость, флюидонасыщенная пористая среда, математическая модель

Введение

Окружающий нас мир полон примеров упруго-пористых насыщенных жидкостями сред, включая почвы, горные породы, геологические структуры, различные ткани живых организмов и человека, деревьев и растений.

Математическое моделирование процессов, происходящих в пористых средах наполненных жидкостью является важным и актуальным направлением в современных исследованиях, поскольку позволяет решать важные научно-технические проблемы путем проведения, как теоретических, так и экспериментальных исследований с широким использованием вычислительных технологий. Широкое практическое применение численного моделирования распространения сейсмических волн в насыщенной жидкостью пористой среде для решения задач в различных областях таких, как геофизика, биомеханика, нефтяная разработка привлекает к нему значительное внимание исследователей в последние годы.

Математическое моделирование

Прикладное математическое моделирование движения флюидов в пористой среде дает понимание происходящих в таких средах физических процессов. Возможность их моделирования имеет огромное значение, и включает, как минимум три этапа, успешная реализация которых позволяет получать значительный экологический и экономический эффект. В первую очередь составляется уравнения, отражающее в математической форме важнейшие свойства—законы, которым подчиняется процесс, связи, присущие составляющим его частям, и т. д. Затем составляется алгоритм для численной реализации в соответствии с выбранным методом решения, и наконец, составляется компьютерная программа реализации такого алгоритма, включая возможность визуализации процесса с использованием компьютерных технологий [9]. В результате отладки, тестирования в пробных вычислительных экспериментах такой программы исследователь получает универсальный, гибкий и недорогой инструмент, дающий информацию обо всех требуемых качественных и количественных свойствах и характеристиках объекта. Каждому из вышеизложенных этапов посвящены отдельные публикации, упомянутые в данном обзоре [4, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17].

Например, в случае решения геофизических задач для идентификации геологических структур используются сейсмические исследования, основанные на изучении распространения упругих волн в толще горных пород. В процессе добычи углеводородного сырья математическая модель используется в исследованиях оптимальных режимов эксплуатации продуктивных пластов, для прогнозирования и планирования процесса добычи, а также для минимизации последствий деформации пластов, происходящей в результате добычи. Для разработки месторождений нефти и газа большой интерес вызывают задачи пороупругости [11]. Недооценка деформационных процессов может привести к разрушающим явлениям со значительным экономическим и экологическим ущербом.

Существует примеры [11], когда при разработке месторождений уменьшение давления жидкости привело к уплотнению продуктивного пласта, причем степень сжатия пласта зависит от механических свойств горных пород и величины изменения пластового давления. В пластах, состоящих из мягких высокосжимаемых горных пород, значительное снижение пластового давления приводило к значительным деформациям пластов, что в последствие, вызывало существенное проседание земной поверхности или морского дна на шельфовых месторождениях. Приведен пример, когда к 1962г такое проседание в районе месторождения Уилмингтон (Калифорния, США) составило 9 м и повлекло разрушение улиц, сооружений и зданий вокруг месторождения. В результате возникшей угрозы затопления военной базы Лонг-Айленд расходы на восстановительные работы по устранению последствий и профилактические меры составили более 100 млн. долларов США. В силу этого прикладное математическое моделирование пороупругости является важным этапом при проектировании разработки месторождений.

Основателями теории пороупругости считаются [18] бельгийско-американский учёный М.А. Био (1905-1985 гг) и советский физик-теоретик Я.И.Френкель (1894–1952гг), создавшие линейную теорию эффективных двухфазных сред. Модель среды состоит из жесткого пористого каркаса и заполняющей его поры жидкости. Современные модели пороупругости основывается на работах Френкеля Я.И. [1] и Био М. [2], из которых следует, что фундаментальным свойством упруго-пористой насыщенной среды является то, что в таких средах, наряду с распространением поперечной и продольной сейсмических волн, может распространяться дополнительная вторая продольная волна [4].

В работе [11] описано, что прикладное математическое моделирование пороупругости играет важную роль в разнообразных сферах науки и техники [21, 22, 23, 24]. В частности, необходимо внимательно учитывать процессы деформации, появляющиеся в процессе разработки нефте-газовых месторождений, гражданском строительстве, охране окружающей среды и биоинженерии.

С помощью разработанных в работе [11] схем расщепления по физическим процессам приведено численное решение задач пороупругости при разработке месторождений нефти и газа.

Рассматривалась следующая постановка задачи пороупругости в ограниченной области Ω с границей Γ . Математическая модель состоит из уравнения перемещения и давления, которое в свою очередь получено из уравнения равновесия и неразрывности. При этом, через p обозначается давление фильтрующейся жидкости, а через u - вектор смещения пористой среды. Напряженно-деформированное состояние пористой среды в квазистационарном приближении описывается с помощью уравнения равновесия [3]:

$$\operatorname{div} \sigma_c(x, t) = 0, \quad (1)$$

где σ_t – тензор общего напряжения, заданный для изотропного тела через обобщенный закон Гука [2]:

$$\sigma_t = \sigma - \alpha p \mathbf{I} = 2\mu \varepsilon(u) + \lambda \varepsilon_v \mathbf{I} - \alpha p \mathbf{I}, \quad (2)$$

где σ – тензор эффективного напряжения, α – коэффициент Био, характеризующий связь между смещением и давлением, \mathbf{I} – единичный тензор, ε – тензор деформации:

$$\varepsilon(u) = \frac{1}{2} (\text{grad } u + \text{grad } u^T), \quad (3)$$

и μ , λ – модули упругости или коэффициенты Ламе. Коэффициент μ также называют модулем сдвига. Они также представимы через модуль Юнга E и коэффициент Пуассона ν следующим образом:

$$\mu = \frac{E}{2(1+\nu)}, \quad \lambda = \frac{2\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}$$

Модуль Юнга характеризует жесткость тела или его свойство сопротивляться растяжению или сжатию при упругой деформации, а коэффициент Пуассона – величина отношения относительного поперечного сжатия к относительному продольному растяжению.

Объемная деформация ε_v определяется как сумма элементов главной диагонали тензора деформаций ε (3):

$$\varepsilon_v = \text{tr } \varepsilon = \text{div } u \quad (4)$$

Также, объемное напряжение σ_v определено как

$$\sigma_v = \frac{1}{3} \text{tr } \sigma_t$$

Тогда согласно обобщенного закона Гука (2):

$$\sigma_v = K \varepsilon_v - \alpha p \quad (5)$$

где K – модуль объемного сжатия:

$$K = \lambda + \frac{2}{3} \mu = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

Заметим, что только две из пяти рассмотренных упругих постоянных μ , λ , E , ν и K являются независимыми, таким образом, зная значение любых двух упругих постоянных остальные три вычисляются из приведенных соотношений.

Закон Дарси устанавливает прямо пропорциональную зависимость скорости фильтрации жидкостей в пористой среде от градиента давления [14]:

$$v = -\frac{k}{\eta} \text{grad } p. \quad (6)$$

здесь, k – тензор проницаемости, η – динамическая вязкость жидкости.

Процесс фильтрации жидкости в пористой среде описывается уравнением неразрывности, выражающем закон сохранения массы:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \text{div } v = f \quad (7)$$

где ζ – масса жидкости в единице объема, v – скорость фильтрации жидкости,

f – интенсивность стока и источника.

Тогда, масса жидкости выражается как [2]:

$$\zeta = \alpha \varepsilon_v + \beta p, \quad (8)$$

где $\beta = I/M$, M – модуль Био, характеризующий сжимаемость жидкости с учетом деформирования пористой среды.

В результате комбинирования (1) – (8), получена математическая модель пороупругости, которая состоит из уравнения Ламе для перемещений среды и уравнения фильтрации для давления и:

$$\text{div } \sigma(u) - \alpha \text{grad } p = 0 \quad (9)$$

$$\alpha \frac{\partial \operatorname{div} \mathbf{u}}{\partial t} + \frac{1}{M} \frac{\partial p}{\partial t} - \operatorname{div} \left(\frac{k}{\eta} \operatorname{grad} p \right) = f(x, t) \quad (10)$$

где, с учетом специфики прикладной области, рассматривалось более подробно уравнение фильтрации.

Коэффициент Био α и модуль Био M вычисляются по формулам:

$$\alpha = 1 - \frac{K}{K_s}, \quad \frac{1}{M} = \frac{\varphi}{K_f} + \frac{\alpha - \varphi}{K_s} \quad (11)$$

где K , K_s , K_f – модули объемного сжатия пористой среды, твердой фазы (скелета) и жидкости, соответственно, φ – коэффициент пористости, характеризует относительное количество пор и твердой фазы:

$$\varphi = \frac{V_p}{V} = \frac{V_p}{V_p + V_s}$$

где V_p , V_s и V – объем пор, твердой фазы и породы, соответственно. Для коэффициента пористости имеем $0 \leq \varphi \leq 1$.

Величина модуля объемного сжатия пористой среды K зависит от коэффициента пористости φ . Таким образом, чем больше в горной породе пор и трещин, тем порода более сжимаема и модуль K меньше. Если бы в горной породе не было пор, то модуль объемного сжатия горной породы K и модуль объемного сжатия твердой фазы K_s были равны между собой. Однако, установить прямую зависимость между K и K_s не представляется возможным, поскольку на сжимаемость пористой среды кроме коэффициента пористости φ влияет структура пор и трещин. Однако, нижние и верхние границы величины отношения между K_s и K можно оценить следующий образом [18]:

$$1 + \frac{3(1 - \nu_s)\varphi}{2(1 - 2\nu_s)(1 - \varphi)} \leq \frac{K_s}{K} \leq \infty \quad (12)$$

где ν_s – коэффициент Пуассона твердой фазы. Тогда с учетом (12), величина коэффициента Био α также ограничена:

$$\frac{3(1 - \nu_s)\varphi}{2(1 - 2\nu_s) + (1 + \nu_s)\varphi} \leq \alpha \leq 1 \quad (13)$$

В работе представлены нижние границы K_s/K и α для разных значений φ и ν_s , соответственно ($\nu = \nu_s$). В уравнении фильтрации (10) абсолютная проницаемость k представляется в виде тензора. Например,

$$k = \begin{bmatrix} k_x & 0 & 0 \\ 0 & k_y & 0 \\ 0 & 0 & k_z \end{bmatrix}$$

Если $k_x = k_y = k_z = k$, т.е. $k = kI$, среда является изотропной, в противном случае – анизотропной. Значение абсолютной проницаемости зависит от размера пор и трещин, также от взаимосвязанности между ними. Значения проницаемости могут существенно варьироваться для различных пород. В системе СИ проницаемость измеряется в квадратных метрах, но в нефтегазовой промышленности его принято измерять в Дарси, где $1 \text{ Дарси} = 0.987 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$

Экспериментальные исследования

В рамках численного решения уравнения однофазной фильтрации в [11] рассмотрены задачи фильтрационной консолидации в трехмерном приближении с добывающими и нагнетательными скважинами. Выбран вычислительный алгоритм основанный на конечно-элементной аппроксимации по пространству. Программное обеспечение для приближенного решения задач пороупругости разработано с использованием современных вычислительных технологий, свободных библиотек инженерных и научных вычислений, ориентированных на компьютеры параллельной архитектуры.

В работе [5] рассматриваются различные модели Био и их модификации.

В частности в начале 1980-х годов на основе применения метода гомогенизации были получены модифицированные уравнения движения для среды Био [25], которые представляются в частотной области в виде системы четырех уравнений от переменных $\{\tilde{\mathbf{u}}, \tilde{p}\}$. Такие уравнения сразу получили признание и применение во многих теоретических и прикладных исследованиях (см., например, [26, 27]). Рассматривался переход от системы из шести уравнений движения к системе четырех уравнений. В качестве исходных взяты уравнения Санчес-Паленсия (14) и (15) для изотропной пористой среды, которые представляют связное твердое тело, насыщенное слабовязким флюидом.

$$\begin{aligned} \phi \tau_{ij} &= a_{ijkh}^{(s)} e_{kh}(\mathbf{u}) - \alpha_{ij} p \quad (i, j = 1, 2, 3), \\ -p &= \frac{1}{\beta} \alpha_{ij} e_{ij}(\mathbf{u}) + \frac{1}{\beta} \nabla \cdot \mathbf{w}, \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} &= \rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} + \rho_f \frac{\partial^2 w_i}{\partial t^2} \quad (i = 1, 2, 3), \\ \frac{\partial w}{\partial t} &= \int_0^t \tilde{K}(t - \tau) (-\rho_f \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial \tau^2} - \nabla p)(\tau) d\tau. \end{aligned} \quad (15)$$

Пусть зависимость от времени задается в виде $(-i\omega t)$. Тогда в частотной области аналоги уравнений (14) и (15) можно записать в виде:

$$\tilde{\tau} = \tilde{C} \cdot \tilde{\epsilon}(\tilde{\mathbf{u}}) - \tilde{\alpha} p, \quad (16)$$

$$\sigma_{ij}^{(f)} = -\phi \tilde{p} \delta_{ij} = \frac{\phi}{\beta} [\tilde{\alpha} \tilde{\epsilon}(\tilde{\mathbf{u}}) + \phi \nabla \cdot (\tilde{\mathbf{U}} - \tilde{\mathbf{u}})] \delta_{ij} \quad (17)$$

$$\frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} = \nabla \cdot \tilde{\tau} = -\omega^2 [\rho_s (1 - \phi) \tilde{\mathbf{u}} + \phi \rho_f \tilde{\mathbf{U}}] \quad (i = 1, 2, 3), \quad (18)$$

$$\tilde{\omega} = \phi (\tilde{\mathbf{U}} - \tilde{\mathbf{u}}) = -\tilde{K}(\omega) (\omega^2 \rho_f \tilde{\mathbf{u}} - \nabla \tilde{p}) / (i\omega), \quad (19)$$

где $\tilde{\tau}$ -полный тензор напряжения насыщенной пористой среды; $\tilde{\epsilon}(\tilde{\mathbf{u}})$ -тензор деформации пористой среды; \tilde{p} -давление флюида, \tilde{C} -тензор упругих коэффициентов каркаса осушенной породы (в случае, например, трансверсально-изотропного каркаса он содержит пять независимых коэффициентов $c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{33}, c_{44}$); $\tilde{\alpha}$ -тензор второго ранга эффективного напряжения (при нулевом давлении).

В работе [4] рассматриваются классы моделей консолидации Био различной размерности, для которых доказаны теоремы существования и единственности решения. В частности они доказаны для случаев задач с начальными условиями по времени для линейной одномерной задачи в случае постоянного $\mathbf{K}(\cdot)$. А также для нелинейной одномерной модели, в которой проницаемость пористой среды зависит от пространственных переменных (т.е. в точках области определения). В работе [9] рассматривается существование и единственность решения задачи вида:

$$\begin{cases} \left(\frac{d}{dt} (p(t), \phi) + (2\mu_s + \lambda_s) \left(K(p(t)) \frac{\partial p(t)}{\partial y}, \frac{d\phi}{dy} \right) \right) = (f, \phi), \\ p(0) = p_0 \end{cases}, \quad (20)$$

где предполагается, что проницаемость зависит от напряжения.

В работе [11] о вычислительной пороупругости также отмечается особая важность и актуальность исследований в области вычислительной физики, которая стала инструментом интерпретации во многих областях. В частности, в геофизике пластов ультразвуковое и сейсмическое моделирование пористой среды используется для изучения свойств пород и характеризует сейсмическую реакцию геологических образований. Приводится обзор наиболее распространенных численных методов решения дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих процесс распространения волн в насыщенных жидкостью породах, таких как методы конечных разностей, псевдоспектральный и конечных элементов, включая технику спектральных элементов. Моделирование основано на теории динамической пороупругости Био, которая составляет общую структуру для описания физики распространения волн. Объясняются различные техники и обсуждаются аспекты численные реализации для прикладного сейсмического моделирования и

физики пород, как, например, роль диффузионной волны Био в качестве механизма потерь и интерфейсных волн в пористых средах.

В работе другого автора [15] приводятся результаты экспериментальных исследований, подтверждающие правильность теории Био М.А.

Дальнейшие исследования могут быть посвящены применению спектрального метода Лагерра для численного решения динамических уравнений пороупругости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Френкель Я.И. К теории сейсмических и сейсмоэлектрических явлений во влажной почве // Изв.АН СССР. Сер.геогр. и геофиз. – 1944.-т.8, No.4 –С133-150
- [2] Biot M.A. Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solids // J. Acoustic. Soc. Amer., 1956, V. 28. P. 168 – 186.
- [3] Biot M.A. General theory of three dimensional consolidation // Journal of Applied Physics. — 1941. — Vol. 12, no. 2. — P. 155–164.
- [4] Бердышев А.С., Имомназаров Х.Х. Прямые и обратные задачи для системы уравнений теории двух-скоростного континуума МОН РК, КазНПУ имени Абая, ИИКТ. –Алматы, 2017. -153с.
- [5] Ковтун Ал.А. Об уравнениях модели Био и их модификациях // Вопросы геофизики. Выпуск 44, СПб., 2011-(Ученые записки СПбГУ, №444)
- [6] Tavakoli A., Ferronato M. On existence-uniqueness of the solution in a nonlinear Bio’s model // Appl. Math. Inf. Sci. 7, No.1, 333-341 (2013)
- [7] Carcione J.M., Moreney C., Santos T.E. Computational poroelasticity — A review // GEOPHYSICS, September-October 2010, Vol. 75, No. 5 : pp. 75A229-75A243
- [8] Био М.А. Механика деформирования и распространения акустических волн в пористой среде // Механика: Сб.пер и обзор иностр.литер 1963, №6 с103-134
- [9] Visualization of simulated flow through porous media // Louisiana State University PoreSim Research Consortium in collaboration with Center for Computational Technology
- [10] Борисенко А.Н., Тарасов И.Е. Векторный анализ и начала тензорного вычисления. – М.:Высшая школа 1966, 250с.
- [11] Колесов А.Е. Численное моделирование проблем пороупругости // Диссертация на соис. уч.ст. к.ф.-м. н., Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, МОН РФ. –Якутск, 2015. -124с
- [12] Biot M.A. Mechanics of deformation and acoustics propagation in porous media // J. Appl. Mech. 23, 1482 – 1498p
- [13] Aki K., Richards P.G. Quantitative Seismology: Theory and methods // W. H. Freeman and Co. -New York, -1980
- [14] Aziz K., Settati A. Petroleum Reservoir Simulations: // Appl. Sci. Publishers. -1980.
- [15] Berryman J.G. Confirmation of Biot’s theory Applied Physical Letters, 37, 382-384, -1980.
- [16] Biondi B., Lumley D., Mavko G., Mukerji T., Rickett J., Deutsch G., Gunderso R., and Thiele M. // Reservoir monitoring: A multi-disciplinary feasibility study // Stanford Rock Physics Project
- [17] Wave propagation in an hydrocarbon reservoir during exploitation : A preliminary, integrated study.
- [18] Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры.. — 2-е изд., испр.— М.: Физматлит, 2001. — ISBN 5-9221-0120-X
- [19] Tolstoy, Ivan «Obituary: Maurice A. Biot»// *Physics Today* **39** (5): 104–106. DOI:10.1063/1.2815015.Bibcode: -1986, PhT....39e.104T
- [20] Zimmerman R.W. Compressibility of sandstones. — Elsevier, 1990. — Vol. 29 of Developments in Petroleum Science.
- [21] Механика насыщенных пористых сред / В.Н. Николаевский, К.С. Бас ниев, А.Т. Горбунов, Г.А. Зотов. — Москва : Недра, 1970. — С. 339
- [22] Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика с приложениями к проблемам газовых и нефтяных пластов. — Москва : Недра, 1996. — С. 447.
- [23] Wang H.F. Theory of Linear Poroelasticity with Applications to Geomechanics and Hydrogeology. — Princeton University Pres, 2000.
- [24] Meirmanov A. Mathematical Models for Poroelastic Flows. — Berlin : Springer, 2014. — Vol. 1 of Atlantis Studies in Differential Equations.
- [25] Santos J.E., Corbero J.M., Ravazzoli C.L., Hensley J.L. Reflection and transmission coefficients in fluid-saturated porous media // J. Acoust. Soc. Am. 1992. Vol.91. P.1911–1923.
- [26] Azi B.-Menahem, Gibson R. Directional attenuation of SH waves in anisotropic poroelastic inhomogeneous media // J. Acoust. Soc. Amer. 1993. Vol.93, N6. P.3057–3065.
- [27] Berryman J.G. Comparison of Upscaling Methods in Poroelasticity and its Generalizations // Journal of engineering mechanics. 2005. P.928–936.

Bliyeva D.N.

Overview of dynamic poroelasticity equations studies

Summary: Mathematical modeling of processes occurring in liquid-saturated porous media is based on Frenkel-Bio models developed in the first half of the last century. Based on the publications of numerous authors, this article provides a brief review of the various representations of the Bio model and their modifications. The existence and uniqueness theorem for the solution of one nonlinear Bio model is given. Examples of existing numerical methods for solving dynamic equations the main results obtained in recent years are described. Area for further research on this subject is mentioned.

Key words: Dynamic equations, poroelasticity, fluid-saturated porous media, mathematical modeling.

Біліева Д.Н.

Кеуек-серпімділіктің динамикалық теңдеулердің саласындағы зерттеулердің шолуы.

Түйіндеме: Өткен ғасырдың бірінші жартысында әзірленген Френкель-Био теориясы сұйықтық толтырылған кеуекті орталарда пайда болатын процестерді математикалық модельдеу үшін негізі ретінде пайдаланылады. Осы мақалада көптеген авторлардың басылымдарында негізделген, Био моделінің теңдеулердің әртүрлі ұсыныстары мен олардың өзгертулердің қысқаша шолуы келтірілген, сызықты емес бір өлшемді Био моделінің класында шешуі бар және оның жалғыздығы теоремасы келтірілген. Соңғы жылдарда пайда болған негізгі нәтижелер мен динамикалық теңдеулердің шешулерінің бар сандық әдістерінің мысалдары келтірілген. Осы тақырып бойынша алдағы кезде зерттеулер жүргізу бағыттары келтірілген.

Түйінді сөздер: Динамикалық теңдеулер, пороэластикалық, сұйық қаныққан кеуекті орта, математикалық модель

УДК 621.867.65.011.8

О.М. Жаркевич, О.А. Нуржанова, Д.С. Жунуспеков
(Карагандинский государственный технический университет,
Караганда, Республика Казахстан)

**РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСИЛЕННОГО ЗВЕНА ЦЕПИ КОНВЕЙЕРА
ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРЯЧЕКАТАННЫХ РУЛОНОВ**

Аннотация: Цепные конвейеры – это вид производственного оборудования, у которых тяговая сила создается за счет одной или двух цепей. При помощи них осуществляется перемещение различных видов грузов, в том числе горячекатанных рулонов. При постоянных нагрузках в передаче горячекатанных рулонов нет возможности останавливать цепной конвейер на длительные ремонты. Поэтому цепной конвейер должен быть надежен в эксплуатации, чтобы прости не задерживали дальнейший передел проката.

В статье рассмотрен такой дефект звеньев цепи конвейера, как «выработка» и причины его появления. Приведены конструктивные изменения звена цепи за счет утолщения нижней подушки и изменения диаметра монтажного отверстия. Смоделировано напряженно-деформированное состояние в программе ANSYS 17.0. Определение напряженно-деформированного состояния осуществлялось на основе метода конечных элементов. В результате установлены значения эквивалентных и тангенциальных напряжений. Определены максимальные деформации в звеньях цепи. Рассчитаны коэффициенты запасов прочности в старой и новой конструкции звена цепи конвейера. Установлено, что обеспечивается необходимая прочность новой конструкции звена цепи. При этом металлоемкость новой конструкции звена цепи не увеличивается по сравнению со старой конструкцией.

Ключевые слова: звено, цепь, нагрузка, напряжение, коэффициент запаса

Конвейер - это один из видов транспорта для материалов, который существует более 100 лет [1].

Цепной конвейер – одно из наиболее высокопроизводительных подъемно-транспортных средств, применяемых на металлургических предприятиях [2]. При постоянных нагрузках в передаче горячекатанных рулонов нет возможности останавливать цепной конвейер на длительные ремонты. Поэтому он должен быть надежен в эксплуатации, чтобы прости в перемещении груза из одного цеха в другой не задерживали дальнейший передел проката [3]. Повышение надежности цепного конвейера в эксплуатации невозможно без кардинального улучшения его технико-экономических показателей. В связи с этим первостепенным является модернизация цепного конвейера, а именно конструкции звена цепи.

В ходе работы в цепи возникает такой дефект, как выработка звена цепи (рисунок 1) [4].



Рис.1. Выработка звеньев цепи конвейера

Это вызвано повышенными температурными нагрузками (100°C температура горячекатанного перемещаемого рулона) и порывистыми натяжными усилиями при перемещении звеньев цепи [5].

Для устранения выработки звена цепи, предлагается изменить его конструкции путем утолщения нижней подушки (рисунок 2 и 3).

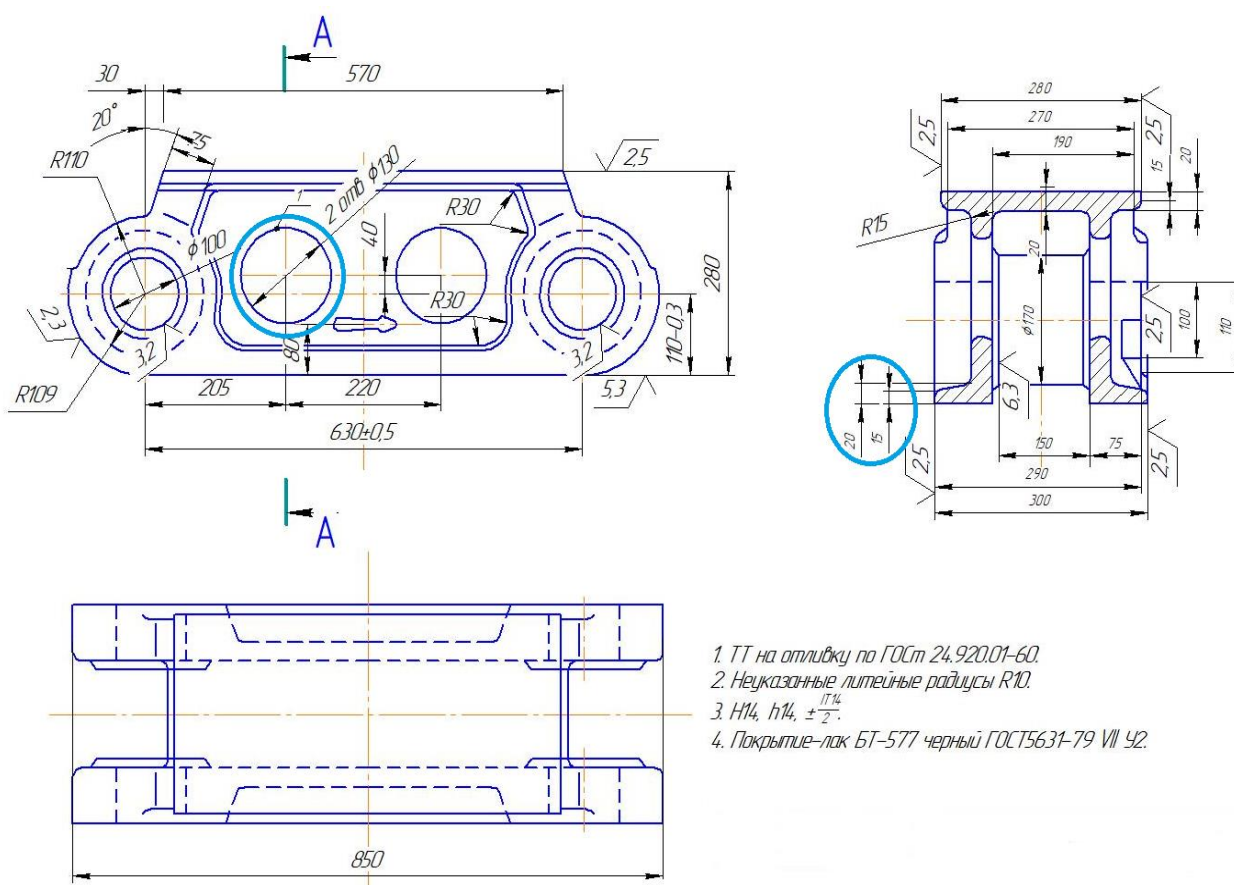


Рис. 2. Старая конструкция звена цепи

На основании места соединения звеньев увеличен радиус с 20 мм до 40 мм. Для увеличения прочности основания звена был уменьшен диаметр монтажного отверстия с $\varnothing 130$ мм до $\varnothing 80$ мм.

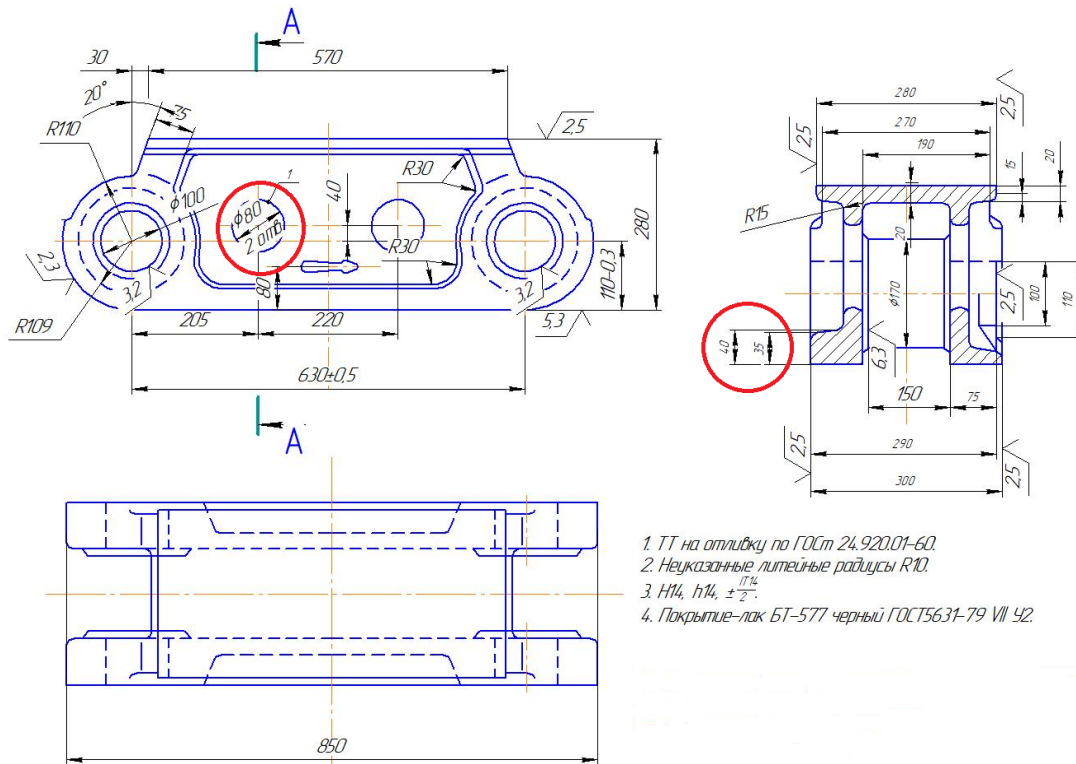


Рис. 3. Новая конструкция звена цепи

Чтобы доказать это, было проведено моделирование напряженно-деформированного состояния в программе ANSYS 17.0 [6]. Определение напряженно-деформированного состояния осуществлялось на основе метода конечных элементов, используемого при решении различных инженерных задач [7].

Для ускорения расчета была использована только четверть конструкции звена и это допустимо, потому что конструкция симметричная. Для имитации нагрузок, действующих на звено цепи, были использованы следующие значения:

- нагрузка по оси X – нагрузка от веса горячекатанного рулона: 6000 Н (рисунок 4);
- нагрузка по оси Y – натяжение цепи при движении конвейера: 36788 Н (рисунок 5);
- ускорение свободного падения (рисунок 6).

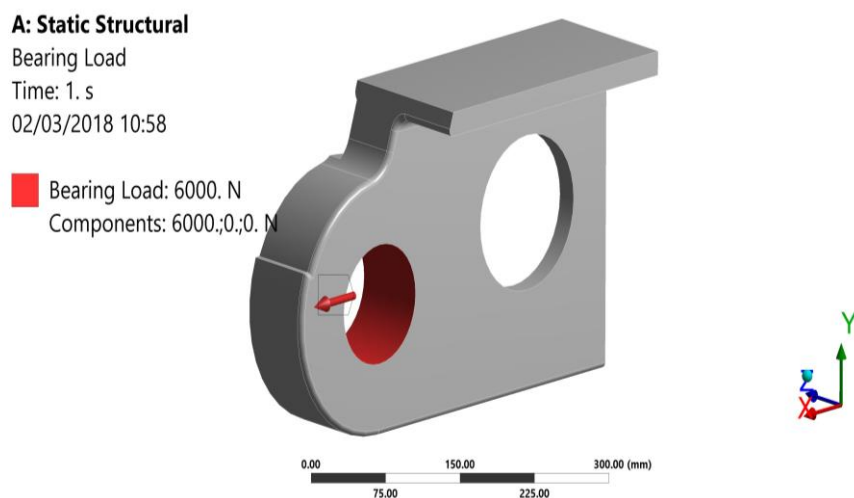


Рис. 4. Нагрузка по оси X на звено цепи с диаметров 130 мм

A: Static Structural

Force 3
Time: 1. s
02/03/2018 10:57

Force 3: 36788 N
Components: 0.;-36788;0. N

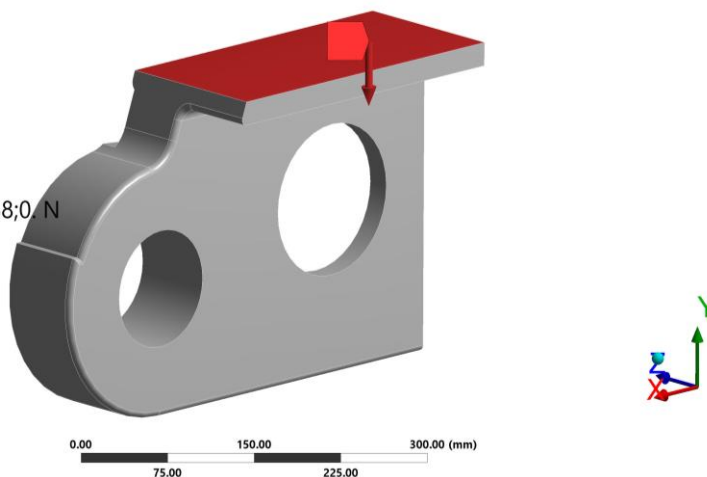


Рис. 5. Нагрузка по оси Y на звено цепи с диаметров 130 мм

A: Static Structural

Standard Earth Gravity
Time: 1. s
02/03/2018 10:56

Standard Earth Gravity: 9806.6 mm/s²
Components: 0.;-9806.6;0. mm/s²

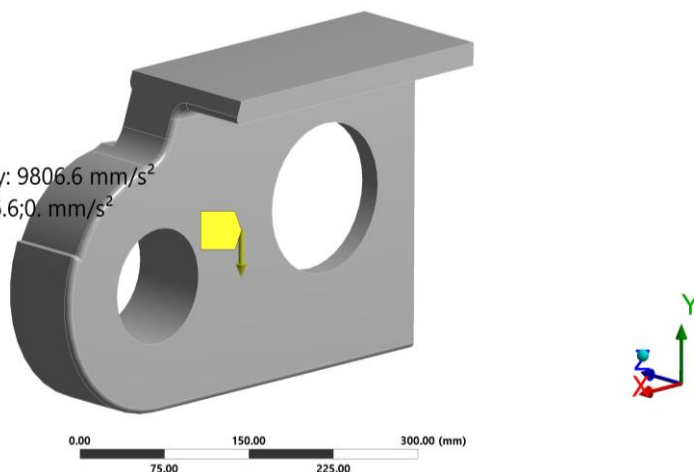


Рис. 6. Приложение ускорения свободного падения к звену цепи диаметром 130 мм

При этом перемещение свободно по оси Z (рисунок 7) [8].

A: Static Structural

Displacement
Time: 1. s
02/03/2018 10:56

Displacement
Components: 0.;0.;Free mm

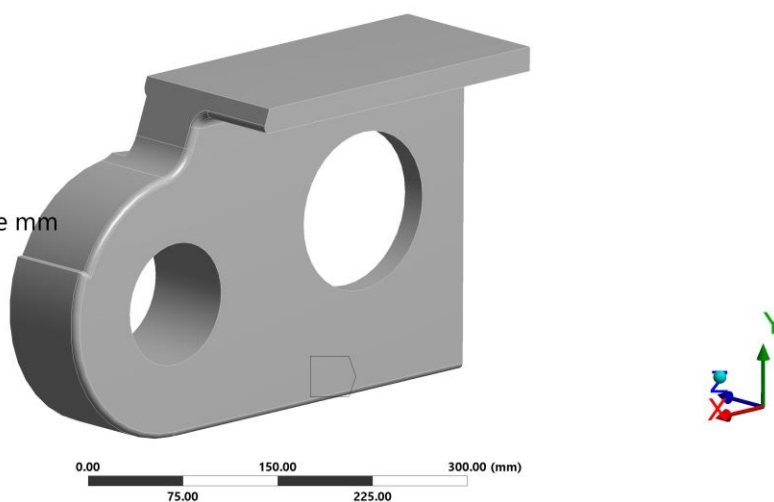


Рис. 7. Перемещение звена цепи с диаметров 130 мм

В результате полученного анализа максимальные эквивалентные напряжения [9] в звене цепи с диаметров монтажного отверстия 130 мм составили 49 МПа (рисунок 8).

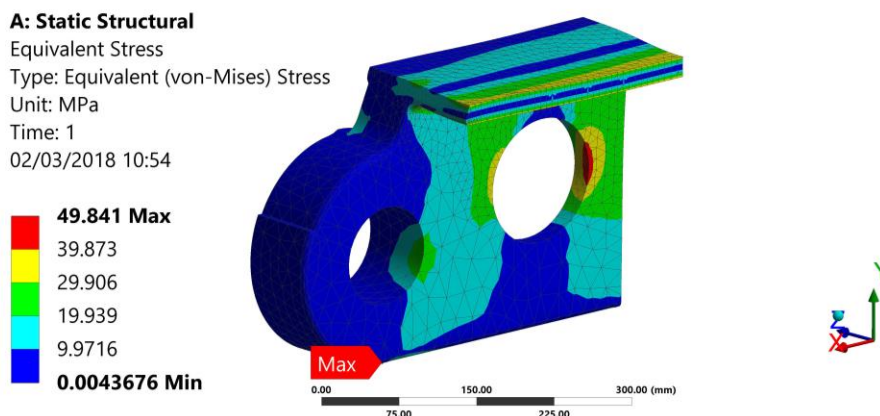


Рис. 8. Эквивалентные напряжения в звене цепи с диаметров 130 мм

Максимальные тангенциальные напряжения [10] составили 12 МПа (рисунок 9).

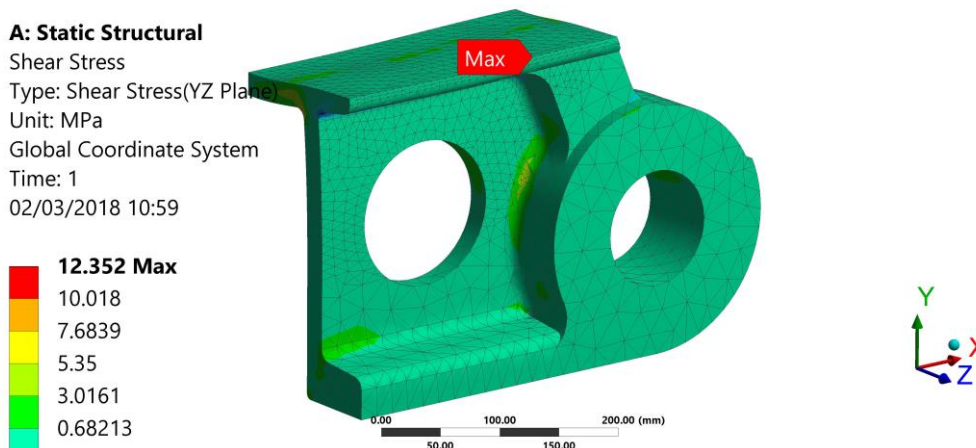


Рис. 9. Тангенциальные напряжения в звене цепи с диаметром 130 мм

При этом максимальная деформация составила 0,04 мм на верхней подушке звена цепи (рисунок 10).

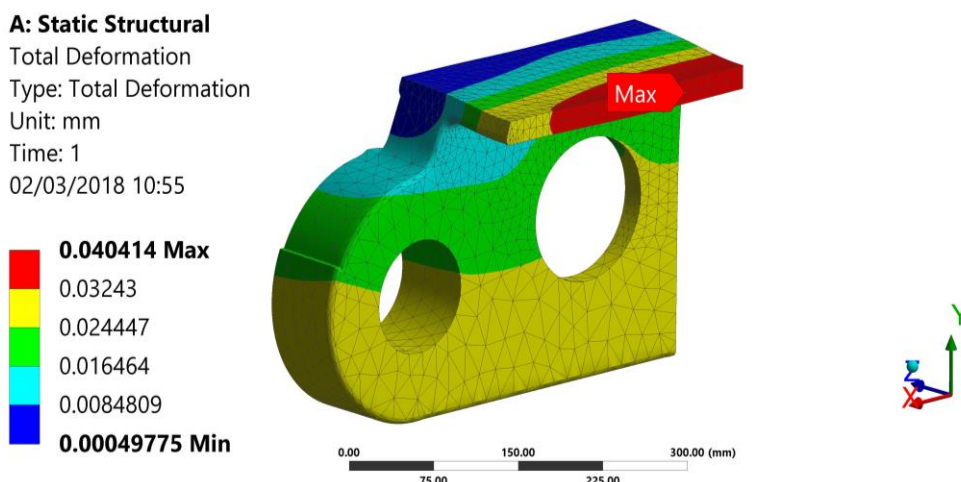


Рис. 10. Деформации в звене цепи с диаметром 130 мм

Точно такой же анализ был произведен для новой конструкции звена цепи с диаметром монтажного отверстия 80 мм. Были приложены те же самые нагрузки и заданы те же граничные условия.

Распределение эквивалентных напряжений в конструкции звена цепи с диаметром монтажного отверстия 80 мм приведены на рисунке 11.

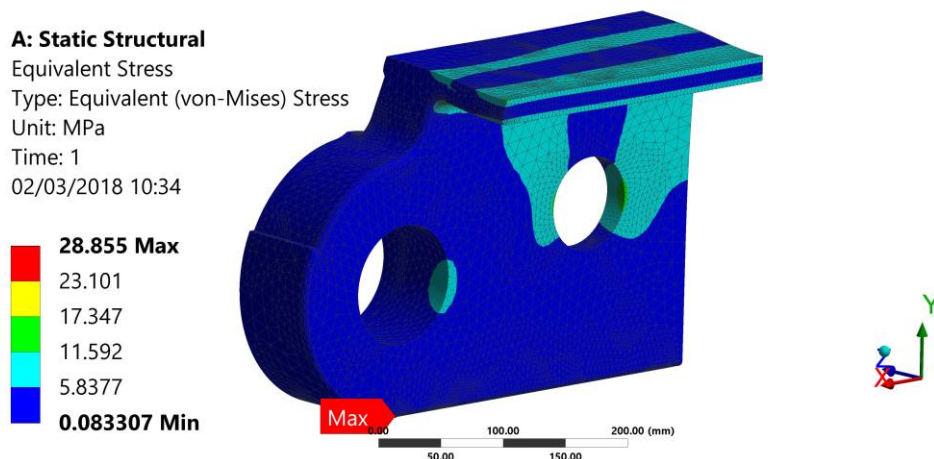


Рис. 11. Эквивалентные напряжения в звене цепи с диаметров 80 мм

Тангенциальные напряжения в звене цепи с диаметров монтажного отверстия 80 мм приведены на рисунке 12.

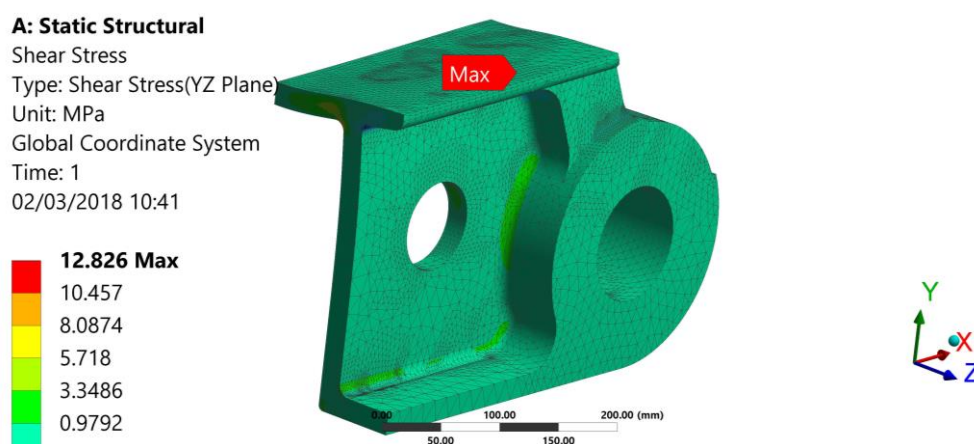


Рис. 12. Тангенциальные напряжения в звене цепи с диаметром 80 мм

При этом максимальная деформация составила 0,03 мм на верхней подушке звена цепи (рисунок 13).

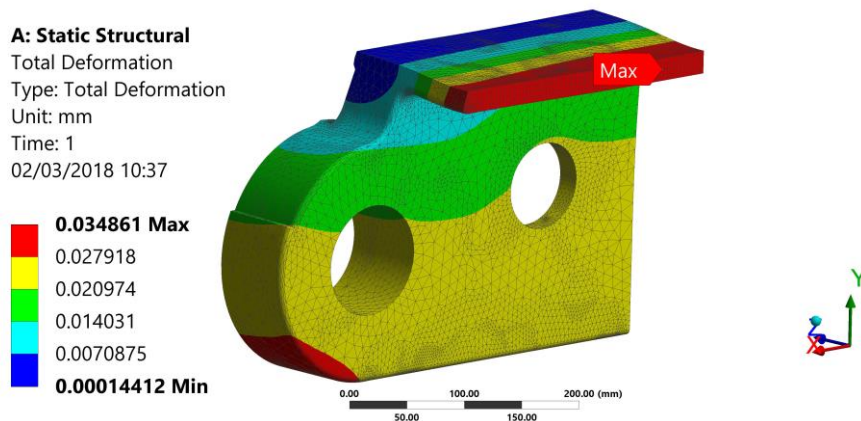


Рис. 13. Деформации в звене цепи с диаметром 80 мм

После проведенных расчетов необходимо проверить, обеспечиваются ли условия прочности. Условия прочности для звена цепи марки стали 45Л [11] определяются формулой [12]:

$$\sigma_{\text{экв}} \leq \sigma_{\text{T}} \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{экв}}$ – эквивалентные расчетные напряжения, МПа;

σ_{T} – предел текучести, МПа.

Условия прочности для звена цепи из марки 45Л с диаметром монтажного отверстия 130 мм обеспечены, т.к. $49,8 \text{ МПа} \leq 340 \text{ МПа}$; условия прочности для звена цепи из марки стали 45Л с диаметром монтажного отверстия 80 мм обеспечены, т.к. $28,8 \text{ МПа} \leq 340 \text{ МПа}$.

Дополнительно определим коэффициент запаса прочности звена цепи [13]:

$$n = \sigma_{\text{T}} / \sigma_{\text{экв}} \quad (2)$$

Коэффициент запаса прочности в звене цепи с диаметром 130 мм:

$$n = 340/49,8 = 6,8$$

Коэффициент запаса прочности в звене цепи с диаметром 80 мм:

$$n = 340/28,8 = 11,8$$

Расчеты позволяют сделать вывод о том, что при изменении диаметра монтажного отверстия в звене цепи с 130 мм до 80 мм увеличивается прочность в 1,8 раз, поэтому такие конструктивные изменения правомерны.

Необходимость введения коэффициентов запаса прочности объясняется следующими обстоятельствами [14]:

- а) разбросом в определяемых из опыта величинах σ_{T} или $\sigma_{\text{экв}}$ для данного материала;
- б) невозможностью точно установить действующие нагрузки;
- в) неточностью принятых методов расчета.

Расчитанные коэффициенты запаса прочности превышают нормативы коэффициентов, определенных табличными данными в машиностроении [15] в 2 – 4 раза. И при этом металлоемкость новой конструкции звена цепи не увеличивается по сравнению со старой конструкцией, что не влечет за собой экономических потерь.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Машины непрерывного транспорта. Конспект лекций по дисциплине. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 273 с.
- [2] Барышев А.И., Стеблянюк В.Г., Хомичук В.А. Механизация ПРТС работ. Курсовое и дипломное проектирование транспортирующих машин: Учебное пособие. - Донецк: ДонГУЭТ, 2003. - 471 с.
- [3] M.Y. Dakhole, P.G. Mehar, V.N. Mujbaile //International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). - Vol. 2, Issue 5, September- October 2012. - P.181 - 192
- [4] Edward Yin, Onumus Muvengei, John Kihui, Kenneth Njoroge. Failure Analysis on Conveyor Chain Links of a Central Bucket Elevator //Journal of Mechanical and Civil Engineering, 2016. - P. 56 - 63.
- [5] Nur Ismalina Haris, Md Saidin Wahab, Amarul Talip. Failure Analysis of Conveyors Chain Links: A Case Study //Applied Mechanics and Materials. - Volume 465-466, 2014. – P.725 - 729
- [6] Федорова Н.Н., Вальгер С.А., Данилов М.Н., Захарова Ю.В. Основы работы в ANSYS 17. М: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.
- [7] Shoji Noguchi, Kohta Nagasaki, Satoshi Nakayama, Tohru Kanada, Toshiaki Nishino, Takashi Ohtani/ Static Stress Analysis of Link Plate of Roller Chain using Finite Element Method and Some Design Proposals for Weight Saving //Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing. - Volume 3, 2009. - P. 159 - 170.
- [8] Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. - М.: Либроком, 2015. - 272 с.
- [9] Морозов Е. М. ANSYS в руках инженера. Механика разрушения / Е.М. Морозов, А.Ю. Муйземнек, А.С. Шадский. - М.: Ленанд, 2010. - 456 с.

- [10] Дорофеева Е.С., Литвиненко Д.С. Касательные напряжения в верхней точке изгибаемого двутавра //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – Том 1, 2015. - С. 144 – 146.
- [11] Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов,
- [12] А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. А.С. Зубченко – М.: 2014. - 1216 с
- [13] Расчёт и конструирование цепных передач: Методические указания к курсовому проектированию по деталям машин для студентов специальностей 101200, 110400, 120100, 120200, 120900, 150200, 170400, 230100, 240100, 240400, 240500, 260100, 260200 / Сост. В. М. Плисс – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2015. – 36 с.
- [14] Степин П.А Соппротивление материалов: Учебник / П.А Степин. - СПб.: Лань, 2012. - 320 с.
- [15] 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
- [16] Рогов В.А., Соловьев В.В., Копылов В.В. Новые материалы в машиностроении: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 324 с.

Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Жунуспеков Д.С.

Ыстық оралған орамдарды тасымалдауға арналған конвейер шынжырының күшейтілген тізбегінің конструкциясын әзірлеу

Түйіндеме: Шынжырлы конвейерлер – бұл өндірістік жабдықтардың түрі, олардың тартымдылық күші бір немесе екі шынжыр арқылы пайда болады. Солар арқылы жүктердің әр түрлері, сонымен қатар ыстық оралған орамдар да қозғалады. Тұрақты жүктемелер кезінде ыстық оралған орамдарды тасымалдағанда шынжырлы конвейерлерді ұзақ мерзімге тоқтатуға мүмкіндік жоқ. Сондықтан, шынжырлы конвейер пайдаланған кезде сенімді болу керек.

Мақалада конвейердің шынжыр тізбегінің «істен шығу» ақауы және оның пайда болу себептері қарастырылған. Төменгі жастықты қалындату және монтажды тесіктің диаметрін өзгерту арқылы шынжыр тізбегінің конструктивті өзгерістері келтірілген. ANSYS 17.0 бағдарламасында кернеулі-деформацияланған деңгейі моделденді. Кернеулі-деформацияланған деңгейісоңғы элементтер әдісі негізінде анықталды. Нәтижесінде эквивалентті және тангенциалды кернеулер мәндері орнатылды. Шынжыр тізбектеріндегі максималды деформациялар анықталды. Конвейердің шынжыр тізбектерінің жаңа және ескі конструкциясында беріктік қорының коэффициенті есептелді. Шынжырдың жаңа тізбегінің конструкциясында керекті беріктік орнатылды. Бола тұра шынжырдың жаңа тізбегінің конструкциясының металкөлемділігі ескі конструкциямен салыстырғанда ұлғаймайды.

Түйін сөздер: тізбек, шынжыр, жүктеме, кернеу, қордың коэффициенті

УДК 621.979.6.06:631.53.027

²А.Е. Кайрбаева, ¹В.Н. Василенко, ²С.С. Джингилбаев,

²Д.А. Тлевлесова, ¹М.В. Копылов

(¹Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

²Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан

e-mail: aika.kai@yandex.kz)

ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ДЫНИ

Аннотация. В данной статье изучались аэродинамические свойства семян дыни с целью разработки технологического оборудования для дальнейшей переработки семян дыни. К важным характеристикам аэродинамических свойств относятся скорость витания, коэффициент парусности, коэффициент аэродинамического сопротивления и др. Так же изучается вопрос влияния влажности и их физических характеристик семян дыни на аэродинамические свойства. Результаты показали что, скорость витания семян тыквы колеблется в интервале 8,1–10,7 м/с, критическая скорость семян дыни (переход из состояния покоя во взвешенное состояние) 0,44-0,48 м/с, скорость уноса составляет 0,8 м/с. Коэффициент сопротивления для семечки дыни составляет 1,54

Ключевые слова: аэродинамика, семена дыни, влажность, скорость витания

Введение

Семена фруктов часто считаются отходами, но в последние годы они получают растущий интерес из-за важных питательных и лечебных свойств их биоактивных компонентов. Кроме того, семена можно рассматривать как возобновляемые ресурсы, из которых можно извлечь много полезных продуктов. Действительно, из-за растущей тенденции замены жиров животного происхождения на растительные, некоторые отрасли промышленности в настоящее время возвращаются к использованию

природного сырья для производства биодизеля. Таким образом, семена плодов могут использоваться для извлечения растительных масел, которые содержат большое количество ценных биокомпонентов и природных антиоксидантов [1].

Дыня представляет большой потенциал для потребления из-за исключительного вкуса плодов. При обработке плодов дыни образуется большое количество побочных продуктов. Большая часть этих материалов состоит из семян дыни, которые обычно отбрасываются. Фактически, количество семян дыни, извлеченных из промышленности по переработке фруктов, оценивается в 738 тысяч тонн на основе данных о производстве фруктов [2].

Семена дыни также являются хорошим источником природных антиоксидантов и могут служить в качестве пищевых ингредиентов для поддержания срока годности [3].

Работа SanaMallek-Ayadi направлена на изучение химического состава семян дыни и изучение биологически активных соединений масла семян дыни, включая жирные кислоты, полифенолы, фитостеролы и токоферолы. Полученные результаты могут способствовать разработке побочных продуктов переработки дыни [4].

Для разработки технологического оборудования требуются достоверные данные о физико-механических, аэродинамических и других свойствах как семян дыни и тыквы, так и продуктов их переработки.

Одной из важных характеристик семян дыни и тыквы для подготовительных процессов очистки воздушным потоком являются аэродинамические свойства, к которым относятся скорость витания, коэффициент парусности, коэффициент аэродинамического сопротивления, коэффициент полета и др. В качестве какого-либо из перечисленных аэродинамических свойств в расчетах принимают одно из указанных понятий, зависящих от способа пневмосепарирования зернового сырья и от направления движения воздушного потока в соответствующем технологическом оборудовании. При разделении частиц в пневмосепарирующем канале с вертикальным восходящим воздушным потоком используют понятие скорости витания, которое достаточно полно объясняет физическую картину процесса, основанную на анализе сил, действующих на частицу [5].

Для определения аэродинамических свойств семян сельскохозяйственных культур пользуются точным прибором — порционным классификатором.

Если тело поместить в канал, в котором вентилятором возбуждается движущийся вверх однородный воздушный поток, то оно будет находиться под воздействием двух сил: давление воздушного потока будет поднимать его вверх, а вес тела тянуть его вниз. В зависимости от соотношения этих сил испытываемое тело будет или стремиться вверх, или падать вниз, или находиться во взвешенном состоянии. В этом случае относительная скорость тела будет равна абсолютной скорости потока, но обратно направлена. Эта скорость называется критической скоростью.

Ali Mansourietal были исследованы некоторые физические свойства сортов дыни Somsori и Varamin были изучены семена и ядра; три основных размера (длина, ширина и толщина) семена и ядра дыни измеряли с использованием техники обработки изображений. Результаты показали, что масса семян Somsori и Varamin была равна 0,043 и 0,052 г соответственно, для ядер дынь оказалось равным 0,031 и 0,036 г. соответственно. Истинная плотность семян Somsori и Varamin были равны 1182,612 и 1132,058 кг/м³. Было установлено, что соответствующее значение для ядер дыни составляет 1479,731 и 1535,911 кг/м³, соответственно. Результаты показали, что при увеличении объема контейнера от 500 до 600 мл плотность семян увеличилась. Но с увеличением объема контейнера от 600 мл до 1500 мл, объемная плотность семян уменьшилась. Также с увеличением объема контейнера от 500 мл до 60 мл увеличена объемная плотность ядер объемом 1000 мл. Но с увеличением объема контейнера из 1000 мл до 1500 мл, объемная плотность ядер уменьшалась. Значения коэффициента трения семени ядра на резиновой поверхности были больше, чем поверхности железа, оцинкованной и фанеры, но значения коэффициента трения семян и ядер на оцинкованной поверхности были меньше других поверхностей [6].

R.M. Davies для разработки технологий по переработки сельскохозяйственной продукции считает уместным знание технических свойств биоматериала. Им были исследованы инженерные свойства семян дыни трех различных разновидностей: *C. edulis*, *C. vulgaris* и *C. lanatus* при содержании влаги 6,25, 6,33 и 5,21% соответственно. Осевой размер, средний диаметр, сферичность, площадь поверхности, пористость, истинная и объемная плотность, угол покоя, коэффициент трения трех сортов семян дыни были определяется стандартным методом. Результат, полученный в итоге исследования, показал, что длина, ширина, толщина, арифметический и геометрический диаметр, сферичность, площадь

поверхности и 1000 единиц массы варьировались от 12,81-1,50 мм, 7,02-8,42 мм, 2,22-2,49 мм, 7,36-8,31 мм, 5,84-6,54 мм, 0,47-0,53, 134,64-192,23 мм² и 94,0-110,0 гсоответственно. Статический коэффициент трения определялся для четырех фрикционных поверхностей: стекла, фанеры, оцинкованной стали и бетона. Наибольший коэффициент трения наблюдался на бетонной поверхности для всех трех разновидностей дыни. Отношение длины к длине, длине по толщине и длине к массе была одинаково исследована[7].

A. Koosheki, и др изучали физические свойства трех распространенных иранских сорта семян дыни оценивались как функция семянсодержание влаги варьирует от 4,75 до 47,6, от 5,02 до 46,81 иот 4.55 до 45.22% (w.b.) для Ghermez, Kolaleh и Sarakhsi, соответственно. Было обнаружено, что при увеличении содержания влаги возрастают осевые размеры, площадь поверхности, угол трения, объемный истинная плотность, сферичность, геометрические и арифметические средние диаметры и коэффициент статического трения на пяти структурных поверхностях, тогда какуменьшая пористость и угол заполнения. Среди разновидностей семян дыни, наибольшие значения геометрических свойств у Гермеза были визучено все содержание влаги. Увеличение площади поверхности ссодержание влаги. Максимальные значения объема плотности и истинной плотности среди сортов были получены для семян Колалеха. Семена дыни Гермеза имели самую высокую пористость, которая уменьшается с увеличением содержания влаги. Угол заполнения спад уменьшился по мере увеличения содержания влаги для всех трех сортов. По показателю влажности- фанера показала самый высокий коэффициент трения,затем оцинкованный лист железа, затем стекловолокно и, наконец,стекло. Увеличение коэффициента трения с содержанием влагибыл самым крупным для семян дыни Гермеза на поверхности стекловолокна,затем Сарахси и Колале на стекловолокне и оцинкованныеповерхности железного листа, соответственно. Сорт Гёрмеза был самым высоким трение на всех фрикционных поверхностях при всех уровнях влажности[8].

Abu Shieshaa и др проводилось исследование для оценки влияния содержания влагипо некоторым физико-механическим свойствам семян семенной дыни иих ядро. Средняя длина, ширина, толщина, масса и твердость 100 семян составляли 12,42, 7,80, 2,37 мм, 0,097 г и 64,8 Н соответственно.содержание влаги в семенах 9,53% (w.b.),для ядрабыли 10,5, 6,50, 1,64 мм, 0,061 г и 14,0 Н. Увеличение количества семянсодержание влаги от 9,53 до 24,08% приводит к увеличению объемной плотностисемян и ядра от 490 до 600 и от 510 до 640 кг / м³ соответственно.Однако истинная плотность семян уменьшилась с 1160 до 1000 кг / м³.Между тем, он увеличился с 1015 до 1150 кг / м³ для ядра. Пористостьуменьшилось с 58 до 41 и от 50 до 40% для семян и ядра соответственно.Наибольшие значения критической скорости составляли 6,4, 4,67 и 3,94 для семян,ядра и корпуса, соответственно, при влажности семян 24,08%. В одинаковое увеличение содержания влаги в семенах увеличивалостатический коэффициент трения семян от 0,24 до 0,65, 0,23 до 0,80 и0,34-0,90 для оцинкованного металла, нержавеющей стали и фанеры, соответственно. В то время как значения статического коэффициента трения ядер составило от 0,23 до 0,68, от 0,27 до 0,75 и от 0,33 до 0,80 для упомянутых выше поверхностей. Угол покоя увеличился с (27до 43 град.) для семян и 31-41 град для ядер с увеличениемсодержание влаги от 9,53 до 24,08 (w.b.) [9].

Ogunwa, K.I., Ofodile, S. andAchugasim, экстрагировали масло семян дыни с очень высоким выходом 52,2%. Выделенное масло подвергали воздействию бензинаи затем переэтерифицируют с получением метиловых эфиров жирных кислот или биодизеля.Биодизельное топливо также подвергалось испытаниям качества топлива. Результаты показали, что экстрагированное масло имелоудельный вес 0,91 и содержание влаги 0,90%, что указывает на то, что масло является очень хорошим энергетическим источником, имеет потенциал для переэтерификации и не восприимчив к микробной атакеи автоокислению. Параметры качества топлива произведенного биодизеля показали, что он соответствуетстандартам для биодизеля и хорошо сравнивается со стандартным нефтедизелем [10].

В работе G.O. Mban и др. оценивали физико-химические свойства масла семян дыни, используя стандартные аналитические методы. Результаты показали процентную (%) влажность, сырой липид, сырую протеинную золу и содержание углеводов в семенах дыни как 11.150, 46.100, 5.650, 15.200, 20.05 соответственно. Используемые комбинации обработки показали значительные различия ($P < 0,05$) при выходе муки из семян дыни с масляным выходом 41,30-5,99%. Показатели липидов масла семян дыни обозначали кислотное значение (A_v) в виде 1000 мг NaOH / г масла, свободной жирной кислоты (FFA) в качестве 0,500%, омыляющего клапана (sv) в качестве 187 000 мг KOH / г масла, йода (IV) в виде 75,00012 / г масла, пероксидного клапана в виде 7,250 мл / г масла и вязкости 0,008 сП. Полученно оптимальное условие, обеспечивающее максимальный выход экстрагированного дынного

масла, представляет собой время выщелачивания 2 часа, температуру выщелачивания 500 ° С или 1220 ° F и соотношение растворенного растворителя 0,05 г / мл [11].

Данный анализ показывает важность знаний аэродинамических характеристик семян дыни для дальнейшей переработки и актуальность использования семян дыни как источник растительного масла.

Материалы и методы.

Изучение скорости витания семян дыни и тыквы проводили на стендовой установке, состоящей из вертикальной стеклянной трубы, шкалы измерения и вентилятора, соединенных между собой воздуховодами в замкнутый контур. Для выравнивания скорости потока воздуха в стеклянной трубе на ее нижнем и верхнем фланцевых соединениях установлены сеточки рис.1. Скорость потока воздуха и его температуру регистрировали термоанемометром VT 100 от фирмы KiMOinstruments соответственно с точностью $\pm 0,1$ м/с и $\pm 0,2^\circ\text{C}$. Зонд термоанемометра помещали в центр воздуховодной трубы и жестко его фиксировали при помощи резинового уплотнения. Объектом исследований были семена дыни и тыквы из 100 шт. влажностью 5,2%, выращенной в Республике Казахстан, Алматинская область, Илийский район.

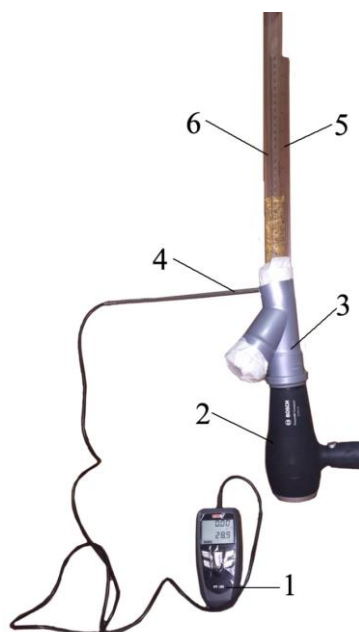


Рис.1. Экспериментальная установка:
1 – термоанемометр VT100, 2 – вентилятор (фен), 3 – тройник,
4 – зонд, 5 – линейка, 6 – стеклянная трубка (L=1м)

Включаем вентилятор 2 и за счет подачи воздуха через тройник 3, в трубке 6 начинается псевдооживление слоя материала. При помощи датчика, который находится на конце зонда 4, осуществляется определение скорости подачи воздуха вентилятором 2. При помощи линейки 5 фиксируется уровень расположения материала в трубке 6.

Теория/ расчет

Зернистый слой материала, расположенный на газопроницаемой поддерживающей решётке, в зависимости от скорости восходящего потока газа может переходить во взвешенное состояние или оставаться при этом неподвижным (фильтрующим). Взвешенный слой за внешнее сходство с поведением обычной капельной жидкости (текучесть, способность принимать форму того сосуда, в который она помещена, и т.д.) называют псевдооживленным. Рассмотрим явление псевдооживления.

Предположим, что поток воздуха (газа, воды) движется через слой так, как показано на рис.2. При низких скоростях поток просто фильтруется через пустоты между частицами; в таком состоянии они составляют так называемый *неподвижный (фильтрующий) слой*(рис.2,*а*). При увеличении скорости потока выше некоторого критического значения, слой перейдет во *взвешенное* состояние. Причем структура его может быть различной. При сравнительно низких скоростях может быть получен взвешенный слой с равномерным распределением твердой фазы независимо от продолжительности про-

цесса и размеров аппарата. Такой слой называется однородным. Обычно он легко организуется при одинаковых размерах частиц, а также отсутствием крупных пузырей газа, проходящих через слой. Таким образом, состояние системы газ – твердые мелкозернистые частицы можно считать однородным только в том случае, если восходящий поток свободен от внешних возмущений (рис.2, б, в). В этой области трение между частицей и потоком компенсируется весом частицы, вертикальная составляющая силы сцепления соседних частиц уменьшается, а перепад давления в любом сечении слоя будет равным весу потока с частицами в этом сечении.

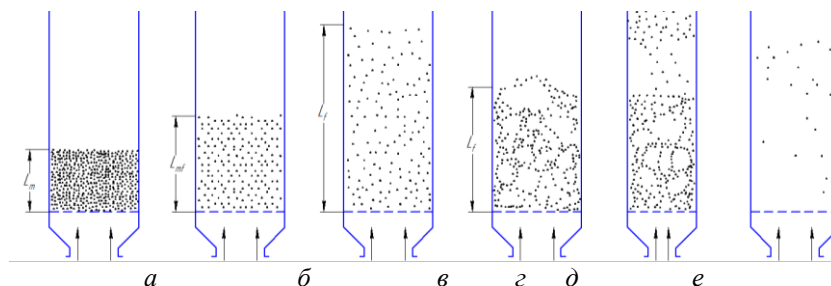


Рис. 2. Схемы режимов псевдоожижения.

a – неподвижный (фильтрующий) слой при низкой скорости потока газа или жидкости; *б* – псевдоожижение потоком жидкости; *в* – однородное псевдоожижение потоком газа; *г* – неоднородное (с пузырями) псевдоожижение потоком газа; *д* – поршневой режим; *е* – разбавленная фаза псевдоожиженного слоя с пневмотранспортом при высокой скорости потока газа или жидкости

При дальнейшем повышении скорости потока наблюдаются большие неоднородности в виде пузыреобразования или каналаобразования. При движении через слой крупных пузырей наружная поверхность слоя разрывается, и группы частиц перемещаются вместе с пузырями по высоте слоя, способствуя интенсивному перемешиванию твердой фазы (рис.2,г).

Многие факторы влияют на скорость перемешивания частиц, размер пузырей и степень неоднородности слоя. К этим факторам относятся: геометрия слоя, скорость потока газа, тип газораспределителя и внутренняя конструкция сосуда; наличие таких элементов, как сетки, перегородки, теплообменники. В качестве примера рассмотрим поршнеобразование – явление, сильно зависящее от геометрии сосуда. При таком режиме газовые пузырьки сливаются и растут по мере их подъема; при достаточной глубине слоя они могут стать достаточно большими, чтобы занять все поперечное сечение сосуда. Поэтому часть слоя выше пузыря выталкивается вверх, как поршень. Частицы пересыпаются из поршня вниз, и он разрушается. Почти за это же время образуется другой поршень, и это пульсирующее нестабильное движение повторяется (рис.2,д). Чаше всего поршнеобразование является нежелательным, т.к. он ставит проблему уноса и уменьшает потенциальные возможности использования такого слоя, как для протекания процессов. Обычно поршнеобразование происходит в высоких слоях малого диаметра.

Считается, что как газовые, так и жидкостные слои являются псевдооживленными в плотной фазе, т.к. имеется четко выраженная верхняя граница или поверхность слоя. Однако, когда при достаточно высокой скорости потока повышается скорость витания частиц, верхняя граница слоя исчезает, унос становится заметным и частицы выносятся из слоя с потоком оживжающего агента. В этом случае мы имеем диспергированный, разбавленный или псевдооживленный слой в разбавленной фазе с пневмотранспортом частиц (рис.2,е).

Скорость витания определяли как среднее из 5 измерений для каждой семянки при установившемся ее колебательном движении на фиксированном по длине участке стеклянной трубы. Относительная ошибка среднего измерения скорости витания в проведенной серии измерений не превышала $\pm 2,83\%$.

Коэффициент парусности (k) рассчитывали по известной зависимости [12].

$$v = \sqrt{\frac{g}{k}}$$

$g=9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; v_v – средняя скорость витания семян дыни, м/с

При преобразовании получим

$$k = g/v^2$$

Подставляя значения, мы получили значения для семян дыни 0,5 м⁻¹, для семян тыквы 0.09-0.13 м⁻¹

Определение коэффициентов аэродинамического сопротивления семян производили (Shellard, MacMillan, 1978), (Gorial и O'Callaghan, 1990), (Garret R.E., 1965) и др [13,14,15].

Силу сопротивления находим по формуле

$$R = k_c F \frac{\rho_s V^2}{2}$$

Где k_c-коэффициент сопротивления, F –площадь Миделева сечения, м², ρ_v- плотность воздуха, кг/м³, V-критическая скорость, м/с

Площадь Миделева сечения неправильной формы тела, т.е., с помощью деления треугольниками. Отсюда

$$F = \frac{h}{2} a$$

Где a-толщина семени, h- ширина семени.

Выводим коэффициент сопротивления

$$k_c = \frac{2mg}{\rho_s F v^2}$$

Результаты

Для эксперимента были использованы семена дыни отечественной селекции от «Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства» в таблице 1 приведены технологические характеристики при массе навески 100 гр.

Увеличение количества влаги семянот 9,53 до 24,08% приводит к увеличению объемной плотности семян и ядра от 500 до 620 и от 570 до 680 кг / м³ соответственно. При этом наблюдается уменьшение истинной плотности семян с 1150 до 983 кг / м³ и ее увеличения для ядер с 1005 до 1138 кг / м³ для ядра.

Таблица 1. Технологические характеристики семян дыни, отечественной селекции

№	Наименование семян	Влажность		Масса навески				Масса навески для масла		Объемная масса, мл	Итого, влажность
				До сушки		После сушки					
1	Таисия	5.32	5.14	5.83	5.25	5.52	4.98	100.03	67.928	19	5.23
2	Жансая	5.34	5.12	5.05	5.27	4.78	5.0	100.04	67.950	24.6	5.23
3	Эфиопия	5.79	7.5	6.04	5.76	5.69	5.33	100.01	68.07	23.5	6.04
4	Прима	6.08	5.91	6.25	5.92	5.87	5.57	100.00	67.47	24.0	5.99
5	Алтыночка	5.41	4.97	7.21	5.84	6.82	5.55	100.03	66.6	24.6	5.19
6	Колхозница	5.44	5.13	5.33	6.63	5.04	6.29	100.00	65.18	26	5.28
7	Майская	5.35	4.86	5.04	5.55	4.77	5.28	100.04	68.96	22.5	5.1
8	Муза	3.47	4.84	6.06	5.99	5.85	5.70	100.00	70.92	22.5	4.15
9	Илийская	5.46	5.3	6.40	5.66	6.05	5.36	100.02	67.92	23.5	5.38
10	Медовая	5.46	5.15	7.13	6.21	6.74	5.89	100.01	69.97	20.0	5.3
	Таисия							Масса навески 100.0	Масса отходов 67.37	22.5	5.23

Таблица 2. Результаты измерений аэродинамики семян дыни сорта «Таисия»

№ опыта	Высота слоя, м	Скорость потока воздуха, м/с	Режим псевдооживления
1	0,11	0,1...0,4	неподвижный слой
2	0,14...0,16	0,44...0,48 (критическая)	псевдооживление потоком воздуха
3	0,17...0,30	0,5...0,7	поршневой режим
4	свыше 0,30 до 1,0	0,8 и выше (скорость уноса)	унос частиц (семян)

Скорость витания семян тыквы колеблется в интервале 8,1–10,7 м/с, критическая скорость семян дыни (переход из состояния покоя во взвешенное состояние) 0,44–0,48 м/с, скорость уноса составляет 0,8 м/с при влажности 5,23%.

Коэффициент сопротивления для семечки дыни составляет 1,54

Наибольшие значения критической скорости для семян дыни составляли 6,4, для ядер 4,67 и для лузги 3,94 соответственно, при влажности семян 24,08%.

Выводы

Значения аэродинамических характеристик семян тыквы и дыни позволяют оценить возможные пределы их изменений и могут быть использованы при разработке пневмосепарирующего оборудования, а также для уточнения технологических режимов его работы при проектировании технологических линий по переработке бахчевых культур. Исследование показало, что влажность и вес семян значительно влияют на аэродинамические свойства, в среднем при одинаковой влажности семян разные сорта показывают приблизительно одинаковый коэффициент, разброс составляет $\pm 0,8-1,1$

ЛИТЕРАТУРА

1. P. Górnas, A. Soliven, D. Seglinpa Seed oils recovered from industrial fruit by-products are a rich source of tocopherols and tocotrienols: rapid separation of $\alpha/\beta/\gamma/\delta$ homologues by RP-HPLC/FLD, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 117 (6) (2015), pp. 773-777, DOI: 10.1002/ejlt.201400566
2. FAOSTAT, 2015. FAO Statistical Database. <http://www.fao.org>.
3. A. Zeb Phenolic profile and antioxidant activity of melon (*Cucumis melo* L.) seeds from Pakistan : *Foods*, 5 (2016), pp. 67-74
4. Sana Mallek-Ayadi, Neila Bahloul, Nabil Kechaou, Chemical composition and bioactive compounds of *Cucumis melo* L. seeds: Potential source for new trends of plant oils, *Process Safety and Environmental Protection*, Volume 113, 2018, Pages 68-77, ISSN 0957-5820, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.09.016>.
5. Малис А.Я., Демидов А.Р. Машины для очистки зерновоздушным потоком. – М.: Машгиз, 1962. – 175 с.
6. Ali Mansouri, Amir Hossein Mirzabe, Ahmad Raufi, Physical properties and mathematical modeling of melon (*Cucumis melo* L.) seeds and kernels, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, Volume 16, Issue 3, 2017, Pages 218-226, ISSN 1658-077X, <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.07.001>.
7. Davies, R. M. (2010). Engineering properties of three varieties of melon seeds as potentials for development of melon processing machines. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 2, 63–66. [[Google Scholar](#)]
8. Koocheki, A., Razavi, S. M. A., Milani, E., Moghadam, T. M., Abedini, M., Alamatyian, S., & Izadkhah, S. (2007). Physical properties of watermelon seed as a function of moisture content and variety. *International Agrophysics*, 21, 349–359. [[Google Scholar](#)]
9. Abu – Shieshaa R., Kholief R., and EL – Meseery A. A., (2007), A study of some physical and mechanical properties of seed Melon seed, *Misr J. Ag. Eng.*, 24(3):575 – 592
10. Ogunwa, K.I., Ofodile, S. and Achugasim, O., 2015. Feasibility Study of Melon Seed Oil as a Source of Biodiesel. *Journal of Power and Energy Engineering*, 3(08), p.24.
11. Mbah, G.O., Amulu, N.F., Eng, M. and Onyiah, M.I., Effects of Process Parameters on the Yield of Oil from Melon Seed (*Colocynthis citrullus*).
12. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч. II. — СПб.: АНОНПО «Профессионал», 2005, 2007. — 1142 с.
13. Shellard J.E. Aerodynamic properties of threshed wheat materials / J.E. Shellard, R.H. Macmillan. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 1978, vol. 23.-P. 273-281.
14. Gorial B.Y. Aerodynamic Properties of Grain / B.Y. Gorial, J.R. Ocallaghan // *Straw Materials*. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 1990, vol. 46, № 1. - p. 275-290.
15. Garret R.E. Aerodynamic Drag of Farm Grains / R.E. Garret, D.B. Brooker. *Transaction of the ASAE*. 1965, vol. 8, №1. - P. 49-52.

Кайрбаева А.Е., Василенко В.Н., Джингилбаев С.С., Тлевлесова Д.А., Копылов М.В.

Қауын тұқымдарының аэродинамикалық қасиеттерін зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақалада қауын тұқымын қайта өңдеуге арналған өндірістік жабдықты дамыту мақсатында қауын тұқымының аэродинамикалық қасиеттері зерттелді. Аэродинамикалық қасиеттердің маңызды сипаттамаларына қалқу жылдамдығы, желкендік коэффициенті, аэродинамикалық кедергі жатады. Сондай ақ аэродинамикалық қасиеттерін зерттеу үшін қауын тұқымының ылғалдылығының және оның физикалық сипаттамаларының әсері қарастырылған. Нәтижесінде қалқу жылдамдығы асқабақ тұқымдары үшін ауқымы 8,1-10,7 м/с өзгереді деп, қауын тұқымының жылдамдығы (аспалы күйде қалған жағдайы көшу), 0,44-0,48 м / с көрсетті, ұшып кету жылдамдығы 0,8 м / с болып табылады. Қауындық тұқымының кедергі коэффициенті - 1,54

Түйінді сөздер: аэродинамика, қауын тұқым, ылғалдылығы, қалқу жылдамдығы.

Kairbaeva A.E., Vasilenko V.N., Jingilbaev SS., Tlevlessova D.A., Kopylov M.V.

Research of aerodynamic properties of melon seeds

Summary. In this article, we studied the aerodynamic properties of melon seeds in order to develop technological equipment for the subsequent processing of melon seeds. The important characteristics of the technologies used to increase the data transfer rate, the coefficient of sail, the coefficient of aerodynamic resistance, etc. The question of the influence of moisture and their physical characteristics of melon seeds on aerodynamic properties is also being studied. The results showed that the speed of the pumpkin seeds' waning fluctuates in the interval 8.1-10.7 m / s, the critical speed of the melon seeds (transition from the resting state in the suspended state) is 0.44-0.48 m / s, the rate of entrainment is 0, 8 m / s. The resistance coefficient for melon seeds is 1.54

Keywords: aerodynamics, melon seeds, moisture, speed of rotation

УДК 622.233.39

В.В. Поветкин, Ж.Л. Алтынов, Е.К. Нурымов, А.З. Букаева

(Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева, amina_bukaeva@mail.ru)

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ РЕЗКИ ЩЕЛЕВЫХ ВЫРАБОТОК**

Аннотация. В статье предложены матричный метод последовательного построения систем координат, связанных с каждым звеном кинематической цепи манипулятора, который позволяет последовательно преобразовать координаты рабочей точки манипулятора из системы отсчета, связанной с последним звеном, в базовую систему отсчета. А также, получены выражения об определении обобщенных координат механизма манипулятора по заданному положению выходного звена. Рассмотренная задача решает вопрос программирования манипулятора при позиционном управлении. Приведены решение обратной задачи кинематики новой конструкции машины для проведения щелевых выработок при добыче гранитных блоков на карьерах, которая представлена как трехзвенный манипулятор типа ППВ (П – поступательная кинематическая пара, В – вращательная), который решает вопрос об определении обобщенных координат механизма манипулятора по заданному положению выходного звена.

Ключевые слова: терморезак, щелевая выработка, манипулятор, матрица, выходное звено.

В настоящее время, с учетом развития достижение в науке и техники, стоит вопрос создание манипуляционных систем - машин для резки щелевых выработок в горной породе, для добычи гранитных блоков. Необходимо создать такую машину, которая обеспечивает перемещения рабочего органа в двух поступательных и одной вращательной пары [1-7].

Представим машину для резку щелевых выработок, как трехзвенный манипулятор. Для формирования уравнений движения трехзвенного манипулятора типа ППВ необходимо решение обратной задачи кинематики манипулятора матричным методом Денавита-Хартенберга.

Для описания вращательных и поступательных связей между соседними звеньями машин и механизмов ученые Денавит и Хартенберг предложили матричный метод последовательного построения систем координат, связанных с каждым звеном кинематической цепи [8-15].

Смысл представления состоит в формировании однородной матрицы преобразования, имеющей размерность 4×4 и описывающей положение системы координат каждого звена относительно системы координат предыдущего звена. Это дает возможность последовательно преобразовать координаты рабочей точки манипулятора из системы отсчета, связанной с последним звеном, в базовую систему отсчета.

Каждая система координат формируется на основе следующих правил:

1. Ось координат z_i направлена вдоль оси перемещения или вращения $(i+1)$ -го сочленения;
2. Ось x_i перпендикулярна осям z_i и z_{i-1} , и направлена от оси z_{i-1} (так, чтобы образовать правостороннюю систему координат либо с z_{i-1} и z_i , либо z_i и z_{i-1});
3. Ось координат y_i выбирается так, чтобы система координат $x_i y_i z_i$ была правосторонней;
4. Расстояние между двумя общими перпендикулярами a_{i-1} и a_i называются звенным расстоянием d_i ;
5. Длина перпендикуляра a_i является минимальным расстоянием между осями z_i и z_{i-1} . Если оно равно нулю, то направление вектора a_i становится произвольным;

6. Ориентация оси x_i относительно оси x_{i-1} называется θ_i или вектор угла в сочленениях;

7. Ориентация оси z_i относительно оси z_{i-1} называется α_i или вектор угла скручивания.

Эти четыре параметра d_i , θ_i , a_i и α_i описывают кинематическую конфигурацию каждого звена исполнительного механизма. Три из них – константы, а один подлежит к определению. Если система координат для каждого звена описана по преобразованию Денавита-Хартенберга, то посредством последовательного выполнения следующих преобразований получим матрицу однородного преобразования в i -й системе координат:

$$A_{i-1}^i = \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -S\theta_i & 0 & 0 \\ S\theta_i & C\theta_i & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & C\alpha_i & -S\alpha_i & 0 \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} C\theta_i - C\alpha_i S\theta_i & S\alpha_i S\theta_i & a_i C\theta_i \\ S\theta_i & C\alpha_i C\theta_i - S\alpha_i S\theta_i & a_i S\theta_i \\ 0 & S\alpha_i & C\alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Описание конечного звена манипулятора по отношению к системе координат звена $n-1$ через однородные преобразования имеет вид:

$$T_i^j = A_i \cdot A_{i+1} \cdot \dots \cdot A_j. \quad (2)$$

Ниже, по данному алгоритму, приведено решение обратной задачи кинематики новой конструкции машины для проведения щелевых выработок при добыче гранитных блоков на карьерах, которая представлена как трехзвенный манипулятор типа ППВ (где П – поступательная кинематическая пара, В – вращательная).

Рассмотрим манипулятор, структурная схема которого изображена на рисунке 1, состоящий из двух поступательных и одного вращательного кинематических пар.

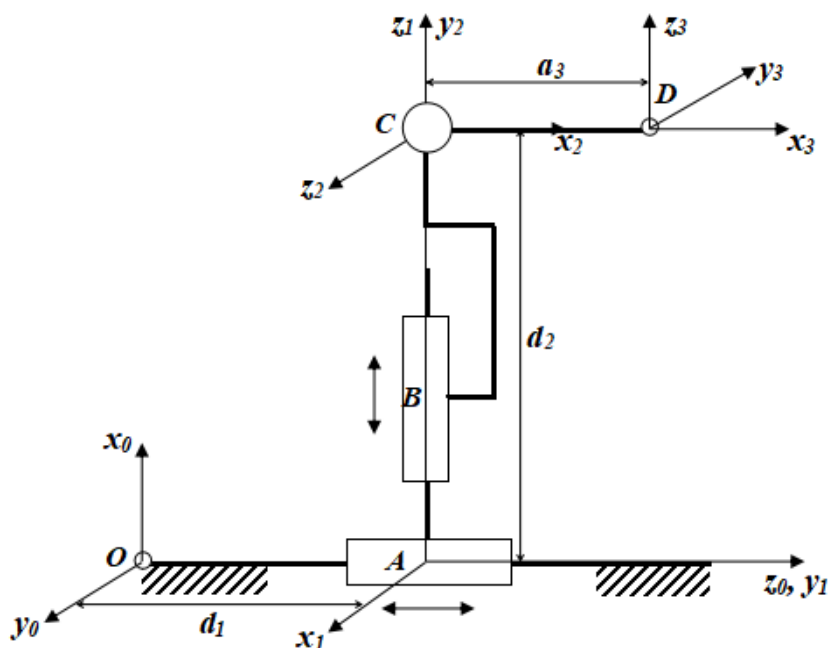


Рис. 1. Структурная схема трехзвенного манипулятора

Составим таблицу из параметров сочленений манипулятора (таблица 1).

Таблица 1. **Параметры сочленений манипулятора**

Звено	Тип пары	θ_i	d_i	α_i	a_i	$\text{Sin}\alpha_i$	$\text{Cos}\alpha_i$
1	поступательная	90°	d_1	90°	0	1	0
2	поступательная	90°	d_2	90°	0	1	0
3	вращательная	θ_3	0	90°	a_3	1	0

Затем, используя обобщенные преобразования для каждого сочленения, получаем.

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad A_3 = \begin{bmatrix} C_3 & 0 & S_3 & a_3 C_3 \\ S_3 & 0 & -C_3 & a_3 S_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Для того, чтобы получить Т-матрицы нужно найти произведения матриц A_i по формуле (2), а именно:

$$A_1 A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad A_1 A_2 A_3 = \begin{bmatrix} S_3 & 0 & -C_3 & a_3 S_3 + d_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ C_3 & 0 & S_3 & a_3 C_3 + d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Т-преобразование, относящееся к выходной звене такое, что начало системы координат рабочей точки имеет вектор положения $p=[p_x, p_y, p_z]$. С началом координат связана декартова прямоугольная система координат, ориентация которой определяет ориентацию рабочего инструмента. Векторы a , o и n образуют правостороннюю систему координат, т.е. $a \times o = n$, $o \times n = a$ и $n \times a = o$. Заметим, что в этом случае:

$$T_i = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Матрица (5) полностью известна, тогда как три переменных d_1 , d_2 , θ_3 являются искомыми неизвестными. Приравнявая элементы матрицы (4) к элементам (5), получаем следующие 12 уравнений для определения вектора углов и перемещений в сочленениях:

$$n_x = S_3, \quad (6)$$

$$n_y = 0,$$

$$n_z = C_3, \quad (7)$$

$$o_x, o_z = 0,$$

$$o_y = 1,$$

$$a_x = -C_3,$$

$$a_y = 0,$$

$$a_z = S_3,$$

$$p_x = a_3 S_3 + d_2, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} p_y &= 0, \\ p_z &= a_3 C_3 + d_1. \end{aligned} \quad (9)$$

где для краткости использованы следующие обозначения:

$$C\theta_i = C_i = \text{Cos } \theta_i, \quad S\theta_i = S_i = \text{Sin } \theta_i.$$

Чтобы получить решения, из (7) получаем:

$$\theta_3 = \arccos(n_z).$$

Решения являются неустойчивыми и плохо обусловленными по следующим причинам:

1. Функция \arccos неудобна тем, что точность вычисления её значения зависит от этого значения;
2. В точках, где $\sin \theta_3$ принимает близкие к нулю значения, т.е. при $\theta_4 \approx 0^\circ$ или $\theta_4 \approx 180^\circ$, они либо не определены, либо дают низкую точность вычислений угла θ_4 .

Для вычисления угла θ_3 , значения которого лежат в пределах $-\pi \leq \theta_4 \leq \pi$, воспользуемся функцией арктангенса, вычисляющей значение с учетом принадлежности аргумента соответствующему квадранту.

Из (6) и (7):

$$\theta_3 = \arctg(n_x/n_z). \quad (10)$$

Эта функция определена следующим образом:

$$\theta_3 = \arctg(y/x) \begin{cases} 0^\circ \leq \theta_3 \leq 90^\circ, & \text{если } x > 0, y > 0 \\ 90^\circ \leq \theta_3 \leq 180^\circ, & \text{если } x < 0, y > 0 \\ -180^\circ \leq \theta_3 \leq -90^\circ, & \text{если } x < 0, y < 0 \\ -90^\circ \leq \theta_3 \leq 0^\circ, & \text{если } x > 0, y < 0. \end{cases}$$

Теперь, из формул (8) и (9) находим линейные перемещения для первого и второго звеньев:

$$\begin{aligned} d_1 &= p_z + a_3 C_3, \\ d_2 &= p_x + a_3 S_3. \end{aligned}$$

Выводы:

Полученные выражения решают вопрос об определении обобщенных координат механизма манипулятора по заданному положению выходного звена. Если вычислить значения обобщенных координат, которые будут реализованы системой управления манипулятора, то его рабочая точка будет занимать предписанные положения в пространстве, т.е. рассмотренная задача решает вопрос программирования этого манипулятора при позиционном управлении.

Пространственное движение твердого тела общего вида определяется шестью независимыми параметрами, следовательно, на движение выходного звена механизма наложено одно общее условие связи. Этим условием связи может быть выражение (10), которое учитывается при решении вопроса о возможности применения рассматриваемой схемы манипулятора в заданной технологической операции. Неиспользованные уравнения служат для проверки полученных значений обобщенных координат.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Yerlik Nurymov, Amina Bukayeva, Algazy Zhauyt, Vitaly Povetkin, Yerlan Askarov Study of thermal stonecutting tools // *Journal of Vibroengineering PROCEDIA*, Vol. 8, 2016. p. 22-27.
- [2] Amina Bukayeva, Vitaly Povetkin, Manshuk Kerimzhanova, Mukhtarbek Tatybayev High velocity thermal spraying tools used in technological processes and productions//*Journal of Vibroengineering PROCEDIA*, Vol. 10, 2016. p. 474-479.
- [3] Алтынов Ж.Л. Обоснование параметров и создание робота-манипулятора для обработки блочного камня из крепких горных пород: автореф. ... канд. техн. наук: 05.05.06. – Алматы: КазНТУ, 2000. – с. 42.
- [4] Поветкин В.В., Букаева А.З., Нурымов Е.К. Составление уравнения движения манипулятора методом уравнений Лагранжа второго рода. Вестник КазНТУ №1(125) – Алматы, 2018. – с.129-138.
- [5] Механика промышленных роботов: В 3-х книгах // Под ред. К.В.Фролова, Е.И.Воробьева. - М.: Высшая школа. 1988 - 1989.

- [6] Косболов С.Б., Алтынов Ж.Л. Кинематический анализ механизмов □□-класса с применением векторного исчисления // “Вестник КазНТУ”, Алматы, 1996, - №1. - с. 134-139.
- [7] Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника // Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 624 с.
- [8] Шахинпур М. Курс робототехники // Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 527 с.
- [9] Иванов А.А. Основы робототехники. - М.: Изд-во Форум. – 2012. – 224 с.
- [10] Петреченко В. А. – Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusventure.ru/ru/programm/ analytics/docs/Otchet_robot-FINAL.pdf.
- [11] Юревич Е.И., Аветиков Б.Г., Кoryткo O.Б. и др. Устройство промышленных роботов. - Л.: Машиностроение, 1980. - 320 с.
- [12] Спыну Г.А. Промышленные роботы. Конструирование и применение. - К.: Высшая школа, 1991. - 311 с.
- [13] Vukobratovic M., Potkonjak V. Dynamics of manipulation robots. - Berlin; Hidelberg: New York: Springer-Verlag. - 1982.
- [14] Виттенбург И. Динамика систем твердых тел // Пер. с англ. - М.: Мир, 1980. - 294 с.
- [15] Белянин П.Н. Промышленные роботы и их применение. - М.: Машиностроение, 1983. - 312 с.

Поветкин В.В., Алтынов Ж.Л., Нурымов Е.К., Букаева А.З.

Саңылаулы қазбаларды кесуге арналған машинаның кинематикалық және конструктивтік параметрлерінің теориялық негіздемесі

Түйіндеме. Мақалада манипулятордың кинематикалық тізбегіндегі әр буынмен байланыстырылатын координаттық жүйелердің дәйекті құрылысының матрицалық әдісі ұсынылған, ол манипулятордың жұмыс нүктесінің координаттарын сілтеме шеңберінен соңғы буынмен байланысты сілтемеден дәйекті түрде түрлендіруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, соңғы сілтемесінің берілген позициясына манипулятор механизмінің жалпыланған координаттарын анықтау туралы тендеулер алынған. Бұл мәселе позиционды басқарудағы манипуляторды бағдарламалау мәселесін шешеді. Карьерлердегі гранит блоктарын өндіруде саңылаулы қазбаларды жүргізуге арналған жаңа машина кинематикасының кері есебін шешу ұсынылған, ол YЖА типті (Р - үдемелі кинематикалық жұп, В - айналмалы) үш рельсті манипулятор ретінде ұсынылған шығу буынының позициялардың манипулятор механизмінің жалпы координаттарын анықтау мәселесін шешеді.

Түйінді сөздер: термоқұрал, саңылаулы қазба, манипулятор, матрица, шығу буыны.

Povetkin V.V., Altynov Zh.L., Nurymov Y.K., Bukayeva A.Z.

Theoretical substantiation of the kinematic and constructive parameters of the machine for cutting the shared workers

Summary. In article a matrix method of consecutive creation of systems of the coordinates connected with each link of a kinematic chain of the manipulator are offered, which allows to transform consistently coordinates of a working point of the manipulator from the reference system connected with the last link to a basic reference system. And also, expressions about determination of the generalized manipulator mechanism coordinates on a standard position of an output link are received. The task resolves an issue of programming of the manipulator at position management is considered. The solution of the return problem of kinematics of a new machine design for carrying out slot-hole developments are given at production of granite blocks in pits, which is presented as the three-unit FCR manipulator (F – forward kinematic couple, R – rotary), which resolves an issue of determination of the generalized manipulator mechanism coordinates on a standard position of an output link.

Key words: thermotool, slot-hole development, manipulator, matrix, output link.

УДК 53.087.92

¹Е.С. Витулёва, ²С.Т. Байпакбаева, ²И.Э. Сулейменов

(¹Сатпаев университет, Алматы, Республика Казахстан, E-mail: lizavita@list.ru

²Алматинский университет энергетики и связи)

ДАТЧИКИ С УПРАВЛЯЕМОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ ДЛЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ ГЕЛЕЙ

Аннотация: Предложен новый подход к разработке телемедицинских датчиков, основанный на использовании полимерных гидрогелей. Принцип работы датчиков основывается на высокой чувствительности рабочего вещества к изменению кислотности и ионной силы среды, что позволяет осуществлять диагностику по характеру потоотделения. Измеряемой характеристикой является емкость ячейки, в которой расположен поли-

мерный гидрогель, изменяющий степень набухания при контакте с выделениями кожи. Предложен вариант конкретной радиоэлектронной схемы устройства. Обсуждаются возможности его реализации в виде наручного браслета.

Ключевые слова: полимерные гидрогели, телемедицинские датчики, кислотность, ионная сила, степень набухания

В настоящее время бурно развиваются телемедицинские системы, призванные обеспечить удаленную диагностику пациента в режиме реального времени [1,2]. Продукция, представленная на рынке, преимущественно обеспечивает измерение артериального давления, температуры и частоты пульса испытуемого. В [3] было показано, что использование полимерных гидрогелей позволяет существенно расширить перечень регистрируемых параметров достаточно простыми средствами. Это обусловлено тем, что полимерные гидрогели, относимые к классу “intelligent materials”, обладают высокой чувствительностью к изменениям характеристик окружающей среды (ее кислотность, ионная сила и т.д. [4-7]). Следовательно, возникает возможность реализовать, в частности, анализатор характеристик потоотделения пациента сравнительно простыми средствами. Такие характеристики являются весьма информативными с точки зрения диагностики, например, эндокринной системы, так как они несут обширную информацию, в частности о функционировании поджелудочной железы.

В данной работе рассматривается усовершенствованный вариант анализатора, предложенного в [3], отличительной особенностью которого является использование датчиков с переменной чувствительностью. Это позволяет, главным образом, обеспечить дистанционную настройку датчиков на диапазон параметров, характерный для конкретного пользователя. Кроме того, использование датчиков с перестраиваемой чувствительностью позволяет исключить нежелательное влияние технологического разброса параметров рабочего вещества (сильно набухающих гидрогелей).

Принцип работы рассматриваемой модификации анализатора также основывается на использовании полимерных гидрогелей, поведение которых характеризуется резкой зависимостью степени набухания от кислотности среды, а также концентрации в ней низкомолекулярных солей (т.е. тех показателей, которые важны, в частности, для анализа характера потоотделения пациента). В перспективе рассматриваемая схема может быть усовершенствована благодаря так как существуют способы повысить скорость отклика гелей на изменение внешних условий [8,9].

Схема предлагаемой модификации анализатора показана на рис. 1.

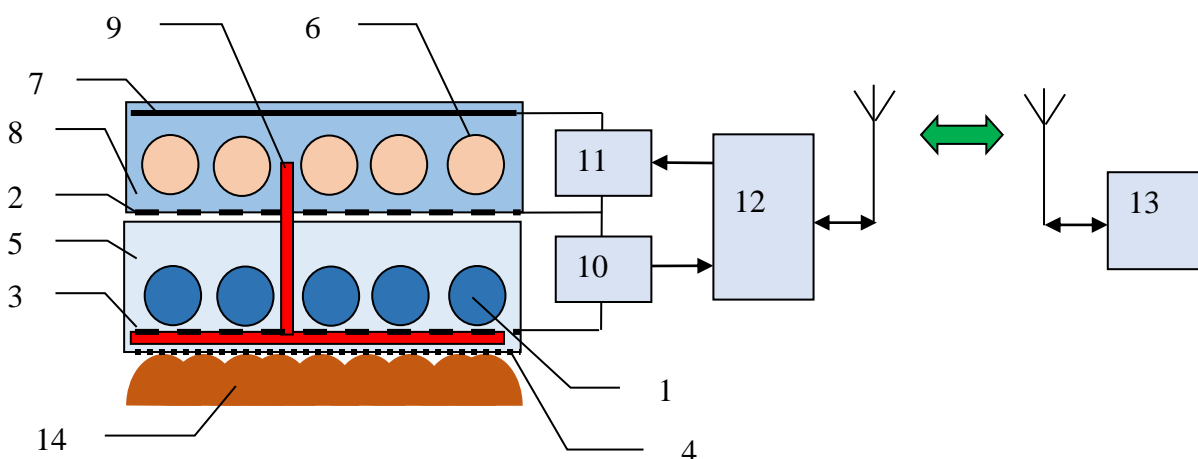


Рис.1. Схема измерителя характеристик раствора (кислотности, ионной силы и т.д.) с управляемой чувствительностью

Предлагаемая схема содержит:

- основное рабочее вещество (1), представляющее собой полимерный гидрогель, изменяющий объем при вариациях измеряемого параметра (или комплекса измеряемых параметров, в число которых может входить температура);
- верхний (2) и нижний (3) электроды измерительной ячейки, снабженные отверстиями, и образующие совместно измерительный конденсатор;

- контактную мембрану (4), проницаемую для низкомолекулярных ионов, но не проницаемую для воды;
- полный объем (5), содержащий базовое рабочее вещество, но не содержащий воды;
- вспомогательное рабочее вещество (6), назначением которого является обеспечение переменной чувствительности измерительной ячейки;
- электрод вспомогательной ячейки (7);
- вспомогательный резервуар (8), стенки которого не проницаемы для воды, а дно выполнено из проводящего материала;
- канал обмена раствором между основной и вспомогательными ячейками (9); конструктивно он выполняется из гигроскопичного материала;
- измерительный узел (10), обеспечивающий регистрацию емкости;
- управляющий узел (11), обеспечивающий изменение объема вспомогательного гидрогеля;
- приемопередающую систему, сопряженную с управляющим блоком на основе микроконтроллера (12);
- удаленный диагностический модуль (13), обеспечивающий также обработку информации, поступающей по радиоканалу.

Устройство контактирует с поверхностью (14), выделяющей исследуемый раствор низкомолекулярной компоненты, например, с кожным покровом испытуемого.

Работа схемы основывается на эффектах ионного обмена (а также эффектах перераспределения концентраций [6,7]), протекающих в системе гидрогель + раствор.

Как показано в пионерской работе [6] на примере низкомолекулярной соли и далее в [7,8] на примере других соединений, гидрогель, контактирующий с водным раствором, аккумулирует раствор при более низкой концентрации, нежели исходная. Данный эффект [6,7] обусловлен возникновением двойного электрического слоя на поверхности гидрогеля, что, в свою очередь, приводит к появлению разности потенциалов между объемом геля и окружающим его раствором. Характер эффекта перераспределения концентраций иллюстрирует рис.2

Из рисунка видно, что доля объема, приходящегося на гидрогель, существенно влияет на характер перераспределения концентраций в рассматриваемой системе. Значения $n = V_0 / V_g$, близкие к единице, отвечают случаю, когда гидрогель занимает почти весь объем системы. В этом случае обогащение раствора по примеси протекает наиболее эффективно.

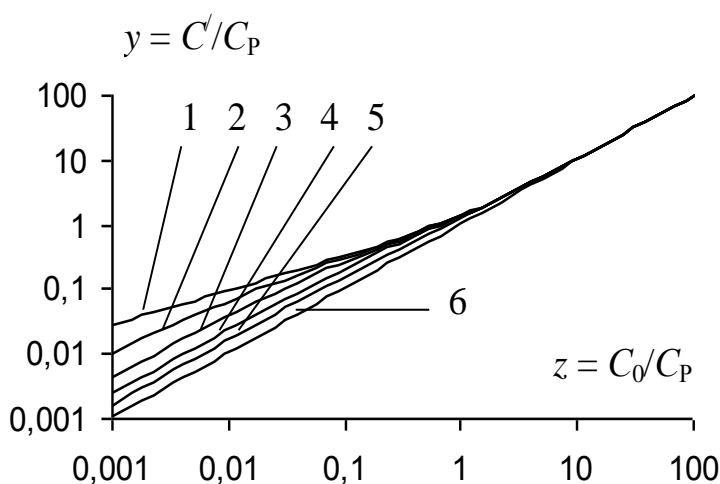


Рис. 2. Зависимости приведенной концентрации соли над гидрогелем от относительного значения средней концентрации соли в системе гидрогель + раствор

Напротив, когда гидрогель занимает только небольшую часть системы (кривая 6 на рис. 2 соответствует случаю, когда на гель приходится 1/20 объема всей системы), рассматриваемая зависимость практически полностью сливается с биссектрисой: гель перестает влиять на значения концентрации в растворе.

В том случае, когда в растворе имеются ионы водорода, а кислота является слабой, описание эффекта перераспределения концентраций несколько осложняется по сравнению со случаем низкомолекулярной соли, так как ионы водорода частично связываются поликислотой. Однако, как показано в [7], и в этом случае сохраняются основные черты эффекта перераспределения концентраций, в частности, концентрация подвижных анионов в растворе над гелем в любом случае оказывается выше их концентрации внутри геля. Соответствующая теория, подтвержденная экспериментальными результатами, была предложена в [9].

Электрическая природа рассматриваемого явления приводит к тому, что перераспределение концентраций имеет место при любых контактах между полимерным гидрогелем и иным гигроскопичным материалом, который не является полиэлектролитом. Более того, указанный эффект имеет место и тогда, когда в состав гидрогеля, помимо ионогенных, входят и другие функциональные группы.

Следовательно, возникает возможность реализовать регулятор кислотности среды, основанный на использовании термочувствительных гидрогелей, в состав которых водят также ионогенные функциональные группы. Под воздействием температуры меняется объем термочувствительного гидрогеля, контактирующий с термочувствительным элементом. Как показывает теория эффекта перераспределения концентраций, последовательно впервые изложенная в [9] и далее в [10], разность между концентрациями вне и внутри гидрогеля существенно зависит от объема образца. Поэтому изменение объема геля приводит к изменению кислотности среды, что непосредственно подтверждается экспериментальными данными [7].

Этот эффект положен в основу работы системы, схема которой показана на рис. 1; соответствующее устройство работает следующим образом.

Объем рабочего вещества (1) в исходном состоянии определяется равновесием между степенью набухания геля (1) и геля, выполняющего функцию вспомогательного рабочего вещества (6).

Контакт между этими двумя гелями обеспечивается за счет переноса воды или раствора через гигроскопичный материал (9). При контакте с любым источником низкомолекулярных ионов, например, кожей испытуемого, объем геля (1) изменяется вследствие хорошо известного полиэлектролитного эффекта или эффектов, связанных с ухудшением термодинамического качества раствора [11].

Подчеркнем, что изменяется именно ионный состав среды заполняющей гигроскопичный материал (9), так как мембрана (4), через которую осуществляется контакт с кожным покровом испытуемого, не проницаема для воды. Общее ее количество в системе остается неизменным; жидкость только перераспределяется между резервуарами (5) и (8) в зависимости от степени набухания гидрогелей (1) и (6).

Изменение степени набухания геля приводит к увеличению или уменьшению усредненного значения диэлектрической проницаемости среды, заключенной между обкладками измерительного конденсатора, образованного пластинами (2) и (3). Емкость регистрируется измерительной системой (10), собранной на основе RC генератора.

Управление чувствительностью измерительной системы обеспечивается за счет регулирования степени набухания геля (6). А именно, изменяя его объем, в соответствии со сказанным выше, можно менять степень насыщенности жидкостью гигроскопичного материала (9). Изменение объема обеспечивается, в свою очередь, либо за счет нагрева высокочастотным электромагнитным полем (этот вариант показан на рис. 1), создаваемым внутри объема между обкладками (2) и (7), либо за счет контакта с нагревательным элементом.

Схемотехнически, управление чувствительностью осуществляется при помощи блока (11), который наряду с регистрирующим блоком (10), подключается к приемопередающему узлу (12), подсоединяемым по радиоканалу к дистанционному диагностическому модулю (13).

Заключение. Использование двух типов гидрогелей позволяет реализовать схему с управляемой чувствительностью по отношению к термодинамическим характеристикам исследуемой среды (включая ее ионную силу и кислотность). Практическое значение предложенного подхода состоит в том, что она позволяет использовать рабочие вещества (гидрогели), характеризующиеся значительным технологическим разбросом (незначительные изменения условий синтеза могут приводить к заметным изменениям параметров сильно набухающих полимерных сеток). Кроме того, возникает возможность обеспечить настройку диагностической системы на диапазон параметров, характерный для конкретного пользователя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баранов А. А и др. Телемедицина—перспективы и трудности перед новым этапом развития //Педиатрическая фармакология. – 2013. – № 3. – Т. 10.
- [2] Аполихин О. И. и др. Применение телемедицинской веб-платформы NetHealth.ru как инструмента поддержки клинических решений в урологии //Экспериментальная и клиническая урология. – 2015. – №3. – С. 4-11.
- [3] Сулейменов И.Э. и др. Новые подходы к разработке телемедицинских систем на основе полимерных гидрогелей // Вестник НИА РК, №4. – С. 85-91.
- [4] Culver, H. R., Clegg, J. R., & Peppas, N. A. Analyte-responsive hydrogels: intelligent materials for biosensing and drug delivery. Accounts of chemical research, – 2017. – 50(2), 170-178.
- [5] Кореček, J. Hydrogel biomaterials: a smart future?. Biomaterials, – 2007. – 28(34), 5185-5192.
- [6] Yang, H., Liu, H., Kang, H., & Tan, W. (2008). Engineering target-responsive hydrogels based on aptamer–target interactions. Journal of the American Chemical Society, 130(20), 6320-6321.
- [7] Dergunov, S. A. and etc. Tunable thermosensitivity in multistimuli-responsive terpolymers // Reactive and Functional Polymers – 2011 - №12 – P. 1129-1136.
- [8] Zhang, X. Z., & Zhuo, R. X. (2002). Synthesis and properties of thermosensitive poly (N-isopropylacrylamide-co-methyl methacrylate) hydrogel with rapid response. Materials Letters, 52(1-2), 5-9.
- [9] Xia, L. W., Xie, R., Ju, X. J., Wang, W., Chen, Q., & Chu, L. Y. (2013). Nano-structured smart hydrogels with rapid response and high elasticity. Nature communications, 4, 2226.
- [10] Zhang, J., Xie, R., Zhang, S. B., Cheng, C. J., Ju, X. J., & Chu, L. Y. (2009). Rapid pH/temperature-responsive cationic hydrogels with dual stimuli-sensitive grafted side chains. Polymer, 50(11), 2516-2525.
- [11] Budtova, T. V. and etc. Concentration redistribution of low-molecular-weight salts of metals in the presence of a strongly swelling polyelectrolyte hydrogel // Polymer – 1993 – №24 – P. 5154-5156.
- [12] Budtova, T. V. and etc. Redistribution of low-molecular-mass acid between polyelectrolyte hydrogel and solution // Polymer science. Series A, Chemistry, physics – 1995 – №6 – P. 646-650.
- [13] Budtova, T. V. and etc. Peculiarities of the kinetics of polyelectrolyte hydrogel collapse in solutions of copper sulfate // Polymer – 1995 – №10 – P. 2055-2058.
- [14] Будтова Т. В. и др. Применение диффузионного подхода для описания набухания полиэлектролитных гидрогелей // Высокомолекул. соед. Б. – 1995. – Т. 37. – №. 1. – С. 147-153.
- [15] Mun, G. and etc. (2010). Superabsorbent hydrogels // In Biomedical applications of hydrogels handbook. Springer New York. – 2010. – P. 375-391.
- [16] Бектуров Е.А. и др. Полимерные гидрогели – Алматы: Гылым, 1998. – 240 с.

Витулёва Е.С., С.Т. Байпақбаева, И.Э. Сүлейменов

Полиэлектролитті гель негізінде жасалған сезімталдығын басқара алатын телемедициналық жүйелерде қолданылатын сенсорлар

Түйіндеме. Полиэлектролитті гидрогельдерді қолдану арқасында телемедициналық сенсорлардың жаңа модификацияланған түрі ұсынылған. Оның негізінде тігілген полимерлердің ерекшеліктері жатыр, яғни басқару параметрлердің (температура, иондық күш, ортаның қышқылдығы) өзгеруіне байланысты аталмыш полимерлердің көлемін ұлғаюы немесе азаюы. Берілген модификацияның ерекшелендіретін қасиетінің бірі сенсорларды басқару сезімталдығында қолданылуы болып табылады. Берілген мақалада, анализатордың жетілдірілген түрі қарастырылады, және ол өзінің ауыспалы сезімталдықты қолдану қасиетімен ерекшеленеді. Бұл жағдай ең бастысы пайдаланушының сипаттамасына сәйкес сенсорларды дистанционды түрде параметрлер диапазонына байланысты өзгертуге мүмкіндік берілуі.

Кілттік сөздер: телемедицина, полимерлі гидрогель, су сіңіру деңгейі, басқарылатын сезімталдық, иондық күш, қышқылдық.

Vituleva E. S., Baipakbayeva S. T., Suleimenov I. E.

The controlled sensitivity sensors are based on polyelectrolyte gels for telemedic systems

Abstract. The article deals with a modification of telemedicine sensors based on the using of polyelectrolyte hydrogels. It is based on the main property of crosslinked polymer networks which gives the ability to significantly change the volume with variations in the control parameters (temperature, ionic strength, acidity of the medium). A distinctive feature of this modification is the using of sensors in controlled sensitivity. The main idea of the article is an improving the version of the analyzer that is distinguishing feature of the sensors with variable sensitivity. That idea gives to provide remote adjustment of sensors for ranging of particular user's specific parameters.

Key words: telemedicine, polymeric hydrogels, the degree of gel swelling, controlled sensitivity, ionic strength, acidity.

УДК 621.1.013;620.93

Б. Т. Төрешқызы Г. Р. Бергенжанова
(Алматынський Университет энергетикi и связи)

Р. А. Беркутбаева
(Академия гражданской авиации)

А. А. Куандыкова
Астана НИШ

Ш Ж. Шалбулов
(Алматынський Университет энергетикi и связи syngyscina500@gmail.ru)

ГОРЕНИЕ ТОПОЧНОГО МАЗУТА НА ТЭЦ

Аннотация. Целью статьи является анализ изучения катализаторов горения, предназначенных улучшить сгорание мазута с целью снижения механического недожога и выбросов сажи в окружающую среду. Поскольку в присутствии катализатора для хорошего горения требуется меньший избыток воздуха, меньше теряется тепла с уходящими газами, следовательно, увеличивается тепловой КПД установки. Принцип действия заключается в окислении саржевых частиц активным компонентом присадки или продуктами ее превращений в зоне горения.

Ключевые слова: горение, катализатор, продукт, действие, газ, тепло, кпд.

Методика проведения эксперимента. Следует отметить, что при сжигании мазута с присадкой в количестве 0,2 масс. % в калориметрической бомбе теплота сгорания увеличивается за счет сгорания саржистых частиц, чему способствуют гидроксил ионы, концентрацию которых повышают щелочноземельные компоненты присадки. Гидроксил ионы сорбируются на поверхности горящих частиц и являются сильными окислителями в реакции горения. Соединения переходных металлов (например, железа) служат переносчиками кислорода с первых стадий горения, характеризующихся его избытком, на последние стадии, где окислителя не хватает. Таким образом, присадки с содержанием соединений металлов инициируют горение топлива, особенно на последних стадиях горения, характеризующихся недостатком кислорода.

Таблица 1. Теплота сгорания топочногo мазута марки М100

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Теплота сгорания низшая рабочая, кДж/кг	39475	39567	39259	38984	38876	38133	38644

- по ГОСТ 10585-99 калорийность мазута марки М100 должна быть не менее 39900 кДж/кг.

Результаты и их обсуждение. Учитывая, что допустимое расхождение по ГОСТ между параллельными опытами составляет 130 кДж/кг (31 ккал/кг), можно сделать вывод, что калорийность мазута не изменяется при добавлении в него присадки в количестве не более 0,5% (масс.). Следовательно, предельно-допустимая концентрация присадки в мазуте – 0,5 % масс.

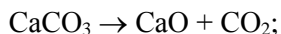
Кроме того, при сжигании топочногo мазута в калориметрической бомбе было установлено, что происходит снижение содержания серы на 0,5% (табл. 2).

Таблица 2. Содержание серы в продуктах сгорания

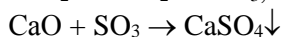
Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Содержание серы, %	2,91	2,74	2,51	2,51	2,48	2,45	2,37

Механизм действия присадки на оксиды серы, образующиеся при сжигании топочногo мазута, можно представить следующими химическими реакциями :

Разложение карбоната кальция CaCO_3 при $t \approx 900 \text{ }^\circ\text{C}$:



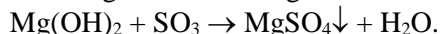
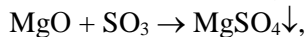
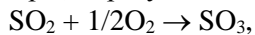
Связывание оксидов серы, образующихся при горении мазута:



Разложение карбоната магния MgCO_3 при $t \geq 540 \text{ }^\circ\text{C}$:



Связывание оксидов серы, образующихся при горении мазута:



По аналогичному механизму соединения присадки могут нейтрализовать сероводород H_2S . Кроме того, согласно [256], непосредственно в факеле можно обнаружить кроме SO_2 двухатомную серу S_2 , сероводород H_2S и свободные радикалы SO , S , SH . При высоких температурах относительное содержание свободных радикалов SH , SO и S может достигать 30% общего содержания серы. Свободные сернистые радикалы на определенном этапе превращений, по-видимому, также могут вступать в химические реакции с компонентами присадки. Не исключено, что возможен и процесс адсорбции сернистых соединений на оксидах магния и кальция, а также на частицах золы.

Проведенный элементный анализ состава золы (табл. 2), полученной при сжигании мазута с присадкой, доказывает возможность протекания описанных выше процессов.

Таблица 3. **Элементный состав золы мазута с присадкой**

Содержание компонентов, %					
Mg	S	Ca	Fe	Na	Al
8,74	3,31	14,38	20,05	8,25	9,68
8,76	3,96	14,65	20,42	8,41	9,86

Таким образом, предложенная многофункциональная присадки к мазуту в виде обезвоженного карбонатного шлама водоподготовки позволяет химически связывать серу, содержащуюся в топливе, в процессе его сгорания, тем самым уменьшая низкотемпературную (сернокислотную) коррозию поверхностей нагрева и выбросы оксидов серы в атмосферу, которые вызывают раздражение органов дыхания и образование кислотных дождей.

Следует также отметить, что при добавлении к топочному мазуту присадки минерального характера увеличивается его зольность (табл. 2).

Таблица 4. **Зольность мазута на ТЭЦ**

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Зольность мазута, % *	0,127	0,377	1,144	1,74	2,21	2,73	3,25

Однако зола представляет собой порошкообразные рыхлые отложения и может легко удаляться с поверхностей нагрева под небольшим механическим воздействием (при увеличении скорости газового потока, вибрации и т.д.) или осыпаться под действием своего веса. При определении зольности мазута по ГОСТ 1461-75 было установлено, что зольный остаток, полученный при сжигании мазута марки М100 с присадкой, является порошкообразным и более рыхлым по сравнению с золой, полученной при сжигании мазута марки М100, необработанного присадкой (рис.1).

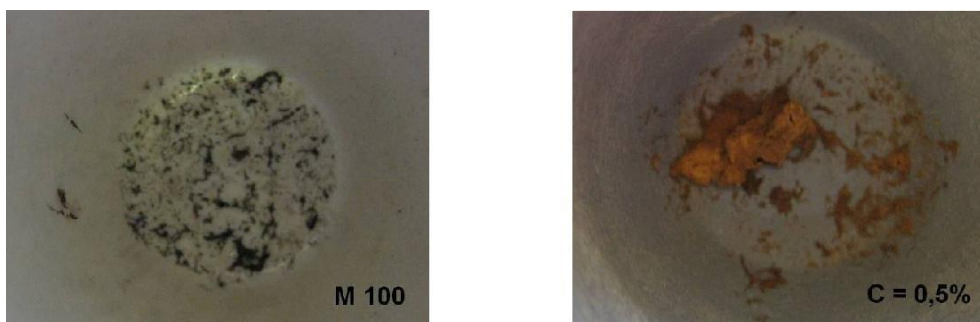


Рис. 1. Пример воздействия присадки на структуру золы топочного мазута марки M100

Таким образом, с учетом того, что зольность мазута должна оставаться минимальной (а также экспериментальных данных по содержанию серы и теплоте сгорания), предельно-допустимая концентрация присадки в мазуте должна быть не более 0,5% (масс.). Кроме того, образование рыхлых и сыпучих отложений золы позволяет выполнять очистку поверхностей нагрева обычными методами.

Влияние присадки на эксплуатационные свойства топочного мазута

Также важным является влияние присадки на другие эксплуатационные свойства топочного мазута, такие как содержание механических примесей, воды, наличие водорастворимых кислот и щелочей, кислотное число, коррозионная активность.

Механические примеси в мазуте представляют собой в основном инертные включения, в том числе и частицы твердых присадок. Присутствие механических примесей в мазуте может оказать влияние на работу топочно-горелочных устройств, особенно распыливающих элементов форсунок. Для снижения содержания механических примесей в мазуте на электростанциях организуют фильтрационную его очистку.

Допустимое содержание механических примесей должно быть не более 0,5%, следовательно, предельно-допустимая концентрация присадки в мазуте 0,5% (масс.) по данному показателю вполне допустима.

Таблица 5. Содержание механических примесей в мазуте

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Содержание механических примесей, %	0,217	0,395	0,56	0,67	0,87	1,203	1,44

Кроме того, вводимая присадка является нетвердой, неабразивной и мелкодисперсной (< 0,09 мм), следовательно, она не будет задерживаться на фильтрах и механически воздействовать на оборудование [268].

Вода в мазутах обычно присутствует в пределах 1-5% и распределена неравномерно по объему мазута. Поэтому, согласно полученным экспериментальным данным (табл. 2.15), можно сделать вывод, что содержание влаги в топочном мазуте не зависит от содержания присадки.

Таблица 6. Содержание воды в мазуте

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Содержание воды в мазуте, %	1,7	2	2,1	2,2	2	1,8	2

Кроме того, исследуемая присадка не оказывает влияние на кислотность мазута и наличие водорастворимых кислот и щелочей.

Высокотемпературная коррозия развивается из-за присутствия в дымовых газах сероводорода или пятиоксида ванадия, низкотемпературная – из-за присутствия паров серной кислоты .

Как показали экспериментальные исследования, при добавлении присадки в мазут в количестве 0,1-0,5% (масс.) происходит связывание оксидов серы (табл. 3.10), что ведет к снижению температуры точки росы дымовых газов и, как следствие, к уменьшению низкотемпературной коррозии поверхностей нагрева парогенератора.

Также экспериментальные исследования проводились по снижению коррозионной активности мазута марки М100. Образцы котельной стали марки Ст.20 выдерживались в пробах мазута с присадкой и в пробе чистого мазута на водяной бане «Экрос» модель 4310М в течение 10-25 ч при температурах 70, 80, 90°С.

Таблица 7 **Коррозионная активность мазута с присадкой**

Проба	Площадь образца котел. стали, см ²	Коррозионная активность, г/м ²	Скорость коррозии, г/м ² ч	Скорость коррозии, мм/год
Температура 70 °С, продолжительность испытания – 24 ч				
Мазут М100	16,72	2,39	0,08	0,09
+ 0,5 % прис	14,11	2,13	0,06	0,07
+ 1,0 % прис	16,135	2,48	0,07	0,08
+ 2,0 % прис	16,415	3,05	0,09	0,1
+ 3,0 % прис	17,3	4,05	0,12	0,13
Температура 80 °С, продолжительность испытания – 10 ч				
Мазут М100	14,11	2,84	0,28	0,32
+ 0,1 % прис	16,135	1,86	0,19	0,21
+ 0,5 % прис	17,3	1,73	0,17	0,19
+ 1,0 % прис	16,415	1,22	0,12	0,14
+ 2,0 % прис	16,135	3,1	0,31	0,35
+ 3,0 % прис	16,72	1,2	0,12	0,13
Температура 90 °С, продолжительность испытания – 11 ч				
Мазут М100	16,72	4,2	0,39	0,44
+ 0,5 % прис	14,11	4,25	0,39	0,44
+ 1,0 % прис	16,135	3,72	0,34	0,38
+ 2,0 % прис	16,415	3,65	0,33	0,37
+ 3,0 % прис	17,3	4,05	0,37	0,41

Выводы. Результаты опыта показали, что коррозионная активность мазута снижается при использовании присадки в количестве 0,5-1% масс., что подтверждено данными в работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рыжкин В.Я. *Тепловые электрические станции*: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - М.-Л.: Энергия, 1967. - 400 с.; переиздание 1976, последнее - в 1987 г.
- [2] Бақытжанов И.Б. *Теплофикация и тепловые сети*. 2017г.
- [3] Сафонов В.Я. *Сборник задач по теплофикации и тепловые сети*. 2012 г. - М.: Энергия, 1968 - 240 с.
- [4] Бахтияр Б.Т. *Внедрение подходов на ТЭС*. 2016 г.
- [5] Нүрекен Е.Н. *Котельные установки ТЭС*. 2008 г.
- [6] Таймаров, М.А. *Горелочные устройства / М.А.Таймаров*. - Казань: Изд-во Казан. гос. энерг. ун-та, 2007.-147 с.
- [7] Хзмалян, Д.М. *Теория горения и топочные устройства / Д.М.Хзмалян, Я.М. Каган*. - М.: Энергия, 1976. - 488 с.
- [8] Сергеев В.В. *Автоматизированная система управления на ТЭЦ-20 Мос-энерго*//*Энергетик*, 1997, № 10, с. 4-6.
- [9] Андриющенко А.И., Змачинский А.В., Понятов В.А. *Оптимизация тепловых циклов и процессов ТЭС*. М.: Высшая школа, 1974, 279 с. с ил.
- [10] Сигал И.Я. *Защита воздушного бассейна при сжигании топлива*. Л., "Недра", 1988, 312 с. с ил.

- [11] Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. М., Энергоатомиздат, 1987, 144 с. с ил.
- [12] Егорова Л.Е., Росляков П.В., Буркова А.В. Математическое моделирование и расчет эмиссии токсичных продуктов сгорания органических топлив. -Теплоэнергетика, 1993, № 7, с. 63-68.
- [13] Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. М., Наука, 1947, 146 с. с ил.
- [14] Гусев И.В., Зайчик Л.И., Кудрявцев Н.Ю. Моделирование образования оксидов азота при сжигании твердого топлива в топочных камерах. Теплоэнергетика, 1993, № 1, с. 32-36.
- [15] Mekler I.A. Recirculating Furnace at Refineries. Oil a. Gas Journ., 1928, v. 26, № 41, p. 208-209 and 217. (И.А. Меклер. Применение топок с рециркуляцией дымовых газов в нефтехимической промышленности. Нефть. хоз-во, 1928, № 7, с. 38-45).
- [16] Спейшер В.А., Горбаненко А.Д. Повышение эффективности использования газа и мазута в энергетических установках. М., Энергоатомиздат, 1991, 183 с. с ил.
- [17] Методические указания по проектированию топочных устройств энергетических котлов. СПб., ЦКТИ, 1996, 270 с. с ил.
- [18] Barnhart D.K., Duhl E.K. Control of Nitrogen in Boilere Fuel Gases by Two-Stage Combustion. Journ. of the APCA, vol. 10, 1960, № 5.
- [19] Fenimore C.P. Formation of nitric oxide in premixed hydrocarbon flaffie//B-th Sympos. (Interm.) On Combustion. 1971. P. 373.

Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Беркутбаева Р.А., Куандыкова А.А., Шалбулов Ш.Ж.

ЖЭО-дағы мазутты жағу.

Түйіндеме. Мақсаты - механикалық күйіп қалуды және қоршаған ортаға эмиссияларды азайту мақсатында мазутты жануды жақсартуға арналған жану катализаторларын зерттеуді талдау. Жақсы жану үшін катализатордың қатысуымен аз мөлшерде ауа жұмсалса соғұрлым түтін газдарынан аз жылу жоғалады, демек, қондырғының ПӘК-і артады. Операция принципі - қоспадағы белсенді компонент немесе жану аймағындағы оны қайта өңдеу өнімдері арқылы қос нүктелік тотығу.

Түйінді сөздер: жану, катализатор, өнім, әрекет, қашу, газ, газ, демек, өсім, жылу, тиімділік.

Bakhtiyar B.T., Bergenzhanova G.R., Berkutbaeva R.A., Kuandikova A.A., Shalbulov Sh.Zh.

Carbonate-containing additive - catalyst combustion of fuel oil.

Summary. The purpose of the article is to analyze the study of combustion catalysts designed to improve the combustion of fuel oil in order to reduce mechanical underburn and soot emissions into the environment. Since in the presence of a catalyst for a good combustion, a smaller excess of air is required, less heat is lost with the exhaust gases, hence, the thermal efficiency of the installation is increased. The principle of operation is the oxidation of twill particles by the active component of the additive or the products of its transformations in the combustion zone. .

Keywords: combustion, catalyst, product, action, escape, gas, gas, hence, increase, heat, efficiency.

УДК 664.696.1:663

А.С. Боранкулова, А.С. Умирбекова, З.Б. Аскербай
(Таразский государственный университет им. М.Х Дулати
Тараз, Республика Казахстан, aselboog@mail.ru)

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПШЕНИЧНЫХ ХЛОПЬЕВ
НА КАЧЕСТВО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА**

Аннотация. Установлено, что с увеличением дозировки внесенных пшеничных хлопьев возрастает активность кислотообразования, улучшается консистенция.

Ключевые слова: зерно, растительной сырье, молоко, пастеризация

За последние годы четко определилась тенденция создания кисломолочных продуктов, в которых молочно-белковая основа комбинируется, с различными добавками, в том числе растительного происхождения: злаковыми, овощными и фруктовыми. Это обеспечивает высокий уровень сбалансированности продуктов по аминокислотному и витаминному составу.

На современном этапе перед молочной промышленностью стоит задача по созданию кисломолочных напитков, обогащенных растительными компонентами. При введении в рецептуру пшенич-

ных хлопьев происходит обогащение продукта витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами и другими биологически активными веществами.

Перспективным растительным сырьем, исключительно полезным по содержанию питательных веществ, обладающим широким спектром лечебно-профилактических свойств, уникальным биохимическим составом и набором биологически активных веществ, являются пшеничные хлопья.

ВНИИ зерна совместно с институтом питания АМН проведены исследования и разработаны технологические процессы производства новых видов зернопродуктов с дифференцированным содержанием белка, крахмала, пищевых волокон и повышенным содержанием биологически активных веществ (витамином, аминокислот, минеральных веществ), перспективных по медицинским показателям в лечебно-профилактическом питании - диетические отруби, пшеничные хлопья, зародыш пшеничный молотый, витаминизированная мука. Для производства этих продуктов используются технологии, основанные на современных физических методах обработки зерна и зернопродуктов: экструдирование, инфракрасное излучение, гамма-облучение. Эти методы осуществляют глубокую термообработку зернового сырья с механическим разрушением структуры эндосперма.

При использовании способа ИК-обработки разработана технология получения хлопьев, имеющих повышенную усвояемость организмов и высокие вкусовые качества [1-5].

Целью выполненного исследования является изучение влияния пшеничных хлопьев на качество кисломолочного напитка.

Для достижения поставленной цели изучали влияние дозировки пшеничных хлопьев в количестве 1,0%, 3,0%, 5,0% на органолептические показатели кисломолочного напитка, условную вязкость, отделение сыворотки из сгустка в молоке с массовой долей жира 2,5 % при сквашивании закваской (доза закваски - 5,0 %). Температура сквашивания была принята $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Опытные образцы готовили следующим образом. Нормализованное молоко с массовой долей жира 2,5 % нагревали до температуры $(65 \pm 5)^\circ\text{C}$, вносили пшеничные хлопья, перемешивали, гомогенизировали, пастеризовали при температуре $(87 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 10 минут и охлаждали до температуры заквашивания.

Влияние дозировки пшеничных хлопьев на органолептические показатели кисломолочного напитка представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Органолептические показатели напитка в зависимости от дозировки пшеничных хлопьев**

Дозировка пшеничных хлопьев, %	Органолептические показатели напитка	
	вкус и запах	консистенция
0,0	чистый кисломолочный	однородная, с незначительным отстоем сыворотки
1,0	чистый кисломолочный	однородный
3,0	чистый кисломолочный, с легким зерновым привкусом	однородная, в меру вязкая
5,0	чистый кисломолочный, с выраженным зерновым привкусом и запахом	однородная, в меру вязкая, густая

Полученные данные по органолептическим свойствам кисломолочного напитка показывают, что при увеличении дозировки пшеничных хлопьев свыше 5,0% приводит к появлению зернового привкуса.

Анализ данных по влиянию дозировки пшеничных хлопьев на активную кислотность напитка (табл. 2) показывает, что с увеличением дозировки пшеничных хлопьев ускоряется процесс ферментации. В первые два часа активная кислотность во всех образцах, как в контрольном, так и с использованием хлопьев фактически не изменялась, в дальнейшем нарастание кислотности происходило более интенсивно в образцах с пшеничными хлопьями и тем интенсивнее, чем выше была их дозировка [6-13].

Таблица 2. Влияние дозировки пшеничных хлопьев на динамику активной кислотности напитка в процессе сквашивания

Время сквашивания, час	Кислотность напитка (контроль)	Активная кислотность напитка при дозировке пшеничных хлопьев, ед рН		
		1,0%	3,0%	5,0%
0	6,58	6,61	6,64	6,66
1,0	6,58	6,61	6,63	6,65
2,0	6,55	6,69	6,61	6,62
3,0	6,38	5,94	5,75	5,65
4,0	5,87	5,50	5,28	5,04
5,0	5,52	5,25	4,93	4,76
6,0	5,29	4,89	4,68	4,64
7,0	5,04	4,75	созревание	созревание
8,0	4,80	4,65	созревание	созревание
9,0	4,6	-	созревание	созревание

Для подтверждения объективности органолептической оценки консистенции напитков с использованием различной дозировки пшеничных хлопьев определяли условную вязкость и отделение сыворотки из сгустка в исследуемых образцах (рисунок 1,2).

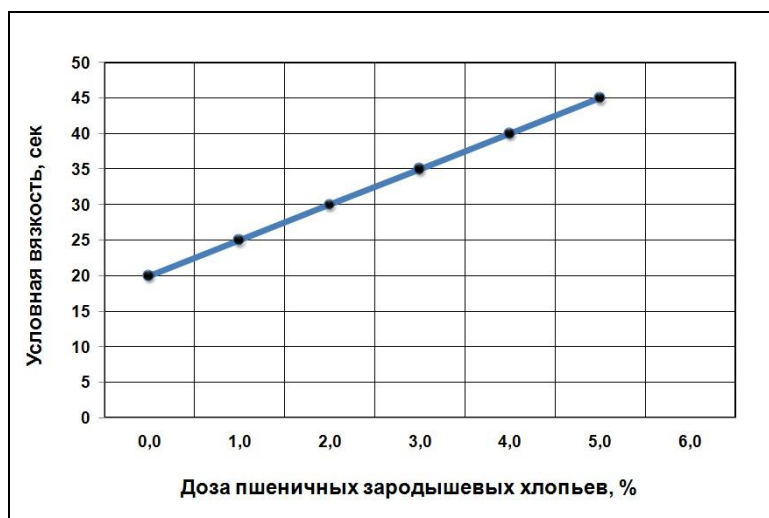


Рис. 1. Условная вязкость в зависимости от дозировки пшеничных хлопьев

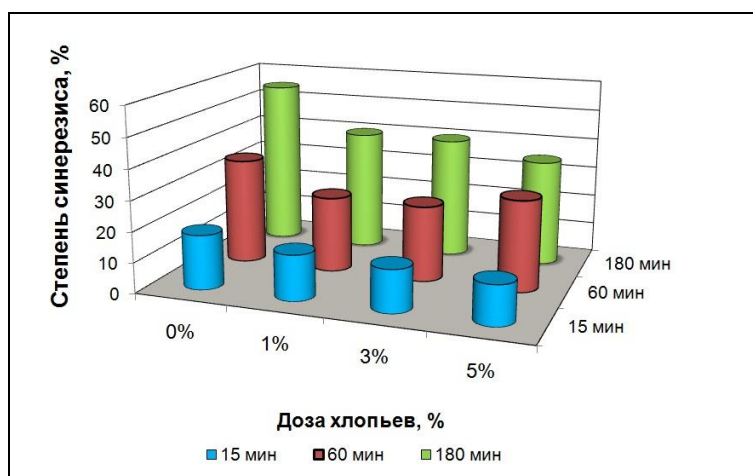


Рис. 2. Отделение сыворотки из сгустков в зависимости от дозировки пшеничных хлопьев

Исследования по определению условной вязкости и отделение сыворотки из сгустков показали, что с увеличением дозировки пшеничных хлопьев интенсивность отделения сыворотки снижается. Внесение 1,0 % пшеничных хлопьев уменьшало выделение сыворотки из сгустка (в сравнении с контрольным образцом) на 20,0 %, внесение 3,0 % - на 24,5 %, 5,0 % - на 40,0 %.

Согласно полученным данным установлено, что с увеличением дозировки внесенных пшеничных хлопьев возрастает активность кислотообразования, улучшается консистенция.

Растительные белки, и другие компоненты, содержащиеся в пшеничных хлопьях, послужили дополнительным источником питательных веществ, оказывая при этом влияние на эффективность действия закваски.

Таким образом, результаты исследования, проведенные в научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати «Наноинженерные методы исследования», по применению пшеничных хлопьев при производстве кисломолочного напитка, позволили установить, что внесение пшеничных хлопьев до пастеризации молока способствует ускорению процесса сквашивания, а также получению кисломолочного напитка с однородной плотной консистенцией, без отстоя сыворотки.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Боранкулова А.С., Токенова А. Б., Арынбаева М.Ж. Обогащение кисломолочных напитков пшеничным зародышем. Әлемдік жаһанданудағы түркі өркениеті мыңжылдықтар сабақтастығы» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдар, Тараз, 2014, 294-296 бет.

[2] Borankulova AS, Tokenova A. B., Arynbaeva M.Zh. The technology of preparation of national fermented milk drink "Shalap with use of protein mass of albumin". Participation in the 2015 Student Scientific Conference of Slovak agriculture university in Nitra, Slovak republic, April 22. 2015, 55-60.

[3] Семенихина В.Ф., Рожкова И.В., Бегунова А.В. Особенности использования бифидобактерий при производстве пробиотических кисломолочных продуктов. //Наука – производству. Информационный бюллетень -2/2011

[4] Сатбаева А.Б. Разработка технологии производства национального напитка на основе зернового сырья. Автореферат, Тараз, 2013ж.

[5] Tabata Y., Uno K., Yoschimoto M., Kishida T. Et al. An J Am Assoc Pharm Sei 1996. - № 13 - 12: abstract 960346.

[6] Anand B.K., Srinivasan R.A., ROL.K. Antibacterial acti-vity associated with Bifidobacterium bifiduffl-Cultwed//Dair>Products Journal. -1984. -Vol.19. № -p.6-8.

[7] Chaitov L., Trenev N . Probiotics. Thorsons Publishing Group, Northampstonshire, England 1990.

[8] Collins M . D., Gibson G. R. // Am. J. Clin. Nutr. - 1999. - № 5. - p.1052-1057.

[9] Effect of lactic acid producing bacteria on the human intestinal micriflora during ampicillin treatment //Scand.J.Infect. Dis. -1991. -23 (2). -p.247-254.

[10] Gilliland S.E., Speck M.L., Nauyok G.P. and Giesbrecht F.G.Influence of consuming non-termented milk containing Lactoba-cillus acidophilus of fecal flora of nealthy males. //J.Pairy Sei 1998. -Vol. 81. - p. 1 -10.

[11] Vincent I.G., Veomett R.F. Rilley R.T.-LBact,eriol, 1999. -Vol. 78. - P. 477.

[12] Yamamuro M . The elemental diet on pancreatic and billiary Secretion. Nippon Shokakibyō Gakkai Zasshi, 1982, № 5 - p. 1137-1147.

[13] Yun J. W. Et al. Fructooligosaccharides - Occurence, Preparation, and Applications. EnzyTie a Micrjbiol Technol, 1996. - p. 107 - 117.

Боранкулова А.С., Умирбекова А.С., Аскербай З.Б.

Сүт қышқылды сусынның сапасына бидай үлпектерінің әсерін зерттеу

Түйіндеме. Бидай үлпектерінің енгізілетін мөлшері артқан сайын қышқыл түзгіш белсенділігі өсетіндігі, консистенциясының жақсаратындығы анықталынды.

Түйінді сөздер: дән, өсімдік шикізаты, сүт, пастерлеу

Borankulova A.S, Umirbekova A.S, Askerbai Z.B.

The study of the influence of wheat flakes on the quality of a sour milk drink

Summary. It is established that with increasing dosage of introduced wheat flakes, the activity of acid formation increases, the consistency improves.

Keywords: grain, vegetable raw materials, milk, pasteurization

Н.Е. Исабек, Ә.М Мухадиев
(Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

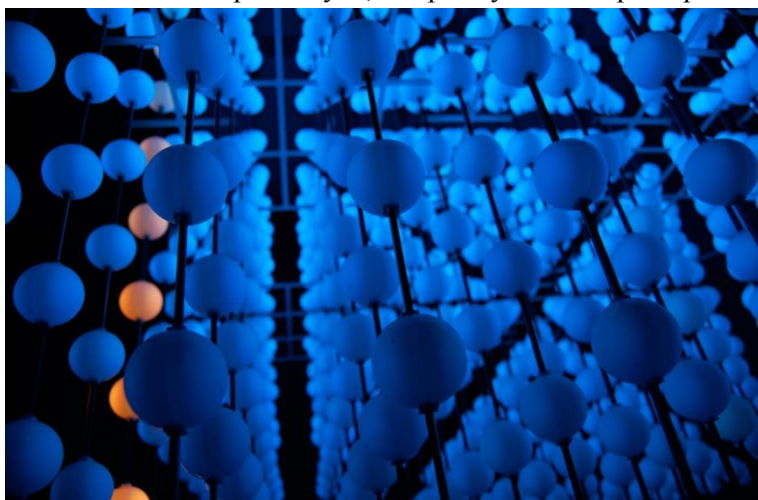
ТҮНГІ ҚАЛАНЫ ЖАРЫҚПЕН БЕЗЕНДІРУДЕГІ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Аннотация. Мақалада қала кеңістігіндегі сәулет ғимараттары мен басқа да нысандарды түнгі мезгілдерде дизайн тұрғысынан эстетикалық безендірудің заманауи жаңа технологияларын қолдану және кешкі қаланың адамға психологиялық тұрғыда әсер ету ықпалынан мысалдар келтіріледі.

Мақалада қала сәулетін айшықтай түсетін жарық құрылғыларын орнатуда Еуропа және Азия елдерінің соңғы жетістіктерінің ерекшеліктері, маңыздылығы мен тиімділігі қаралады.

Түйін сөздер: кешкі қала кеңістігі, медиа-технологиялар, жарық сәулесімен безендіру, жасанды жарық-сәулелі орта.

Жыл өткен сайын заманауи қала кеңістіктерін кешкі мезгілдерде жасанды жарықпен безендіру мәселесі кеңінен орын алуда, олар: сәулет ғимараттарын түнгі уақыттарда арнайы композициялық



1 сурет. Жарық - сәулелі 3d көлемді бейнелік композиция.

Жарықпен безендірудегі сәулеттік - дизайн саласындағы бағыттардың бірі - сәулеттік жарық сәулесін қолдану тәсілі. Соңғы кездері жарықпен безендіру тек ескерткіштерді жарықтандыру ғана емес, сонымен бірге көптеген қала ғимараттары мен нысандарды жаңа, тиімді технологияларды пайдалану арқылы жарық сәулесімен сәндеу жиі қолданылуда [1].

Сәулеттік-дизайн тәсілдерімен ғимарат нысандарының астыңғы жағынан жарық түсіру, үстінен, бүйірінен сәулелендіру түнгі мезгілде әлдеқайда әдемі көрінуі ескеріледі. Ал, заманауи жаңа тәсілдердің ережесі бойынша ғимараттың композициясы, формасы, масштабы және оның жарықпен безендіру мәселесі дизайн-сәулеттік жобалаудың ең бас кезінде айқындалып ескеріліп, жарық инженерімен бірге шешілуі тиіс.

Жарықдиодты зәулім қабырғалар – 1 (2015 КХР Бейжің) көмегімен, жарық сүзгісін қолдана отырып жарық сәулесі берілген ғимараттың гаммасын түрлі-түсті етіп үнемі өзгертіп отыруға болады (*1 сурет*). Сәулеттік жарық берудің бұндай ерекшеліктерінің маркетинг тұрғысынан өте тиімді артықшылықтары бар.

сәнді жарық көздерімен безендіру, кешкі саябақтар мен қала ішіндегі шағын гүл бақтарын, бұқаралық коммуникациялар, қатынас жолдарды көріктендіру, көпдеңгейлі автомобиль жол айырықтарын, көшелер мен қала алаңдарын, су айдындарын, түнгі спорт ғимараттарының аумағын функционалдық тұрғыдан ескере отырып жарықпен безендіру.

Кешкі қаланың адамға әсер ету ықпалы өте зор. Сондай-ақ, түнгі мезгілдерді сапалы және эстетикалық тұрғыда жарықтандыру бұқаракөпшіліктің өздерін жайлы сезінуінің, қаланың мерекелі-салтанатты көрінуінің айқын кепілі.



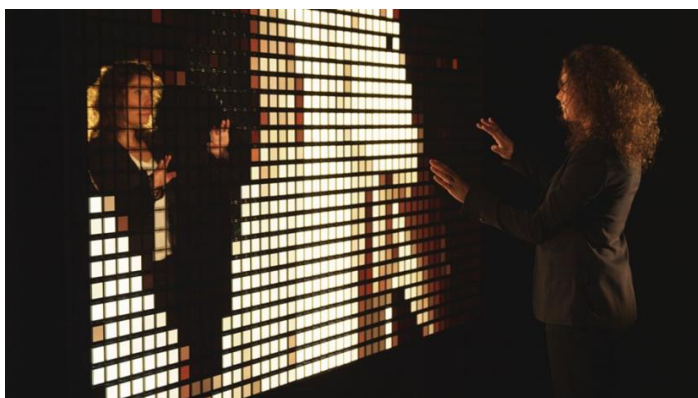
2 сурет. Медиа экраннан көрініс

Соңғы кездері қала көшелерін жарықтандыру сапасы жақсарып арта түсуде, жарық беру әсемдігі есте қаларлық көптеген көркем сәулет құрылымдары мен жаңа технологиялар дүниеге келе бастады.

Көптеген ғимараттарда алыстан әсем де тартымды көрінетіндей етіп, жарықпен көмкерілген жарнама қондырғылары орнатылып, оған динамикалық-эмоционалдық әсер беретін, қызықтыратын, қала тұрғындарының назарын

аудартатын - сан алуан, түрлі-түсті көрінетін түнгі нысандарды әсем безендіру мәселесіне соңғы уақыттарда ерекше көңіл бөлінуде [2].

Түнгі қаланы безендірудегі осы айтылған мәселенің барлығы сәулетшілердің, жарық дизайнерлерінің, жарнама дизайнерлерінің т.б. мамандардың жаңа технологияларды қолдану ерекшеліктері



3 сурет. Интерактивті LED панельдер- ғимаратты жарық сәулелерімен безендіруден көрініс.

болып табылады.

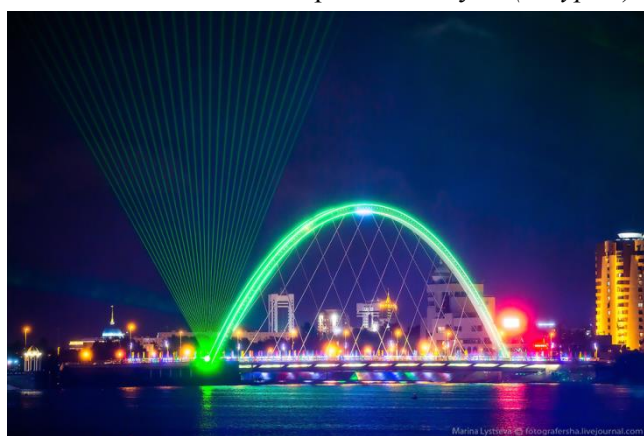
Әрбір қаланың екінші келбеті мен бейнелік сипаты ол кешкі, түнгі сипаттағы көрінісі. Сондай-ақ, жасанды жарықты қала көшелерінде қолдану тәсілдерінің күн өткен сайын мағынасы да, ауқымы да, технологиясы да кеңеюде. Өйткені ол ақпарат таратушы ретінде заман талаптарына мобильді түрде бейімделуге өте ыңғайлы құрылым. S-251 сериясында дайындалатын шағын пиксельді жарықдиодты экран осы өнімнің ең жаңа технологиясымен даярланған түрі (2 сурет).

Медиа-технологиялар –2 (2014 Simone Giostra & Partners и ARUP компаниясы) жарықтың көмегімен безендірілген

сәулет ғимараттары мен сәулеттік орталардың сыртқы және ішкі көріністерін заман талаптарына сәйкес қалыптасып уақыт өткен сайын жаңадан туындауына және өркендеп, дамып өзгеруіне бүгін де өз әсерін белсенді түрде тигізуде. Қазіргі кездерде сәулетшілер мен инженерлер медиа-технологияларға сай **ақпараттық композицияларды – 3 (2015 BRITISH TELECOM TOWER компаниясы)** қалақұрылысындағы сәулет ғимараттарын, алғашқы жобалау кезеңінен бастап-ақ міндетті түрде ескерулері тиіс.

Батыстың және дамыған шығыс елдерінде кәсіби мамандық берудің жаңа бағыты орын алып қалыптасуда. Жаңа мамандық талаптары бойынша, сәулетші қала кеңістігіндегі ортаны жарықпен безендірудегі мәселені терең, жетік білетін, білікті маман болуы тиіс.

Түнгі қаланы **жарық сәулелі жарнамалармен – 4 (2015 комп. Simone Giostra & Partners ҚХР)** безендірудегі дизайнерлік, сәулеттік және қалақұрылысы жобаларындағы талаптарды ескеріп, қамтитын жаңа мамандар қалыптасуда (3 сурет). Оның негізгі мақсатты, сәулелендіруші-инженер



4 сурет. Астана - Қараөткел көпірі.

технигімен бірге орындайтын жұмыс схемасын ұстана отырып мәнерлі, айқын сәулеттік жарық-сәулелі бейне композициясын жасап шығаруында.

Жарық сәулесімен безендірілген әрбір сәулет нысаны түнгі ортаның бұқара-көпшілікке жағымды да ұнамды эмоциялық әсер қалдыруында. Сондай-ақ, бұл бағытта ең маңызды болып саналатыны жарықтандыру жүйелерінің сәулеттік-дизайнерлік жобалармен қатар, бір мезгілде, бір процесспен жоспарланғаны қажет.

Сәулеттік-дизайнерлік жоба толығымен орындалып, бекітілгеннен кейін жарықпен безендіру мәселесін көтеру мүлдем тиімсіз, орынсыз және кеш. Өйткені, жобалау мен жоспарлау

процессінде қала құрылысының элементтері, аумақты абаттандыру мәселесі, көріктендіру және сәулет формаларының пластикасы жарықпен безендірудегі өте маңызды, қолайлы жағдайлар туғызу мүмкіндіктері ескерілуі тиіс (4 сурет).

Жаңа технологияларды қолдана отырып жобалау мәселелеріне сай қаланы жарықпен безендіруде мына талаптар уақытында ескерілуі қажет:

- Көшелерге функционалдық тұрғыдан жарық берілуі;
- Қаланың көрікті ғимараттары қасбеттерін жарық сәулелерімен безендіру;
- Жарық сәулелі жарнама;
- Қалалық ландшафт элементтерін жарықпен безендіру;
- Қаланы иллюминациялармен мерекелік безендіру;
- Спорт ғимараттарын жарық сәулелерімен безендіру;
- Өнеркәсіп нысандарын жарықпен безендіру.

Оның кең ауқымды мүмкіндіктерін **жарықдиодты экрандар мен фотоэлектрленген элементі бар тасба индикаторларын –5 (2015 KXP Nova® компаниясы - ETH Zurich)** ұтымды қолдана білу, көрерменнің көңіл-күйіне оң әсер беретін, еркін жетілуді мақсат еткен әлеуметтік ортаның дамуына өз үлесін қосуда [3].



5 сурет. Бейжін қаласы, Хісиі ойын-сауық орталығының қасбеті.

Сәулет ғимараттарын жаңаша-заманауи жарықтандырудың жеті тәсілі бар: **1.**жергілікті- локалды жарықтандыру; **2.**контур сызығы бойынша безендіру; **3.**ғимарат қасбетін сәуле беру арқылы; **4.**қасбетке жарық сәулесін «тұтас» төгіп безендіру; **5.**силуэттік безендіру; **6.** аялық (фоновое) жарық беру; **7.** динамикалық жарық беру [4].

Осыған орай айтуға тұрарлық мына зәулім қабырға Бейжін қаласындағы «Хісиі» ойын-сауық кешенінің қасбетін жауып тұрған, әлемдегі ең үлкен жарықдиодты LED экран (*5 сурет*). Интегралды түрде әйнекке біріктірілген бұл күрделі экран жүйесі электр қуатын күн сәулесінен алады. Түтікше қарқастан құралған бұл медиақасбеттер имидждік беделдің және коммерциялық жарнама жүйесінің ең маңызды құрамдас бөлігі.

Әлемнің алдыңғы қатарлы елдерінде өткізіліп жүрген олимпиадалық ойындар ірі қалаларда инновациялық технологияларды дамытудың, оны қолданудың басты себептері болып табылады. Сондай-ақ, Бейжін қаласындағы мына «Green PIX» ғимаратының медиақасбет құрылыстарын жүргізудегі жарықпен безендіру мәселесі Simone Giostra & Partners және ARUP компаниясының жобалауымен жүзеге асырылды (*6 сурет*). Жобаны орындаудағы негізгі қиыншылық тік орналастырылған электр батареялардың жарықсезгіш элементтерін бекіту

еді. Қазіргі кезде бұл медиақасбет экранында әртүрлі инсталляциялық бейнелер мен әйгілі суретшілердің көркем композициялық ұсыныстары жұртшылыққа көрсетіліп тамашаланады [5].

Әлемнің көптеген қалаларында орын алған жарықдиодты қондырғылар мен LED жүйелер аз ғана уақыттың ішінде көше жарнамасындағы медиақасбетті жобалаудың стандартты түрдегі үлгісіне айналды (*7 сурет*). Бұл мәселе қалалық ортаны қалыптастыру мен оның көрінісін көркейтуге өз ықпалын едәуір тигізуде.

Айтылған инновациялық жаңалықтар сәулетшінің бүгінгі күнгі жобалау бағытында шешілуі тиіс мәселелеріне айтарлықтай қосымша өзгерістер енгізді – бір ғимараттың бойында функционалдық шешуді керек қылатын күрделі жобалар қатарына өнер, коммерция және жарнаманы ескеру қажеттілігі туындап отыр .



6 сурет. Green PIX, қасбеттен көрініс

2015 жылдан бергі әлемдік компанияларда пайда болған жарықпен безендірудің жаңа заман талаптарына сай және прогрессивті түрлері жарықдиотты шамшырақтар болып табылады. Олар техникалық сипаты мен қолдану ерекшеліктеріне байланысты айырықша сапаға ие.

Айтылған қондырғылардың мынадай артықшылықтары басым, олар:

- энергия шығыны өте аз мөлшерде жұмсалады.
- зиянды ультрофиолет сәуле шығару өте төмен мөлшерде.
- күрделі экран жүйесі электр қуатын күн сәулесінен алады.
- пайдалану мерзімі өте ұзақ.
- экологиялық тұрғыдан зиянсыз, шамшырақтарды даярлауда (өндірісте шығаруда) **өткен кезендерде** қолданылған сынап (ртуть) мүлдем пайдаланылмайды.



7 сурет. Бейн-зәулім медиалық қасбеттен көрініс

жылға кеңейіп келеді. Уақыт өткен сайын жарықпен сәндеп - безендірудің технологиялық жаңа мүмкіндіктері мен композициялық шешімдері пайда болуда.

Оларды жүзеге асыруда қолданылатын материалдардың ерекшеліктері: төзімділігі, жарық берудегі жоғары сапасы, көркем композициялық тақырыптарда формаларды орындап үйлестірудегі икемділігі. Сондай-ақ, күрделі жүйелер электр қуатын күн сәулесінен алады, олардың тұрақтылығы мен көптеген басқа да қасиеттері жаңа технологиялардың көмегімен пайда болуда.

Оқу процессінде студенттерге жобалау пәнінен білім беруде қаланы түнгі жарықпен безендіру мәселесіне көңіл бөлудің маңызы зор. **Осыған орай**, сәулетші - дизайнерлерді даярлауда бұл бағытта арнайы пән енгізілуі тиіс. Өйткені, сәулет нысандарын түнгі мезгілге, арнайы ережелеріне сай безендірудегі күрделі композициялар, ғимараттың әсемдік және функционалдық тұрғысында бүгінгі күндері шешуші рөл атқарады.

Сәулет пен қалақұрылысы саласындағы ғылыми жетістіктер, қалаларды жарықпен безендірудегі жаңа өнер бағытымен, технология мүмкіндіктерімен болашақта тығыз байланыса отырып дамытынына сенім мол.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Периодическое издание «Архитектура и строительство», № 1, 2015.
- [2] Проект-Россия. Журнал по архитектуре, дизайну и строительным технологиям - № 1; 2017г.
- [3] Проект-Россия. Журнал по архитектуре, дизайну и строительным технологиям-№ 3; 2017г.
- [4] Периодическое издание «Технологии строительства», № 1, № 3; 2017 г.
- [5] Периодическое издание «Архитектура и строительство», № 2; 2016.

Исабек Н.Е., Мухадиев А.М.

Новые технологии формирования световой среды ночного города

Резюме. В статье анализируется эстетическое оформление современного города и вопросы использования новейших технологий для освещения архитектурных объектов в городской среде в темное время суток, приводятся примеры его психологического воздействия на человека и оформление фасадов городских достопримечательностей с учетом новых технологии.

Рассматриваются последние достижения в данной области на примере стран Европы и Азии.

Ключевые слова: вечернее пространство города, медиа - технологии, локальное освещение архитектуры, информационные композиции, оформление ночного города, искусственная световая среда.

Issabek N.E., Akimbek Mukhadiev

New technologies for formation of the night environment of the night city

Summary. The article analyzes the aesthetic appearance of the city and the use of modern advanced technology for the illumination of architectural objects in the urban environment at night, are examples of its psychological impact on the person.

The article analyzes the aesthetic design of the city and the use of modern state-of-the-art technologies for lighting architectural objects in the urban environment in the dark, giving examples of its psychological effect on a person.

We consider the latest developments in this field by the example of Europe and Asia.

Keywords: evening space of city, medias is technologies, local illumination of architecture, informative compositions, registration of night city, artificial light environment.

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 сайттың 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-дизайн қолданушымен ақпаратты өзара байланыстыру үшін веб-қосыштарға, 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 шрифттарды онлайн қолданудағы жақсартулар;
- CSS3 және HTML5 пайда болуы;
- Басқару жүйесіндегі көптеген өзгерістер.

Осы барлық факторлар біркелкі даму қозғалысы қазіргі біз көріп отырған интернет бет-бейнесін көрсетеді. Біз оны күнделікті әлемдік желіні қолдана отырып байқаймыз.

Веб-дизайн стильдеріне талдау жасамас бұрын, оның тарихына қысқаша тоқталып кетейік. **Веб-дизайн** тарихы 1991 жылы алғашқы веб-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 ашы-

• **Техническіе науки**

лу ақпараттық технологиялардың дамуына үлкен септігін тигізді. Әлемдегі бірінші сайт алғашқы интернет-каталог та болды, кейін **Тим Бернерс-Ли** оған 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 “макеттік 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 сайттар жылдамдықтары 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 дизайнды 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-конструкторлар 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. Сайттардың көбі мәтіннен тұрды, бірақ бұл мәтін бағандарға, сызықтарға, параграфтарға, навигациялық элементтерге бөлінді. Графикалық элементтердің тез арада танымал болуы: осы кезде веб-	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 элементтің өз орны болды және дизайнерлер пайдаланушыға ақпаратты ұсынудың ең жақсы жолын таңдай алды. Навигация, мәтіндік контент және СТА элементтер жайлы сөз қозғалғанда, “сайт анатомиясы” (сайт құрылымы) өте маңызды рөл атқарады. Қолданушы-

		дизайнерлердің арсеналында веб бетті қолдану счетчигы, анимациялық мәтіндер және әртүрлі GIF элементтер пайда болды.	ның 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 қолданушыға 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. Себебімультимедиялық 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 эффекттерді 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. Сілтемелер тек мәтіндік үзінділерге (сөз, фраза) ғана емес, сонымен қатар графикалық белгішелерге (иконка) қосылды; мониторлардың өлшемі мен рұқсатының айырмашылығына байланысты бейнелерді пикселдеу веб-дизайндағы басты мәселеге айналды; мәтіндік контентті орналастыруға және типография-	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 – ыңғайлылыққа қызмет атқарады.

		ға қойылатын талаптар артты. Тұтастай алғанда, пайдалану ыңғайлылығы ғылыми дисциплина ретінде дизайның тенденцияларын басқара бастады	
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. Веб-дизайн. Удобства использования web-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.

Turganbayeva A.R., Nurgazhykyzy D.

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.

UDC 330.47:004

R.Z. Kalimullin, S.D. Kurakbaeva, D.A. Zhunisbekova

(South-Kazakhstan State University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan, sevam@mail.ru)

REVIEW OF TYPICAL FEATURES OF IT SUPPORT IN THE FIELD OF MECHANICAL ENGINEERING

Abstract. The features of IT support in the field of mechanical engineering of Kazakhstan Republic are examined in this article. The industry is important for the country's economy due to a wide range of equipment production, machinery and devices, as well as consumer goods for the population. Nowadays in this branch there is a need for modernization, introduction of new and more modern tools of management, control, and an assessment of efficiency of used IT-technologies' processes. The century of computer technologies has radically transformed the field of mechanical engineering. The introduction of information technologies has become an important factor in competitiveness' improving. At the same time, the introduction and maintenance of IT-technologies at mechanical engineering enterprises is developing slowly. So the problems of studying IT support peculiarities in this economic sector become very actual.

Key words: IT support, mechanical engineering, IT-specialists, information space, IT infrastructure, business process, maintenance

Mechanical engineering is a complex of industrial sub-sectors that determine the level of scientific and technological progress and the position of the state's defense capability. The industry is important for the economy of a developed country due to the production of a wide range of equipment, machines, devices, as well as consumer goods for the population [1].

In Kazakhstan Republic, among 14 priority sectors of the manufacturing industry 6 are the engineering industries. At the present moment, mechanical engineering in Kazakhstan is represented by the following sectors: manufacture of computers, electronic and optical production; manufacture of electrical equipment; manufacture of machinery and the equipment which is not entered in a list of other categories; manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers; manufacture of other transport equipment; repairing and installation of machinery and equipment [2-5].

Mechanical engineering is the most important branch of economy in Kazakhstan Republic. It creates hundreds of thousands of workplaces, generates a significant share of the country's Gross National Product. However, today in this industry there is a need for modernization, introduction of new and more modern tools of management, control, assessment of process efficiency, labor productivity improvement [6]. That's why, interaction of industrialists, the state, software developers and other business process entities, which can ensure the renewal of the industry and the formation of an effective production management system, is very necessary [7].

Organizations that are serious about improving their business processes will also create structures to manage those processes. Business process management (BPM) can be thought of as an intellectual effort to plan, document, implement, and distribute an organization's business processes with the support of information technology [8].

On one hand, BPM is more than just automating some simple steps. While automation can make a business more efficient, it cannot be used to provide a competitive advantage. On the other hand, BPM can be an integral part of creating that advantage [9].

Not all of an organization's processes should be managed this way. An organization should look for processes that are essential to the functioning of the business and those that may be used to bring a competitive advantage.

Despite difficulties and unfavorable occurrence in Kazakhstan economy, which do not facilitate the producers' situation, there have been positive trends. First of all, manufacturers have formed an opinion about the need for changes, the importance of process management quality, willingness to invest in modern IT systems, implement reliable tools for production management, improvement labor productivity, and loss-

es' elimination. Nowadays, manufacturers do not doubt the impact of rapid information exchange, reliable control and planning systems on the quality and speed of decision-making [10].

Secondly, there is the state support, also the programs to promote the launch of new production facilities, modernization and automation, labor productivity improvement, staff training and retraining. Thus, in 2014 the state program of industrial-innovative development of Kazakhstan Republic for 2015-2019 (The State Program of Industrial-Innovative Development, part 2) was established by the decree of the Kazakhstan President Nursultan Nazarbaev. For elimination of the State Program of Industrial-Innovative Development, part 2, the leading universities of Kazakhstan provide training of highly qualified staff according to specially developed educational programs. Thirdly, there is a huge spector of tools, software products, as well as professional and reliable IT-specialists [11].

During the past decades, the mechanism of IT support impactation on the enterprises' success in the field of mechanical engineering had undergone a number of major changes, which were primarily due to the expansion of IT functionality.

IT support includes [12]:

- commissioning of IT equipment;
- maintenance of IT equipment;
- monitoring of equipment condition and its repairing;
- planning the maintenance of IT equipment;
- warranty control and supervision over the technical condition of IT equipment;
- development of the existing IT infrastructure of the enterprise;
- integration of solutions into existing IT infrastructure of any complexity;
- installation, configuration, and administration of various server services;
- the organization of the fault tolerance of IT systems;
- organization of reserve data backup;
- monitoring of system parameters/server settings;
- virtualization of various server and network services;
- installation, configuration, and administration any active and passive network equipment;
- development, implementation and technical support of unique solutions for enterprise computer network;
- provision of consultancy services on communication networks and telecommunications;
- audit of enterprise network security;
- ensuring high resistance to failures from used IT equipment;
- setting up servers and workstations for a specific enterprise tasks;
- providing the integration of computers with corporate programs.

Those who want to win on the market Plato have to be constantly changable and improvable. The century of computer technologies has radically transformed the field of mechanical engineering and many other sectors of economy. The introduction of information technologies has become as effective and important factor of improvement competitiveness' purchase as modern technological equipment. However, the implementation of IT technologies in enterprises of mechanical engineering unwinds slowly. The main reason for this, of course, is the lack of industrial enterprises with the money that they can send to develop the IT sphere. But there are other constraints. This is a frequent lack of clear production planning and management, the opacity of many internal processes of enterprises, and low motivation of employees. A large part of enterprises have very different approaches to automation and organization of various internal processes, which complicates the realization of projects for IT companies, makes them unique and expensive. These are disadvantages, but there are advantages. If we look at the positive aspects of the current situation of IT support in the field of mechanical engineering, first of all, it is necessary to note the fact that many enterprises have managed to update the fleet of computers, updated communication channels, and introduced a number of IT systems that form a stable foundation of their IT infrastructure [13].

At the beginning the IT support was used to provide the capacity for work of networks and individual application programs, the action of which was clearly limited, so, the IT support has spread in almost all spheres of activity of the enterprises.

As a rule, all enterprises engaged in the field of mechanical engineering implement various innovations in their production process. Only in this way they can successfully compete on the market, which requires manufacturers of high quality products at low cost [14].

The following factors should be attributed to the characteristic features of IT support in the field of mechanical engineering:

✓ account of the scale of productivity. It is depended on the serial manufacture of production, specifics of production for enterprises are different; the standards of production technical training management and the production itself. So the IT support is individual.

✓ complex automation of business processes at the enterprises of mechanical engineering;
✓ single information space for production management and planning as well as technical information management;

✓ easy scalability and high productivity of IT systems;
✓ supplying of activity and technical information safety;
✓ lower production costs through modernization of technological process;
✓ increasing in sales volumes and rates due to the timeliness of order formation and sending offers through the use of IT technologies;

✓ the ability to control operatively and manage structured networks of any complexity, including its geographically remote segments;

✓ remote connection to the user to eliminate the problems that have arisen at the workplace, both from his stationary computer, and with the help of various mobile devices;

✓ the possibility of work organization without the necessity of presence of the user at the point.

✓ monitoring of user actions, and audit of the presence and removal of prohibited content on his working machine.

The internal forces of the company do not always cope with the set IT tasks due to lack of resources. That's why, a lot of supervisors do everything to withdraw maintenance of IT infrastructure to outsourcing.

IT outsourcing involves the transfer of the IT infrastructure or a part of it to the service of an external organization engaged only in this direction. This is often due to the fact that the supervisors want to reduce the costs of their organization under this item of expenditure. The most important advantage of IT outsourcing is, of course, the reduction of costs for maintenance and technical support of the IT infrastructure is state of the enterprise in the long term. If we carry out a full analysis of the technical equipment and infrastructure of the enterprise, it will become obvious that an integrated approach to service is the best optimal solution [15].

In accordance with the "Digital Kazakhstan" state program for 2017-2020, one of the main tasks is the digital transformation in the sectors of Kazakhstan economy. In accordance with the accepted program, the basic directions of the industry development are defined by:

- development of staff resources and education quality in the industry;
- formation of a scientific base for perspective researches in IT technologies;
- support of small business in IT space;
- development of IT export;
- increasing the IT use in home economy;
- provision of infrastructure through further development of broadband Internet access.

Obviously perspective realization of the "Digital Kazakhstan" program will give its positive results also in the field of mechanical engineering.

Thus, acting in modern realities, it becomes clear to almost every organization that the effectiveness of its work basically depends on the level of IT infrastructure development. Well-chosen work tools help to make timely and reasonably management decisions that are for elaboration and support of infrastructure engaged by highly qualified professionals.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жариков В.Д. Экономика машиностроения / В.Д. Жариков, Р.В. Жариков, Е.Б. Попова. - Тамбов: ТГТУ, 2009.-С. 68-70.

[2] Кудинов Л.Г. Инновационные стратегии в машиностроении. - М.: Рос. экон. акад., 1998. - 248 с.

[3] Мартыанов К.П. Управление организационно-техническим развитием машиностроительных предприятий/ К.П. Мартыанов, Б.Я. Татарских. - Самара: Офорт, 2007. - 208 с.

[4] Paul Cragg, [Annette Mills](#). IT support for business processes in SMEs // Business Process Management Journal. -2011.- Vol. 17 Issue: 5. -pp.697-710

[5] 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.

[6] Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. -512 с.

[7] Titov V.I. Analysis and diagnosing of financial and commercial activity of enterprise: Reader – М.: Dashkov Co. Printing and trade corporation, 2005. - 352р.

- [8] Костоглодов Д.Д. Парамонов М.Ю.. Экономика коммерческого предприятия – Ростов-на-Дону: Ростовская государственная экономическая академия, 2013.
- [9] Смирнова Г.Н., Сорокин А.А., Тельнов Ю.Ф. Проектирование экономических информационных систем: Учебник для вузов. – М: Финансы и статистика, 2013. -185 с.
- [10] Козырев А.А. Информационные технологии в экономике и управлении: Учебник. - СПб.: Издательство Михайлова, 2010.- 296 с.
- [11] Basovsky L.E. Theory of economical analysis: Reading manual. – М.: INFRA – М.: 2006.- 222p.
- [12] Kanakovskaya A.R., Tarushkin A.B. Economical analysis: Reading and methodical manual. St – Pb: Herda –Print House -2003. - 368p.
- [13] Paul Beynon-Davies. Business Information Systems. - Publisher: Palgrave Macmillan, 2013. – 512p.
- [14] [Jun Xu](#) , [Mohammed Quaddus](#) . Managing Information Systems. - Publisher: Atlantis Press, 2013. -150p.
- [15] Gary Koop. Analysis of economic data. – USA: John Wiley & Sons Inc, 2005. – 257p.

Калимуллин Р.З., Куракбаева С.Д., Жунисбекова Д.А.

Машина жасау саласында АТ-ның қолдауының ерекшеліктеріне шолу

Түйіндемe: Бұл мақалада Қазақстан Республикасының машина жасау өнеркәсібі саласында АТ-ның қолдауы қарастырылған. Өнеркәсіптің бұл саласы еліміздің экономикасы үшін өте маңызды, себебі әртүрлі құрал-жабдықтар, машиналар мен құрылғылар, сондай-ақ халық тұтынатын тауарларды өндіреді. Бүгінгі таңда осы салада АТ-технологияларды қолдана отырып, модернизациялау, жаңашылдау, заманауи басқару құралдарын енгізу, бақылау, тиімділікті бағалау қажеттілігі пысықталды. Компьютерлік технологиялар ғасыры машина жасау инженерлік саласын түбегейлі өзгертті. Ақпараттық технологияларды енгізу бәсекеге қабілеттілікті арттырудың маңызды факторы болды. Сонымен қатар машина жасау кәсіпорындарына АТ-технологияларды енгізу және қолдау баяу дамып келеді. Осыған байланысты экономиканың осы саласында АТ-ны қолдаудың ерекшеліктерін зерттеу мәселелері қарастырылды

Кілттік сөздер: АТ қолдау, инженерлік, АТ-мамандары, ақпараттық кеңістік, АТ инфрақұрылымы, бизнес-процесс, техникалық қызмет көрсету

Калимуллин Р.З., Куракбаева С.Д., Жунисбекова Д.А.

Обзор характерных особенностей ИТ поддержки в сфере машиностроения

Резюме. В данной статье исследованы особенности ИТ поддержки в сфере машиностроения Республики Казахстан. Отрасль является важной для экономики страны за счет производства широкого спектра оборудования, машин и приборов, а также предметов потребления для населения. На сегодняшний день в этой отрасли назрела потребность в модернизации, внедрении новых, более современных инструментов управления, контроля, оценки эффективности процессов с использованием ИТ-технологий. Века компьютерных технологий кардинально преобразил сферу машиностроения. Внедрение информационных технологий стало важным фактором повышения конкурентоспособности. Вместе с тем внедрение и обслуживание ИТ-технологий на предприятиях машиностроения развивается медленно. В связи с этим становятся актуальными проблемы по изучению особенностей ИТ поддержки в данной отрасли экономики.

Ключевые слова: ИТ поддержка, машиностроение, ИТ-специалисты, информационное пространство, ИТ-инфраструктура, бизнес-процесс, техническое обслуживание

УДК 621-69

Т. И. Глущенко¹, Т.В. Бедыч²

¹Костанайский государственный университет имени А. Байтұрсынова,
Костанай, Қазақстан e-mail: tatyana194@inbox.ru

²Костанайский технико-экономический университет имени М. Дулатова,
Костанай, Республика Қазақстан)

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье представлен всесторонний обзор развития возобновляемых источников энергии в республике, а в частности в Костанайской области, для автономного теплоснабжения отдаленных от централизованных систем жилых домов и населенных пунктов. Обоснованы преимущества возобновляемой энергии в сравнении с традиционной энергией. Рассмотрена необходимость использования возобновляемой энергии для устойчивого развития государства.

Представлены экологические проблемы, связанные с использованием традиционных источников энергии, и преимущества, предлагаемые возобновляемыми источниками энергии. Приведены преимущества ис-

пользования солнечной энергии для теплоснабжения частных домов, с учетом особенностей Костанайской области.

Рассмотрены причины использования возобновляемой энергии для систем теплоснабжения в регионе. Определены потенциальные ресурсы солнечной энергии, которые служат основой для расчета системы теплоснабжения.

В статье представлен расчет затрат системы теплоснабжения, при использовании природного газа в качестве источника энергии и расчет затрат на приобретение, монтаж и эксплуатацию оборудования с использованием солнечного коллектора. Определен срок окупаемости автономной системы теплоснабжения с использованием солнечных коллекторов. Доказано применение автономных систем теплоснабжения для частных домов в северном Казахстане.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, солнечная энергия, коллекторы солнечной энергии, теплоснабжение, тепловая энергия.

1. Введение

Солнце представляет собой реактор непрерывного синтеза, в котором водород превращается в гелий. Общая выработка солнечной энергии составляет 63 МВт /м² поверхности солнца. Это энергия излучается Солнцем. Только ничтожная доля вырабатываемой энергии - 1014 кВт/м², от общего излучения достигает земли. [1].

Однако, даже эта малая часть солнечной радиации, падающая на землю, равна потреблению мировой энергии в один год. Человек научился применять солнечную энергию для своего блага с доисторических времен.

По существу, все формы энергии в мире солнечного происхождения. Нефть, уголь, природный газ и древесина первоначально возникли в результате фотосинтеза. [1]. Даже энергия ветра и прилива имеет солнечное начало в виду того что они возникают под действием разницы в температуре в различных зонах земля.

Самое большое преимущество солнечной энергии по сравнению с другими формами энергии в том, что она «чистая» и может быть использована без любого загрязнения окружающей среды. За последнее столетие ископаемые виды топлива обеспечивают большую часть нашей энергией, потому что они гораздо дешевле и легче извлекается, чем возобновляемая энергия, и до недавнего времени экологические загрязнения не вызывали особого беспокойства.

Но главная проблема в том, что существующие запасы нефти и газа при нынешних темпах потребления было бы достаточно для удовлетворения спроса еще на 40 и 60 лет соответственно. Запасы угля находятся в лучшем состоянии, по крайней мере, на следующие 250 лет могут обеспечить спрос потребителей.

Существует множество источников энергии, которые могут быть использованы вместо ископаемого топлива. Какой тип источника энергии должен быть использован, в каждом случае, определяется на основе экономической, экологической и энергетической безопасности для каждого региона в отдельности. [3,4].

Энергия является достоянием страны и является существенным фактором экономического развития. Важность энергетики в экономическом развитии государства общепризнанные и исторические данные подтверждают наличие тесной взаимосвязи между доступностью энергии и экономической деятельностью. Последние десятилетия ученые доказали риск использования традиционных источников энергии и экологическая деградация стала более очевидной. Рост свидетельства экологических проблем обусловленных сочетанием многих факторов деятельности человека резко возрос. Это связано с увеличением населения планеты, увеличением энергопотребления и промышленной деятельностью человека. Решение экологических проблем то, с чем человечество сталкивается сегодня, требует долгосрочной программы в интересах устойчивого развития. В этом аспекте, возобновляемые энергоресурсы являются одними из самых эффективных решений.

Несколько лет тому назад, преимущественно проводились экологические анализы таких загрязнителей, как диоксид серы, оксиды азота, твердые частицы и окись углерода. Однако, по мере развития производственных технологий, возникли другие опасные загрязнители воздуха, даже малая концентрация которых опасна для окружающей среды.

Одно из наиболее распространенных определений устойчивого развития: “развитие, которое удовлетворяет потребности настоящие без ущерба для будущего поколения удовлетворять собственные потребности”. Есть много факторов, которые могут способствовать достижению устойчи-

вого развития. Сегодня, одним из главных факторов, который необходимо учитывать, является энергия и потребность в стабильном энергоснабжении [5,6]. Обеспечение безопасности энергоснабжения является, как правило, необходимым, но не достаточным условием для развития общества. Для устойчивого развития общества требуется стабильное снабжение энергией и эффективное использование энергоресурсов.

Возобновляемая энергия позволяет производить энергию путем преобразования естественных явлений в полезные формы энергии. Эти технологии используют энергию Солнца и его прямое и косвенное воздействие на землю (солнечная радиация, ветер, падающая вода и различные растения, т. е. биомасса), гравитационные силы (приливы и отливы) и теплота ядра земли (геотермальная) как ресурсы, из которых вырабатывается энергия. Эти ресурсы обладают огромным энергетическим потенциалом, однако, большая часть из них нестабильны во времени и имеют различные ресурсы в зависимости от региона. Такие особенности возобновляемой энергии создают технические и экономические проблемы для широкого применения. Мировое сообщество ученых трудится над разработкой новых устройств и технологий переработки солнечной энергии, повышением эффективности использования преобразователей солнечной энергии, снижением расходов на техническое обслуживание оборудования и повышению их надежности работы.

Кроме того, системы возобновляемой энергии могут благоприятно воздействовать на окружающую среду, экономику и политические проблемы мира. По состоянию на конец 2011 года установленная мощность систем возобновляемой энергетики эквивалентна 12% общей выработки электроэнергии [10].

Применяя интенсивный сценарий использования возобновляемых источников энергии глобальное потребление возобновляемых источников энергии к 2050 году может достичь 318 ЭДж [11].

Преимущества использования возобновляемых источников энергии следующие: энергосбережение, создание новых рабочих мест и уменьшение загрязнения окружающей среды.

В результате использования возобновляемой энергии снижается потребление энергии от традиционных источников. Потребители не зависят от ценовой политики монополистов в области энергоснабжения.

Во многих странах создаются дополнительные рабочие места, так как применение установок возобновляемой энергии требует определенной подготовки и квалификации специалистов в отрасли энергетики. Внедрение новых технологий ведет к развитию новых видов производственной деятельности. Например, конструирование и производство солнечных коллекторов, проектирование систем теплоснабжения различной конфигурации с использованием солнечной энергии, монтаж, наладка и сервисное обслуживание оборудования систем солнечного теплоснабжения. Такой подход дает положительный социальный эффект [12, 13].

Самое важное преимущество систем возобновляемой энергии - происходит снижение загрязнения окружающей среды. Это достигается за счет сокращения выбросов в атмосферу за счет замещения обычных видов топлива. Наиболее важным фактором воздействия загрязнителей воздуха на человека и окружающую среду - их влияние на здоровье населения, сельское хозяйство и экосистему. Относительно просто измерить финансовое воздействие этих эффектов, когда они относятся к товарам, таким как сельскохозяйственные культуры. Однако определить экономический эффект от воздействия загрязняющих факторов на человека, его здоровье и экосистему достаточно сложно.

2. Методика эксперимента

В данной статье акцент сделан на солнечные тепловые системы. Они используют солнечную энергию, доступную потребителям теплоснабжения. При этом сохраняют окружающую среду от выбросов вредных веществ в атмосферу, и как следствие снижают влияние вредных выбросов на здоровье человека и экосистему. Основным преимуществом солнечных коллекторов является автономность потребителей.

Учитывая особенности Костанайской области, большие территории, удаленность, особенно сельских потребителей, от централизованных энергосистем, применение солнечных коллекторов для теплоснабжения и кондиционирования весьма актуально.

Важность солнечной энергетики постоянно увеличивается, это связано с тем, что солнечная энергия является экологически чистой. Вторым фактором актуальности применения солнечной энергии является её ресурсоемкость.

Солнечная энергия является преобразованием солнечных лучей в тепло. Данная энергия применяется для получения горячей воды и отопления. Полученное тепло сохраняется несколько дней и может быть доступным.

Расходы по эксплуатации на энергию солнца для систем отопления являются низкими, в отличие от похожих систем без применения солнечной энергии.

Солнечная энергия может применяться совместно с традиционными системами отопления, к примеру, в зимнее время, когда поток солнечного света меньше. В этот период объединенная система даст полный комфорт тепла.

Солнечные батареи для выработки солнечной энергии, возможно, поставить на собственной крыше. Выработанное тепло сохранится в солнечном аккумуляторе, который будет применяться в случае необходимости.

Регион проживания – это важный критерий, при определении эффективности использования устройств, служащих для преобразования энергии солнца в другие виды энергии. Солнечная активность (продолжительность солнечного сияния), во многом влияет на эффективность использования солнечных коллекторов.

Перспективы развития возобновляемых источников в северном регионе Казахстана значительны, как в качестве источников электрической, так и тепловой энергии.

О применении солнечной энергии в Костанайской области свидетельствуют метеорологические данные, приведенные в справочниках.

Максимальная плотность солнечного излучения в январе составляет 25 Вт/м^2 , а в летнее время достигает 200 Вт/м^2 .

Используя методику определения потенциальных гелиоресурсов автора Тлеуова А.А., определим плотность солнечного излучения на горизонтальную поверхность для 52° северной широты (рисунок 1). [15]

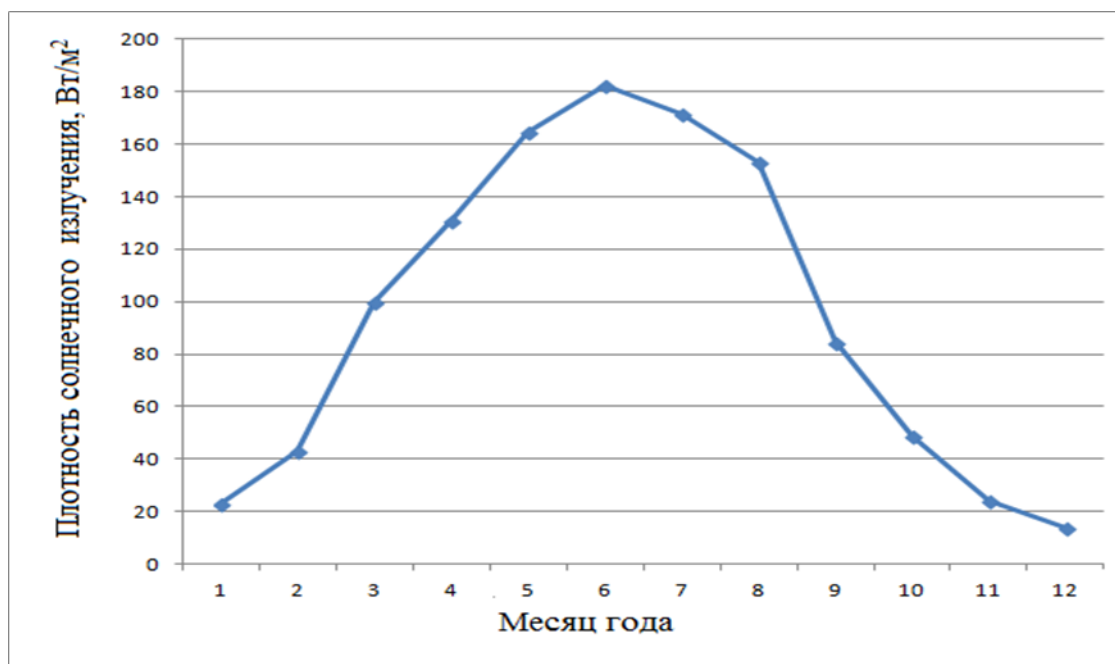


Рис. 1. График плотности солнечного излучения

3. Результаты эксперимента

Для выбора мощности солнечных коллекторов, применяемых в автономных системах, учитывается время года и географического положения населенного пункта. При расчете для региона были проанализированы статистические данные о солнечной активности за продолжительный

• Технические науки

период. На основании полученных данных, были определены усредненные мощности солнечного потока на квадратный метр земной поверхности [15].

В Костанайской области для теплоснабжения используется преимущественно природный газ, который используется во многих населенных пунктах области.

Для определения экономической эффективности солнечных коллекторов сравним существующую систему теплоснабжения частного дома, при использовании природного газа с системой теплоснабжения на основе солнечных коллекторов. Для расчетов примем солнечные коллекторы фирмы Sintsolar.

Собственные затраты на подключение и монтаж газового оборудования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчет газовой системы теплоснабжения

Наименование	Стоимость, тенге
Подключение газа	370 000
Газовый котел для теплоснабжения	65 000
Газовый нагреватель на 3 литра	36 000
Насос Willo для циркуляции воды в системе	7 300
Радиаторы итальянские - 60 секций	115 200
Металлопластиковые трубы 100 метров	8 900
Крепежная арматура	30 000
Монтажные работы	70 000
Итого:	702 400

Затраты на приобретение природного газа определяем для трех временных периодов: зима, весна-осень, лето (таблица 2).

Таблица 2. Расчет затрат на потребление газа

Период потребления в месяц	Количество кубометров газа, м ³	Стоимость, тенге	Количество месяцев	Общая сумма потребления за год, тенге
Зимнее время	720	17 640	3	52 920
Осеннее – весеннее время	360	8 820	6	52 920
Летнее время (расход только на горячую воду)	90	2 205	3	6 615
Итого:	-	-	12	112 455

Количество коллекторов, необходимых для теплоснабжения жилого дома общей площадью 100 м² определяем с учетом номинальных параметров и согласно существующей методике расчета для данного типа коллекторов. Для теплоснабжения данного объекта потребуются коллекторы площадью 9 квадратных метров (таблица 3).

Таблица 3. Расчет затрат на автономную систему теплоснабжения

Наименование	Стоимость, тенге
9 квадратных метра солнечных коллекторов	1 867 556,25
Радиаторы итальянские - 60 секции	132 000
Металлопластиковые трубы 80 метров	9 200
Крепежная арматура	30 000
Монтажные работы	70 000
Итого:	2 108 756,25

На основе приведенных расчетов определим срок окупаемости солнечных коллекторов с учетом расходов на оборудование, монтаж и эксплуатацию:

$$T = (2\,108\,756,25 - 702\,400) / 112\,455 = 12,5 \text{ лет}$$

Поскольку срок службы солнечных коллекторов составляет 25 лет, то срок окупаемости относительно срока службы средний. При постоянном росте цен на топливо и энергоснабжение, есть вероятность массового применения солнечных коллекторов, особенно для потребителей, отдаленных от центральной системы энергоснабжения.

4. Заключение

Изложенный материал свидетельствует о возможности применения солнечных коллекторов в северном регионе Казахстана для автономных систем теплоснабжения.

Развитие предприятий по производству оборудования для систем теплоснабжения от солнечных коллекторов будет так же способствовать активности потенциальных потребителей тепловой энергии и внедрению солнечных коллекторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kreith F, Kreider JF. Principles of solar engineering // New York: McGraw-Hill; — 2008. — P. 34–42.
- [2] Anderson B. Solar energy: fundamentals in building design // New York: McGraw-Hill — 2007.- P. 47–54.
- [3] Dincer I. Energy and environmental impacts: present and future perspectives // Energy Sources — 2004. — №30. — P. 231-295
- [4] Dincer I. Renewable energy, environment and sustainable development // Proceedings of the World Renewable Energy Congress V / Florence, Italy— 2004. - С. 59-62.
- [5] Rosen MA. The role of energy efficiency in sustainable development // Technol Soc— 2013. — №15 (4) — P. 21-36.
- [6] Dincer I, Rosen MA. A worldwide perspective on energy, environment and sustainable development // Int J Energy Res— 2014—№ 22 (15) — С.13-21.
- [7] Сухоцкий А. Б. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: курс лекций для студентов специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» // – Минск : БГТУ– 2009. – С. 23-43.
- [8] Агеев В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: курс лекций // Институт механики и энергетики ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ime.mrsu.ru>. – Дата доступа: 25.01.2018.
- [9] Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха //– М.: Стройиздат – 2001. – С. 234-265.
- [10] Sayigh AAW. Renewable energy: global progress and examples. Renewable Energy , WREN– 2011. –P. 15-17.
- [11] Johanson TB, Kelly H, Reddy AKN, Williams RH. Renewable fuels and electricity for a growing world economy // In: Johanson TB, Kelly H, Reddy AKN, Williams RH, editors / Renewable energy-sources for fuels and electricity/
- [12] Washington, DC: Island Press– 2013. – P. 1-71.
- [13] Meinel AB, Meinel MP. Applied solar energy: an introduction // Reading, MA: Addison-Wesley– 2013. – P. 22-31.
- [14] Kreider JF, Kreith F. Solar heating and cooling // New York: McGraw-Hill — 2012.- P. 16–42.
- [15] Kalogirou S. Solar water heating in Cyprus. Current status of technology and problems // Renewable Energy— 2014. — № 22— P. 69-81.
- [16] Тлеуов А.Х., Тлеуов Т.Х. Использование нетрадиционных видов энергии в Казахстане. – Алматы, Білім – 2009. – С. 35-56.

Глущенко Т. И., Бедыч Т.В.

Қостанай облысында күн коллекторларын қолдану негіздемесі

Түйіндемесі. Бұл мақалада республикамызда, атап айтқанда, Қостанай облысында тұрғын үйлер мен елді мекендердің орталықтандырылған жүйелерінен автономды жылумен жабдықтауға арналған қалпына келтірілетін энергия көздерін дамыту жан-жақты қарастырылған.

Мақалада энергия көзі ретінде табиғи газды пайдаланатын жылу жүйесіндегі шығындарды есептеу және күн коллекторы арқылы жабдықты сатып алу, орнату және пайдалану шығындарын есептеу қарастырылған. Автономды жылумен жабдықтау жүйесінің өтелу мерзімі анықталды.

Түйінді сөздер: жаңартылатын энергия көздері, күн энергиясы, күн энергиясының коллекторлары, жылумен қамтамасыз ету, жылу энергиясы.

Glushchenko T. I., Bedych T. V.

The rationale for the use of solar collectors in kostanay region

Summary. This article presents a comprehensive review of the development of renewable energy sources in the Republic, and in particular in Kostanay region, for autonomous heat supply remote from centralized systems of houses and settlements. Advantages of renewable energy in comparison with traditional energy are proved. The necessity of using renewable energy for sustainable development of the state is considered.

The environmental problems associated with the use of traditional energy sources and the advantages offered by renewable energy sources are presented. The advantages of using solar energy for heating private houses, taking into account the peculiarities of Kostanay region.

The reasons for the use of renewable energy for heating systems in the region are considered. The potential solar energy resources, which serve as the basis for the calculation of the heat supply system, are determined.

The article presents the calculation of the costs of the heating system, the use of natural gas as an energy source and the calculation of costs for the purchase, installation and operation of equipment using a solar collector. The payback period of Autonomous heat supply system with the use of solar collectors is defined. The use of Autonomous heating systems for private homes in Northern Kazakhstan is proved.

Key words: renewable energy, solar energy, solar energy collectors, heat supply, thermal energy.

УДК 621.771.014.2:665.765

С.А. Машеков¹, Э. А. Тусупкалиева¹, Р.Е. Уразбаева²

(¹ Сэтбаев Университеті, Институт промышленной инженерии
им. А.Ж. Буркитбаева, Алматы, Республика Казахстан,

² Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова,
Кыргызстан, Бишкек)

**ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ВИНТООБРАЗНЫХ
ВАЛКОВ ПРИ ПРОКАТКЕ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ИЗ ЛАТУНИ Л63**

Аннотация. Предложен винтообразный инструмент новой конструкции для прокатки металлических листов. Представлен анализ результатов компьютерного моделирование упругой деформации винтообразных валков с использованием метода конечных элементов. Определено влияния винтовых выступов и впадин валков на напряженно-деформированное состояние винтообразного инструмента. Показано, что новый винтообразный инструмент имеет достаточно высокую жесткость и удовлетворяет условию прочности. Отмечено, что прокатка толстых листов на предлагаемом винтообразном инструменте позволит получить листы с мелкозернистой структурой высокого качества. В результате моделирования и анализа упругой деформации винтообразного инструмента были разработаны рекомендации по их модернизации.

Ключевые слова: винтообразный инструмент, валки, станина, подшипники, упругая деформация, толстый лист, мелкозернистая структура.

ВВЕДЕНИЕ

По мнению авторов работы [1] применение средств математического моделирования является самым перспективным направлением исследований процессов обработки металлов давлением (ОМД). По их мнению, это позволяет, с одной стороны, проводить основательное исследование влияния напряженно-деформированное состояние (НДС), температурно-скоростных режимов деформирования, упругой деформации валков на свойства и точность изделия и, с другой стороны, существенно уменьшает затраты и время на проведение исследований.

В данное время в качестве средств математического моделирования технологических процессов и оборудования широко используют САЕ-системы, основанные на методе конечных элементов (МКЭ) [2]. Данный метод предоставляет возможность с заметной точностью изучать НДС деформируемого образца или инструмента с учетом реологических особенностей их материалов. Применение МКЭ позволяет, с малым количеством допущений и ограничений, изучить более совершенные объемные математические модели. Поэтому более объективным являются результаты полученные с помощью МКЭ. МКЭ имеет простую физическую основу и математическую форму. Данный метод реализуется с помощью гибкого алгоритма, хорошо приспособленного для решения на ЭВМ.

Таким образом, сегодня активно исследуются оборудования и процессы ОМД с использованием САЕ-системы. В научных организациях используются мощные специализированные программ-

ные, такие как ANSYS, LS-DYNA, NASTRAN, COSMOS, DeForm и QForm. Данные программы позволяют моделировать большинство процессов ОМД [3]. В настоящее время исследователями накоплен большой объем материалов по моделированию процессов ОМД. Данные материалы можно применить при разработке геометрических моделей инструментов и заготовок, определении компонентов тензоров напряжений, деформации, и скоростей деформации, полей температур в каждой точке деформируемой заготовки и инструмента, а также при расчете энергосиловых параметров оборудования. Собранный опыт использования средств математического моделирования вывел конструирование оборудования и проектирование технологических процессов ОМД на новый научный уровень. Следовательно, изменяя НДС, температуру и скорости деформации заготовки, а также упругой деформации инструмента можно прогнозировать и управлять качеством получаемых изделий.

Следует отметить, что в некоторых случаях для конструирования простой по форме инструмента и прокатываемой заготовки наиболее эффективным является применение САД-системы среднего уровня (например, SolidWorks или AutodeskInventor). В состав данной системы введено расчетный САЕ-модуль. В данных программах методом конечных элементов решаются упругие задачи механики деформируемого твердого тела [4].

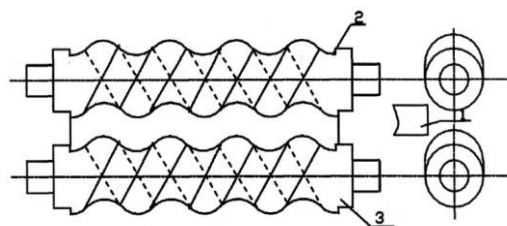
Преимуществом применения программ SolidWorks или AutodeskInventor для проектирования различных оборудований является [4]:

- возможность в единой интегрированной среде конструирования и расчета построить твердотельные модели инструмента и вычислить НДС этого инструмента в каждой точке их объема;
- способность моделировать сборку отдельных узлов и в целом;
- возможность по моделям в автоматизированном режиме получать рабочие чертежи с соблюдением правил ЕСКД;
- наличие библиотек стандартных деталей и материалов, освобождающих пользователя от необходимости поиска в справочной литературе и ввода таких данных, как коэффициент Пуассона, модуль упругости, предел прочности материалов и др.

В работе ставился цель - применяя разработанный алгоритм рассмотреть возможности расчета напряженно-деформированного состояния винтообразных валков, как один из тяжело нагруженных деталей прокатного стана.

Инструменты, материалы и методика исследования

Для получения заготовок с мелкозернистой структурой нами разработан инструмент имеющие валки с винтообразными рабочими поверхностями (рисунок 1) [5]. Данный инструмент реализует интенсивную пластическую деформацию без значительных изменений формы и размеров исходной заготовки.



а)

б)

а – стан; б – схема прокатки

Рис.1. Прокатный стан ДУО с винтообразными валками:

1 – заготовка; 2 – верхний валок; 3 – нижний валок

Винтообразный инструмент для горячей прокатки стали и сплавов, содержит верхний и нижний валки. При этом, на поверхности валков противоположно располагающиеся выступы и впадины верхнего и нижнего валков выполнены по винтовой линии.

Прокатку толстых листов в винтообразных валках осуществляют следующим образом. Толстые листы подают в зазор между валками и в первом проходе деформируют с единичным обжатием

$\varepsilon = \Delta h_B / H_0$, а в последующих проходах – с единичным обжатием $\varepsilon = 2\Delta h_B / H_0$ (где Δh_B - высота выступа или глубина впадины винтообразной рабочей поверхности; H_0 - высота исходного листа перед прокаткой). Такая прокатка обеспечивает знакопеременное деформирование исходной заготовки и тем самым эффективное измельчение структуры в продольном и поперечном сечениях толстых листов. При этом происходит смещение образующихся при прокатке выступов и впадин по ширине прокатываемой полосы, что создает дополнительные макросдвиги по сечению заготовки. Создание макросдвигов приводит к эффективному измельчению структуры металлов и сплавов, т.е. создаются хорошие условия для получения качественного проката.

Расчет НДС реализовали с использованием программы конечно-элементного анализа Autodesk Inventor. Система компьютерного моделирования Autodesk Inventor позволяет исследовать кинематику, динамику механизмов с возможностью расчета НДС, как отдельных элементов, так и конструкции в целом.

С использованием стандартной программы Autodesk Inventor создали 3D модель винтообразного инструмента и валков (рисунок 2) и рассчитали распределение напряжений, контактное давление, смещение, коэффициент запаса прочности, смещение по оси X, эквивалентную деформацию в редуктору и сборки.

Сборочная трехмерная геометрическая модель винтообразного инструмента и исходной заготовки была построена в САД программе Inventor. Для возможности автоматической коррекции геометрии модели инструмента, был использован метод параметризации геометрических размеров конструкции. Данный метод позволяет по результатам расчета на прочность, вносить соответствующие изменения в конструкцию винтообразного инструмента.

В качестве материала заготовки был выбран из базы данных материалов Autodesk Inventor латунь Л63, а в качестве материала станины и валков винтообразного инструмента - сталь марки 40ХС и 9Х1, соответственно. Механические свойства сталей 40ХС и 9Х1 приведены в таблице 1. Данные стали наиболее часто применяют для изготовления станины и валков станов, используемых для холодной и горячей прокатки [6]. Исходную заготовку размером 6×200×400 мм из латуни Л63 прокатывали при температуре 700 °С.

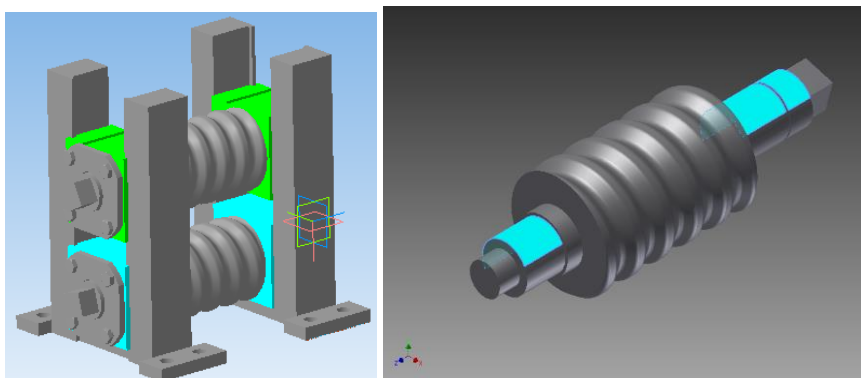


Рис. 2. 3D модель винтообразного инструмента (а) и валка (б)

Таблица 1. Механические свойства стали 40ХС и 9Х1

Марка стали	σ_B	σ_T , МПа	Термообработка
40ХС	1220	1080	Закалка, низкий отпуск
9Х1	880	830	Закалка, низкий отпуск

Результаты и обсуждение

На рисунках 3, 4, 5 представлены результаты расчета в виде картины распределения эквивалентных напряжений и деформаций, перемещений, контактного давления и запасов прочности валков винтообразного инструмента.

Проведенные на конечно-элементных моделях расчеты показали, что:

- максимальные величины эквивалентных напряжений и деформации возникают на выступе винтообразного валка и их значения соответственно равняется 123,7 МПа, (рисунок 3,а) и 0,0027599, (рисунок 3,б). При этом максимальная величина эквивалентной напряжений не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности 880 МПа;

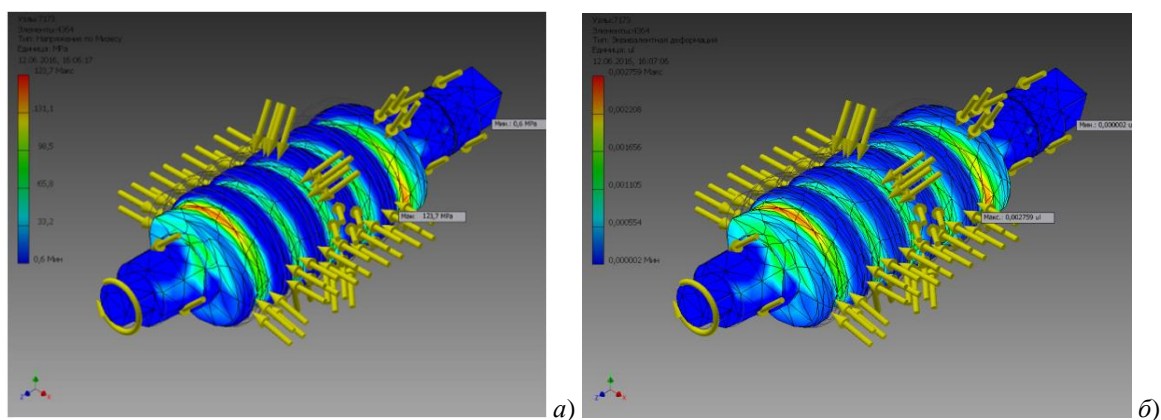


Рис.3. Картина распределения эквивалентных напряжений (а) и деформаций (б) в винтообразных валках

- распределение запаса прочности по винтообразному валку, рисунок 4, в целом удовлетворяет условию прочности, при принятом коэффициенте запаса прочности 5;

- картина распределения смещения согласуется с деформированной формой винтообразного инструмента, показанной на рисунке 5. Максимальное значение смещения 0,1063 мм (по оси Z) и 0,05017 (по оси X) наблюдается в винтовых выступах и впадинах винтообразного валка;

- разработанный способ прокатки полосы в винтообразных валках, обеспечивает интенсивную знакопеременную деформацию полосы при незначительном обжатии. Минимальные по величине эквивалентные напряжения и деформации на выступах и впадинах заготовки возникают при отношении ширины выступа к ширине впадине равным 0,8...0,9;

- при равенстве высоты выступа и глубины впадины винтообразных валков обеспечивается интенсивная знакопеременная деформация без изменения толщины полосы.

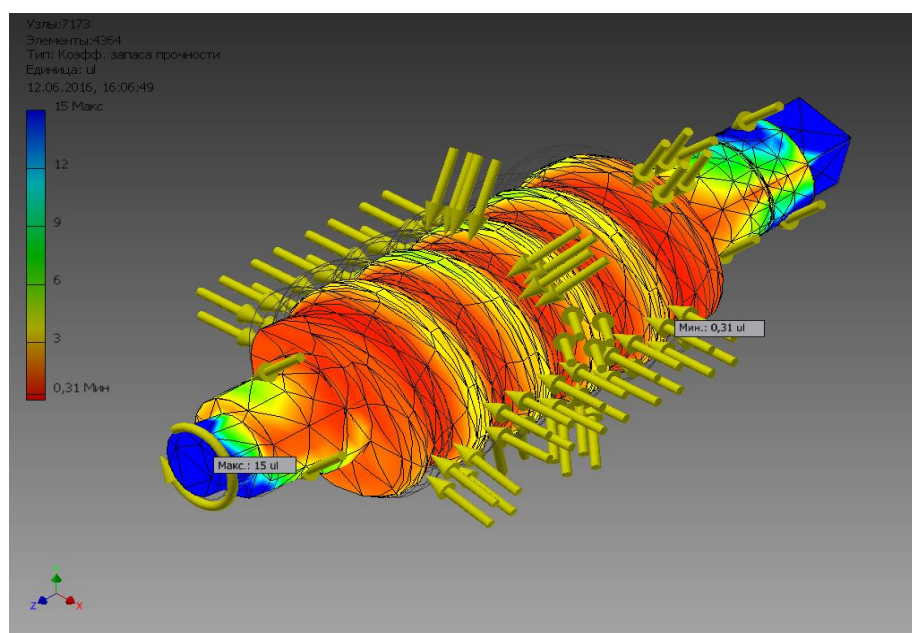


Рис. 4. Картина распределение коэффициента запаса прочности в винтообразных валках

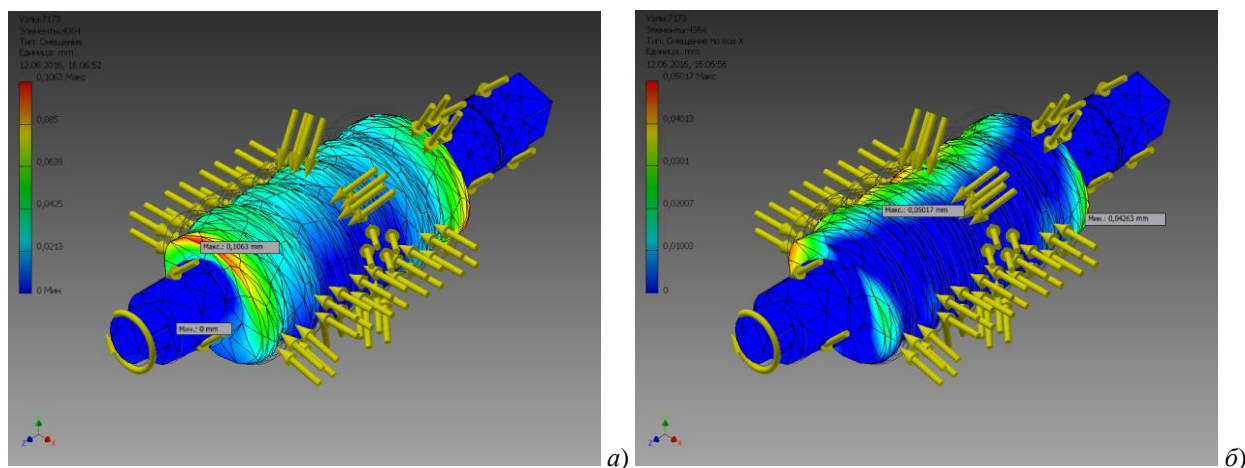


Рис. 5. Картина распределения смещение по оси Z (а) и по оси X (б) в винтообразных валках

Таким образом, в работе определены все геометрические размеры и проведены прочностные расчеты винтообразных валков. Установлено, что винтовые выступы и впадины винтообразных валков с рассчитанными размерами будут эксплуатироваться без поломки. Результаты расчета полученные аналитическим методом и с использованием программы Autodesk Inventor достаточно согласуются. Расхождение значение не превышает 7-10%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Палтиевич А. Р. Получение изделий с заданным комплексом механических свойств в процессах обработки металлов давлением применением методов математического моделирования // Технология машиностроения, № 8 (74), С. 60 – 64.
- [2] Белов М.И. Эффективность использования математического моделирования при исследовании, оптимизации и проектировании технологических процессов ОМД. – М.: Московский государственный институт стали и сплавов, 1996. – С. 224-227.
- [3] Иванов К.М., Шевченко В.С., Юргенсон Э.Е. Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД: Учебное пособие. С-Пб: Институт Машиностроения, 2000. – 217 с.
- [4] Валерий Концевич: Современный самоучитель работы в Autodesk Inventor ДМК-Пресс, 2009. – 231 с.
- [5] Инструмент для горячей прокатки металлов и сплавов / Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Курмангалиева Л.А. и др. // Патент РК № 16804 Оpubл. 16.01.2006, Бюл. № 1. – 2 с.: ил.
- [6] Сорокин В.Г., Марочник сталей и сплавов. Справочник / Сорокин В.Г., Волосникова А.В., Вяткин С.А.– М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
- [7] Effekt of accumulative bending conditions on grain refinement of hot-rolled sheet / Matsubara Y., Nakata N., Hiruta T. // Tetsu- to- hagane = Journal of the and Steel Institute of Japan. 2012. 98. №1. С. 19-24.
- [8] Grosman F., Hadasik E.: Technologiczna plastycznosc metali. Badania plastometryczne, Wydawnictwo Politechniki Slaskiej, ISBN 83-7335-204-X, Gliwice 2005, s. 11-12.

Машеков С.А., Тусупкалиева Э. А., Уразбаева Р.Е.

Бес қапасты бойлық сыналы орнақта жұқа жолақтарды илемдеген кезде пішінбіліктердің илдіуін имитациялы модельдеу

Түйіндеме. Мақалада құрылымы жаңа бұрандалы пішінбілік ұсынылған. Жаңа бұрандалы пішінбіліктің серпімді деформациясы шеткі элемент әдістемесін қолданып имитациялық моделдеумен зертелген, алынған нәтиже талданып мақалада көрсетілген. Бұрандалы пішінбіліктің ойық және шығынқы жерлерінің және басқа ауыр жүк түсетін элементтердің серпімді деформацияға қалай әсер ететіндігі анықталған. Жаңа бұрандалы сайман жеткілікті дәрежеде қаттылық және айтылған сайман беріктік шартын қанағаттандыратындығы жұмыста көрсетілген. Ұсынылып отырған бұрандалы пішінбілікте қалың қаңылтырды жаймалаған кезде, ұсақ түйіршікті құрылымы, яғни сапасы жоғары қаңылтыр алынатындығы мақалада дәлелденген. Жаңа бұрандалы сайманның ауыр жүктелген элементтерін модельдеу нәтижесінде, оларды жаңғырту мәселесі шешілген.

Түйінді сөздер: бұрандалы сайман, пішінбілік, тұғыр, мойынтірек, серпімді деформация, қалың қаңылтыр, ұсақ түйіршікті құрылым.

Mashekov S. A., Tussupkaliyeva E. A., Urazbayeva R.E.

Imitation modeling calculation of strength of screwdrivers for rolling of sheet rolling from brass of l63

Summary. The spiral tool of a new design for rolling of metal sheets is offered. The analysis of results computer modeling of elastic deformation of spiral rolls with use of a finite element method is submitted. Was defined influences of screw ledges and concavity of rolls on the stressedly-deformed state of the spiral tool. It is shown that the new spiral tool has rather high rigidity and meets durability condition. It is noted that rolling of thick sheets on the offered spiral tool will allow to receive sheets with quality fine-grained structure. As a result of modeling and the analysis of elastic deformation of the spiral tool recommendations about their modernization have been developed.

Keywords: spiral tool, rolls, bed, bearings, elastic deformation, thick leaf, fine-grained structure

УДК 622.7.017

А.Н. Жубатканова, Ш.А.Телков

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

ГРАВИТАЦИОННАЯ ОБОГАТИМОСТЬ КЛИНКЕРА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЕГО ОБОГАЩЕНИЯ

Аннотация. Исследован характер распределения меди, железа, углерода по классам крупности при мокром расसेве клинкера.

Методом фракционного анализа исследована зависимость распределения меди, железа и углерода по фракциям плотности: более 3000 кг/м³, 3000-2850 кг/м³, 2850-2750 кг/м³, 2750-2650 кг/м³, 2650-2500 кг/м³, 2500-2300 кг/м³ и менее 2300 кг/м³ в классах крупности 50-20 мм, 20-10 мм, 10-5 мм, 5-2,5 мм, 2,5-1,25 мм, 1,25-0,63 мм, 0,63-0,315 мм, 0,315-0,20 мм и 0,20-0,0 мм. На основании результатов фракционного анализа определены: гравитационная обогатимость клинкера, необходимая плотность разделения для получения различных по качеству продуктов и теоретически возможные показатели при обогащении всех классов крупности.

Ключевые слова: клинкер, гранулометрический состав, ситовой анализ, гравитационная обогатимость, тяжелая фракция, содержание, извлечение, медь, железо, углерод.

Введение

Минерально-сырьевая база Республики Казахстан характеризуется разнообразием полезных ископаемых, большим количеством разведанных месторождений и значительными запасами различного минерального сырья[1].

В связи с этим можно отметить, что социально-экономическое развитие республики на современном этапе тесно связано с горно-металлургическим комплексом, обеспечивающим основную долю экспорта и инвестиций в экономику страны.

Учитывая важное значение горно-перерабатывающей отрасли промышленности для экономики государства в настоящее время активно вовлекаются в эксплуатацию техногенные отвалы и отходы различных горных и металлургических производств, которые могут служить дополнительными источниками минерального сырья.

Одним из источников сырья для получения различных продуктов являются техногенные отвалы клинкера металлургических заводов РК, которые в своем составе содержат ценные металлы в виде меди, железа, углерода и т.д.

Методики исследований и использованные материалы

Определение гранулометрического состава исследуемого клинкера осуществлялось на наборе сит КСМ(ГОСТ 9758-86) [2,3].

Фракционный анализ различных классов крупности осуществлялся в растворах тяжелой жидкости "М-45" (ГОСТ 4790-80) [4].

Основные результаты и их обсуждение

В связи с наличием в поступившей на исследование пробе клинкера значительного количества мелких классов был выполнен ситовой анализ с промывкой всех классов крупности. Результаты ситового анализа с распределением металлов по классам крупности приведены в таблице 1.

Таблица 1. Характер распределения содержания меди, железа, углерода по классам крупности.

Классы крупности, мм	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Cu	Fe	C	Cu	Fe	C
- 50 + 20	8,70	0,83	24,15	2,29	6,0	8,08	3,84
- 20 + 10	35,13	1,10	27,41	3,04	32,10	37,04	20,60
- 10 + 5,0	21,18	1,20	26,25	4,63	21,11	21,39	18,93
-5,0 + 2,5	12,10	1,15	22,85	7,09	11,56	10,63	16,55
- 2,5 + 1,25	5,81	1,18	22,42	7,90	5,69	5,01	8,86
-1,25 + 0,63	3,83	1,12	22,01	10,19	3,56	3,24	7,53
- 0,63 + 0,315	2,97	1,38	24,93	11,75	3,40	2,85	6,73
- 0,315 + 0,20	2,01	1,65	27,01	13,77	2,76	2,09	5,34
- 0,20 + 0,00	8,27	2,01	30,36	7,28	13,82	9,67	11,62
Итого	100,0	1,20	26,0	5,18	100,0	100,0	100,0

В пробе клинкера поступившего на исследование содержание меди составило 1,20 %, железа 26,0 % и углерода 5,18 % ;

В представленной на исследование пробе в преобладающем количестве содержатся мелкие классы крупностью менее 20 мм. Значительная часть пробы представлена классом крупностью – 20 + 2,5 мм, выход которого составил 68,41%. Выход класса крупностью 50 – 20 мм незначительный и составил всего 8,7 %. Выход суммарного класса крупностью 50 – 1,25 мм составил 77,11 %;

Выхода классов крупностью от 1,25 мм и до 0,20 мм незначительные и находятся в пределах 2 % - 4 %, а выход самого тонкого класса крупностью 0,20 – 0,0 мм составил 8,27%.

По содержанию меди и углерода самым бедным является класс крупностью 50 – 20 мм – 0,83 % и 2,29 % соответственно. Это свидетельствует о том, что на данной крупности не происходит достаточно хорошего их раскрытия. В свою очередь это показывает на необходимость дробления данного класса крупности (50 – 20 мм) до крупности 15 – 20мм;

По содержанию меди, железа и углерода более богатым являются классы крупности мельче 1,0 мм;

Основная часть меди, железа и углерода сосредоточено в суммарном классе крупностью – 20 + 1,25 мм. Так извлечение меди в данный класс крупности составило 70,46 %, железа 74,07 % и углерода 64,94 %;

Изучение характера распределения меди, железа и углерода по фракциям плотности в различных классах крупности позволяет определить принципиальную возможность получения тяжелых (концентратных) и легких (отвальных) фракций содержанием металлов при обогащении в гравитационных аппаратах с максимально возможными технологическими показателями и в целом определить гравитационную обогатимость исследуемого продукта. Характер распределения меди, железа, углерода по фракциям плотности в классах крупности приведены в таблице 2.

Таблица 2. Характер распределения меди, железа, углерода по фракциям плотности в классах крупности 50 – 0,63 мм.

Плотность разделения, кг/м ³	Выход, % от класса			Содержание, %			Извлечение, %		
	Cu	Fe	C	Cu	Fe	C	Cu	Fe	C
-2300	5,84	5,84	5,84	0,32	9,88	51,28	1,67	2,25	65,25
2300-2500	2,84	2,84	2,84	0,64	14,69	7,73	1,62	1,63	4,78
2500-2650	6,09	6,09	6,09	0,77	15,06	4,19	4,19	3,58	5,56
2650-2750	8,01	8,01	8,01	0,71	18,96	2,58	5,08	5,93	4,50
2750-2850	18,19	18,19	18,19	0,73	21,25	1,75	11,81	15,05	6,91
2850-3000	22,07	22,07	22,07	0,71	23,70	1,16	13,99	20,44	5,58
+3000	37,03	37,03	37,03	1,84	35,33	0,83	61,64	51,12	7,42
Итого	100,0	100,0	100,0	1,12	25,59	4,59	100,0	100,0	100,0

Определено, что в поступившем на исследование продукте наблюдается наличие фракций в очень широком диапазоне плотностей от менее 2300 кг/м³ и до более 3000 кг/м³;

Наименьшие содержания меди и железа присутствуют во фракции с плотностью менее 2300 кг/м³ во всех классах крупности, при этом содержание меди колеблется в пределах 0,28% ÷ 0,39%, а железа в пределах 8,67% ÷ 11,06 %;

Определено, что во фракции с плотностью менее 2300 кг/м³ во всех классах крупности содержится наибольшее количество углерода, содержание которого изменяется в пределах 46,63 % ÷ 55,76 %. При этом содержание углерода в данной фракции плотности в классах крупности 50 – 20 мм, 20 – 10 мм и 10 – 5 мм составило 46 % - 47 %, а содержание в классах крупностью 5 – 2,5 мм, 2,5 – 1,25 мм и 1,25 – 0,63 мм составило 55 % - 56 %. Это доказывает, что углерод в классах крупностью от 50 мм до 10 мм находится в нераскрытом состоянии;

Выход фракции с плотностью менее 2300 кг/м³ наименьший из самого крупного класса 50 – 20 мм – 1,49 % от класса и наибольший из мелкого класса 1,25 – 0,63 мм – 15,40 %. Аналогичная картина наблюдается с извлечением углерода .

Определено, что необходимая плотность разделения для выделения легкой фракции с минимальными содержаниями меди и железа и максимальным содержанием в ней углерода составляет 2300 кг/м³. Для получения более богатой по углероду легкой фракции необходимо осуществлять разделение по плотности 2100-2200 кг/м³;

Определено, что при обогащении суммарного класса крупностью 50 – 5 мм содержание углерода в легкой фракции с плотностью менее 2300 кг/м³ составит 46,94 %, меди 0,34 % и железа 9,90 % при извлечении углерода 22,29 %, меди 0,68% и железа 0,93 %. В случае увеличения диапазона крупности обогащаемого материала выход фракции с плотностью менее 2300 кг/м³ возрастает, при этом содержание в ней углерода увеличивается, а содержания меди и железа практически не меняются. Так при обогащении суммарного класса крупностью 50 – 0,63 мм выход фракции с плотностью менее 2300 кг/м³ составит 5,84 % от класса (5,07 % от руды) при содержании углерода 51,28 %, меди 0,32 % и железа 9,88 % и извлечении углерода 50,20 %, меди 1,34 % и железа 1,92 %. Данные результаты свидетельствуют о возможности гравитационного обогащения клинкера в широком диапазоне крупности;

Во всех исследованных классах крупности содержится тяжелая фракция с плотностью более 3000 кг/м³, в которой наблюдается наибольшее содержание меди (от 1,42 % ÷ 2,01 %) и железа (27,80 % ÷ 38,27 %) и наименьшее содержание углерода (0,49 % ÷ 1,8 %). При этом выход данной фракции плотности возрастает по мере уменьшения крупности классов от 25,07 % из класса 50 – 20 мм и до 80,53 % из класса 0,20 – 0,0 мм;

Наряду с присутствием во всех классах крупности легкой (менее 2300 кг/м³) и тяжелой (более 3000 кг/м³) фракций отмечается наличие значительного количества промежуточных фракций в диапазоне плотностей от 2300 кг/м³ и до 3000 кг/м³. Выход промежуточных фракций из суммарного класса крупности 50 – 0,63 мм составил 49,52 %, т.е. половина всего класса. При этом содержания меди в данных фракциях колеблется в пределах 0,63 % ÷ 0,80 %, железа 14% ÷ 24 % и углерода 1,0 % ÷ 13,0 %. Наличие такого количества промежуточных фракций затрудняет процесс четкого разделения продукта при обогащении по необходимой плотности разделения и в свою очередь характеризует гравитационную обогатимость данного клинкера как труднообогатимую;

Полученные результаты свидетельствуют о возможности выделения легкой фракции обогащенной углеродом.

Определено, что теоретически возможный выход легкой фракции, получаемый в идеальных условиях с содержанием углерода не менее 55 %, меди 0,3-0,5 % и железа 8-11 % составит не более 5,0 %.

Определено, что наиболее чистые зерна углерода содержатся в мелких классах крупности и в связи с этим необходимая крупность дробления клинкера составляет 15-20 мм.

Определено, что возможно подвергать гравитационному обогащению неклассифицированный клинкер крупностью 50-0,0 мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Студенцова В.В., Клец А.Н. Вопросы теории и практики обогащения руд.
- [2] Кн.2. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан / Анализ, запасы, технологии. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1997.
- [3] Митрофанов С.И. Исследования полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.
- [4] Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интернет инжиниринг, 2001.
- [5] ГОСТ 4790-80. Метод фракционного анализа. – М.: Издательство стандартов, 1980.

Zhubatkanova A.N. Telkov Sh.A.

Gravitational enrichment of clinker and determination of optimal parameters for its enrichment.

Summary. The character of the distribution of copper, iron, and carbon by the size classes with wet clinker scattering was studied.

The dependence of the distribution of copper, iron and carbon on the density fractions was studied by fractional analysis: more than 3000 kg / m³, 3000-2850 kg / m³, 2850-2750 kg / m³, 2750-2650 kg / m³, 2650-2500 kg / m³, 2500 - 2300 kg / m³ and less than 2300 kg / m³ in classes of size 50-20 mm, 20-10 mm, 10-5 mm, 5-2.5 mm, 2.5-1.25 mm, 1.25-0,63 mm, 0,63-0,315 mm, 0,315-0,20 mm and 0,20-0,0 mm. On the basis of the results of the fractional analysis, the following are determined: the gravitational enrichment of the clinker, the necessary separation density for obtaining different in quality products, and theoretically possible indicators for enrichment of all size classes .

Keywords: clinker, granulometric composition, sieve analysis, gravity concentration, heavy fraction, content, recovery, copper, iron, carbon.

Жубатканова А.Н., Телков Ш.А.

Түйіндеме. Мыс, темір және көміртекті ылғалды клинкер шашырауымен ірілік класстар бойынша бөлудің сипаты зерттелді.

Гравитациялық байытылушылыққа клинкер және оңтайлы өлшемдерін айқындау, оны байыту

Мыс, темір және көміртектің тығыздық фракцияларына бөлінуінің тәуелділігі фракциялық талдау арқылы 3000 кг / м³, 3000-2850 кг / м³, 2850-2750 кг / м³, 2750-2650 кг / м³, 2650-2500 кг / м³, 2500 50- 20 мм, 20-10 мм, 10-5 мм, 5-2.5 мм, 2.5-1.25 мм, 1.25-0 ірілік класстарында 2300 кг / м³ және 2300 кг / м³-ден кем , 63 мм, 0,63-0,315 мм, 0,315-0,20 мм және 0,20-0,0 мм.

Фракциялық талдаудың нәтижелері бойынша клинкердің гравитациялық байытуы, сапалы өнімдерде әртүрлі алу үшін қажетті бөліну тығыздығы және әртүрлі сыныбын байыту үшін теориялық ықтимал көрсеткіштер анықталды.

Түйінді сөздер: клинкер, гранулометриялық композиция, сит талдау, гравитациялық байыту, ауыр фракциясы, мазмұны, қалпына келтіру, мыс, темір, көміртек.

А. Дробышев, А. Алдияров, Д. Ақтаев, Ұ. Жексен
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, E-mail: Abdurahman.Aldiarov@kaznu.kz)

МЕТАННЫҢ КРИОВАКУУМДЫҚ КОНДЕНСАТТАРЫНДАҒЫ СПИН-ЯДРОЛЫҚ ТҮРЛЕНУЛЕРДІ ИҚ-СПЕКТРОМЕТРЛІК ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Қатты күйдегі метан, макроскопиялық қасиеттері сутегі ядросының спиндерінің өзара әрекеттесуіне тәуелді болып келетін сутегі атомдарынан құралған, кристаллдар тобына жатады. Көбінесе спиндері $I=1/2$ ге тең, 4 протоннан тұратын метан молекулаларының үш түрлі толық спиндік модификациясы бар: жалпы спиндік моменттері 0, 1 және 2 болатын үш мәнді пара-, орто- және мета күйде болады. Модификациялардың біртекті концентрациясы және релаксация уақыты қатты күйдегі метанның жылуөткізгіштік, меншікті жылу сыйымдылық, жылулық ұлғаю сияқты жылулық қасиеттеріне әсер ететін температураға тәуелді. Берілген жұмыста, біз криогенді температурадағы метанның жұқа үлдірлерінің ерекшеліктерін спин-ядролық түрлену тұрғысынан сипаттаймыз. Сондай-ақ амплитудасы $1/2$ жұтылу жолағына сәйкес келетін жиіліктегі деформациялық тербелістің жұтылу қарқындылығына және үлгіні конденсациялау процесінде жұтылу жолағының сатылы өзгерісіне назар аударамыз. Бақыланатын құбылыс, тұндыру кезіндегі спиндік түрленулердің үлгісі болып табылады.

Түйін сөздер: молекулы метана, спин-ядерная модификация, инфракрасная спектроскопия, конденсация

Кіріспе

Ядролық спиндердің өзара әрекеттесуі әлсіз болғандықтан, құрамында нөлдік емес спиндік моменттері бар эквивалентті ядролар әртүрлі ядролық спиндік күйде болады. Спиндердің бір күйден екінші күйге ауысуы баяу жүреді [2]. Бөлме температурасында сутегі молекуласынан басқа газ молекулалары бірдей спиндік күйде болуы тұрақты емес. Бұған себеп, айналмалы тербелістер энергияларының маңында орналасқан, ерекшеленген күйлердегі изомерлердің болуы. Олар өз кезегінде әртүрлі спиндік күйлердің өзара ауысу жылдамдығының артуына алып келеді. Солайша спиндік күйлердің саны айтарлықтай жоғары жылдамдықпен (температураны ескергенде) тепе-тең күйге көшеді. Төменгі температурадағы конденсацияланған күйде бұл ерекшеленген күйлер релаксациялану процестеріне едәуір аз қатысады. Осылайша тәжірибе барысында әр түрлі спиндік күйлерді алуға болады, ал айналмалы және тербелмелі релаксация бір ғана ядролық спиндік изомерде жүзеге асады. Нәтижесінде ИҚ-диапазонда жұтылу қарқындылығының аномальді тәуелділігі байқалады, оны басқаша айналмалы **аномальділік** деп атайды [3].

Қатты фазада релаксация процестерінің жылдамдықтары фотондардың әсерінен артады. Спин-фонондардың өзара әрекеттесуі нәтижесінде бір күйден екінші күйге өту 1-105 секунд аралығында болады. Осылайша, кез келген жүйелердегі спиндік бөлшектердің ядролық спиндік ауысу жылдамдығы туралы ақпаратты ИҚ-жұтылу қарқындылығының аномальді күйден қалыпты спиндік күйге өту өзгерісін бақылау арқылы ала аламыз.

Зерттеудің мақсаты молекуласы 4 протоннан тұратын, үш толық спиндік модификациясы бар, жалпы спиндік моменттері 0, 1 және 2 үш мәнді пара-, орто- және мета күйде болатын метан молекуласы болып табылады. Осы күйлердің ауысуы нәтижесінде жүйе температурасының төмен болуына сәйкес концентрацияның тепе-тең қатынасы тұрақты мәнге ие болады. ИҚ-диапазондағы жұтылу жолағының орналасуы мен метанның ядролық спиндік күйінің арасындағы байланысты ескере отырып, ядролық спиннің өзгеру жылдамдығы мен уақыты туралы тікелей ақпарат алуға болады. Осы бағыттағы көптеген зерттеулерден кейін [3, 4], біз, таза метан мен оның әртүрлі криоматрицадағы бөлшектерінің ядролық спиндік түрленулерін спектроскопиялық бақылау арқылы зерттеу жүргіземіз. Метан үлдіріндегі спин-фонондық әрекеттесу мен ядролық спиндік релаксациясының құрылымды фазалық ауысуын бақылау үшін біз алдыңғы зерттеулерде

пайдаланған әдісті қолданамыз [5, 6]. Бұл әдістің негізі сипаттамалы молекулалық тербелістің жұту жолағының жартылай амплитудасына сәйкес келетін, ИҚ-жұтылу жиілігіндегі тіркелген, үлдірдің өсуін бақылау болып табылады. Бұл үлгідегі термиялық стимуляцияланған ауысу мен процестердің релаксация уақытын нақтырақ тіркеуге мүмкіндік береді. Бұл зерттеулерде біз метан үлгісін әртүрлі температурада криоконденсациялау кезіндегі спиндік релаксациямен байланысты процестерді қарастырдық. Сондай-ақ метанның газ және қатты күйіндегі тепе-тең спиндік күйлердің айтарлықтай айырмашылық бар екені ескерілді.

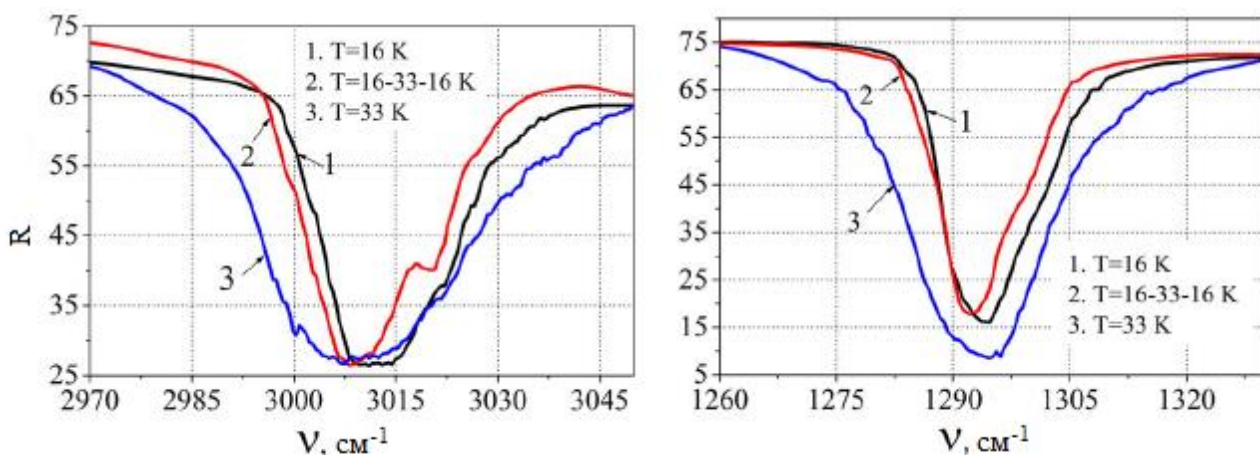
Тәжірибе және деректер

Бұл жұмыста ИHSAN TECHNOGAZ өндірген, тазалығы 99,99% метан газы пайдаланылды. Құрылығның негізгі бөлігі, диаметрі және биіктігі 450 мм., вакуумдық камера болып табылады. Камерадағы ауа турбомолекулярлық насостың (Turbo-V-301) көмегімен $P=1,0 \times 10^{-8}$ Торр-ға дейін сорылып алынды. Камерадағы қысым FRG-700 қысым өлшегішпен және AGC-100 контроллердің көмегімен өлшеніп, бақыланады. Диаметрі 60 мм төсетек, камера ортасында орналасқан Гиффорд-Мак-Магон микрокриогендік машинасының жоғарғы фланеціне бекітілген. Тұндыру температурасы TS 670-1.4 кремний датчигінің және Lake Shore фирмасында өндірілген M325 – типті температура реттегішпен өлшенді. Үлгінің қалыңдығын өлшеу екісәулелі лазерлік интерферометрдің көмегімен жүзеге асырылды. ИҚ-жұту спектрлерін өлшеулер $400-4200 \text{ см}^{-1}$ жиіліктер диапазонында жүргізілді.

Тәжірибе жүргізу реті: Вакуумдық камера $P=1,0 \times 10^{-8}$ Торр-ға дейін вакуумдалды, әрі қарай микрокриогенді машинаны қосып, конденсация температурасы $T=16 \text{ К}$ -ге дейін жеткізіп, субстрат суытылды. Сондай-ақ, метанды вакуумдық камераға кіріс клапаны арқылы енгізіп, камерадағы қысым, конденсация қысымына дейін $P_c=1,0 \times 10^{-4}$ Торр жеткізілді. Нәтижесінде төсетекте метанның криоконденсаттары қалыптасты, сәйкесінше үлдірдің өсу қалыңдығы екісәулелі лазерлі интерферометрдің көмегімен бақыланды. Біздің зерттеуде үлдір қалыңдығы $d=2,5 \text{ мкм}$ [7].

Нәтижелер мен талқылаулар

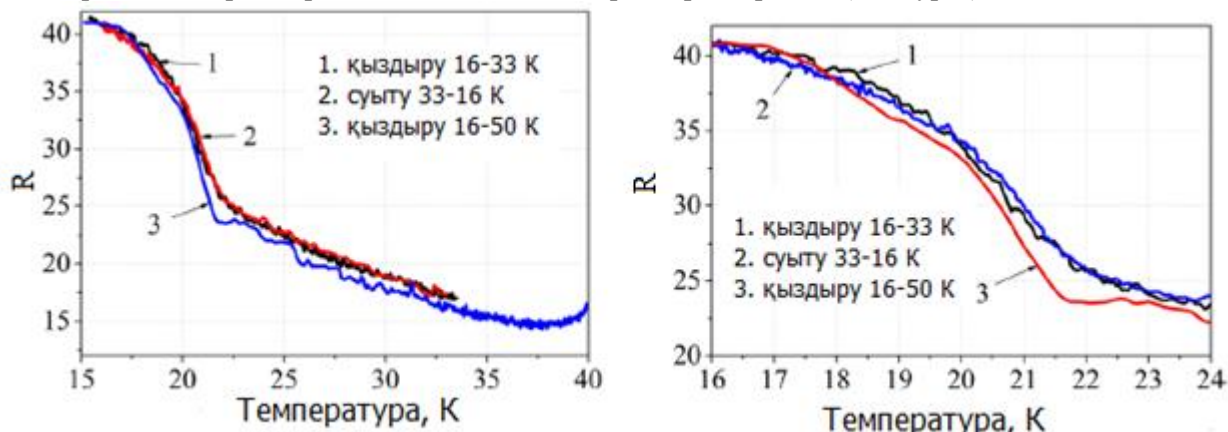
Зерттеудің бірінші сатысында $T=20,4 \text{ К}$ температурада үлгінің тербелмелі спектрлерінің метандағы $\alpha - \beta$ – фазалық ауысудың әсері зерттелінді. 1 – суретте криоконденсатталған метан үлдірінің сипаттамалы валенттік (сол жақта) және либрациялық (оң жақта) молекулалық тербелістерінің жұту жолақтары көрсетілген. 1-ші қисық (қара квадрат) $T=16 \text{ К}$ температурада криодепозирленген метан үлдірінің жұту жолағын көрсетеді. Конденсация қысымы $P=2,0 \times 10^{-4}$ Торр, үлдір қалыңдығы $d=2,5 \text{ мкм}$, үлдірдің түзілу уақыты $T=16 \text{ К}$ температурада 30 минутты құрайды.



1-сурет. Криоконденсатталған метан үлдірінің валенттік (сол жақта) және либрациялық (оң жақта) молекулалық тербелістерінің сипаттамалы жұту жолақтары.

$T=16 \text{ К}$ температурада спектрді тіркегеннен кейін, үлгі $T=30 \text{ К}$ -ге дейін қыздырылып, осы температурада 10–15 минут бойы бақыланып, жұтылу спектрі қайта тіркелді (3 қисық). Үлгіні қайта $T=16 \text{ К}$ -ге дейін суытып, жұтылу спектрі қайта тіркелді. 1 – суретте температураның циклды түрде өзгеруі нәтижесінде қатты метанның тербелмелі спектрлері β -фазада (1), α – фазада (2) және қайта β – фазада (3) көрсетілген [8].

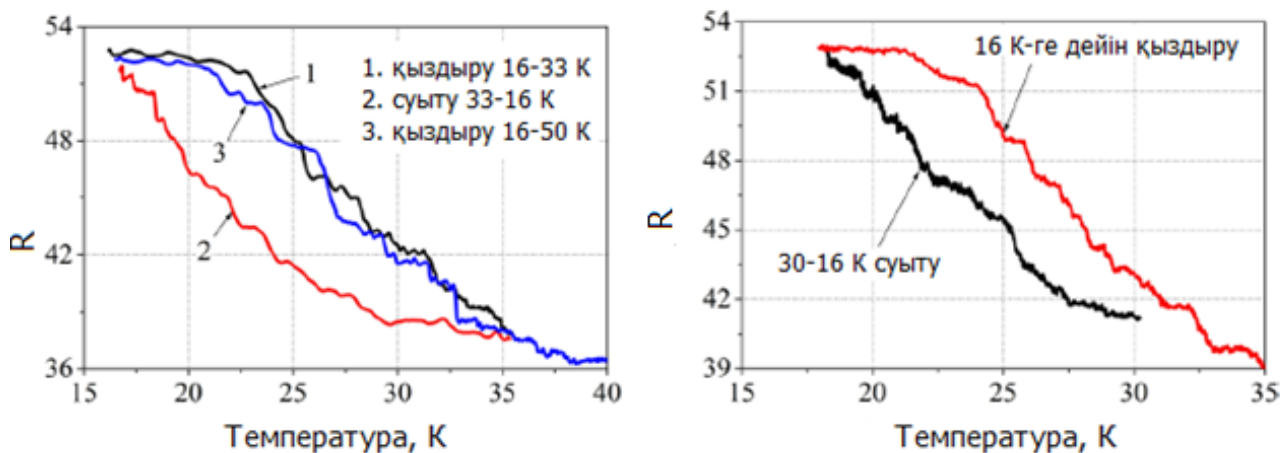
Температураның өзгеруі кезінде жұтылу жолақтарының өзгерісі бақыланды. Жұтылу жолақтарының өзгерісі берілген жиілікте ИҚ-спектрометрде тіркелді (2, 3 сурет).



2-сурет. Температураның өзгеруі кезінде жұтылу жолақтарының өзгерісі. Бақыланатын жиілік $\nu=1307 \text{ см}^{-1}$.

2 – суреттің сол жағында жұтылу жолағының ν_4 либрация жиілік диапазонындағы өзгерісінің термограммасы көрсетілген. Қара түсті қисық (квадраттар) – үлдірді тұндыру температурасынан $T=16 \text{ К}$ -нен $T=30 \text{ К}$ -ге дейін қыздыру; қызыл түсті қисық (шеңберлер) – $T=30 \text{ К}$ -нен $T=16 \text{ К}$ -ге дейін суыту; көк түсті қисық (үшбұрыштар) – үлгінің $T=16 \text{ К}$ -нен булану температурасына дейін қыздыруға сәйкес келеді. ИҚ-спектрометрдің бақылау жиілігі $\nu=1307 \text{ см}^{-1}$. 2 – суреттің оң жағында $\alpha - \beta$ – ауысудың $T=20,4 \text{ К}$ температура маңында алынған сипаттамалы жолақтардың нақтырақ түсіндірмесі көрсетілген [9].

Метан молекулаларының ν_3 – валенттік тербелістерінің жұтылу жолақтарының өзгерісі 3 – суретте көрсетілген. ИҚ-спектрометрдің бақылау жиілігі $\nu=2997 \text{ см}^{-1}$.



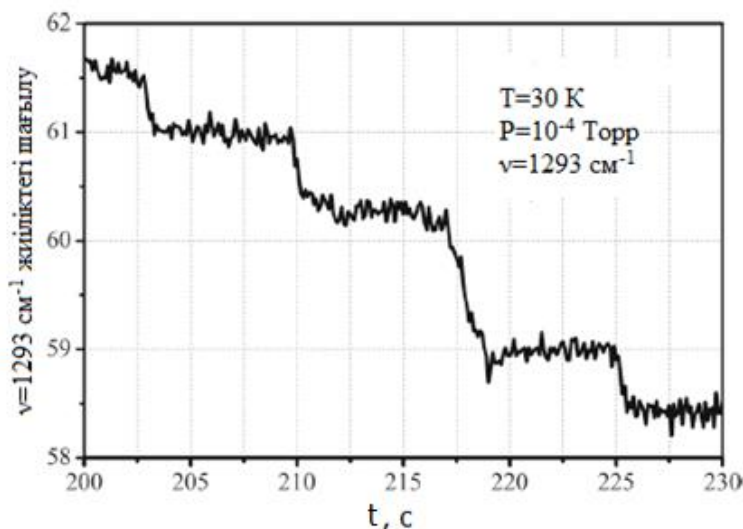
3-сурет. ИҚ-спектрометрдің термиялық стимуляцияланған өзгерісі (валенттік тербелістердің сипаттамалы жұтылу жолақтары). Бақылау жиілігі $\nu=2997 \text{ см}^{-1}$

Сол жақ суретте β – фаза, яғни, төсетектің тұндыру температурасы $T=16 \text{ К}$ кезіндегі үлдір термограммасының үлгісі, ал оң жақ суретте төсетектің тұндыру температурасы $T=30 \text{ К}$ үшін, яғни, α – фазадағы үлдірдің термограммасы берілген. Дегенмен, 3 – суретте берілгендей, екі жағдайда да сипаттамалы жолақтардың ұқсастықтары мен айырмашылықтары бар. 2 және 3 суреттегі әртүрлі жиіліктегі термограммалардағы айырмашылықтарды атап өткен жөн [10].

Жоғарыда айтып өткендей, біз бұл зерттеулерде талдау әдістемесінің негізіне сүйене отырып, алдын ала тіркелген жиілікте үлгілердің конденсациялау процестері кезіндегі жұтылу жолақтарының орналасуын және өзгерістерін қарастырамыз. Газдық фазадағы спиндік тепе-теңдікте болатын метан

молекулалары қатты фазаға өту барысында төсетек температурасына қатысты тепе-теңсіз қатты күйге көшеді. Бұл күйлердің (спиндік шыны күй) релаксация уақыттары спин-спиндік және спин-фонондық өзара әрекеттесулердің динамикасы және конденсациялау температурасымен анықталады. 4 – суретте криотұндырылған метанның либрациялары $\nu=1293 \text{ см}^{-1}$ жиілікке сәйкес бақыланған нәтижелердің сипаттамалы жұтылу жолақтары көрсетілген. Төсетек температурасы $T=30\text{K}$, тұндыру кезіндегі газды фазаның қысымы $P=1,0 \times 10^{-4} \text{ Торр}$ болды [11].

4 – суреттен тұндыру процесі либрациялы жұтылу жолағының өзгерісімен қатар жүретінін байқауға болады. Біздің пайымдауымызша, бұған себеп, метан молекулаларының спиндік релаксациясы болып табылады. Ол өз кезегінде метан криоконденсаттарындағы тепе-теңсіз спиндік күйлердің пайда болуына әкеп соқтырады. Тепе-теңсіз спиндік күйлердің релаксация уақыттары тек қана температураға ғана емес, сонымен қатар метан криоконденсаттарының өсу жылдамдығы мен үлдірдің қалыңдығына тәуелді [12].



4 – сурет. Метан молекулаларының жұтылу жолақтарының үлдірді тұндыру кезіндегі өзгерісі.

ҚОРЫТЫНДЫ

1 – суретте берілгендей, β – фазадан α – фазаға өту либрация (оң жақ) және валенттік (сол жақ) тербелістері жұтылу жолақтарының жиілік диапазоңдарының едәуір кеңеюімен қатар жүреді. Үлдірдің температурасын $T=16 \text{ K}$ -ге дейін суыту, спектрлердің толықтай өзгерісіне алып келеді. Бұл бақыланатын фазалық ауысулардың қайтымдылығын білдіреді. Сондай-ақ, бірдей (16 K) температурадағы, бірақ температуралар алу жолы әртүрлі үлгілер үшін спектрлердің бір-бірінен өзгеше болуы дәлірек зерттеуге негіз болады. Осы мақсатта тіркелген жиілікте температураның өзгерісі кезінде жұтылу жолағының өзгерісі бақыланды [13].

2 – суретте жылулық циклдеу кезіндегі $\nu=1307 \text{ см}^{-1}$ жиіліктегі либрациялы тербелістің жұтылу жолағының өзгерісі көрсетілген. Сол жақ суретте көрініп тұрғандай, суыту және қыздыру термограммалары бірдей десек те болады. Айырмашылық тек α - β – ауысу температурасының $T=20,4 \text{ K}$ маңында ғана байқалады (2 – сурет, оң жақ). Сондай-ақ 2 – суретте (оң жақ) термограмманың үш сипаттамалы аймағы 1-1, 2-2 және 3-3 жанамалармен белгіленген. Біздің ойымызша, 1-1 және 2-2 бөлікте әртүрлі релаксация жылдамдықтары бар үлдірдегі спиндік ауысу процесстері көрсетілген. 3-3 аймағы фазалық ауысу және спиндік түрленуге сәйкес келетін 2 процесстен тұрады. Үлгіні $T=33 \text{ K}$ -ге дейін қыздыру термограммасының көлбеулену бұрышының кемуіне алып келеді, ол үлгі тепе-тең спиндік күйде екенін түсіндіреді. Ал, үлгіні келесі 16 K -ге дейін суытқанда спиндік күй толықтай қалпына келмейді. 3 – суретте ИҚ-спектрометрдің бақылау жиілігі $\nu=2997 \text{ см}^{-1}$ кезіндегі жұтылу жолағының валенттік тербелісінің өзгерісі бейнеленген. Суретте үлгіні $T=16 \text{ K}$ температурада (сол жақ) және үлгіні $T=30 \text{ K}$ (оң жақ) тұндыру кезіндегі термограммалар көрсетілген, суыту термограммалары қыздыру термограммаларынан едәуір ерекшеленеді [14].

Біз бұны келесідей түсіндіре аламыз. Біріншіден, температураның артуы спиндік күйлердің релаксация жылдамдықтарының лезде артуына алып келеді, ал үлгіні конденсациялау кері және елеулі эффект береді. Екінші жағынан, бұл факт іс жүзінде либрацияға әсер етпейді, тек трансляциялық жүйелерде ғана орын алатыны айқын. Бұл өз кезегінде суыту мен қыздыру

арасындағы гистерезис жүйе ішіндегі фонндық және айналмалы өзара әрекеттесудің ерекшеліктерімен байланысты екенін білдіреді (3 – сурет), яғни, молекула-ішілік деңгейден молекулаларлық өзара әрекеттесу деңгейіне дейінгі трансформация энергиясын беру деп айта аламыз.

4 – суретті талдай отырып, үлгіні конденсациялау кезіндегі жұтылу жолақтарының сатылы өзгерісін байқадық. Жалпы, қалыпты жағдайда сипаттамалы жиіліктердегі жұтылу жолақтарының амплитудасының артуы үлдірдің қалыңдығының өсуіне байланысты тегіс және монотонды болып келеді. Бұл бақыланатын эффект, біздің пайымдауымызша, тұндыру кезіндегі спиндік түрленулер екенін байқатады. Яғни, газдық фазаға сәйкес келетін тепе-тең спиндік күй қатты фазаға ауысу кезінде тұрақсыз болады. Нәтижесінде, берілген тұндыру температурасына сәйкес, квази тепе-тең спиндердің үлестірілуіне алып келеді. Бірақ, тепе-теңсіз спиндердің үлестірілуі тек үлдірдің белгілі бір қалыңдығына дейін ғана мүмкін болады. Яғни, спин-ядролық түрленуден айналмалы-тербелмелі тербелістерге өтетін белгілі бір критикалық қалыңдықтың болуы қажет. Біздің жағдайда үлдірдің критикалық қалыңдығы шамамен 0,05 мкм-ді құрайды, ол ~ 60 молекулааралық арақашықтыққа тең [15].

Бақыланатын бұл эффектінің басқа да түсіндірмелері бар. Көбінесе, сипаттамалы жұтылу жолақтарының сатылы өзгерісі екі спиндік күйлердің релаксация уақыттарына байланысты болуы мүмкін. Кванттық сандары 2: 1: 0 болатын спиндік күйлердің тепе-тең концентрациялары жоғары температурада 5: 9: 2 байланыста болатынын ескерсек, демек, мета-модификациядан орто-модификацияға ауысу құбылысы байқалады. Бұл жағдайда, біздің нәтижелер бойынша (4 – сурет) тұндыру температурасы $T=30$ К кезіндегі $J(2) - J(1)$ – релаксация уақыттары 1 – 2 с құрады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] A. Nijman, N. Trappeniers, *Physica* **95 B**, 147 (1978)
- [2] A.J. Nijman, N.J. Trappeniers, *Chem. Phys. Lett.* **47**, 118 (1977)
- [3] Heidemann A., Press W., Lushington K.L., Morrison J.A. Study of the tunneling rotations in phase of solid CH_4 with high resolution neutron spectroscopy // *J.Chem. Phys.* – 1981. – VOL. 75. – N 8. – P. 4003-4009.
- [4] 4 Yamamoto T., Kataoka Y. Theory of phase transitions in solid methanes. VIII. An-malous thermal expansion in solid CH_4 // *Prog. Theor. Phys.* – 1977. – 46. – P. 383-387.
- [5] A.S. Drobyshev, N.V. Atapina, D.N. Garipogly, *Fiz. Nizk. Temp.* **19**(5), 567 (1993)
- [6] A.S. Drobyshev, D.N. Garipogly, *Fiz. Nizk. Temp.* **16**(7), 936 (1990)
- [7] M. Sprik, A. Nijman, N. Trappeniers, *Physica* **98A**, 231 (1979)
- [8] Y. Miyamoto, M. Fushitani, D. Ando, T. Momose, *J. Chem. Phys.* **128**, 114502 (2008)
- [9] H. Franklin Frayer, E. George Ewing, *J. Chem. Phys.* **46**, 1994 (1967)
- [10] I. Ozier, P.N. Yi, *J. Chem. Phys.* **47**, 5458 (1967)
- [11] A.S. Drobyshev, T.A. Prokhodtseva, *J. Low Temp. Phys.* **119**, 431 (2000)
- [12] . Drobyshev, A. Aldiyarov et al., *Low. Temp. Phys.* **41**(6), 552 (2015)
- [13] Heidemann A., Press W., Lushington K.L., Morrison J.A. Study of the tunneling rotations in phase of solid CH_4 with high resolution neutron spectroscopy // *J.Chem. Phys.* – 1981. – V. 75. – N 8. – P. 4003-4009.
- [14] Манаков А.Ю., Скиба С.С. Использование клатратных соединений для хранения водорода // *Российский химический журнал.* – 2006. – Т. 50. – №6. – С. 73–82.
- [15] Громовых С. А. Исследование и разработка технологий строительства скважин в условиях гидратообразования (на примере месторождений Красноярского края): Автореферат диссертации на соискание учёной степени канд. техн. наук. — Тюмень, 2005. — 21 с.

Дробышев А., Алдияров А., Ақтаев Д., Жексен У.

ИК-спектрометрические исследования спин-ядерного превращения в криовакуумных метановых пленках

Резюме: Твердый метан относится к группе кристаллов, содержащих атомы водорода, у которых макроскопические свойства в значительной степени зависят от спинового взаимодействия ядер водорода. Молекула метана, имеет три полные спиновые модификации: пара-, орто- и мета- состояния соответственно с тремя значениями общих спиновых моментов 0, 1 и 2. В твердой фазе процессы релаксации подвергаются воздействию фотонов. В результате взаимодействия спин-фононов переход от одного состояния к другому будет составлять 1-105 секунд. Таким образом, информацию о скорости вращения спиновых частиц в любой системе можно получить, контролируя изменение интенсивности ИК-поглощения от аномальных до нормальных спиновых состояний. Мы также учитываем интенсивность флуктуаций частотной деформации, соответствующих половине полосы амплитудного поглощения и пошаговому изменению полосы поглощения при конденсации образца.

Ключевые слова: молекулы метана, спин-ядерная модификация, инфракрасная спектроскопия, конденсация.

Drobyshev A., Aldiyarov A., Aktayev A., Zhexen U.

IR spectrometric studies of spin-nuclear transformation in cryodeposited methane films

Summary: The solid state of methane refers to a group of crystals consisting of hydrogen atoms, the macroscopic properties of which depend on the interaction of the spins of the hydrogen nucleus. All of common methane molecules have three different spin modifications, which are in a three-dimensional relationship, a para- ortho- and meta- state with a total spin momentum of 0, 1 and 2. In the solid phase, the relaxation processes are exposed to photons. As a result of the interaction of spin-phonons, the transition from one state to another will be 1-10⁵ seconds. Thus, information on the rotation speed of spin particles in any system can be obtained by controlling the change in the intensity of the IR absorption from anomalous to normal spin states. We also take into account the intensity of the frequency deformation fluctuations corresponding to half the amplitude absorption band and the stepwise change in the absorption band upon sample condensation.

Key-words: methane molecules, spin-nuclear modification, infrared spectroscopy, condensation.

УДК 678+691.175

Е.Е. Сандыбаев, А.Д. Мурадов

(Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, abyl.muradov@mail.ru)

**ПОЛИИМИДТІ КОМПОЗИЦИОНДЫ ҚАБЫҚШАЛАРДЫҢ БЕТТІК ҚҰРЫЛЫМЫН
АТОМДЫҚ КҮШТІК МИКРОСКОПИЯ ӘДІСІМЕН ТАЛДАУ**

Түйіндеме. Атомдық-күштік микроскопия әдісімен полиимидтік пленка және «Полиимид - SiO толтырғыш» жүйесінің беттік қабатының морфологиясы зерттелді. Берілген полимерлі жүйелердің беттерінде әртүрлі масштабтағы ойықтар байқалған. Ұсақдисперсті SiO толтырғышты матрицаға енгізу нәтижесінде полимерлік композиттің беттік бөлігінде өзгерістер байқалды. Фазалық жағдайда алынған суреттегі нәтиже бойынша композиттік материалдың беттік бөлігінде полиимидке қарағанда анағұрлым ірі құрылымдық бірліктердің бар екендігі туралы қорытынды жасалынды.

Кілтті сөздер: полиимидті композитті қабықша, SiO толтырғыш, атомдық-күштік микроскопия

Кіріспе. Полимерлік композиттерге – материалдың жаңа типі ретінде соңғы кездері өте көп көңіл бөлінуде. Мұндай жүйеде полимерлік матрица құрамынды өзге ұсақ дисперсті (магнитті және магнитті емес металдар, диэлектриктер) зат қосындысы болады. Әртүрлі композитті алу әдістерінің (химиялық, вакуумдық булау, бірлескен плазмалық полимеризация) арасында полиимидті лак ерітіндісін толтырғыш ұнтақпен механикалық араластыру әдісі матрица қабықшаларында әртүрлі тереңдікте енгізілетін қоспа концентрациясы белгілі бөлшектердің түзілуімен ерекшеленеді. Бұл полимерлік композиттердің түзілу тиімділігін арттырады. Мұндай жүйелер сипаттамалары полимердің құрылымдық және фазалық құрамы түрімен де, толтырғыш түрімен де анықталады.

Полимердің толтырғыш бөлшектерімен өзара әрекеттесуі оның құрылымының, элементтік құрамының және беттік қабатының морфологиясының өзгеруіне әсер етіп, полимерлік қабықшалардың беттік қабықшасының жаңа құрылымының пайда болуына әсер етеді. Мұндай әдіс арқылы жасалған полимерлік композиттер микроэлектроникада, фотоникада жаңа сенсорлар және батарея мен қорғаныс қабаттарын жасауда кеңінен қолданылады.

Бұл еңбекте SiO ұнтағымен толтырылған полиимидті композиттік қабықшасының құрылымдық сипаттамалары қарастырылған.

Тәжірибе

Әртүрлі концентрациядағы (С) : С=1,0%, салм. (С) : С=2,0% салм. ұсақкристалды ұнтақпен толтырылған Картон маркалы полиимидті матрица негізіндегі полимерлі композитті материалдар (ПКМ) зерттелді, сондай-ақ полиимидті пленканың өзі де қарастырылды. SiO ұнтақ түйірлерінің көлемі 1,8 мкм.

ПКМ-ды SiO ұсақкристалды ұнтақ толтырғышын полиимидті лак ерітіндісімен механикалық араластыру әдісі арқылы және 200 °С температурада шыны пластинаға қоспаны құю арқылы термоимидизациялау негізінде алынды. Бұл температура шынының балқу температурасынан әлдеқайда төмен.

Бастапқы үлгі ретінде таза полимид қолданылды.

Жұмыс барысындағы үлгі өлшемдері 10×10 мм, ал қалыңдығы сәйкесінше $C=1,0\%$ салм. = 0,11 мм; $C=2,0\%$ салм. – 0,05 мм; $C=5,0\%$ салм. – 0,06 мм, ал полимидті пленка үшін ($C=0\%$) – 0,11 мм болды.

Полимерлі пленканың беттік қабатының морфологиясы NT – MDT NTEGRA Thermo приборымен 190-230 кГц жиілікте жартылай түйіскен резонансты режимде бөлме температурасында атомдық күштік микроскопия (АКМ) әдісімен зерттелді. Зерттеу барысында айналма радиусы 10 нм болатын NSS10 сериялы кремнийлі кантилевер қолданылды.

Аталған үлгілердің беттік қабаттарын зерттеу топография және фазалық контраст әдістерімен жүргізілді. Топография режимі беттік қабат бедерін айқындайды. Фазалық контраст режимі химиялық құрамына, адгезиялық және серпімді қасиеттеріне қарай ерекшеленетін бөліктерді айқындап береді.

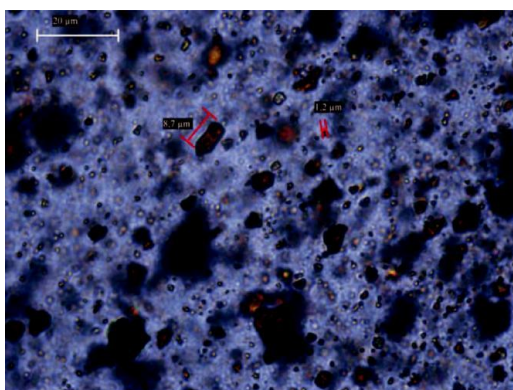
Нәтижелері мен талқылаулар

Полимерлі композиттердің оптикалық, электрлік, беріктілік қасиеттері толтырғыштардың түріне ғана емес мен олардың концентрациясына ($C, \%$) да байланысты болады. [4] жұмыс барысында толтырғыштың кейбір түрлеріне ғана негізделген ($\sigma - C, \%$) беріктілік – толтырғыш құрамы тәуелділігі түрінде құрылған мәліметтер келтірілген.

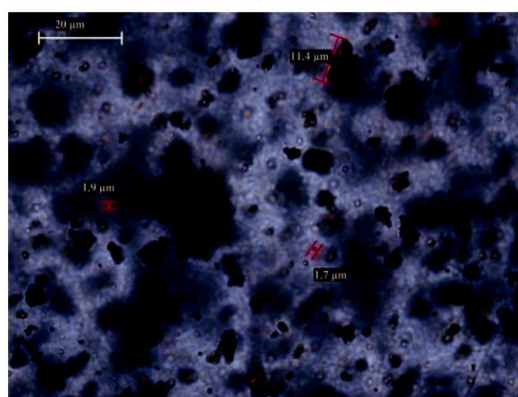
Дисперстік толтырғыштарды аз мөлшерде енгізу (10 % - ға дейін) полимерлік материалдардың беріктілік қасиетін біршама арттырады. Толтырғыш концентрациясының көлемін $C > 10\%$ бастап ұлғайтқан жағдайда композиттік материалдардың механикалық қасиеттері төмендей бастайды. Мұндай өзгерістер дисперсті толтырғыштарды аз мөлшерде енгізу - полимерлі матрицадағы физико-химиялық түрленулердің едәуір өзгерістеріне әкелетіндігін көрсетеді.

Сондықтан да біз ұсақтау арқылы алынған ұнтақ түріндегі SiO ұсақкристалды толтырғышын таңдап алдық.

Полимидті матрицадағы SiO ұнтағына Leica DM 6000 M оптикалық микроскобы арқылы гранулометриялық талдау жасалынды, сондай-ақ ерітіндінің гомогендік қасиеті зерттелді (1-2 сурет). Толтырғыштардың 80%-ға жуық бөлшектерінде фракция өлшемдері 1,7 – 1,9 мкм құрап, максималды өлшемі 11,4 мкм-ден аспайтынын суреттерден байқалады.



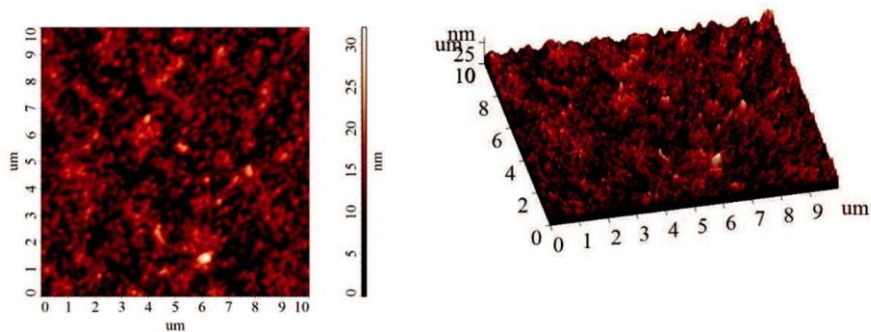
1-Сурет. Толтырғыш концентрациясы 2,0 салм. % «Полиимид-толтырғыш» жүйесінің микрофотографиясы



2-Сурет. Толтырғыш концентрациясы 2,0 салм. «Полиимид-толтырғыш» жүйесінің микрофотографиясы

«Полиимид-SiO толтырғыш» гомогенді жүйесі мен полиимид пленкаларының беттік қабаттары зерттелді. 3(a,b) суреттерінде атомдық-күштік микроскоп көмегімен топография және фазалық контраст режимінде алынған бастапқы үлгінің беттік қабатының үшөлшемді суреті көрсетілген, ал 4 (a,b,v,g,d,e) суреттерінде әр түрлі концентрациялы «полиимид SiO толтырғышы» жүйесі сипатталған. 4 a,b –суреттерінде «Полиимид SiO толтырғыш» $C=1,0\%$ салмақты, 4 в,г –суреттерінде $C= 2,0\%$ салмақты және 4 д,е-суреттерінде $C=5,0\%$ салмақты жүйелерінің кескіндері берілген.

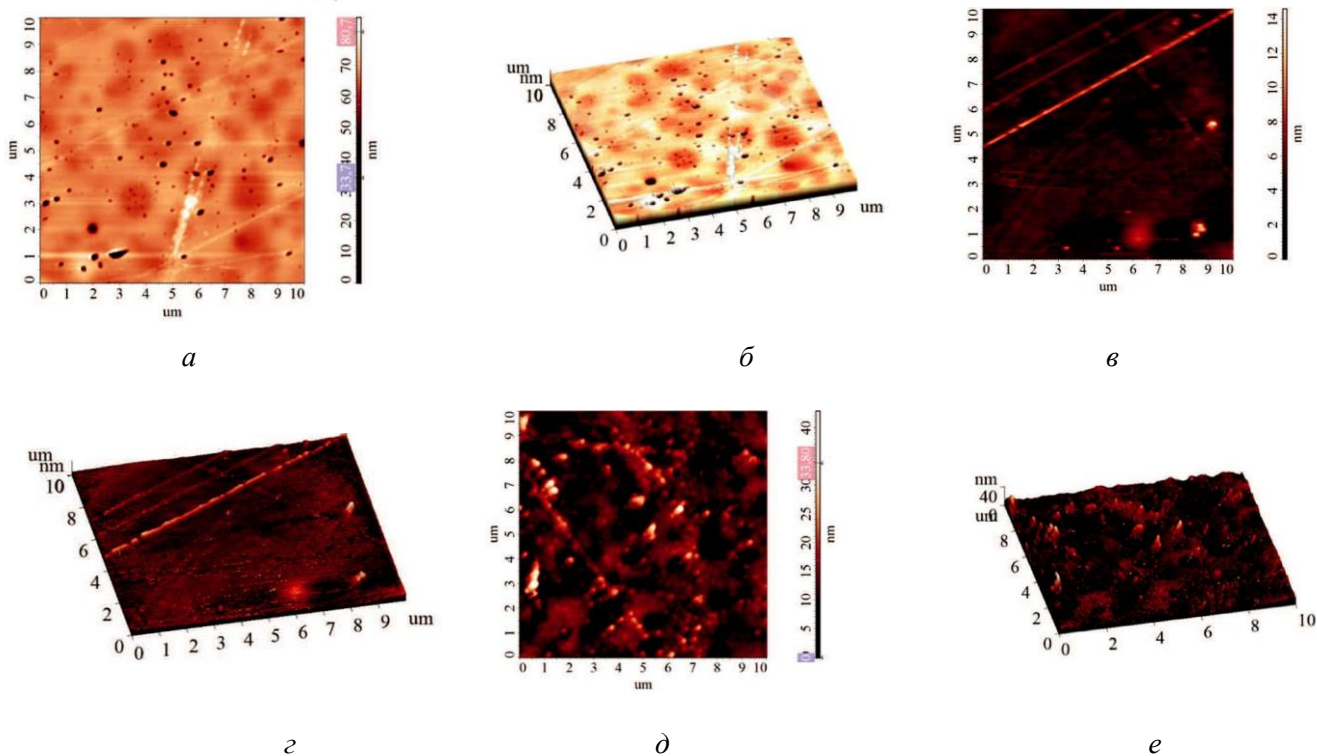
Полимидті пленканың топографиялық кескініне (3,б-сурет) назар аударсақ, оның беттік қабаты тегіс емес екенін және онда полимердің ірі құрылымдық белгілерін сипаттайтын түрлі өлшемдегі кедір-бұдырлардың бар екендігін байқаймыз. Онда диаметрі 10 нм, ал биіктігі 25 нм-ден аспайтын бейберекет орналасқан конус пішінді ұсақ ойықтардан тұратын полимидті пленканың жұқа құрылымды беттік қабаты көрінеді. Мұндай түзілістер тығыздығы 1 мкм^{-2} -ге дейін жетеді. Оның үстіне кедір-бұдырлық – 2,5 нм-ге ғана өзгереді.



3-Сурет. (а) фазалық контраст және (б) топография режимдеріндегі полиимидті қабықшаның бетінің үш өлшемді АСМ кескіні.

Суреттерге талдау жасау негізінде «Полиимидті SiO толтырғыш» жүйесі мен полиимидті пленканың гомогендік беттік қабаты геометриялық бірыңғай емес екендігі туралы қорытынды жасауға болады. «Полиимидті SiO толтырғыш» жүйесінің әрқелкі бет бедері биіктігі 40 нм болатын модуляция жасайды. Композитті пленканың кедір-бұдырлығының біршама артуының себебі, ылғалдылықтың аздығынан болуы ықтимал.

ПКМ-дың ісінген үлгілерінің бет бедері құрғап қалған үлгілердікіне қарағанда айқын сипатталатыны [5,6] жұмыс барысында атап көрсетілген.



4-Сурет. Фазалық контраст (а, в, д) және (б, з, е) топография режимдеріндегі «полиимид-толтырғыш» жүйесінің қабықша бетінің үш өлшемді АСМ кескіні.

Фазалық контраст режимінде алынған «Полиимидті SiO толтырғыш» (3 а және 4 а, в, д суреттері) жүйесі мен полиимидті пленканың беттік қабаттарының кескіндерін салыстыру жүргізілді. Үлкен концентрациялы толтырғышты ПКМ беттік қабатына қарағанда $C=1,0\%$ салмақты ПКМ құрамы біршама гомогенді екені байқалады. $C>1,0\%$ салмақты ПКМ беттік қабатында аса ірі құрылымдық бөліктерді байқауға болады.

Қорытынды

«Полиимидті SiO толтырғыш» жүйесі мен полиимидті пленканың беттік қабаттарының АҚМ кескіндерін талдау негізінде төмендегі нәтижелерді атап көрсетуге болады:

1. «Полиимидті SiO толтырғыш» жүйесі мен полиимидті пленканың беттік қабатының үшөлшемді суреттерінде беттік қабаты тегіс емес екені байқалады. Онда түрлі өлшемдегі полимер глобулаларын айқындайтын кедір-бұдырлардың бар болуы көрінеді.

2. «Полиимидті SiO толтырғыш» жүйесі беттік қабатының кедір-бұдырының артуына ылғалдылықтың аздығы әсер етуі ықтимал деген болжам жасауға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Петухов В.Ю., Ибрагимова М.И., Хабибуллина Н.Р., Шулындын С.В., Осин Ю.Н., Жеглов Е.П., Вахонина Т.А., Хайбуллин И.Б. Влияние структуры полимерной матрицы на ионно-лучевой синтез тонких металлополимерных пленок //высокомолекулярные соединения, Серия А. -2001. –Т. 43, № 11. – С. 1973-1983.

[2] Vladimir N. Popok. Ion implantation of Polymers: Formation of Nanoparticulate Materials // -1989. -Rev. Adv. Mater. Sci. – Vol. 30.-P.1-26

[3] Luis L.A., Dergacheva E.N., and Zhukova T.J. Polyimides, chemistry and characterization, edited by. C. Feger, M.M. Khojasteh, and J.E. McGrath.- 1989.-Amsterdam: Elsevier. -389 p.

[4] Крыжановский В.К., Бурлов В.В., Панيماتченко А.Д., Крыжановская Ю.В. Технические свойства полимерных материалов. – 2005.– СПб.:Профессия. -248 с.

[5] LehmaniA., Durand-Vidal S., Turg P. Surface Morphology of Nafion 117 Membrane by Tapping Mode Atomic Force Microscope// -1998. -J. Appl. Polym. Sci. –V.68. –P.503-508

[6] Devlin C. L. H., Glab S. D., Chiang S., Russell T. P. Atomic force microscopy study of rubbed polyimide films. -2001. –John Wiley & Sons, J Appl Polym Sci. – 80: 1470-1477.

Муратов А.Д., Сандыбаев Е.Е.

Анализ структуры поверхности полиимидных композиционных пленок методом атомно-силовой микроскопии

Резюме. Методом атомно-силовой микроскопии исследована морфология поверхности полиимидной пленки и системы «Полиимид – SiO наполнитель». На поверхности композита визуализированы неровности различного масштаба, представляющие с собой глобулы полимера и их композиций с частицами наполнителя. Выявлены изменения поверхности полимерного композитного материала в результате введения в матрицу наполнителя мелкодисперсного SiO. Полученные в режиме фазового контраста изображения позволили заключить, что на поверхности композитного материала присутствуют более крупные структурные единицы, чем в полиимиде.

Ключевые слова: полиимидные композитные пленки, SiO наполнитель, атомно-силовая микроскопия

Muradov A.D., Sandybayev Y.Y.

Analysis of the surface of polyimide composite films by atomic force microscope

Summary. By atomic force microscope the morphology of the polyimide film and the system “Polyimide – Sio filler” was studied. Irregularities of various sizes are globules of polymer and their compositions with filler particles were visualized on the surface of these polymer systems. As a result of introduction finely dispersed Sio into the filler matrix it was revealed change of the surface of the polymer composite material. Images obtained in the phase contrast mode allowed to conclude that on the surface of the composite material the larger structural units than ones on the polyimide present.

Keywords: polyimide composite films, SiO filler, atomic force microscopy

УДК 372.851

М.А.Мустафин

(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, medeu@rambler.ru)

КЛАССИФИКАЦИЯ ПО А.П.КИСЕЛЕВУ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПОСТРОЕНИЕ

Аннотация. Данная работа посвящена вопросам классификации методов решения геометрических задач на построение. Методы решения задач на построение впервые предложены выдающимся русским советским педагогом А.П.Киселевым.

Ключевые слова: геометрические задачи на построение, классификация.

Классификация методов решения задач на построение впервые была предложена выдающимся русским советским педагогом Андреем Петровичем Киселевым (1852-1940) в его книге «Элементарная геометрия», впервые вышедшей в 1883 году. К 1930 году этот учебник геометрии выдержал около сорока изданий, постоянно при этом совершенствуясь. Учебники А.П. Киселева выдержали в общей сложности около трехсот (300!) изданий общим тиражом в несколько миллионов(!) экземпляров. Такие тиражи не сняты даже современным популярным писателям детективного жанра типа Д.Донцовой или А.Марининой. Возрастающая роль математики в жизни современного общества вызвало новые требования к актуальной постановке математического образования в школе и вузе. Конечно, можно считать содержание книг А.П.Киселевым где-то устаревшим. Однако высокое педагогическое мастерство, простота и логическое изложение делают книги А.П. Киселева полезными и значимыми и в 21 веке.

Цель данной статьи - дать классификацию методов решения задач на построение по А.П.Киселеву с современных позиций. В книге [1] даются методы решения задач на построение.

Классификация по А.П.Киселеву:

Отметим, что А.П.Киселев в [1] дает семь методов решения задач на построение, а именно:

1. Метод геометрических мест. [1].

А.П.Киселев применяет этот метод, решая задачу нахождения точки, удовлетворяющей обоим геометрическим местам, т.е. точка должна на пересечении геометрических мест.

Задача. Провести секущую к двум данным окружностям А и В так, чтобы части секущей, заключенные внутри окружностей, равнялись соответственно данным длинам *a* и *b*.

Если возьмем одно условие, то получим бесконечное множество секущих, которые должны быть равноудалены от центра этого круга (поскольку равные хорды одинаково удалены от центра). Поэтому если в круге А где-нибудь построим хорду, равную *a*. Затем радиусом, равным расстоянию этой хорды от центра, опишем окружность, концентрическую с А, тогда все секущие должны касаться этой вспомогательной окружности. Принимая во внимание второе условие, нетрудно видеть, что искомая секущая должна касаться второй вспомогательной окружности, концентрической с В. Таким образом, задача сводится к построению общей касательной к двум окружностям.

Также этот метод называют «методом расчленения условий задачи» [2].

2. Метод подобия. Он состоит в том, что, пользуясь некоторыми данными задачи, строят сначала фигуру, подобную искомой, а затем переходят к последней. [1, стр. 274].

3. Метод параллельного перенесения (у А.П.Киселева «перенесение» означает перенос). Полезно переместить некоторые части данной фигуры в другое положение, при котором легче обнаружить зависимость между данными элементами и искомыми. [1, стр. 275].

4. Метод вращения вокруг точки. [1, стр. 276].

5. Метод вращения вокруг прямой (или метод симметрии). Если перегибем часть чертежа вокруг некоторой прямой так, чтобы эта часть заняла симметрическое положение по другую сторону от этой прямой. [1, стр. 276].

6. Алгебраический метод. Условие задачи на построение может выражено аналитически. [1, стр. 277].

Задача. Построить квадрат, площадь которого в три раза больше площади данного квадрата.

Обозначим сторону искомого квадрата через *x*, а сторону данного через *a*.

Получим уравнение $x^2 = 3a^2$.

Его решение $x = a\sqrt{3}$ дает аналитическое выражение искомого отрезка.

Аналитическое выражение задачи на построение в виде уравнения, а его решение в виде корня этого уравнения помогает найти геометрическое решение и облегчает исследование решения. Эти соображения находят свое полное развитие в аналитической геометрии - обязательном курсе в вузе.

7. Метод обратности. [1, стр. 277].

Метод обратности означает, по А.П.Киселеву, перевернуть задачу, т.е. данные условия задачи взять за искомые и наоборот.

Задача. В данный треугольник *ABC* вписать другой треугольник, у которого стороны были бы параллельны сторонам другого данного треугольника *MNP*.

Перевернем вопрос (терминология А.П.Киселева [1]): опишем около треугольника *MNP* другой треугольник *A₁ B₁ C₁*. Тогда получим фигуру, подобную искомой; разделим какую-нибудь сторону треугольника *ABC* на две части, пропорциональные отрезкам соответствующей (у А.П.Киселева «сходственная сторона») стороны треугольника *A₁ B₁ C₁*. Получаем одну из вершин треугольника.

Современная классификация методов решения задач на построение:

1. Метод геометрических мест.
2. Метод геометрических преобразований

В ряде случаев полезны те или иные геометрические преобразования. Часто употребляются следующие преобразования:

- 1) симметрия относительно оси;
 - 2) вращение (в частности, симметрия относительно точки);
 - 3) параллельный перенос;
 - 4) преобразование подобия (в частности, гомотетия);
 - 5) инверсия.
3. Алгебраический метод.

Таким образом, приведенная выше классификация по А. П. Киселеву в принципе соответствует современной классификации задач методов решения на построение на плоскости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Киселев А.П. Элементарная геометрия. Книга для учителя. - М.: Просвещение, 1980.
[2] Энциклопедия элементарной математики, том 4, Геометрия. - М.: Государственное Издательство Физико-Математической Литературы, 1963.

Мұстафин М.А.

Геометриялық салуға есеп әдісі А.П.Киселев классификациясы

Түйіндеме: Мақаланың мақсаты – классификация мәселені қарау геометриялық салуға есеп беру. Геометриялық салуға есеп әдісі алғашқы рет көрнекті орыс кеңес педагог А.П.Киселев ұсынады.

Негізгі сөздер: геометриялық салуға есеп, классификация.

Mustafin M.A.

A.P.Kiselev methods classification of problem solutions on construction

Summary. Given article is devoted to questions of classification of methods of problem solutions of geometric problems on construction. For the first time methods of solving problems on construction were proposed by outstanding Russian Soviet teacher A.P.Kiselev.

Key words: geometric problems on construction, classification.

UDC 004.056.55

A. Pyrkova, Zh.E. Temirbekova

(Al-farabi Kazakh national university, Almaty Republic of Kazakhstan,
temyrbekovazhanerke2@gmail.com)

PERFORMING SYMMETRIC ENCRYPTION MBED PLATFORM

Abstract. This article compiles of the cryptography programming and debugging techniques writing the Arm Mbed TLS platform, the code environment running on BLE Nano kit microcontroller. C++ was used as the core language instead of C, in order to increase programming effectiveness.

Keywords: BLE Nano kit microcontroller, mbed platform, Arm Mbed TLS, cryptography.

Arm Mbed TLS makes it easy for developers to include cryptographic and SSL / TLS functions in their (embedded) products, which makes this functionality easier with a minimum code size. It offers SSL / TLS library with an intuitive API and read the source code and includes a complex set of tests. You can create it from the box in most systems or manually select and configure functions [1].

The Mbed TLS library provides a set of cryptographic components that you can use and compile separately, and include or exclude using a single configuration header file [2]. Mbed TLS also provides a central SSL/TLS module that builds on the cryptographic components, the abstraction layers and the support components to provide a complete protocol implementation for SSL and TLS.

From a functional perspective, the library is split into three major parts:

- The SSL/TLS protocol implementation.
- A cryptographic library.
- An X.509 Certificate handling library.

BLE Nano kit is the smallest Bluetooth 4.1 Low Energy (BLE) development board in the market. The core is Nordic nRF51822 (an ARM Cortex-M0 SoC plus BLE capability) running at 16MHz with ultra low power consumption [3].

Developing a Bluetooth Smart enabled 'accessory' (accessory device + companion application) is easier than ever. You can quickly produce prototypes and demos target for IoT and other interesting projects. BLE Nano could operate under 1.8V to 3.3V, therefore it works with a lot of electronic components.

Features:

- Smallest BLE development board, only 18.5mm x 21.0mm
- Nordic nRF51822 ARM Cortex-M0 SoC supports both BLE Central and BLE Peripheral roles
- 2.4 GHz transceiver
- Ultra low power consumption
- Support voltage from 1.8V to 3.3V
- Software development using mbed.org, GCC, Keil or Arduino
- Lots of libraries and examples available
- Easy firmware deployment with the MK20 USB board
- Work with our free Android App and iOS App [4].

BLE Nano microcontroller supports hardware platforms mbed. Microprocessors are a series of mbed ARM microcontroller development boards designed for rapid prototyping.

The mbed platform is a free C/C++ compiler and IDE provided by ARM and suitable for programming most ARM microcontrollers [5]. The IDE is Web based, something which may back some of us down. I was myself skeptical about the practicality of such IDE compilers, however I must say the mbed compiler has proven to be easy to use, fast and (reasonably) friendly, even for a C/C++ compiler.

The many available platform libraries are easy to use and well designed, specially for starters, resembling (vaguely) the simplicity you may have enjoyed when using Arduino libraries. Also, mbed encourages and eases sharing with others your own libraries, or any piece/snippet of code. You have to register a username in the platform from the very beginning, that will allow you to store your projects online, comment, share code and participate in the community forums comfortably [4-6]. Compiling and programming your projects is really easy. You can literally have the blink test application running in a few minutes.

mbed has a dedicated team which develops and maintains a very nice Bluetooth Low Energy API. You can rest assured that using this API for learning to develop BLE accessories will be much easier (and faster) than trying to do so by using directly the BLE libraries (Soft Device) provided by Nordic [7]. The BLE API includes also several application examples.

Cryptographic library

The mbed TLS library was designed to easily integrate with existing (embedded) applications and provide building blocks for secure communications, cryptography and key management. This tutorial will help you understand the steps that need to be taken when you want to do it.

The cryptographic part of mbed TLS has abstraction levels for public-key cryptography, Hashing (message digests) and symmetric ciphers [8-9]. It also contains standard-based random number generators and an entropy pool.

All cryptographic algorithms are implemented as loosely-coupled modules. You can just take the appropriate header files and source code files and drop them in your project as needed.

mbed TLS provides the most commonly used algorithms, such as AES. mbed TLS supports alternative implementation for most of its cryptography modules. A common use case is for hardware accelerated cryptography engines [10]. There are a couple of methods for alternative implementations: specific function replacement and full module replacement. The configuration file contains the cryptography modules, which you can replace with alternative implementation. These are named MBEDTLS_<MODULE NAME>_ALT. In order to support alternative implementation for a module, uncomment the corresponding *_ALT definition. Function replacement is according to the function name, with the suffix of _ALT [11-13]. To support hardware entropy source, enable MBEDTLS_ENTROPY_HARDWARE_ALT in the configuration file.

Mbed TLS uses a continuous integration system to make sure we maintain the highest possible code quality. Our system checks all committed code on an ever growing set of operating systems and chipsets, covering:

- Regression testing.
- Test vectors.
- Multiple static analyzers.

- Testing for compatibility.
- Behavioural testing.
- Security testing through fuzzing.
- Function and unit testing against known based values.
- Code coverage testing.
- Validation testing .

AES is based on a design principle known as a substitution-permutation network, a combination of both substitution and permutation, and is fast in both software and hardware [14-15]. AES is a variant of Rijndael which has a fixed block size of 128 bits, and a key size of 128, 192, or 256 bits. By contrast, the Rijndael specification *per se* is specified with block and key sizes that may be any multiple of 32 bits, with a minimum of 128 and a maximum of 256 bits.

In each round, the AES uses the four following operations:

- SubBytes:Each byte of the array is transformed using a nonlinear substitution box called the AES S-Box [16].The S-Box in the AES has been carefully constructed and the cipher uses only one S-Box throughout the encryption.

- ShiftRows: Is a transposition step which ensures that the last three rows of the array are shifted by adifferent number of byte positions.

- MixColumns: Mixes each column in the array to create even more diffusion.

- Addkey:Using bitwise XOR, each byte of the array is mixed witha byte of a sub-key material, alsocalled round-key [17-18]. The sub-key ismade by "key expansion" and is derived from the main cipher key using a Rijndael key-schedule.

The overall structure of the cipher begins with a key expansion before going in to the pre-whitening which only includes AddKey. Then the rounds performing Sub-Bytes, ShiftRows, MixColumns and Add-Key will loop for $n-1$ rounds where n is the numbers of rounds. The n -th round or final round does not include MixColumns and produce the output ciphertext.

AES context structure. buf is able to hold 32 extra bytes, which can be used:

- for alignment purposes if VIA padlock is used.
- to simplify key expansion in the 256-bit case by generating an extra round key.

AES-CBC buffer encryption/decryption. Length should be a multiple of the block size (16 bytes).

Upon exit, the content of the IV is updated so that you can call the function same function again on the following block(s) of data and get the same result as if it was encrypted in one call. This allows a "streaming" usage [19]. If on the other hand you need to retain the contents of the IV, you should either save it manually or use the cipher module instead. param ctx-AES context, param mode-MBEDTLS_AES_ENCRYPT or MBEDTLS_AES_DECRYPT, param length-length of the input data, param iv -initialization vector (updated after use), param input-buffer holding the input data, param output-buffer holding the output data, return 0 if successful, or MBEDTLS_ERR_AES_INVALID_INPUT_LENGTH.

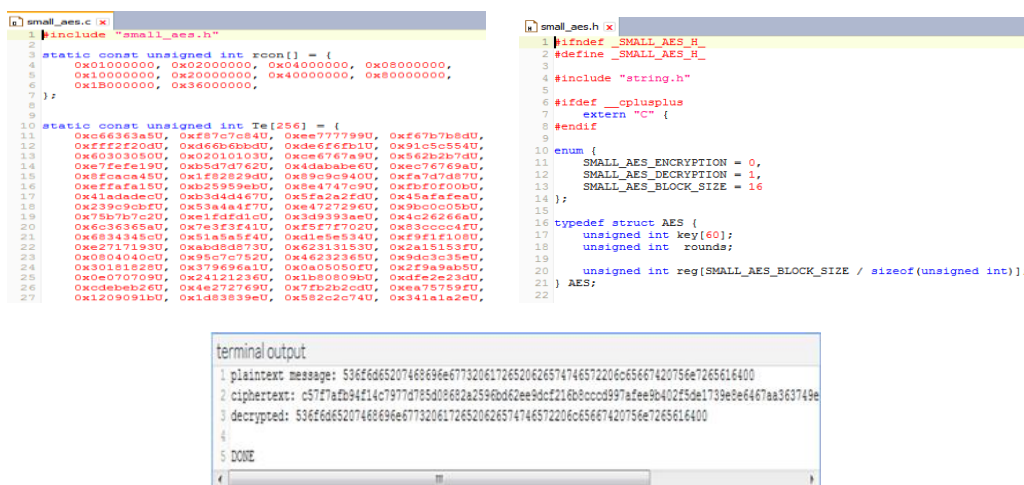


Figure 3. Performance of ciphers in mbed platform.

AES also has one advantage over other encryption algorithms. As the name suggests, AES is an industry standard, it is not patented and is not free for everyone. One of the attributes of the AES algorithm is that it must work reliably on all platforms as hardware and software, and therefore AES is well documented and distributed around the world [20-21]. This means that if the AES breaks, regardless of whether the headers do not touch the company that used the hacked AES, they will touch the flags in something that many companies and people use.

Security is fundamental to the successful implementation of the Internet of things. Currently, Edgenodes are the weakest link in securing IoT security and protecting the cryptographic key. The best way to achieve a lock is protected equipment. This is the only way to remove these keys and other secrets from prying eyes. The IoT device can only be protected as the weakest link.

REFERENCES

- [1] M. Georgiev, S. Iyengar, S. Jana, R. Anubhai, D. Boneh, and V. Shmatikov, "The most dangerous code in the world: validating SSL certificates in non-browser software," in Proceedings of the 2012 ACM conference on Computer and Communications Security. ACM, - 2012, - pp. 38–49.
- [2] Red Bear Company, <http://redbearlab.com/blenano/>, Retrieved: 18th January, 2018.
- [3] Jose Angel. BLE Nano hardware development kit for Bluetooth Low Energy – 2015. – pp. 109
- [4] Atmel. http://www.atmel.com/dyn/products/devices.asp?family_id=607 Retrieved: 20th January, 2018.
- [5] Eide, E., Regehr, J. Embedded C++ Technical Committee. "The embedded C++ programming guide lines". <http://www.caravan.net/ec2plus/guide.html> Retrieved: 20th January, 2018
- [6] Tsai, C., Lai, C., & Vasilakos, V. Future internet of things: Open issue and challenges. ACM/Springer Wireless Networks, - 2014. pp. 225
- [7] Li, S.; Xu, L.D. and Zhao, S., "The internet of things: a survey", Information Systems Frontiers, vol. 17, No.2, - 2015. - pp 243-259
- [8] <https://tls.mbed.org/> Retrieved: 19th January, 2018.
- [9] Simon N. Foley Dieter Gollmann Einar Snekkenes. Computer Security – ESORICS 2017: 22nd European Symposium on Research in Computer Security, Oslo, Norway, September 11-15, 2017, Proceedings, Part 1, - p 286
- [10] A.L. Fardan, N.J. Paterson, Breaking the TLS and DTLS record protocols. – 2013. pp. 201
- [11] Katherine Q. Ye, Princeton U., Carnegie Mellon U, Verified Correctness and Security of mbedTLS HMAC-DRBG, - 2017. pp. 198
- [12] Karthikeyan Bhargavan, Cédric Fournet, Markulf Kohlweiss, Alfredo Pironti, and Pierre-Yves Strub. Implementing TLS with verified cryptographic security. In 2013 IEEE Symposium on Security and Privacy. IEEE, - 2013. - pp. 445–459.
- [13] A.R.M. Ltd: mbed TLS buys leading IoT Security company offspark as it Expands its mbed platform (2018).
- [14] Kubilay Atasu, Luca Breveglieri, and Marco Macchetti. Efficient AES implementations for ARM based platforms. In Proceedings of the 2004 ACM Symposium on Applied Computing, - 2004, - pp. 841–845.
- [15] Daniel J. Bernstein. Cache-timing attacks on AES. <https://cr.yp.to/antiforgery/cachetiming-20050414.pdf>, - 2005. pp. 105-109
- [16] Viega, John, and Matt Messier: Secure Programming Cookbook for C and C++ (O'Reilly & Associates, 2003) -2003 - pp. 231-232
- [17] K. Nyberg, "Differentially uniform mappings for cryptography, Advances in Cryptology, Proceedings Eurocrypt'93, LNCS 765, T. Hellese, Ed., Springer-Verlag, - 1994, - pp. 55-64.
- [18] E. Biham, "New types of cryptanalytic attacks using related keys," Advances in Cryptology, Proceedings Eurocrypt'93, LNCS 765, T. Hellese, Ed., Springer-Verlag, - 1993. - pp. 398-409.
- [19] J. Daemen and V. Rijmen, AES Proposal: Rijndael, AES Algorithm Submission, - 1999. pp. 25-26
- [20] J. Daemen and V. Rijmen, The block cipher Rijndael, Smart Card research and Applications, LNCS 1820, Springer-Verlag, - 2010. - pp. 288-296.
- [21] Daemen, Joan; Rijmen, Vincent (March 9, 2003). "AES Proposal: Rijndael" (PDF). National Institute of Standards and Technology. p. 1. - 2013. – pp. 105-107.

Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.

Выполнение симметричного шифрования в mbed платформе

Аннотация. В этой статье собраны методы программирования и отладки криптографии, написанные на платформе Arm Mbed TLS, среда кода, работающая на микроконтроллере BLE Nano. Использовался как основной язык C++ вместо C, чтобы повысить эффективность программирования.

Ключевые слова: микроконтроллер BLE Nano kit, платформа mbed, Arm Mbed TLS, криптография.

Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.

Симметриялық шифрлеуді mbed платформасында жүзеге асыру

Түйіндеме. Бұл мақала криптографиялық бағдарламалау және BLE Nano жиынтығы микроконтроллерінде жұмыс істейтін кодтық ортаны құрайтын Arm Mbed TLS платформасы туралы жазылған. Бағдарламасының тиімділігін арттыру үшін C орнына негізгі тіл ретінде C++ пайдаланылды.

Түйін сөздер: BLE Nano kit микроконтроллері, Mbed платформасы, Arm Mbed TLS, криптография.

UDC 004.056.55

A. Pyrkova, Zh.E. Temirbekova

(Al-farabi Kazakh national university, Almaty, Republic of Kazakhstan,

temyrbekovazhanerke2@gmail.com)

POSSIBILITIES OF USING A BLE NANO KIT MICROCONTROLLER TO DEVELOP CRYPTOGRAPHIC LIBRARIES

Abstract. Nowadays, the number of IoT (Internet of Things) devices are growing rapidly around the world with wide range of purposes. Many types of these devices collect data and depending on their purpose, some of the data can be highly sensitive for the user. This calls for security on the device which has to secure the collected data and send it to a server through the Internet. Using TLS (Transport Layer Security) is a great way to provide such a security and one part of it is the data encryption which is the main focus of this thesis. The problem is that IoT devices are often made out of microprocessors having a low computational power and performance.

This article compiles some of the programming and debugging techniques writing the mbed platform, the code environment running on our BLE Nano kit microcontroller. C++ was used as the core language instead of C, in order to increase programming effectiveness. This turned out to be a good choice, but came at the cost of increased program size. Thus, a big part of optimizing was spent on reducing program and data size. Then demonstrate. The main goal of this thesis is to determine AES (Advanced Encryption Standard) symmetric encryption algorithms, security and space complexity using a specific encryption library from ARM mbed.

Keywords: IOT, BLE Nano kit microcontroller, C++, mbed platform, Arm Mbed TLS, AES cryptography.

BLE Nano kit is the smallest Bluetooth 4.1 Low Energy (BLE) development board in the market [1]. The core is Nordic nRF51822 (an ARM Cortex-M0 SoC plus BLE capability) running at 16MHz with ultra low power consumption.

Developing a Bluetooth Smart enabled 'accessory' (accessory device + companion application) is easier than ever [2]. You can quickly produce prototypes and demos target for IoT and other interesting projects. BLE Nano could operate under 1.8V to 3.3V, therefore it works with a lot of electronic components.

Features:

- Smallest BLE development board, only 18.5mm x 21.0mm
- Nordic nRF51822 ARM Cortex-M0 SoC supports both BLE Central and BLE Peripheral roles
- 2.4 GHz transceiver
- Ultra low power consumption
- Support voltage from 1.8V to 3.3V
- Software development using mbed.org, GCC, Keil or Arduino
- Lots of libraries and examples available
- Easy firmware deployment with the MK20 USB board
- Work with our free Android App and iOS App

BLE Nano kit microcontroller supported hardware platforms on mbed. The mbed Microcontrollers are a series of ARM microcontroller development boards designed for rapid prototyping [3-4].

The mbed platform is a free C/C++ compiler and IDE provided by ARM and suitable for programming most ARM microcontrollers. The IDE is Web based, something which may back some of us down. I was myself skeptical about the practicality of such IDE compilers, however I must say the mbed compiler has proven to be easy to use, fast and (reasonably) friendly, even for a C/C++ compiler [5-6].

The many available platform libraries are easy to use and well designed, specially for starters, resembling (vaguely) the simplicity you may have enjoyed when using Arduino libraries. Also, mbed

encourages and eases sharing with others your own libraries, or any piece/snippet of code. You have to register a username in the platform from the very beginning, that will allow you to store your projects online, comment, share code and participate in the community forums comfortably [7-8]. Compiling and programming your projects is really easy. You can literally have the blink test application running in a few minutes.

mbed has a dedicated team which develops and maintains a very nice Bluetooth Low Energy API. You can rest assured that using this API for learning to develop BLE accessories will be much easier (and faster) than trying to do so by using directly the BLE libraries (Soft Device) provided by Nordic [9-10]. The BLE API includes also several application examples.

On the not-so-positive side of mbed platform, you have zero control over the compiler/linker. This has proven to be a showstopper for our own BLE development [11-12]. At the time of this writing, within mbed you are only allowed to develop BLE applications for the nRF51822 along with the S110 Soft Device, which only supports peripheral mode. Hence, you can quickly start to develop applications with mbed which only require the Peripheral Role. But if you want to develop an application requiring the Central Role, you will have to switch to a full-fledged GCC (or Keil or IAR) C/C++ compiler [13].

Entry-level Online Compiler—Nothing to Install: Browser-based IDE, Immediately compiling examples or writing your own, Best in class RealView Compiler in the back end (Figure 1).

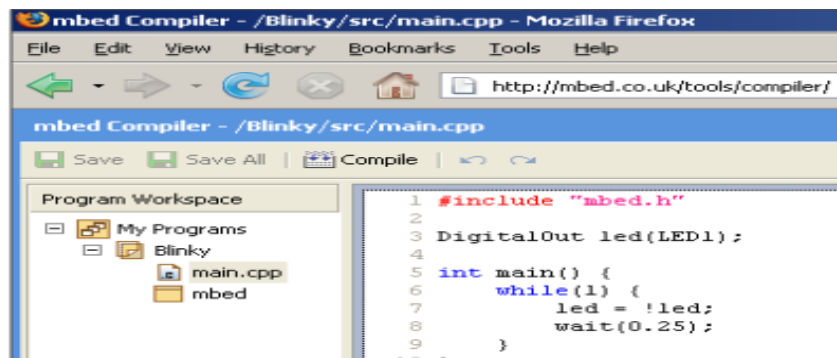


Figure 1. mbed Compiler C++ on a Microcontroller

The first firmware's for our BLE Nano kit microcontrollers were written in the "traditional" language C++ [14-15]. C++ is a pretty convoluted "multi paradigm" programming language: supporting standard structured programming, object-oriented programming as well as metaprogramming. It is one of the few languages giving the programmer absolute control over memory allocation and placement and functions-call overhead, which is crucial on a restricted environment.

Using BLE Nano Kit microcontroller tested program in the ARM mbed platform (read characters).

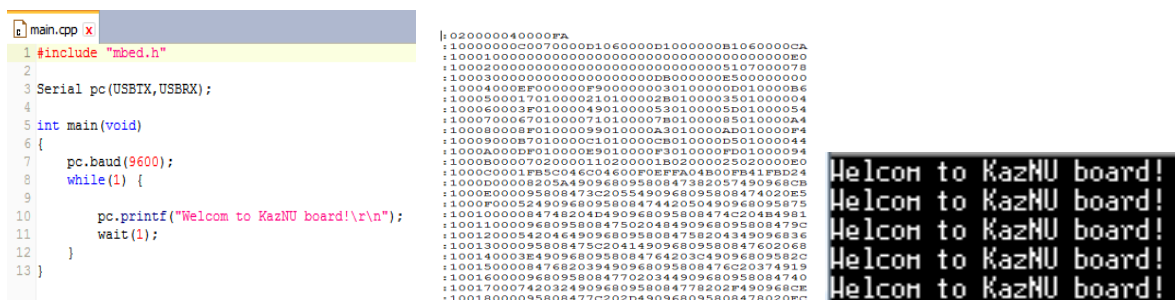


Figure 2. Read characters in C++

In order to provide security of data transmitted back and forth from an IoT device to a server, the communication has to be encrypted. Cryptography is the practice and study of techniques for secure communication and has been around for a long time. One of the cryptographic protocols is the TLS (Transport layer security) protocol where the data are encrypted with ciphers to protect them from third parties through the Internet.

The use of the ARM mbed TLS library with the BLE Nano microcontroller is an appropriate match, because they are made by the same company, so compatibility errors are less likely and cause security problems.

Arm mbed TLS makes it easy for developers to include cryptographic and SSL / TLS functions in their (embedded) products, which facilitates this functionality with minimal code printing [16]. It offers an SSL / TLS library with an intuitive API and readable source code and includes a complex set of tests [17]. You can create it out of the box in most systems or manually select and configure functions.

The mbed TLS library provides a set of cryptographic components that you can use and compile separately, and include or exclude, using a single configuration header file. mbed TLS also provides a central SSL / TLS module, which is based on cryptographic components, abstraction layers and support components to ensure full protocol implementation for SSL and TLS.

Cryptographic library

The cryptographic part of mbed TLS has abstraction layers for Public Key cryptography, Hashing (Message Digests) and Symmetric Ciphers [18]. It also contains standards-based random number generators and an entropy pool.

All cryptographic algorithms are implemented as loosely-coupled modules. You can just take the appropriate header files and source code files and drop them in your project as needed.

mbed TLS provides the most commonly used algorithms, such as AES. mbed TLS supports an alternative implementation for most of its cryptographic modules. The usual use case is for hardware accelerated cryptographic engines. There are several methods for alternative implementations: special function replacement and complete module replacement [19].

The [configuration file](#) contains the cryptography modules, which you can replace with alternative implementation [20]. These are named MBEDTLS_<MODULE NAME>_ALT. In order to support alternative implementation for a module, uncomment the corresponding *_ALT definition. Function replacement is according to the function name, with the suffix of _ALT. To support hardware entropy source, enable MBEDTLS_ENTROPY_HARDWARE_ALT in the configuration file.

AES is based on a design principle known as a substitution-permutation network, a combination of both substitution and permutation, and is fast in both software and hardware. AES is a variant of Rijndael which has a fixed block size of 128 bits, and a key size of 128, 192, or 256 bits. By contrast, the Rijndael specification *per se* is specified with block and key sizes that may be any multiple of 32 bits, with a minimum of 128 and a maximum of 256 bits.

In each round, the AES uses the four following operations [21]:

- SubBytes: Each byte of the array is transformed using a nonlinear substitution box called the AES S-Box. The S-Box in the AES has been carefully constructed and the cipher uses only one S-Box throughout the encryption.

- ShiftRows: Is a transposition step which ensures that the last three rows of the array are shifted by a different number of byte positions.

- MixColumns: Mixes each column in the array to create even more diffusion.

- Addkey: Using bitwise XOR, each byte of the array is mixed with a byte of a sub-key material, also called round-key [22]. The sub-key is made by "key expansion" and is derived from the main cipher key using a Rijndael key-schedule.

The overall structure of the cipher begins with a key expansion before going in to the pre-whitening which only includes AddKey. Then the rounds performing Sub-Bytes, ShiftRows, MixColumns and Add-Key will loop for $n-1$ rounds where n is the numbers of rounds. The n -th round or final round does not include MixColumns and produce the output ciphertext.

AES context structure. buf is able to hold 32 extra bytes, which can be used [23]:

- for alignment purposes if VIA padlock is used.

- to simplify key expansion in the 256-bit case by generating an extra round key.

AES-CBC buffer encryption/decryption. Length should be a multiple of the block size (16 bytes).

Upon exit, the content of the IV is updated so that you can call the function same function again on the following block(s) of data and get the same result as if it was encrypted in one call. This allows a "streaming" usage. If on the other hand you need to retain the contents of the IV, you should either save it manually or use the cipher module instead. param ctx-AES context, param mode-MBEDTLS_AES_ENCRYPT or MBEDTLS_AES_DECRYPT, param length-length of the input data, param iv -initialization vector (updated after use), param input-buffer holding the input data, param output-buffer holding the output data, return 0 if successful, or MBEDTLS_ERR_AES_INVALID_INPUT_LENGTH.

```

1 #include "small_aes.h"
2
3 static const unsigned int rcon[] = {
4     0x01000000, 0x02000000, 0x04000000, 0x08000000,
5     0x10000000, 0x20000000, 0x40000000, 0x80000000,
6     0x1B000000, 0x36000000,
7 };
8
9
10 static const unsigned int Tc[256] = {
11     0xc66363a5U, 0xf87c7c84U, 0xee777799U, 0xf67b7b8dU,
12     0xfff2f20aU, 0xd66b6bbdU, 0xde6f6fb1U, 0x91c5c554U,
13     0xe0303050U, 0x02010103U, 0xce6767a9U, 0x562b2b7dU,
14     0xe7efe19U, 0xb5d7d762U, 0x4dababe6U, 0xec76769aU,
15     0x8fcaca45U, 0x1f82829dU, 0x89c9c940U, 0xfa7d7d87U,
16     0xeffa18U, 0xb29898ebU, 0xe474749cU, 0x8bf0f00bU,
17     0x41adadecU, 0xb3d4d467U, 0x5fa2a2fdU, 0x45afafeaU,
18     0x239c9cbfU, 0x53a4a4f7U, 0xe4727296U, 0x9bc0c05bU,
19     0x75b7b7c2U, 0xe1dfdf1cU, 0x3d9393aeU, 0x4c26266aU,
20     0x6c36365aU, 0x7e3e3e41U, 0xe5f7f702U, 0x83ccc4U,
21     0xe834345cU, 0x51a5a5f4U, 0xd1e5e534U, 0xf9f1f108U,
22     0xe2717193U, 0xabdbdb73U, 0x62313153U, 0x2a15153fU,
23     0x0804040cU, 0x95c7c752U, 0x46232365U, 0x9dc3c35eU,
24     0x30181828U, 0x379696a1U, 0x0a05050fU, 0x2f9a9ab5U,
25     0x0e070709U, 0x24121236U, 0x1b80809bU, 0xdfe2e23aU,
26     0xcdcdeb26U, 0x4e272769U, 0x7fb2b2cdU, 0xea75759fU,
27     0x1209091bU, 0x1d83839eU, 0x582c2c74U, 0x341a1a2eU,
    
```

```

1 #ifndef SMALL_AES_H
2 #define SMALL_AES_H
3
4 #include "string.h"
5
6 #ifdef __cplusplus
7     extern "C" {
8 #endif
9
10 enum {
11     SMALL_AES_ENCRYPTION = 0,
12     SMALL_AES_DECRYPTION = 1,
13     SMALL_AES_BLOCK_SIZE = 16
14 };
15
16 typedef struct AES {
17     unsigned int key[60];
18     unsigned int rounds;
19
20     unsigned int reg[SMALL_AES_BLOCK_SIZE / sizeof(unsigned int)];
21 } AES;
22
    
```

```

terminal output
1 plaintext message: 536f6d65207468696e67732061726520626574746572206c65667420756e7265616400
2 ciphertext: c57f7afb94f14c7977d785d08682a2596bd62ee9dcf216b0cccd997afee9b402f5de1739e8e6467aa363749e
3 decrypted: 536f6d65207468696e67732061726520626574746572206c65667420756e7265616400
4
5 DONE
    
```

Figure 3. Performance of AES ciphers in mbed platform.

AES also has one advantage over other encryption algorithms. As the name suggests, AES is an industry standard, it is not patented and is not free for everyone. One of the attributes of the AES algorithm is that it must reliably work on all platforms as hardware and software, so AES is well documented and distributed throughout the world. This means that if the AES breaks, regardless of who it is, the headers will not concern the company that used the hacked AES, they will be about fleurs into something that many companies and people use.

Security is fundamental for the successful rollout of the Internet of Things. Edgenodes are currently the weakest link in ensuring IoT security and the protection of cryptographic key. The best way to achieve lockdown is by protected hardware. It is the only way to keep those keys and other secrets away from prying eyes. An IoT device can only be as secured as its weakest link.

REFERENCES

- [1] Red Bear Company, <http://redbearlab.com/blenano/>, Accessed: 18th January, 2018.
- [2] Jose Angel, BLE Nano hardware development kit for Bluetooth Low Energy, 2015
- [3] Aguilar, S.; Vidal, R.; Gomez, C. Opportunistic Sensor Data Collection with Bluetooth Low Energy. *Sensors* - 2017, - p. 159.
- [4] Gomez, C.; Oller, J.; Paradells, J. Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy: An Emerging Low-Power Wireless Technology. *Sensors* - 2012, - pp. 11734–11753.
- [5] Nieminen, J.; Savolainen, T.; Isomaki, M.; Patil, B.; Shelby, Z.; Gomez, C. *IPv6 over BLUETOOTH(R) Low Energy*; RFC 7668; IETF: Fremont, CA, USA, - 2015.
- [6] Gogic, A.; Mujcic, A.; Ibric, S.; Suljanovic, N. Performance Analysis of Bluetooth Low Energy Mesh Routing Algorithm in Case of Disaster Prediction. *Int. J. Comput. Electr. Autom. Control Inf. Eng.* - 2016, - 3, - pp. 175–181.
- [7] Kim, H.-S.; Lee, J.; Jang, J.W. BLEmesh: A Wireless Mesh Network Protocol for Bluetooth Low Energy Devices. In Proceedings of the 2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), Rome, Italy, 24–26 August 2015.
- [8] Maharjan, B.K.; Witkowski, U.; Zandian, R. Tree Network Based on Bluetooth 4.0 for Wireless Sensor Network Applications. In Proceedings of the 6th European Embedded Design in Education and Research Conference (EDERC), Milan, Italy, 11–12 September 2014.
- [9] K. Townsend, R. Davidson, Getting Started with Bluetooth Low Energy. -2014. pp. 105-108
- [10] Embedded C++ Technical Committee. “The embedded C++ programming guide lines”. <http://www.caravan.net/ec2plus/guide.html>
- [11] Tsai, C. Lai, C. Vasilakos, V. (2014). Future internet of things: Open issue and challanges. *ACM/Springer Wireless Networks*,. doi:10.107/s11276-014-0731-0.

- [12] Li, S.; Xu, L.D. and Zhao, S., "The internet of things: a survey", Information Systems Frontiers, vol. 17, No.2, pp 243-259, April 2015, DOI:10.1007/s10796-014-9492-7
- [13] Atmel Corporation, "Integrating the Internet of Things: Necessary building blocks for broad market adoption", San Jose, USA: Atmel, 0776 Corporate IOT WhitePaper US 102014.
- [14] Knudsen, L.R.; Robshaw, M.J. The Block Cipher Companion, New York: Springer-Verlag, - 2011. – pp. 225-228
- [15] Nermin Hajdarbegovic, "Are We Creating An Insecure Internet of Things (IoT) Security Challenges and Concerns", 2015. [Online] Available: <https://www.toptal.com/it/are-we-creating-an-insecure-internet-of-thing>.
- [16] Jessica Chani Cahuana, Chalmers, A Search for a Convenient Data Encryption Algorithm For an Internet of Things Device. – 2016. - p. 102
- [17] Bartlett, Alan and Richard Silverman "SSH: The Secure Shell The Definitive Guide." - 31 July 2001. – p. 98
- [18] Dierks, T. & C. Allen. "The TLS Protocol Version 1.0." - 1999. -p. 100
- [19] Hiller, Janine S. and Ronnie Cohen. Internet Law & Policy. Upper Saddle River: Prentice Hall, - 2000.
- [20] Martin, Franck. "SSL Certificates HOWTO." - 20 October 2002.
- [21] Alex Biryukov and Dmitry Khovratovich, Related-key Cryptanalysis of the Full AES-192 and AES-256, "[Archived copy](#)". Archived from the original on 2009-09-28. Retrieved 2018-02-16.
- [22] "[Rijndael](#)". Archived from the original on January 25, 2018. Retrieved March 1, 2018.
- [23] Daemen, Joan; Rijmen, Vincent. "[AES Proposal: Rijndael](#)". National Institute of Standards and Technology. – 2003. - p. 10.

Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.

Возможности использование микроконтроллера BLE Nano Kit для разработки криптографических библиотек

Аннотация. В настоящее время количество устройств IoT (Internet of Things) быстро растет во всем мире с широким спектром задач. Многие типы этих устройств собирают данные и в зависимости от их назначения некоторые данные могут быть очень чувствительны для пользователя. Это требует безопасности на устройстве, которое должно защищать собранные данные и отправлять их на сервер через Интернет. Использование TLS (Transport Layer Security) - отличный способ обеспечить такую безопасность, и одна из них - это шифрование данных, которое является основным направлением этого тезиса. Проблема в том, что устройства IoT часто изготавливаются из микропроцессоров с низкой вычислительной мощностью и производительностью.

В этой статье описаны некоторые методы программирования и отладки, написанные на платформе mbed, среда кода, работающая на нашем микроконтроллере BLE Nano. C++ использовался как основной язык вместо C, чтобы повысить эффективность программирования. Таким образом, большая часть оптимизации была потрачена на сокращение размера программы и данных. Затем продемонстрировано. Основная цель этой статьи - определить симметричные алгоритмы шифрования AES (Advanced Encryption Standard), безопасность и сложность пространства, используя специальную библиотеку шифрования из ARM mbed.

Ключевые слова: IOT, микроконтроллер BLE Nano kit, C++, платформа mbed, Arm Mbed TLS, криптография AES.

Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.

Криптографиялық кітапханаларды дамыту үшін BLE Nano Kit микроконтроллерді қолдану мүмкіндіктері

Түйіндемe. Қазіргі уақытта IoT (Интернет заттар) құрылғыларының саны бүкіл әлем бойынша тез арада дамып келеді. Бұл құрылғылардың көптеген түрлері деректерді жинайды және олардың мақсаттарына байланысты кейбір деректер пайдаланушыға өте сезімтал болуы мүмкін. Бұл жинақталған деректерді қорғап, Интернет арқылы серверге жіберуге тиіс құрылғыдағы қауіпсіздікті талап етеді. TLS (Transport Layer Security) - бұл қауіпсіздікті қамтамасыз етудің керемет тәсілі және оның бір бөлігі деректерді шифрлау болып табылады, ол осы мақаланың негізгі бағыты болып табылады. Мәселе мынада, IoT құрылғылары жиі есептеу қуаты мен өнімділігі төмен микропроцессорлардан жасалады.

Бұл мақала Mbed платформасында жазатын программалау және BLE Nano kit жинағының микроконтроллерінде жұмыс істейтін шифрлау кодын есептеу ортасы болып табылады. Бағдарламаның тиімділігін арттыру үшін C орнына негізгі тіл ретінде C++ пайдаланылды. Бұл жақсы таңдау болып шықты, бірақ бағдарламаның көлемін ұлғайтты. Осылайша оңтайландырудың үлкен бөлігі бағдарлама мен деректер көлемін азайтуға жұмсалды. Содан кейін есептеу нәтижесі бейнеленген. Осы мақаланың негізгі мақсаты ARM платформасында арнайы шифрлау кітапханасын пайдаланып, AES (Advanced Encryption Standard) симметриялы шифрлау алгоритмін анықтау болып табылады.

Түйін сөздер: IoT, BLE Nano kit микроконтроллері, C++, Mbed платформасы, Arm Mbed TLS, AES криптографиясы.

УДК 517.926, 519.682.2

Ж.М. Қадырбаева, Ж.С.Абдулла

(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы arelman86pm@mail.ru, zhansayabdulla@gmail.com)

ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУДЕ MAPLE ПРОГРАММАЛЫҚ ПАКЕТІН ҚОЛДАНУ

Түйіндемe. Мақалада дифференциалдық теңдеулерді оқыту кезінде компьютерлік математикалық пакеттерді пайдаланудың басты ерекшеліктері баяндалады. Жұмыс жәй дифференциалдық теңдеулерді және теңдеулер жүйесін Maple программалық пакетінің мүмкіндіктерін қолданып шешу мысалдарымен сипатталады.

Түйін сөздер: жәй дифференциалдық теңдеу, сандық шешім, математикалық пакет

Дифференциалдық теңдеулер теориясы қазіргі заманғы математиканың ең үлкен бөлімдерінің бірі болып саналады. Дифференциалдық теңдеулердің басты ерекшеліктерінің бірі - дифференциалдық теңдеулер теориясының қолданыстармен тікелей байланысы деуге болады. Қандай да бір физикалық құбылыстарды қарастыра отырып, зерттеуші, ең алдымен, оның математикалық дәріптемесін немесе математикалық моделін жасайды, осы құбылысты басқаратын негізгі заңдарды математикалық формада жазып шығады. Көбінесе осы заңдарды дифференциалдық теңдеулер түрінде өрнектеуге болады. Тұтас орта механикасының, химиялық реакциялардың әралуан құбылыстарының, электрлік және магниттік құбылыстардың және т.б. моделдері дифференциалдық теңдеулермен сипатталады [1-4].

Дифференциалдық теңдеулерді оқыту – бұл бірінші кезекте таза математикалық немесе қолданбалы есептерді шешуге үйрету. Табиғаттың құбылыстарын оқып білуде механиканың, физиканың, химияның және биологияның басқа ғылымдардың есептерін шешуде, түрлі құбылмалы үрдістерді бейнелеуде шамалардың арасындағы тура тәуелділікті тікелей тағайындайдау әрқашанда табыла бермейді. Дегенмен, көптеген жағдайларда ізделінді функциялардың шамаларымен жылдамдықтарының арасындағы байланысты, олардың басқа тәуелсіз айнымалыларға қарағандағы өзгерістерін табуға болады. Дифференциалдық теңдеу деп тәуелсіз айнымалыны, белгісіз функцияны және оның туындыларын байланыстыратын теңдікті атайды. Егер белгісіз функция тек бір ғана тәуелсіз айнымалыдан тәуелді болса, ондай теңдеуді жәй дифференциалдық теңдеу деп, ал бірнеше аргументтен тәуелді болса, ондай теңдеуді дербес туындылы дифференциалдық теңдеу деп атайды [2].

Жәй дифференциалдық теңдеулер ғылым мен техниканың түрлі салаларындағы үдерістер мен құбылыстарды математикалық моделдеу үшін кең ауқымда пайдаланылатыны баршамызға белгілі. Радиотехникадағы ауыспалы үдерістер, химиялық реакциялардың кинетикасы, биологиялық популяциялардың динамикасы, ғарыштық нысандардың қозғалысы, экономикалық даму модельдері жәй дифференциалдық теңдеулер көмегімен зерттеледі. Жәй дифференциалдық теңдеулерді шешу барысында туындайтын келесідей математикалық қиындықтар шешімін табады: қолапайсыз үлкен математикалық өрнектерді, оның ішінде интегралдық теңдеулерде бар, дифференциалдау және интегралдау, жуықтап шешу әдістерін қолдану және т.т. Бұл амалдарға өте көп уақыт жұмсалады, есептеулер кезінде дұрыс емес нәтижеге және қате қорытындыларға әкелетін қателіктердің орын алуы ықтимал. Жәй дифференциалдық теңдеулерді шешуде компьютерлік математикалық пакеттерді, мысалы Maple, Mathematica, Matlab, MathCad және т.б., пайдалану:

- нақты қолданыстардың ауқымын кеңейтуге мүмкіндік береді;
- көрнекі талдау жүргізу үшін күрделі функциялар мен беттердің графиктерін салуға мүмкіндік береді, бұл олардың көмегімен жәй дифференциалдық теңдеулердің талдауын елеулі түрде жеңілдетеді, мысалға, жәй дифференциалдық теңдеулердің шешімдері бағалауға болады;
- әралуан интегралдық және интегралдық-дифференциалдық теңдеулердің шешімдерін табуға мүмкіндік береді;
- жәй дифференциалдық теңдеулерді шешу кезінде кәсіби бағытталғандықты, ғылымилықты, жүйелілікті, көрнекілікті, интерактивтілікті, пәнаралық байланыстарды үйлестіруге мүмкіндік береді;
- кейбір жәй дифференциалдық теңдеулер үшін аналитикалық және жуықтау шешімдерін табуға мүмкіндік береді.

Ақпараттық технологияларды дифференциалдық теңдеулерді шешуге қолдану қазіргі күннің өзекті мәселесіне айналып отыр. Ю.Ю.Тарасевичтің «Математикадағы ақпараттық технологиялар» [5] кітабы математикалық есептерді Maple мен MathCad пакеттерін пайдалана отырып шешуге, LaTeX баспалық жүйесін пайдалана отырып математикалық және ғылыми мәтіндерді даярлауға қатысты мәселелерді қарастырады. Оған қоса, кітапта сандық есептемелік әдістер бойынша қажетті мәліметтер келтіріледі. Жеке тарау дифференциалдық теңдеулерді шешуге арналған, бұл тарауда жәй дифференциалдық теңдеулерді және дербес туындылы теңдеулерді шешудің әралуан әдістері сипатталған.

В.Гандер мен И.Гржебичектің «Maple мен Matlab қолдана отырып ғылыми есептеулердегі есептерді шешу» [6] кітабында ғылыми-техникалық есептеулердегі кейбір шешу тәсілдерін көрнекі түсіндіретін қызықты есептердің жиынтығы ұсынылған. Әрбір есепті шешу техникасы Maple немесе Matlab жүйелерін қолдана отырып талқыланады және көрсетіледі.

Бүгінгі күнде әртүрлі математикалық есептерді шешуге мүмкіндік беретін жоғары деңгейлі, арасында Mathematica, Maple, MathCad, Matlab және т.б. қамтылған, бірқатар жүйелер бар. Атап кететін жайт, MathCad пен Matlab пакеттерінің алатын орны Mathematica мен Maple пакеттерінің алатын орнынан мүлде бөлек деуге болады. Екеуі де есептеулер барысында символдық емес, сандық есептемелік алгоритмдерді пайдаланады. Символдық есептеулер әлсіз дамыған (символдық есептеулер пакеттерімен салыстырғанда) қосымша толықтырулар болып саналады. Осы себепті Maple пакетінің сипаттамасына тоқталайық.

Maple әмбебап математикалық пакеті әлі күнге дейін математикалық зерттеулерге де, ғылым мен техниканың басқа салаларындағы күрделі есептемелік жобалар үшін де ең таңымал пакеттердің бірі болып отыр. Оның - математикалық есептердің аса үлкен көлемін аналитикалық та, сандық есептемелік тұрғыда да шеше білу мүмкіндігі, пайдаланушылық программалар мен қосымшаларды жасауға мүмкіндік беретін тілінің қарапайымдылығы, тамаша екі және үшөлшемді графикасы, формулаларды полиграфиялық түрде сызып көрсетуі, сияқты артықшылықтары пакетті бірмезгілде күрделі жобаларды орындауға арналған аспап ретінде де және ғылыми редактор ретінде де пайдалануға мүмкіндік береді [7-9].

Maple жүйесінде жәй дифференциалдық теңдеулерді аналитикалық, жуық және сандық әдістермен де шешуге болады. Алдыменен, Maple жүйесінде функцияның туындысын есептеуді қарастырайық. Maple жүйесінде функцияның туындысын есептеу үшін **diff** бұйрығы немесе **D** операторы пайдаланылады. Егер y функциясы x -тан тәуелді өрнек болса, онда оның туындысы **diff** (v, x) бұйрығы арқылы есептелінеді.

Мысал 1.

> f:=sin(3*x)^2; // f өрнегін береді.

> d1:=diff(f, x); // f өрнегінен бірінші ретті туынды табуды білдіреді.

> d2:=diff(f, x\$2); // f өрнегінен екінші ретті туынды табуды білдіреді.

Нәтижеде экранда:

$$f := \sin(3x)^2$$

$$d1 := 6 \sin(3x) \cos(3x)$$

$$d2 := 18 \cos(3x)^2 - 18 \sin(3x)^2$$

D операторы функцияның аты стандарттық символдар қатарында жоқ болған жағдайда ыңғайлы. Мысалы, дәрежелік, көрсеткіштік функциялар үшін. Мұндай жағдайда функцияны қандай да бір атпен береміз.

> D(f); // f өрнегінен бірінші ретті туынды табуды білдіреді.

> (D@@n)(f); // f өрнегінен n-ші ретті туынды табуды білдіреді.

Мысал 2.

> fun:=x->(x^3+2^x+5)/x^2; // берілген функцияны fun символымен белгілейміз fun(x)
 $= (x^3 + 2^x + 5) / x^2$.

Экрандағы нәтиже: $fun := x \rightarrow \frac{x^3 + 2^x + 5}{x^2}$.

> D(fun); // fun функциясының туындысын табу.

Экрандағы нәтиже: $x \rightarrow \frac{3x^2 + 2^x \ln(2)}{x^2} - 2 \frac{x^3 + 2^x + 5}{x^3}$.

> pp5:=(D@@4)(fun); // fun функциясының 4-ші ретті туындысын табу.

Экрандағы нәтиже:
$$\text{pp} := x \rightarrow \frac{6x + 2^x \ln(2)}{x^2} - 4 \frac{3x^2 + 2^x \ln(2)}{x^3} + 6 \frac{x^3 + 2^x + 5}{x^4}$$

Maple жүйесінде жәй дифференциалдық теңдеулерді шешу үшін қолданылатын бұйрықтары арнайы **DEtools** пакетінде сақталады. Maple жүйесінде жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу үшін **dsolve** функциясы қолданылады:

dsolve(ODE)
dsolve(ODE, y(x), extra_args)
dsolve({ODE, ICs}, y(x), extra_args)
dsolve({sysODE, ICs}, {funcs}, extra_args),

мұнда ODE – бір жәй дифференциалдық теңдеу немесе бастапқы шарттары берілген бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесі, $y(x)$ – бір айнымалы функция, ICs – бастапқы шарттар берілетін өрнек, {sysODE} – дифференциалдық теңдеулер жиыны, {funcs} – анықталмаған функциялар жиыны, extra_argument – шешімнің типін беретін опция.

extra_argument параметрі шешілетін теңдеулердің класын береді:

- exact – аналитикалық шешу;
- explicit – айқын түрде шешу;
- system – дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу;
- ICs – бастапқы шарттары берілген дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешу;
- formal series – дәрежелік көпмүшелік түрінде шешу;
- integral transform – Лаплас, Фурье және т.б. интегралдық түрлендірулер негізінде шешу;
- series – Order айнымалысының мәнімен берілетін реті бар қатар түрінде шешу;
- numeric – сандық түрде шешу.

Дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімі саны дифференциалдық теңдеудің ретіне тең болатын еркін тұрақтылардан тәуелді. Maple жүйесінде ондай тұрақтылар $_C1$, $_C2$, және т.б. белгіленеді. Біртекті емес сызықты дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімі шешімнің құрылымы айқын көрінетіндей беріледі. Біртекті емес сызықты дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімі – сәйкесінше біртекті дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімі мен осы біртекті емес дифференциалдық теңдеудің дербес шешімінің қосындысына тең болады. Сондықтан да біртекті емес сызықты дифференциалдық теңдеуді шешуде нәтиже облысындағы шешім – еркін тұрақтылары бар (біртекті дифференциалдық теңдеудің жалпы шешімі) және еркін тұрақтылары жоқ (біртекті емес дифференциалдық теңдеудің дербес шешімі) қосылғыштардан тұрады.

Мысал 3: $\frac{1}{2x} y'(x) + 3xy(x) = e^{-2x^3}$ дифференциалдық теңдеудің шешімін Maple жүйесін

қолданып табу керек.

> restart;
> tendeu:=diff(y(x),x)*1/(2*x)+3*x*y(x)=exp(-2*x^3); // дифференциалдық теңдеудің берілгені.

Экрандағы нәтиже:
$$\text{tendeu} := \frac{1}{2} \frac{\frac{d}{dx} y(x)}{x} + 3xy(x) = e^{(-2x^3)}$$

> dsolve(tendeu); // дифференциалдық теңдеуді шешу бұйрығы.

Экрандағы нәтиже:
$$y(x) = (x^2 + _C1)e^{(-2x^3)}$$

Теңдеудің жалпы шешімі табылды.

Енді осы теңдеудің $y(0)=1$ шартын қанағаттандыратын дербес шешімін табайық. Ол үшін төмендегідей жазамыз:

> z:=dsolve({tendeu, y(0)=1});

Экрандағы нәтиже:
$$z := y(x) = (x^2 + 1)e^{(-2x^3)}$$

Maple жүйесінде **dsolve** функциясын дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешуге қолдану мысалды қарастырайық:

Мысал 4:
$$\begin{cases} x' = x + y - z \\ y' = -x + y + z, & x(0) = 1, \quad y(0) = -1, \quad z(0) = 0. \\ z' = x - y + z \end{cases}$$

> **dsolve**({**diff**(x(t),t)=x(t)+y(t)-z(t), **diff**(y(t),t)=-x(t)+y(t)+z(t), **diff**(z(t),t)=x(t)-y(t)+z(t), **x**(0)=1, **y**(0)=-1, **z**(0)=0}, {**x**(t), **y**(t), **z**(t)});

Экрандағы нәтиже:

$$\begin{cases} x(t) = e^t \left(-\frac{1}{3} \sin(\sqrt{3} \cdot t) \sqrt{3} + \cos(\sin(\sqrt{3} \cdot t)) \right), \\ y(t) = -\frac{1}{2} e^t \left(\frac{2}{3} \sin(\sqrt{3} \cdot t) \sqrt{3} + 2 \cos(\sin(\sqrt{3} \cdot t)) \right), \\ z(t) = \frac{2}{3} e^t \sin(\sqrt{3} \cdot t) \sqrt{3} \end{cases}$$

Ал дифференциалдық теңдеудің сандық шешімін табу үшін (Коши есебінің немесе шеттік есептің) Maple жүйесінде **dsolve** бұйрығында **type=numeric** (немесе жәй **numeric**) параметрін енгізу керек. Олай болса дифференциалдық теңдеуді шешу бұйрығы келесі түрде болады: **dsolve**(**eq**, **vars**, **type=numeric**, **options**), мұндағы **eq** – теңдеу, **vars** – белгісіз функциялар тізімі, **options** – дифференциалдық теңдеуді сандық интегралдау әдісін көрсететін параметрлер. Maple жүйесінде Коши есебінің шешімін табу үшін келесідей әдістерді жүзеге асыруға болады:

method=rkf45 – 4-5-ші ретті Рунге-Кутта әдісі;

method=dverk78 – 7-8-ші ретті Рунге-Кутта әдісі;

method=classical – 3-ші ретті классикалық Рунге-Кутта әдісі;

method=gear и **method=mgear** – бірқадамды және көпқадамды Гир әдістері.

Мысал 5. $x_1(0) = 2$, $x_2(0) = 1$, $x_3(0) = 1$ бастапқы шарттары берілген

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -2x_1 + 5x_3, \\ \dot{x}_2 = (\sin t - 1)x_1 - x_2 + 3x_3, \\ \dot{x}_3 = -x_1 + 2x_3, \end{cases}$$

дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін $h = 0.1$ қадаммен $[0; 0.3]$ аралығында $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ функцияларының мәндерін Рунге-Кутта әдісін қолданып табу керек.

Бұл есепті Maple программалық пакетін пайдаланып есептесек, төмендегідей нәтиже аламыз:

> F:=**dsolve**({**diff**(x1(t),t)=-2x1(t)+5x3(t), **diff**(x2(t),t)=(sin(t)-1)x1(t)-x2(t)+3x3(t), **diff**(x3(t),t)=-x1(t)+2x3(t), x1(0)=2, x2(0)=1, x3(0)=1}, **numeric**):

> **for i from 0 to 3 do F(i*0.1); od;**

Экрандағы нәтиже:

$$\begin{aligned} & [t = 0, \quad x1(t) = 2, \quad x2(t) := 1, \quad x3(t) := 1] \\ & [t = 0.1, \quad x1(t) = 2.089842, \quad x2(t) := 1.004971, \quad x3(t) := 0.995004] \\ & [t = 0.2, \quad x1(t) = 2.158802, \quad x2(t) := 1.019536, \quad x3(t) := 0.980066] \\ & [t = 0.3, \quad x1(t) = 2.206193, \quad x2(t) := 1.042669, \quad x3(t) := 0.955336] \end{aligned}$$

Қорыта айтқанда, дифференциалдық теңдеулерді оқытуда компьютерлік математикалық пакеттерді пайдалану орынды. Мұндай программалық құралдардың көпшілігі дифференциалдық теңдеулерді оқытудың әлеуетті мүмкіндіктерімен қатар, моделдеуге, алгоритмдеу мен программалауға оқыту тұрғысынан да айтарлықтай әлеуетке ие болып отыр. Оқыту барысында пайдалануға болатын бірқатар Mathematica, MatLab, MathCad, Derive, Reduce және т.б. компьютерлік математикалық пакеттер түрлі бағыттағы жүйелер мен қондырғыларды бізді қоршаған ортадағы әртүрлі процестерді математикалық моделдеу негізінде жылдам есептеуге арналған мүмкіндіктерге ие болғандықтан, есептеулерді ең жаңа өте тиімді құралдар арқылы көрнекілеумен ұштастырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Сүлеймен Ж.С. Дифференциалдық теңдеулер курсы. – Алматы: Қазақ университеті, 2009. – 440 б.
- [2] Сулейменов Ж.С. Научно-методические основы системы обучения дифференциальным уравнениям. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 272 с.
- [3] Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. - М.: Наука, 1985. - 231 с.

- [4] Олейник О.А. Роль теории дифференциальных уравнений в современной математике и ее приложениях // Соросовский образовательный журнал, 1996, №4, С. 114-121.
- [5] Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике. - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 144 с.
- [6] Гандер В., Гржебичек И. Решение задач в научных вычислениях с применением Maple и Matlab. – М.: Вассамедина, 2005. – 520 с.
- [7] Савотченко С.Е., Кузьмичева Т.Г. Методы решения математических задач в Maple: Учебное пособие. – Белгород: Белаудит, 2001. – 116 с.
- [8] Молчанова Л.А. Введение в Maple. – Владивосток: Изд.ДВГУ, 2006. – 36 с.
- [9] Аладьев В.З., Бойко В.К., Ровба Е.А. Программирование и разработка приложений в Maple. – Таллинн: Межд. Акад. Ноосферы. 2007. 458 с.

Кадирбаева Ж.М., Абдулла Ж.С.

Применение программного пакета Maple при решении дифференциальных уравнений

Аннотация. В статье излагаются основные особенности использования компьютерных математических пакетов в преподавании дифференциальных уравнений. Иллюстрируются примеры нахождения решения обыкновенных дифференциальных уравнений и системы дифференциальных уравнений, используя возможности программного пакета Maple.

Ключевые слова: обыкновенное дифференциальное уравнение, численное решение, математический пакет

Kadirbayeva Zh.M., Abdulla Zh.S.

Applying of the Maple programming package at solving differential equations

Summary. The main features of the using of computer mathematical packages in the teaching of differential equations are described in the article. The article is illustrated by examples for finding the solution of ordinary differential equations and system of differential equations using the capabilities of the Maple software package.

Keywords: ordinary differential equation, numerical solution, mathematical package

А. Дробышев, А Алдияров, Д Ақтаев, Ұ.Жексен

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Алматы Қазақстан Республикасы, E-mail:Abdurahman.Aldiarov@kaznu.kz)

CH₄+H₂O ҚОСПАСЫНЫҢ КРИОКОНДЕНСАТТАРЫНЫҢ ҮЛДІРЛЕРІН ИҚ-СПЕКТРОМЕТРЛІК ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Метан қоспасы және метан криоконденсаттарының жұқа үлдірлерін ИҚ-спектрометрлік зерттеу кезіндегі температуралық диапазон көрсеткіші 16-36 К болды. Конденсация қысымы $P=1,0 \times 10^{-4}$ торр, ал үлгілер қалыңдығы 1-5 мкм құрады. Метан криоконденсаттарының деформациялық тербеліс жұтылу жолақтары мен қатты күйдегі метандағы α - β фазалық ауысулар арасындағы байланыс орнатылды. Метан молекуласында ауысудың валенттік тербеліс спин-ядролық релаксацияның температураның уақытқа тәуелділігімен түсіндіріледі. 20%-дық метан мен су қоспасы қос қабатты метанды су секілді 27-31 К температуралық көрсеткіште тербеліс деформациясы $\nu_m=1300$ см⁻¹ жұтылу жолағының амплитудасы мен күйінің күрт өзгеруі байқалады. Бұл метан мен су молекулаларының өзара әсерлесулерінің белсенділігін көрсетеді. Жұтылу жолағының орын басу минимумы таза метанмен салыстырғанда: таза метан үшін $\nu_m=1300$ см⁻¹, ал қоспа үшін $\nu_m=1306$ см⁻¹ болуы метан клатраттарының пайда болуымен байланысты. 27-32 К интервалда үлдірдегі болып жатқан үрдіс бұл үлдірде кластерлердің қалыптасуының жалғасы екенін дәлелдей отырып, кластерлік үлгіде құрылымдық өзгерістердің термиялық бағдар алғанын анықтайды [1].

Түйін сөздер: конденсация, инфракызыл спектроскопия, метан клатраттары, валенттік тербеліс, спин-ядролық релаксация.

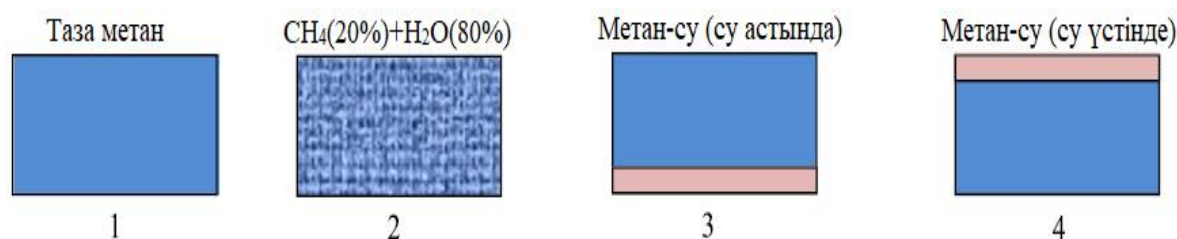
Кіріспе. Қатты күйдегі метанның құрамы мен қасиеттеріне байланысты зерттеулер жүргізіп, қызығушылық танытқан ғалымдар үшін үш өзекті жағдай бар: астрофизикалық көрініс, метан клатраттарының гидраттары мен оның құрамының пайда болу үрдісі, таза метан мен оның қатты күйдегі әр түрлі газ қоспасының спин-ядролық айналу үрдісі. Астрофизикалық ұстанымға келер болсақ, бұл зерттемелер Жер орбитасында кешенді оптикалық құрылғылар арқылы жүзеге асқан жұмыстар. Нәтижесінде алынған ақпараттар заттардың кең спектрлі құрамы мен механизмдердің қалыптасуы, әлемде белгілі бір заттардың криоконденсациялық күйде бар болуын растайды. Сондай-ақ, әр түрлі астрофизикалық объектілерде күн жүйесіндегі ғарыштық денелер сияқты молекулалық

бұлттарда да қатты күйдегі метан кездеседі. Көптеген зерттеулерде қатты күйдегі метанның алынуы кезінде оның жұтылу жолағы 1300 см^{-1} болып келді. Бұл жолақтың толық талдауы объектілердегі қатты күйдегі су мұзымен араласқан метанның таза CH_4 емес [2].

Ғарыштық объектілерде жүргізілген жұмыстар метан тығыздық беткейінің бағалануы ИҚ спектрометрлік зерттеулер метан молекуласының тербелу диапазонындағы жиілікте өткені фундаменталды негізде іске асқан. Мұнда метан клатрат гидраттарының түзілуі мен олардың құрамдық құрылымына аса көңіл бөлінген. Осындай тақырып қазіргі энергетикалық қызуғушылықпен қоса, метан мен су молекулаларының өзара әрекеттесуі бастапқы аспект болып келетін қолданбалы тапсырмалардың шешімі. Метан клатраттар гидратының құрамын тәжірибелік зерттеу әдістерінің бірі су буы қоспасының газ фазасында конденсациясы мен метанның суық беттегі конденсациясы. Су матрицасындағы метанның болу шарттары клатраттардың пайда болуына ықпал етеді деп болжануда. Жоғарыда сипатталған астрофизикалық әдіспен үлкен дәрежеде мәселенің қалыптасуы синхрондалады [3].

Спин-ядролардың трансформация үрдістеріне қатысты, олардың таза метан мұзы мен олардың қоспаларын әр түрлі газдармен қалыптастыру мен айырбастаудағы рөлі, сондай-ақ метан клатраттарының гидратын қалыптастыру тетіктерін анықтауда маңызды болып табылады, әсіресе, температуралық ынталандырылған спин-ядролардың өзгерістері метан молекулаларында да, суда да жүзеге асырылады. Метан және су қоспасының бірігуі кезінде, атап айтқанда, аморфты үздіксіз су қабықшаларында өздігінен поляризация әсерін, криопрепитация үрдісін сүйемелдейтін электрлік әсерлерді, үздіксіз су үлдірлеріндегі фазалық түрленулерді ескере отырып, және басқа да құбылыстардың болуына назар аудару қажет [4].

Жоғарыда аталған процестер таза және аралас түрде судың және метан молекулаларының тербеліс спектрлерінің өзгеруімен бірге жүретінін ескере отырып, сипатталған үрдістерді зерттеудің ең тиімді әдістерінің бірі - тербеліс спектроскопия әдісі болып табылады. Біздің зерттеуімізде осы заттардың (температура, қысым, шоғырлану) криопреципитация жағдайларын өндірілген қабықшалардың ИҚ спектрлеріне әсерін анықтау үшін қолданылған арнайы әдіс [5].



1 – сурет. Тәжірибелік диаграммалар.

Тәжірибе

Бұл зерттеу жұмысында IHSANTECHNOGAZ-да өндірілген 99,99%-ды таза метан газы қолданылды. Су буларының көзі таза сазды суды 99,96% құрады. Өлшеулер үшін негізгі температуралық диапазон 14-36 К және метанның $k-\beta$ өту температурасын ($T=20,4\text{ К}$) қамтыды. Үлгілерді толық буға айналдыру үшін 137 К температурасында қыздырылды. Мұндай температурада су криоконденсаты шыны тәрізді күйден кристаллизация арқылы суытылған сұйық күйге ауысады. Мәселен, эксперименттік нәтижелерде көрсетілуі тиіс болған метанның және судың таза компоненттерінің құрылымдық фазаға өтуі ерекше температуралық мәндер келтірілген. Эксперименттердің негізгі кезеңдері 1 – суреттен анық көрінді. Бірінші сатыда таза метан қабықшаларының ИҚ-спектрометриялық зерттеулерді қамтыды. Өлшеу $0,5\text{ см}^{-1}$ спектральды рұқсатымен ИКС-29 ИҚ-спектрометрімен жүргізілді. Конденсацияланған үлдір қалыңдығы 1 мкм болды. Содан кейін метан қоспасынан (20%) және сумен (80%) құралған қабыршақтар зерттелді. Қоспаның үлдір қалыңдығы 5 мкм болғандықтан, онда метанның әсерлі құрамы тәжірибеге сәйкес келетін таза метан алынған мәліметтерді салыстыруға мүмкіндік берді. Бұл принцип барлық қалған тәжірибелер үшін байқалды. Осы қондырғының мәні 1 – суретте “қою 3-4” функциясымен анықталды. “Қою 3” жағдайында төсетекке қалыңдығы 1 мкм болатын метан үлдірін қойып, оған 4 мкм суды конденсацияланды. “Қою 4” функциясы кезінде алдымен қалыңдығы 4 мкм құрайтын су конденсаты пайда болып, екінші бетіне 1 мкм метан конденсацияланды. Мұндай эксперименттік

қондырғы келесіге қол жеткізуге мүмкіндік береді: біріншіден, молярлы метанды бірдей құрамды үлгілердің тербеліс спектрін салыстыруға мүмкіндік береді, бірақ олар әртүрлі жолдармен және түрлі күйлерде кездеседі; екіншіден, ол термо-цикл жүру кезінде үлгілерде болған өзгерістерді бақылауға мүмкіндік береді; яғни вакуумда қатты метан бар болатын диапазондағы температураның жоғарылауы немесе азаюы; үшіншіден, сынаманың толығымен буланғанша судың криокондасаттағы метан күйін бақылау [6].

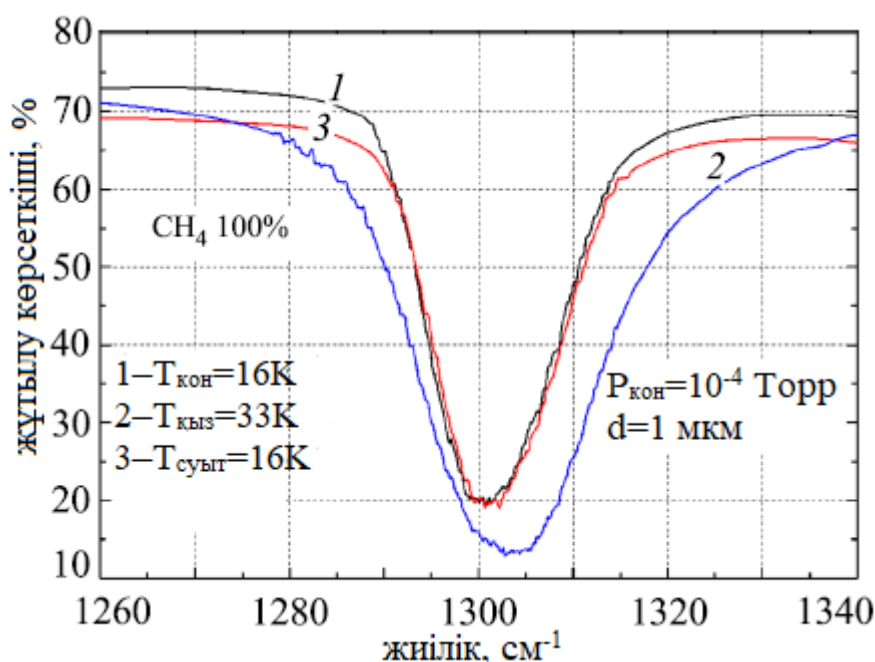
Нәтижелер мен талқылаулар

Бұл зерттеу шарасында негізгі ақпарат метанның суға қатысты әр түрлі күйін үлгілердің тербелмелі жұтылу спектрлерін талдау әдісінде және 400-4200 см^{-1} интервалда алу көзделген болатын. Сонымен қатар метан молекулаларының деформациялық тербелмелі жұтылу жолақтарының жиілігі 1300 см^{-1} болуы - оның қарастырылған үлгілердің құрамы жоғары сезімталдықпен өзгеруі болып табылады [7].

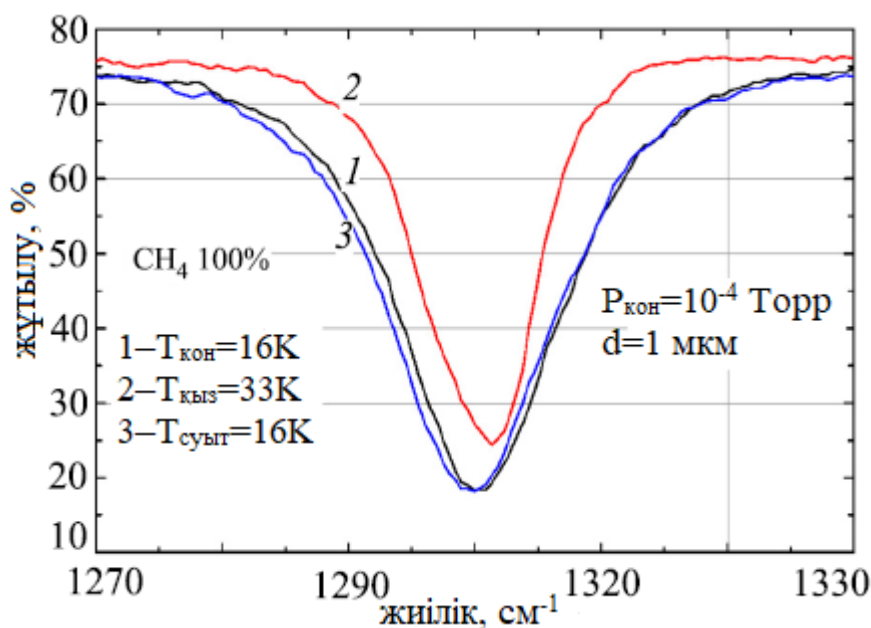
2 – суретте таза метанның криоконденсация кезінде алынған нәтижелер көрестіілген. Метан молекулаларының деформациялық жұтылу жолақтарының тербелісіне $\nu=1300 \text{ см}^{-1}$ температура мен термо-цикл әсер етеді. 16 К конденсация температурасында алынған нәтижелерде үлгі қалыңдығы $d=1,1 \text{ мкм}$ құрады. Суретте көрсетілгендей $T=16 \text{ К}$ (1 – қисығы) конденсация температурасына сәйкес келді. Ол молекулалық жұтылу жолағының максимумы $\nu_m=1300,6 \text{ см}^{-1}$ жиілігінле өтті. Абсорбцияның ($\Delta_{1/2}$) жарты амплитудасының өткізу қабілеті 15 см^{-1} .

Үлгінің температурасын 33 К (2 – қисығы) дейін көбейту жұтылу жолағының лезде кеңеюіне әкеліп соқтырды ($\Delta_{1/2}=24 \text{ см}^{-1}$) және жұтылудың максимумға ұмтылуы $\nu_m=1303,5 \text{ см}^{-1}$ жиілікте жүзеге асты. Бұл метанның β -фазасынан α -фазаға фазалық өтудің, метан торының айналмалы-тербелмелі кіші жүйесінің балқуына байланысты [8].

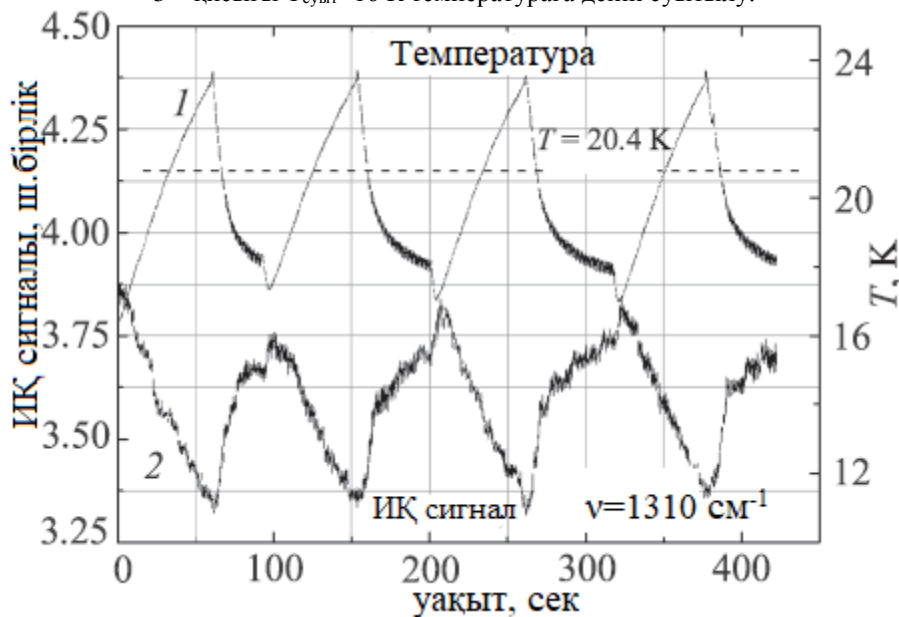
Метан үлдірінің келесі бір суытылуы бастапқы конденсация температурасы 16 К (3 – қисығы) болғаны кері өтуге алып келеді. Сәйкесінше 1-3 – спектрлері бақыланып отырған үрдістің қайтымды екенін дәлелдейді. 3 – суретте кескінделген таза метан үлдірінің жұтылу спектрлері қалыңдығы $d=1 \text{ мкм}$ болатын конденсацияланған 32 К температурада өзгеріске ұшырағанын көрсетеді. 2 – суретте бойынша қалыңдығы $d=1 \text{ мкм}$ таза метан криокондасатының инфрақызыл спектрлерінің максимум жұтылулары: 1 – қисығы $T_{\text{кон}}=16 \text{ К}$ температурада тұндырылады, 2 – қисығы $T_{\text{кызд}}=33 \text{ К}$ температураға дейін қыздырылады, 3 – қисығы $T_{\text{суыт}}=16 \text{ К}$ температураға дейін суытылады [9].



2 – сурет. Таза метанның криокондасаттарының ИҚ-спектрлері. Үлдір қалыңдығы $d=1 \text{ мкм}$.



3 – Сурет. Қалыңдығы $d=1$ мкм таза метан криоконденсатының ИҚ спектрлері:
 1 – қисығы $T_{\text{кон}}=16$ К температурада конденсациялану,
 2 – қисығы $T_{\text{қызд}}=33$ К температураға дейін қыздырылу,
 3 – қисығы $T_{\text{суыт}}=16$ К температураға дейін суытылу.



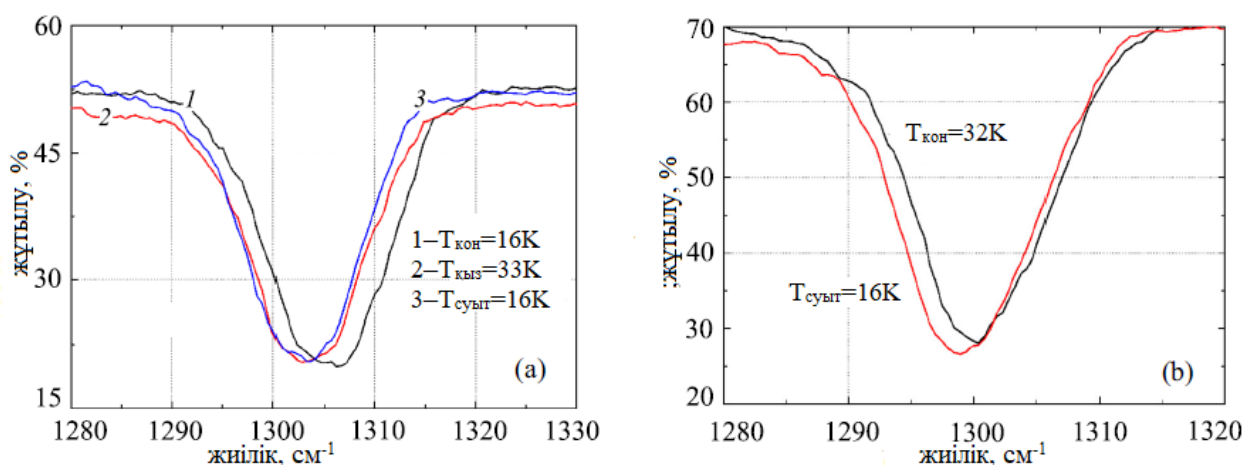
4 – Сурет. $T=20,4$ К жуық метанның фазалық ауысу үлгісі.

1 – спектр $\nu_m=1300$ см⁻¹ молекулалық тербеліс жиілігінде, ал жұтылу жарты ені ($\Delta_{1/2}$) 15,5 см⁻¹. Үлгінің температурасын 16 К (2 – қисығы) төмендету барысы жұтылу амплитудасының азаюына алып келді. Жұтылу максимумы $\nu_m=1301$ см⁻¹ жиілікте және біршама ($\Delta_{1/2}=10,2$ см⁻¹) жұтылу жолағы енінің кішіреюі болып табылады. Әлбетте, бұл метанның α -фазадан β -фазаға фазалық өтуі, метанның айналымалы-тербелмелі шағын жүйенің ішінара мұздатуымен байланысты. Кейінгі температураны 32 К бастапқы температураға дейін сіңіру жолағын қалпына келтіреді (3 – қисық) [10].

Осылайша 2-3 – суреттердегі үлгілердің қасиеттерін салыстырып, бастапқы α мен β -фазаларында әр түрлі күйлер қалыптастырылды. Бұл кескіндердің ұқсастығы α -фазасында жұтылу жолағы β -фазасына карағанда әлдеқайда кең. Бұл α -фазасында қатты метанның еркіндік дәрежесінің артуы айналымалы кіші жүйенің 20,4 К жоғары температурада ерітуіне байланысты екенін көрсетеді.

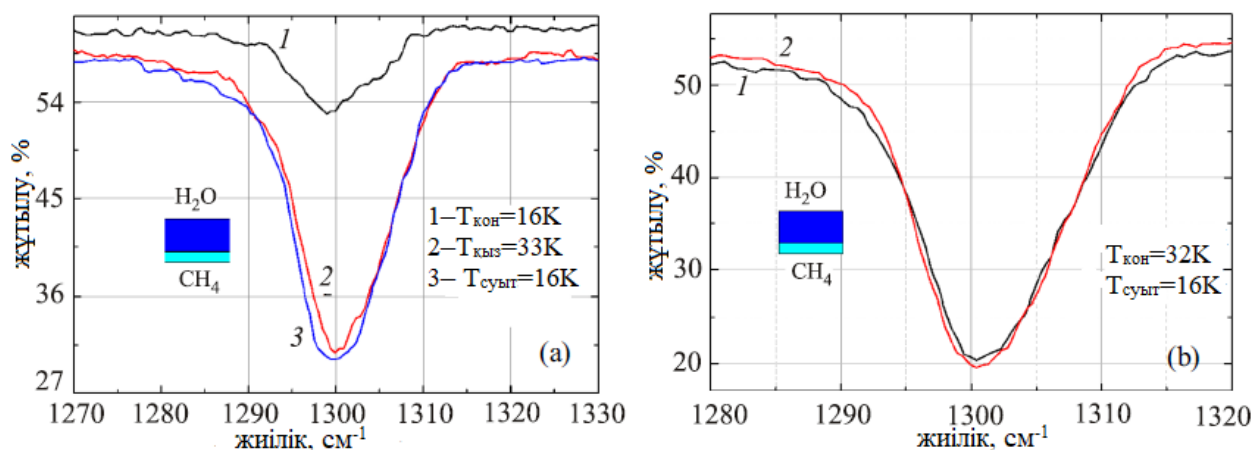
Бұдан басқа 2-4 – суреттерде бұл түрленудің қайтымдылығы анықтады. Үрдісті тереңірек зерделеу үшін жұтылу жолағының өзгеруіне тәуелді тәжірибе жасалды. Үлдір 16 К температурада белгілі бір қалыпқа келгеннен кейін ИҚ-спектрометр жиілігі $\nu=1310 \text{ см}^{-1}$ тіркелді. 2 – суретте β -дан α -фазаға температура өсуімен спектрометр сигналының төмендеуімен қатар, температура түсуімен іске асқан кері ауысу α -дан β -фазаға өту сәйкесінше сигналдың артуына алып келуі мүмкін. Криостат температурасын ұстап тұру жүйесі төсетек температурасын $T=20,4 \text{ К}$ фазалық ауысуды қамтамасыз ету үшін жасалынған. Алынған нәтижелер 4 – суретте көрсетілген. 1 – қисығы төсетек температурасына сәйкес келгенде, 2 қисық ИҚ-спектрометрдің сигналын $\nu=1310 \text{ см}^{-1}$ жиілікте өзгерісін байқатты. Үзік сызық температураның $20,4 \text{ К}$ көрсеткішінде фазалық ауысудың мәнін бағыттады. 4 – суретке қарап бірнеше тұжырым жасауға болады. Ең алдымен, байқалатын өзгерістердің бірінші ретті фазалық ауысулардың классикалық көрінісіне сәйкес келетін кері қасиеті бар екені анық. Көрініп тұрғандай, метан тербеліс жолағы мен төсетек температурадағы өзгерістер арасында белгілі бір байланыс орныққанын байқаймыз. Температураның өзгеру жылдамдығы мен шыңның өзгеру жылдамдығы арасындағы қатынас айқын, бұл әдетте белгілі бір температурада кенеттен орын алатын бірінші ретті фазалық ауысу үшін тән емес. Атап айтқанда, метанның ауысу температурасының дәл мәні $T=20,48 \text{ К}$. Сіңіру жолақтарының температура өзгеруіне байланысты біртіндеп жылжуы байқалады, сәйкесінше метан криоконденсаттарында орын алатын және нақты фазалық өтуге әсер ететін спин-ядролы трансформация процестерінің көрінісі. Яғни, әр температура мәні метан спин-ядролы модификацияларының шоғырлануының тепе-теңдік коэффициентіне және тиісінше деформацияның тербелісі үшін абсорбция жолағының тиісті орнына сәйкес келеді [11].

Алайда, конверсия жылдамдығы температурадан тәуелді болғандықтан, бұл тепе-теңдікке жету үшін қажетті уақыт температура өзгеретін бағыттың функциясы болуы керек. Бұл болжам сондай-ақ, температура өзгеру бағытына қатысты абсорбция жолағын ауыстырудың асимметриялық қасиеті арқылы қолданады, бұл конверсия жылдамдығына температурадан тәуелді болуы мүмкін. Біздің ойымызша, осы сұрақтарға жауап беру үшін температура $20,4 \text{ К}$ -ге қатысты өзгерген кезде максималды симметрияны қамтамасыз ете отырып, сонымен қатар температура диапазонын азайтып, қосымша эксперименттер жүргізу қажет. 5 – суретте метан (20%) - су (80%) қоспасының криоконденсаттарының ИҚ-спектрометриялық зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Таза метан сияқты, метанның деформациялық тербелуінің 1300 см^{-1} дейінгі сіңіру жолағының жағдайы зерттеледі. ИҚ-спектрометриялық зерттеудің нәтижелері 5 (а) – суретте $T=16 \text{ К}$ болғанда, 5 (б) – суретте $T=32 \text{ К}$ сәйкесінше анық болып тұр. Тәжірибелік үрдіс келесідей түрде жүргізілді. Газ қоспасы берілген төсетек температурасында $T=16 \text{ К}$ және газ фазасы қысымы $P \approx 1,0 \times 10^{-4}$ торр көрсеткішінде болды. Үлдір қалыңдығы 5 мкм , бұл метанның тиімді қалыңдығына сәйкес келеді $d=1 \text{ мкм}$, бұл таза метанмен эксперименттерге сәйкес келеді. 5 (а) – суретте үлгі үшін үш спектр жиілігі $\nu=1310 \text{ см}^{-1}$ көрсетті. 1 – қисығы - $T=16 \text{ К}$ температурасында конденсация кезінде үлдірдің тербелмелі спектрі [12].



5 – Сурет. ИҚ-спектрлер CH_4 (20%) в H_2O (80%) жиілікте $\nu_m=1310 \text{ см}^{-1}$: 1 (а) – қисығы, $T_{\text{кон}}=16 \text{ К}$; 2 – қисығы $T_{\text{кызд}}=32 \text{ К}$ дейін қыздырылды; 3 – қисығы $T_{\text{суыт}}=16 \text{ К}$ температурасына дейін суытылды; 1 (б) – қисығы $T_{\text{кон}}=32 \text{ К}$ температурасында конденсация болады; 2 – қисығы $T=32 \text{ К}$ -ден $T_{\text{суыт}}=16 \text{ К}$ -ге дейін суытылады.

Максимумдық жұтылу жиілігі $\nu_m=1306 \text{ см}^{-1}$, $\Delta_{1/2} = 14 \text{ см}^{-1}$, 2 – қисығы 32 К температурасында болды. Ең жоғары жұтылу $\nu_m=1303 \text{ см}^{-1}$, $\Delta_{1/2}= 13 \text{ см}^{-1}$ байқалады. 3 – қисығы 32 К–нен 16 К–ге дейін қайта суытудан кейін үлгінің жұтылу спектрін көрсетті. Жұтылу жолағының 2 – қисығымен салыстырғанда тәжірибе жүзінде өзгеріс білдірмеді. Осылайша, үлгіні 16-32 К конденсациясынан жылыту 3 см^{-1} де қарастырылған сіңіру жолағын шамалы, бірақ анық «шекаралық» жылжытуға әкеледі, бұл пленкадағы белгілі бір құрылымдық өзгерістердің көрінісі болып табылады және 16 К дейін салқындату арқылы көрсетілгендей, бұл түрлендірулер кері қайтарылмайды. 5 (б) – суретте көрсетілгендей 32 К–де пайда болған қоспа криоконденсатының зерттеу нәтижесі (1 – қисығы) болып, 16 К–ге дейін суытылған (2 – қисығы) бейнеленген. 32 К–де конденсация кезінде үлдірдің жұтылу жолағы $\nu_m=1300 \text{ см}^{-1}$, $\Delta_{1/2}=12 \text{ см}^{-1}$ жиілікте максимум абсорбцияға ұшырайды. Үлгінің 16 К–ге дейін суытылғандағы жұтылу жолағы максимум абсорбцияға $\nu_m= 1299 \text{ см}^{-1}$, $\Delta_{1/2}=13 \text{ см}^{-1}$ жиілікпен жақындайды. Осылайша су қоспасымен бірлескен метан қасиеті таза үлгіден айрықша ерекшеленеді. Біріншіден, β –күйден α –ге ауысу барысында деформация тербелісі жұтылу жолағының модификациялық өзгерісі шамалы. Екіншіден, бақыланып отырған әлсіз өзгерістер қайтымсыз. Бұл метан гидрат клатраттары метанның су буымен конденсациясы кезінде пайда болады да, метан молекулаларының тұрақты құрылымдық конфигурация байланысына әкеледі. Метан және су молекулаларының өзара әрекеттесуімен байланысты ерекшеліктерді анықтау үшін біз дәйекті конденсациядан тұратын қабатты қабықшалардың ИҚ-спектроскопиялық зерттеулерін орындадық. Сонда 6 (а) – суретінде келесідей мәндерге ие болдық. Қалыңдығы 1 мкм үлдірді 16 К температурасында конденсациялады. Осыдан кейін қабатқа қалыңдығы 4 мкм болатын криоконденсаттардың қабаты қолданылды, ал алынған алынған «сэндвичтің» ИҚ-спектрі (1 – қисығы) өлшенді. Кейінірек үлгіні 32 К–ге дейін қыздырып (2 – қисығы), қайтадан 16 К–ге суытып (3 – қисығы) аламыз. Алынған үлгінің жұтылу жолағы $T_{\text{кон}}=16 \text{ К}$ (1 – қисығы) температурасында өлшеніп, максимумдық жұтылу жиілігі 1299 см^{-1} болды. Бұл спектрдің айрықша ерекшелігі, ең көп сіңіру коэффициенті шамамен 10% -ды құрайды, ал сол қалыңдығындағы таза метан үшін ол 50-60% жетеді. Алайда, 32 К дейін қыздыру жұту амплитудасының күрт өсуіне әкелді (2 – қисығы) [13].

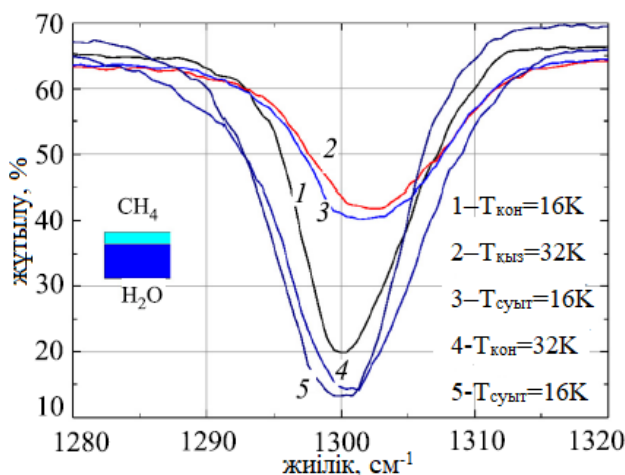


6 – Сурет. Метан мен су қоспасы метанның тербеліс деформациясында қос қабатты үлгі спектрі $\nu_m=1300 \text{ см}^{-1}$: $T_{\text{кон}}=16$ (а) и 32 (б) К.

Сонымен қатар, абсорбцияның максималды орналасуы іс жүзінде бірдей ($\nu_m=1300 \text{ см}^{-1}$). Пленканы кейіннен 16 К дейін салқындату, іс жүзінде жұтылу спектріне әсер етпейді (3 – қисығы). Сондықтан екі сұрақ туындайды: неге абсорбция амплитудасының өсу температурасы күрт өзгереді және неге абсорбция шыңының позициясы β фазасынан α фазасына өтіп жүрген кезде өзгермейді? Жұтылу амплитудасының күрт өсуін ИҚ-спектрометр мен екі қабатты үлгі арасындағы өзара байланыстарында глобарлық сәулелену болуын растайды. Төсетек температурасының өсуі бұл шекарада метан мен судың өзара әрекеттесу нәтижесі деп біліп, метан үлдірінен өтетін глобарлы сәулелену мен жұтылуды оңайлатады. Метанның деформациялық тербеліс жұтылу жолағының төсетек температураға байланысты өзгермеуін метан мен судың әрекеттесуі ғана емес, сонымен қатар

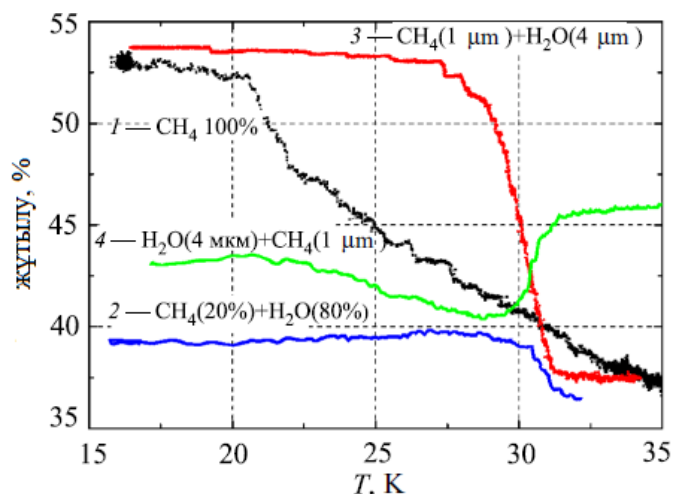
метан қабықшаларының өзара әрекеттесуімен сипаттауға болады. Бұл жағдайда әрекеттесу қайтымсыз, келесі үлгі жұтылу жолағына ие болмайды. Бұдан басқа үлгінің термиялық цикл (8 – суретте) көрсетілгендей температура өгерісіне тәуелсіз тұрақты көрініске ие. Үлгі 32 К конденсация кезінде (6 (б) – суретте) 32 К–нен 16 К–ге түскенде жұтылу спектрінің күйі мен оның пішініне әсер етпейді. Сондықтан да бұл үрдіс 32 К конденсатта метан үлдірі қалыңдығы бойынша су молекулаларымен әсерлесіп, метан-су жүйесінің тұрақты және қайтымсыз күйге алып келеді. 7 – суретте екі қабатты үлгінің 4 мкм су концентраты мен 2 мкм метанмен конденсацияланады [14].

Суретте екі түрлі температуралық конденсация: (1-3 – қисықтары) 16 К және (4-5 – қисықтары) 32 К деп көрсетілген. 16 К–де (1 – қисығы) қалыптасқан үлгінің жұтылу жолағы максимум жиілікке $\nu_m=1300 \text{ см}^{-1}$ ие болып, $\Delta_{1/2}=8 \text{ см}^{-1}$ жарты ендікке жетті. Төсектек температурасын 32 К–ге дейін қыздарғаннан соң (2 – қисығы) жұтылу жолағының амплитудасының күрт төмендеуіне соқтырып, жылжу максимумы ($\nu_m =1303 \text{ см}^{-1}$) мен оның кеңеюі ($\Delta_{1/2}=12 \text{ см}^{-1}$) мәнге теңелді. Бұл белгілер β –дан α –ға ауысу барысындағы сипаттамалар. Бірақ-та (3 – қисығы) температураның төмендеуі жұтылу жолағының еш өзгермей, температураның өсуінде де қайтымсыз үрдісте жүргенін дәлелдейді. 4 – қисығы 7 – суретте сәйкесінше үлгі үшін жұтылу жолағы 32 К–де конденсацияланған. Сол үшін де $\nu_m =1301 \text{ см}^{-1}$ и $\Delta_{1/2}=12 \text{ см}^{-1}$ сандық көрсеткіштер өзгеріссіз қалады. Үлгінің 16 К–ге дейін суытылуы біршама өзгерістерге алып келді: өлшемнің аз да болса жылжығанын байқаймыз $\nu_m =1301 \text{ см}^{-1}$ при $\Delta_{1/2}=11 \text{ см}^{-1}$. Осылайша метанның тұрақты қайтымсыз пішіні 32 К конденсация температурасында туындады.



7 – Сурет. Метан-су қос қабатты үлгісінің тербеліс спектрі метанның деформациялық тербелісінің жиілігіне жақындауы $\nu_m=1300 \text{ см}^{-1}$.

Зерттеу шеңберінде зерттеліп жатқан абсорбция жолағының құрамдық қасиеттерін қалыптастыру жағдайына және криофилияның күйіне байланысты келесі зерттеулер жүргізілді. Үлгінің мұндай криопресипитациясынан соң белгілі бір температурада немесе басқа жұтылу спектрінде өлшеніп, ИҚ-спектрометр $\nu=1305\text{-}1310 \text{ см}^{-1}$ бақылау жиілігінде бекітілді. Одан кейін үлгілер 16 К температураға дейін қыздырылып, 32 К температурада тұрақты қатты метан алу шарты ұйымдастырылды. Алынған термограммалар әр түрлі тәжірибелік шарттарға сәйкес 8 – суретте көрсетілген. Нәтижесіндегі қисқтарды 2-7 – суреттерге қарап тұжырым жасауға болады, термограммалардың өзгерісі тек жұтылу жолақтарының амплитудаларының өзгеруіне тәуелді екенін бағыттады. 1 – термограмма (таза метан, 16 К–де конденсацияланған, үлдір қалыңдығы 5 мкм) ерекшелігі оның 20 К–ге жақын болуымен қатар оның қатты метан фазалық ауысуының сипаты болып келеді. 2 – суретте негізделген 1 – термограмманың температураның артуына байланысты жұтылу жолағының кеңеюі мен араласуы алғышарт болып саналады. Бірақ 1 – қисығының 20 К температурада жылжуы жұтылу жолағының сәйкесінше біркелкі ауысуы туындайды. Біздің пайымдауымызша, бұл шамамен 250 сек, 20 К 4 – суреттегідей жуық, ол шамамен 50 сек құрайды. Алайда 1 – қисығы секірмелі фазалық ауысуды ғана емес, метанның спин-ядролық үрдіске ұшырайтынын, сонымен қатар температура функциясы мен динамикалық фазалық өзгерістерді біршама көбейтуге негізделген.



8 – Сурет. Әр түрлі күйдегі қатты метанның деформациялық тербелістің жұтылу жолағының өзгеріс термограммалары. Бақыланған жиілік диапазоны $\nu=1305-1310 \text{ см}^{-1}$.

Бұл жағдайда бұрыштық ығысуларда 1 – термограммаларда 16-20 К β - фазасы мен α -фазасы ($T > 20 \text{ К}$) анықталған. 2 – термограмма метанның деформациялық жұтылу жолағының өзгерісін қыздыру барысындағы метан мен су қоспасының 20%-дық криоконденсатының сипаттамасы. Бұл тәжірибеде бақыланған жиілік 1300 см^{-1} құрады. 5 – суреттегі берілген термограммаларды салыстыра отырып, келесідей қорытындыға келуге болады: 20 К-дегі фазалық ауысу қаралып отырылған үлгіде орны жоқ, үлгіге 16 К-нен 28 К-ге дейінгі температуралық өзгерістер тән емес, 28-31 К температуралық интервалдағы интерферометрлік көрсеткіштер лезде төмендеп, берілген жиілікте жұтылу жолағының 5 – суреттегідей ұзын толқынды маңайда жылжыған. Біздің зерттеу жұмыстарының нәтижелері көрсеткендей бұл термо үрдіс қайтымсыз ауысу.

3 – термограммасы екі қабатты үлгідегі сіңіру жолағының позициясының өзгеруін көрсетеді (4 м қалыңдықтағы су 1 мкм метанға конденсацияланған). Конденсация температурасы 16 К. Көріп отырғандай, фазалық өтуге байланысты болуы мүмкін 20 К шамасында ешқандай ерекшеліктер жоқ. Термограмманың қасиетін салыстыра отырып, 6 (а) – суретте көрсетілгендей, 16-27 К ауқымындағы спектрометр сигналының біртұтас тамшы жұту жолағының ұстанымындағы шағын өзгеріспен байланысты. 27-31 К температура диапазонында байқау жиілігінде шағылысудың күрт төмендеуі байқалады, ол абсорбция амплитудасының күрт ұлғаюымен байланысты (6 – сурет (а)).

4 термограмма метандық деформацияның жұтылу жолағының өзгеріс күйін екі қабатты үлгіде, 16 К температурада 4 м қалыңдығы бар су ең алдымен 1 мкм метан қабатымен конденсацияланып, жоғары бекейге өтетінін көрсетеді. 6-20 К температура диапазонында судағы метан пленкасының жағдайы іс жүзінде өзгермейді. 20-дан 21 К-ге дейінгі кезеңде жұтылудың монотондылық төмендеуі байқалады, бұл β - α фазалық ауысу арқылы мүмкін. Алайда 28-ден 31 К температура диапазонында спектрометр сигналының күрт артуы байқалады, ол байқау жиілігінде амплитудасының азаюын көрсетеді [15].

Қорытынды

1. Метан криовакуумдық конденсатының жұқа үлдірлері көлемді үлгілер секілді α -дан β -ға фазалық ауысу 20 К температурада жүреді. Бұл ауысу криопреципитация температура мен температура өзгеру бағытына тәэсілсіз жүзеге асады. Ауысу уақыт бойынша көбейіп, фазалық өзгерісінде метан молекулаларындағы спин-ядролық релаксация температурасымен байланысты болды. Бұл түйін үлгіні 16 К (8 – сурет, 1 – қисық) температурасына дейін қыздырылған толық релаксация уақыты шамамен 250 сек құрап, сәйкесінше 20 К (4 – сурет) шамамен 50 сек құрады.

2. Криоконденсаттың тербелмелі спектрлерін зерттей отырып, метан мен судың 20%-дық қоспасы 16-29 К температура аралығында үлгі көріністері өзгеріссіз қалғаны мәлім болды (8 – сурет, 2 – қисығы). Бірақ-та, 29-32 К арасында, спектрометрдің тез арада сигналының қарқындылығы төмендеп, 5 (а) – суретте, жұтылу жолағының жылжуы байқалды. Жолақтардың параметрлері жұтылу амплитудасымен жарты ендік бойынша тәжірибе жүзінде қыздырылған соң (2 – қисығы), қайта

суытудан кейін (3 – қисығы) бұл үрдістің қайтымсыз екенін анықтады. Метан мен су молекулаларының конденсация кезінде тұрақты тізбектердің өзара әсерлесулерінің себебі клатраттар болуы мүмкіндігін айқындады. Сол үшін де қоспаның жұтылу жолағының таза метанмен салыстырмалы түрде $\nu_m = 1306 \text{ см}^{-1}$, $\nu_m = 1300 \text{ см}^{-1}$ екенін көрсетті. 29-32 К.

3. Метан суының және судың үлгілерінің екі қабатты үлгілерін зерттеу конденсациялық компоненттердің ретіне қарамастан, метан-су интерфейсі тұрақсыз екенін дәлелдеуге мүмкіндік береді. Су мен метан молекулаларының өзара әрекеттесуі конденсация кезінде де, конденсацияланған үлгілер үшін температура өзгерген кезде де кездеседі. Әсіресе күрт өзгерістер 27-28 К жоғары температурада болады, бұл 8 – суреттегі 3-4 – графиктерден көруге болады.

4. Екі қабатты метан суы үлгілерінің қоспасын зерттеудің нәтижелері бір жалпы сипатты көрсетті. 27-31 К температура диапазонында деформацияның тербеліс жиілігіне жақын сіңіру жолағы мен амплитудасының қарқынды өзгеруі 1300 см^{-1} жүзеге асты. Бұдан басқа барлық үлгілер 28-30 К температурдан жоғары конденсациялану барысында тұрақты күйде термиялық циклдену кезінде ешқандай өзгеріске ұшыра алмайды. Зерттеулер бойынша, 27-28 К температураға жуық мән – су мен метан молекулаларының өзара әсерлесу белсенділік температурасы болып табылады. Сонымен қатар метанның су матрицасындағы әр түрлі күйде болуы мүмкін: клатрат түріндегі адсорбтық күйде орныққан ерітінді ретінде, және әрбір түрдегі сипаттамалары зерттеліп отырылған трансформацияда орын алуы мүмкіндігі зор.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] E. Mayer and A. Hallbrucker, J. Chem. Soc. Chem. Commun. 1989, 749.11D. Blake, L. Allamandola, S. Sandford, D. Hudgins, and F. Freund, Science 254, 548 (1991).
- [2] Drobyshev, A. Aldiyarov, V. Kurnosov, K. Katpaeva, E. Korshikov, D. Sokolov, A. Shinbayeva, and A. Timchenko, Fiz. Nizk. Temp. 41, 552(2015) [Low Temp. Phys. 41, 429 (2015)].
- [3] Margolis J.S., Fox K. Extension of Calculations of Rotational Temperature and Abundance of Methane in the Jovian Atmosphere // J. Atmospheric Sciences. – 1969. – V.26. – №5. – P. 862-864.
- [4] Heidemann A., Press W., Lushington K.L., Morrison J.A. Study of the tunneling rotations in phase of solid CH_4 with high resolution neutron spectroscopy // J. Chem. Phys. – 1981. – V. 75. – N 8. – P. 4003-4009.
- [5] Манаков А.Ю., Скиба С.С. Использование клатратных соединений для хранения водорода // Российский химический журнал. – 2006. – Т. 50. – №6. – С. 73–82.
- [6] Громовых С. А. Исследование и разработка технологий строительства скважин в условиях гидратообразования (на примере месторождений Красноярского края): Автореферат диссертации на соискание учёной степени канд. техн. наук. — Тюмень, 2005. — 21 с.
- [7] Грицинин С.И., Гушин П.А., Давыдов А.М., Иванов Е.В., Косый И.А., Мисакян М.А. Основные ИК-спектрные измерения // Физика плазмы. – 2009. – Т. 35. – № 10. – С. 1011-1018.
- [8] Noriaki Sano. Clathrates of methane // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2004. – Vol. 37. – L. 17.
- [9] Дробышев А.С., Алдияров А.У., Төменгі температуралық тәжірибелер техникасы, Алматы 2015. – 99б.
- [10] Олейник Б.Н., Лаздина С.И., Лаздин В.П., Жагулло О.М. Приборы и методы температурных измерений. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 296 с.
- [11] Drobyshev A., Aldiyarov A., Katpaeva K., Korshikov E., Kurnosov V., Sokolov D., Shinbayeva A. Ir-spectroscopic studies of weak solutions of cryovacuum condensates of water, ethanol and methane in cryomatrixes of nitrogen, argon and xenon. // 13th International Conference on the Physics and Chemistry of Ice (PCI-2014). – Hanover, USA. – 2014.
- [12] Кара-Мурза С.Г. Клатраты: молекулы в гостях у кристаллов // Химия и жизнь. — 1966. — № 12. — С. 44-47
- [13] Сид Дж.В., Этвуд Дж.Л. Супрамолекулярная химия. – Т.1. – М.: Академкнига, 2007. – 479 с
- [14] Yamamoto T., Kataoka Y. Theory of phase transitions in solid methanes. VIII. Anomalous thermal expansion in solid $[\text{CH}]_4$ // Prog. Theor. Phys. – 1977. – 46. – P. 383-387
- [15] Кэрролл Дж. Гидраты природного газа. – М.: Изд. “Технопресс”, 2007. – 316 с.

Дробышев А., Алдияров А., Ақтаев Д., Жексен У.

ИК-спектрометрическое исследование пленок криоконденсатов смеси $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Резюме: Данные ИК-спектрометрических исследований криоконденсатов метана и его смесей проводились в диапазоне температур 16-36 К. Давление конденсации составляло $P = 1,0 \times 10^{-4}$ Торр, а толщина образцов варьировалась от 1 до 5 мкм. Для криоконденсата в твердом метане установлена связь между положением полосы поглощения деформационной вибрации и фазовым переходом α - β . Растяжение перехода представляется температурной зависимостью времени спин-ядерной релаксации в молекулах метана. Показатели изучения как 20% -ной смеси воды и метана, так и двухслойных образцов метановой воды

показали, что в температурном диапазоне 27-31 К происходят изменения положения и амплитуды полосы поглощения колебаний деформации $\nu_m=1300$ см⁻¹. Установлено замещение полосы поглощения по сравнению с чистым метаном. Процедура, происходящие в образце в интервале 27-32 К, либо термически стимулированных компонентных изменений в кластерном образце.

Ключевые слова: конденсация, инфракрасная спектроскопия, клатраты метана, валентное колебание, спин-ядерная релаксация.

Drobyshev A., Aldiyarov A., Aktayev A., Zhexen U.

IR spectrometric study of cryocondensate films of a mixture of CH₄+H₂O

Summary. The IR spectrometric studies of cryocondensates of methane and its mixtures were carried out in the temperature range 16-36 K. The condensation pressure was $P=1.0 \times 10^{-4}$ Torr, and the thickness of the samples varied from 1 to 5 μm . For pure methane cryocondensate in solid methane, a relationship is established between the position of the absorption band and the α - β phase transition. The stretching of the transition is explained by the temperature dependence of the spin-nuclear relaxation time in methane molecules. The results of a study of both a 20% methane-water mixture and two-layer methane water samples showed that in the temperature range 27-31 K, the positions and amplitudes of the deformation vibration absorption band $\nu_m=1300$ cm⁻¹ occur abruptly, which may be due to activation of the interaction between methane molecules and water. Substitution of the absorption band is established in comparison with pure methane. The procedure occurring in the film in the 27-32 K interval serves as evidence of the continuation of the cluster formation process, or the thermally stimulated structural changes in the cluster sample.

Keywords: condensation, infrared spectroscopy, methane clathrates, stretching vibration, spin-nuclear relaxation.

УДК 517.956.3

Ж.М. Қадырбаева, Д.К.Мырзахмет

(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,

Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы

apelman86pm@mail.ru, dinara_94dd@mail.ru)

ЖӘЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН КӨПНҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТІ ШЕШУДІҢ САНДЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРЫЛУЫ

Түйіндеме. Жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есеп параметрлеу әдісі негізінде зерттеледі. Қарастырылып отырған шеттік есеп бастапқы аралықты бөлу нүктелерінде қосымша параметрлер енгізу арқылы параметрлі пара-пар шеттік есепке келтіріледі. Ішкі аралықтарда жәй дифференциалдық тендеулерге қойылған матрицалық және векторлық Коши есептерін шешу арқылы параметрлерге қатысты сызықты алгебралық тендеулер жүйесі құрылады. Қарастырылып отырған есепті шешудің құрылған жүйені және ішкі аралықтарда Коши есебін Рунге-Куттаның 4-ретті әдісін қолданып шешуге негізделген сандық әдісі ұсынылған. Мақала жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықты үшнүктелі шеттік есептің шешімін табу мысалымен сипатталады.

Түйін сөздер: дифференциалдық тендеу, шеттік есеп, параметрлеу әдісі, шешілімділік, фундаменталдық матрица

Ғылым мен техниканың әр алуан есептерін шешуде жәй дифференциалдық тендеулер үшін шеттік есептер кең түрде пайдаланылады. Тербелістер теориясындағы, импульстік жүйелер теориясындағы, вариациялық есептеулердегі, тиімді басқарудағы және басқа да қолданбалы есептердегі қолданыстарға байланысты шеттік есептер жәй дифференциалдық тендеулердің сапалық теориясының маңызды және белсенді дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады. Тиімді басқаруды табу есебін екі нүктелі шеттік есептерді шешуге алып келген Понтрягиннің максимум қағидасының жасалуы жәй дифференциалдық тендеулер үшін шеттік есептер теориясына деген қызығушылықты едәуір арттырды.

Өткен ғасырдың 80-ші жылдары Д.С. Жұмабаевтің еңбектерінде жәй дифференциалдық тендеулер үшін шеттік есептерді зерттеу мен шешуге арналған параметрлеу әдісі ұсынылған болатын [1, 2]. Параметрлеу әдісінің мәні – дифференциалдық тендеу қарастырылатын аралық белгілі бір $h > 0$ қадаммен бөліктерге бөлінеді және бастапқы есеп параметрі бар пара-пар есепке келтіріледі. Параметрі бар есептің шешімі параметр мен белгісіз функцияның жұптарының жүйелерінің тізбегінің

шегі ретінде анықталады. Параметр шеттік шарттар мен дифференциалдық теңдеулер жүйесі матрицалары арқылы құрастырылатын сызықты теңдеулер жүйесінен табылатын болса, ал белгісіз функциялар ұзындығы $h > 0$ болатын аралықтардағы параметрдің табылған мәндеріндегі Коши есебінің шешімі ретінде табылады. Параметрді енгізу параметрлеу әдісінің алгоритмдерінің жинақтылығы шарттарын қарастырып отырған есептің бастапқы берілгендер терминінде тағайындауға мүмкіндік берді, оған қоса бұл шарттар зерттелініп отырған есептің шешімінің бар болуы мен жалғыздығын қамтамасыз етеді. Параметрлеу әдісі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шеттік есептің шешімділігі шарттарын бастапқы берілімдер терминінде алуға және оның шешімін табу алгоритмдерін құруға мүмкіндік берді.

Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептер табиғат пен қоршаған ортада болып жатқан көптеген құбылыстардың математикалық моделі ретінде қарастырылып, қазіргі таңда арнайы зерттеулерді қажет етеді. Көпнүктелі шеттік есептерді шешу барысында Грин функциясын тұрғызуға және де шеттік шарттардағы нүктелердің орналасуына байланысты көптеген қиындықтар туындайды. Осыған байланысты параметрлеу әдісі жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептерге дамытылған болатын [3-5]. А.Е. Иманчиевтің [3, 4] еңбектері жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептің шешімдерін табу алгоритмдерін құруға және шешімділігінің коэффициенттік шарттарын алуға арналған. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің бірмәнді шешімділігінің және сызықты емес көпнүктелі шеттік есептің шешімділігінің қажетті және жеткілікті шарттары бастапқы берілімдер терминінде тағайындалған, сонымен бірге шешімді табудың қос параметрлі алгоритмдері ұсынылған.

Мақалада жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есеп $[0, T]$ кесіндісінде қарастырылады:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + f(t), \quad t \in [0, T], \quad x \in R^n, \quad (1)$$

$$\sum_{j=0}^N B_j x(t_j) = d, \quad d \in R^n, \quad (2)$$

мұндағы $(n \times n)$ өлшемді $A(t)$ матрицасы және n -өлшемді $f(t)$ вектор-функциясы $[0, T]$ аралығында үзіліссіз, B_j – $(n \times n)$ өлшемді тұрақты матрицалар, $j = \overline{0, N}$, $0 = t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_{N-1} < t_N = T$, d – n -өлшемді тұрақты вектор, $\|x\| = \max_{i=1, n} |x_i|$,

$$\|A(t)\| = \max_{i=1, n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}(t)| \leq \alpha, \quad \alpha - \text{const}.$$

$C([0, T], R^n)$ арқылы $[0, T]$ аралығында үзіліссіз $x: [0, T] \rightarrow R^n$ функцияларының кеңістігін белгілейміз, онда норма $\|x\|_1 = \max_{t \in [0, T]} \|x(t)\|$ түрінде анықталады.

(1), (2) есебінің шешімі деп $[0, T]$ аралығында үзіліссіз дифференциалданатын (1) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін қанағаттандыратын және де $x^*(t_j)$, $j = \overline{0, N}$, үшін (2) теңдігі орынды болатын $x^*(t) \in C([0, T], R^n)$ вектор-функциясын айтамыз.

(1), (2) есебіне параметрлеу әдісін қолданайық. $[0, T]$ интервалын ішкі интервалдарға бөлейік:

$$[0, T] = \bigcup_{r=1}^N [t_{r-1}, t_r).$$

$C([0, T], N, R^{nN})$ арқылы $x[t] = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t))$ функциялар жүйесінің кеңістігін белгілейміз, мұнда $\|x[\cdot]\|_2 = \max_{r=1, N} \sup_{t \in [t_{r-1}, t_r)} \|x_r(t)\|$, $x_r: [t_{r-1}, t_r) \rightarrow R^n$, функциялары үзіліссіз және

$$\lim_{t \rightarrow t_r-0} x_r(t), \quad r = \overline{1, N}, \quad \text{ақырлы сол жақ шектері бар.}$$

(1), (2) есебінің шешімі болатын $x(t)$ функциясының $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралығына сығылуын $x_r(t)$, $r = \overline{1, N}$, деп белгілейік, яғни $x_r(t) = x(t)$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$. Изделінді функцияның $t = t_{r-1}$, $r = \overline{1, N}$, нүктелеріндегі мәндерін $\lambda_r = x_r(t_{r-1})$, $r = \overline{1, N}$, деп белгілейік және $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r$, $r = \overline{1, N}$, алмастыруларын жасап, келесі пара-пар параметрлі есепке көшейік:

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)[u_r(t) + \lambda_r] + f(t), \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}, \quad (3)$$

$$u_r(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, N}, \quad (4)$$

$$\sum_{j=0}^{N-1} B_j \lambda_{j+1} + B_N \lambda_N + B_N \lim_{t \rightarrow T-0} u_N(t) = d, \quad d \in R^n, \quad (5)$$

$$\lambda_s + \lim_{t \rightarrow t_s-0} u_s(t) = \lambda_{s+1}, \quad s = \overline{1, N-1}. \quad (6)$$

(3)-(6) есебінің шешімі элементтері $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N) \in R^{nN}$, $u[t] = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_N(t)) \in C([0, T], N, R^{nN})$ болатын $(\lambda, u[t])$ жұптар жүйесі болып табылады, мұндағы $u_r(t)$, $r = \overline{1, N}$, функциялары $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында үзіліссіз дифференциалданады және $\lambda_r = \lambda_r^*$, $r = \overline{1, N}$, болғанда (3) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін және (4)-(6) шарттарын қанағаттандырады.

(1), (2) және (3)-(6) есептері пара-пар болады. Егер $x(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болса, онда $(\lambda, u[t])$ жұбы, мұнда $\lambda = (x_1(t_0), x_2(t_1), \dots, x_N(t_{N-1}))$, $u[t] = (x_1(t) - x_1(t_0), x_2(t) - x_2(t_1), \dots, x_N(t) - x_N(t_{N-1}))$, (3)-(6) есебінің шешімі болады. Керісінше, егер $(\tilde{\lambda}, \tilde{u}[t])$ жұбы, мұндағы $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, \dots, \tilde{\lambda}_N)$, $\tilde{u}[t] = (\tilde{u}_1(t), \tilde{u}_2(t), \dots, \tilde{u}_N(t))$, (3)-(6) есебінің шешімі болса, онда $\tilde{x}(t) = \tilde{u}_r(t) + \tilde{\lambda}_r$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, $\tilde{x}(T) = \tilde{\lambda}_N + \lim_{t \rightarrow T-0} \tilde{u}_N(t)$ теңдіктерімен анықталатын $\tilde{x}(t)$ функциясы (1), (2) есебінің шешімі болады.

Параметрлерді енгізу $u[t] = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_N(t))$ белгісіз функциялар жүйесінің компоненттері үшін $u_r(t_{r-1}) = 0$, $r = \overline{1, N}$, бастапқы шарттарын алуға мүмкіндік береді және $(\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, \dots, \tilde{\lambda}_N)$ параметрлерінің бекітілген мәндерінде (3), (4) есебі Коши есебі болып табылады. Коши есебі $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында жеке-жеке шешіледі және шешімді табуға фундаменталдық матрица пайдаланылады.

Бастапқы (4) шарттарын қанағаттандыратын (3) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімін параметрлердің бекітілген мәндерінде фундаменталдық матрица арқылы жазайық:

$$u_r(t) = \Phi(t) \int_{t_{r-1}}^t \Phi^{-1}(\tau) [A(\tau) \lambda_r + f(\tau)] d\tau, \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}. \quad (7)$$

Осы табылған мәндерді (5), (6) шарттарына қойып, төмендегі теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\sum_{j=0}^{N-1} B_j \lambda_{j+1} + B_N \lambda_N + B_N \Phi(T) \int_{t_{N-1}}^T \Phi^{-1}(\tau) A(\tau) \lambda_N d\tau = d - B_N \Phi(T) \int_{t_{N-1}}^T \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad (8)$$

$$\lambda_s + \Phi(t_s) \int_{t_{s-1}}^{t_s} \Phi^{-1}(\tau) A(\tau) \lambda_s d\tau - \lambda_{s+1} = -\Phi(t_s) \int_{t_{s-1}}^{t_s} \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau. \quad (9)$$

(8), (9) теңдеулер жүйесін келесі түрде жазайық:

$$Q\lambda = -F, \quad (10)$$

мұндағы $(nN \times nN)$ өлшемді Q матрицасы (8), (9) теңдеулер жүйесінің сол жағымен анықталады, ал nN -өлшемді F векторы келесі түрде болады:

$$F = \left(-d + B_N \Phi(T) \int_{t_{N-1}}^T \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \Phi(t_1) \int_0^{t_1} \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \dots, \Phi(t_{N-1}) \int_{t_{N-2}}^{t_{N-1}} \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau \right)'$$

(1), (2) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есебінің шешілімділігі (10) жүйенің шешілімділігіне пара-пар. (10) жүйенің шешімі болып табылатын $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_N^*) \in R^{nN}$ векторы (1), (2) есебінің ішкі интервалдардың бастапқы нүктелердегі шешімнің мәндерінен тұрады, яғни $\lambda_r = x_r(t_{r-1})$, $r = \overline{1, N}$.

Егер де (10) жүйенің шешімі – $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_N^*)$ векторы белгілі болса, онда (1), (2) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есебінің шешімі төмендегі теңдіктермен анықталады:

$$x^*(t) = \Phi(t)\Phi^{-1}(t_{r-1})\lambda_r^* + \Phi(t) \int_{t_{r-1}}^t \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}, \quad (11)$$

$$x^*(T) = \Phi(T)\Phi^{-1}(t_{N-1})\lambda_N^* + \Phi(T) \int_{t_{N-1}}^T \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau. \quad (12)$$

(11), (12) өрнектері (1), (2) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есебінің шешімінің аналитикалық формасын береді.

Фундаменталдық матрицаны таба алмайтын жағдайда жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есепті шешудің келесідей әдісі ұсынылады. Яғни параметрлеу әдісінің сандық жүзеге асырылуын қарастырайық. Ұсынылып отырған сандық әдіс (10) жүйені құруға және шешуге негізделген. (10) жүйенің коэффициенттері мен оң жағы (8), (9) теңдеулерден көрініп тұрғандай, жәй дифференциалдық теңдеулер үшін матрицалық және векторлық Коши есептерінің шешімі ретінде табылады:

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + A(t), \quad z(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, N}, \quad (13)$$

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + f(t), \quad z(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, N}. \quad (14)$$

4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін (13), (14) Коши есептерін сандық шешу үшін қолдана отырып (1), (2) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есебін сандық шешу алгоритмі құрылады.

Бөліктеуіміз $0 = t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_{N-1} < t_N = T$ болсын. Әрбір $[t_{i-1}, t_i)$, $i = \overline{1, N}$, ішкі интервалы N_i бөлікке бөлінеді, (10) жүйенің коэффициенттері мен оң жағының жуық мәндері әрбір i -ші интервалда $h_i = (\theta_i - \theta_{i-1})/N_i$, $i = \overline{1, N}$, қадаммен 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолдану арқылы матрицалық және векторлық Коши есептерін шешумен анықталады. Олай болса λ параметріне қатысты келесідей алгебралық теңдеулер жүйесін аламыз:

$$Q_*^{\tilde{h}} \lambda = -F_*^{\tilde{h}}, \quad \lambda \in R^{nN}, \quad \tilde{h} = (h_1, h_2, \dots, h_N). \quad (15)$$

(15) алгебралық теңдеулер жүйесін шешіп $\lambda^{\tilde{h}} \in R^{nN}$ векторын табамыз, мұндағы $x^{\tilde{h}}(t_0) = \lambda_1^{\tilde{h}}$, $x^{\tilde{h}}(t_1) = \lambda_2^{\tilde{h}}$, ..., $x^{\tilde{h}}(t_{N-1}) = \lambda_N^{\tilde{h}}$. Ішкі интервалдардың басқа нүктелеріндегі шешімнің жуық мәндері төмендегі Коши есептерін шешумен анықталады:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + f(t), \quad x(t_{r-1}) = \lambda_r^{\tilde{h}}, \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}. \quad (16)$$

(16) Коши есептерін сандық шешу үшін тағы да 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолдана отырып (1), (2) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есебінің сандық шешімі анықталады.

Келтірілген алгоритмнің жүзеге асырылуын көрсету мақсатында келесі мысалдарды қарастырайық. $[0, 1]$ кесіндісінде жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін төмендегідей үш нүктелі шеттік есеп берілсін:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + f(t), \quad t \in [0, T], \quad x \in R^2, \quad (17)$$

$$B_0x(t_0) + B_1x(t_1) + B_2x(t_2) = d, \quad d \in R^2. \quad (18)$$

Мысал 1. $t_0 = 0, \quad t_1 = \frac{1}{2}, \quad t_2 = T = 1, \quad A(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}, \quad f(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ -2t - 3 \end{pmatrix}, \quad B_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix},$
 $B_1 = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, \quad B_2 = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad d = \begin{pmatrix} 9/2 \\ 2 \end{pmatrix}.$

Қарастырып отырған есепте фундаменталдық матрица $\Phi(t) = \begin{pmatrix} e^{2t} & e^{-t} \\ 2e^{2t} & -e^{-t} \end{pmatrix}.$

$\lambda_1 \hat{=} x(0), \quad \lambda_2 \hat{=} x(1/2)$ параметрлерін енгізіп, $u_1(s) = x(s) - \lambda_1, \quad s \in [0, 1/2), \quad u_2(s) = x(s) - \lambda_2, \quad s \in [0, 1/2),$ алмастыруларын жасайық. Онда

$$u_1(t) = \begin{pmatrix} -\frac{1}{3}(3 - e^{2t} - 2e^{-t}) & \frac{1}{3}(e^{2t} - e^{-t}) \\ \frac{2}{3}(e^{2t} - e^{-t}) & -\frac{1}{3}(3 - 2e^{2t} - e^{-t}) \end{pmatrix} \lambda_1 + \begin{pmatrix} \frac{1}{3}(3t + 3 - 2e^{2t} - e^{-t}) \\ \frac{1}{3}(3 - 4e^{2t} + e^{-t}) \end{pmatrix}, \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right), \quad (19)$$

$$u_2(t) = \begin{pmatrix} \frac{e^{2t-1}}{3} + \frac{2}{3}e^{-t+\frac{1}{2}} - 1 & -\frac{1}{3}\left(-e^{2t-1} + e^{-t+\frac{1}{2}}\right) \\ -\frac{2}{3}\left(-e^{2t-1} + e^{-t+\frac{1}{2}}\right) & \frac{2}{3}e^{2t-1} + \frac{e^{-t+\frac{1}{2}}}{3} - 1 \end{pmatrix} \lambda_2 + \begin{pmatrix} t + 1 - \frac{5}{6}e^{2t-1} - \frac{2}{3}e^{-t+\frac{1}{2}} \\ 1 - \frac{5}{3}e^{2t-1} + \frac{2}{3}e^{-t+\frac{1}{2}} \end{pmatrix}, \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right], \quad (20)$$

Шеттік шарт пен шешімнің $t=1/2$ болғандағы үзіліссіздік шарты төмендегі параметрлерге тәуелді сызықты алгебралық теңдеулер жүйесіне келтіріледі.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{3}\left(9 - 2e^{-\frac{1}{2}} - e\right) & \frac{1}{3}\left(3 - e + e^{-\frac{1}{2}}\right) \\ 0 & 1 & -\frac{2}{3}\left(e - e^{-\frac{1}{2}}\right) & \frac{1}{3}\left(6 - e^{-\frac{1}{2}} - 2e\right) \\ \frac{1}{3}\left(e + 2e^{-\frac{1}{2}}\right) & -\frac{1}{3}\left(e^{-\frac{1}{2}} - e\right) & -1 & 0 \\ -\frac{2}{3}\left(e^{-\frac{1}{2}} - e\right) & \frac{1}{3}\left(2e + e^{-\frac{1}{2}}\right) & 0 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \lambda_{11} \\ \lambda_{12} \\ \lambda_{21} \\ \lambda_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{6}\left(39 - 5e - 4e^{-\frac{1}{2}}\right) \\ \frac{1}{3}\left(9 - 5e + 2e^{-\frac{1}{2}}\right) \\ -\frac{1}{6}\left(9 - 4e - 2e^{-\frac{1}{2}}\right) \\ -\frac{1}{3}\left(3 - 4e + e^{-\frac{1}{2}}\right) \end{pmatrix}.$$

Осыдан $\lambda_{i,j}^*, \quad i, j = 1, 2,$ деп белгілеп, параметрлер мәнін табамыз:

$$\lambda_{11}^* = 1, \quad \lambda_{12}^* = 1, \quad \lambda_{21}^* = \frac{3}{2}, \quad \lambda_{22}^* = 1.$$

Табылған $\lambda_{i,j}^*$, $i, j = 1, 2$, мәндерін (19), (20) өрнектеріне қойып

$$u_1 = \begin{pmatrix} t \\ 0 \end{pmatrix}, \quad u_2 = \begin{pmatrix} t - \frac{1}{2} \\ 0 \end{pmatrix}$$

аламыз. Сонда бастапқы берілген жәй дифференциалдық теңдеулер үшін үш нүктелі шеттік есебінің шешімін табамыз:

$$x_1(t) = t + 1, \quad x_2(t) = 1.$$

$$\text{Мысал 2. } t_0 = 0, \quad t_1 = \frac{1}{2}, \quad t_2 = T = 1, \quad A_0(t) = \begin{pmatrix} 0 & t \\ t^2 & 2 \end{pmatrix}, \quad f(t) = \begin{pmatrix} -3t^3 - 2t^2 - t + 1 \\ -t^4 - t^3 - 6t^2 + 2t - 4 \end{pmatrix},$$

$$B_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad B_1 = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}, \quad B_2 = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad d = \begin{pmatrix} 5 \\ 9/2 \end{pmatrix}.$$

Бұл мысалда дифференциалдық бөліктің матрицасы айнымалы, сол себепті фундаменталдық матрицаны құру мүмкін емес. Мұндай жағдайда параметрлеу әдісі алгоритмінің сандық жүзеге асырылуын қолданамыз.

Төменде келтірілген Коши есептерін 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолданып шешейік. $t \in \left[0, \frac{1}{2}\right)$ ішкі интервалындағы бөліктеу санын $N_1 = 10$, ал $t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right)$ ішкі интервалындағы бөліктеу санын да $N_2 = 10$ деп алғанда кадам $h_1 = h_2 = 0.05$ болады:

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + A(t), \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right), \quad z(0) = 0, \quad \text{және} \quad \frac{dz}{dt} = A(t)z + A(t), \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right), \quad z\left(\frac{1}{2}\right) = 0,$$

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + f(t), \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right), \quad z(0) = 0, \quad \text{және} \quad \frac{dz}{dt} = A(t)z + f(t), \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right), \quad z\left(\frac{1}{2}\right) = 0.$$

Әрі қарай $Q^{\tilde{h}}$ матрицасы мен $F^{\tilde{h}}$ векторын құрып және $Q^{\tilde{h}} \cdot \lambda = F^{\tilde{h}}$ теңдеулер жүйесін шешіп, параметрдің сандық мәндерін аламыз $\lambda_1^{\tilde{h}} = \begin{pmatrix} -0.000002 \\ 3.00000446 \end{pmatrix}$, $\lambda_2^{\tilde{h}} = \begin{pmatrix} 0.7499991 \\ 4.75000949 \end{pmatrix}$.

Ішкі интервалдардың басқа нүктелеріндегі сандық шешімдерді келесі Коши есептеріне қайтадан 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолданып табамыз:

$$\frac{dx_1}{dt} = A(t)x_1 + f(t), \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right), \quad x_1(0) = \lambda_1^{\tilde{h}},$$

$$\frac{dx_2}{dt} = A(t)x_2 + f(t), \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right), \quad x_2\left(\frac{1}{2}\right) = \lambda_2^{\tilde{h}}.$$

Екінші мысалда берілген есептің дәл шешімі $x^*(t) = \begin{pmatrix} t^2 + t \\ 3t^2 + 2t + 3 \end{pmatrix}$, $t \in [0, 1]$.

Есептеулер нәтижелері кестеде келтірілген:

t	$\tilde{x}_1(t)$ (сандық шешім)	$x_1^*(t)$	$\tilde{x}_2(t)$ (сандық шешім)	$x_2^*(t)$
0	-0.000002	0	3.00000447	3
0.05	0.05249804	0.0525	3.10750478	3.1075
0.1	0.10999809	0.11	3.23000512	3.23
0.15	0.17249815	0.1725	3.3675055	3.3675
0.2	0.23999822	0.24	3.52000592	3.52
0.25	0.31249831	0.3125	3.68750639	3.6875
0.3	0.38999842	0.39	3.87000689	3.87
0.35	0.47249855	0.4725	4.06750745	4.0675
0.4	0.5599987	0.56	4.28000807	4.28
0.45	0.65249889	0.6525	4.50750875	4.5075
0.5	0.7499991	0.75	4.75000949	4.75
0.55	0.85249936	0.8525	5.00751031	5.0075
0.6	0.95999966	0.96	5.28001122	5.28
0.65	1.07250002	1.0725	5.56751223	5.5675
0.7	1.19000043	1.19	5.87001334	5.87
0.75	1.31250091	1.3125	6.18751458	6.1875
0.8	1.44000148	1.44	6.52001597	6.52
0.85	1.57250213	1.5725	6.86751752	6.8675
0.9	1.71000289	1.71	7.23001926	7.23
0.95	1.85250378	1.8525	7.60752122	7.6075
1	2.0000048	2	8.00002344	8

Яғни берілген есептің дәл шешімі мен жуық шешімі үшін келесі бағалау орынды:

$$\max_{j=0,20} \|x^*(t_j) - \tilde{x}(t_j)\| < \varepsilon, \quad \varepsilon = 0,00002.$$

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Джумабаев Д.С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения //Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1989. - Т. 29. - №1. –С. 50-66.
- [2] Джумабаев Д.С. Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения двухточечными краевыми задачами // Дифференц. Уравнения. -1987. -Т. 23. - № 12. – С. 2188-2189.
- [3] Джумабаев Д.С., Иманчиев А.Е. Критерий существования изолированного решения многоточечной краевой задачи для системы обыкновенных дифференциальных уравнений // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2010. -№ 3. - С.117-121.
- [4] Иманчиев А.Е. Необходимые и достаточные условия однозначной разрешимости линейной многоточечной краевой задачи // Известия МОН РК, НАН РК. Серия физико-математическая.- 2002. -№ 3. - С.79-84.
- [5] Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М., Кенжебаева К.П. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің бірмәнді шешілімділігі // Вестник КазНУТУ. Физико-математические науки. - 2016. -№6 (118). – С. 332-338.

Кадирбаева Ж.М., Мырзахмет Д.К.

Численная реализация решения многоточечной краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений

Аннотация. На основе метода параметризации исследуется линейная многоточечная краевая задача для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Рассматриваемая краевая задача путем введения дополнительных параметров в точках разбиения интервала сводится к эквивалентной краевой задаче с параметрами. Решением матричных и векторных задач Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений на подинтервалах построена система линейных алгебраических уравнений относительно параметров. Предложен численный метод решения рассматриваемой задачи, основанный на решении построенной системы и методе Рунге-Кутты 4-го порядка для решения задач Коши на подинтервалах. Статья иллюстрируется примером для нахождения решения линейной трехточечной краевой задачи для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, краевая задача, метод параметризации, разрешимость, фундаментальная матрица

Kadirbayeva Zh.M., Myrzakhmet D.K.

Numerical implementation for solving of multipoint boundary value problem for the system of ordinary differential equations

Summary. A linear multipoint boundary value problem for the system of ordinary differential equations is investigated on the basis of the parameterization method. Considering problem by introducing additional parameters at the partitioning points of interval is reduced to an equivalent boundary value problem with parameters. A system of linear algebraic equations with respect to parameters is constructed by solving of Cauchy's matrix and vector problems for ordinary differential equations on the subintervals. Numerical method for solving of the problem is suggested, which based on the solving of the constructed system and method of Runge-Kutta 4th order for solving of the Cauchy problem on the subintervals. The article is illustrated by an example for finding the solution of the linear three-point boundary value problem for the system of ordinary differential equations.

Keywords: differential equation, boundary value problem, parameterization method, solvability, fundamental matrix.

УДК 517.521.2

М.А.Мустафин

(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан, medeu@rambler.ru)

**ТЕОРЕМА В.П.ЕРМАКОВА О РЯДАХ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ
В МАТЕМАТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ**

Аннотация. Данная работа посвящена теореме В.П.Ермакова о знакопостоянном ряде и её значении в математическом анализе.

Ключевые слова: сходимость ряда.

Цель данной статьи - показать важность теоремы В.П.Ермакова в математическом анализе. Вопросами сходимости рядов занимались многие ученые XVIII- начала XIX в. Особое внимание уделялось исследованию сходимости по закону образования их членов. Такие исследования проводили Гаусс, Бертран, Раабе, Дирихле, Лобачевский и многие другие. Занимался теорией рядов и крупный русский математик конца XIX – начала XX в. Василий Петрович Ермаков (1845-1922), внесший также большой вклад в методику преподавания математики в университете и школе. В 1871 году в Киеве на III съезде русских естествоиспытателей и врачей профессор Киевского Университета. В.П.Ермаков сообщил о новом признаке сходимости рядов.

Теорема Ермакова в общем виде может быть сформулирована следующим образом.

Теорема. Если $f(k) \geq 0, f(k) \geq f(k+1)$, то ряд $f(0) + f(1) + f(2) + \dots$ сходится или расходится в зависимости от того, к какому пределу – меньшему или большему единицы - стремится отношение $\varphi'(x)f[\varphi(x)]/f(x)$, при $x \rightarrow \infty$.

Здесь $\varphi(x)$ – положительная, непрерывная и дифференцируемая функция, причем $\varphi(x) > 0, \varphi'(x) > 0, \varphi(x) > x$, начиная с некоторого x .

Положив $\varphi(x) = e^x$ им был получен показательный признак, как наиболее простой из чувствительных признаков:

«Ряд $f(0) + f(1) + f(2) + \dots$ будет *сходящимся*, если отношение $[e^x f(e^x)]/f(x)$ с возрастанием переменной x до бесконечности стремится к пределу *меньшему единицы*, и ряд будет *расходящимся*, если отношение для величин x , превосходящих некоторую постоянную величину стремится к пределу, *большему единицы*. Сомнительный случай может быть только тогда, когда предел предыдущего отношения меньше единицы и стремится к единице, когда $x \rightarrow \infty$ »[1].

Данный результат В.П.Ермакова был высоко оценен П.Л.Чебышев, присутствующий на этом съезде. Напомним, что академик П.Л.Чебышев (1821-1894) в тот период был главой крупной математической школы в России. Доказательства признака Ермакова были предметом дальнейших исследований, как самого автора признака, так и других ученых. В.П.Ермаков стремился найти по возможности наиболее чувствительный и, в то же время, простой признак. Фактически, В.П.Ермаковым был найден универсальный признак. Он напоминает признак Куммера, но имеет то преимущество, что является необходимым и достаточным признаком сходимости несобственных определенных интегралов 1-го рода от знакопостоянных функций. Это было позднее доказано В.А.Зморвичем [2]. Основная ценность исследования В.П.Ермакова состоит в его общей формулировке и его удобной практической реализации.

Пример. Пусть x – произвольное положительное число. Обозначим через γ наибольшее целое число $\gamma(x) \geq 0$, удовлетворяющее неравенству $\ln_{\gamma(x)} x \geq 1$.

Построим функцию $f(x) = \prod_{k=0}^{\gamma(x)} \frac{1}{\ln_k x}$, полагая $\ln_k x = \ln \ln_{k-1} x$, $k > 1$, $\ln_0 x = x$.

Функция $f(x)$ непрерывна при $x \geq 1$ и оставаясь положительной, монотонно убывает до 0 при $x \rightarrow +\infty$. Тогда ряд $f(0) + f(1) + f(2) + \dots$ дает сомнительный случай для признака Ермакова, так как функция $f(x)$ удовлетворяет уравнению $e^x f(e^x) = f(x)$. В данном примере, ряд $\sum_{k=1}^{\infty} f(k)$ расходится.

Можно привести примеры рядов, когда известные признаки Куммера, Раабе не дают ответа о сходимости ряда, тогда как признак Ермакова может быть эффективно применен. Признак Ермакова практически не упоминается в книгах по математическому анализу и незаслуженно забыт.

Таким образом, теорема Ермакова очень полезна и может быть включена в курсы математического анализа при прохождении темы «Ряды и их сходимость».

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермаков В.П. Труды III съезде русских естествоиспытателей по отделу математики. Киев, 1873, с.7
2. Зморевич В.А. О некоторых вопросах теории сходимости рядов. - Изв. вузов, 1958, №1(2), с.60-79.

Мұстафин М.А.

Қатарлар жайлы В.П.Ермаковтың теоремасы және математикалық талдаудағы маңызы

Түйіндеме: Бұл мақала В.П. Ермаковтың тұрақты таңбалы қатарға арналған теоремасына және оның математикалық талдаудағы маңызына арналған.

Негізгі сөздер: қатардың жинақталуы.

Mustafin M.A.

V.P.Ermakov's theorem about series and its importance in mathematical analysis

Summary. Given article is devoted to V.P.Ermakov's theorem about of constant signs series and its importance in mathematical analysis.

Key words: series convergence.

УДК: 538.911

**Ж.Т. Накысбеков, М.Ж. Буранбаев, М.Т. Габдуллин,
М.Б. Айтжанов, Г.С. Суюндыкова, У. Досеке**
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, jhasulan@list.ru)

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НАНОПОРОШКА МЕДИ

Аннотация. Среди физических методов исследования и контроля материалов важное место занимает рентгеноструктурное исследование кристаллических материалов. Нами рассмотрены методы рентгеноструктурного анализа для индирования дифрактограмм и определения структурных параметров меди, порошка и нанопорошка меди: пространственная группа, фаза, типы и параметры ячейки. Были определены химический состав, размеры кристаллитов и наночастиц меди методами рентгеноструктурного анализа и проведены сравнения с результатами других методов.

Ключевые слова: рентгеноструктурный анализ, медь, нанопорошки меди, структура, дифрактограмма.

Введение

Основные физические свойства металлических наночастиц резко отличаются от свойств металлов в обычном массивном состоянии и в ряде случаев являются уникальными.

Металлы и сплавы, неорганические и органические химические соединения и другие кристаллические материалы применяются в химической промышленности и машиностроении, металлургии и строительстве, радиотехнике и сельском хозяйстве. Поскольку технические материалы, как правило, являются поликристаллическими, в промышленности проводят преимущественно рентгеноструктурный анализ различных процессов, происходящих в поликристаллических телах.

Особенностью обработки данных рентгеновского анализа является широкое использование констант, определенных ранее экспериментально или вычисленных теоретически. При рентгеновских исследованиях необходимы также очень трудоемкие расчеты, которые могут быть значительно сокращены при использовании программного обеспечения с базой данных или вспомогательных таблиц и графиков [1].

Рентгеноструктурный анализ основан на свойстве интерференции лучей, рассеянных электронами атомов кристаллического вещества, и подчиняется закономерностям, связанным с особенностями строения этого вещества. При этом сложное явление интерференции рентгеновских лучей, рассеянных кристаллом, можно представить, как зеркальное отражение лучей от серии параллельных атомных плоскостей кристалла, которое описывается формулой Вульфа-Брэгга: $n\lambda = 2d \sin\theta$, где n – порядок отражения, λ – длина волны рентгеновского излучения, d – расстояние между соседними параллельными плоскостями, θ – угол скольжения пучка лучей по отношению к отражающей плоскости. Это основная формула структурного анализа, с помощью которой исследуется строение как монокристаллических, так и поликристаллических материалов [2].

В спектре рентгеновских лучей $K\alpha$ -линия является дублетом. Поскольку $2p$ -уровень расщеплен на $2p_{3/2}$ и $2p_{1/2}$, то в результате электронного перехода $2p \rightarrow 1s$ вместо одной характеристической линии $K\alpha$ появляются две: $K\alpha_1$ и $K\alpha_2$, причем длина волны $\lambda_{K\alpha_1}$ меньше, чем $\lambda_{K\alpha_2}$. В связи с тем, что заселенность уровня $2p_{3/2}$ в 2 раза больше, чем $2p_{1/2}$, то и вероятность электронного перехода $2p_{3/2} \rightarrow 1s_{1/2}$ будет в 2 раза выше, чем $2p_{1/2} \rightarrow 1s_{1/2}$. Соответственно, $K\alpha_1$ -линия будет интенсивнее, чем $K\alpha_2$.

Эксперименты и расчеты

В качестве исследуемого образца были взяты различные конфигурации меди: объемная поликристаллическая пластина, микроразмерные и наноразмерные порошки, отожженная и прессованная медь и другие.

Все образцы были сняты на дифрактометрах Дрон-7, Rigaku miniflex 600, малоугловом дифрактометре NECUS S3-Micro, сканирующем электронном микроскопе Quanta 200i 3D.

На дифрактометрах используется монохроматическое излучение. Характеристическое рентгеновское излучение соответствует медному $K\alpha_1$ излучению, с длиной волны $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$.

На рисунке 1 показана дифрактограмма пластины меди, снятой на дифрактометре Дрон-7.

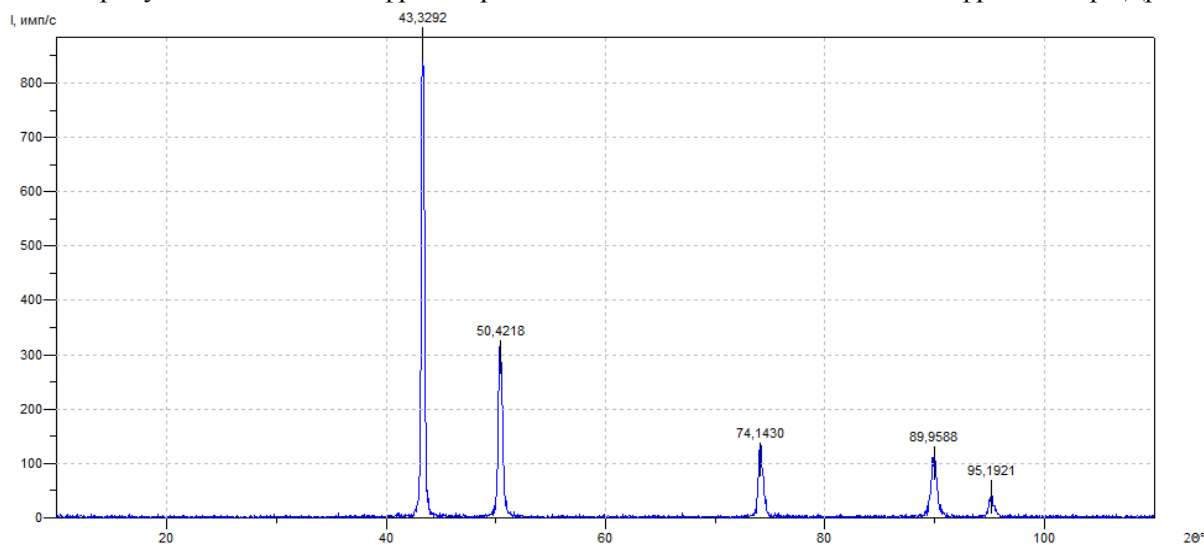


Рис. 1. Дифрактограмма объемной пластины меди

Для расчета дифрактограммы на рис. 1 нужно произвести следующие действия, согласно правилам индирования кубических сингонии:

1. По высоте пиков оцениваем относительную интенсивность отражений, принимая высоту самого высокого пика за 100%.
2. Для каждого пика находим угол θ . (На графике указан угол 2θ – между первичным и отраженным лучом!)
3. Рассчитываем межплоскостные расстояния d_{hkl} . На этой стадии, используя соотношения I_{hkl} и d_{hkl} и справочные данные, можно провести идентификацию исследуемого образца.
4. Определяем значение $x = (1/d_1^2)/(1/d_2^2)$. Согласно приведенной выше формуле для кубической сингонии это, отвечает отношению сумм квадратов индексов: $(h_2^2+k_2^2+l_2^2)/(h_1^2+k_1^2+l_1^2)$
5. Подбираем множитель, умножение на который превратит полученное число x в рациональное.
6. Таким же образом находим дифракционные индексы всех остальных отражений.
7. По вышеприведенной формуле для кубической сингонии определяем параметр элементарной ячейки, находим его среднее значение и ошибку в определении [3].

Таблица 1. Расчет дифрактограммы объемной пластины меди из рисунка 1

λ	2θ	θ	$\sin\theta$	$\sin^2(\theta)$	$\sin^2(\theta_i)/\sin^2(\theta_1)$	$h^2+k^2+l^2$	hkl	d	a
1,5418	43,3292	21,6646	0,369173	0,136288	1	3	111	2,088183	3,616839
1,5418	50,4218	25,2109	0,425951	0,181435	1,331255	4	200	1,809831	3,619662
1,5418	74,143	37,0715	0,602811	0,363381	2,666267	8	220	1,278842	3,61711
1,5418	89,9588	44,9794	0,706852	0,49964	3,666052	11	311	1,090609	3,617142
1,5418	95,1921	47,59605	0,738409	0,545248	4,000689	12	222	1,044002	3,616528
									<3,617456>

На рисунке 2 показана дифрактограмма микроразмерный порошок меди, отснятой на дифрактометре Дрон-7.

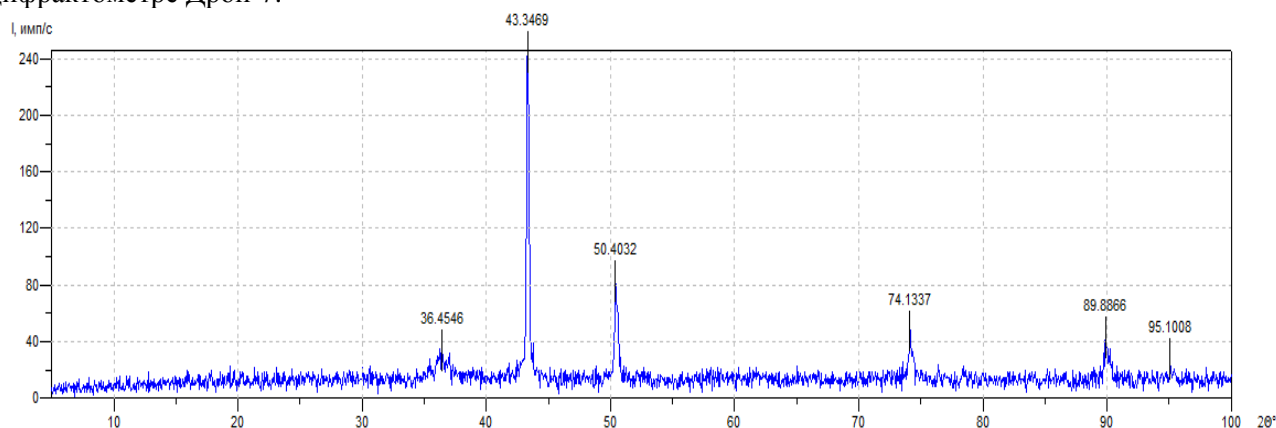


Рис. 2. Дифрактограмма микроразмерного порошка меди

Таблица 2. Расчет дифрактограммы микроразмерного порошка меди из рисунка 2

2θ	θ	$\sin\theta$	$\sin^2(\theta)$	$\sin^2(\theta_i)/\sin^2(\theta_1)$	$h^2+k^2+l^2$	hkl	d	a	фаза	
36,4546	18,2273	0,312788	0,097836	1	3	3	111	2,464612	4,26883	Cu ₂ O
43,3469	21,67345	0,369316	0,136394	1	3	3	111	2,087371	3,61543	Cu
50,4032	25,2016	0,425805	0,18131	1,329303	3,987909	4	200	1,810455	3,62091	Cu
74,1337	37,06685	0,602746	0,363303	2,663622	7,990867	8	220	1,278979	3,61749	Cu
89,8866	44,9433	0,706407	0,49901	3,658583	10,97575	11	311	1,091298	3,61942	Cu
95,1008	47,5504	0,737871	0,544454	3,991762	11,97529	12	222	1,044762	3,61916	Cu
									<3,6184>	

На рисунке 3 показана дифрактограмма нанопорошков меди, снятая на дифрактометре Rigaku miniflex 600, полученных методом электрического взрыва проводника в НИИ высоких напряжений при ТПУ. Сущность метода ЭВП заключается в распылении проводника определенной длины под действием мощного импульса электрического тока (плотность тока до 10^{10} А/м²). Дисперсный состав НП, полученных таким способом, зависит от величины введенной в проводник энергии, диаметра проводника, электропроводности металла, давления газа во взрывной камере [4].

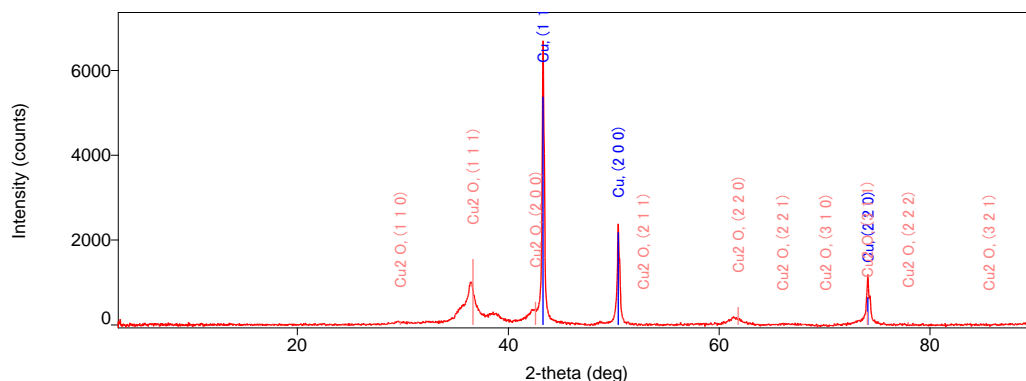


Рис. 3. Дифрактограмма нанопорошка меди

Таблица 3. Данные из дифрактограммы нанопорошка меди

№	2θ	d(Å)	Высота пиков	Полуширина линий (FWHM)	Интенсивность I
1.	29.45(14)	3.030(14)	28(5)	1.33(13)	43(5)
2.	36.349(12)	2.4696(8)	535(23)	0.828(18)	660(13)
3.	38.70(4)	2.325(3)	71(8)	0.88(16)	112(14)
4.	42.17(3)	2.1412(16)	141(12)	0.97(7)	217(12)
5.	43.306(2)	2.08763(9)	5482(74)	0.151(3)	1267(9)
6.	50.4350(18)	1.80797(6)	1953(44)	0.174(3)	573(3)
7.	61.596(15)	1.5045(3)	98(10)	1.27(4)	143(6)
8.	74.110(8)	1.27832(11)	926(30)	0.225(13)	380(6)
9.	89.907(6)	1.09025(6)	863(29)	0.209(7)	301(32)

Расчет данных из таблицы 3 дает следующие данные: 5, 6 и 8 пики принадлежат кубической гранецентрированной решетке меди пространственной группы Fm-3m, параметр решетки $a=3.615875$ Å, массовая доля меди в образце 80 Wt%, остальное оксид меди с пространственной группой Pn-3m, гранецентрированная кубическая решетка с параметром $a=4.243594$ Å.

На сканирующем электронном микроскопе были получены изображения и энергетический дисперсионный спектр нанопорошков меди (рисунок 4 и 5), сравнены массовые доли чистой меди в образцах с расчетными данными из дифрактограммы

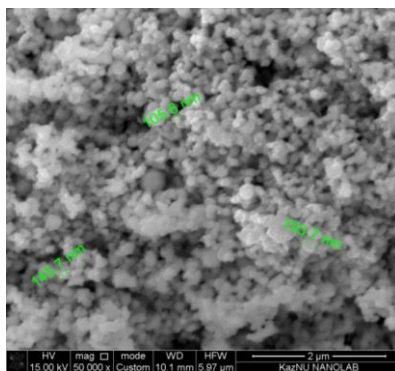


Рис. 4. СЭМ изображения нанопорошков меди

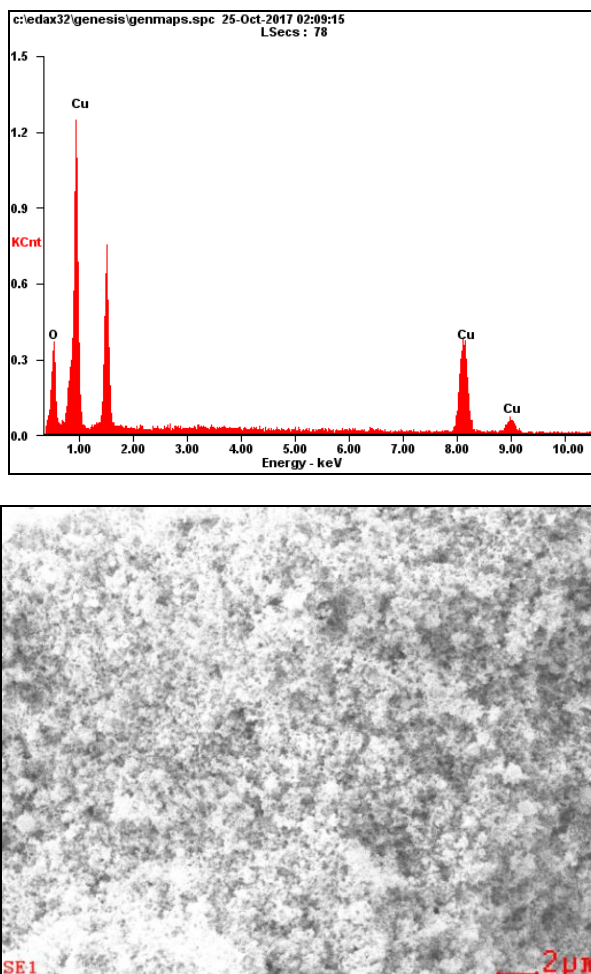


Рис. 5. Энергодисперсионный спектр нанопорошка меди

Таблица 4. Элементный состав нанопорошка меди

Element	Wt%	At%
OK	18.82	47.94
CuK	81.18	52.06
Matrix	Correction	ZAF

Как видно из рисунка 5 и из таблицы 4, в исследуемых образцах нанопорошка массовая доля меди 81.18 Wt%, что хорошо коррелируется с расчетными данными дифрактограммы 80 Wt%.

По расширению линий на дифрактограммах можно определить размер блоков, то есть кристаллитов. Истинная ширина линии β , дает возможность определить тонкую кристаллическую структуру исследуемого материала. Под тонкой кристаллической структурой вещества понимается обычно дисперсность блоков и величина микронапряжений (искажений II рода). Для разделения эффектов дисперсности и микронапряжений используется их различная зависимость от угла θ . Расширение линий за счет дисперсности пропорционально секансу угла скольжения θ , а расширение за счет микронапряжений пропорционально тангенсу этого угла [5].

Таким образом, если измерить истинное расширение линии, соответствующих различным углам скольжения, то по величине отношения β_1/β_2 можно судить о причине расширения линий. Отношение расширений, соответствующее отношению тангенсов углов скольжения, показывает, что в исследуемом образце присутствуют микронапряжения, а блоки имеют достаточно большую величину, не влияющую на расширение линий. β_1/β_2 соответствует отношению секансов углов θ_1 и θ_2 , то расширение линии обязано исключительно дисперсности блоков когерентного рассеяния.

В промежуточных случаях на расширение линии влияют оба фактора.

Анализ угловой зависимости расширения за счет обоих факторов и ошибок при определении дисперсности блоков приводит к выводу о том, что чувствительность анализа и точность определения размеров блоков выше при малых углах отражения, в то время как для микронапряжений более выгодно определение по линиям, лежащим под большими углами.

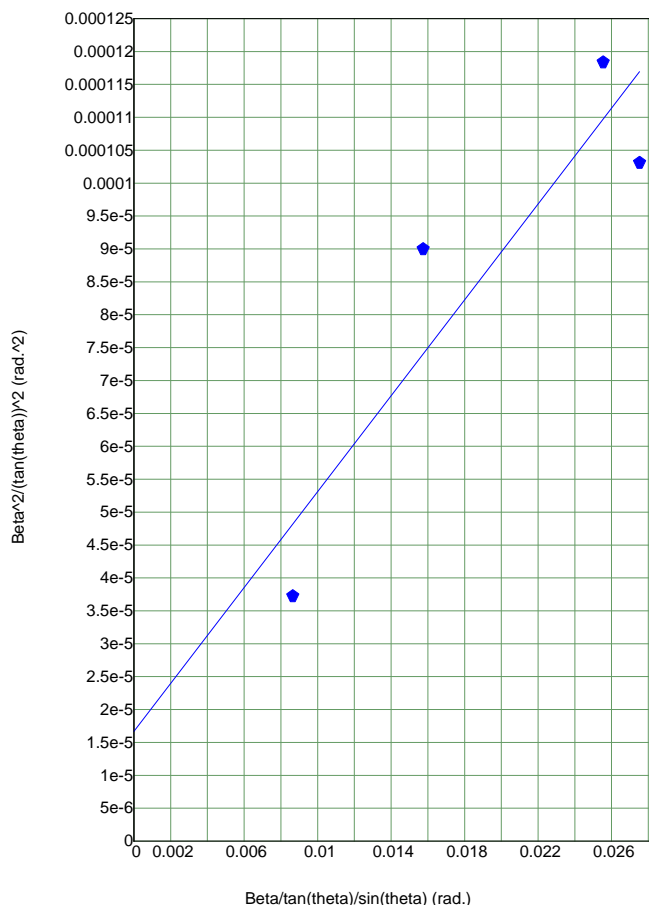


Рис. 6. График расчета размеров кристаллитов расширению линий на дифрактограммах

Определение размеров блоков. Уменьшение размеров блоков в исследуемом материале приводит к увеличению ширины линии на рентгенограммах. Из расширения линии можно определить размеры блоков по формуле Шерера (Дебая-Шеррера, Селякова-Шеррера) [5]:

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \sin\theta} \quad (1)$$

β — истинная ширина линии на рентгенограмме исследуемого образца;

λ — длина волны применяемого излучения;

k — постоянная, величина которой приближенно равна единице и зависит от ряда факторов, в том числе от формы частиц и индексов отражения для исследуемой атомной плоскости. В нашем случае было равно 0,94.

Анализ результатов (рисунок 6) показал что размеры кристаллитов в нанопорошке меди равны 44 нм, а величина микронапряжений - 0,10 %

Исследуемые нанопорошки были отсняты на малоугловом дифрактометре HECUS S3-Micro для определения распределения нанопорошков по размерам и для сравнения результатов полученных из расчета размеров по линиям отражения на дифрактограмме. Как видно, размеры нанопорошков имеют бимодальный характер с преимущественными размерами 25 и 80 нм. Средний размер кристаллитов из расчета дифрактограммы 44 нм, что хорошо согласуется со средними размерами из распределения на рисунке 7.

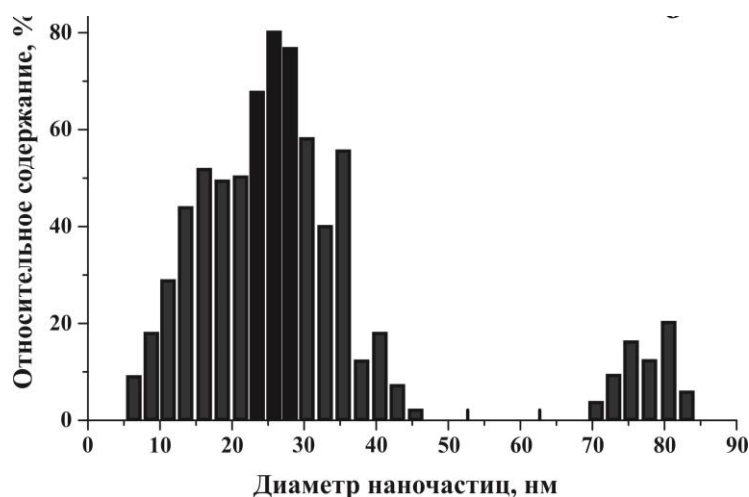


Рис. 7. Зависимость функции объемного распределения частиц по размерам

Выводы

В статье определены пространственная группа, фазы и структурные параметры меди и нанопорошка меди, а так же размеры кристаллитов и частиц в нанопорошке меди методами рентгеноструктурного анализа по расширению линии на дифрактограммах. Методами малоуглового рентгеновского рассеяния получена функции объемного распределения частиц по размерам. Результаты этих двух методов дают близкие значения. Получен энергодисперсионный спектр и определен химический состав нанопорошка меди. Результаты хорошо коррелируются с данными, полученными из анализа дифрактограмм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. – М.: Физматлит, 1961. — 863 с.
- [2] Уманский Я.С. Рентгенография металлов. – М.: Изд. Научно-технической литературы по черной и цветной металлургии. 1960, 448 с.
- [3] Богдан Т.В. Основы рентгеновской дифрактометрии. – М., 2012. – 64 с.
- [4] Ильин А.П. Развитие электровзрывной технологии получения нанопорошков в НИИ высоких напряжений при Томском политехническом университете. // Изв. Томского политехнического университета. 2003. Т.306 №1. с. 133 -139
- [5] Качанов Н.Н., Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ (поликристаллов). – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. 1960, 216 с.

Накысбеков Ж.Т., Буранбаев М.Ж., Габдуллин М.Т., Айтжанов М.Б., Суюндыкова Г.С., Досеке У.

Мыс наноұнтағының рентгенқұрылымдық талдауы

Түйіндеме. Материалдарды зерттеудің және бақылаудың физикалық әдістерінің ішінде кристалдық материалдардың рентгенқұрылымдық зерттеуі маңызды орын алады. Мақалада мыс, мыс ұнтағы мен наноұнтағының дифрактограммаларын индицирлеп, құрылымдық параметрлерді анықтау үшін рентгенқұрылымдық талдау әдістері қарастырылды: кеңістіктік топ, фаза, ұяшықтың түрі мен параметрлері. Мыстың химиялық құрамы және кристаллиттер мен нанобөлшектердің өлшемдері рентгенқұрылымдық талдау әдістері арқылы анықталып, басқа әдістердің нәтижелерімен салыстырылды.

Кілтті сөздер: рентгенқұрылымдық талдау, мыс, мыс наноұнтағы, құрылым, дифрактограмма.

Nakysbekov Zh.T., Buranbaev M.Zh., Gabdullin M.T., Aitzhanov M.B., Suyundykova G.S., Doseke U.

X-ray diffraction analysis of copper nanopowder

Summary. Among the physical methods of research and control of materials, an important place is occupied by X-ray diffraction studies of crystalline materials. In the article, X-ray diffraction analysis methods were used to display X-ray diffraction patterns and to determine the structural parameters of copper and copper nanopowder: the space group, phase, cell types and parameters. The chemical composition, sizes of crystallites and copper nanoparticles were determined by X-ray diffraction analysis and comparisons were made with the results of other methods.

Keywords: X-ray diffraction analysis, copper, copper nanopowder, structure, diffractogram

УДК 621.311.001.57

Н.Е. Тастанбек

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы,
Республика Казахстан, e-mail: nurtas.tastanbek@mail.ru)

РАЗРАБОТКА АНАЛОГОВОГО ПРИЁМНИКА L-ДИАПАЗОНА ДЛЯ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ADS

Аннотация. Здесь мы рассмотрим подробные этапы моделирования приемника L-диапазона, используемые для приема сигнала наземной станции, с помощью программного обеспечения Agilent Technologies Advanced Design System. Данная система специально разработана для приема слабых / низких входящих сигналов от наземной станции. Данная система состоит из усилителей с низким диапазоном шума, широко-полосовых фильтров и усилителей с высоким коэффициентом усиления. Радиочастота (RF) L-диапазона показана в стандартной промежуточной частоте 70 МГц (IF). Возможности приемника будут протестированы, слабый сигнал будет усилен на максимум с помощью программного обеспечения ADS.

Ключевые слова: Приемник, L-диапазона, ADS, усилитель, фильтр, радиочастота, сигнал, диапазон шума.

В этой статье описываются две важные концепции приемника: селективность и чувствительность к приему сигнала. Эти параметры являются наиболее важными в производительности приемника и зависят от многих вспомогательных факторов, таких как шумовые данные блоков, линейность, распределение усиления и коэффициент отклонения изображения.

Чувствительность приема сигнала:

Чувствительность определяется как минимальный уровень сигнала на входе приемника, так что на выходе приемника для данного приложения используется параметр отношение сигнал / шум (SNR). Он может быть указан в единицах дБм (децибел относительно одного ватта) с сопротивлением в (50 Ом для большинства систем) и обычно измеряется в среде без помех [1].

Коэффициент шума:

Общая чувствительность напрямую связана с показателем шума приемника, на которую воздействует шум от отдельных блоков в приемнике, а также распределение усиления цепи приемника. Показатель шума определяется как отношение между SNR на входе и SNR на

$$F = \frac{\text{Input SNR}}{\text{Output SNR}} \quad NF = 10\log(F)(dB)$$

выходе схемы: где F - коэффициент шума, а NF - показатель шума системы.

Селективность:

Селективность приемника - это показатель эффективности возможности фиксации на нужном сигнале и подавление не нужных сигналов. Обычно это используется, когда нужный сигнал слишком слабый, и на входе приемника имеется канал с сильным шумом, создающий помехи для сигнала.

Динамический диапазон:

Динамический диапазон (DR) приемника определяется как отношение максимального входного уровня, которое может выдержать схема, к минимальному входящему уровню, который поддерживается системой приемника [1]

Большинство приемников способны обрабатывать очень широкий диапазон сигналов любой мощности, сохраняя при этом правильную передачу сигнала. Это должно быть сделано при наличии шума и помех, которые иногда могут быть намного сильнее желаемого сигнала [4]. Система Advanced Design System (ADS) от Agilent Technologies помогает протестировать данные на этой чистоте в аналого-цифровой форме, что позволяет сэкономить время и ресурсы путем обработки данных в этой среде [3].

I. ОБЗОР АНАЛОГОВОГО ПРИЕМНИКА L-ДИАПАЗОНА

Как правило, реализация системы приемника наземной станции состоит из различных маломощных усилителей на разных этапах, фильтров с различной пропускной способностью и высоко-коэффициентными усилителями (рисунок 1)

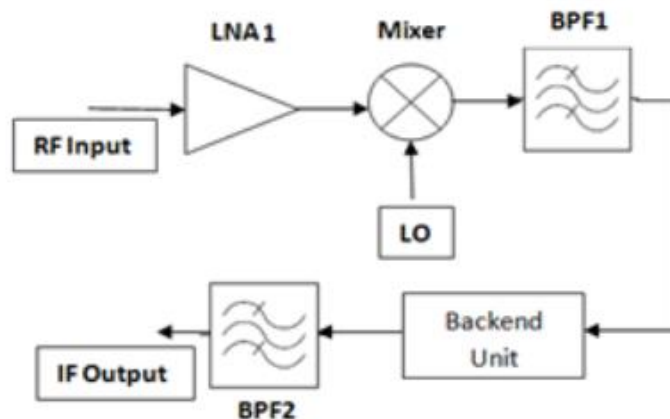


Рис. 1. Архитектура приемника наземной станции L-диапазона

Система приемника наземной станции состоит из двух этапов. Первый этап - это этап частотного перевода. Он включает широкополосный маломощный усилитель (LNA), один микшер с понижающим преобразованием с использованием местного генератора (LO) и пропускного фильтра. Второй этап включает в себя стандартный модуль промежуточной частоты IFM с частотой 70 МГц с узкополосными фильтрами. Стандартный этап промежуточной частоты выбирается таким образом, что он может обрабатывать сигналы в цифровом формате, используя дополнительное оборудование для повышения скорости передачи данных [2].

Первым решением было использовать конвертер с понижающим преобразованием или конвертер усиливающий передатчик. Преобразование вниз означает, что частота входного сигнала преобразуется в частоту IF, которая ниже входной частоты. Увеличение конверсии - это переход на более высокую частоту IF. Поскольку радиочастотный сигнал колеблется от 1000 МГц до 2000 МГц в диапазоне L-диапазона, более низкое преобразование легче выполнить из-за наличия фильтров и количества необходимых преобразований [5].

Блок-модуль состоит из узкополосного маломощного усилителя (LNA), полосовых фильтров, программируемого аттенюатора и двух каскадных (HGA)(рисунок 2)

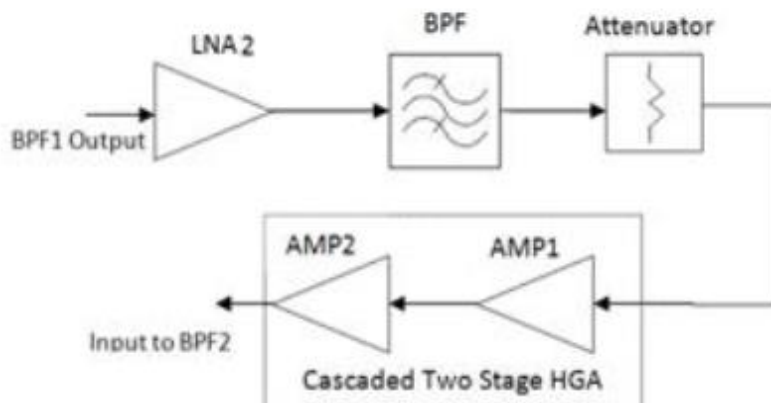


Рис. 2. Архитектура блок-модуля - подсистема приемника L-диапазона

Фильтрация каналов осуществляется на частоте IF фильтром с фиксированной центральной частотой на IF. Это означает, что выбор канала происходит в первом процессе смешивания путем выбора частоты локального генератора (LO), так что радиочастотный сигнал сдвигается вниз на разные величины, чтобы найти желаемый канал при фиксированном IF [1]. Этот приемник IF был выбран на основе производительности, которая была легкодоступной коаксиальной конструкции. Хотя пропускная способность фильтра IF значительно шире, чем обычно используется на практике, эффект, который этот фильтр оказывает на производительность системы, представляет интерес для рассмотрения посредством моделирования [3].

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АНАЛОГОВОГО ПРИЕМНИКА L-ДИАПАЗОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ADS

1. Этап 1- Перевод частоты:

Приемник L-диапазона был реализован с использованием программного обеспечения Agilent Technologies Advanced Design Systems (ADS). Первый этап приемника состоит из входного одночастотного источника питания (P_1Tone), обеспечивающего -100dBm мощности на частоте 1690 МГц в L-диапазоне, за которым следует широкополосный маломощный усилитель с показателем шума 1,7 дБ, работающим на частоте 0,01-3 ГГц. LNA на первом этапе дает приличный прирост около 30 дБ с низким уровнем шума. Для любого приемника наземной станции это минимальное требование на входном каскаде. Выход LNA радиочастотного сигнала подается в микшер с внутренним локальным осциллятором с частотой гетеродина, например 1620 МГц. Желаемый IF представляет собой RF minus LO, который дает выходную промежуточную частоту 70MHz. Результирующий сигнал IF проходит через полосовой фильтр ширины полосы пропускания 20 МГц и всей схемы первой ступени (рисунок 3).

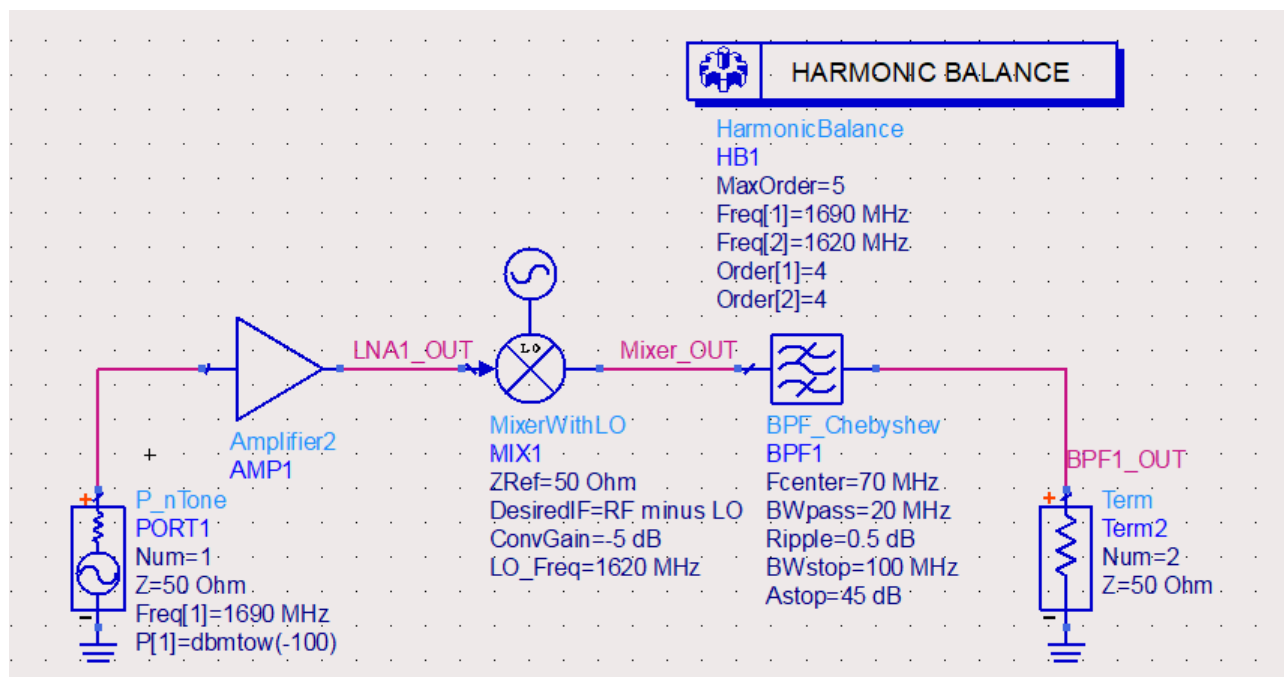


Рис. 3. Схема, используемая для понижающего преобразования входного RF в IF

Результат симуляции:

Первый этап приемника был смоделирован с помощью метода гармонического баланса (НБ) [6]. Мощность входного сигнала очень низкая около -100 дБм в диапазоне частот L-диапазона варьируется от 1000 МГц до 2000 МГц (обычно на частоте 1690 МГц). Выход широкополосного маломощного усилителя составляет -67 дБм (рисунок 4)

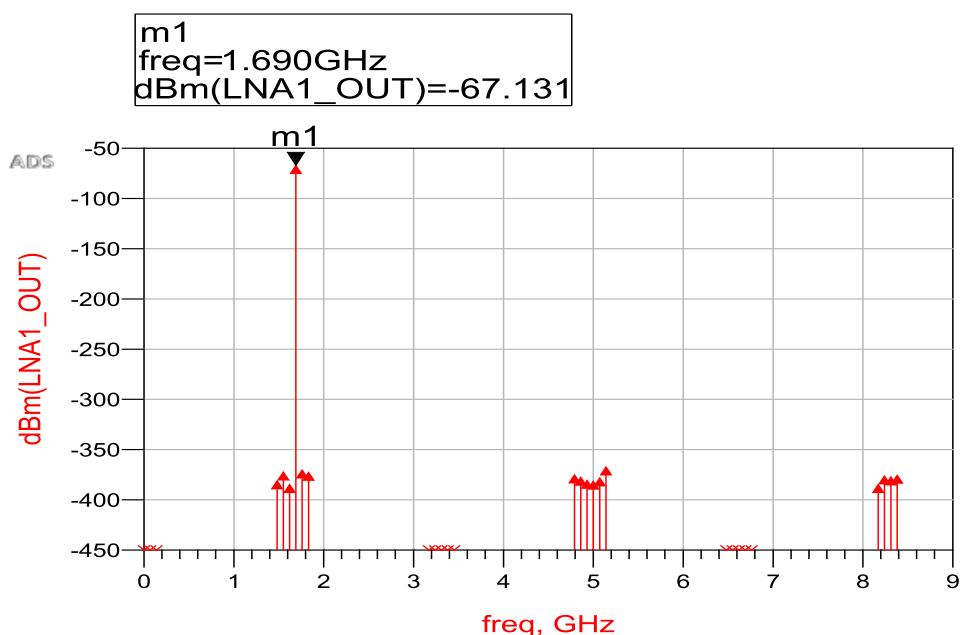


Рис. 4. Имитация выхода НВ на усилителе с низким уровнем шума (LNA1_Out)

На выход LNA1_Out подается микшер LO с частотой в 1620 МГц, а желаемый IF - RF minus LO. Выход микшера имеет две основные частотные составляющие: RF plus LO (3,310 ГГц) и RF minus LO (70 МГц) (рисунок 5). Микшер имеет коэффициент усиления преобразования -5 дБ и различные S11 & S22.

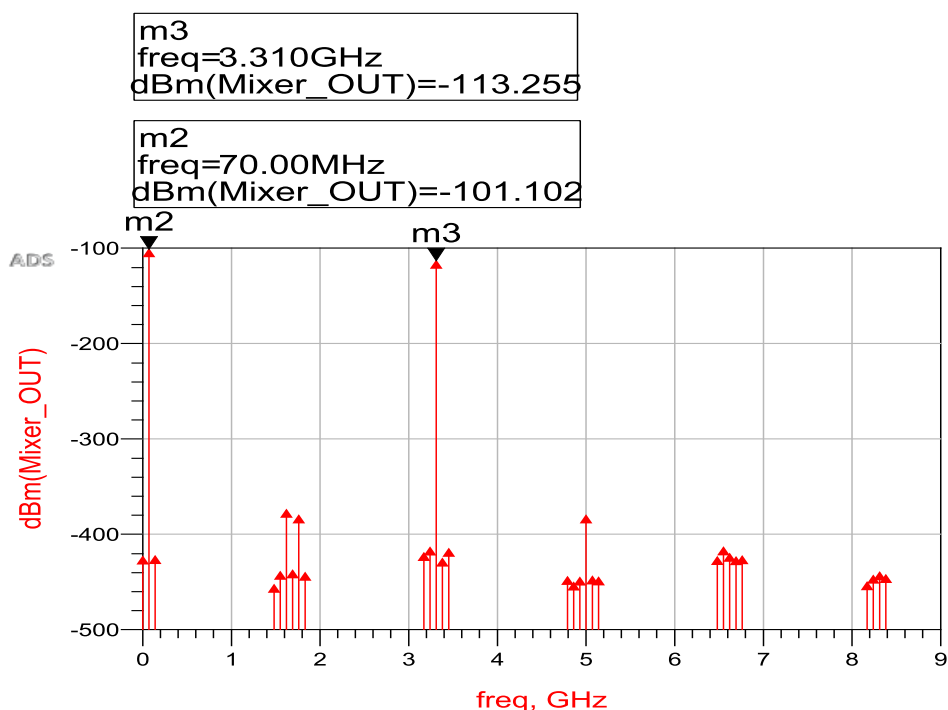


Рис.5. Имитированный выход НВ на смесителе (Mixer_Out)

Желаемый IF выбирается путем передачи сигнала на выход микшера через пропускной фильтр, имеющий фиксированную частоту 70 МГц с пропусканием в 20 МГц. Этот фильтр имеет 3 дБ конверсионных / вносимых потерь [6]. Выход BPF (рисунок 6)

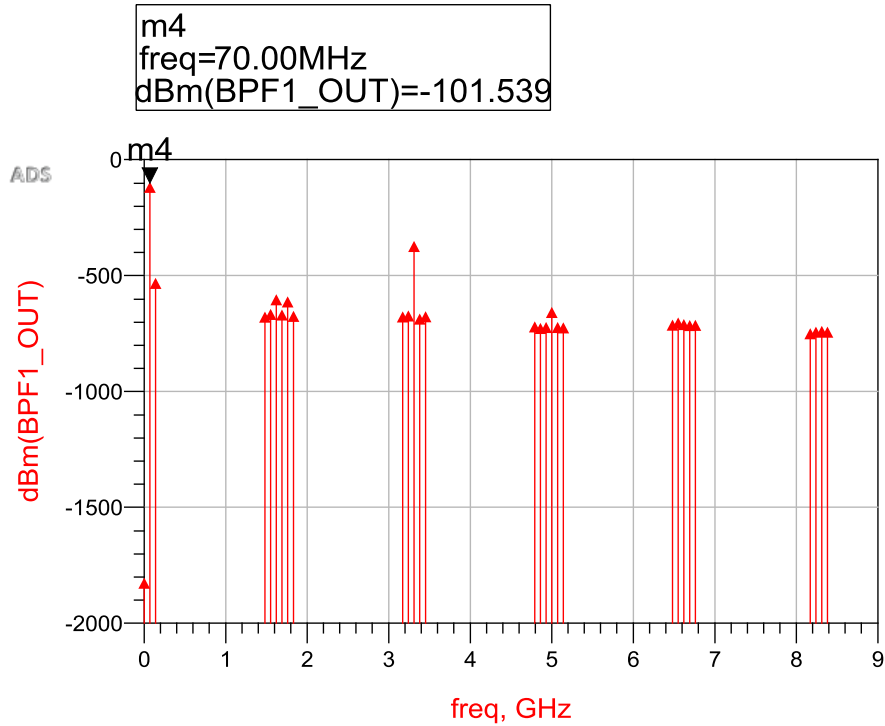


Рис.6. Имитированный выход НВ на полосовом фильтре (BPF1_Out).

Первый этап приемника L-диапазона дает выходную мощность приблизительно -101 дБм на промежуточной частоте 70 МГц. Обычно приемники наземных станций могут принимать слабые / низкие входные сигналы на любой частоте в L-диапазоне и преобразовываться в стандартную частоту 70 МГц.

2. Этап 2- блок-модуль:

Второй этап приемника L-диапазона является стандартным приемником с высоким коэффициентом усиления IF, как показано на рисунок 7. выходная мощность первой ступени подается на вход второй ступени.

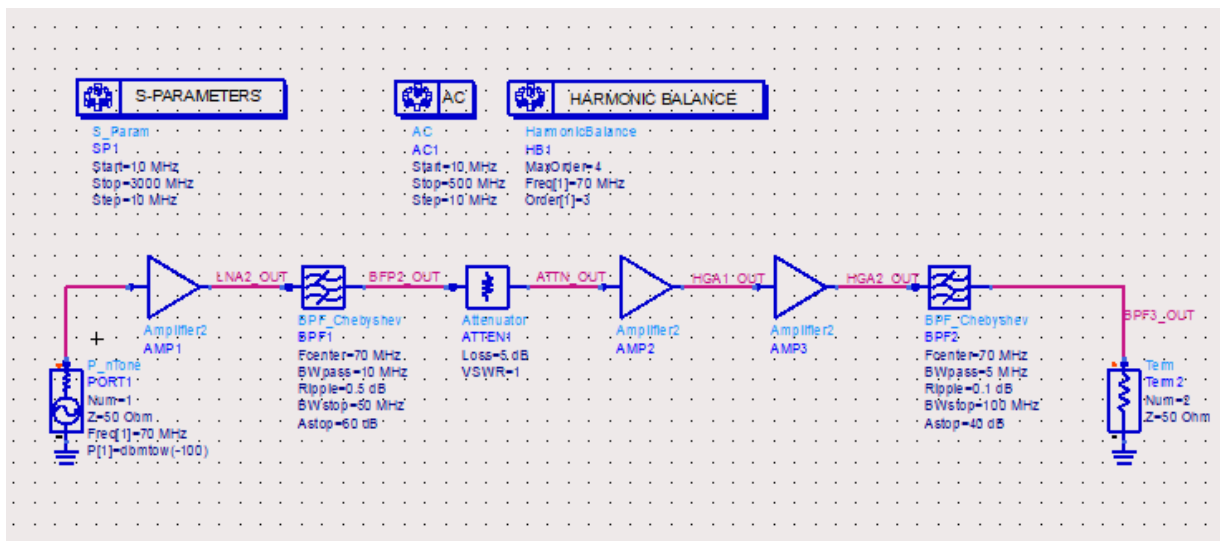


Рис.7. Схема, используемая для бэкэнд-блока приемника L-диапазона

Приемник состоит из одночастотного источника питания, имеющего входную мощность -100 дБм на промежуточной частоте 70 МГц, как показано на рисунке 8. Входная радиочастотная мощность может использоваться либо с фиксированной переменной. Блок-модуль также состоит из малошумящего усилителя с шумовой частотой 2,8 дБ с коэффициентом усиления около 40 дБ на частоте 0,5-500 МГц. Затем BPF1 выбирается так, чтобы он пропускал BW 10 МГц. После фильтра используется аттенуатор с ослаблением 5 дБ.

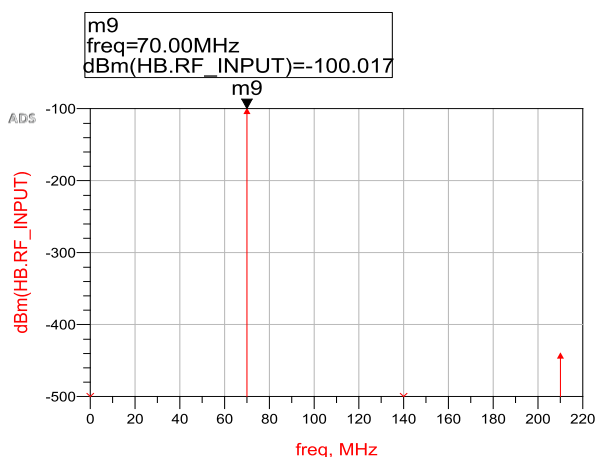


Рис. 8. входная мощность при симуляции p_1 tone

Аттенуатор используется в качестве программируемого аттенуатора с ослаблением 0-70 дБ с шагом 5 дБ. Важность программируемого аттенуатора заключается в улучшении уровня силы сигнала. Если уровень входного сигнала слабый, то ослабление меньше, в противном случае оно должно быть больше основано на мощности входного сигнала. Выход аттенуатора подается на каскадный двухступенчатый усилитель с высоким коэффициентом усиления (HGA) с коэффициентом усиления около 65-75 дБ, и этот выход проходит через другой полосовой фильтр с узкой пропускной способностью 5 МГц.

Результат симуляции:

1. Анализ переменного тока:

Анализ АС второго этапа (рисунок 9)[6]. Выходной спектр очень узкий, потому что выбраны фильтры чебушева и узкая пропускная способность. Если требуются широкие полосы пропускания, выберите подходящие фильтры.

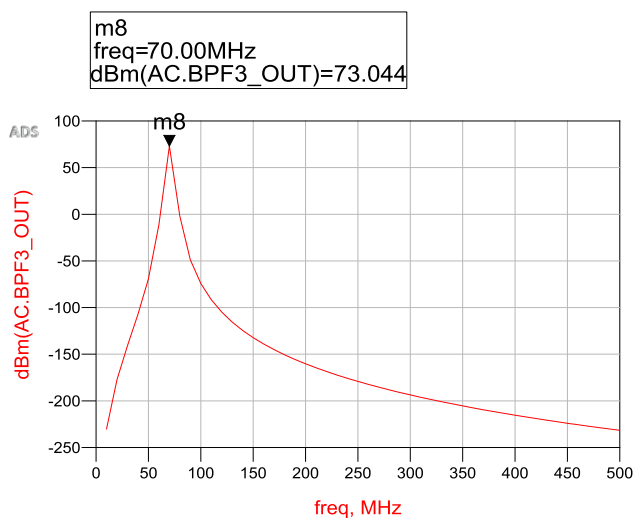


Рис. 9. Имитированный выход анализа переменного ток

2. Симуляция гармонического баланса:

Симуляция гармонического баланса второго этапа дается для входных уровней мощности -100 дБм и выработывает выходную мощность -26 дБм с улучшенной мощностью сигнала 80 дБм (рисунок 10).

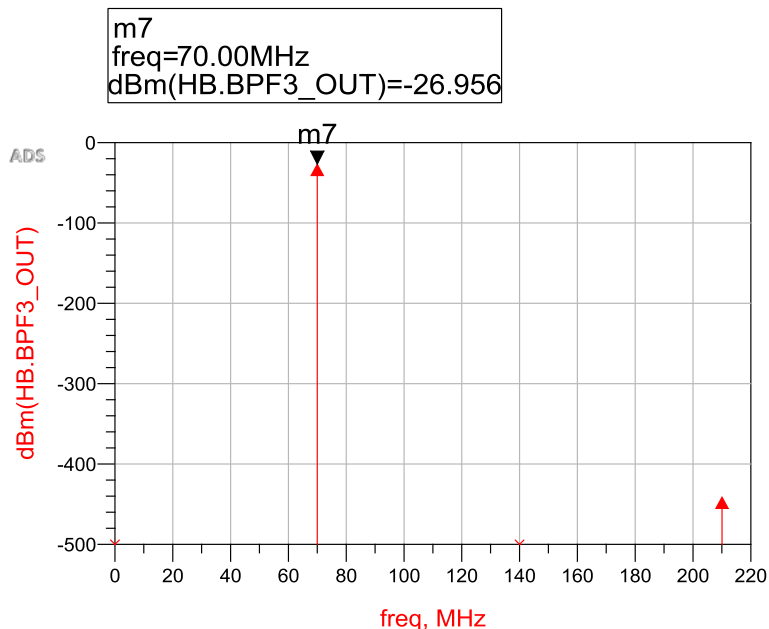


Рис. 10. Имитируемый выход моделирования гармонического баланса

3. Анализ S-параметров:

Анализ s-параметров дает общее усиление приемников (S21) на промежуточной частоте 70 МГц составляет около 80-90 дБ на основе уровня входного сигнала (рисунок 11).

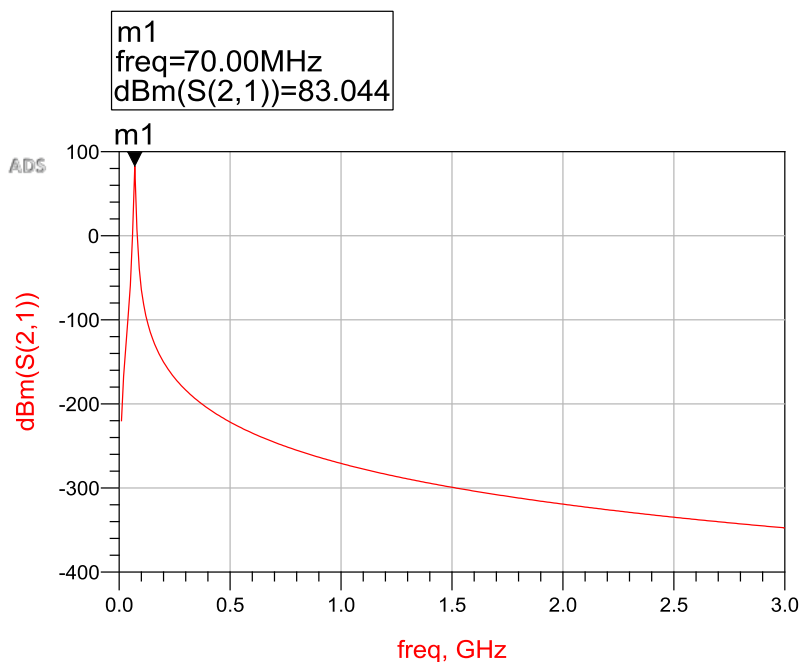


Рис. 11. Имитированный выход общего коэффициента усиления приемной системы с использованием S-параметров

4. Тестирование динамического диапазона:

Динамический диапазон приемника проверяется только на 5 дБ затухания с помощью симуляции гармонического баланса. Выход усилителей может не достигнуть состояния насыщения при применении меньшего ослабления. После этого ослабление усиливается для поддержания усилителей в активной области. Здесь входная мощность составляет -50 дБм при промежуточной частоте 70 МГц (рисунок 12).

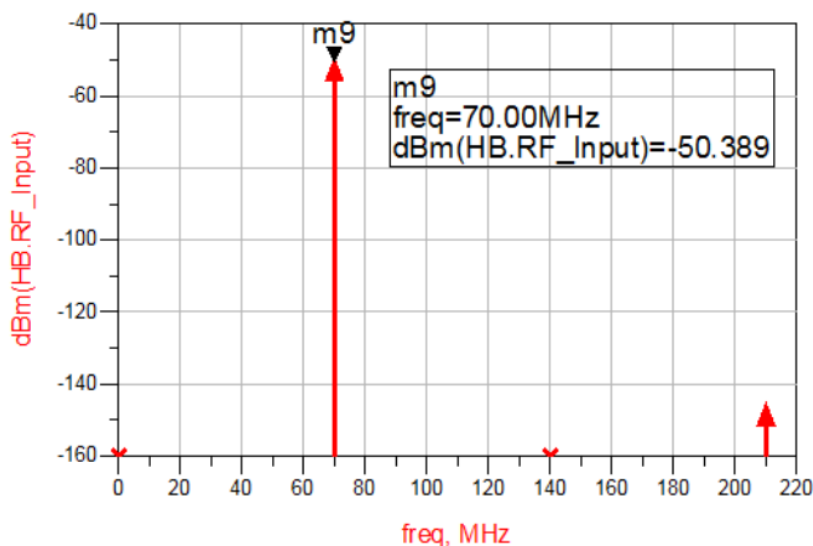


Рис. 12. симулированная входная мощность -50 дБм при p_1 tone

Моделирование гармонического баланса дает на выходе 27,993 дБм (рисунок 13).

Который указывает от -55dBm до -50dBm - это динамический диапазон для приемника L-диапазона.

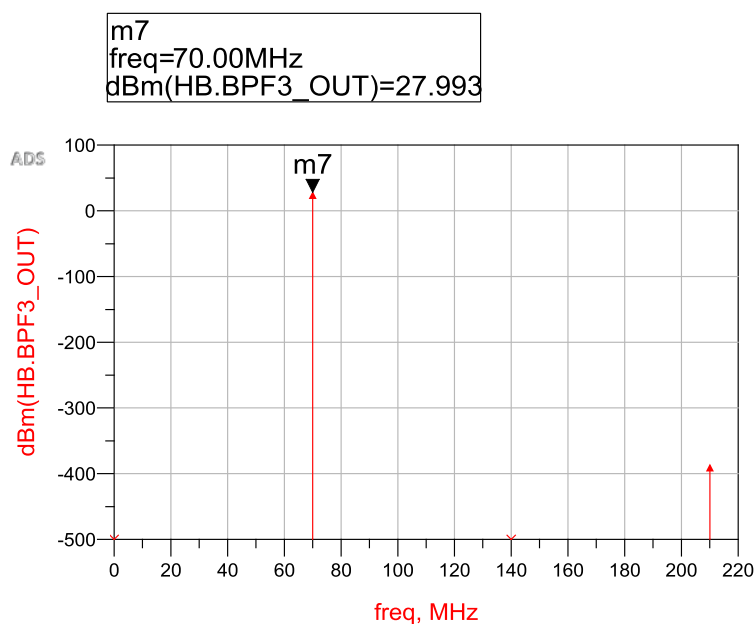


Рис.13. Имитируемый выход моделирования гармонического баланса

Выходные мощности для переменных входных мощностей от -100 дБм до -50 дБм при промежуточной частоте 70 МГц, как указано в следующей таблице 1, путем моделирования с использованием программного обеспечения ADS.

Таблица 1. **Выходные мощности для переменных входных мощностей**

Входная мощность (dBm)	Выходная мощность (dBm)
-100	-20.075
-90	-10.075
-80	-0.077
-70	9.906
-60	19.735
-55	26.956
-50	27.993

Выводы. Система аналогового приема наземной станции L-диапазона была смоделирована с использованием программного обеспечения Agilent Advanced Design System. Производительность системы приемника учитывалась для разных уровней входной мощности с использованием различных методов моделирования. Возможности системы приемника L-диапазона, а также он может усиливать слабые / низкие входные сигналы и дает максимальный выигрыш. Динамический диапазон системы приемника идентифицируется с помощью моделирования гармонического баланса. При этом были проанализированы данные с симуляций с соответствующими выходными графиками.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Nuntachai Poobuapheun, "LNA and Mixer Designs for Multi-Band Receiver Front-Ends", Electrical Engineering and Computer Sciences University of California at Berkeley.
- [2]. Joy Laskar, Babak Matinpour, Sudipto Chakraborty, "MODERN RECEIVER FRONT-ENDS: systems, circuits and integrations", John Wiley & Sons, Inc., Publication
- [3]. "Simulation of a 915 MHz receiver using the hpadvanced design system", E. Benabe, A. Kuppusamy, T. Weller, P. Flikkema and L. Dunleavy
- [4]Introduction_to_Receivers_w11.pdf
- [5]. "Super-heterodyne FM Receiver Design and Simulation", Bhavya Daya, University of Florida, Gainesville, FL, 32608, USA
- [6]. Advanced Design System Quick Start, "adstour.pdf".

Тастанбек Н.Е.

Development of the analogue L-range receiver for the ground station with the ads software

Summary. Here, we will look at the detailed steps of modeling the L-band receiver used to receive the ground station signal using the Agilent Technologies Advanced Design System software. This system is specifically designed to receive weak / low incoming signals from a ground station. This system consists of amplifiers with a low noise range, wide-band filters and amplifiers with a high gain. The radio frequency (RF) of the L-band is shown in the standard intermediate frequency of 70 MHz (IF). The receiver's capabilities will be tested, the weak signal will be amplified to maximum using the ADS software.

Key words: Receiver, L-band, ADS, amplifier, filter, radio frequency, signal, noise range.

Тастанбек Н.Е.

Жер станциясына арналған L-диапазонды аналогтық қабылдағышты ADS программалық жабдығы арқылы құрастыру

Түйіндеме. Бұл жерде біз Agilent Technologies Advanced Design System программалық жабдық арқылы жер станциясындағы қолданатын қабылдағыштардың, яғни L-диапазонды қабылдағыштың құрастыру деңгейін толығымен қарастырамыз. Бұл жүйе арнайы жер станцияларынан қабылданатын әлсіз және түмен сигналдарды қабылдауға бағытталған. Берілген жүйе шуылдың аз диапазоны бар күшейткіштен, кең жолақты фильтрден және күшейтудің жоғары коэффициентіне ие күшейткіштерден тұрады. L-диапазонның радиожиілігі стандартты жиілікте берілген, яғни 70МГц (IF). Ендігі кезде қабылдағыштың барлық мүмкіндіктері, және де әлсіз сигналды күшейту арнайы программалық жабдық ADS арқылы жүзеге асырылатын болады.

Кілтті сөздер: Қабылдағыш, L-диапазон, ADS, күшейткіш, фильтр, радиожиілік, сигнал, шуыл диапазоны.

УДК 517.51

С.Д. Маусумбекова, К. Кан, Р. Тенизбай

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Казахстан, г. Алматы e-mail: saulemaussumbekova@gmail.com)

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРАТИФИКАЦИИ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ

Аннотация. В работе построена компьютерная модель для определения распространения вредных примесей в атмосфере. Приведены анализ и результаты расчетов, определяющих распределение концентраций вредных примесей с учетом различного градиента температуры. Проведены расчеты при различных скоростях выброса из устья точечного источника. Исследовано влияние температуры в приземном слое атмосферы на динамику концентрации вредных примесей от точечного источника. Получены результаты, позволяющие прогнозировать форму факела и его протяженность.

Ключевые слова: стратификации по температуре, модель турбулентности, осредненные уравнения по Рейнольдсу, концентрации вредных веществ.

Введение. С каждым днем экология окружающей среды ухудшается и привлекает все больше внимания в научном сообществе. Атмосфера, в вид газовой оболочки, покрывающей всю Землю и защищающая земную поверхность от губительного влияния ультрафиолета, испускаемого Солнцем, больше всего страдает от деятельности, развернутой на поверхности [1].

В [2] исследуются процессы распространения облаков легких и нейтральных ОХВ (опасных химических веществ) при помощи численного моделирования. Выбрана стандартная к-ε модель – математическая модель турбулентного несжимаемого движения газа в поле ветра, состоящая из уравнения неразрывности, соединенных по Рейнольдсу уравнений движения, уравнения энергии для температуры, двух уравнений переноса турбулентных характеристик k , ϵ и соотношения, связывающего турбулентную вязкость с турбулентными характеристиками. Данная система уравнений решается с применением пакета FLUENT [3]. Расхождение между распределениями объемных концентраций, полученных экспериментальным путем и рассчитанных с использованием аналогичной модели при изотермии, составляет не более 10 %. Данный факт подтверждает, что численный метод достаточно точно отображает реальность [4].

В [5] проведен анализ математических моделей распространения примесей от точечных источников. Описаны такие модели, как модель Эйлера, модель Лагранжа, модель Ханна и др. Результатом исследования послужило установление факта о том, что построение единой классификации моделей распространения примесей от точечных источников представляет собой трудноразрешимую задачу в виду многогранности и многоаспектности подходов к моделированию.

Рассеивание вредных примесей в атмосфере напрямую связано с метеорологическими условиями в данной области.

Неблагоприятные метеорологические условия могут препятствовать рассеиванию вредных газов. Одним из таких условий является распределение температуры по вертикали, объясняемое способностью земной поверхности поглощать или излучать теплоту [6].

Компьютерное моделирование позволяет нам прогнозировать направление распространения вредных газов в атмосфере, что подчеркивает актуальность данной темы.

Основная часть. Физическая постановка задачи. В настоящей работе будем рассматривать задачу о распространении концентрации вредных веществ в атмосфере, выбрасываемых промышленными предприятиями через точечные источники (трубы) с учетом влияния стратификации температуры.

В качестве участка приземного слоя атмосферы выберем прямоугольник с шириной 60 м и высотой 30 м. Точечный источник (трубу) разместим на расстоянии 4 м от левой границы. Диаметр устья источника равен 1.2 м, высота источника – 7 м.

На рисунке 1 схематически изображена расчетная область.

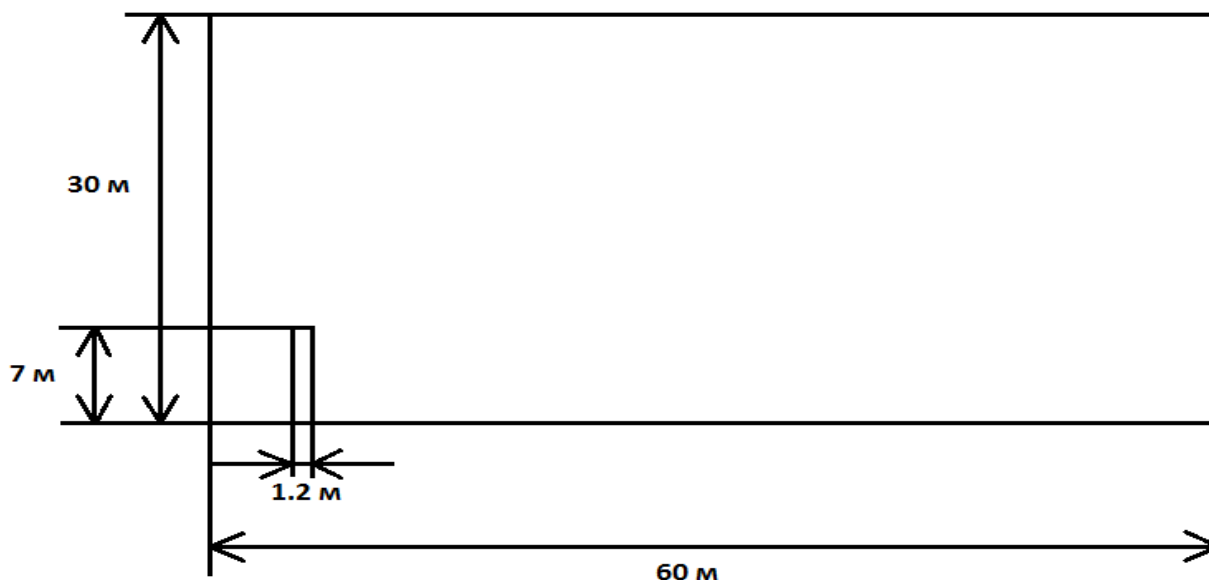


Рис. 1. Схема расчетной области

Метод решения. Для моделирования процесса использован программный комплекс ANSYS. На первом этапе создана геометрия объекта с помощью встроенного в программный комплекс редактора DesignModeler. Редактор Mesh позволяет дискретизировать расчетную область. Переход в редактор Setup позволяет поставить начальные и граничные условия задачи, выбрать метод решения. В General назначаем Type - Pressure-Based, Time – Transient, Velocity Formulation – Absolute, 2DSpace – Planar. Ниже ставим галочку напротив Gravity и присваиваем значение по оси ординат -9.8m/s^2 . В Models подключаем уравнение энергии, Viscous меняем на Standard k- ϵ , Species на Species Transport, здесь же выбираем Mixture Material – methane-air, Reactions – Volumetric и Turbulence - Chemistry Interaction – Eddy-Dissipation. Здесь же для задания градиента температуры используем UDF. Для этого создаем файл формата *.c, в котором задаем профиль температуры. Для использования его в проекте, вызываем меню Define -> Define Functions -> Interpret... , выбираем созданный файл. После чего в настройках Cell Zone Conditions ставим галочку напротив Fixed Values и меняем Temperature с none на udf_y_temperature. Задание значений на границах области осуществляется во вкладке Boundary Conditions. Задаются значения скоростей входящего в область воздушного потока в air_inlet, выброса метана из трубы в gas_inlet. Также задается массовая доля кислорода в air_inlet – 0.23, и массовая доля метана в gas_inlet – 1. В air_inlet меняется Temperature с none на udf_y_temperature.

В качестве метода решения выбран метод SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations), иначе – метод расщепления по физическим параметрам. Далее инициализируется расчет.

Анализ полученных результатов. Расчеты были проведены с учетом различных вариаций градиента температуры и скорости выброса вредных примесей из устья источника. Результаты были получены при скоростях выброса: 2.5, 4, 10 м/с. Входящий слева воздушный поток движется со скоростью 0.5 м/с. Данная скорость воздушного потока по шкале Бофорта соответствует определению силы ветра – тихий. То есть, в данном случае, направление ветра можно заметить по дыму, но не по флюгеру, листья деревьев остаются неподвижны. Представленные рисунки определяют состояние факела на тридцатой секунде. Шаг итераций по времени равен 0.1 с. Были проведены численные эксперименты.

Рисунок 2 демонстрирует распределение концентрации метана при скорости выброса 2.5 м/с. Рассмотрено четыре случая, каждому из которых соответствует заданный градиент температуры. 2 (a) характерен для случая, когда с высотой температура понижается; 2 (b) – для случая инверсии; 2 (c) – для случая, когда устье источника располагается выше верхней границы инверсии; 2 (d) – для случая, когда устье источника располагается ниже нижней границы инверсии.

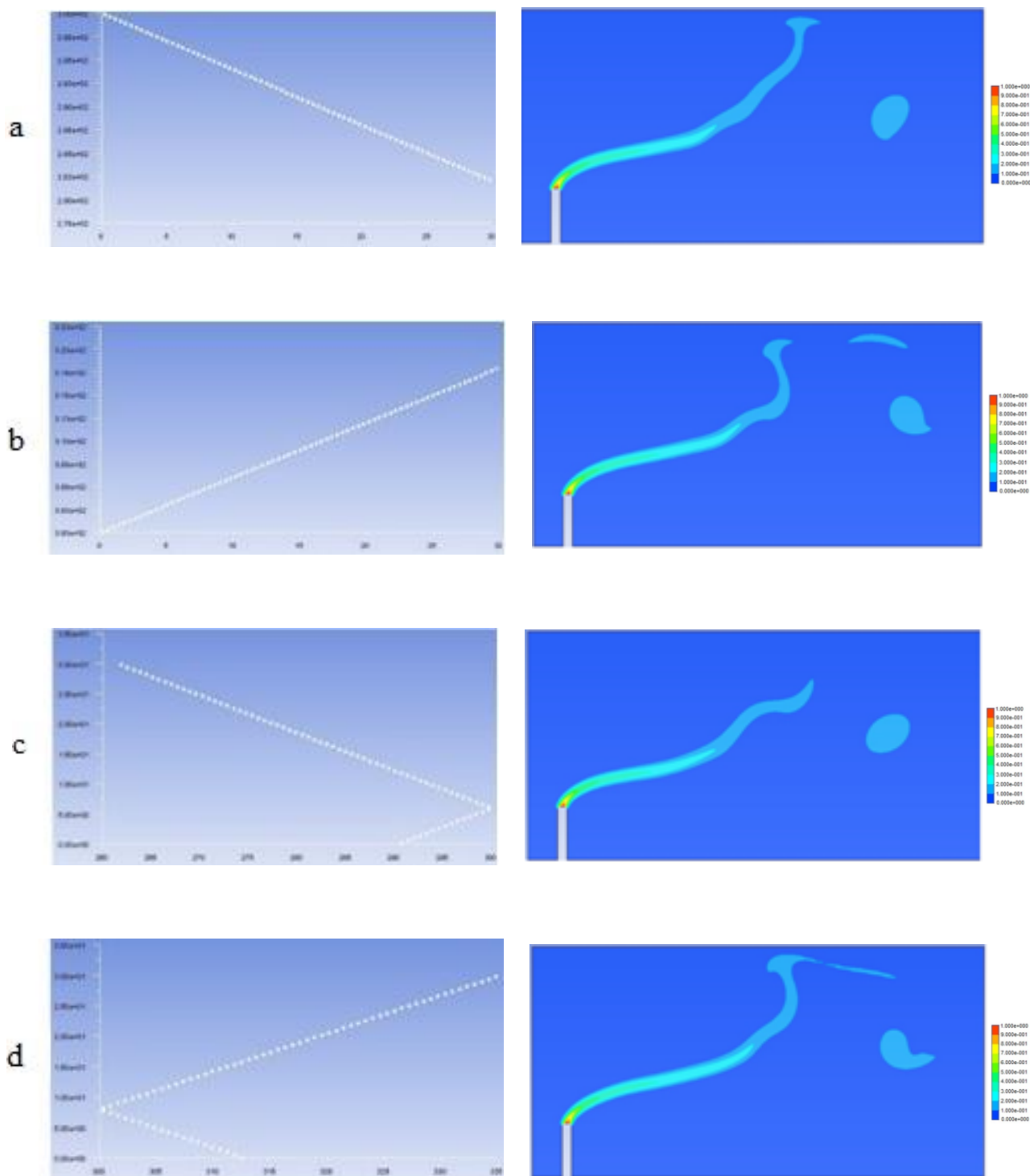


Рис. 2. Распределение концентрации метана (CH_4) при различных начальных профилях температуры в случае, когда скорость выброса – 2.5м/с

Рисунок 3 демонстрирует распределение концентрации метана при скорости 4 м/с. Здесь также рассмотрены четыре варианта стратификации по температуре. 3 (а) характерен для случая, когда с высотой температура понижается; 3 (b) – для случая инверсии; 3 (c) – для случая, когда устье источника располагается выше верхней границы инверсии; 3 (d) – для случая, когда устье источника располагается ниже нижней границы инверсии.

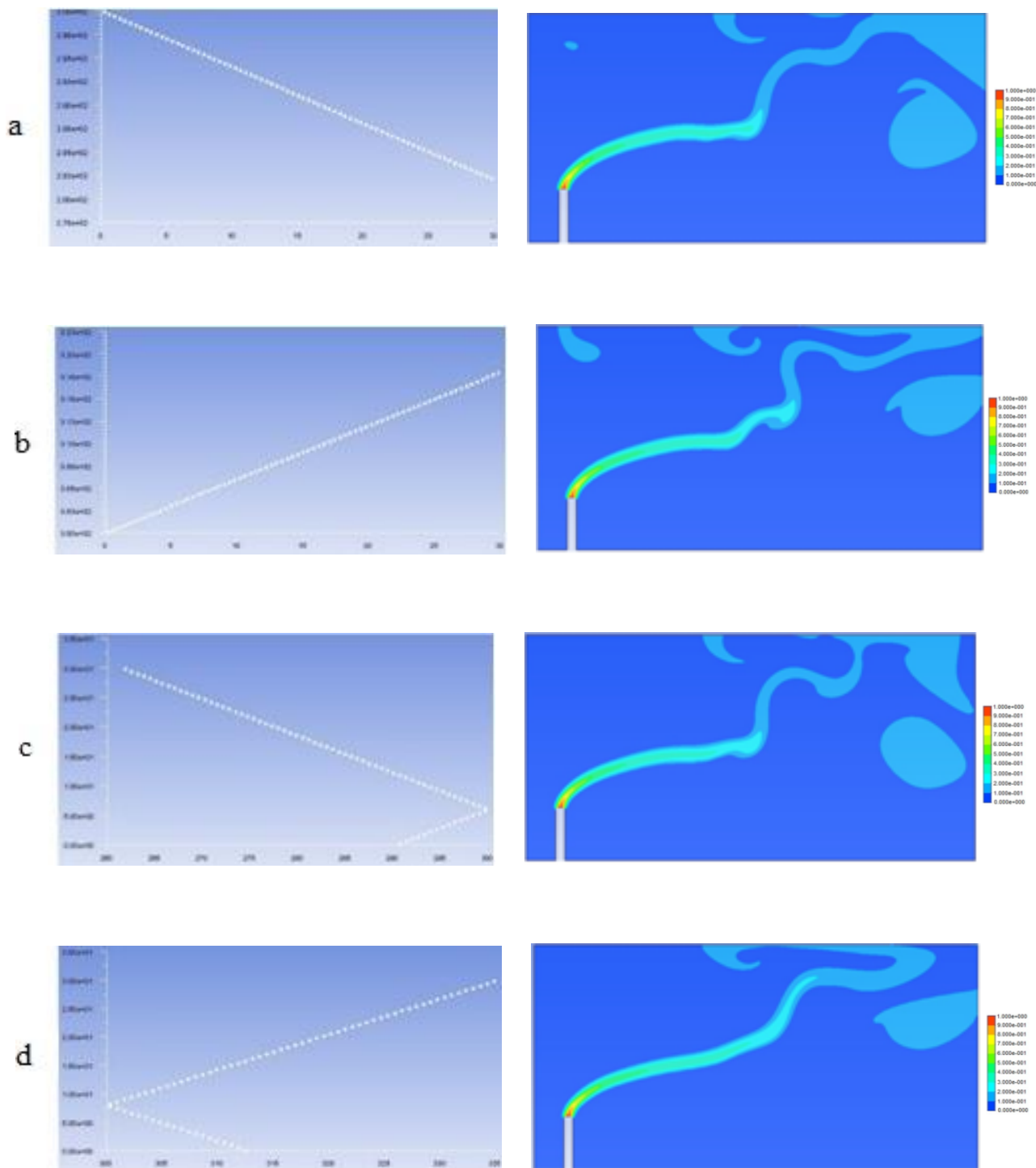


Рис. 3. Распределение концентрации метана (CH_4) при различных начальных профилях температуры в случае, когда скорость выброса – 4м/с

Рисунок 4 демонстрирует распределение концентрации метана при скорости 10 м/с. Рассмотрено четыре случая:

- 4 (а) характерен для случая, когда с высотой температура понижается;
- 4 (б) – для случая инверсии;
- 4 (в) – для случая, когда устье источника располагается выше верхней границы инверсии;
- 4 (г) – для случая, когда устье источника располагается ниже нижней границы инверсии.

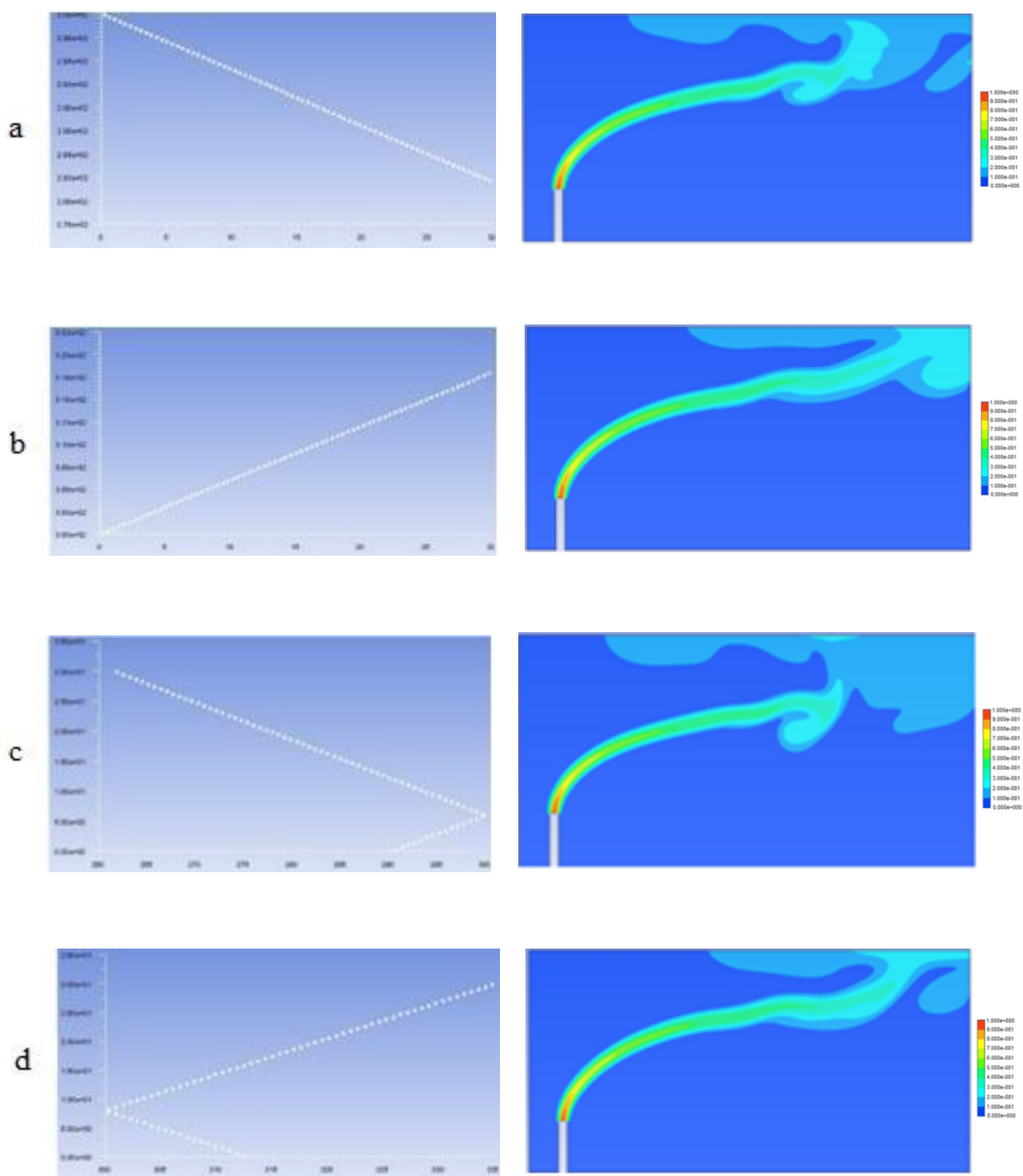


Рис. 4. Распределение концентрации метана (CH_4) при различных начальных профилях температуры в случае, когда скорость выброса – 10 м/с

Таким образом, приведенные результаты позволяют отметить важность влияния ветра на распределение вредных веществ в атмосфере, выбрасываемых точечным источником промышленного предприятия.

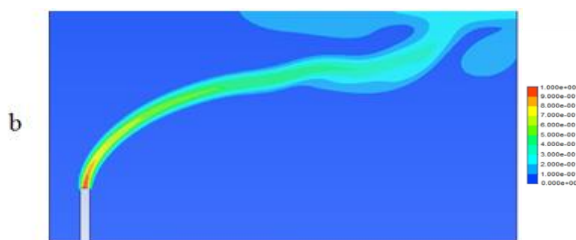
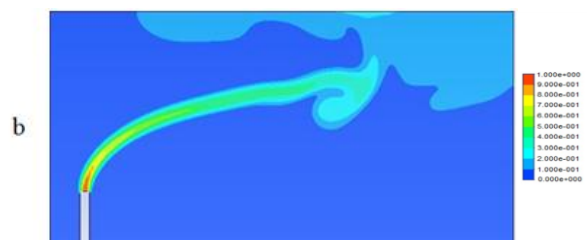


Рис. 5. Временное распределение концентрации метана (CH_4) в случае, когда верхняя граница инверсии расположена ниже устья источника

Рис. 6. Временное распределение концентрации метана (CH_4) в случае, когда нижняя граница инверсии расположена выше устья источника

Рисунок 5 соответствует распределению концентрации метана при $t=10$ с (5(a)), $t=30$ (5(b)), $t=60$ (5(c)).

Как видно, на первом этапе значительные концентрации остаются вблизи устья источника, заметно происходит рассеивание. На втором этапе значительные концентрации переносятся на более отдаленное расстояние от источника с последующим рассеиванием. На третьем этапе видна наиболее выраженная форма факела. Значительные концентрации переносятся на значительное расстояние от источника в направлении распространения ветра с последующим рассеиванием.

В отличие от случая, когда устье источника расположено ниже нижней границы инверсионного слоя, который показан на рисунке 6, значительные концентрации переносятся на меньшее расстояние от источника.

Видно, как с течением времени факел приобретает более ярко выраженную форму конуса.

В сравнении с рисунком 6, можно отметить, что рассеивание вредных веществ больше, что обуславливается тем, что факел попадает в слой атмосферы, где градиент температуры положителен.

Также можно отметить, что в случае, когда инверсионный слой ниже устья источника, значительные концентрации вредных веществ наблюдаются на большей высоте по сравнению с тем случаем, когда инверсионный слой располагается выше уровня устья источника.

Рисунок 6 демонстрирует распределение концентрации метана, выбрасываемого точечным источником со скоростью 10 м/с, с течением времени 6(a)- 10 с, с учетом того, что устье источника располагается ниже нижней границы инверсионного слоя. В отличие от случая, когда устье

источника расположено выше верхней границы инверсионного слоя, который показан на рисунке 5, значительные концентрации переносятся на большее расстояние от источника. Можно также отметить, что рассеивание вредных веществ меньше, что обуславливается тем, что факел попадает в инверсионный слой, препятствующий рассеиванию. В случае, когда инверсионный слой ниже устья источника, значительные концентрации вредных веществ наблюдаются на меньшей высоте по сравнению с тем случаем, когда инверсионный слой располагается выше уровня устья источника.

В связи с чем можно утверждать, что случай, когда инверсионный слой расположен ниже уровня устья источника, более безопасен для экологии приземного слоя атмосферы.

Выводы. Численные эксперименты были проведены при различных скоростях выброса вредных веществ точечным источником, при различной стратификации температуры с высотой, что позволяет прогнозировать форму факела и его протяженность.

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования распределения концентрации в приземном слое атмосферы, качество состава воздуха которого оказывает существенное влияние на состояние экологии окружающей среды. Анализ полученных результатов позволяет отметить необходимость создания подобных моделей для прогнозирования распределения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы, что окажет влияние на состояние экологии окружающей среды в целом и атмосферы в частности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Матвеев Л.Т. Физика атмосферы: Учебник. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 777 с.
- [2] Вальгер С.А., Данилов М.Н., Захарова Ю.В., Федорова Н.Н. Основы работы в ПК ANSYS, 16.0: Учебное пособие. – Новосибирск: НГАСУ, 2015. – 240 с.
- [3] Тюменев Т. Р., Поникаров С. И., Гасилов В.С. Исследования влияния скорости ветра и застройки на распространение облаков легких газов численным моделированием // Безопасность жизнедеятельности. – Нижнекамск, 2006. – №11. – С. 4–7.
- [4] Евсина Е.С., Алыков Н.М., «Обзор различных вариантов математического моделирования аэродинамики воздушных потоков», Естественные науки, 2012, с.124-130.
- [5] Тюменев Т.Р., Поникаров С.И., Гасилов В.С., «Прогнозирование распространения облаков легких и нейтральных ОХВ в условиях устойчивой атмосферы при помощи численного моделирования», Вестник Казанского Технологического Университета, 2006, с. 78-86.
- [6] Бабков В.С., Ткаченко Т.Ю., «Анализ математических моделей распространения примесей от точечных источников», Научные труды ДонНТУ. Серия: Информатика, кибернетика и вычислительная техника, 13(185)/2011, с. 147-155.

Маусумбекова С.Д., Кан К., Тенизбай Р.

Атмосферада зиянды газдардың таралуына температуралық стратификацияның әсерін сандық зерттеу.

Түйіндемe. Жұмыста атмосферада зиянды қоспалардың таралу динамикасын анықтауға арналған компьютерлік модель құрылды. Ауа температурасының түрлі градиенті ескеріліп, зиянды қоспалардың концентрациясының таралуы сандық эксперименттер арқылы анықталып, есептеулердің нәтижелеріне талдау жүргізілді. Есептеу нүктелік көзден әртүрлі жылдамдықтар үшін жүргізілді. Атмосфераның беттік қабатындағы температураның нүктелік көзден тараған зиянды қоспалардың динамикасына әсері зерттелді. Алаудың нысанын және оның мөлшерін болжауға мүмкіндік беретін нәтижелер алынады.

Кілттік сөздер: температура стратификасы, турбуленттік модель, орташаланған Рейнольдс тендеулері, зиянды қоспалар концентрациясы.

Mausymbekova S., Kan K., Tenizbay R.

Numerical study of the effect of temperature stratification on the propagation of harmful gases in the atmosphere.

Summary.The computer model has constructed to determine the propagation of harmful impurities in the atmosphere. The analysis and results of calculations determining the distribution of concentrations of harmful impurities taking into account a different temperature gradient are given. Calculations were made for different velocities from the source. The influence of temperature in the surface layer of the atmosphere on the dynamics of the concentration was studied. The results are obtained, which allow to predict the shape of the torch and its extent.

Key words: temperature stratification, turbulence model, averaged Reynolds equations, concentration of harmful substances.

Ж. М. Кадирбаева¹, А. А. Утегенова²

¹Математика және математикалық моделдеу институты

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы

apelman86pm@mail.ru, nuray9429@mail.ru)

ЕКІНШІ РЕТТІ ЖӘЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУ ҮШІН СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ШЕТТІК ЕСЕПТІ ШЕШУДІҢ САНДЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРЫЛУЫ

Түйіндемесі. Мақалада екінші ретті жәй дифференциалдық тендеу үшін сызықтық емес шеттік есеп қарастырылады. Жаңа функцияларды енгізу арқылы қарастырылып отырған есеп бірінші ретті сызықтық емес дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін периодты шеттік есепке келтіріледі. Бірінші ретті сызықтық емес дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін периодты шеттік есепті шешу алгоритмі және оның сандық жүзеге асырылуы ұсынылады. Алгоритмнің әр қадамында қарастырылатын есеп параметрлеу әдісі негізінде зерттеледі.

Түйін сөздер: дифференциалдық тендеу, шеттік есеп, параметрлеу әдісі, сандық шешім

Динамикалық үрдістерді математикалық түрде сипаттау үшін ертеден дифференциалдық тендеулер қолданылады. Көптеген жағдайларда олар сызықтық дифференциалдық тендеулер немесе сызықтық дифференциалдық тендеулер жүйесі түрінде болады, себебі сызықтық тендеулер теориясы жеткілікті түрде жақсы жасалған, сонымен бірге, сызықтық тендеулер көбінесе нақты үрдістердің алғашқы жуықтауларын береді. Дегенмен, кейінірек оларды толық және адекватты түрде сипаттау үшін сызықтық сұлбалар тым дөрекі немесе тіптен мүмкін болмайтын нақты нысандардың болатыны айқындалды. Сонымен, дифференциалдық тендеулер үшін сызықтық емес есептерді зерттеу қажеттігі туындады. Дифференциалдық тендеулер үшін шеттік немесе алғашқы есептер теориясында мұндай есептердің шешілімділік мәселесі негізгі болып табылады [1-8].

Екінші ретті дифференциалдық тендеулер физикалық, химиялық, экономикалық және әлеуметтік-биологиялық құбылыстарды сипаттаушы математикалық сұлбалардың көпшілігінің негізі болып табылады. Сондықтан, екінші ретті дифференциалдық тендеулер және оларға арналған шеттік есептер теориясының аналитикалық аппаратын дамыту мейлінше көкейкесті және маңызды мәселе болып саналады [9-13].

Өткен ғасырдың 80-ші жылдары Д.С. Жұмабаевтің еңбектерінде жәй дифференциалдық тендеулер үшін шеттік есептерді зерттеу мен шешуге арналған параметрлеу әдісі ұсынылған болатын [14-17]. Параметрлеу әдісінің мәні – дифференциалдық тендеу қарастырылатын аралық белгілі бір $h > 0$ қадаммен бөліктерге бөлінеді және бастапқы есеп параметрі бар пара-пар есепке келтіріледі. Параметрі бар есептің шешімі параметр мен белгісіз функцияның жұптарының жүйелерінің тізбегінің шегі ретінде анықталады. Параметр шеттік шарттар мен дифференциалдық тендеулер жүйесі матрицалары арқылы құрастырылатын сызықтық тендеулер жүйесінен табылатын болса, ал белгісіз функциялар ұзындығы $h > 0$ болатын аралықтардағы параметрдің табылған мәндеріндегі Коши есебінің шешімі ретінде табылады. Параметрді енгізу параметрлеу әдісінің алгоритмдерінің жинақтылығы шарттарын қарастырып отырған есептің бастапқы берілгендер терминінде тағайындауға мүмкіндік берді, оған қоса бұл шарттар зерттелініп отырған есептің шешімінің бар болуы мен жалғыздығын қамтамасыз етеді. Параметрлеу әдісі жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін шеттік есептің шешілімділігі шарттарын бастапқы берілгендер терминінде алуға және оның шешімін табу алгоритмдерін құруға мүмкіндік берді.

Осыған байланысты параметрлеу әдісі жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін көпнүктелі шеттік есептерге дамытылған болатын. [18] еңбегінде жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықтық көпнүктелі шеттік есепті шешу үшін параметрлеу әдісі қолданылған. Жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықтық көпнүктелі шеттік есеп аралықты бөлу нүктелерінде қосымша параметрлер енгізу арқылы параметрлі пара-пар шеттік есепке келтірілген. Пара-пар шеттік есеп параметрлі жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін Коши есебінен, шеттік және үзіліссіздік шарттарынан тұрады. Параметрлі жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін Коши есебінің шешімі дифференциалдық тендеудің фундаменталдық матрицасының көмегімен тұрғызылған. Тұрғызылған шешімнің шеттік және үзіліссіздік шарттарына кіретін сәйкес

нүктелердегі мәндерін тауып және орнына қоя отырып, параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі құрылған. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің бірімәнді шешілімділігінің нышаны параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесінің матрицасының терминінде тағайындалған.

Мақалада $[0, T]$ аралығында екінші ретті сызықтық емес дифференциалдық теңдеу үшін төмендегідей периодты шеттік есеп қарастырылады:

$$\ddot{z}(t) + \gamma(t)\dot{z}(t) - \alpha(t)z(t) + \beta z^3(t) = f \sin(\omega t) + g(t), \quad (1)$$

$$z(0) = z(T), \quad (2)$$

$$\left. \frac{dz(t)}{dt} \right|_{t=0} = \left. \frac{dz(t)}{dt} \right|_{t=T}, \quad (3)$$

мұндағы $\gamma(t), \alpha(t), g(t)$ функциялары $[0, T]$ аралығында үзіліссіз, β, ω, f – берілген сандар.

$z^*(t)$ функциясы (1) – (3) шеттік есебінің шешімі деп аталады, егер ол $[0, T]$ аралығында үзіліссіз екінші ретке дейін дифференциалданып, (1) екінші ретті жәй дифференциалдық теңдеуін және (2), (3) шарттарын қанағаттандыратын болса.

Алдыменен жаңа $x_1 = z, x_2 = \frac{dz}{dt}$ функцияларын енгізейік. Яғни $x_1' = z' = x_2$. Олай болса

(1) – (3) екінші ретті сызықтық емес дифференциалдық теңдеу үшін периодты шеттік есеп төмендегідей бірінші ретті сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін периодты шеттік есепке пара-пар болады:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2, \quad (4)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -\gamma(t)x_2(t) + \alpha(t)x_1(t) - \beta x_1^3(t) + F \sin(\omega t) + g(t), \quad (5)$$

$$x_1(0) = x_1(T), \quad (6)$$

$$x_2(0) = x_2(T). \quad (7)$$

(4)-(7) бірінші ретті сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін периодты шеттік есебін $[0, T]$ кесіндісінде векторлық-матрицалық түрде жазайық:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t, x) + F(t), \quad x \in R^2, \quad (8)$$

$$x(0) = x(T), \quad (9)$$

мұндағы (2×2) өлшемді $A(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ \alpha(t) & -\gamma(t) \end{pmatrix}$ матрицасы және екі өлшемді

$B(t, x) = \begin{pmatrix} 0 \\ -\beta x_1^3(t) \end{pmatrix}$ және $F(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ F \sin(\omega t) + g(t) \end{pmatrix}$ вектор-функциялары $[0, T]$ аралығында үзіліссіз.

Мақалада (8), (9) есебін шешудің келесідей алгоритмі ұсынылады:

0-ші қадам. (8), (9) есебінде сызықсыз қосылғышты нөл деп алып ($\beta x_1^3(t) = 0$), төмендегі сызықты дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін периодты шеттік есепті шешеміз:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + F(t), \quad (10)$$

$$x(0) = x(T). \quad (11)$$

(10), (11) есепті шешіп $x^{(0)}(t)$ алғашқы жуықтауды табамыз.

1-ші қадам. (8), (9) есебінде сызықсыз қосылғышты $\beta x_1^3(t) = \beta [x_1^{(0)}(t)]^3$ деп,

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t, x^{(0)}) + F(t),$$

$$x(0) = x(T)$$

сызықты дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін периодты шеттік есепті шешіп, $x^{(1)}(t)$ жуықтауын табамыз. Т.с.с.

к-шы қадам. (8), (9) есебінде сызықсыз қосылғышты $\beta x_1^3(t) = \beta [x_1^{(k-1)}(t)]^3$ деп,

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t, x^{(k-1)}) + F(t),$$

$$x(0) = x(T)$$

сызықты дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін периодты шеттік есепті шешіп, $x^{(k)}(t)$ жуықтауын табамыз.

Ұсынылып отырған алгоритмнің жинақтылығы [19] жұмысында қарастырылып, жинақталу шарттары тағайындалған. Осы алгоритмге сүйене отырып, 0-ші қадамда шешілетін (10), (11) периодты есебінің сандық жүзеге асырылуын келтірейік.

$C([0, T], R^2)$ арқылы $[0, T]$ аралығында үзіліссіз $x: [0, T] \rightarrow R^2$ функцияларының кеңістігін белгілейміз, онда норма $\|x\|_1 = \max_{t \in [0, T]} \|x(t)\|$ түрінде анықталады.

(10), (11) есебінің шешімі деп $[0, T]$ аралығында үзіліссіз дифференциалданатын (10) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін және де (11) шартын қанағаттандыратын $x^*(t) \in C([0, T], R^2)$ вектор-функциясын айтамыз.

(10), (11) есебіне параметрлеу әдісін қолданайық. $[0, T]$ аралығын ішкі аралықтарға бөлейік:

$$[0, T] = \bigcup_{r=1}^N [t_{r-1}, t_r).$$

$C([0, T], N, R^{2N})$ арқылы $x[t] = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t))$ функциялар жүйесінің кеңістігін белгілейміз, мұнда $\|x[\cdot]\|_2 = \max_{r=1, N} \sup_{t \in [t_{r-1}, t_r)} \|x_r(t)\|$, $x_r: [t_{r-1}, t_r] \rightarrow R^2$, функциялары үзіліссіз және

$\lim_{t \rightarrow t_r-0} x_r(t)$, $r = \overline{1, N}$, ақырлы сол жақ шектері бар.

(10), (11) есебінің шешімі болатын $x(t)$ функциясының $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралығына сығылуын $x_r(t)$, $r = \overline{1, N}$, деп белгілейік, яғни $x_r(t) = x(t)$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$. Изделінді функцияның $t = t_{r-1}$, $r = \overline{1, N}$, нүктелеріндегі мәндерін $\lambda_r = x_r(t_{r-1})$, $r = \overline{1, N}$, деп белгілейік және $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында $u_r(t) = x_r(t) - \lambda_r$, $r = \overline{1, N}$, алмастыруларын жасап, келесі пара-пар параметрлі есепке көшейік:

$$\frac{du_r}{dt} = A(t)[u_r(t) + \lambda_r] + f(t), \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}, \quad (12)$$

$$u_r(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, N}, \quad (13)$$

$$\lambda_1 = \lambda_N + \lim_{t \rightarrow T-0} u_N(t), \quad (14)$$

$$\lambda_s + \lim_{t \rightarrow t_s-0} u_s(t) = \lambda_{s+1}, \quad s = \overline{1, N-1}. \quad (15)$$

(12)-(15) есебінің шешімі элементтері $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N) \in R^{2N}$, $u[t] = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_N(t)) \in C([0, T], N, R^{2N})$ болатын $(\lambda, u[t])$ жұптар жүйесі болып табылады, мұндағы $u_r(t)$, $r = \overline{1, N}$, функциялары $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында үзіліссіз дифференциалданады және $\lambda_r = \lambda_r^*$, $r = \overline{1, N}$, болғанда (12) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесін және (13)-(15) шарттарын қанағаттандырады.

(10), (11) және (12)-(15) есептері пара-пар болады. Егер $x(t)$ функциясы (10), (11) есебінің шешімі болса, онда $(\lambda, u[t])$ жұбы, мұнда $\lambda = (x_1(t_0), x_2(t_1), \dots, x_N(t_{N-1}))$, $u[t] = (x_1(t) - x_1(t_0), x_2(t) - x_2(t_1), \dots, x_N(t) - x_N(t_{N-1}))$, (12)-(15) есебінің шешімі болады. Керісінше, егер $(\tilde{\lambda}, \tilde{u}[t])$ жұбы, мұндағы $\tilde{\lambda} = (\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, \dots, \tilde{\lambda}_N)$, $\tilde{u}[t] = (\tilde{u}_1(t), \tilde{u}_2(t), \dots, \tilde{u}_N(t))$, (12)-(15) есебінің шешімі болса, онда $\tilde{x}(t) = \tilde{u}_r(t) + \tilde{\lambda}_r$, $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, $\tilde{x}(T) = \tilde{\lambda}_N + \lim_{t \rightarrow T-0} \tilde{u}_N(t)$ теңдіктерімен анықталатын $\tilde{x}(t)$ функциясы (10), (11) есебінің шешімі болады.

Параметрлерді енгізу $u[t] = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_N(t))$ белгісіз функциялар жүйесінің компоненттері үшін $u_r(t_{r-1}) = 0$, $r = \overline{1, N}$, бастапқы шарттарын алуға мүмкіндік береді және $(\tilde{\lambda}_1, \tilde{\lambda}_2, \dots, \tilde{\lambda}_N)$ параметрлерінің бекітілген мәндерінде (12), (13) есебі Коши есебі болып табылады. Коши есебі $t \in [t_{r-1}, t_r)$, $r = \overline{1, N}$, аралықтарында жеке-жеке шешіледі және шешімді табуға фундаменталдық матрица пайдаланылады.

Бастапқы (13) шарттарын қанағаттандыратын (12) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімін параметрлердің бекітілген мәндерінде фундаменталдық матрица арқылы жазайық:

$$u_r(t) = \Phi(t) \int_{t_{r-1}}^t \Phi^{-1}(\tau) [A(\tau)\lambda_r + f(\tau)] d\tau, \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}. \quad (16)$$

Осы табылған мәндерді (14), (15) шарттарына қойып, төмендегі теңдеулер жүйесін аламыз:

$$\lambda_1 - \lambda_N - \Phi(T) \int_{t_{N-1}}^T \Phi^{-1}(\tau) A(\tau) \lambda_N d\tau = \Phi(T) \int_{t_{N-1}}^T \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad (17)$$

$$\lambda_s + \Phi(t_s) \int_{t_{s-1}}^{t_s} \Phi^{-1}(\tau) A(\tau) \lambda_s d\tau - \lambda_{s+1} = -\Phi(t_s) \int_{t_{s-1}}^{t_s} \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau. \quad (18)$$

(17), (18) теңдеулер жүйесін келесі түрде жазайық:

$$Q\lambda = -F, \quad (19)$$

мұндағы $(2N \times 2N)$ өлшемді Q матрицасы (17), (18) теңдеулер жүйесінің сол жағымен анықталады, ал $2N$ -өлшемді F векторы келесі түрде болады:

$$F = \left(-\Phi(T) \int_{t_{N-1}}^T \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \Phi(t_1) \int_0^{t_1} \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \dots, \Phi(t_{N-1}) \int_{t_{N-2}}^{t_{N-1}} \Phi^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau \right)'$$

(10), (11) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты периодты шеттік есебінің шешілімділігі (19) жүйенің шешілімділігіне пара-пар. (19) жүйенің шешімі болып табылатын $\lambda^* = (\lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_N^*) \in R^{2N}$ векторы (10), (11) есебінің ішкі аралықтардың бастапқы нүктелердегі шешімнің мәндерінен тұрады, яғни $\lambda_r = x_r(t_{r-1})$, $r = \overline{1, N}$.

Фундаменталдық матрицаны таба алмайтын жағдайда жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты периодты шеттік есепті шешудің келесідей әдісі ұсынылады. Яғни параметрлеу әдісінің сандық жүзеге асырылуын қарастырайық. Ұсынылып отырған сандық әдіс (19) жүйені құруға және шешуге негізделген. (19) жүйенің коэффициенттері мен оң жағы (17), (18) теңдеулерден көрініп тұрғандай, жәй дифференциалдық теңдеулер үшін матрицалық және векторлық Коши есептерінің шешімі ретінде табылады:

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + A(t), \quad z(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, N}, \quad (20)$$

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + f(t), \quad z(t_{r-1}) = 0, \quad r = \overline{1, N}. \quad (21)$$

4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін (20), (21) Коши есептерін сандық шешу үшін қолдана отырып (10), (11) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты периодты шеттік есебін сандық шешу алгоритмі құрылады.

Бөліктеуіміз $0 = t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_{N-1} < t_N = T$ болсын. Әрбір $[t_{i-1}, t_i)$, $i = \overline{1, N}$, ішкі аралығы N_i бөлікке бөлінеді, (19) жүйенің коэффициенттері мен оң жағының жуық мәндері әрбір i -ші аралықта $h_i = (\theta_i - \theta_{i-1})/N_i$, $i = \overline{1, N}$, кадаммен 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолдану арқылы матрицалық және векторлық Коши есептерін шешумен анықталады. Олай болса λ параметріне қатысты келесідей алгебралық теңдеулер жүйесін аламыз:

$$Q_*^{\tilde{h}} \lambda = -F_*^{\tilde{h}}, \quad \lambda \in R^{2N}, \quad \tilde{h} = (h_1, h_2, \dots, h_N). \quad (22)$$

(22) алгебралық теңдеулер жүйесін шешіп $\lambda^{\tilde{h}} \in R^{2N}$ векторын табамыз, мұндағы $x^{\tilde{h}}(t_0) = \lambda_1^{\tilde{h}}$, $x^{\tilde{h}}(t_1) = \lambda_2^{\tilde{h}}$, ..., $x^{\tilde{h}}(t_{N-1}) = \lambda_N^{\tilde{h}}$. Ішкі аралықтардың басқа нүктелеріндегі шешімнің жуық мәндері төмендегі Коши есептерін шешумен анықталады:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + f(t), \quad x(t_{r-1}) = \lambda_r^{\tilde{h}}, \quad t \in [t_{r-1}, t_r), \quad r = \overline{1, N}. \quad (23)$$

(23) Коши есептерін сандық шешу үшін тағы да 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолдана отырып (10), (11) жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты периодты шеттік есебінің сандық шешімі анықталады.

(23) есепті шешіп, бастапқы (10), (11) есебінің сандық шешімін табамыз. Кубтық сплайнмен интерполяциялауды қолданып, табылған мәндер бойынша $x^{(0)}(t)$ функциясын құрамыз. Осы құрылған функцияны пайдаланып, алгоритмнің 1-ші қадамындағы сызықсыз қосылғыштың орнына қойып, 1-ші қадамдағы периодты шеттік есептің сандық шешімін табамыз. Т.с.с.

Келтірілген алгоритмнің жүзеге асырылуын көрсету мақсатында келесі мысалды қарастырайық.

Мысал. $[0, 1]$ кесіндісінде бірінші ретті сызықтық емес дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін периодты шеттік есебін қарастырайық:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + B(t, x) + F(t), \quad x \in R^2, \quad (24)$$

$$x(0) = x(T), \quad (25)$$

мұндағы $A(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ t^2 & -t \end{pmatrix}$,

$$F(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ -4\pi^2 \sin(2\pi t) + 2\pi t \cos(2\pi t) - t^2 \sin(2\pi t) + 0.1 \sin^3(2\pi t) \end{pmatrix}, \quad B(t, x) = \begin{pmatrix} 0 \\ -0.1x_1^3(t) \end{pmatrix}.$$

(24), (25) есебін шешуде мақалада ұсынылған алгоритмнің 0-ші қадамын қарастырайық. Яғни $x_1^3(t) = 0$ деп, төмендегі сызықты дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін периодты шеттік есепті шешеміз:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x + F(t), \quad (26)$$

$$x(0) = x(T). \quad (27)$$

Бұл есепті шешуде параметрлеу әдісі алгоритмінің сандық жүзеге асырылуын қолданамыз.

Төменде келтірілген Коши есептерін 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолданып шешейік.

$t \in \left[0, \frac{1}{2}\right]$ ішкі аралығындағы бөліктеу санын $N_1 = 10$, ал $t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right]$ ішкі аралығындағы бөліктеу санын

да $N_2 = 10$ деп алғанда қадам $h_1 = h_2 = 0.05$ болады:

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + A(t), \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right], \quad z(0) = 0, \quad \text{және} \quad \frac{dz}{dt} = A(t)z + A(t), \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right], \quad z\left(\frac{1}{2}\right) = 0,$$

$$\frac{dz}{dt} = A(t)z + f(t), \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right], \quad z(0) = 0, \quad \text{және} \quad \frac{dz}{dt} = A(t)z + f(t), \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right], \quad z\left(\frac{1}{2}\right) = 0.$$

Әрі қарай $Q^{\tilde{h}}$ матрицасы мен $F^{\tilde{h}}$ векторын құрып және $Q^{\tilde{h}} \cdot \lambda = F^{\tilde{h}}$ теңдеулер жүйесін шешіп, параметрдің сандық мәндерін аламыз $\lambda_1^{\tilde{h}} = \begin{pmatrix} -0.001397 \\ 6.273224 \end{pmatrix}$, $\lambda_2^{\tilde{h}} = \begin{pmatrix} -0.001111 \\ -6.272709 \end{pmatrix}$.

Ішкі аралықтардың басқа нүктелеріндегі сандық шешімдерді келесі Коши есептеріне қайтадан 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісін қолданып табымыз:

$$\frac{dx_1}{dt} = A(t)x_1 + f(t), \quad t \in \left[0, \frac{1}{2}\right], \quad x_1(0) = \lambda_1^{\tilde{h}},$$

$$\frac{dx_2}{dt} = A(t)x_2 + f(t), \quad t \in \left[\frac{1}{2}, 1\right], \quad x_2\left(\frac{1}{2}\right) = \lambda_2^{\tilde{h}}.$$

Мысалда берілген (24), (25) есебінің дәл шешімі $x^*(t) = \begin{pmatrix} \sin(2\pi t) \\ 2\pi \cos(2\pi t) \end{pmatrix}$, $t \in [0, 1]$.

Берілген (24), (25) есебінің дәл шешімінің t_j , $j = \overline{0, 20}$, нүктелеріндегі мәндері мен алгоритмнің нөлінші, бірінші және екінші қадамдарында табылған сандық шешімдердің айырмасы үшін келесі бағалаулар орынды:

$$\max_{j=0, 20} \|x^*(t_j) - x^{(0)}(t_j)\| < 0,010708, \quad \max_{j=0, 20} \|x^*(t_j) - x^{(1)}(t_j)\| < 0,000574,$$

$$\max_{j=0, 20} \|x^*(t_j) - x^{(2)}(t_j)\| < 0,000237.$$

Бұдан алгоритмнің қадамы өскен сайын жуық шешімнің дәл шешімге біртіндеп жақындай беретінін көреміз.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [6] Hartman P., Wintner A. On the asymptotic behavior of the solutions of a non-linear differential equation // Amer. J. Math. - 1946. - P. 215 - 240.
- [7] Беллман Р., Калаба Р. Квазилинеаризация и нелинейные краевые задачи. - М.: Мир, 1968. - 183 с.
- [8] Hartman P. Ordinary differential equations. - New York: Wiley, 1964. - 612p.
- [9] Наймарк М.А. Линейные дифференциальные операторы. - М.: Наука, 1969. - 526 с.
- [10] Нахушев А.М. Об одном приближенном методе решения краевых задач для дифференциальных уравнений и его приложения к динамике почвенной влаги грунтовых вод // Дифференциальные уравнения. - 1982. - Т. 18, № 1. - С. 72-81.
- [11] Фадеев С. И. Программа численного решения нелинейных краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами // Вычислительные методы линейной алгебры, 1990. - Т. 17. - С. 104-198.
- [12] Темешева С.М. Выбор начального приближения решения нелинейной двухточечной краевой задачи // Математический журнал. - 2008. - Т. 8, № 2(28). - С. 100-103.
- [13] Steven G. Krantz. Differential Equations: Theory, Technique and Practice with Boundary Value Problems (Textbooks in Mathematics). - USA: CRC Press. - 2015. - 480 p.
- [14] Ляпунов А.М. Об одном вопросе, касающемся линейных дифференциальных уравнений второго порядка с периодическими коэффициентами // Сообщ. Харьк. матем. общ-ва. Сер. 2. - 1896-1897. - Т. 5, № 3-6. - С. 190-254.
- [15] Хартман Ф. О краевых задачах для систем обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка // Математика. Сб. переводов. - 1962. - Т.6, № 5. - С. 69-85.
- [16] Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. - М.: Наука, 1981. - 918 с.
- [17] Джумабаев Д.С., Медетбеков М.М. Об ограниченности решения нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка // Изв. АН КазССР. Сер. физ.-мат. - 1987. - № 1. - С. 20-23.
- [18] Assanova A.T., Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M. Method for Solving the Periodic problem for an Impulsive System of Hyperbolic Integro-differential Equations International // Conference «Functional analysis in interdisciplinary applications», AIP Conference Proceedings 1880, (American Institute of Physics, Melville, NY, 2017), 1880, 040004 (2017); doi: 10.1063/1.5000620.
- [19] Джумабаев Д.С. Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения двухточечными краевыми задачами // Дифференциальные уравнения. - 1987. - Т. 23. - № 12. - С. 2188-2189.
- [20] Джумабаев Д.С. Метод параметризации решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений // Вестник АН КазССР. - 1988. - № 1. - С. 48-52.
- [21] Джумабаев Д.С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 1989. - Т. 29. - №1. - С. 50-66.
- [22] Темешева С.М. О сходимости одного алгоритма метода параметризации // Математический журнал. - Алматы, 2010. - Т. 10, № 1 (35). - С. 83-92.
- [23] Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М., Кенжебаева К.П. Жәй дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің бірімді шешілімділігі // Вестник КазНУ. Физико-математические науки. 2016. - №6 (118). - С. 332-338.
- [24] Джумабаев Д.С., Темешева С.М. Метод параметризации решения нелинейных двухточечных краевых задач для обыкновенного дифференциального уравнения // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. - 2007. - Т. 47. - №1. - С. 39-63.

Кадирбаева Ж.М., Утегенова А.А.

Численная реализация решения нелинейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка

Аннотация. В статье рассматривается нелинейная краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. С помощью введения новых функций рассматриваемая задача сводится к периодической краевой задаче для систем нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка. Предлагается алгоритм нахождения решения периодической краевой задачи для систем нелинейных дифференциальных уравнений первого порядка и его численная реализация. Рассматриваемая на каждом шаге алгоритма задача исследуется на основе метода параметризации.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, краевая задача, метод параметризации, численное решение

Kadirbayeva Zh.M., Utegenova A.A.

Numerical implementation for solving of a nonlinear boundary value problem for second-order ordinary differential equation

Summary. In this paper a nonlinear boundary value problem for second-order ordinary differential equation is considered. By means of introduction of new functions the considering problem reduces to a periodic boundary-value problem for systems of first-order nonlinear differential equations. An algorithm for finding of solution of a periodic boundary-value problem for systems of first-order nonlinear differential equations and its numerical realization are proposed. The considered problem at each step of the algorithm is investigated on the basis of the parametrization method.

Keywords: differential equation, boundary value problem, parameterization method, numerical solution.

УДК: 539.12.04; 539.21

Т.М. Алдабергенова, С.Б. Кислицин

ҚР Энергетика министрлігі

(«Ядролық физика институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны (ҚР ҰЯО РМК) Алматы, Қазақстан tamaraalga@mail.ru)

ТОЗАҢДАТУ КОЭФФИЦИЕНТІ ЖӘНЕ 100 КЭВ ЭНЕРГИЯЛЫ АРГОН ИОНДАРЫМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН ГРАФИТ БЕТІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ

Аннотация. Графиттің бетінде аргон иондарының тозаңдату коэффициентін анықтау үшін монокристалды графит құрылымы зерттелді және ДЦ-60 үдеткіші ЭЦР үдеткіш көзінде 100 кэВ энергиясымен аргон иондары бар графит бетін сәулелендірді.

Тозаңдату коэффициенті салмақ әдісімен анықталды және шамамен 0,5-0,6 / Ионға тең болды. Алынған құндылықтардың шашырау әсерін сапалы анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін екендігі анықталды.

Түйінді сөздер: Аргон ионымен сәулелену, оптикалық микроскопия, тозаңдану коэффициенті.

КІРІСПЕ

Құрылымдық материал ретінде жасанды графитті қолдану оның сублимациясының жоғары температурасына (ол тіпті 4000 К кезінде де қатты болып қалады), төмен тығыздыққа, жылу соқысына жақсы төзімді, жылу өткізгіштігі жоғары, жақсы антифрикциялық және антиоксиданттық қасиеттерге негізделген.

Құрылымдық графитті таңдаудың негізгі өлшемдері оның механикалық, термофизикалық және химиялық сипаттамалары болып табылады.

Графит термоядролық реактордың ТОКАМАК-тың қабырғасын қорғауға арналған материалдардың бірі болып табылады, себебі төменгі тозаңдату коэффициентіне және жақсы термосерпінді қасиеттеріне байланысты графит ITER реакторының бірінші қаптау қабырғасының материалы ретінде қарастырылады.

Зерттеу мақсаты

Графиттің тығыздығының (ісінуін) беттік тозаңдандыруын альфа-бөлшектерімен сәулелендіру және ион аргомен сәулеленудің әсерін зерттеу.

Зерттеу нысаны: монокристаллды графит.

Келесі зерттеулер жүргізілді:

- аргон ионымен сәулеленуден бұрын және кейінгі графит салмағын өлшеу;
- Сәулеленуден бұрын және кейін рентгенқұрылымдық зерттеулер жасау;
- ДЦ-60 үдеткіші ЭЦР –көзінің арнасында 100 кэВ энергиясымен аргон иондары арқылы монокристалды графит сәулелендірілді;

- Графиттің тозаңдату коэффициентін салмақ әдісімен анықтау;

- графиттың тозаңдату коэффициентін теориялық есептеулер арқылы жүргізу.

Ғылыми жаңалық: Осы жұмыста, графитті 100 кэВ энергиясы арқылы аргон иондарымен тозаңдатуын зерделеу.

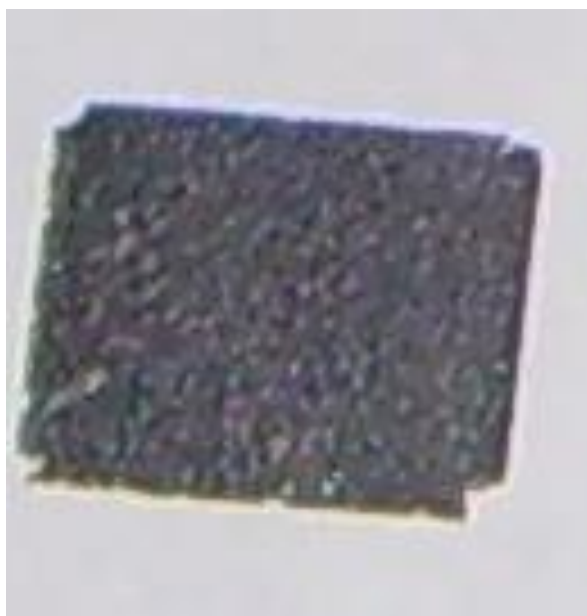
Тәжірибелік құндылық: алынған нәтижелерді алғашқы ТЯР қорғаныс материалдарын таңдау үшін пайдалануға болады.

АРГОН ИОНМЕН 100КЭВ ЭНЕРГИЯСЫ АРҚЫЛЫ ГРАФИТТІҢ ТОЗАҢДАНДЫРУ КОЭФФИЦИЕНТІН ӨЛШЕУ ӘДІСІМЕН АНЫҚТАУ

Графит үлгілерін дайындау

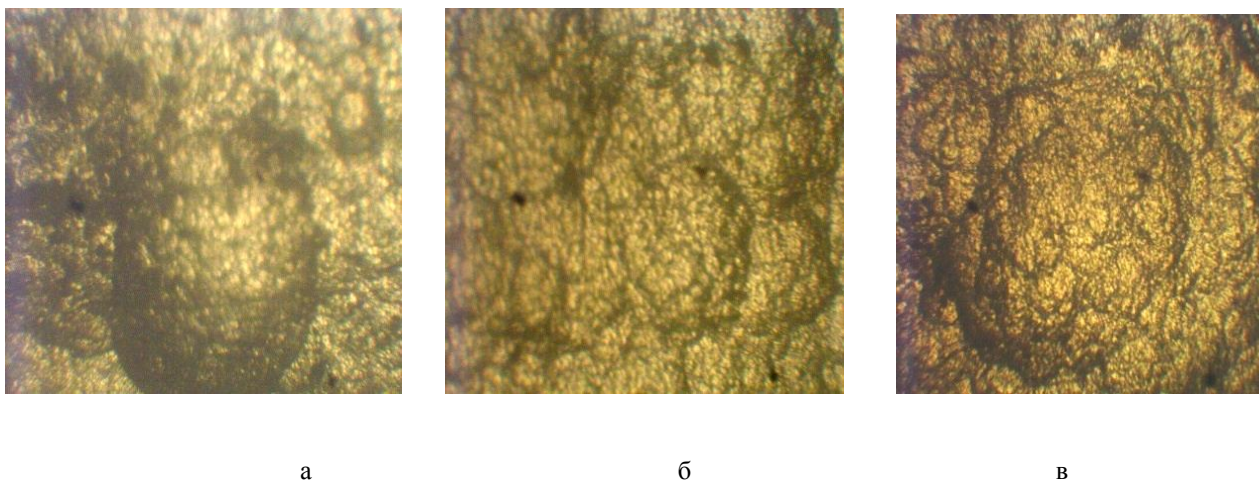
Графиттің тозаңдандыру үрдістерін зерттеу үшін массивтік тастан кесілген монокристалды графит үлгілері дайындалды.

Дайындалған үлгілердің өлшемі ~ 20 мм × 20 мм -ге дейін және қалыңдығы ~ 1 мм болатын тақталардан кесілген, үлгілердің түрі 1-ші суретте көрсетілген.



Сурет 1. Монокристалды графиттің үлгісі

Оптикалық микроскопия арқылы алынған графит үлгілерінің беткі құрылымы 2-ші суретте көрсетілген.

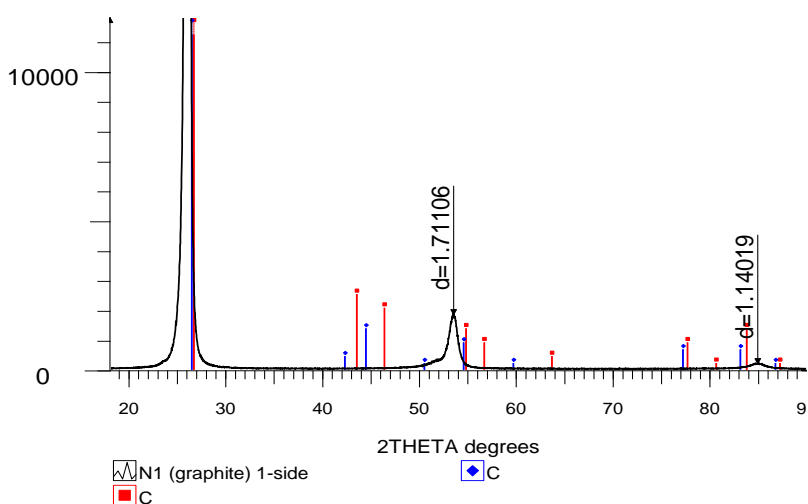


Сурет 2 – №1 (а), №2 (б) және №3 (в) графит құрылымының дайындалған үлгілері, оптикалық микроскопия әдісімен үлкейткіштігі -200 арқылы алынған

Рентгенқұрылымдық зерттеулер

Дайындалған графит үлгілеріне рентгенқұрылымдық зерттеу жүргізілді. Рентгенқұрылымдық талдау BRUKER фирмасы D8 ADVANCE Дифрактометрінде жүргізілді Брега-Брентано түсіру геометриясында дифрагирленген сәулеге монохроматқышпен мыс сәулелендіру арқылы орындалды. Келесі түсірілім режимі: Ағымда 40 мА рентгендік түтіктің кернеуі 40 кВ, сканерлік бұрыштық кадам $2\theta - 0.02^\circ$, бұл кезеңде тұрған кез-келген уақыт – 1.0 с.

Сынамалардың графиттың монокристалы болып табылатындығы анықталды, сондықтан дифрактограмма әртүрлі тәртіптегі тек бір кристалды жазықтықтан көрсетіледі: (002), (004) және (006). Графитте гексогональды сингониясы бар, ал *hk* индекстерін қамтитын жазықтықтардың болмауы талданып жатқан графит кристалдық торының параметрлерін, кристаллиттердің көлемі мен өлшемін анықтай алмайды. Мысалға монокристалды графиттің дифрактограммасы 3-ші суретте көрсетілген



Сурет 3. Монокристалды графиттің дифрактограммасы.

Салмақ және гидростатикалық тығыздық

Сәулеленуге дейін және сәулеленуден кейінгі үлгілерге арналған салмақ әдісімен тозаңдату коэффициенттерін анықтау үшін дайындалған үлгілердің салмағы мен гидростатикалық тығыздығы анықталды. Өлшем нәтижелері 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1. Үлгілердің салмағы (дәлдігі ± 1 мг)

№ үлгі	1(бақлау үлгісі)	2	3
Салмақ, г	0.62810	0.67024	0.79864

$\rho = 1.682 \text{ г/см}^3$ Гидростатикалық тығыздығының мынадай мөлшерін көрсетті

ДЦ-60 үдеткіші ЭЦР –бастапқы каналында 100 кэВ энергиясымен аргон иондарын графит бетіне тозаңдатуға арналған эксперименттер.

100 кэВ энергиясымен аргон иондарымен графит үлгілерін ДЦ-60 үдеткішінде төменгі энергия арнасында сәулелендірілді.

Графиттің екі үлгісі 100 кэВ энергиясымен аргон ионымен сәулеленіп, иондық сәулемен бетіне қалыпты жиілікте сәулеленді. № 2 үлгісі $\Phi = 5 \times 10^{17}$ ион/см² флюенста сәулеленді және № 3 үлгісі $\Phi = 1 \times 10^{18}$ ион/ см² болатын, сәулелендірілген бетінің ауданы 2,6 см², сәулелену температурасы 150 ° С-тан аспады.

Графиттің тозаңдату коэффициентін салмақ әдісімен анықтау

Аргон иондарының сәулеленуінен кейін №2 және №3 сәулелендірілген үлгілері өлшенген, өлшеу нәтижелері 2-кестеде келтірілген. Алынған мәліметтерге сәйкес графиттің бетіне 100 кэВ аргон ионымен тозаңдату коэффициенті есептелді.[1] Тозаңдату коэффициентінің есебі $K_s(\text{gr}) = N_s/N_{\text{ion}}$ формуласына сәйкес жүзеге асырылды, мынадай флюенсте $\Phi = 5 \times 10^{17}$ ион/см² мұнда N_{ion} –аргон атомының атқылағандағы саны, 1.3×10^{17} ион/см² флюенсте 2.6 см² аумаққа түскен атомдар санын құрады, ал 1×10^{18} ион/см² флюенсында ион аргон құлау саны 2.6×10^{18} ион/см² болады. N_s тозаңдандырылған атомдар саны келесі формула бойынша бағаланды:

$$N_s = \Delta m / (M_{\text{AEM}} \times A),$$

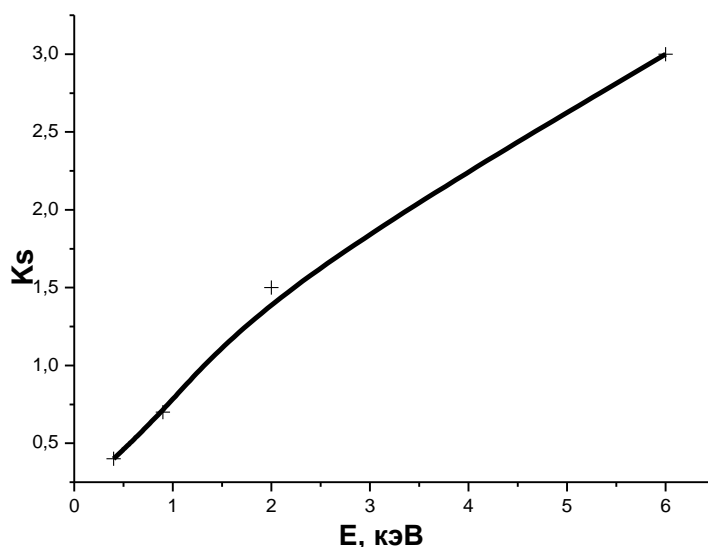
мұнда M – атомдық бірлік массасының граммен массасы, $M = 1.66 \times 10^{-24}$ г, $A = 12$ көміртек үшін, A – салыстырмалы атом массасы.

Кесте 2. Аргон ионымен сәулеленуден кейінгі үлгілердің салмағы және аргон иондарының графитінің тозаңдану коэффициенті

№ үлгі	(бақылау үлгісі)	(флюенс $5 \times 10^{17} \text{ см}^{-2}$)	(флюенс $1 \times 10^{18} \text{ см}^{-2}$)	Басқа авторлардың нәтижесі * [1] $E_{Ar} \sim 10 \text{ кэВ}$
Вес, мг	0.6281	0.67014	0,79854	
K_s (графит)	-	3.8	1.9	3

* Графиттің (көміртектің) маркасы көрсетілмеген.

Аргон ионмен сәулеленуден бұрын және кейінгі салмақ өзгерістерін есептелетін K_s -ның тозаңдату коэффициенттері 2-кестеде келтірілген. 5×10^{17} ион/см² флюенсте алынған тозаңдану коэффициенті, 1×10^{18} ион/см² флюенсте алынған тозаңдану коэффициенті екі есе жоғары екендігі туралы деректерден көруге болады. Мұның себебі дәл өлшеудің жеткіліксіз болуы мүмкін. Алайда, басқа авторлардың экспериментальды нәтижелерімен салыстыру нәтижесі алынған тозаңдату коэффициентін салыстыру $K_s \sim 2-2,5$ ат./иондарының (Аргон ионымен сәулеленудің екі флюенстің орташа мәні) K_s нақты мәніне сәйкес келетінін көрсетеді. Басқа авторлардың [2] нәтижелерінің негізінде, K_s энергиясының 0.5 - 10 кэВ аргон иондарының энергетикалық интервалына тәуелділігі 4-ші суретте K_s энергиясына тәуелділіктің бастапқы кезеңін көрсетеді.

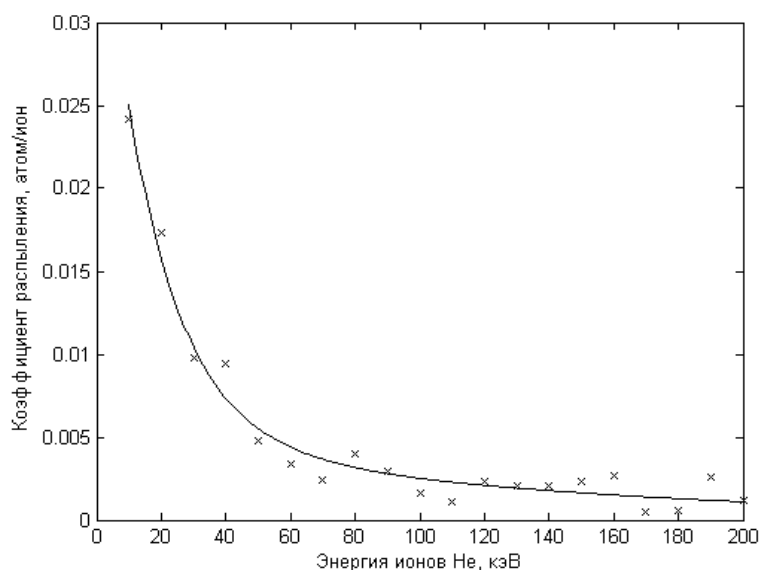


Сурет 4. Авторлардың пікірі бойынша, шашырыған аргон иондарының энергиясынан K_s тозаңдану коэффициентінің тәуелділігі [2].

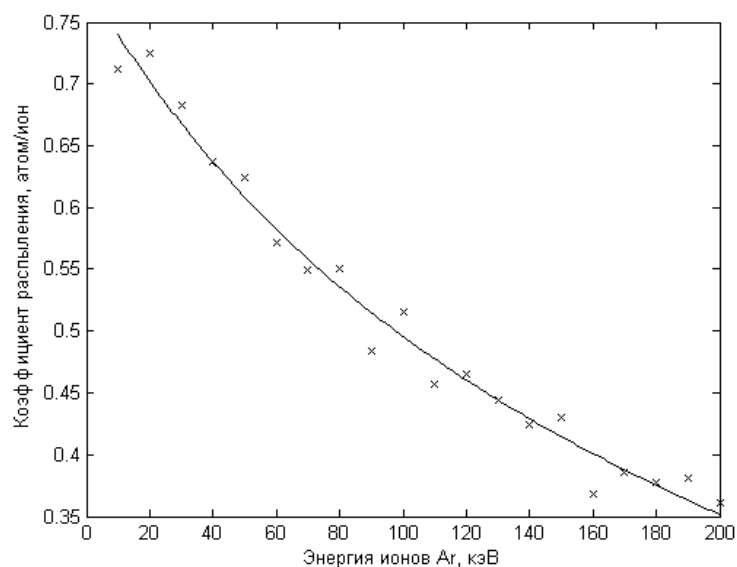
Мына интервалда ион энергиясы A_g (0.5 – 10 кэВ) K_s энергияға тәуелділігі тозаңданған атомдар санының біртұтас өсуімен сипатталады және $A_g \sim 6-10$ кэВ K_s иондарының энергиясы ~ 3 / Ионды құрайды. $A_g \sim 30-40$ кэВ ион энергиясында K_s максималды деңгейге жетеді, және әрі қарай өсу ион энергиясы монотонды азаяды. Бұл графитте иондардың ауқымы артуына байланысты, және, тиісінше, тозаңдалған атомдардың шығуы төмендейді. Осылайша, $K_s \sim 2-2.5$ ат./ион шамасы нақты болып көрінеді.

10-150 кэВ энергетикалық аралығында альфа-бөлшектермен және аргон ионымен сәулелену кезінде графиттің беткі қабатының тозаңдану коэффициенттерінің теориялық есептеулерін жүргізу.

Альфа-бөлшектерімен графиттердің $K_C(\alpha)$ және $K_C(\text{Ar})$ аргон иондарының тозаңдану коэффициенттерін есептеуі сәйкес [3] осы жұмыс схема бойынша сипатталып жүргізілді. Есептеулердің нәтижелері 5 және 6-суретте келтірілген.



Сурет 5. Не иондарымен сәулелену кезіндегі графиттің тозаңдану коэффициентіне тәуелділігі; модельдеудің нәтижесі айқаршықпен белгіленген, жуықтау функциясы арқылы тұтас сызық есептеулері, $a = 0.03619$, $b = -0.05825$, $c = 0.005234$, $d = -0.007776$.



Сурет 6. Ar иондармен сәулелену кезінде графиттің тозаңдану коэффициентіне тәуелділігі; модельдеудің нәтижесі айқаршықпен белгіленген, жуықтау функциясы арқылы тұтас сызық есептеулері, $a = 0.1536$, $b = -0.01652$, $c = 0.6282$, $d = -0.002985$.

5 және 6-суреттердегі көрсетілген айқаршықпен белгіленген моделдеу нәтижелері, жуықтау функциясы түрлері бойынша тұтас сызық есептеулер $y = a \cdot \exp(b \cdot E) + c \cdot \exp(d \cdot E)$. Графиттің таңдауы бұрын-соңды айтылғандай, ТЯР-дің маңызды құрылымдық бөліктерін жабу материалы ретінде кеңінен қолдануға байланысты және оны КТМ қондырғысында қолдану ұсынылады. Графиттің пайдаланылуы оның жақсы механикалық қасиеттері және металдармен салыстырғанда реттік нөмірі кішігірім, атом мөлшері кіші, демек иондық ағындармен өзара әрекеттесудің кішігірім қимасы арқылы анықталады.

Молибденнің беткі қабатының тоздандану коэффициенттерінің тәуелділігін салыстыру,[4] тоттанбайтын болаты және энергия арқылы альфа бөлшектерімен атқылаған графитті, сонымен қатар молибденнің беттік қабатына тоздандыру коэффициентінің тәуелділігі, тоттанбайтын болат және графит төмендеген аргон иондарының энергиясы көрсеткендей, графит тоздандану процесі тоттанбайтын болат пен молибден сияқты заңдылықтармен сипатталады. Яғни, тоздандану коэффициенті 10-нан 150 кэВ-қа дейінгі энергия ауқымында болған иондардың энергиясын жоғарылату арқылы біртұтас азаяды. Темір-хром-никель болат және молибден сияқты графиттің тоздандану коэффициенттерінің өзгеруі иондардың бетке құлау энергиясына байланысты мынадай $y = a \cdot \exp(b \cdot E) + c \cdot \exp(d \cdot E)$ түріндегі жуықтау функциясымен жақсы сипатталады.

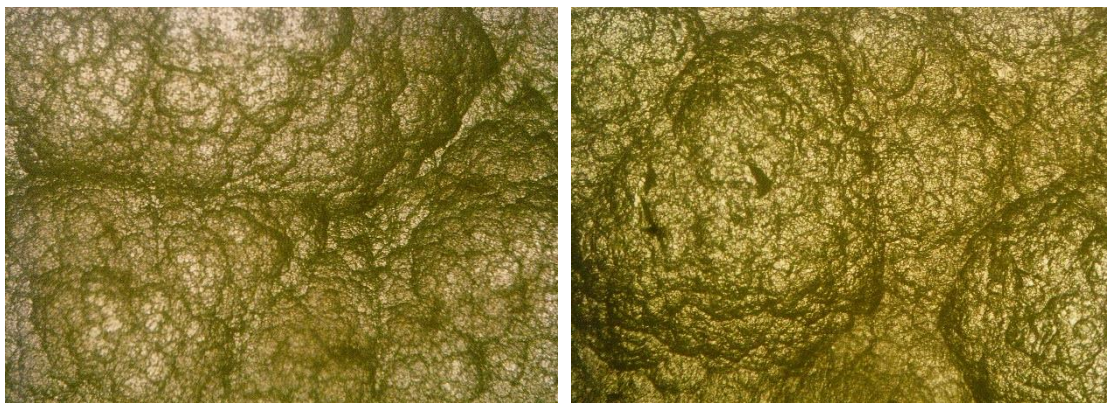
4 және 5-суреттердегі графиктерден көрініп тұрғандай, 10 кэВ энергиясында альфа-бөлшектермен сәулелендірілгенде беттік тоздандану коэффициентінің өзгеруі ~ 0.025 мынадай, ал 200 кэВ энергиясында альфа бөлшектермен сәулелендірілген кезде $\sim 0,0015$ дейін өзгереді. Графиттің аргон иондары бойынша тоздандану коэффициентінің 10 кэВ ион энергиясында өзгеруі шегі 0.71 ат./ион, ал 200 кэВ ион энергиясында 0.36 ат./ион дейін. Есептеулер сондай-ақ, зерттелген энергетикалық интервалда (10-200 кэВ) графиттың беткі қабатының тоздандану коэффициенттерінің мәндері молибден және тоттанбайтын болаттан жасалған беттерден аз екенін көрсетті.

Сонымен бірге, молибден және болатқа қарағанда графиттың тоздандану энергетикалық коэффициентінде айырмашылықтар бар, өйткені аргон иондарының энергиясы 20 есеге өсуі, графит бетінің тоздандану коэффициенті шамамен екі есе азаяды, ал молибден және болат үшін аргон иондарының энергиясы 10-дан 200 кэВ-қа дейін артқаны тоздандану коэффициенті уш төрт есе азайтуға әкеледі. Графиттің тағы бір маңызды ерекшелігі оның тығыздығы маркасымен өндіріс әдісіне қарай айтарлықтай өзгеруі мүмкін: 1,6 г / см³-тен 2,6 г / см³ дейін. Тиісінше графиттың тоздандану коэффициенті тығыздыққа қарай айтарлықтай өзгереді. Бұл молибден және болатпен салыстырғанда, графиттың тығыздығы төмен және сублимацияның жоғары энергиясы - беттік тоздандану коэффициентінің мәнін айқындайтын қасиеттерге байланысты [5]. Жоғарыда келтірілген беттік тоздандану коэффициенттерін есептеу нәтижелері 2.253 г / см³ графиттің тығыздығы анықталды.

АРГОН ИОНДАРЫМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕНДЕ ГРАФИТ БЕТІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫНА ЫҚПАЛДЫЛЫҒЫ

Аргон иондарымен сәулелендірілгенде бетінің құрылымына ықпалдылығы

Сәулеленген графит үлгілерінің беттік құрылымын оптикалық микроскопиямен зерттелді, беттік құрылымының мысалдары 7 (а,б) суреттерінде көрсетілген.

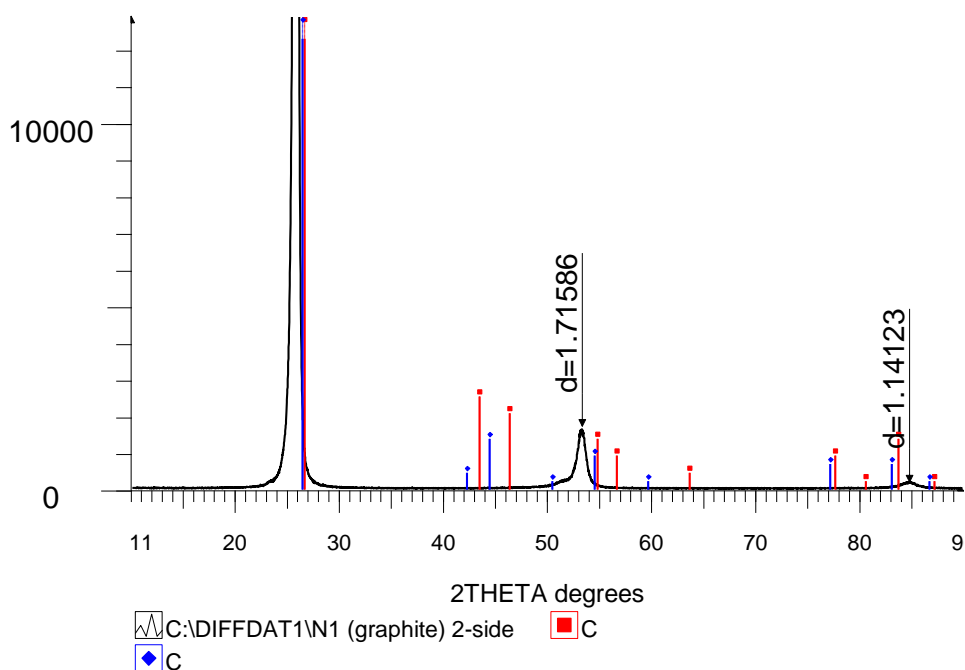


7 - сурет. №2 (а) және № 3 (б) графитінің сәулелендірілген үлгілерінің құрылымы оптикалық микроскопия әдісі арқылы алынды, үлкейткіштігі 500

Келтірілген 7-суретте көрсетілгендей елеулі құрылымдық өзгерістер байқалмайды аргон ионымен сәулелену кезінде метал бетінің құрылымының айырмашылығы бірдей энергия болған[6]. Демек, бұл графиттың аргон ионымен сәулеленуден аз әсер етеді деген тұжырым жасауға мүмкіндік береді.

Рентгенқұрылымдық зерттеулер

Рентгендік дифрактометриямен сәулеленуден бұрын, аргонмен сәулелендірілген графит үлгілерінің кристалдық құрылымы зерттелді.



8 - сурет. Монокристаллдық графиттің дифрактограммасы.

3 және 8-ші суретте көрсетілген дифрактограммаларды салыстырып, аргонмен сәулелену кристалды құрылымның өзгеруіне әкелмеген - сәулелендірілген кристалдың құрылымы - алтыбұрышты тормен бір кристалды құрылымы, дифракциялық рефлекстердің шағын жылжуын ғана атап өту керек. Өзгерістердің жоқтығы, бәлкім, үлгінің бетін тозаңдандырғында графиттегі аргонның жиналуы жоқ екенімен түсіндіріледі.

Сәулеленуден бұрын және кейін жүргізілген зерттеулер графит беткі құрылымында аргон иондарының аз энергия ықпалы болғандықтан, сәулеленуінің төмен әсерін көрсетеді.

Қорытынды

Графиттің аргон ионымен тозаңдану коэффициенттерінің есептеулері жүргізілді, K_s (теориялық) = 0.5 – 0.6 ат./ион аргонның тозаңдану коэффициентінің мәнін береді, яғни 1×10^{18} ион/см² флюенсінде құлау иондарының екі есе төмен өлшенуінің K_s мағнасы теориялық есептелді және 5×10^{17} ион/см² осындай флюенсте төрт есе төмен мәнге ие. Бұлай болу себебі, салмақ жоғалту өлшеулерінің жеткіліксіздігіне байланысты. Теориялық және эксперименттік нәтижелерді салыстыру да үлкен абайсыздықпен жүзеге асырылуы керек, есептеулердің нәтижелері негізінен графиттің таңдалған тығыздығына байланысты, екі есе өсуі тәуелділігі таңдалған маркасында қатысты болуы мүмкін, сондай-ақ әр түрлі графит үшін кристалдық құрылымы әртүрлі болып өзгеруі мүмкін. Бұл фактор - қолданылатын теориялық модельде басқа кристалдық құрылым ескерілмейді. Басқа авторлардың [6] нәтижелері бойынша осы мақалада салмақтық әдіспен эксперименттік түрде өлшенетін Ag иондарының графиттердің тозаңдану коэффициенттерін салыстыру көрсеткендей, K_s алынған мәндер тозаңдану коэффициентінің сапалы (жартылай сандық) бағалауы үшін пайдаланылуы мүмкін, «жақсы» тозаңдану әсерлерін зерттеу үшін дәлірек эксперименталды әдістерді қолдану қажет. 100 КэВ энергиясымен 5×10^{17} - 10^{18} ион/см² флюенсінде графиттің беткейлік құрылымына төменгі энергиялық аргон ионымен сәулелендіру әсерін зерделеуінде графиттің беткі құрылымына аз өзгергенін көрсетті, Mo, W- металдардан айырмашылығы, бетінің құрылымы мен механикалық қасиеттерінің өзгеруі айтарлықтай болуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТЕР

[1] Баязитова Ж.Т., Вертягина Е.Н., Дегтярев В.А., Карпиков А.Н., Кислицин С. Б., Лысухин С.Н. Структура поверхности молибдена, облученного ионами аргона с энергией 100 кэВ // Вестник ЕНУ им. Гумилева. – 2011. – №2 (81). – С. 140-146.

[2] Распыление твердых тел ионной бомбардировкой. Физическое распыление одноэлементных твердых тел // Под редакцией Р. Берриша. М: «Мир». – 1984. – 336 с.

[3] Козырева М.С., Карпиков А.Н., Кислицин С.Б. Теоретическое исследование распыления вольфрама при облучении ионами водорода, гелия и аргона // Вестник НЯЦ РК – 2014. – №3 – С.23-28.

[4] Горлачев И.Д., Карпиков А.Н., Кислицин С.Б., Лысухин С.Н.. Распыление поверхности молибдена низкоэнергетическими ионами аргона // Труды VIII Международ. конф. «Перспективные технологии, оборудование, аналитические системы для материаловедения и наноматериалов». –Алматы, Казахстан, КазНУ им. Аль-Фараби, 9-10 июня, 2011г. – Алматы, Казак университеті, 2011. – С. 291-298.

[5] Андрианова Н.Н., Борисов А.М., Маликова Е.С. Распыление высокоориентированного пирографита ионами аргона 30 КэВ //Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. –2009. –№4. –С.77-81.

[6] Uglov V.V., Rusalsky D.P., Danilionak M.M., Kadyrzhaynov K.K., Kislitsin S.B., Gorlachev I.D. Ion implantation of triple nitride coating // Abstracts of International Conference “ION –2008” – Lublin, Poland. – 2008. – p.86.

[7] Баязитова Ж.Т., Вертягина Е.Н., Дегтярев В.А., Карпиков А.Н., Кислицин С. Б., Лысухин С.Н. Структура поверхности молибдена, облученного ионами аргона с энергией 100 кэВ // Вестник ЕНУ им. Гумилева. – 2011. – №2(81). – С.140-146.

[8] Рентгенография в реакторном материаловедении. // Изд. Второе. В.М.Косенков – Ульяновск: УлГУ, 2006 – 168с

Алдабергенова Т.М., Кислицин С.Б.,

Коэффициент распыления и структура поверхности графита, облученного ионами аргона с энергией 100 кэВ

Аннотация. С целью определения коэффициента распыления ионами аргона поверхности графита исследована структура монокристаллического графита и проведено облучение поверхности графита ионами аргона с энергией 100 кэВ на канале ЭЦР-источника ускорителя ДЦ-60.

Коэффициент распыления определялся весовым методом и составил порядка 0.5 – 0.6 ат./ион. Установлено что полученные значения можно применять для качественного определения эффектов распыления.

Ключевые слова: Облучение ионами аргона, оптическая микроскопия, коэффициент распыления.

Алдабергенова Т.М., Кислицин С.Б.

Sputtering coefficient and surface structure of graphite irradiated with 100 keV argon ions

Summary. To determine the coefficient of graphite surface sputtering with argon ions, the study of the monocrystalline graphite structure and irradiation of graphite surface with 100 keV energy argon ions have been performed in the channel of ECR-source in the accelerator DC-60.

The sputtering coefficient was determined by the weight method and amounted to about 0.5-0.6 at./ion. It was established that the obtained values can be used to qualitatively determine the sputtering effects.

Key words: argon ions irradiation, optical microscopy, sputtering coefficient.

УДК66.02

Е.Т.Божанов, Е.М.Хайруллин, А.Сауранбаева

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, oksmk@list.ru)

ВЫПУЧИВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ЭКВИВАЛЕНТНОГО СЛОЯ ЦЕПНОЙ ТРЕХМАССОВОЙ СИСТЕМЫ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ КОМПЛЕКСНОЙ ЖЕСТКОСТИ

Аннотация. Рассмотрена механическая система из трех основ при выходе из гелиоустановки цепной трехмассовой системы, под действием активной и реактивной внутренней системы. Вязко-упругий слой, лежащий на основании типа Коссера, имеет следующие технологические показатели.

Нефтенасыщенность текущее – 15,7%;

Газосодержание – 47,8 (м³/т);
 Вязкость МПА*С – 900;
 Плотность пластовой нефти 0,23 г/см³;
 Давление насыщения МПА*С – 1,5.

Устройство, которое призвано решить технико-технологическую задачу транспортировки нефтяной смеси разной вязкости по одному трубопроводу решается предложенным механико-математическим методом при неоднородных граничных условиях для низко, и среднетемпературной релаксации.

Тепло-волновой процесс в условиях эксплуатации описывается дифференциальным уравнением сдвиговой волны без изменения волны расширения и решается заданием функции перемещения заполнителя трубчатой конструкции с переменными параметрами. Дается рекомендация для определения технологических данных зон плавления, кристаллизации и охлаждения транспортировки.

Ключевые слова: модель, трехмассовые системы, нефтяная смесь, плотность смеси, трубчатая конструкция, зоны плавления, кристаллизации и охлаждения, эквивалентный слой.

Устройство, которое призвано решить технико-технологическую задачу, транспортировки нефтяной смеси разной вязкости по одному трубопроводу с переменными коэффициентами комплексной жесткости (фигура 1,2), имеет следующую механико-математическую модель: [1]-[5]

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\varepsilon(x) \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + 2B(x) \frac{\partial \omega}{\partial x} - N_i(x)W(x, t) \right] = \frac{q_k^0}{D} \frac{C\rho}{K} \frac{\partial \omega}{\partial t} \quad (1)$$

при начальных условиях

$$W(x, t) \Big|_{t=0} = \sigma_0 e^{-\left(\frac{K_i}{\eta_i}\right)P\tau}, \quad \frac{dW}{dt} \Big|_{t=0} = \sigma_0 e^{-K_a\tau} \quad (2)$$

для низкотемпературной релаксации,

$$W(x, t) \Big|_{t=0} = \sigma_0 e^{-K_a\tau}, \quad \frac{dW}{dt} \Big|_{t=0} = \sigma_0 e^{-K_d\tau} \quad (3)$$

для среднетемпературной релаксации

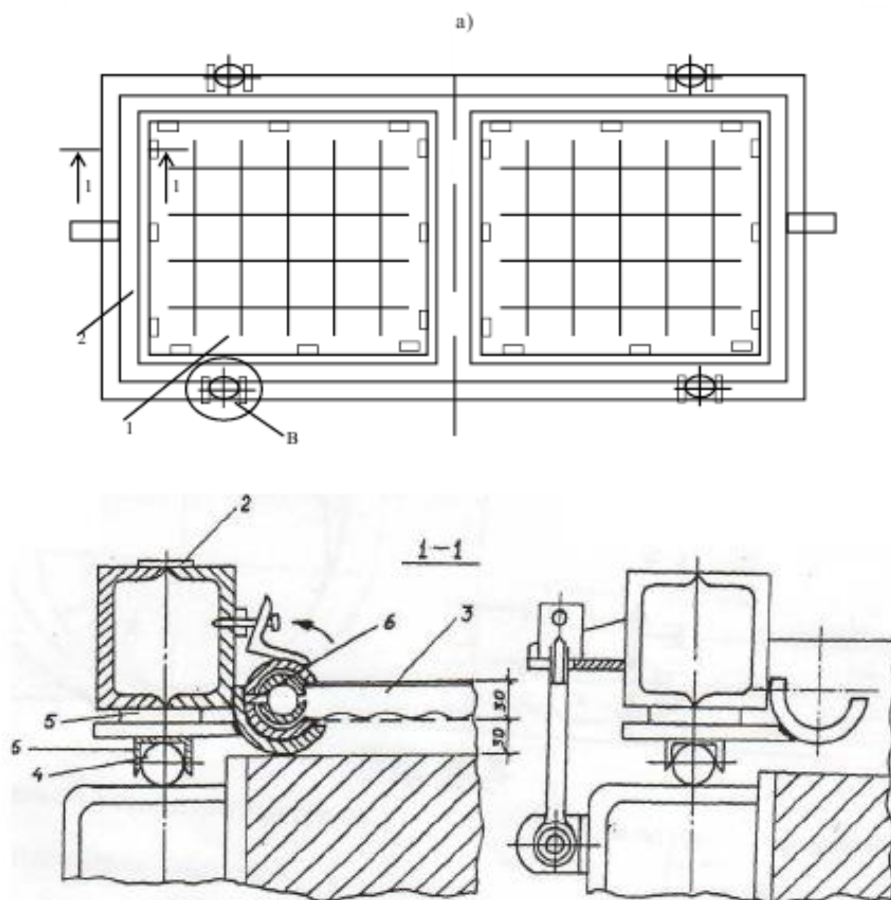
Здесь: $\varepsilon(x)$ – жесткость по поперечному сечению наименьшего радиуса кривизны кривой, $2B(x)$ – переменный коэффициент сосредоточенного удара воздействия крутящего момента, $N_i(x)$ – переменный коэффициент продольной критической силы, $\frac{q_k^0}{D}$ – критическая активность с «внешним» и «внутренним» вязким трением, C – линейная теплоемкость, K – коэффициент теплопроводности, ρ – плотность, σ_0 – начальное напряжение, P – показатель релаксации при низкотемпературной релаксации, K_0 – вязко-упругая деформация в следствии диффузии высокотемпературной релаксации, τ – время релаксации, K_1 – статическая жесткость пружины, η_i – статическая вязкость демпфера.

Тепло-волновой процесс описывается математической моделью

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial t^2} &= a^2 \nabla^2 \omega_x, & \frac{\partial^2 \omega_y}{\partial t^2} &= b^2 \nabla^2 \omega_y \\ 2\omega_x &= \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial z}, & 2\omega_y &= \frac{\partial U}{\partial z} - \frac{\partial W}{\partial x} \\ U &= U(x, y, z, t) = U(z) \text{Cos}(kx + a) \text{Sin}(Ly + b) e^{i\omega t} \\ V &= V(x, y, z, t) = V(z) \text{Sin}(kx + a) \text{Cos}(Ly + b) e^{i\omega t} \\ W(x, y) &= f \left(\text{Sin} \frac{nY}{R} + \text{Sin}^2 \frac{\pi x}{L} \right) \end{aligned}$$

• **Физико-математические науки**

Здесь: a^2, b^2 – физико-механические свойства заполнителя вязко-упругой среды, ∇^2 – «Набла» оператор, f – стрела прогиба в результате искажения формы поперечного сечения внутреннего слоя с модифицированной комплексной жесткостью K^1 и K^n [6]



Фигура 1. Модифицированная гелиоустановка для получения обогащенного дистиллята материальной нефти

После разделения переменных с учетом начальных условий при низкотемпературной релаксации и при среднетемпературной релаксации из (1) – (3) получим математическую модель для выпучивания внутреннего вязко-упругого эквивалентного слоя (соответственно)

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[\varepsilon(x) \frac{d^2 \omega}{dx^2} + 2B(x) \frac{dW}{dx} \right] = \frac{q_k^*}{D} \left(\frac{h}{R} \right)^{3/2}$$

$$\varepsilon(x) = Const, \quad \frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} = \frac{1}{x} \quad (4)$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[\varepsilon(x) \frac{d^2 \omega}{dx^2} + 2B(x) \frac{dW}{dx} \right] = \frac{q_k^*}{D} \left(\frac{h}{R} \right)^2$$

$$\varepsilon(x) = \frac{1}{x}, \quad \frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} = \frac{1}{1-x} \quad (5)$$

В общем виде с учетом температурной релаксации механическая система выпучивания цепной трехмассовой системы состоит из трех основ:

–трубчатая конструкция с переменными параметрами под действием «внешней» активной неравномерной силы с однородными граничными условиями на торцах зон плавления, кристаллизации и охлаждения;

–пристеночный слой из эквивалентной вязко-упругой среды, лежащей на основании типа Винклера при неоднородных граничных условиях на торцах в зоне плавления, кристаллизации и охлаждения;

–внутренний эквивалентный слой при больших деформациях скользящем под нагрузкой крае, зависящего от цепной трехмассовой системы в зоне плавления и охлаждения при переменном коэффициенте комплексной жесткости.

Распространение тепло-волнового процесса:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} &= a^2 \nabla^2 U, & \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} &= \nabla^2 V \\ \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial t^2} &= a^2 \nabla^2 \omega_x, & \frac{\partial^2 \omega_y}{\partial t^2} &= b^2 \nabla^2 \omega_y \end{aligned} \quad (6)$$

или

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} &= c^2 \nabla^2 \theta, & \theta &= \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} \\ \nabla^2 &= \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}, & 2\omega_x &= \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial z}, & 2\omega_y &= \frac{\partial U}{\partial z} - \frac{\partial W}{\partial x} \end{aligned} \quad (7)$$

В качестве примера рассмотрим выпучивание внутреннего эквивалентного слоя при больших деформациях скользящем под нагрузкой края с переменными коэффициентами комплексной жесткости.

1.1 Колебания внутреннего слоя из эквивалентной вязко-упругой среды трехмассовой системы, лежащей на основании типа Коссера с переменными коэффициентами комплексной жесткости в зоне плавления.

Выбор математической модели

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\varepsilon(x) \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + 2B(x) \frac{\partial W}{\partial x} \right] &= \frac{q_k}{D} \\ \varepsilon(x) = const, & \frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} = \frac{1}{x} \end{aligned} \quad (2.1)$$

Граничные условия

$$W(x) \Big|_{x=1} = K_1, \quad \frac{dW}{dx} \Big|_{x=1} = \eta_1$$

Скользящий край

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \Big|_{x=1} = \frac{q_k}{K_2}, \quad \frac{\partial^3 W}{\partial x^3} \Big|_{x=1} = \frac{q_k}{\eta_1} \quad (2.2)$$

условия под нагрузкой

Решение

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} \frac{dW}{dx} = \frac{q_k}{D} \frac{x^2/2 + C_1 x + C_2}{\varepsilon(x)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} = \frac{1}{x} \right) \Rightarrow \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{1}{x} \frac{dW}{dx} = \frac{q_k}{D} \left(\frac{x^2}{2} + C_1 x + C_2 \right) \quad (2.3)$$

(2.3) – есть обыкновенное дифференциальное уравнение 2-го порядка приводящее к линейному дифференциальному уравнению 1-го порядка. Общее решение которого имеет вид:

$$W(x) = \frac{q_k}{D} \left(\frac{x^4}{32} + C_1 \frac{x^3}{9} + C_2 \frac{x^2}{4} \right) + (\ln x) C_3 + C_4 \quad (2.4)$$

Подставляя (2.4) в граничные условия (2.2) определим произвольно постоянные интегрирования, затем их значения подставляя в общее решение получим

$$W(x) = \frac{1}{32} \frac{q_k}{D} x^4 - \frac{1}{18} \frac{1}{1 + 2 \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1}} \left[\frac{3}{2} \frac{q_k}{D} + 2 \left(3 \frac{D}{\eta_1} - 1 \right) \right] x^3 -$$

$$- \frac{1}{4} \frac{1}{1 + 2 \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1}} \left[3 \frac{D}{\eta_1} - 2 \frac{D}{k_2} - 2 \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1} - 4 + \frac{q_k}{D} \left(2 \frac{D}{k_2} + \frac{3}{4} \right) \right] x^2 +$$

$$+ \frac{1}{6} \frac{1}{1 + 2 \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1}} \left[3 \frac{D}{\eta_1} + 6 \frac{D}{k_2} - \frac{5}{2} - 6 \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1} \right] \ln x -$$

$$- \frac{1}{32} \left(32 - \frac{q_k}{D} \right) - \frac{1}{36} \frac{1}{2 + \frac{q_k}{D}} \left[\left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1} \left(39 \frac{D}{\eta_1} - 18 \frac{D}{k_2} - 40 - 18 \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1} \right) + \right.$$

$$\left. + 18 \frac{D}{k_2} + \frac{39}{4} \right] \quad (2.5)$$

где $K_1 = 90$; $K_2 = 520$; $\eta_1 = 0,87$;

$$\frac{q_k}{D} = \frac{1}{24}; \quad \frac{D}{q_k} = 24 = \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1}; \quad \frac{q_k}{D} = \left\{ \frac{1}{8}; \frac{1}{24}; \frac{1}{72} \right\} \quad \frac{D}{\eta_1} = \frac{1800}{29}$$

$$\frac{D}{\eta_1} = \frac{5400}{87} = \frac{1800}{29} \quad \frac{D}{K_1} = \frac{54}{90} = \frac{3}{5}; \quad \frac{D}{K_2} = \frac{54}{520} = \frac{27}{260} \quad \frac{D}{K_1} = \frac{3}{5} \quad \frac{D}{K_2} = \frac{27}{260}$$

1.2 Колебания внутреннего эквивалентного вязко-упругого слоя при больших деформациях соизмеримый габаритными размерами механической системы в зоне кристаллизации.

Выбор математической модели

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[\varepsilon(x) \frac{d^2 \omega}{dx^2} + 2B(x) \frac{dW}{dx} \right] = \frac{q_k}{D}$$

$$\varepsilon(x) = \frac{1}{x'}, \quad \frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} = \frac{1}{1-x} \quad (3.1)$$

Граничные условия

$$W(x) = \Big|_{x=0} = K_1, \quad \frac{dW}{dx} \Big|_{x=0} = \eta_1$$

скользящее

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \Big|_{x=0} = \frac{q_k}{K_2}, \quad \frac{\partial^3 W}{\partial x^3} \Big|_{x=0} = \frac{q_k}{\eta_1} \quad (3.2)$$

условия под нагрузкой

Решение из (3.1)

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} \frac{dW}{dx} = \frac{q_k}{D} \frac{x^2/2 + C_1 x + C_2}{\varepsilon(x)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{2B(x)}{\varepsilon(x)} = \frac{1}{1-x}, \quad \varepsilon(x) = \frac{1}{x} \right) \Rightarrow$$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{1}{1-x} \frac{dW}{dx} = \frac{q_k}{D} \left(\frac{x^3}{2} + C_1 x^2 + C_2 x \right) \quad (3.3)$$

(3.3) – есть обыкновенное дифференциальное уравнение 2-го порядка приводящее к линейному дифференциальному уравнению 1-го порядка. Общее решение которого имеет вид:

$$W(x) = -\frac{q_k}{120} \{4(1-x)^5 - 15(1-x)^4 + 60(1-x)^3 +$$

$$+15(1-x)^2(2Ln|1-x| - 1) + 5C_1[3(1-x)^4 - 16(1-x)^3 +$$

$$+6(1-x)^2(2Ln|1-x| - 1)] + 10C_2[4(1-x)^3 -$$

$$-3(1-x)^2(2Ln|1-x| - 1)]\} + C_3 \left(x - \frac{x^2}{2} \right) + C_4 \quad (3.4)$$

Подставляя (3.4) в граничные условия (3.2) определим произвольные постоянные интегрирования, затем их значения подставляя в общее решение (3.4) получим:

$$W(x) = \frac{1}{5} \frac{q_k}{D} \{4(1-x)^5 - 15(1-x)^4 + 60(1-x)^3 +$$

$$+15(1-x)^2(2Ln|1-x| - 1) + \frac{1}{9} \left(3 \frac{\eta_1}{D} \cdot \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1} + 3 \frac{D}{k_2} -$$

$$- 2 \frac{D}{\eta_1} + 48 \right) [3(1-x)^4 - 16(1-x)^3 + 6(1-x)^2(2Ln|1-x| - 1)] +$$

$$+ \frac{5}{9} \left(15 - \frac{D}{\eta_1} \right) [4(1-x)^3 - 3(1-x)^2(2Ln|1-x| - 1)]\} +$$

$$+ \frac{1}{15} \left[6 \frac{\eta_1}{D} - \frac{q_k}{D} \left(9 \frac{D}{k_2} - 11 \frac{D}{\eta_1} + 324 \right) \right] \left(x - \frac{x^2}{2} \right) -$$

$$- \frac{1}{360} \left[19 \frac{\eta_1}{D} - 360 \frac{k_1}{D} + \frac{q_k}{D} \left(19 \frac{D}{k_2} - \frac{D}{\eta_1} + 27 \right) \right];$$

Здесь:

$$D = \{44; 54; 57\}; \quad \frac{q_k}{D} = \frac{1}{81}; \quad \frac{D}{q_k} = 81; \quad \left(\frac{q_k}{D} \right)^{-1} = 81$$

$$\frac{D}{\eta_1} = \frac{1425}{23} \quad \frac{D}{K_1} = \frac{19}{129}; \quad \frac{D}{K_2} = \frac{19}{641}$$

$$K_1 = 387; \quad K_2 = 1923; \quad \eta_1 = 0,92;$$

На графиках 1,2,3 приведены колебания внутреннего слоя из эквивалентной вязко-упругой среды цепной трехмассовой системы.

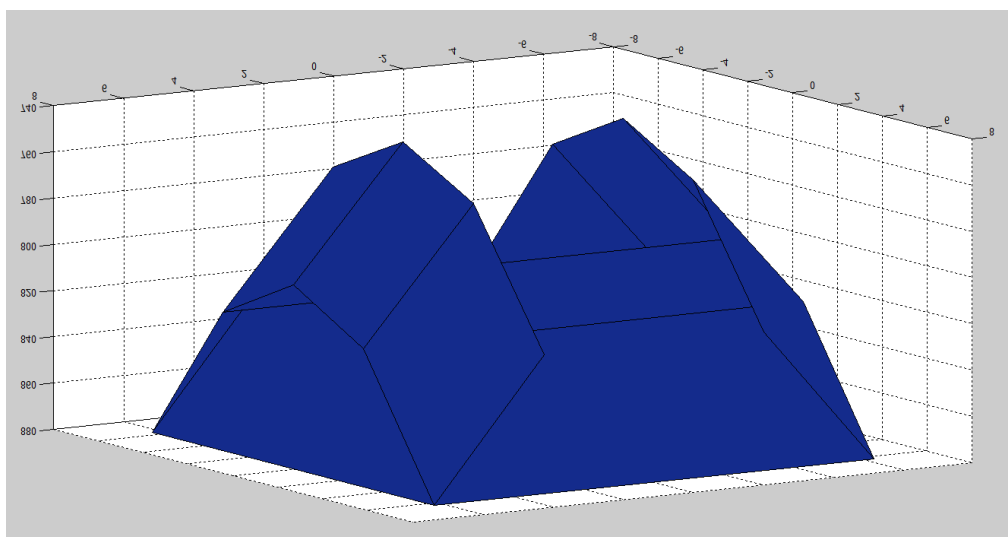
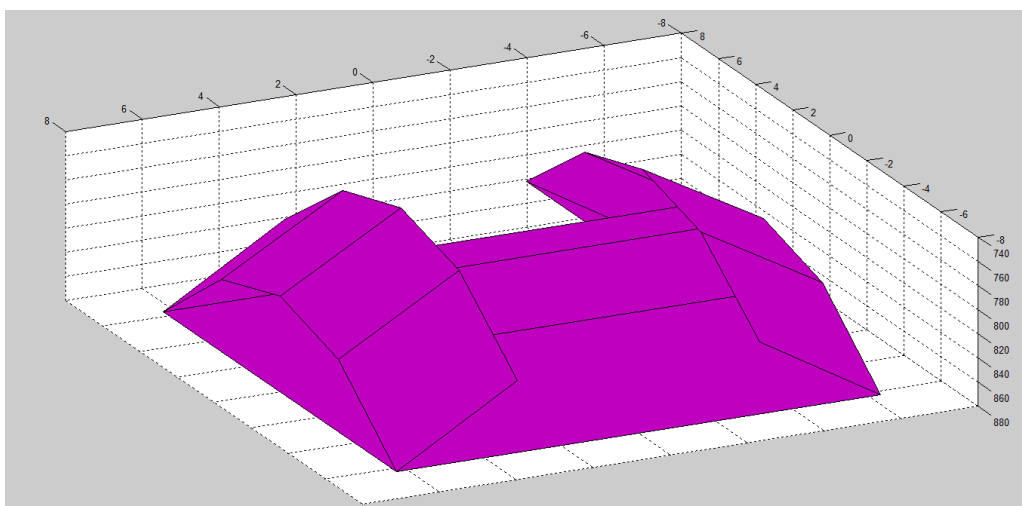


График 1. Выпучивание внутреннего слоя в зоне плавления с переменными параметрами комплексной жесткости

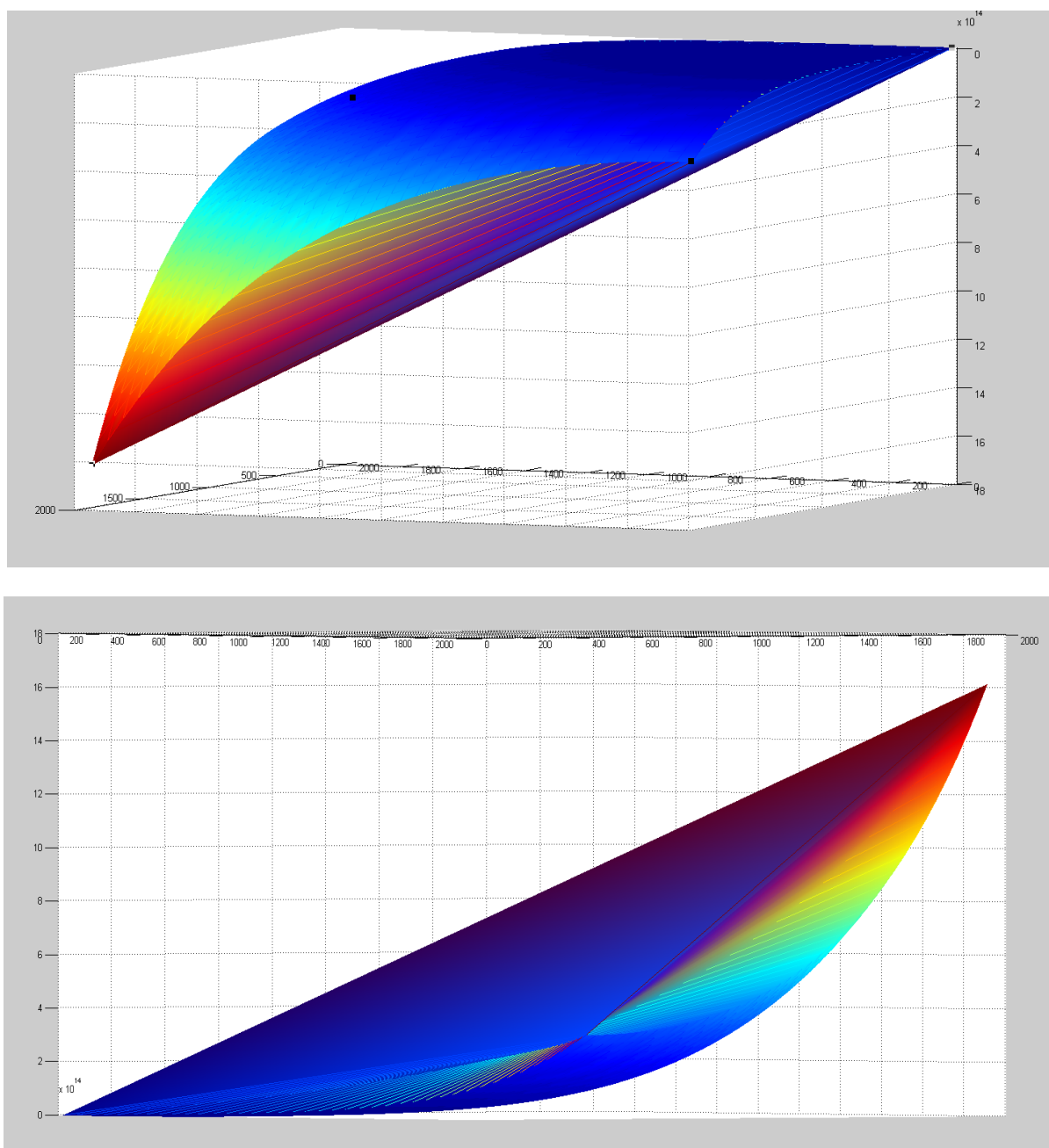


График 2. Выпучивание внутреннего слоя в зоне кристаллизации с переменными параметрами комплексной жесткости

Выводы.

1-е. Внутренний эквивалентный слой цепной трехмассовой системы с переменными коэффициентами комплексной жесткости, в отличие от внешнего и пристеночного слоя, при скользящем под сосредоточенной нагрузкой крае на торцах плавления, кристаллизации и охлаждения, приложенного в момент времени $t = 0$ возмущается с учетом демпфирования движения, и сосредоточенная нагрузка изменяется по гармоническому закону с постоянной угловой скоростью. При этом в пределах одного оборота нагрузки по овалу поперечного сечения коэффициенты динамичности и вязкости получают конечное приращение.

2-е. Движение продольной кристаллической силы с постоянной угловой скоростью по параллели не вызывает возмущение, а критическая скорость движения уменьшается с увеличением коэффициента демпфирования.

• Физико-математические науки

3-е. При учете демпфирования наибольшее значение динамического прогиба достигается чуть левее прямой критической активной силы с «внешним» и «внутренним» вязким трением. При некоторых значениях критической силы значения динамического прогиба на несколько порядков больше, чем наибольшее значение прогиба при движении постоянной нагрузки по параллели.

4-е. По нашему мнению уравнение тепло-проводности определяется по [7]

$$T = q\alpha^2 \left[t + \frac{z^2}{2} + \frac{z}{2} - \frac{1}{24} - \frac{2}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k}{k^2} e^{-\pi^2 k^2 d^2 t} \text{Cos} \left[\pi k \frac{(z+1)}{d} \right] \right]$$

где

$$q = \frac{q_k^0}{D}, \quad d = \frac{r}{h}, \quad z = \frac{z}{h}, \quad t = \frac{\tau}{C\rho r^2}$$

ρ – плотность, α – коэффициент теплопроводности, C – удельная теплоемкость, r – радиус приведенного внутреннего слоя, h – толщина приведенного внутреннего слоя, $T = T_1 - T_0$, T_0 – начальная температура заполнителя, T_1 – температура трубчатой конструкции.

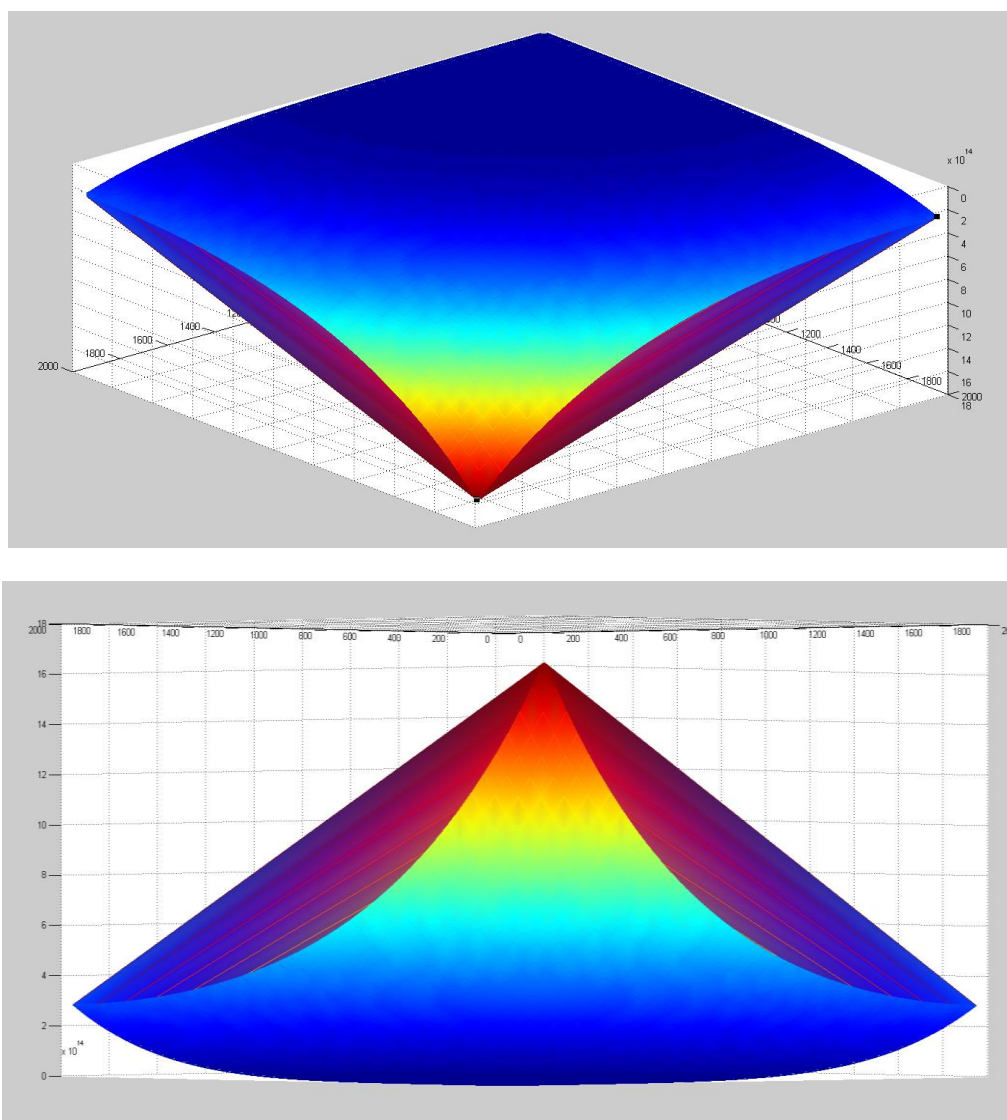


График 3. Выпучивание внутреннего слоя в зоне охлаждения с переменными параметрами комплексной жесткости

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Божанов Е.Т., Енсебаева М.З. Динамический расчет перекачки нефтепродуктов разной вязкости по одному трубопроводу в виде цепной трехмассовой системы // Norwegian journal of development of the international science, 2017.
- [2] Божанов Е.Т., Велямов Т.Т., Толганбаев А.Ж. Моделирование процесса перекачки нефтяной смеси разной вязкости по одному трубопроводу при неустановившемся тепловом поле // Сборник материалов международной научно-методической конференции, МОК КазГАСА, – Алматы, 2016г.
- [3] Божанов Е.Т., Буганова С.К., Велямов Т.Т., Толганбаев А.Ж. Исследование процесса транспортировки нефти по одному трубопроводу с помощью модифицированной гелиоустановки методом тепло-волнового процесса // Вестник КазГАСА, – Алматы. 2017г. №2.
- [4] Кильчевский Н.А. Теория нестационарных динамических процессов в оболочках // Прикладная механика, – 1968, том 4, вып. №8.
- [5] Григолюк Э.И. Проблемы взаимодействия оболочек с жидкостью // Сборник трудов VIII Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластинок, – М. Наука, 1970.
- [6] Цейтлин А.И., Кусаинов А.А. Методы учета внутреннего трения в динамических расчетах конструкций // Издательство Наука, Казахской ССР, – Алма-Ата, 1987г., 237 с.
- [7] Коваленко А.Д. Основы термоупругости // – Киев «Наукова думка», 1970.

Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Сауранбаева А.

Кешенді қаттылықтың айнымалы коэффициенттері бар тізбектік үшөлшемді жүйенің ішкі эквивалентті қабатын бүгілу

Аңдатпа. Тізбектік үшөлшемді жүйенің гелиокондырғыдан шығу кезіндегі, активті және реактивті ішкі жүйенің әсерімен үш негіздің механикалық жүйесі қарастырылады. Коссер түрінің негізінде жатқан тұтқырлы-серпімді қабаты келесі технологиялық сипаттамаларға ие

Ағымдағы мұнай қанықтыру – 15,7%;

Газқұрамдас – 47,8 (м³/т);

Тұтқырлық МПА*С – 900;

Мұнай тығыздығы 0,23 г/см³;

Қанығу қысымы МПА*С – 1,5.

Бір құбырмен әр түрлі тұтқырлықтағы мұнай қоспасын тасымалдаудың техникалық технологиялық есебін шешу үшін арналған қондырғы төмен және орташа температуралы релаксация үшін біртекті емес шектік шарттарымен ұсынылған механико-математикалық әдіспен шешіледі.

Тасымалдау шарттарындағы жылу толқындық үрдіс кеңею толқыны өзгеріссіз ығысу толқынның дифференциалдық тендеуімен сипатталады және айнымалы параметрлері бар құбырлы құрылымның толтырғышының ауысу функциясын тағайындау арқылы шешіледі. Тасымалдаудың балку, кристалдану және суу аймақтарының технологиялық деректерін анықтау үшін ұсыныс беріледі.

Түйіндемe сөздер: модель, үшөлшемді жүйелер, мұнай қоспасы, қоспа тығыздығы, құбырлы құрылым, балку, кристалдану және суу аймақтары, эквивалентті қабат.

Bozhanov E.T., Khairullin E.M., Sauranbayeva A.

Buckling of the internal equivalent layer of chain three mass system with complex stiffness variable coefficients.

Summary. The paper considers a mechanical system of three bases on the exit from helioplant of three-mass chain system, under the influence of an active and reactive internal system. The viscoelastic layer lying on the base of the Cosserat type has the following technological characteristics.

Oil saturation current - 15.7%;

GOR (gas/oil ratio) - 47.8 (m³/t);

Viscosity, MPA*S - 900;

Reservoir oil density - 0.23 g/cm³;

Bubble-point pressure MPA*S - 1.5.

The mechanism, which is designed to solve the technical and technological problem of different viscosity oil blend transportation through the one pipeline, is solved by the proposed mechanical-mathematical method under inhomogeneous boundary conditions for low and medium-temperature relaxation.

The heat-wave process under operating conditions is described by the differential equation of the shear wave without changing the wave of expansion and is solved by defining the displacement function of tubular construction filler with variable parameters. A recommendation is given for determining the technological data of melting, crystallization and cooling zones of transportation.

Keywords: model, three-mass systems, oil blend, mixture density, tubular construction, melting, crystallization and cooling zones, equivalent layer.

Божанов Е.Т., Енсебаева М.З., Дадаева А.Н.
(Satbayev University Алматы, Республика Казахстан, dady1262@mail.ru)

**О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫПУЧИВАНИЯ
ЦЕПНОЙ ДВУХМАССОВОЙ СИСТЕМЫ, ПРИМЕНИТЕЛЬНО
К ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТЯНОЙ СМЕСИ**

Аннотация. Рассматривается механическая система выпучивания цепной двухмассовой системы, которая состоит из двух основ с учетом температурной релаксации. Решены задачи выпучивания полимерной трубы и выпучивания заполнителя при различных граничных условиях.

Исследования показывают, что от распространения тепло-волнового процесса зависят затухающие колебания и выпучивание конструкции и заполнителя с «внешним» и внутренним вязким трением. На графиках показаны диаграммы анизотропии физических свойств вязко-упругого слоя в поперечном сечении при волнах расширения.

Ключевые слова: трубчатая конструкция, нефтяная смесь, вязкое трение, выпучивание, плавление, демпфирование заполнителя, деформации.

Введение. С учетом температурной релаксации рассмотрим механическую систему выпучивания цепной двухмассовой системы, которая состоит из двух основ:

1. трубчатая конструкция с переменными параметрами находится под действием «внешней» активной неравномерной силы и внутренним вязким трением, при граничных условиях Грина на торцах зон, такие как плавление, кристаллизация и охлаждение;

2. заполнителем является, нефтяная смесь одной вязкости, находящаяся под действием силовых факторов I-го типа [1], зависящая от давления, температуры, плотности и вязкости наполнителя при неоднородных граничных условиях на торцах зон: плавлении, кристаллизации и охлаждения. И имеет следующие технологические характеристики: нефтенасыщенность составляет 15,7%;

газосодержание [м³/т] 47,8; пластовая температура 26 С⁰; вязкость [МПА /с] 3,6 – 14,7; плотность [г/см³] 0,2-0,78; содержание смол и различных примесей 40%; пластовое давление [МПА /с] 11,3 – 12,4.

Вязкое выпучивание жидкости с деформациями соизмеримы с габаритными размерами каждой зоны, а также возмущениями изгибной деформации при гармоническом демпфировании заполнителя.

1. Математическая модель выпучивания механической системы

представлена в работах [1-3]:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[\varepsilon(x) \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right] = \frac{q_k}{D} \frac{\partial w(x,t)}{\partial t} \quad (1)$$

при начальных условиях:

$$w(x,t)|_{t=0} = \sigma_0 e^{-k_a \tau}, \quad \frac{dw}{dt} \Big|_{t=0} = e^{-k_D \tau}, \quad (2)$$

здесь $\varepsilon(x)$ - изменение жесткости поперечного сечения наименьшего радиуса инерции; $\frac{q_k}{D}$ - критическая активная сила с «внешним» и внутренним вязким трением; $w(x,t)$ функция перемещения в направлении толщины слоя;

σ_0 - начальное напряжение; k_a - деформация на границе среднетемпературной релаксации, k_D - вязкоупругая деформация в следствии диффузии высокотемпературной релаксации, τ - время релаксации.

После разделения переменных уравнения (1), общим решением выпучивания будет функция Бесселя 1-го и 2-го рода. Однако, если критическая активная сила с «внешним» и внутренним вязким трением представляется в виде стационарного объекта с запаздывающим аргументом [4], [5] то выпучивание трубчатой конструкции описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями с учетом начальных условий:

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[\varepsilon(x) \frac{d^2 w}{dx^2} \right] = \frac{q_k}{D} \left(\frac{h}{R} \right)^{\frac{5}{2}}, \quad (3)$$

здесь h – толщина приведенного слоя, R – внутренний радиус заполнителя,

$$\frac{q_k}{D} = -\frac{q_k^0}{D} \frac{1}{\sigma_0} e^{(k_a - k_D)\tau}. \quad (4)$$

1.1. **Математическая модель выпучивания полимерной трубы.** Данная модель описывается уравнением вида (3) с граничными условиями вида:

$$w(x, t)|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{dw}{dx} \right|_{x=0} = 0, \quad \left. \frac{d^2 w}{dx^2} \right|_{x=1} = 0, \quad \left. \frac{d^3 w}{dx^3} \right|_{x=1} = 0. \quad (5)$$

Общее решение уравнения (3) с граничными условиями (5) имеет вид:

$$w(x) = \frac{q_k}{D} \left(\frac{h}{R} \right)^{\frac{5}{2}} \left\{ \int \left[\int \frac{\frac{x^2}{2} + c_1 x + c_2}{\varepsilon(x)} dx \right] dx + c_3 x + c_4 \right\}. \quad (6)$$

Рассмотрим частные случаи задач при граничных условиях (5).

1. Если $\varepsilon(x) = \text{const}$, то решение уравнения (3) при граничных условиях (5) имеет вид:

$$w(x) = \frac{1}{24} \frac{q_k}{D} \left(\frac{h}{R} \right)^{\frac{5}{2}} (x^4 - 4x^3 + 6x^2). \quad (7)$$

2. При $\varepsilon(x) = \frac{1}{x}$, то решение уравнения (3) при граничных условиях (5) описывается соотношением:

$$w(x) = \frac{1}{120} \frac{q_k}{D} \left(\frac{h}{R} \right)^{\frac{5}{2}} (3x^2 - 10x + 10)x^3. \quad (8)$$

3. При $\varepsilon(x) = \frac{1}{1-x}$, то решение уравнения (3) при граничных условиях (5) имеет вид:

$$w(x) = \frac{1}{16} \frac{q_k}{D} \left(\frac{h}{R} \right)^{\frac{5}{2}} (5x^4 - x^5 - 15x + 11). \quad (9)$$

4. Если $\varepsilon(x) = \frac{1}{\sin kx}$, $k = 0,4$, то решение уравнения (3) при граничных условиях (5)

имеет вид:

$$w(x) = \frac{40}{\pi^4} \left[768 \sin \frac{\pi}{4} x + \sqrt{2} \pi^3 x^3 + 3\sqrt{2}(4 - \pi) \pi^2 x^2 - 192 \pi x \right]. \quad (10)$$

На графиках 1, 2, 3 приведены выпучивание трубчатой конструкции в толще цепной двухмассовой системы, соответственно, в зонах плавления, кристаллизации и охлаждения (затвердевания) с начальной симметричной волнистостью оси Oх.

2. Математическая модель выпучивания заполнителя. Выпучивание нефтяной смеси описывается дифференциальным уравнением вида [4]-[6]:

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[\varepsilon(x) \frac{d^2 w}{dx^2} \right] = \frac{k_1 + \eta_1}{k_1} \left(\frac{h}{R} \right)^2 \quad (11)$$

при граничных условиях:

$$w(x, t)|_{x=0} = k_1, \quad \frac{dw}{dx} \Big|_{x=0} = \eta_1, \quad \frac{d^2 w}{dx^2} \Big|_{x=1} = k_1, \quad \frac{d^3 w}{dx^3} \Big|_{x=1} = \eta_1, \quad (12)$$

где k_1 - жесткость пружины, η_1 - вязкость демпфера.

Общее решение уравнения (11):

$$w(x) = \frac{k_1 + \eta_1}{k_1} \left(\frac{h}{R} \right)^2 \left\{ \int \left[\int \frac{x^2 + c_1 x + c_2}{\varepsilon(x)} dx \right] dx + c_3 x + c_4 \right\}. \quad (13)$$

Рассмотрим частные случаи задач при граничных условиях (12):

1. Если $\varepsilon(x) = \text{const}$, то решение уравнения (11) при граничных условиях (12) имеет вид:

$$w(x) = \frac{1}{24} \frac{k_1 + \eta_1}{k_1} \left[x^4 + 4 \left(\frac{k_1 \eta_1}{k_1 + \eta_1} - 1 \right) x^3 + 6 \left(\frac{k_1^2 - 2k_1 \eta_1}{k_1 + \eta_1} + 1 \right) x^2 + 24 \frac{k_1 \eta_1}{k_1 + \eta_1} x + 24 \frac{k_1^2}{k_1 + \eta_1} \right], \quad (14)$$

$$k_1 = 44, \eta_1 = 0,66.$$

2. При $\varepsilon(x) = \frac{1}{x}$, то решение уравнения (11) при граничных условиях (12) описывается

соотношением:

$$w(x) = \frac{1}{120} \frac{k_1 + \eta_1}{k_1} \left[3x^5 + 10 \left(\frac{k_1 \eta_1 - k_1^2}{k_1 + \eta_1} - 1 \right) x^4 + 20 \left(\frac{2k_1^2 - k_1 \eta_1}{k_1 + \eta_1} + \frac{1}{2} \right) x^3 + 120 \frac{k_1 \eta_1}{k_1 + \eta_1} x + 120 \frac{k_1^2}{k_1 + \eta_1} \right], \quad (15)$$

$$k_1 = 90, \eta_1 = 0,87.$$

3. Если $\varepsilon(x) = \frac{1}{1-x}$, то решение уравнения (11) при граничных условиях (13) имеет вид:

$$w(x) = \frac{1}{48} \frac{k_1 + \eta_1}{k_1} \left[15x^4 - 3x^5 + 8 \frac{k_1 \eta_1}{k_1 + \eta_1} x^3 + 24 \frac{k_1^2}{k_1 + \eta_1} x^2 + \right. \\ \left. + 3 \left(\frac{24k_1 \eta_1 - 16k_1}{k_1 + \eta_1} - 15 \right) x + 8(9k_1^2 - 10k_1 \eta_1) - 9 \right], \quad (16)$$

$$k_1 = 386, \eta_1 = 0,92.$$

На графиках 4 и 5 приведены выпучивание заполнителя трубчатой конструкции в толще цепной двухмассовой системы, соответственно, зонах плавления, кристаллизации и охлаждения (затвердевания) с симметричной волнистостью оси Ox .

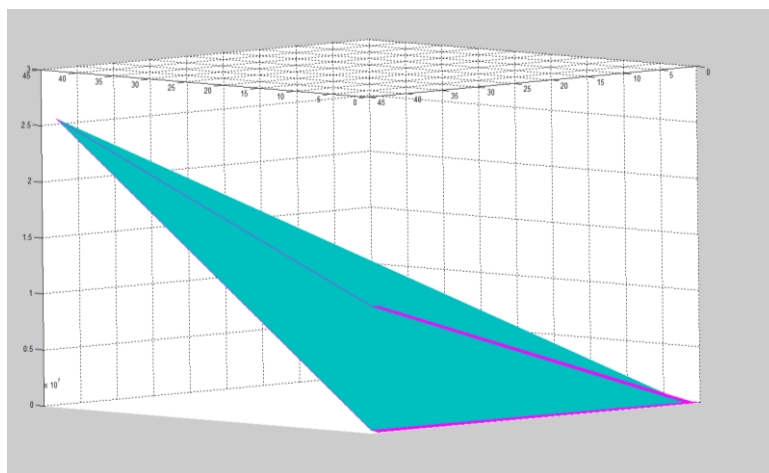


График 1.

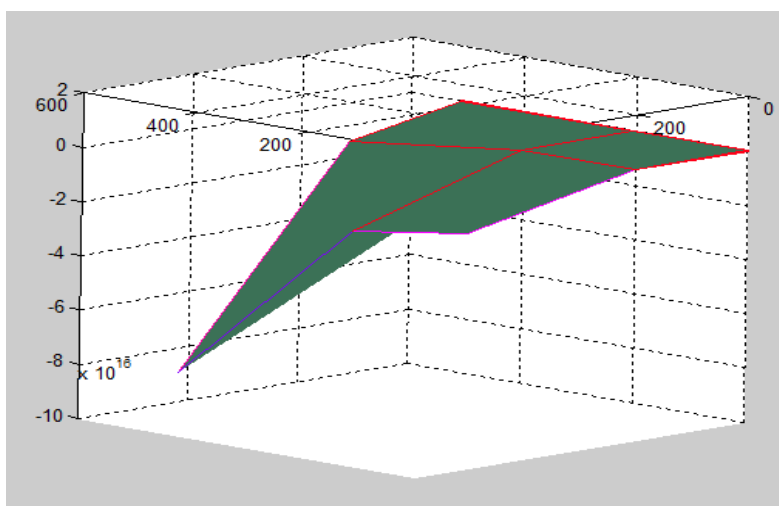


График 2.

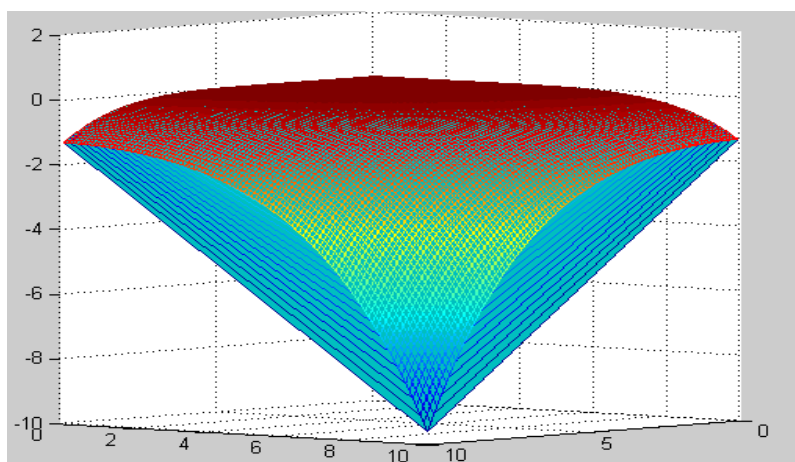


График 3.

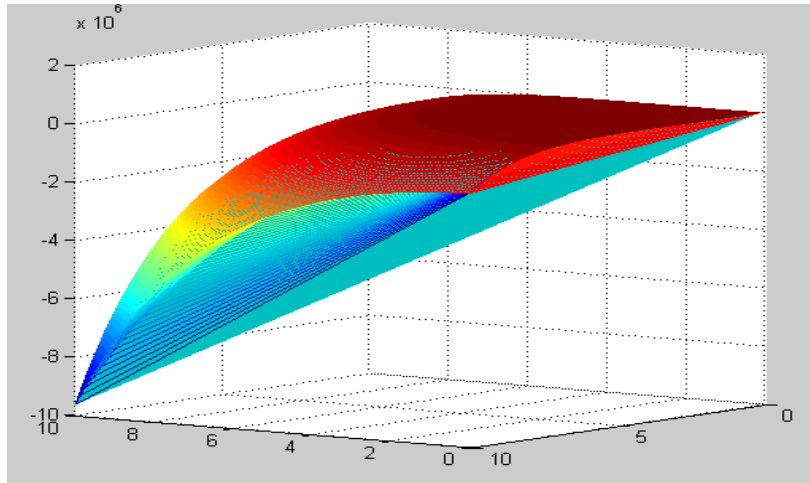


График 4

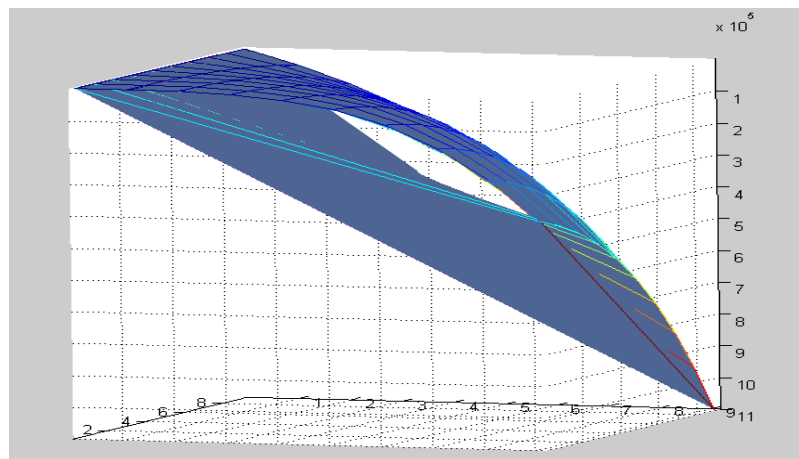


График 5.

Заключение:

1. От распространения тепло-волнового процесса:
- 2.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \nabla^2 u, \quad \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = b^2 \nabla^2 v,$$

где ∇^2 - оператор набла, a^2, b^2 - физико-механические свойства заполнителя при гармоническом демпфировании зависят затухающие колебания и выпучивание конструкции и заполнителя с «внешним» и внутренним вязким трением.

3. Амплитудно- частотные характеристики зависят от краевых условий на торцах поперечного сечения зон: плавления, кристаллизации и охлаждения.

4. Эффект динамичности трубчатой конструкции менее ощутим в зонах: плавления и начало кристаллизации, чем в случае выпучивания заполнителя в зоне и охлаждения, в котором возможно появление локально-вакуумной области от диссипации энергии тепло-волнового процесса.

5. Длина зон почти не влияет на величину критического импульса, но существенным образом зависит от выбора функции жесткости поперечного сечения наименьшего радиуса инерции $\varepsilon(x)$.

6. Графики №1-5 показывают диаграмму анизотропии физических свойств вязко-упругого слоя в поперечном сечении при волнах расширения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кильчевский Н.А. Теория нестационарных динамических процессов в оболочках. Прикладная механика, 1968. Том 4. Вып.8.
- [2] Григолюк Э.И. Проблемы взаимодействия оболочек с жидкостью. Труды VII Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластинок. М. Наука, 1970.
- [3] Божанов Е.Т., Ержанов Ж.С. Исследование проблем устойчивости упругих тел, гибких пластинок и оболочек и их приложения. Изд-во: Қазақстан жоғарғы мектебі, Алматы, 2001. 323с.
- [4] Божанов Е.Т., Велямов Т.Т., Толганбаев А.Ж. Моделирование процесса перекачки нефтяной смеси разной вязкости по одному трубопроводу при неустановившемся тепловом поле. Материалы международной конференции научно-методической конференции. Алматы, 2017., КАЗГАСА.
- [5] Божанов Е.Т., Буганова С.Н., Велямов Т.Т. Исследование процесса транспортировки нефти по одному трубопроводу с помощью модифицированной гелиоустановки методом тепло-волнового процесса. Вестник КАЗГАСА. Алматы, 2017., №2.
- [6] Bozhanov E., Ensebayeva M. The dynamic calculation of pumpover of oil products with different viscosity on the same pipeline as chainomatic three-mass system. Norwegian journal of development of the international science. 2017, vol.1 , №7, p. 43-48.
- [7] Yunqiang L., Jiuping X, Shize W., Bin Q. Analyzing axial stress and deformation of tubular for steam injection process in deviated wells based on the varied (t, p) fields. 2013; 2013: 565891, doi: [10.1155/2013/565891](https://doi.org/10.1155/2013/565891).

Божанов Е.Т., Енсебаева М.З., Дадаева А.Н.

Математикалық моделін бақырайтуды туралы тізбекті двухмассовой қатысты жүйесін тасымалдауға мұнай қоспалары

Түйіндеме. Статъяда бірлескен екімасалы жүенің серпіледі емес механикасы қарастырылған, екі негізден туратын температуралың релаксация қаралады. Статъяда әртүрлі біртекті немесе біртекті емес шеттік жағдайларына байланысты полимерлік түтікшенің және оның толтырғышының толықсуының математикалық моделінің шешуі келтірілген.

Зерттеу негізінде: ішкі тұтқырлы қарсылыққа байланысты тұтқырлы-серпіледі толтырғыштық анизотроптық физика-механикалық қасиеттердің жылу толқының колемдік және ығысу деформациясына әсері графиктер диаграммында корсетілген.

Кілт сөздер: конструкциясы, түтік тәрізді, тұтқыр мұнай қоспасы, балку, қажалу, тасырайту демпирлеу, деформациялары толтырғыш.

Bozhanov E., Yesenbayeva M., Dadayeva A.

About the vupuchivaniya mathematical model chain two-mass system, applicable to transportation of oil mixture

Summary. The mechanical system of a vupuchivaniye of chain two-mass system which consists of two bases taking into account a temperature relaxation is considered. Problems of a vupuchivaniye of a polymeric pipe and a vupuchivaniye of filler are solved under various boundary conditions. Researches show that damped oscillations and vupuchivany designs and filler with "external" and internal viscous friction depend on distribution of warm and wave process. On schedules charts of anisotropy of physical properties of a visco-elastic layer in cross section at expansion waves are shown.

Keywords: tubular design, oil mixture, viscous friction, swelling, melting, damping of filler, deformation.

Ә.А. Айтқазина, Г.Ж. Бейсенбекова, А.С. Салимханова

(әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, Алматы)

Email: aitkazina_asel@mail.ru

ОНЛАЙН ОҚЫТУ КУРСТАРЫН ДАЙЫНДАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІ

Аннотация. Бұл мақалада онлайн оқыту курсының функциялары, жүзеге асыру кезеңдері және технологиялары қарастырылады. Сонымен қоса ашық онлайн оқытудың тиімділігі мен ақпараттық қамтылу деңгейіне талдау жасалады.

Ақпараттық қолдау жүйесін құру онлайн оқу курстарының және заманауи оқыту жүйесінің өнімді жұмыс жасауына ықпал етеді. Мұндай онлайн курсты ақпараттық жасақтау оң нәтиже береді. Қазіргі таңда онлайн

курстардың кең қолданысқа ие болғандығынан бұл жүйенің практикалық маңызын көруге болады. Ақпараттық қолдау есебінде онлайн оқу курстары процессінің тиімділігін арттыру үшін: онлайн курстар құру процессін зерттеу; онлайн оқыту курстарын ақпараттық қолдау жүйесін зерттеу; онлайн курс бойынша ақпаратты орталықтандырылған деректер қорына автоматтандырылған түрде жинау және сақтау; ақпаратқа қолжетімділікті орталықтандырылған жүйе арқылы қамтамасыз ету міндеттері қарастырылады.

Түйін сөз: бұқаралық ашық онлайн курстары, жаппай ашық онлайн-курсы, ақпараттық жүйелерді (АЖ) қолдау, ішкі жүйелер.

Кіріспе

Онлайн оқыту – ұйымның мақсатты бағытталған педагогикалық процесі және оқушылардың белсенді оқу-танымдық жұмысын ынталандыру, нақты уақыт режимінде Интернет көмегімен жаңа білімді тарату болып табылады. Онлайн оқыту қашықтықтан оқытудың (сонымен қатар офлайн оқыту да бар) бір формасы. Қазіргі таңда маңызды болып отырғаны оқушылармен ақпараттық коммуникациялық желілер арқылы интерактивті қатынас жасау, сондықтан онлайн оқыту заманауи білім берудің басты тенденциясы болып отыр. Бірінші қашықтықтан оқытудың баламасы ретінде, XVIII ғасыр соңында Европада пошталық байланыстың қолжетімді және жүйелі болып қалыптасуына байланысты пайда болған «корреспонденттік оқытуды» айтасақ болады. Пошта арқылы оқытындар оқу материалдарын пошта арқылы алып отыратын болған, сонымен қатар педагогтармен хат алмасып, емтихандарын сенімді адамға не ғылыми жұмыс түрінде тапсыратын болған. Бұл әдіс Ресейде XIX ғасырдың соңында пайда болған. XX ғасырдың 60-шы жылдары Австралияда сабақтар екіжақты радио көмегімен өткізілетін болған. Ресейде қашықтықтан оқыту үрдісін реттейтін алғашқы құжаттардың бірі 06.05.2005 жылғы «Қашықтықтан оқыту технологияларын пайдалану жайлы» РФ білім және ғылым Министрлігінің бұйрығы.

Зерттеудің мақсаты: қазіргі таңда онлайн курстар үлкен сұранысқа ие және олар өте көп. Дегенмен олардың барлығы дерлік ақпараттық қолдауға ие емес. Сондықтан онлайн оқу курстарын ақпараттық қолдау жүйесін құру өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Ақпараттық қолдау есебінде онлайн оқу курстары процессінің тиімділігін арттыру.

Зерттеудің теориялық және практикалық маңыздылығы: ақпараттық қолдау жүйесін құру онлайн оқу курстарының және заманауи оқыту жүйесінің өнімді жұмыс жасауына ықпал етеді.

Мұндай онлайн курсты ақпараттық жасақтау оң нәтиже береді. Қазіргі таңда онлайн курстардың кең қолданысқа ие болғандығынан бұл жүйенің практикалық маңызын көруге болады.

Жаңа мүмкіндіктерді пайдалана білу кез келген заманауи оқытушыға қажетті құзырет және білім беру мекемелеріне таланттарға талас кезінде шынайы бәсекелестікті артықшылық болып табылады. Онлайн оқыту келесідей салаларда жұмыс жасау барысында керек:

- Денсаулығына байланысты мүмкіндігі шектеулі балалармен;
- Нақты бір білім ордаларында білім алғысы келетін, бірақ аймақтық (алыс қашықтыққа) шарттарға байланысты жоғары білікті педагогикалық көмек ала алмайтын;
- Қосымша білім алғысы келетін;
- Дербес оқу үрдісін қажет ететін дарынды балар мен айтарлықтай көлемдегі жаңа ақпаратты меңгеруге дайын балалармен жұмыс;
- Мектепті керекті институт ретінде қабылдамайтын және балаларын барынша ондай қоғамнан шеттетін діни отбасы немесе түрлі қауымға тән отбасылардан шыққан балалармен жұмыс жасау кезінде таптырмас оқыту құралы болып табылады.

ҚазҰУ Edx (Massachusetts технологиялық университеті) және Coursera (Гарвард университеті) сияқты әлемдік жетекші орталықтардың тәжірибесіне сүйене отырып, ашық онлайн курстарды дайындаумен және жүзеге асырумен айналысуда. Индустриалды инновациялық даму мемлекеттік бағдарламасы –2 (ИИДМБ-2) кәсіби магистратура бағдарламасы бойынша ҚазҰУ дайындаған курс тәжірибесі серіктес ЖОО-лармен дайындалып жатқан MOOK.kz ұлттық платформасы арқылы Қазақстан мен Орталық Азия территориясына таратылатын болады.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті OpenEdx ашық платформасында ЖАОК енгізуден Қазақстандағы университеттер ішіндегі көшбасшысы.

2014-2015 оқу жылынан бастап әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің қашықтықтан білім беру орталығы оқытушылық-профессорлық құраммен бірлесе отырып ЖАОК құру жұмысын бастады және қазіргі уақытта <http://open.kaznu.kz> адресі бойынша Open edX жүйесінің негізінде жеке ЖАОК платформа жұмыс істеп тұр.

2015 жылдың 1 қазанынан бастап бірінші рет «Теория вероятности» және «Физические задачи с В. Кашкаровым» атты әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің жетекші оқытушыларының алғашқы ашық

сабақтары жүргізіле бастады. Бұл курстарға Қазақстанның түрлі аймақтарынан 250-ден 500-ге дейін тыңдаушылар жазылды. Бұл курстарда негізінен ҚазҰУ-нің 1-2 курс студенттері, Назарбаев зияткерлік мектебінің, мамандандырылған физика-математикалық және жалпы мектептерден жоғарғы сынып оқушылары қатысты. Деректерді талдау осы курстарыға деген үлкен қызығушылық оқытушылар құрамы мен университет қызметкерлеріне осы бағытта жұмыс жалғастыруға ынталандыру беретінін көрсетті. 2016 жылдың маусым айының соңына қарай жүйеде 2 мыңнан астам тыңдаушы тіркелді.

Жаңа білім беру бағдарламалары негізінде университеттің білім беру қызметтерінің мобильділігін арттыру мақсатында "e-learning" дамыту бойынша іс-шаралар кешенін іске асыру және қашықтықтан оқыту технологияларының (ҚОТ) базасында кадрлар даярлау үшін ЖАОК ұлттық платформасының жұмысын ұйымдастыру және қашықтықтан білім беру орталығының жұмысын күшейту шеңберінде университет басшылығы құрамында ұлттық платформаның жобалық офис деңгейінде жаппай ашық онлайн курстар орталығы құрылған, «Қашықтықтан білім беру орталығы» құрылымдық бөлімін «Қашықтықтан білім беру институтына» өзгерту туралы шешім қабылдады (Ректор бұйрығы № 45 от 29.01.2016). ЖАОК орталығының ережелері (14 наурыз 2016 ж.), сондай-ақ ЖАОК орталығының басшысының, жетекші маманының және бас маманының лауазымдық нұсқаулары (16 наурыз 2016 ж.) оқу ісі жөніндегі проректор Д.Ж. Ахмед-Закимен құрылды және бекітілді [1-3,9].

Онлайн оқыту технологиясының функциялары

Онлайн оқыту технологиясының функцияларын бөліп қарастырсақ:

• оқушыларға оқу материалдарына қолжетімділікті қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қоса көптеген анықтамалық ақпаратқа қосымша сүйемелдеп жүру формасында қол жеткізуге мүмкіндік береді;

• оқушыларға онлайн (желілік) оқытушылармен және өзара байланысуды қамтамасыз етеді;

• оқыту үрдісін басқару және бақылауды оқушы (оқушы оқу мәліметтерін дұрыс талқылай алғанына, білімін тәжірибеде қолданғанына көз жеткізу керек) тарапынан да және онлан оқытушы тарапынан да (оқушының біліміне, өтілген мәліметтердің жақсы меңгерілгеніне көз жеткізуі керек) жүзеге асыруға мүмкіндік береді;

• тиімді жаттықтырушыларды, визуализациялау құралдарын жасауға, ақпаратты максималды түрде түрлі әдіспен көрсетуге: мәтін, график, видео, дыбыстық сүйемелдеу, анимация түрінде көрсетуге мүмкіндік береді.

Білім беруде жаңа технологиялық платформаның кілттік элементтері болып:

1. Бұқаралық ашық онлайн курстары т.а. МООС (ағылшын тілінен «Massive Open On-line Courses»). Бұл курс бір уақытта әлемнің әр нүктесінен мыңдаған оқушылардың оқу үрдісін ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

2. Оқу үрдісін басқару жүйесі, т.а. LMS (ағылшын тілінен «Learning Management Systems»). Бұл элемент дербес білім беретін траекториялар құрады және барлық сан алуан жаңа білім беретін форматтардың білім беру нәтижесіне бағалау жүргізуге мүмкіндік береді.

3. Жаңа білім беретін контенттерді шығаратын «фабрикалардан» құралған, оқытушыларға, оқушыларға, студенттерге арналған мамандандырылған әлеуметтік желілерден және педагогикалық технологияны жақсартатын және оқу үрдісін талапқа сай және нақты оқушының қабілетіне сай «баптауға» мүмкіндік беретін көп масивті мәліметтерді талдау жүйесінен («Big Data») құралған жаңа білімді қолдайтын экожүйе.

4. Миллион адамға жаңа білім біру мүмкіндіктерге: компьютерлер, планшеттер, смартфондар, жаңарған білім беру ғимараттары және арнайы «co-learning» орталықтары, «физикалық» қолжетімділікті ашатын білімнің жаңа инфрақұрылымы табылады.

Онлайн оқыту курстарын жасағанда келесідей қадамдар жүзеге асырылуы керек:

– онлайн курстар құру процессін зерттеу;

– онлайн оқыту курстарын ақпараттық қолдау жүйесін зерттеу;

– онлайн курс бойынша ақпаратты орталықтандырылған деректер қорына автоматтандырылған түрде жинау және сақтау;

– ақпаратқа қолжетімділікті орталықтандырылған жүйе арқылы қамтамасыз ету.

Сандық төнкерістің біздің қалай оқитынымызға және оқытатынымызға тигізетін әсері артуда. Бар болғаны бірнеше жыл ішінде МООС бүкіл әлемнен миллиондаған оқушылар мен студенттер

аудиториясына ие болды, білім беру стартаптарына деген инвестиция көлемі 1,1 млрд. долларға дейін (2013) өсті, blended learning (аралас оқыту) жүйесіне көшу эксперименттік түрде басталды, жуық арадағы он жылдықта сандық технологиялар дәстүрлі оқыту жүйесін айтарлықтай өзгертетіні жайлы көптеген көрсеткіштер пайда болды. Жаңа технологияларды пайдалану дәстүрлі оқыту үрдістері мен тәжірибелерді «цифрлап» қана қоймай, сонымен қатар ұстанымды жаңа – басқаша оқытуды құруға мүмкіндік береді [4].

Онлайн курстарды құру процесі

1-саты. Жобаны жоспарлау.

1-кезең. Жобаны орындау мүмкіндігін бағалау (жүйелік сараптама, қажеттілік сараптамасы, сценарий мен опцияларды жасау, алдын ала басқару бағасы).

Кезең мақсаты: курсты электронды түрге түрлендіру стратегиясын анықтау.

Керекті ресурстар: адами, білімділік, ақпараттық.

Кезең нәтижесі: курсты электронды түрге түрлендіру стратегиясы анықталды. «Тапсырма қойылымы» құжаты құрылды. Санаттың жоғарылауы.

2-кезең. Сыртқы интерфейстің сипаттамасын құру (мақсаттық аудитория, тапсырма, жоғарғы деңгей мақсатын, құрылымын құру сапалық қалыпты анықтауды ескере отырып).

Кезең мақсаты: Электронды курстың сыртқы дизайн жобасын құру.

Керекті ресурстар: адами, білімділік, ақпараттық, бағдарламалық және қаражаттық.

Кезең нәтижесі: Электронды курстың сыртқы дизайн құрылымы құрылды.

3-кезең. Жобаның тәуекелдік сараптамасы және тәуелділіктерді басқару жоспары.

Кезең мақсаты: шығынды азайту мақсатында бар және потенциалды тәуелділіктерді басқару әдістерін жоспарлау.

Керекті ресурстар: адами, білімділік, ақпараттық.

Кезең нәтижесі: жауапты орталықтар құрылды, тәуелділік картасы жасалды.

2-саты. Функционалды құру.

4-кезең. Педагогикалық дизайн (тапсырмалар, студенттерге арналған тесттер, мазмұн, аудио-видео контенттердің ұзын-ырғасы, кейстер, суреттер жиыны, техникалық және визуализациялық стандарттарды анықтау).

Кезең мақсаты: курс мазмұнының құрылымын құру.

Керекті ресурстар: адами, білімділік, ақпараттық, бағдарламалық.

Кезең нәтижесі: курсты жасау үшін ақпарат жиналды, функционал құрылды.

5-кезең. Дизайнды егжей – тегжейлі пысықтау (оқытушының әрекеті мен операциялары, пәндер доспары, аудио-видеоконтент, курств басқару дизайны).

Кезең мақсаты: курс сценарийін толық пысықтау.

Керекті ресурстар: адами, білімділік, ақпараттық, бағдарламалық.

Кезең нәтижесі: электронды курстың ір бетіні жобасы жасалды, тапсырма қойылымы аяқталды, видео ақпараттар түсірілді, аудио жазбалар жазылды.

3-саты. Жобалау.

6-кезең. Электронды курсты құру (архитектурасын жобалау, аудио-видеоконтентті құру, оқу материалдары, бағдарламалар мен біріктірулер, өнімді альфа тестілеу).

Кезең мақсаты: монтаж, ақпараттарды өңдеу, интерактивті функционалды енгізу.

Керекті ресурстар: адами, ақпараттық және бағдарламалық.

Кезең нәтижесі: толық функционалды бағдарлама алынды, кателіктер табылып түзетілді.

7-кезең. Сапаны басқару: өнім сапаын сараптау, процесстер сапасын сараптау.

Кезең мақсаты: электронды курс сапалық деңгейін бағалау.

Керекті ресурстар: адами, ақпараттық және бағдарламалық.

Кезең нәтижесі: өнім қалыпты өнім және процес сапасына сай келтірілді.

4-саты. Оқыту.

8-кезең. Навигация, қолдану, бағалау.

Кезең мақсаты: өнімді бета тестілеу.

Керекті ресурстар: адами, ақпараттық және бағдарламалық.

Кезең нәтижесі: қашықтықтан оқыту және онлайн курстармен жұмыс жайлы әдістемелік нұсқаулар жасалды, оқыту курсы нәтижесі бойынша бақылау жасалды.

5-саты. Пайдалануға және тәжірибелік – өндірістік пайдалануға дайындау.

9-кезең. Инфрақұрылымды баптау және тәжірибелі пайдалану.

Кезең мақсаты: жәлектронды курсты пайдалануға енгізу.

Керекті ресурстар: адами, ақпараттық және техникалық.

Кезең нәтижесі: өнімді өткізу және есеп беру [6-8].

Жаппай ашық онлайн-курс (қысқаша *МООС*, *ағылшын тілінде Massive open online courses*) – электронды оқыту технологиясын және Ғаламтор арқылы ашық қолжетімділікті пайдаланатын жаппай интерактивті оқыту курсы, қашықтықтан оқытудың бір формасы. Оқыту курсының дәстүрлі мәліметтеріне, яғни видео, оқу және үй тапсырмасы сияқты мәліметтерге, қосымша ретінде жаппай ашық онлайн-курстар студенттер, оқытушылар мен ассистенттер қауымын құру және қолдауға көмектесетін қолданушылардың интерактивті форумдарын қолдануға мүмкіндік береді.

МООС-тың кілттік артықшылықтары үздіксіздік және білім беруді дараландыру, заманауи ғылыми ойларды түсінікті формада дәріптеу принципін жүзеге асырумен байланысты:

1) Жалпылық принципі курс тыңдармандарының санының шектеусіздігі және кең аудиторияға бағытталғандығы;

2) Ашықтық принципі кез келген курсты оқығысы келген адамға білімді тегін, қашықтықтан, қолайлы уақытта және ыңғайлы орында алу мүмкіндігі;

3) Курстардың мақсаттылық принципі, оқу мәліметтерінің үзіктері не бөліктері емес, сонымен қатар тәжірибелік, тексеру және байланысты құратын тапсырмалардың болуы;

4) Курсты жемісті аяқтаған жағдайда сертификат алу мүмкіндігі.

МООС арқылы оқыту процесінде айта кететін маңыздылық ол: барлық жобаларда оқу процесін сараптаудың үлкен зерттеу жұмысы жүргізіледі, ол өз кезегінде қолданылатын технологиялардың тиімділігі мен оқу сапасын бағалауға мүмкіндік береді, сонымен қатар МООС жобалардың негізгі мақсаттарында, ауқымды білім беру жүйесіне ену және бүкіл әлем студенттерімен жұмыс жасау; жоо брэндин және рейтингін тану; МООС-ты тиімді маркетингті құрал ретінде дарынды студенттерді тартуда қолдану; білім беру бағдарламалардың сапасын кең аудиториялы кері байланыс көмегімен арттыру және мүмкіндігі шектеулі адамдарды біліммен қамтудың қол жетімділігі саласында жоғарғы нәтижеге қол жеткізу.

Біріншіден, МООС жобаларының бірнеше: құру, режисерлік, бейнеөндіріс, жариялау, жарнамалық компания, курстарды техникалық және әдістемелік сүйемелдеу сияқты кезеңдерді қамтитын күрделілігін түсіну.

Екіншіден, кадрлық қамтамасыз ету. МООС-ты құру және жүзеге асыру үшін оқытушылардан, практиктер, телевизия мамандары, интернет арқылы ілгері жылжыту шеберлері арнайыландырылған МООС-аймақ жұмысшыларынан топ құрылады.

Үшіншіден, МООС жобаларын техникалық және технологиялық қамтамасыздандыру – заманауи телевизиялық студия немесе өздігінен жазу студиясы, жоғары жылдамдықты интернет, бағдарламалық қамтама.

Және соңғысы қаржылық реурстар. Бір МООС-ты жасап шығару Ресейде шамамен 0,8–1 млн. рубль, АҚШ-та 15–30 мың доллар. Мұндай шығындарға тек өте үлкен университеттердің не МООС-ты тегін курсты ұсынғанда сертификаттарды сату, МООС қатысушыларының мәліметтерін жарнама берушілерге не потенциалды жұмыс берушілерге сату, мерзімдік уақытқа тіркелуді сату, қосымша қызметтерді сату, жүктелген контентке сараптаманы сату, курс жиынынан курсты не бағдарламаны сату арқылы ақшалы етудің қажеттілігін өзекті ететін инвестициялық жобалардың ғана шамасы жетеді.

Онлайн курс бойынша оқу нәтижесін есепке алу (зачет) бағытындағы қозғалыс АҚШ-та бақыланады. Мұнда 2013 жылы Американдық білім беретін кеңес университет мамандарымен жасалған және АҚШ колледждерінде есептелетін 5 курсты мақұлдады. Курс аяқталғаннан кейін акредитацияланған емтихандық қызметте фидеоконференция режимінде онлайн-емтихан жүргізіледі. Еврокомиссия виртуалды мобильділікті және ашық білім беретін ресурстармен оқуды, онлайн оқуды шынайы оқумен теңестіретін оқыту паспортның көмегімен МООС бойынша аттестациялау нәтижесін формалды оқу бағдарламасына, сонымен қоса университеттік, есепке алу жайлы VMPass жобасын қолдауға шешім қабылдады. Жоба онлайн білімді дәстүрлімен теңестіріп, дипломдарының құндылығын теңестіруді ұсынады.

Ресейдің білім және ғылым министрлігі де жетекші университеттерде өткен онлайн курстарды есепке алу сұрағын қарастыруда. Ол өз кезегінде білім алушылардың дербес қажеттіліктеріне байланысты оқу бағдарламасының түрлілігін күшейтуге мүмкіндік береді.

Сонымен, жұмыс берушілерге МООС-та алған білімді мойындату әзірге куәлік не университет сертификатын ұсынған кезде ғана мүмкін болып отыр. Бұл жағдай МООС-тың дәстүрлі білім беру жүйесімен бәсекелестігіне мүмкіндік беріп отыр.

Ашық онлайн курстарды ашудағы мақсат – әлемнің түрлі елдерінде тұратын оқушыларды және оқытушыларды біріктіру [5].

Ақпараттық жүйелерді (АЖ) қолдау

Ақпараттық жүйелерді (АЖ) қолдау (сопровождение) екі үлкен әрі түрлі жоспарлы тапсырмадан тұрады.

Бірінші тапсырма – ақпараттық жүйені пайдалану. Бұл тапсырманы шешу анықталған бағдарламалық-аппараттық ортада және БҚ баптауын жасаушының құжаттамасына сай, қосымшаның максималды сенімділік пен өнімділікті қамтамасыз ететініндей етіп, бағдарламалық қамтаманы (БҚ) орнатудан басталады. Ары қарай қолдау қызметінің инженерлерімен ақпараттық жүйенің қызметі берілген қолжетімділік параметрлерімен және бағдарламалық-аппараттық орта, іргелі БҚ-мен қамтамасыз етіледі.

Екінші тапсырма – ақпараттық жүйеге өзгерістер енгізу. Өзгерістер таралатын БҚ –ның бастапқы баптау не тапсырыс берілген БҚ –ны толықтыру жұмыстарын қамтуы мүмкін. Және бастапқы баптау, қалыптасқан жағдай бойынша бизнес-процесс бойынша кеңесшілердің қатысуын талап етеді, сонымен қатар керекті қабілетке ие бағдарламалаушыларды қатысуын талап етеді. Алайда көп жағдайда ақпараттық жүйені алып жүруге байланысты келісімде бірінші де екінші де тапсырма енгізіледі. Және бұл орайда келісім бір орындаушымен – БҚ жасаушымен немесе ақпараттық жүйені енгізуші компаниямен жасалады. Тапсырмаларды бұлай етіп біріктірудің кемшілігі де бар, ол: жасаушы не енгізуші ұйым, шектеулі уақыт ішінде БҚ-ға өзгеріс енгізу тапсырмасын шешу барысында қатесі бар, тестілеуі аяқталмаған БҚ-ның нұсқасын пайдалануға шығаруы мүмкін.

Бұл жағдайда тапсырыс беруші толықтырылған не өзгеріс енгізілген БҚ нұсқасы жақсы деңгейде жұмыс жасамай және қызметкерлердің өз жұмысын жасай алмайтындай жағдайға тап болуы мүмкін.

Одан ары қарай, көп жағдайда толықтырылған БҚ –ны керекті жақ жағдайды түзетуге талпынып сол күйінде түзетуді, бұрынғы қалпына келтірудің орнына жалғастыра береді. Бұл өз кезегінде одан әрі шиеленіскен жағдайға, бизнестің тоқтауына және шығынға алып келеді.

Ақпараттық қолдау жүйесі (АҚЖ, орысша СИП, *Information support system*) – ақпараттық – коммуникациялық, ақпараттық – аналитикалық тапсырмаларды шешуге және негіздеуші (ЛОР), шешім қабылдаушы (ЛПР) және шешімді жүзеге асырушы (ЛИР) тұлғаларды интеллектуалды қамту тапсырмаларын шешуге арналған автоматтандырылған басқару объектілерінің шешімін қабылдауды қолдаудың автоматтандырылған жүйесінің классы.

Заманауи АҚЖ бірнеше ішкі жүйелерден тұрады:

- басқару объектісінің күйі және ортасы жайлы ақпаратты сақтау, тарату, жинау және табу;
- жағдайды құрастыру және визуализациялау (көрсету және бақылау, мониторинг);
- жағдайды дамуын болжайтын ішкі жүйелер;
- мәліметтердің когнитивті сараптамасы және басқару шешімдерінің жобасын дайындау;
- қабылданған шешімнің балама нұсқаларының сапасын бағалау, олардың бісекеге қабілеттілігін және жақсы дамуын бағалау;
- қабылданған шешімдерді тіркеу ішкі жүйесі [3].

Қорытынды

Қазіргі таңда, білім саласында онлайн курстар қарқынды дамуда. Алайда ол курстардың адам өміріндегі рөлі мен пайдасының қарастырылғаны жөн. Сондықтан да онлайн курстарды талдай отырып бағалау негізгі мәселе болып табылады. Ақпараттық қолдау жүйесін құру онлайн оқу курстарының және заманауи оқыту жүйесінің өнімді жұмыс жасауына ықпал етеді. Мұндай онлайн курсты ақпараттық жасақтау оң нәтиже береді. Жасалған зерттеу нәтижелерін қорыта келе, ЖАОК жоғары дәрежеде дамыту үшін курстың үнемі жоғар деңгейдегі ақпараттық қолдауды қажет ететінлігі шығады. Қазіргі таңда онлайн курстардың кең қолданысқа ие болғандығынан бұл жүйенің практикалық маңызын көруге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Лисицына Л.С., Першин А.А. «Из опыта разработки и практического использования MOOCS-курсов», Першин А.А. Интерактивные онлайн курсы по HTML и CSS «HTML Academy»,
- [2] Можаяева Г.В. MOOK – новые возможности для развития дополнительного профессионального образования // Лучшие практики электронного обучения: материалы I методической конференции. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2015.
- [3] Бабанская О.М., Можаяева Г.В. MOOK как ресурс дополнительного образования // Международная научно- практическая конференция ИТОН – 2014. IV-й международный семинар и международная школа «Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системах компьютерной математики». //Материалы конференции и труды семинара. Под общей редакцией заслуженного деятеля науки РТ, доктора физ.- мат. наук, проф. Ю.Г. Игнатъева, Казань: Изд-во ООО «Фолиант», 2014 г.
- [4] Методические рекомендации по разработке открытых онлайн курсов в формате MOOK. Томск, 2015. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ido.tsu.ru/competitions/h_teachers/files/mook15/metod1.pdf
- [5] Курсы MOOK Томского государственного университета. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.lektorium.tv/mooc>
- [6] Moore M.G. Independent Learning, MOOCs, and the Open Badges Infrastructure // American Journal of Distance Education. – 2013. – Vol. 27, Issue 2. – P. 75–76 [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08923647.2013.786935#.VFodSvmsV4w>.
- [7] Marc Clar, Elena Barber. Learning online: massive open online courses (MOOCs), connectivism, and cultural psychology // Distance Education. – 2013. – Vol. 34, No. 1. – P. 129–136 [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://dx.doi.org/10.1080/01587919.2013.770428>.
- [8] Vera Bal, Galina Mozhaeva. Modern tendencies in education development: experience of National Research Tomsk State University in MOOC creation // Triple Helix XII International Conference «The Triple Helix and InnovationBased Economic Growth: New Frontiers and Solutions», Tomsk, Russia, September 11–13, 2014. Proceedings. – Tomsk: Publishing Office of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2014.
- [9] <http://open.kaznu.kz>

Айтказина А.А., Бейсенбекова Г.Ж., Салимханова А.С.

Система информационного сопровождения подготовки онлайн курсов

Резюме. Рассматриваются функции, этапы и технологии реализаций онлайн курсов обучения, а так же приведен анализ MAOK относительно эффективности и уровень информационной обеспеченности. Создание системы информационного сопровождения для подготовительных онлайн курсов влияет на эффективность работы системы современного обучения. Информационное обеспечение таких курсов дает положительный результат. Повысить эффективность онлайн-курса обучения при поддержке информационной поддержки: изучить процесс создания онлайн-курсов; изучение системы информационной поддержки онлайн-курсов; автоматизированный сбор и хранение информации о курсах онлайн в централизованной базе данных; предоставление доступа к информации через централизованную систему.

Ключевые слова: общедоступные онлайн-курсы, открытые онлайн-курсы, поддержка информационных систем, подсистемы.

Aitkazina AA, Beisenbekova G.Zh., Salimkhanova A.S.

Information support system for online courses

Summary. This article examines the functions, stages and technologies of implementing online training courses, as well as an analysis of the IACA on the effectiveness and level of information security. The creation of an information support system for preparatory online courses influences the effectiveness of the modern education system. Information support of such courses gives a positive result. At present, one can see the practical importance of this system because of the wide use of online courses. Increase the effectiveness of online training with the support of information support: to study the process of creating online courses; studying the system of information support of online training courses; automated collection and storage of information about courses online in a centralized database; providing access to information through a centralized system.

Keywords: public online courses, open online courses, support of information systems, subsystems.

УДК 004.4.519

А.Т. Сайтов, М.Т. Азимханова

(Казахский Национальный университет имени аль – Фараби, Республика Казахстан
saytov.azyz@mail.ru)

**СПОСОБЫ ЗАПУСКА СОБСТВЕННОГО ГЕОПОРТАЛА И НАСТРОЙКА ESRI
GEOPORTAL SERVER**

Аннотация. Приведен процесс создания geoportall Esri Server с использованием веб-сервлета с открытым исходным кодом и базы данных. Для целей тестирования, была использована простая аутентификация, а не аутентификация LDAP. Полная функциональность пользовательских ролей в Esri Geoportall. Для сервера требуется сервер каталогов, поддерживающий LDAP. Если существующие сервер каталоги не доступны, то есть несколько сервер каталогов с открытым исходным кодом которые вы можете их использовать.

Ключевые слова: geoportall, Esri Geoportall Server, ArcGIS, Portal

• Физико-математические науки

Geoportal – это веб-сайт, на котором можно найти геопространственные ресурсы. Geoportal способствует передаче геопространственной информации от поставщиков, которые ей владеют или распоряжаются, к потребителям, которые в ней нуждаются. Поставщики геопространственных ресурсов публикуют на geoportal метаданные, то есть не сами данные, а только описание наборов данных, веб-служб и документов. Потребитель может просматривать содержимое geoportal или осуществлять на них поиск, чтобы обнаружить относящиеся к его теме геопространственные ресурсы и оценить, насколько они ему подходят. Затем он может скачать онлайн-данные, подключиться и использовать веб-службы или обратиться к поставщику, с просьбой предоставить данные или документы, если поставщик ограничил к ним доступ по сети интернет.



Поскольку geoportal способствует сотрудничеству владельцев и пользователей геоинформационных ресурсов, то они стали важной частью Инфраструктуры пространственных данных (ИПД). В качестве посредника между поставщиками и потребителями геоданных, geoportal являются важным и очень заметным компонентом ИПД, который оказывается своего рода "лицом" инфраструктуры.

Есть 3 способа создание geoportal:

1. Запуск ArcGIS Online (облачный)
2. Esri Geoportal Server (open source)
3. Portal for ArcGIS (кооперативный)

Таблица 1. Преимущество способов.

ArcGIS Online (cloud)	Esri Geoportal Server	Portal for ArcGIS
Не требует установки программного обеспечения	Бесплатный	ArcGIS Server Advanced
Можно создавать георесурсы и интерактивные карты	Открытый код для доработок	Интеграция с ArcGIS Server
Пространственный анализ на лету	Требуется установка СУБД и веб-сервера	Полностью на ваших серверах
Обмен картами и гео-ресурсами	Хранит только описания	Другие современные возможности

Настройка Esri Geoportal Server.

В этом разделе предприняты шаги по внедрению геопортала в интрасети и использует базовое программное обеспечение, которое также является открытым исходным кодом. Этот геопортал будет доступным только на вашей локальной машине или в вашей организационной сети. Эта реализация использует базу данных PostgreSQL и сервлет Apache Tomcat.

Нужны следующие параметры компьютера:

- Windows XP / Vista / 7 / 8 / 10
- Права администратора
- Подключение к Интернету для загрузки необходимого программного обеспечения
- PDF-файлы, загруженные с сайта esri.com/arcuser, содержащие ссылки на местоположения программного обеспечения и информация о конфигурации

Этапы настройки Esri Geoportal Server

1. Загрузите программы и файлы.
2. Выполните предварительную подготовку компьютера.
3. Устанавливаем базу данных PostgreSQL.
4. Устанавливаем Java Developer Kit и среду выполнения.
5. Устанавливаем Apache Tomcat.
6. Устанавливаем сервер Esri Geoportal.
7. Настраиваем пользователя и схему для геопортала в PostgreSQL.
8. Развертываем приложение геопортала.
9. Изменяем файл gpt.xml.
10. Модифицируем файл .Jar для подключения к базе данных Java (JDBC).
11. Входим в геопортал.
12. Регистрируем ArcGIS Server с геопорталом

1. Загрузка программы и файлы

Как минимум, сервер Esri Geoportal требует Java Development Kit и среда выполнения, реляционная база данных системы управления (РСУБД) и контейнера сервлетов. Несмотря на то, что сервер Esri Geoportal поддерживает несколько различных вариантов для РСУБД и веб-сервером, я использовал СУБД PostgreSQL и сервлет Apache Tomcat, так как они в свободном доступе.

Таблица 2.

Программа	Функция	Версия
EsriGeoportalServer	Программное обеспечение для геопортала	1.1 и выше
PostgreSQL	РСУБД	8.4.7 и выше
ApacheTomcat	WebServlet	6.0.32 и выше
Java Development Kit with Runtime Environment	Javacontroller	SE 6 обновление 24 JDK
Конфигурация JDBC файл	Подключает Tomcat к Postgres	Postgresql-8.4.701-jdbc4.jar

2. Предварительная настройка компьютера

Перед установкой сервера Esri Geoportal и его компонентов. Нужно создать несколько папок и узнать некоторые основные сведения о компьютере.

Диск C: \ используется для простоты; любой диск на главном компьютере может быть использован для установки программного обеспечения для сервера геопортала - просто убедитесь, что настроили любой путь заявления надлежащим образом.

Созданы следующие новые папки в компьютере:

- C:\geoportall
- C:\lucene
- C:\lucene\assertion

Geoportal не будет доступен в интернете, для этого необходимо знать IP-адрес вашего компьютера. Самый простой способ найти эту информацию, набрав ipconfig в командной строке.

1. Нужно открыть командную строку.
2. Ввести ipconfig.
3. Записать IP-адрес.

3. Установка PostgreSQL 8.4.7

В СУБД PostgreSQL будет храниться пользователь geoportal, ресурс метаданных и сбора информации о планировании geoportal.

1. Нужно запустит установщик Windows для PostgreSQL версии 8.4.7. Принимаем все по умолчанию.
2. Когда попросят создать пароль для пользователя postgres, нужно ввести Postgres.
3. Нужно убедиться, что номер порта PostgreSQL равен 5432.

Настройка базы данных PostgreSQL

Необходимо оптимизировать доступ компьютера к PostgreSQL базы данных, чтобы упростить установку и эксплуатацию geoportal.

1. Для этого перейти в папку C: \ ProgramFiles \ PostgreSQL \ 8.4 \ data.
2. Открыть pg_hba.conf в блокноте. Найти 70 строку. Эта строка находится ниже той, которая начинается с # IPv4 и изменить md5 на trust.
3. В конце файла добавьте следующие две строки, заменив IP-адрес (который вы записали ранее) для <IP-адрес>: # My computer's connection:
host all all <IP-адрес>/32 trust
4. Сохранить и закрыть файл.

Эти изменения открывают базу данных Postgres для соединений только с компьютером. Они не открывают базу данных для внешних компьютеров. Изменение строки 70 упрощает подключение через localhost, а новые линии позволяют компьютеру подключаться к через TCP / IP-соединение. Команды базы данных, которые будут настраивать базу данных Postgres для правильной работы geoportal, необходимо обновить параметры компьютера.

1. Нужно щелкнуть правой кнопкой мыши "Мой компьютер" и выбрать «Свойства».
2. На вкладке «Дополнительно» выбрать «Параметры».
3. В разделе «Системные параметры» нового окна выберите RATH и нажмите «Изменить».
4. Перейти в конец текста в поле «Значение переменной».
5. Не нужно удалять и перезаписывать существующий текст! Добавить

4. Установка Java Development Kit with Runtime Environment

Запустить программу установки и принять все значения по умолчанию.

5. Установка Apache Tomcat 6

ApacheTomcat 6 - это программное обеспечение веб-сервлетов, которое управляет веб-приложениями. Понадобится программное обеспечение веб-сервлетов для развертывания geoportal веб приложение. Запустить установщик и принять все значения по умолчанию. Подтвердить этот номер порта Tomcat - 8080. Не вводить пользователя администратора имя или пароль.

Настройка службы Apache Tomcat 6

1. Щелкните правой кнопкой мыши Мой компьютер и выберите «Управление».
2. Разверните Службы и приложения и выберите Службы.
3. Найдите ApacheTomcat 6 в списке «Службы» и убедитесь, что Состояние службы запущено. (Если нет, щелкните его правой кнопкой мыши и выберите «Пуск»).
4. Щелкните правой кнопкой мыши службы и выберите «Свойства».
5. Измените тип запуска на «Автоматически».
6. Нажмите ОК, чтобы сохранить изменения и закрыть.
7. Проверьте установку, открыв веб-браузер и перейдя по адресу http: // локальный: 8080. Должна появиться страница Tomcat по умолчанию.

6. Установка сервера Esri Geoportal

Нужно извлечь содержимое geoportall-0.1.zip, файла geoportall ZIP, в папка C: \ geoportall

7. Настройка пользователя и схему geoportall в PostgreSQL

1. Откройте командную строку Windows.

2. Введите cdC: \ geometortall \ DatabaseScripts \ PostgreSQL дляперейдите в этот каталог. (Подсказка: если папка geoportall нена C: \, введите cd / d <другую букву диска>: \, чтобы перейти отпо умолчанию C: \ prompt.) Введите dir, чтобы увидеть содержимое этого каталога.

3. Введите grants _ pg, чтобы просмотреть инструкции по использованию для этого скрипта. Это нужно для введения параметров в соответствии с этими инструкциями по использованию в следующие шаги.

4. Введение следующие параметры и нажмите Enter. Будет предложено создать пароль для пользователя Geoportall. Использовать пароль для geoportall.

```
grants _ pg localhost 5432 postgres geoportall postgres geoportall
```

5. Дальше надо ввести новый пароль (geoportall). И снова подтвердить пароль (geoportall).

По завершении он будет генерировать текстовый файл, grants_pg.txt и вызовите текстовый редактор, чтобы отобразить этот файл, показывая результаты сценария. Заполнение geoportall схемы в PostgreSQL

В предыдущем разделе создана geoportall схема в Postgre SQL базы данных. В этом разделе будет отображаться эта схема с таблицами geoportall, которая должна функционировать.

1. В командной строке введите create _ schema _ pg, чтобы увидеть инструкции по использованию для этого скрипта. Эти параметры в соответствии к этим инструкциям по использованию на следующем шаге.

2. Ввести следующие параметры:

```
create _ schema _ pg localhost 5432 postgres geoportall
```

По завершении сценария он будет сгенерировать текстовый файл, geoportall_schema.txt и нужно вызвать текстовый редактор для того, чтобы отобразить результаты сценария.

Проверить правильность составления geoportall таблиц

1. Откройте системный администратор Postgres.

2. Нажмите Пуск> Все программы>PostgreSQL 8.4>pgAdmin III.

3. Дважды щелкните PostgreSQL 8.4 (localhost: 5432).

4. Введите postgres, пароль для пользователя postgres.

5. В дереве таблицы перейдите в раздел Базы данных>postgres> Схемы>geoportall> Таблицы.

6. Убедитесь, что таблицы содержат следующие семь таблиц:

```
gpt _ harvesting _ history
```

```
gpt _ harvesting _ jobs _ completed
```

```
gpt _ harvesting _ jobs _ pending
```

```
gpt _ resource gpt _ resource _ data
```

```
gpt _ search
```

```
gpt _ user
```

8. Развертывание веб-приложение geoportall

Скачайте geoportall.war из c:\geoportall\WebApplications\Geoportallvc:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 6.0\webapps

ApacheTomcat должен автоматически создать новую папку в папке webapps, так называемая geoportall. Это сайт geoportall. Если папка не создана, откройте окно «Службы» («Мой компьютер» > Управление) и перезапустите службу Apache Tomcat 6. Откройте веб-сайт браузера и перейдите по адресу http: // localhost: 8080 / geoportall. Geoportall по умолчанию должна появиться главная страница.

9. Настройка файла gpt.xml

1. В проводнике Windows перейдите к папке C: \ Program Files \ Apache Software Foundation \ Tomcat 6.0 \ webapps \ geometortall \ WEB-INF \ GPT \ Config.

2. Откройте gpt.xml в Блокноте.

3. Внесите нужные изменения в файлы gpt.xml файл.

4. Сохранить и закрыть gpt.xml

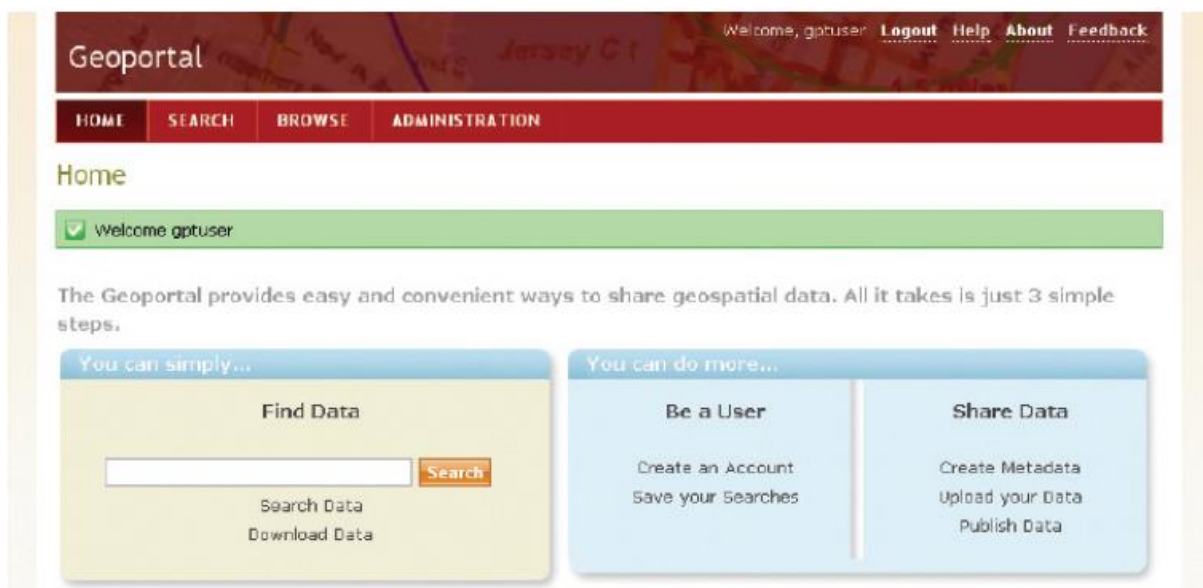


Рис. 1

10. Изменение подключение к базе данных Java(JDBC) .jarFile

1. Скопируйте файл postgresql-8.4-701.jdbc4.jar в папку C: \ Program Files \ Apache Software Foundation \ Tomcat 6.0 \ lib.
2. Скопируйте файл geortal.xml из C:\Geoportal\Other\JNDI Configuration для C:\Program Files\Apache Software Foundation\ Tomcat 6.0\conf\Catalina\localhost.
3. Откройте файл geortal.xml с помощью блокнота и внесите нужные изменения.
4. Сохраните и закройте файл geometart.xml.
5. Перезапустите службу Apache Tomcat 6.

11. Вход в geoportal

Теперь ваш geoportal запущен.

Откройте веб-браузер и перейдите по адресу <http://localhost:8080/geoportal> для доступа к пользовательскому интерфейсу geoportal. Вы можете войти в geoportal с именем пользователя gptuser и паролем gptuser. Вход успешен, если зеленый баннер выводит «Добро пожаловать, gptuser» и административная вкладка.

12. Регистрация ArcGIS Server с geoportal

Чтобы зарегистрировать ArcGIS Server и связанные с ним службы с помощью geoportal, используйте следующую процедуру. Сервер ArcGIS может быть ваш собственный или тот, который является общедоступным.

1. Войдите в geoportal. Нажмите Администрирование. Нажмите «Добавить», убедитесь, что выбран ресурс реестра в сети и нажмите «Приступить».
2. Выберите тип протокола ArcGIS.
3. В URL-адрес REST введите <http://services.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/>. В URL-адрес SOAP введите <http://services.arcgisonline.com/ArcGIS/services/>
5. В заголовке введите Services from ArcGIS Online. Нажмите «Проверить». Проверьте соединение. Должен появиться зеленый баннер с «Connection successfully verified».
6. Прокрутите вниз, сохранив все остальные значения по умолчанию и нажмите «Сохранить». Зеленый баннер с успешно сохраненными данными ресурсов.
7. Нажмите «Управление» в верхней части вкладки «Администрирование». Сервисы из ArcGIS Online должны быть перечислены. Обратите внимание, что пятая иконка (Synchronize content) была выделена серым цветом.
8. Установите флажок слева от записи. Над списком выбранных записей выберите «Установить как одобренный» и нажмите «Выполнить»

9. Пятая иконка (Synchronize content) теперь должна быть в цветная; щелчок это значок. Диалоговое окно «Страница на локальном компьютере 8080» говорит ... открывается. Нажмите «ОК». Зеленый баннер, указывающий один ресурс был квалифицирован для синхронизации. Подождите несколько минут, когда geoportall синхронизирует службы с зарегистрированными ArcGIS Server.

10. Через несколько секунд щелкните последний значок (показать документы, полученные из этого хранилища). Возвращенные документы - это метаданные записи, созданные для служб, размещенных на зарегистрированном ArcGIS Server и теперь можно обнаружить через ваш geoportall.

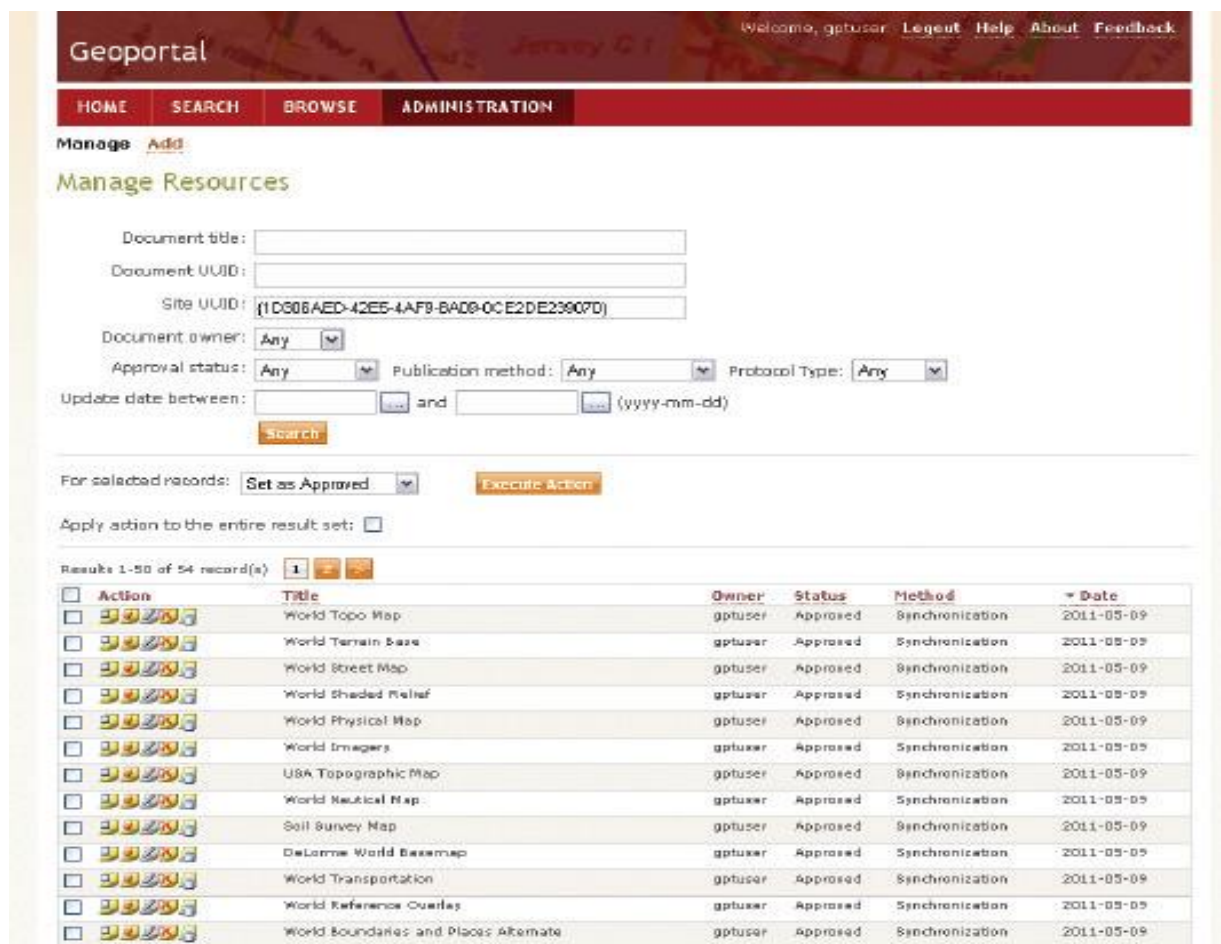


Рис. 2. Так будет выглядеть начальный вид geoportall

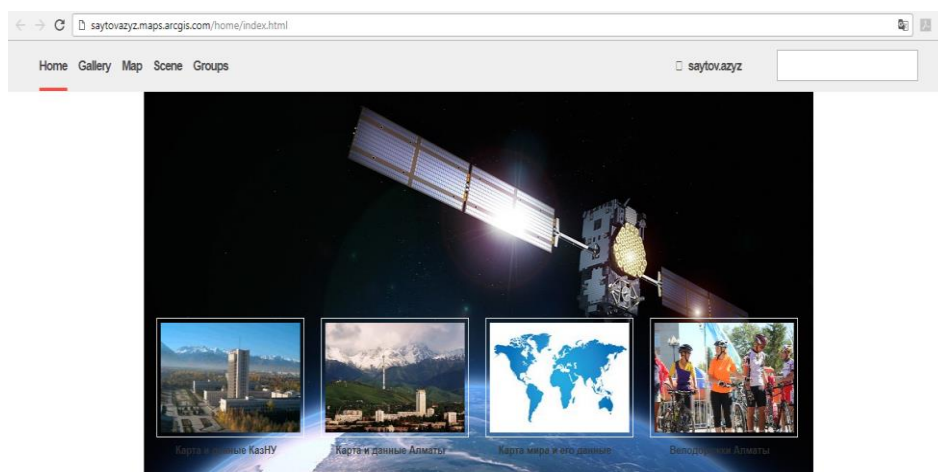


Рис.3. Созданный geoportall

Выводы. В этой статье проходит процесс создания geoportal Esri Server с использованием веб-сервлета с открытым исходным кодом и базы данных. Для целей тестирования, была использована простая аутентификация, а не аутентификация LDAP. Полная функциональность пользовательских ролей в Esri Geoportal. Для сервера требуется сервер каталогов, поддерживающий LDAP. Если существующие сервер каталоги недоступны, то есть несколько сервер каталогов с открытым исходным кодом которые вы можете их использовать.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Akos, D. M., Stockmaster, M., Tsui, J. B. Y. & Caschera, J. (1999). Direct bandpass sampling of multiple distinct RF signals. IEEE Transactions on Communications, 47(7):983-988.
- [2] Balanis, Constantine A. (1996). Antenna Theory: Analysis and Design. John Wiley & Sons, Inc., 2nd edition. New York, NY.
- [3] Best, Roland E. (2003). Phase-Locked Loops: Design, Simulation, and Applications. McGraw- Hill. 5,h edition. New York, NY.
- [4] Gromov, K., Akos, D., Pullen, S., Enge, P. & Parkinson, B. (2000). GIDL: Generalized interference detection and localization system. In 13th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, pages 447-157, Salt Lake City, UT.
- [5] Oppenheim, A. & Schafer, R. (1999). Discrete-Time Signal Processing. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Сайтов А.Т., Әзимханова М.Т.

Geoportal құрудың әдістері және Esri Geoportal server-н баптау

Түйіндеме. Бұл статьяда ашық шығу коды және ақпараттық базасы бар веб – жүйесін қолдану арқылы Esri Server geoportal құру процесі көрсетілген. Тестілеу мақсатында LDAP аутентификациясы емес, қарапайым аутентификация қолданылды. Қолданушылық рольдердің толық қызметі Esri Geoportal – да көрсетілген. Сервер үшін LDAP көтере алатын сервер каталогы керек. Егер қолданыстағы сервер каталогы қол жетімсіз болса, онда сіз қолдана алатын бірнеше ашық шығу коды бар сервер каталогтары болады.

Түйін сөздер: geoportal, Esri Geoportal Server, ArcGIS, Portal

Saitov A.T., Azimkhanova M.T.

The ways of launching own geoportal and settings of Esri Geoportal server

Summary. This article describes the process of creating a geoportal Esri Server using an open-source web server and a database. For testing purposes, simple authentication was used, not LDAP authentication. Full functionality of user roles in Esri Geoportal. The server requires a directory server that supports LDAP.

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.1.013;620.93

Б.Т. Төрешқызы, Г.Р. Бергенжанова, Р.А. Беркутбаева, А.А. Куандыкова, Ш.Ж. Шалбулов
(Алматинский Университет энергетики и связи, Астана, Республика Казахстан, НИИШ
syngyscina500@gmail.ru)

ГОРЕНИЕ ТОПОЧНОГО МАЗУТА НА ТЭЦ

Аннотация. Целью статьи является анализ изучения катализаторов горения, предназначенных улучшить сгорание мазута с целью снижения механического недожога и выбросов сажи в окружающую среду. Поскольку в присутствии катализатора для хорошего горения требуется меньший избыток воздуха, меньше теряется тепла с уходящими газами, следовательно, увеличивается тепловой КПД установки. Принцип действия заключается в окислении саржевых частиц активным компонентом присадки или продуктами ее превращений в зоне горения.

Ключевые слова: горение, катализатор, продукт, действие, газ, тепло, кпд.

Методика проведения эксперимента. Следует отметить, что при сжигании мазута с присадкой в количестве 0,2 масс. % в калориметрической бомбе теплота сгорания увеличивается за счет сгорания саржистых частиц, чему способствуют гидроксил ионы, концентрацию которых повышают щелочноземельные компоненты присадки. Гидроксил ионы сорбируются на поверхности горящих частиц и являются сильными окислителями в реакции горения. Соединения переходных металлов (например, железа) служат переносчиками кислорода с первых стадий горения, характеризующихся его избытком, на последние стадии, где окислителя не хватает. Таким образом, присадки с содержанием соединений металлов инициируют горение топлива, особенно на последних стадиях горения, характеризующихся недостатком кислорода.

Таблица 1. Теплота сгорания топочного мазута марки М100

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % масс.						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Теплота сгорания низшая рабочая, кДж/кг	39475	39567	39259	38984	38876	38133	38644

- по ГОСТ 10585-99 калорийность мазута марки М100 должна быть не менее 39900 кДж/кг.

Результаты и их обсуждение. Учитывая, что допустимое расхождение по ГОСТ между параллельными опытами составляет 130 кДж/кг (31 ккал/кг), можно сделать вывод, что калорийность мазута не изменяется при добавлении в него присадки в количестве не более 0,5% масс. Следовательно, предельно-допустимая концентрация присадки в мазуте – 0,5 % масс.

Кроме того, при сжигании топочного мазута в калориметрической бомбе было установлено, что происходит снижение содержания серы на 0,5% (табл. 2).

Таблица 2. Содержание серы в продуктах сгорания

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Содержание серы, %	2,91	2,74	2,51	2,51	2,48	2,45	2,37

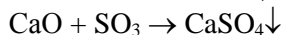
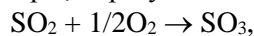
• Химико-металлургические науки

Механизм действия присадки на оксиды серы, образующиеся при сжигании топочного мазута, можно представить следующими химическими реакциями:

Разложение карбоната кальция CaCO_3 при $t \geq 900$ °С:



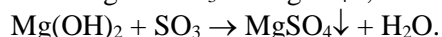
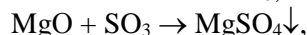
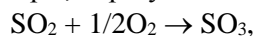
Связывание оксидов серы, образующихся при горении мазута:



Разложение карбоната магния MgCO_3 при $t \geq 540$ °С:



Связывание оксидов серы, образующихся при горении мазута:



По аналогичному механизму соединения присадки могут нейтрализовать сероводород H_2S . Кроме того, согласно [256], непосредственно в факеле можно обнаружить кроме SO_2 двухатомную серу S_2 , сероводород H_2S и свободные радикалы SO , S , SH . При высоких температурах относительное содержание свободных радикалов SH , SO и S может достигать 30% общего содержания серы. Свободные сернистые радикалы на определенном этапе превращений, по-видимому, также могут вступать в химические реакции с компонентами присадки. Не исключено, что возможен и процесс адсорбции сернистых соединений на оксидах магния и кальция, а также на частицах золы.

Проведенный элементный анализ состава золы (табл. 2), полученной при сжигании мазута с присадкой, доказывает возможность протекания описанных выше процессов.

Таблица 3. Элементный состав золы мазута с присадкой

Содержание компонентов, %					
Mg	S	Ca	Fe	Na	Al
8,74	3,31	14,38	20,05	8,25	9,68
8,76	3,96	14,65	20,42	8,41	9,86

Таким образом, предложенная многофункциональная присадки к мазуту виде обезвоженного карбонатного шлама водоподготовки позволяет химически связывать серу, содержащуюся в топливе, в процессе его сгорания, тем самым уменьшая низкотемпературную (серноокислотную) коррозию поверхностей нагрева и выбросы оксидов серы в атмосферу, которые вызывают раздражение органов дыхания и образование кислотных дождей.

Следует также отметить, что при добавлении к топочному мазуту присадки минерального характера увеличивается его зольность (табл. 2).

Таблица 4. Зольность мазута на ТЭЦ

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Зольность мазута, % *	0,127	0,377	1,144	1,74	2,21	2,73	3,25

Однако зола представляет собой порошкообразные рыхлые отложения и может легко удаляться с поверхностей нагрева под небольшим механическим воздействием (при увеличении скорости газового потока, вибрации и т.д.) или осыпаться под действием своего веса. При определении зольности мазута по ГОСТ 1461-75 было установлено, что зольный остаток, полученный при сжигании мазута марки М100 с присадкой, является порошкообразным и более рыхлым по сравнению с золой, полученной при сжигании мазута марки М100, необработанного присадкой (рис.1).

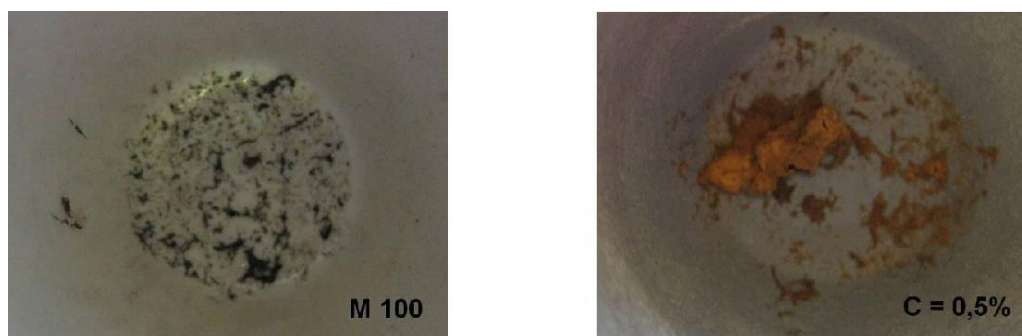


Рис. 1. Пример воздействия присадки на структуру золы топочного мазута марки М100

Таким образом, с учетом того, что зольность мазута должна оставаться минимальной (а также экспериментальных данных по содержанию серы и теплоте сгорания), предельно-допустимая концентрация присадки в мазуте должна быть не более 0,5% (масс.). Кроме того, образование рыхлых и сыпучих отложений золы позволяет выполнять очистку поверхностей нагрева обычными методами .

Влияние присадки на эксплуатационные свойства топочного мазута

Также важным является влияние присадки на другие эксплуатационные свойства топочного мазута, такие как содержание механических примесей, воды, наличие водорастворимых кислот и щелочей, кислотное число, коррозионная активность.

Механические примеси в мазуте представляют собой в основном инертные включения, в том числе и частицы твердых присадок. Присутствие механических примесей в мазуте может оказать влияние на работу топочно-горелочных устройств, особенно распыливающих элементов форсунок. Для снижения содержания механических примесей в мазуте на электростанциях организуют фильтрационную его очистку.

Допустимое содержание механических примесей должно быть не более 0,5%, следовательно, предельно-допустимая концентрация присадки в мазуте 0,5% (масс.) по данному показателю вполне допустима .

Таблица 5. Содержание механических примесей в мазуте

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Содержание механических примесей, %	0,217	0,395	0,56	0,67	0,87	1,203	1,44

Кроме того, вводимая присадка является нетвердой, неабразивной и мелкодисперсной (< 0,09 мм), следовательно, она не будет задерживаться на фильтрах и механически воздействовать на оборудование [2].

Вода в мазутах обычно присутствует в пределах 1-5% и распределена неравномерно по объему мазута. Поэтому, согласно полученным экспериментальным данным (табл. 5), можно сделать вывод, что содержание влаги в топочном мазуте не зависит от содержания присадки.

Таблица 6. Содержание воды в мазуте

Показатель	Концентрация присадки в мазуте, % (масс.)						
	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3
Содержание воды в мазуте, %	1,7	2	2,1	2,2	2	1,8	2

Кроме того, исследуемая присадка не оказывает влияние на кислотность мазута и наличие водорастворимых кислот и щелочей.

Высокотемпературная коррозия развивается из-за присутствия в дымовых газах сероводорода или пятиоксида ванадия, низкотемпературная – из-за присутствия паров серной кислоты.

Как показали экспериментальные исследования, при добавлении присадки в мазут в количестве 0,1-0,5% (масс.) происходит связывание оксидов серы (табл. 3.10), что ведет к снижению температуры точки росы дымовых газов и, как следствие, к уменьшению низкотемпературной коррозии поверхностей нагрева парогенератора.

Также экспериментальные исследования проводились по снижению коррозионной активности мазута марки М100. Образцы котельной стали марки Ст.20 выдерживались в пробах мазута с присадкой и в пробе чистого мазута на водяной бане «Экрос» модель 4310М в течение 10-25 ч при температурах 70, 80, 90°С.

Таблица 7. **Коррозионная активность мазута с присадкой**

Проба	Площадь образца котел стали, см ² .	Коррозионная активность, г/м ²	Скорость коррозии, г/м ² ч	Скорость коррозии, мм/год
Температура 70 °С, продолжительность испытания – 24 ч				
Мазут М100	16,72	2,39	0,08	0,09
+ 0,5 % прис	14,11	2,13	0,06	0,07
+ 1,0 % прис	16,135	2,48	0,07	0,08
+ 2,0 % прис	16,415	3,05	0,09	0,1
+ 3,0 % прис	17,3	4,05	0,12	0,13
Температура 80 °С				
Мазут М100	14,11	2,84	0,28	0,32
+ 0,1 % прис	16,135	1,86	0,19	0,21
+ 0,5 % Прис	17,3	1,73	0,17	0,19
+ 1,0 % прис	16,415	1,22	0,12	0,14
+ 2,0 % прис	16,135	3,1	0,31	0,35
+ 3,0 % прис	16,72	1,2	0,12	0,13
Температура 90 °С				
Мазут М100	16,72	4,2	0,39	0,44
+ 0,5 % прис	14,11	4,25	0,39	0,440,
+ 1,0 % прис	16,135	3,72	0,34	38
+ 2,0 % прис	16,415	3,65	0,33	0,37
+ 3,0 % прис	17,3	4,05	0,37	0,41

Выводы. Результаты опыта показали, что коррозионная активность мазута снижается при использовании присадки в количестве 0,5-1% масс., что подтверждено данными в работе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - М.-Л.: Энергия, 1967. - 400 с.; переиздание 1976, последнее - в 1987 г.
- [2] Бақытжанов И.Б. Теплофикация и тепловые сети. 2017г.
- [3] Сафонов В.Я. Сборник задач по теплофикаций и тепловые сети. 2012 г. - М.: Энергия, 1968 - 240 с.
- [4] Бахтияр Б.Т. Внедрение подходов на ТЭС. 2016 г.
- [5] Нүрекен Е.Н. Котельные установки ТЭС. 2008 г.
- [6] Таймаров, М.А. Горелочные устройства / М.А. Таймаров. - Казань: Изд-во Казан. гос. энерг. ун-та, 2007.-147 с.
- [7] Хзмалян, Д.М. Теория горения и топочные устройства / Д.М.Хзмалян, Я.М. Каган. - М.: Энергия, 1976. - 488 с.
- [8] Сергеев В.В. Автоматизированная система управления на ТЭЦ-20 Мос-энерго. // Энергетик, 1997, № 10, с. 4-6.
- [9] Андриющенко А.И., Змачинский А.В., Понятов В.А. Оптимизация тепловых циклов и процессов ТЭС. М.: Высшая школа, 1974, 279 с. с ил.
- [10] Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л., "Недра", 1988, 312 с. с ил.
- [11] Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. М., Энергоатомиздат, 1987, 144 с. с ил.
- [12] Егорова Л.Е., Росляков П.В., Буркова А.В. Математическое моделирование и расчет эмиссии токсичных продуктов сгорания органических топлив. - Теплоэнергетика, 1993, № 7, с. 63-68.
- [13] Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. М., Наука, 1947, 146 с. с ил.
- [14] Гусев И.В., Зайчик Л.И., Кудрявцев Н.Ю. Моделирование образования оксидов азота при сжигании твердого топлива в топочных камерах. Теплоэнергетика, 1993, № 1, с. 32-36.
- [15] Mekler I.A. Recirculating Furnace at Refineries. Oil a. Gas Journ., 1928, v. 26, № 41, p. 208-209 and 217. (И.А. Меклер. Применение топок с рециркуляцией дымовых газов в нефтехимической промышленности. Нефт. хоз-во, 1928, № 7, с. 38-45).
- [16] Спейшер В.А., Горбаненко А.Д. Повышение эффективности использования газа и мазута в энергетических установках. М., Энергоатомиздат, 1991, 183 с. с ил.
- [17] Методические указания по проектированию топочных устройств энергетических котлов. СПб., ЦКТИ, 1996, 270 с. с ил.
- [18] Barnhart D.K., Duhl E.K. Control of Nitrogen in Boilere Fuel Gases by Two-Stage Combustion. Journ. of the APCA, vol. 10, 1960, № 5.
- [19] Fenimore C.P. Formation of nitric oxide in premixed hydrocarbon flaffie//V-th Sympos. (Interm.) On Combustion. 1971. P. 373.

Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Беркутбаева Р.А., Куандыкова А.А., Шалбулов Ш.Ж.

ЖЭО-дағы мазутты жағу.

Резюме. Максаты - механикалық күйіп қалуды және қоршаған ортаға эмиссияларды азайту максатында мазутты жануды жақсартуға арналған жану катализаторларын зерттеуді талдау. Жақсы жану үшін катализатордың қатысуымен аз мөлшерде ауа жұмсалса соғұрлым түтін газдарынан аз жылу жоғалады, демек, қондырғының ПЭК-і артады. Операция принципі - қоспадағы белсенді компонент немесе жану аймағындағы оны қайта өңдеу өнімдері арқылы қос нүктелік тотығу.

Түйінді сөздер: жану, катализатор, өнім, әрекет, қашу, газ, газ, демек, өсім, жылу, тиімділік.

Bakhtiyar B.T., Bergenzhanova G.R., Berkutbaeva R.A., Kuandikova A.A., Shalbulov Sh.Zh.

Carbonate-containing additive - catalyst combustion of fuel oil.

Annotation. The purpose of the article is to analyze the study of combustion catalysts designed to improve the combustion of fuel oil in order to reduce mechanical underburn and soot emissions into the environment. Since in the presence of a catalyst for a good combustion, a smaller excess of air is required, less heat is lost with the exhaust gases, hence, the thermal efficiency of the installation is increased. The principle of operation is the oxidation of twill particles by the active component of the additive or the products of its transformations in the combustion zone. .

Keywords: combustion, catalyst, product, action, escape, gas, gas, hence, increase, heat, efficiency.

ӨОК 66.0:546.791

Қ.Т.Жантасов, Ж. Т. Зұлпұхар, С.Ш. Шалатаев, Ұ.Б.Әбдікерімова

(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы, Қазақстан Республикасы, 1995jan6@mail.ru)

ИМИНОДИАЦЕТОНИТРИЛДІ ӨНДІРУДІҢ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙЫ

Түйіндеме: Мақалада иминодиацетонитрилді заманауи өндіру мәліметтері келтірілген. Аталмыш мәліметтерді саралай отырып, иминодиацетонитрилді өндірудің бірнеше әдістеріне шолу жасалып, олардың глифосат негізіндегі гербицидті алу шикізатының негізгі сипаттамалары берілген.

Бұлақ сөздер: иминодиацетонитрил, химия өнеркәсібі, ауылшаруашылығы, өндіріс, глифосат.

Қазақстан Республикасы экономикасының заманауи сатысындағы даму кезеңінде, ауылшаруашылығы өнімдерін өндіру бойынша мекемелердің шоғырлануы мен мамандандырылуы жағдайларында тұқымдарды дәрілеу, ауылшаруашылығы дақылдарын аурулар мен арамшөптердің жойылуынан қорғау тәсілі ретінде пестицидтерді қолдану аса маңызды мәнге ие болуда.

Ауылшаруашылығы дақылдарының өнімділігінің төмендеуі тұқымдардың зақымдануы және арамшөпті өсімдіктердің таралуы салдарынан үдей түсетін ауылшаруашылығы дақылдарының ауруларымен тығыз байланысты. Осыған орай, тиімді пестицидтерді қолдану аурулар мен арамшөптерді жоюда негізгі күрес құралы болып табылады. Алайда, пестицидтердің негізгі түрлерінің (гербицидтер, инсектицидтер, фунгицидтер және т.б.) елімізде өндірілмеуі салдарынан оларды импорттауға тура келеді. Бұл мәселе ауылшаруашылығы өнімдерінің сапасына да, өзіндік құнына да кері әсер етуде. Осыған байланысты, қазақстандық шикізаттардан отандық пестицидтерді өндіру технологиясын әзірлеу өзекті мәселе болып табылады.

Аталмыш мәселелер тәуелсіз еліміздің Президенті Н.Ә.Назарбаевтың 2013-2020 жж. халыққа жолдауында аталып өтті [1,2].

Бейорганикалық заттардың көптеген қосылыстары экономиканың әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады, соның ішінде шет елдерде де пестицидтер, инсектицидтер, гербицидтер, өсімдіктердің өсуін реттеуіштер, фунгицидтер және басқа дәрілер ретінде пайдаланылуда. Ауылшаруашылығы мен экономиканың қосалқы салаларында кең қолданысқа ие болған заманауи пестицидтердің маңызды класына таңдалымдық әрекетке ие әртүрлі физиологиялық белсенді заттары бар фосфордың органикалық қосылыстары жатады. Солардың бірі ретінде глифосатты өндіруде қолданылатын иминодиацетонитрил атауға болады.

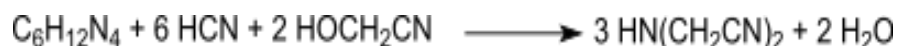
Иминодиацетонитрил (IDAN) – сутегінің екі атомы $-CH_2$, $-CN$ топтарына алмасқан екіншілік амин тобы бар суда ерімтал динитрилді қосылыс. IDAN диэтилентриаминнің (DETA) хелаттаушы лигандасы үшін аралық өнім болып табылады да және глифосат гербицидін өндіруде қолданылады.

IDAN гексаметилентетраминнен (әрекеттесуші формальдегид пен аммиактың көзі ретінде) және сутегі цианидінен алынуы ең алғаш рет 1894 жылы сипатталған [3].



Реакцияның жүруі үшін бірнеше тәуліктер қажет және онда гексаметилентетраминдегі төрт азот атомының үшеуін ғана алмастырады. Дубскийдің нұсқасы [4] бойынша түзілетін аммиакты байланыстыру үшін тұз қышқылын қосу 24 сағаттың ішінде жүргізіледі, оның шығымы 63% құрайды және үрдісте айтарлықтай жақсартулар орын алмайды.

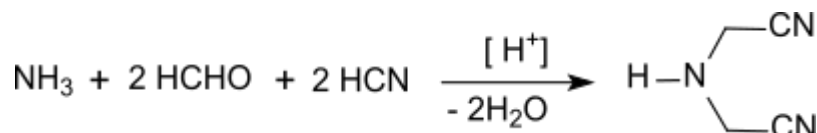
Гексаметилентетраминнің стехиометриялық қолданылуы кезіндегі атомдық үнемдеудің жоқтығы қатысында гликолонитрил ($HOCH_2CN$) реактивін пайдалану арқылы технологиялық шешім жүзеге асады [5]:



Үздіксіз ретінде әзірленген аталмыш үрдісте реагенттердің сулы ерітінділері 120-140°C және 2-3 мин уақытта түтікті реакторда сандық түрөзгеріске дейін жеткізіледі.

IDAN алудың жаңашыл үрдістерінің біріне гексаметилентетраминді 50% формалин ерітіндісі мен рН 5,5 сутегі цианидімен 75°C және екі сағат уақытта араластыру нәтижесінде соңғы өнім шығымы 79% дейін жеткізіледі. рН мәнін 7 дейін ұлғайтқан кезде сүзгілі ерітіндіні 75°C тағы екі сағат уақытта ұстап тұрады. Нәтижесінде гликолонитрил, аминаоцетонитрил және аммоний тұздары секілді аралық өнімдер IDAN айналады да, үрдістің соңында өнімнің жалпы шығымы 97% құрайды [6].

Сутегі цианидінің формальдегидтің сулы ерітіндісімен гликонитрилге қосымша әрекеттесу реакциясында иминодиацетонитрил мен нитрилотриацетонитрилдың бірнеше мөлшері түзілетіндігі анықталды. IDAN түзілуге қажетті аммиак гликолонитрилдің гликоль қышқылына дейін гидролизі нәтижесінде түзіледі. Жалпы реакция бірізді болып табылмайды. Формальдегид, сутегі цианиді мен аммиактың әрекеттесуі нәтижесінде түзілген өнімдер құрамының күрделілігіне, реагенттердің технологиялық параметрлері қатынастарының әсеріне, рН мәні реакция температурасы мен уақыты периодты үрдіске байланысты үздіксіз үрдіске қарағанда ол көптеген өнертабыстар және зерттеулер [7] кездеседі.

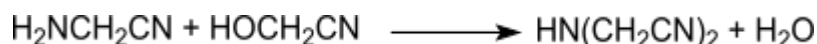


Мысалы, төменде келтірілген реакцияның өту жағдайында ізденушілердің [8] мәні бойынша $\text{NH}_3 : \text{HCHO} : \text{HCN} = 2 : 3 : 3$ қатынасында, 0 - 25°C температурада, pH 5,5-6,5 кезінде және үрдістің ұзақтылығы 20 сағат уақытта IDAN шығымы 65% аспаған.

Сондай-ақ реагенттердің стехиометриялық көлемдерінде, pH 3,5 және 5,5, 30-65°C температурада, аммиакты аммоний нитраты немесе аммоний ацетаты тұздарымен алмастырған кездегі IDAN соңғы шығымы 74% жоғары емес [9].

Тазартылған реагенттер мен HCN бар реактордағы тазартылмаған газ ағымының сулы ерітінділерінің орнына дәл осындай формальдегиді бар реактордағы тазартылмаған газ ағымын аммиакпен және қышқылданған сумен 65-70°C температурада әрекеттестіргенде IDAN шығымы 85% дейін жетеді, бірақ үрдіс 10 сағатқа дейін созылып кетеді [10].

Аминоацетонитрил және гликолнитрил 15 минут уақытта және 140°C әрекеттесіп, шығымы 78% болатын IDAN туындайды [11]:

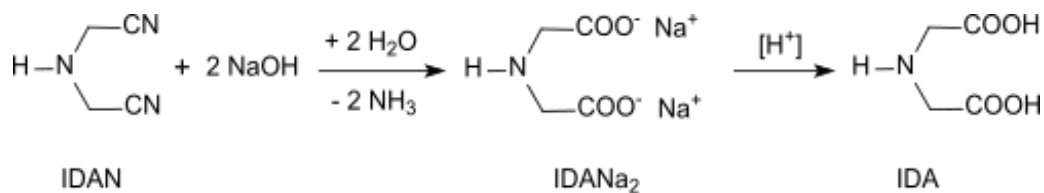


Гликолнитрилдің жоқтығы кезінде аминоацетонитрил (AAN) температура, уақыт және аммиактың көлемі секілді технологиялық параметрлер арқылы IDAN бойынша 5-70% салмақта аминотриацетонитрил мен иминодиацетонитрил қоспасына айналады [12].

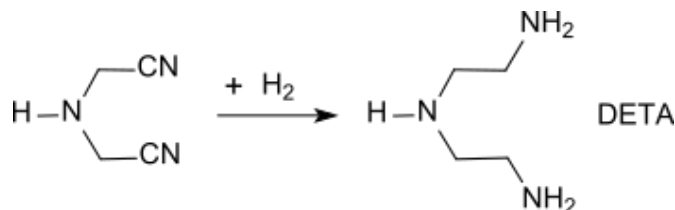
pH мәні 5,5-6 аммиакпен 70°C температурада гликонитрил әрекеттескенде үрдісте IDAN шығымы 81% болса, үздіксіз үрдісте гликонитрилдің түрөзгерісі нәтижесінде 90% дейін жетеді. IDAN алу үрдісі барысында аминоацетонитрилдің моноалмастырушы өніміне қатысты нитрилотриацетонитрил (NTAN) метиленбис-иминодиацетонитрил (MBIDAN) секілді аралық өнімдері түзіледі [13].

Иминодиацетонитрил – қатты кристалға ұқсас ақ түсті ұнтақ тәрізді немесе ұзын түссіз инелі тәрізді қосылыс. Ол өте улы, қауіпті және осыған байланысты терінің, көздің тітіркенулерін туындатады [14].

Иминодиацетонитрилдің екі нитрил тобының 20% натрий гидроксиді ерітіндісімен 50°C температурадағы гидролизі және кейінгі қышқылдануы иминдисірке қышқылының (IDA) кешен түзуші агентін тудырады [13,14]:

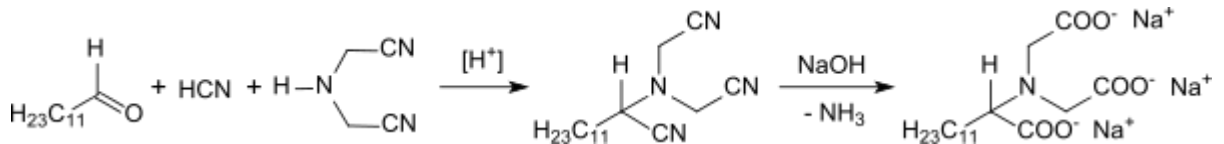


IDAN ерітіндісін тетрагидрофуранда катализатор қатысында 180 бар қысым мен 120°C температурада гидролизден өткізу диэтилентриамин (DETA) өнімін береді [15]:

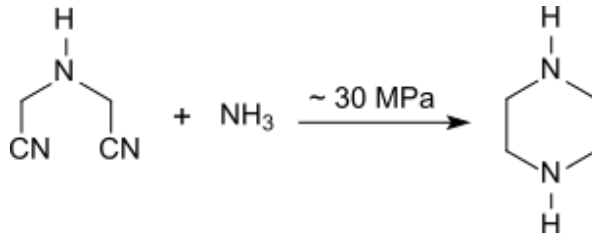


[16] патенттің авторлары күшті анионды иониттерді қосу DETA іріктемелігі 95% дейінгі IDAN жоғары температуралардағы гидролиздеу мүмкіндігін төмендететінін дәлелдеген.

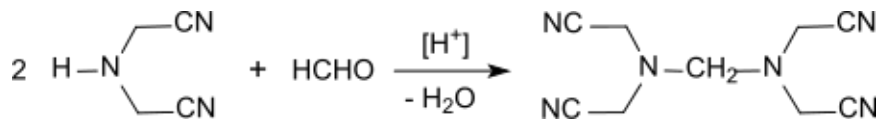
IDAN негізіндегі сірке қышқылдың -N, N- глициннің туындылары үш карбоксилді топқа ие және сілтілік жер металл мен ауыр металдардың иондары үшін биоқұлдыраушы кешен түзішулер ретінде жарамды болып табылады да [17], оны келесідей түрде көрсетеді:



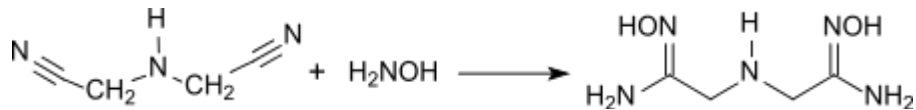
Иминодиацетонитрилді шамамен 100°C температурада, 300 атм қысымда және 4 сағат уақыт ішінде аммиак пен никельді катализатор қатысында шығымы 85% болатын пиперазинге айналдыруға болады [18]:



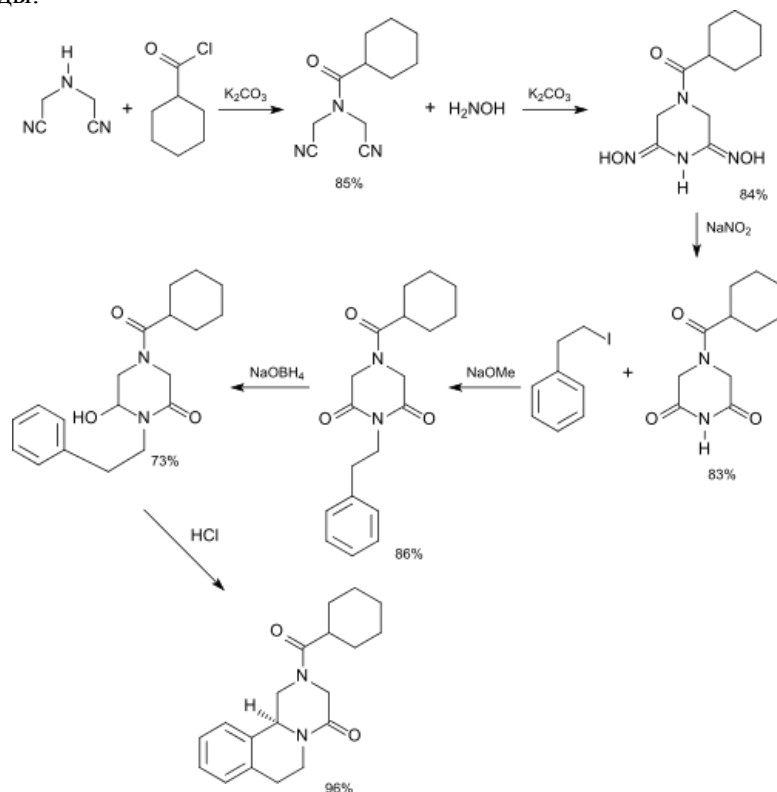
IDAN рН мәні үлкен (1) формальдегидпен 50°C температурада әрекеттесуі нәтижесінде шығымы 81% тең метилен-бис- [иминодиацетонитрил] (MBIDAN) түзіледі [19]:



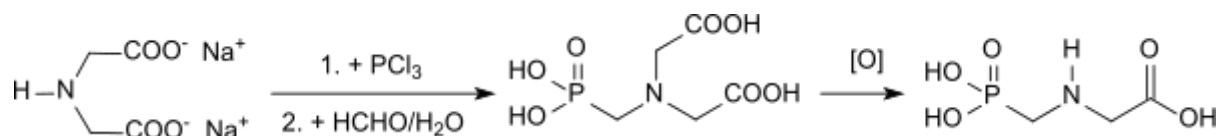
IDAN жартылай өткізгіштер өндірісіндегі металдардың қоспасын тазарту үшін тиімді кешен түзуші реагенті ретінде қолданылатын гидросиламинмен әрекеттесіп, шығымы 88% диамидоксидті түзеді [20]:



Ішек құрттарға қарсы празиквантелдің өндірісі IDAN байланысты болады және ол келесі алты сатыдан жинақталады:



Иминодиацетонитрилдің аса маңызды қолданылу аясы *N*- фосфоно-метилимино-дисірке қышқылына (PMIDA), басқаша айтқанда гербицидті глифосатқа қатысты болып келеді [21]:



Құны қымбат емес сутегі цианиді қатысында Андруссоу әдісіне сай және PMIDA глифосатқа дейін каталикалық тотықтыру кезінде IDAN басқа да DEA секілді балама әдістермен салыстырылады және аталмыш әдіс глицинді әдіске қарағанда экономикалық тұрғыдан тиімді болып келеді [21].

Осылайша, иминодиацетонитрилді өндіру және қолдану бойынша жоғарыда келтірілген мәліметтерде аталмыш қосылыстың ауылшаруашылығы дақылдарына зақым келтіруші заттарды жою мен олардың әсерін азайтуда қолданылатын пестицидтерді өндіруде аса маңызға ие екендігі көрсетілді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Қазақстан Республикасы Президентінің 2010 жылғы 19 наурыздағы № 958 Жарлығы. Қазақстан Республикасын үдемелі индустриялық-инновациялық дамыту жөніндегі 2010 - 2014 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы.

[2] Молдабеков Ш., Жантасов К.Т., Налибаев М.И., Қадірбаева А.А., Шалатаев С.Ш., Абдуразова П.А. Калий тыңайтқыштарының технологиясы. – Шымкент: Нұрлы бейне, 2016. - 204 б.

[3] W. Eschweiler: *Ueber einige Acetonitrile*. In: *Justus Liebigs Ann. Chem.* Band 278, Nr. 2, 1894, S. 229–239, doi:10.1002/jlac.18942780207.

[4] Patent US2794044: Synthesis of iminoacetone nitrile. Angemeldet am 30. August 1955, veröffentlicht am 28. Mai 1957, Anmelder: E.I. du Pont de Nemours and Company, Erfinder: W.R. Miller.

[5] J.V. Dubsky: *Zur Kenntnis der Diketo-piperazine, XI. Mitteilung: E. Dingemans: 3,5-diketo-1-benzyl-[hexahydro-1,4-diazin]*. In: *Ber. dtsh. chem. Ges.* Band 54, Nr. 10, 1921, S. 2659–2667, doi:10.1002/cber.19210541014.

[6] Patent US3904668: Process for preparing iminoacetone nitrile and alkali metal iminoacetates. Angemeldet am 15. November 1973, veröffentlicht am 9. September 1975, Anmelder: W.R. Grace & Co., Erfinder: R.R. Gaudette, J.E. Philbrook, J.C. Thunberg.

[7] Patent EP0413673B2: Process for the preparation of iminoacetone nitrile. Angemeldet am 13. August 1990, veröffentlicht am 20. November 1996, Anmelder: Monsanto Company, Erfinder: K.E. Koenig, P.A. Morrison, G.A. Lanser, R.B. Weisenfeld.

[8] K. Polstorff, H. Meyer: *Über die Einwirkung von Cyankalium auf Formaldehyd*. In: *Ber. dtsh. chem. Ges.* Band 45, Nr. 2, 1912, S. 1905–1912, doi:10.1002/cber.19120450263.

[9] Patent US4661614: Process for the preparation of iminoacetone nitrile. Angemeldet am 6. März 1986, veröffentlicht am 28. April 1987, Anmelder: Monsanto Company, Erfinder: J.T. Most, T.J. Richard.

[10] Patent US4895971: Process for the production of iminoacetone nitrile. Angemeldet am 31. Oktober 1988, veröffentlicht am 23. Januar 1990, Anmelder: W.R. Grace & Co.-Conn., Erfinder: J.-L. Su, M.B. Sherwin.

[11] Patent US2511487: Synthesis of iminoacetone nitrile. Angemeldet am 8. August 1946, veröffentlicht am 13. Juni 1950, Anmelder: E.I. du Pont de Nemours & Company, Erfinder: H.T. Thompson.

[12] Patent US8153845B2: Method for producing aminonitriles. Angemeldet am 28. Februar 2008, veröffentlicht am 10. April 2012, Anmelder: BASF SE, Erfinder: A. Oftring, K. Dahmen, T. Hahn, R. Hugo, K. Baumann, J.-P. Melder.

[13] Patent US5187301: Preparation of iminoacetone nitrile from glycolonitrile. Angemeldet am 11. Oktober 1990, veröffentlicht am 16. Februar 1993, Anmelder: W.R. Grace & Co.-Conn., Erfinder: B.A. Cullen, B.A. Parker.

[14] Patent US7880035B2: Method for producing ethyleneamines. Angemeldet am 28. Februar 2008, veröffentlicht am 1. Februar 2011, Anmelder: BASF SE, Erfinder: A. Oftring, K. Dahmen, T. Hahn, R. Hugo, K. Baumann, J.-P. Melder.

[15] Patent EP2684862A1: Method for preparing N-(2-aminoethyl)ethane-1,2-diamine. Angemeldet am 1. April 2012, veröffentlicht am 15. Januar 2014, Anmelder: Wanhua Chemical Group Co., Ltd., Ningbo Wanhua Polyurethanes Co., Ltd., Erfinder: F. Li, Y. Li, K. Ding, W. Zhao, X. Yu, W. Hua.

[16] Patent US6420593B2: Method for producing long-chain glycine-N,N-diacetic acid derivatives. Angemeldet am 8. Juni 2001, veröffentlicht am 16. Juli 2002, Anmelder: BASF AG, Erfinder: R. Rahm, T. Greindl, A. Oftring, G. Oetter, J. Detering, G. Braun.

[17] Patent [US2809196](#): Synthesis of piperazine. Angemeldet am 30. August 1955, veröffentlicht am 8. Oktober 1957, Anmelder: E.I. du Pont de Nemours & Co., Erfinder: W.R. Miller.

[18] Patent [US3532735](#): Preparation of methylenebisiminodiacetonitrile. Angemeldet am 7. Oktober 1968, veröffentlicht am 6. Oktober 1970, Anmelder: W.R. Grace & Co., Erfinder: C.R. Morgan.

[19] Patent [US7838483B2](#): Process of purification of amidoxime containing cleaning solutions and their use. Angemeldet am 29. Oktober 2008, veröffentlicht am 23. November 2010, Anmelder: EKC Technology, Inc., Erfinder: W.M. Lee, C.C.Y. Chen.

[20] Patent [US4523013](#): 4-Acyl-2,6-dioxo-1-phenethyl piperazines. Angemeldet am 31. Januar 1983, veröffentlicht am 11. Juni 1985, Anmelder: Sanofi S.A., Erfinder: D. Fréhel, J.-P. Maffrand.

[21] Patent [US4724103](#): Process for preparing N,N-diacetic acid aminomethylenephosphonic acid. Angemeldet am 5. Dezember 1984, veröffentlicht am 9. Februar 1988, Anmelder: Monsanto Co., Erfinder: M.J. Gentilcore.

Жантасов К.Т., Зулпухар Ж. Т., Шалатаев С.Ш., Әбдікерімова Ұ.Б.

Современное состояние производства иминодиацетонитрила

Резюме: В статье приведены сведения о производстве иминодиацетонитрила. Сделан обзор нескольких методов производства иминодиацетонитрила.

Ключевые слова: иминодиацетонитрил, химическая промышленность, сельское хозяйство, производство, глифосат.

Zhantasov K.T., Zulpukhar Zh. T., Shalataev S.Sh., Abdikerimova U.B.

Modern condition of production of iminodiacetonitrile

Summary: the article presents data on production of iminodiacetonitrile. Based on the data they reviewed several methods for the production of iminodiacetonitrile.

Keywords: iminodiacetonitrile, chemical industry, agriculture, production, glyphosate.

УДК 621.793 (043)

Ш.К. Сапарбай, Т.М. Мендибаев

(Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, S-shapa@mail.ru)

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ МАШИН ЖЕЛЕЗОБОРИДНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Аннотация: В статье приведены результаты исследований по восстановлению детали машин железоборидными покрытиями.

Изучен способ получения электролитического железоборидного покрытия, состоящий в применении электролита особого состава и периодического тока. Данный способ отличается высокой производительностью и возможностью изменения в широких пределах свойств получаемых покрытий.

Определены закономерности формирования структуры электролитических Fe-B сплавов, позволяющие обеспечить увеличение прочности и износостойкости деталей машин. Изучена долговечность восстановленных деталей путем упрочнения электроосажденного железа бором, повышением износостойкости электроосажденного железа легированием покрытия бором и химико-термическим упрочнением.

Ключевые слова: Восстановление, изношенные детали, дефекты, детали машин, электролитическое железнение, железоборидные покрытия, электролитический железоборидный сплав, долговечность, износостойкость, срок службы.

Введение. Восстановление деталей должно вестись современными методами, обеспечивающими долговечность восстановленных деталей.

Качество ремонта техники и повышение сроков ее службы в большой мере зависит от того, как организовано и какими способами производится восстановление изношенных и поврежденных деталей.

Детали машин, поступающие на ремонт, имеют весьма разнообразные дефекты, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации техники в результате конструктивных недоработок отдельных узлов и отступлений от технических условий на их изготовление или из-за нарушения правил технической эксплуатации машин и от естественного изнашивания.

Электролитическое железнение в настоящее время наиболее широко используется в ремонтном производстве для восстановления стальных деталей машин, станков. Электролитическое железнение можно использовать для восстановления с износом (до 0,3-0,5 мм) [1].

Традиционно электролитическое железо осаждается из водных растворов простых солей двухвалентного железа – сернокислого железа или хлористого железа, причем последнее используется наиболее часто, так как обеспечивает более высокую производительность процесса осаждения.

Наиболее перспективными для восстановления деталей машин являются электролитические сплавы на основе железа, так как это самый дешевый и доступный металл.

Электролитические сплавы на основе железа, обладают невысокой износостойкостью и небольшой твердостью. Для улучшения этих параметров железо легируют различными добавками. Возможность совместного осаждения железа с добавками марганца, углерода, никеля, хрома показана в работе [2].

Особый интерес в легировании представляет молибден, в аустенитные сплавы его добавляют для улучшения коррозионных и жаропрочных свойств, в инструментальные стали - для улучшения закаливаемости. Молибден повышает прочность феррита и способность стали к улучшению, а также увеличивает сопротивление ползучести при высоких температурах. Значительное применение молибдена обусловлено тем обстоятельством, что он повышает теплоустойчивость обычной мягкой стали. Износостойкость полученных покрытий в 2,14 раза выше износостойкости электролитического железа и в 1,70 раза стали 45.

Однако молибден является довольно дорогостоящим элементом. В металлургических сплавах для замены никеля и молибдена используется преимущественно бор, поэтому нами было выбрано легирование именно бором. В системе железо-бор имеется следующая особенность, бор образует с α -железом твердый раствор замещения, а с γ -железом - твердый раствор внедрения. Введение бора в электролитический осадок железа придает ему особые физико-механические свойства, отличные от свойств металлургического сплава.

Известно, что получение железоборидного покрытия возможно из сульфатных или хлоридных электролитов.

Проведенный сравнительный анализ сульфатных и хлоридных электролитов свидетельствует о том, что из сульфатного электролита можно получить сплав с большим содержанием бора. После термической обработки получено- го сплава микротвердость также повышается, что связано с большим содержанием бора в покрытии. Таким образом, после термообработки в покрытии образуются твердые вещества - бориды железа. Однако из сульфатных электролитов покрытие наращивается с меньшей скоростью, чем из хлоридных. Также из хлоридных электролитов можно получить железоборидный сплав, обладающий более ярко выраженными физико-механическими свойствами и большей толщиной.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что при использовании в качестве борсодержащей добавки декагидробората натрия возможно получение покрытия, содержащего до 2 % бора и достаточно прочно связанного с основой (Рис. 1).

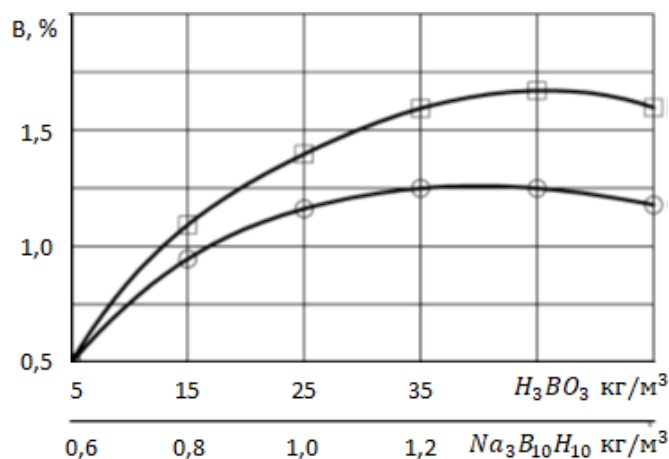


Рис. 1. Выбор борсодержащей добавки

Установлено, что получить большее содержание бора в осажденном покрытии можно, если использовать комплексообразующую добавку. В качестве последней нами выбрана лимонная кислота ($C_6H_8O_7$), так как с увеличением концентрации лимонной кислоты в электролите от 1 до 5 кг/м³ в покрытии возрастает содержание бора (2,5%), что также приводит к стабилизации бора в покрытии. Однако дальнейшее увеличение концентрации ($C_6H_8O_7$) не способствует повышению содержания бора, а качество покрытий заметно снижается (Рис. 2).

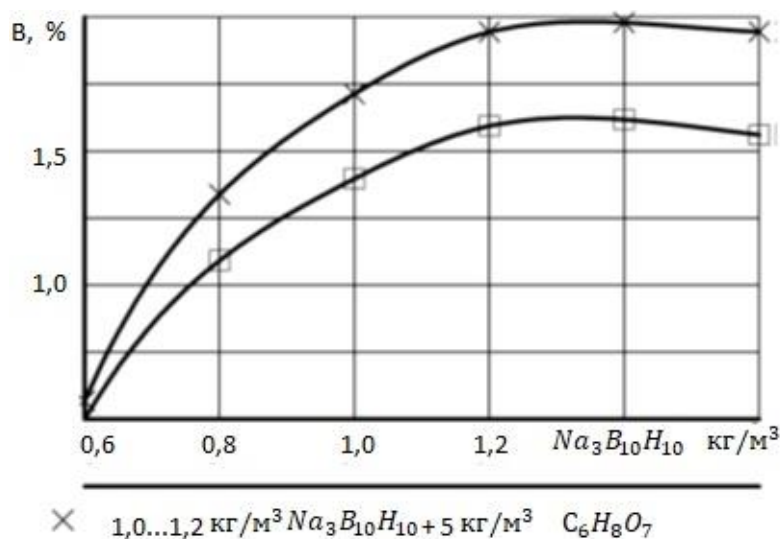


Рис. 2. Влияние комплексообразующей добавки

Дальнейшее увеличение износостойкости связано с химико-термической обработкой полученного сплава.

Термическая обработка электроосажденных железных покрытий не приводит к большому повышению микротвердости, а также снижает усталостную прочность покрытия [3]. При нагреве покрытия микро- твердость снижается сначала медленно, затем интенсивно. Нагрев до 800 и выше приводит к обмягчению покрытия и понижению микротвердости до 1100–1300 МПа.

В работе [4] рассмотрено формирование боридных слоев на неборируемых сталях и сплавах. Исследование показало, что можно получать диффузионные слои FeB и Fe₂B, микротвердость которых достигает 14000–16000 МПа, а строение и фазовый состав аналогичны боридному слою армкожелеза.

Глубина диффузионного слоя зависит от толщины железного слоя. Из вышесказанного следует, что ни один из представленных методов не повышает твердость покрытия выше 11000 МПа, исключением является лишь борирование.

Применение электролитического сплава железо-бор позволит восстанавливать детали, изготовленные из легированных сталей, которые сложно восстанавливать методами диффузионной металлизации [5].

Способ позволит восстанавливать детали машин, износ которых изменяется от 0,01-1 и более мм на цилиндрических поверхностях диаметром 50-200 мм. Предполагается получение прочных железоборидных покрытий, имеющих необходимую толщину.

Этот метод восстановления можно использовать для восстановления и упрочнения поясков золотников гидрораспределителей Р-80.

Данная деталь является наиболее распространенной и широко применяемой в технике.

Помимо золотников гидрораспределителя под предлагаемую технологию подходят детали подвесок импортных и отечественных грузовых автомобилей, шкворни поворотных кулаков, детали двигателя, восстанавливаются по верхности под вкладыши на шатунах, детали гидропривода коробок передач тракторов, гильза гидрораспределителя, вторичный вал, уплотнительное кольцо.

Применение электролитического покрытия железо-бор с последующей химико-термической обработкой при температуре 400-600°C позволит восстановить ремонтный фонд и повысить срок службы золотников гидрораспределителя Р-80.

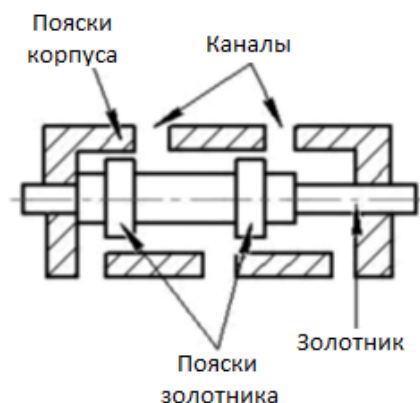


Рис. 3. Золотник гидрораспределителя Р-80

Для восстановления деталей машин можно применять электроосажденное железо. Процесс нанесения покрытий идет в сернокислых или хлоридных электролитах. Для деталей, работающих при повышенных нагрузках, эксплуатационные свойства чистых железных покрытий оказываются недостаточными.

Электроосажденные сплавы обладают более высокими физико-механическими свойствами по сравнению с электролитическим чистым железом.

Покрытия с высоким содержанием легирующих элементов, с применением электролитического железоборидного сплава с последующей химико-термической обработкой, позволяющей повысить твердость и износостойкость электроосажденных покрытий, восстанавливает и продлевает срок службы деталей машин. Износостойкость железо-боридных покрытий в исходном состоянии в 2,5 раза выше износостойкости стали 45 и в 2,7 раза выше износостойкости электролитического железа. Детали машин, восстановленные железоборидными покрытиями, имеют износ в 1,5-2,1 раза меньше, чем серийные детали.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Серебровский, В.В. Восстановление деталей автотранспортных двигателей электролитическим железением на асимметричном токе [Текст]/ В.В. Серебровский//Совершенствование технологии восстановления деталей и ремонта машин в АПК. Материалы юбилейной научной конференции - Курск: Из-во КГСХА- 2006. -с.9-27.
- [2] Серебровский, В.И. Электролит для осаждения покрытия Текст./ В.И. Серебровский, Л.Н. Серебровская, В.В. Серебровский и др.// Патент на изобретение №2169799, 2001.-6 с.
- [3] Коняев, Н.В. Восстановление и упрочнение деталей машин электролитическими железо-фосфорными покрытиями Текст./ Н.В.Коняев// Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. Курск: КГТУ, 2002.19с.
- [4] Боярский, В.Н. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники железоборидными покрытиями Текст./ В.Н. Боярский// Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук.- М.: МГАУ, 2000. 198 с.
- [5] Вячеславов П.М. Электролитическое осаждение сплавов [Текст] / П.М. Вячеславов // Л.:Машиностроение- 1986-112 с.

Сапарбай Ш.К., Мендыбаев Т.М.

Темір-борид қорытпасын пайдаланып машина бөлшектерін қалпына келтіру

Түйіндеме: Бұл мақалада химиялық-термиялық өңдеуден өткен, ақаулардың электродталған қаптамасының қаттылығы мен төзімділігін арттыруға мүмкіндік беретін электролитті темір-борид қорытпасын пайдаланып, машина бөлшектерін қалпына келтіру бойынша зерттеулердің нәтижелері келтіріледі

Түйін сөздер: қалпына келтіру, тозған бөлшектер, ақаулар, машина бөлшектері, электролитті темірмен қаптау, темір-бор қаптамалар, электролитті темір-бор қорытпасы, ұзақ мерзімділік, тозуға төзімділік, қызмет ету мерзімі.

Saparbay S.K., Mendibayev T.M.

Restoration of machine parts with iron-boride coatings

Summary: This article presents the results of analysis of research on the restoration of machine parts, using an electrolytic iron-boride alloy with subsequent chemical-thermal treatment, which increases the hardness and wear resistance of electrodeposited coatings of defects.

Keywords: Recovery, worn out parts, defects, machine parts, electrolytic iron, iron-boride coatings, electrolytic ferrous alloy, durability, wear resistance, service life.

Б.М. Хамитова, Ш.Б. Тасыбаева, Ж.Серікұлы
(М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы,
tasybaeva_s@mail.ru)

ӨСІМДІК МАЙЛАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТЫҢ АНТИОКСИДАНТТЫҚ ӘСЕРІ

Аннотация. Ғылымның және жаңа зерттеу әдістерінің дамуымен - майдың қышқылын болдырмауға мүмкіндік беретін антиоксиданттардың - биологиялық белсенді заттардың рөлі анықталды. Антиоксиданттар тотығуға қарсы және оны тежеу үшін қолданылатын және қышқылдану процестерін баяулататын химиялық заттар. Қазіргі уақытта табиғи және синтетикалық антиоксиданттардың әртүрлі түрлері анықталған. Табиғи антиоксиданттар өсімдік майларын ашуын, қоюлануын, қоқыстануын азайту және сақтау мерзімін ұзарту үшін қажет. Мақалада өсімдік майларын ұзақ уақыт сақтау кезіндегі майдың пайдалы қасиеттерін сақтаудың тиімді шешу мәселесі қарастырылды. Өсімдік майларына табиғи антиоксиданттарды яғни биологиялық белсенді заттардың антиоксиданттары ретінде қолданудың әсері зерттелді. Тәжірибе барысында өсімдік майларының (қышқыл, пероксид және йод сандары) балғындықтарының физика-химиялық параметрлері бақыланды. Сараптамалар жүргізілді, олардың нәтижелері жұмыста келтірілген.

Түйін сөздер: антиоксиданттар, биологиялық белсенді заттар, пероксид саны, йод саны, өнеркәсіптік, токоферол, синергия құбылысы.

Өсімдік майлары – әртүрлі майлы өсімдік дәндерінен алынатын өнімдер. Өсімдік майлары өсімдіктердің тазартылып, ұнтақталған майлы дәндері мен жемістерінен еріткіштердің көмегімен немесе престоу жолымен алынады. Ежелден бері адамзат өсімдік майларын түрлі мақсаттарда қолданған (тамақ, косметикалық, өнеркәсіптік, медициналық). Бірақ ұзақ уақыт сақтау кезіндегі майдың пайдалы қасиеттерін сақтау мәселесі әрдайым болды. Ғылымның және жаңа зерттеу әдістерінің дамуымен - майдың қышқылын болдырмауға мүмкіндік беретін антиоксиданттардың - биологиялық белсенді заттардың рөлі анықталды. Антиоксиданттар тотығуға қарсы және оны тежеу үшін қолданылатын заттар; ағзаның қартаюын бәсеңдететін қышқылдану процестерін баяулататын химиялық заттар. Көптеген антиоксиданттар белгілі, сондықтан белгілі бір заттарға арналған антиоксидантты оңтайлы таңдау керек. Қазіргі уақытта табиғи және синтетикалық антиоксиданттардың әртүрлі түрлері анықталған. Табиғи антиоксиданттардың ерекшелігі олардың тұрақтылығы жоғары, тамақ өнімдердің сақтау мерзімін ұзартуда едәуір маңызды болып келеді [1].

Өнімдердің антиоксидантты құндылығы ұзақ уақыт сақтаудан ғана емес, сонымен қатар шамадан тыс тазартудан да айтарлықтай төмендейді. Мысалға, шектен тыс тазалаудың арқасында, өсімдік майы табиғи антиоксиданттар түрінде, табиғи қорғанысын жоғалтады. Осыған байланысты, майлар тазалауға дейінге қарағанда, едәуір қарқынды қышқылданады [2].

Зерттеудің мақсаты - белгілі бір табиғи антиоксиданттарды өсімдік майларындағы биологиялық белсенді заттардың антиоксиданттары ретінде қолданудың әсерін зерттеу.

Зерттеу нысаны ретінде үш май алынды: күнбағыс, майкене және зәйтүн майы. Антиоксиданттар ретінде келесілер қолданылды: β-каротин, а-токоферол және концентрациясы 1% аскорбин қышқылы (майлардағы антиоксиданттар саны ескерілген). Сондай-ақ, синергия теориясын растауға үш антиоксиданттар қоспасы пайдаланылды [3].

Тәжірибе 6 ай бойы жүргізілді, оның барысында өсімдік майларының (қышқыл, пероксид және йод сандары) балғындықтарының физика-химиялық параметрлері бақыланды.

Сараптамалар екі-үш апта сайын жүргізілді, олардың нәтижелері келесі кестелерде көрсетілген.

Күнбағыс майының қышқыл санының өзгеруі туралы мәліметтер 1-кестеде келтірілген.

Күнбағыс майын сақтаудың бірінші айында, қышқыл санының өсуі байқалды, содан кейін бірте-бірте азая бастады. Сонымен қатар, зерттелетін нысандардың қышқыл санының мәндері стандарттық мәндерге сәйкес екендігін атап өткен жөн. Бірақ тәжірибесінде (таза күнбағыс майы) алғашқы тербелістен кейінгі қышқыл санының өзгеруі, антиоксиданттық қоспалармен күнбағыс майының қышқыл санының өзгеруімен салыстырғанда шамалы өзгеріс байқалады.

Кесте 1. Күнбағыс майының қышқыл санының өзгеруі туралы мәліметтер

β-каротин қосылған күнбағыс майы		α-токоферол қосылған күнбағыс майы		аскорбин қышқыл қосылған күнбағыс майы		үш антиоксиданттардың қоспалары		бақылау нысаны (қоспасыз)	
Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы
0,22	1	0,23	1	0,22	1	0,1	1	0,1	1
0,2	2	0,19	2	0,22	2	0,15	2	0,22	2
0,15	3	0,13	3	0,16	3	0,13	3	0,21	3
0,12	4	0,11	4	0,12	4	0,12	4	0,21	4
0,1	5	0,1	5	0,1	5	0,11	5	0,21	5
0,05	6	0,03	6	0,05	6	0,11	6	0,2	6

Майкене майының қышқыл санының өзгеруі туралы деректер 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2. Майкене майының қышқыл санының өзгеруі туралы мәліметтер

β-каротин қосылған майкене майы		α-токоферол қосылған майкене майы		аскорбин қышқыл қосылған майкене майы		үш антиоксиданттардың қоспалары		бақылау нысаны (қоспасыз)	
Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы
1,22	1	1,2	1	1,24	1	1,2	1	1,2	1
2,2	2	2,29	2	2,3	2	1,8	2	2,5	2
2,0	3	2,2	3	2,16	3	1,6	3	2,3	3
1,5	4	1,9	4	1,7	4	1,58	4	2,2	4
1,3	5	1,8	5	1,2	5	1,56	5	2,1	5
1,11	6	1,6	6	1,5	6	1,5	6	2,1	6

Күнбағыс майының қышқыл санының өзгеруі, майкене майының қышқыл санының өзгеру сипатымен бірдей болып келеді. Яғни, бірінші айда майкене майының қышқыл санының құндылықтарының өсуі байқалды, ал, екінші айдан бастап, қышқыл санының құндылықтары біртіндеп төмендей бастады. Бақылау тәжірибесінде қышқыл санының қорытынды мәні рұқсат етілген шектен жоғары, ал антиоксиданттардың қоспалары бар майкене майының талданатын үлгілерінің қышқыл санының қорытынды мәні, майкене майы үшін қышқыл саны құндылықтарының рұқсат етілген шегіне сай болды.

Зәйтүн майының қышқыл санының өзгеруі туралы деректер 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3. Зәйтүн майының қышқыл санының өзгеруі туралы мәліметтер

β-каротин қосылған зәйтүн майы		α-токоферол қосылған зәйтүн майы		аскорбин қышқыл қосылған зәйтүн майы		үш антиоксиданттардың қоспалары		бақылау нысаны (қоспасыз)	
Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Қышқыл саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы
0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1
1,5	2	1,6	2	1,6	2	1,4	2	1,8	2
1,3	3	1,58	3	1,4	3	1,2	3	1,6	3
1,2	4	1,5	4	1,3	4	1,18	4	1,4	4
1,1	5	1,4	5	1,2	5	1,12	5	1,2	5
1,0	6	1,2	6	1,0	6	1,0	6	1,1	6

• Химико-металлургические науки

Барлық тәжірибелерде, зәйтүн майы үшін, қышқыл санының қорытынды мәндері шектеуден аспады.

Қышқыл құнының өзгеру сипатын талдай отырып, құнбағыс және майкене майы үшін, ұсынылатын антиоксиданттар ішінен, α -токоферол, зәйтүн майы үшін β -каротин ең белсенді болды. Сондай-ақ, синергизм құбылысын растай отырып, антиоксиданттар қоспасы ең жоғары белсенділікті көрсетті.

Майлар құрамына кіретін май қышқылдарының қанықпаған дәрежесі, йод мәнімен сипатталады. Майларға арналған йод санының негізгі көрсеткіштерінің өзгеруі келесі кестелерде көрсетілген.

Кесте 4. Құнбағыс майының йод санының өзгеруі туралы мәліметтер

β -каротин қосылған құнбағыс майы		α -токоферол қосылған құнбағыс майы		аскорбин қышқылы қосылған құнбағыс майы		үш антиоксиданттардың қоспалары		бақылау нысаны (қоспасыз)	
Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы
140	1	140	1	140	1	140	1	140	1
137	2	139	2	132	2	140	2	130	2
130	3	138	3	130	3	139	3	120	3
128	4	136	4	128	4	138	4	92	4
110	5	135	5	124	5	138	5	80	5
96	6	132	6	122	6	138	6	74	6

Кесте 5. Майкене майының йод санының өзгеруі туралы мәліметтер

β -каротин қосылған майкене майы		α -токоферол қосылған майкене майы		аскорбин қышқылы қосылған майкене майы		үш антиоксиданттардың қоспалары		бақылау нысаны (қоспасыз)	
Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы
94	1	93	1	91	1	92	1	90	1
93	2	91	2	87	2	91	2	86	2
91	3	87	3	81	3	89	3	76	3
89	4	84	4	77	4	89	4	74	4
62	5	71	5	75	5	89	5	72	5
60	6	63	6	61	6	89	6	65	6

Кесте 6. Зәйтүн майының йод санының өзгеруі туралы мәліметтер

β -каротин қосылған зәйтүн майы		α -токоферол қосылған зәйтүн майы		аскорбин қышқылы қосылған зәйтүн майы		үш антиоксиданттардың қоспалары		бақылау нысаны (қоспасыз)	
Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы	Йод саны, мл КОН	Сақтау мерзімі, айы
165	1	164	1	166	1	168	1	165	1
152	2	159	2	155	2	152	2	149	2
138	3	121	3	141	3	148	3	132	3
110	4	109	4	129	4	146	4	116	4
91	5	93	5	101	5	146	5	98	5
85	6	83	6	81	6	145	6	81	6

Таңдалған үш антиоксиданттар ішінен, күнбағыс және кастор майы үшін ең тиімдісі - α -токоферол, зәйтүн майы үшін - β - каротин болды. Ең жоғары антиоксидант белсенділігі антиоксиданттар қоспасына сәйкес келеді.

Майлардағы пероксидтердің сандық анықтауы пероксид саны бойынша анықталады және қышқыл ортада калий йодидінен шыққан пероксидтермен йодты босату реакциясына негізделген. Пероксид саны майдың сақтау кезіндегі тұрақтылығын сипаттайды.

Антиоксиданттар әсеріндегі сынақ майларының пероксид санының өзгеруі 7-кестеде көрсетілген.

Кесте 7. Әр түрлі өсімдік майларының пероксидтік санының өзгеруі

Сақтау мерзімі	Пероксидтік саны, мл КОН								
	β -каротин қосылған күнбағыс майы	α -токоферол қосылған күнбағыс майы	аскорбин қышқылы қосылған күнбағыс майы	β -каротин қосылған майкене майы	α -токоферол қосылған майкене майы	аскорбин қышқылы қосылған майкене майы	β -каротин қосылған зәйтүн майы	α -токоферол қосылған зәйтүн майы	аскорбин қышқылы қосылған зәйтүн майы
1	6	6	6	5	5	5	12	12	12
2	11	10	9,5	10	9	9	16	17	16
3	10,6	9	9,4	9,6	8	9	15,8	16,4	15,8
4	10,2	9,6	9,3	9,4	7,8	8,2	15,6	16,2	15,6
5	10	9,4	9,2	9,2	7,6	7,9	15,2	16	15,4
6	9,8	8	9,2	8	7,4	7,4	14	15,6	15,2

Таңдалған үш антиоксиданттар ішінен, күнбағыс және кастор майы үшін ең тиімдісі - α -токоферол, зәйтүн майы үшін - β -каротин болды. Ең жоғары антиоксидант белсенділігі антиоксиданттар қоспасына сәйкес келеді.

Алынған деректерді талдай келе, біз, бірінші айдың ішінде барлық майлар үшін, физикалық және химиялық көрсеткіштерінің өзгеру сипатының бірдей болатынын растадық және майлардың жарамдылық көрсеткішінің өзгеруін көрсететін өсу мәндері, содан кейін олардың біртіндеп төмендеуі байқалады. Бұл бірінші айда антиоксиданттар реакцияға қабілетті болуы үшін тотығу өнімдерінің қажетті мөлшерін жинақтағанын көрсетеді. Бұл мәнге жеткен кезде антиоксиданттар белсендірілді, бұл анықталатын сандар көрсеткішінің төмендеуіне әкелді. Алынған мәліметтер, таңдалған антиоксиданттардан α -токоферолының өсімдік майлары үшін қолайлы екенін көрсетеді. Өсімдік майлары үшін, бұл антиоксиданттардың қоспасы одан да тиімді болып келді. Бұл нәтиже синергия құбылысымен, яғни антиоксиданттың тиімді жұмыс істеуі үшін, оны белсенді түрге аударатын қалпына келтіру агенттері болуы керектігімен түсіндіріледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2004. – 548 с.

[2] Диплок Э. Антиоксиданты, питание и здоровье. // Пища и пищевые добавки. Роль БАД в профилактике заболеваний. Под ред. Дж. Ренсли, Дж. Доннелли, Н. Рида. – М.: «Мир», 2004. – 312 с.

[3] Яшин Я.И., Рыжнев В. Ю., Яшин А. Я., Черноусова Н. И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека. - М.: Просвещение. 2005. – 253 с.

Хамитова Б.М., Тасыбаева Ш.Б., Серікұлы Ж.

Антиоксиданттық сипаттамасы биологиялық белсенді заттардың құрамындағы өсімдік майлары

Резюме. В статье рассмотрены вопросы влияния некоторых природных антиоксидантов как антиокислителей биологически активных веществ в растительных маслах. Объектом исследования служили три масла: подсолнечное, касторовое и льняное. В качестве антиоксидантов использовались: β -каротин, α -токоферол и аскорбиновая кислота, с концентрацией 1% (с учетом количества антиоксидантов в маслах).

Из представленных результатов следует, что кислотное и перекисное числа для растительных масел с использованием антиоксидантов остаются ниже допустимых значений из указанных стандартов по окончании

срока их хранения. В процессе хранения же кислотное число и перекисное для масел с использованием антиоксидантов нарастает медленнее, чем для тех же масел без антиоксидантов, т.к. при добавлении антиоксидантов появляются свободные радикалы, которые являются продуктами частичного окисления самих антиоксидантов. Окисленная форма антиоксидантов образует исходный фенол, который окисляясь, восстанавливает пероксидный радикал. При этом образуются гидроперекиси и прекращается цепная реакция окисления.

Таким образом, смесь антиоксидантов обеспечивают антиоксидантные свойства для растительных масел, предохраняют тем самым их от порчи и при этом почти в 2 раза увеличивают срок хранения.

Ключевые слова: антиоксиданты, биологически активные вещества, перекисное число, йодное число, промышленная, токоферол, явление синергизма.

Khamitova B., Tassybayeva Sh., Seriklyu Zh.

Antioxidant properties of biologically active substances in the composition of vegetable oils

Summary. The article considers the influence of some natural antioxidants as antioxidants of biologically active substances in vegetable oils. The object of research were three oils: sunflower, castor and linseed. As antioxidants were used: β -carotene, α -tocopherol and ascorbic acid, with a concentration of 1% (based on the number of antioxidants in the oils).

From the presented results, it follows that the acid and peroxide value for vegetable oils with antioxidants remain below the permissible values of the standards at the end of their shelf life. During storage the same acid number and peroxide for oils with antioxidants is growing more slowly than the same oils without antioxidants, because when you add antioxidants, free radicals appear, which are the products of partial oxidation of the antioxidants themselves. The oxidized form constitutes the source of the antioxidant phenol, which is oxidized, restores the peroxide radical. With the formation of hydro peroxides and stops the chain reaction of oxidation.

Thus, the blend of antioxidants provides antioxidant properties to oils, thereby protects them from damage and at the same time is almost 2 times increases the shelf life.

Keywords: antioxidants, biologically active substances, peroxide number, iodine number, industrial, tocopherol, the phenomenon of synergism.

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

<i>Байбатиа Ә.Б., Омарова Г.М., Қасенова А.Т.</i> КӨКҚИЯ АЛТЫН КЕНДІ АЛАҒЫНЫҢ БЕЛДЕМДІЛІГІ МЕН КЕНБАҚЫЛАУШЫ МЕТАСОМАТИТТЕРДІҢ МИНЕРАЛДЫҚ ҚҰРАМЫ.....	3
<i>Ақбасова А.Ж., Әбсейт А.С., Қойшиева Г.Ж., Байхамурова М.О., Әбдікәрім Г.Ғ.</i> АУЫР МЕТАЛДАРМЕН (Cd, Pb, Zn) ЛАСТАНҒАН СҰР ТОПЫРАҚТЫ ЖОҢЫШҚА ӨСІМДІГІМЕН ДЕТОКСИКАЦИЯЛАУ.....	8
<i>Шаутинов М.Р., Перегудов В.В., Байдиллаев Б.К., Акказина Н.Т.</i> ГЛАУКОНИТҚҰРАМДЫ ҚҰМДЫҚТАР – ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЕНСІЗ ПАЙДАЛЫ ҚАЗЫНДЫЛАРЫ.....	14
<i>Глеуберлина О.Б.</i> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӨҢІРЛЕРІНДЕГІ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ САНИТАРЛЫҚ- ЭПИДЕМИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	19
<i>Байбатиа Ә.Б., Сатибекова С.Б.</i> ҚАРАҒАНДЫ БАССЕЙНІ КӨМІР СВИТАЛАРЫНЫҢ ФАЦИАЛДЫ ТИПТЕРІ МЕН ЛИТОЛОГИЯЛЫҚ-ЖАРАТЫЛЫСТЫҚ ҚҰРАМЫ.....	24
<i>Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Сонгулов Е.Е., Көбей Ш.Д., Умбетбеков А.Т.</i> АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ АҚАБА СУЛАРЫНДАҒЫ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ 2015 ЖӘНЕ 2016 ЖЫЛДАРДАҒЫ ОРТАША ЖЫЛДЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ.....	30
<i>Воронова Н.В., Муканова Г.А., Оразбаев А.Е., Зубова О.А.</i> ЖАСЫЛ ШАТЫРЛАР- ҚАЛА ЭКОЛОГИЯСЫНЫҢ МӘСЕЛЕСІНІҢ ШЕШІМІ.....	35
<i>Маденова А.Ә, Абдрахманов М.К., Узбекғалиев Р.Х.</i> ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМНЫҢ САРАЛАНУЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ШҮ-САРЫСУ ТҮБЕГІНДЕГІ ЛИТОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	40

Техникалық ғылымдар

<i>Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабаишова Д.Е., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.</i> ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ҚАЛЫПТАСУ МЕХАНИЗМДЕРІ МЕН ИНТЕГРАЦИЯЛАУДЫҢ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	46
<i>Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабаишова Д.Е., Сағат Т.Қ., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.</i> САПА ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ НӘТИЖЕЛІЛІГІН БАҒАЛАУДАҒЫ САНДЫҚ ТӘСІЛДЕМЕЛЕР.....	52
<i>Сүлеев Д.К., Утепов Е.Б., Карменов К.К., Малғаждарова М.К.</i> АКУСТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ДІРІЛДЕУ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ АРҚЫЛЫ БОЛАТТАРДЫҢ ДЕМПФИРЛЕУ ҚАБІЛЕТІН АНЫҚТАУ.....	59
<i>Нысанбаева С.Е., Усатова О.А.</i> ДЕРЕКТЕР БАЗАСЫНДА АҚПАРАТТЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МӘСІЛДЕРІ.....	66
<i>Қаратай Ғ.М., Ыбырай А.М., Жанғазиев М.Б., Саитов А.Т.</i> МАГНИТТІК БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ НЕГІЗДЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ДАМУ КЕЗЕҢДЕРІ.....	70
<i>Ахмет Ғаний, Уй Ие, Қанажанов Ардақ, Пинг Ху.</i> ҮШНҮКТЕЛІ ИЛУ КЕЗІНДЕГІ КОРРИГИРЛЕНГЕН СЭНДВИЧ ПАНЕЛДЕРІНІҢ БЕРІКТІЛІГІН СЫНАУ.....	74
<i>Меирбекова О.Д.</i> ОҢТҮСТІК АЙМАҚТАРДАҒЫ КҮН КОЛЛЕКТОРЫНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН ЗЕРТТЕУДІҢ ЕСЕПТЕУ ӘДІСТЕРІ.....	82
<i>Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Нифонтов Ю.А., Надиров Р.К., Садырбаева А.С.</i> МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫН КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУ ҮШІН ҰШ ҚАБАТТЫ ҚАПТАМА ҚҰРАМЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	87
<i>Яскевич Т.В., Байматаева Ш.М.</i> ҚҰПИЯ СӨЗБЕН ҚОРҒАУДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ.....	95
<i>Черикбаева Л.Ш., Байсылбаева Қ.Д.</i> ӨЗГЕРМЕЛІ АРАҚАШЫҚТЫҚ МЕТРИКАСЫ НЕГІЗІНДЕГІ АЛГОРИТМДЕР.....	99
<i>Генбач А.А., Асанов А.П.</i> АСА ТИІМДІ БУ КОНДЕНСАЦИЯСЫМЕН ІСТЕЙТІН КАПИЛЛЯРЛЫҚ- КЕУЕКТІ КӨПІРШКІ ШАҢГАЗТҮТҚЫШ.....	104
<i>Мадьярова Г.А., Молдабеков Б.К., Бақытова М.Б.</i> БҰЛТТЫҚ ҚЫЗМЕТТЕРДІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ.....	107
<i>Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.</i> КЕУЕКТІ САЛҚЫНДАТУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ЖЫЛУДЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСІ МЕН ҚОЛДАНУ САЛАСЫ.....	113

<i>Кәдірбай Ж., Түсіпова Б., Абжанова Ш.</i>	
ЕТ ӨНІМДЕРІН ӨЗІРЛЕУДЕ ФЕРМЕНТТІК ПРЕПАРАТТАРДЫ ҚОЛДАНУ	119
<i>Нестеренкова Л.А., Нестеренков П. А.</i>	
ИЗОТЕРМИЯЛЫҚ ЕМЕС МҰНАЙ ҚҰБЫРЫ ЖҰМЫСЫНЫҢ БАҒАСЫН ОҒТАЙЛАНДЫРУ	123
<i>Нурсеитов Д.Б., Джамалов Д.К.</i>	
ІЛЕ ӨЗЕНІНІҢ АЛАБЫНЫҢ ЛАСТАНУ ТРАНСШЕКАРАЛЫ ТАСЫМАЛЫН МОДЕЛДЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ.....	130
<i>Жомартова Ш.А., Зиятбекова Г.З.</i>	
БӨГЕТТЕРДІҢ БҰЗЫЛУЫН АЛДЫН-АЛУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ ҮШІН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕНІ ӨЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕСІНІҢ СҰРАҚТАРЫ.....	136
<i>Найзабаева Л.Қ., Оразбеков Ж.Н., Нұржанов Ш., Сатымбеков М.Н. Туркен. Г.</i>	
КӘСІПОРЫННЫҢ ТАРАТЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ҚОРЫ ЖЕЛІЛЕРІН БАСҚАРУ ҮШІН КОРПОРАТИВТІК АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕ ҚҰРУ	139
<i>Қашағанова Г.Б., Калижанова А.У.</i>	
ТАЛШЫҚТЫ БРЭГТ ТОРЛАРЫ АРҚЫЛЫ ДИСПЕРСИЯНЫ КОМПЕНСАЦИЯЛАУ.....	147
<i>Ибрагимова С.В., Такенов С.А.</i>	
БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДІ ӨНДІРУДІҢ ЖАҢА ӨНЕРКӘСІПТІК ӘДІСТЕРІН ӨЗІРЛЕУДІҢ ӨЗЕКТІЛІГІ.....	151
<i>Козбағаров Р.А., Камзанов Н.С., Турсынбеков А.Е.</i>	
СКРЕПЕРДІҢ ПЫШАҚТЫ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚТЫ ҚАЗУ ТӘСІЛДЕРІ....	156
<i>Копнова О.Л.</i>	
БИЗНЕС-АНАЛИТИКА ЖӘНЕ ДЕРЕКТЕРДІ ӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ- АНЫҚТАМАЛЫҚ КЕҢІСТІКТЕГІ ТАЛДАУ ҮШІН.....	160
<i>Новашев М.С., Мессерле В.Е.</i>	
ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ МЕН ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІНІҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	164
<i>Жатқанбаев А.А.</i>	
ҚАУІПСІЗ СТЕГАНОГРАФИЯ ҚҰРЫЛЫМЫ ДИНИЦ ЕҢ ҮЛКЕН АҒЫН АЛГОРИТМІНЕ ҮШІН НЕГІЗДЕЛГЕН	171
<i>Оразбаев Б.Б., Ураков А.М., Мырзашева А.Н., Шаждекеева Н.К.</i>	
АНЫҚСЫЗ ЖАҒДАЙЛАРДА АТЫРАУ МӨЗ ЛГ-35-11/300-95 ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ	178
<i>Турарбек Ә.Т., Садыкова А.Б.</i>	
ҚАЗАҚСТАНДА ЖЕР СІЛКІНІСІ БОЛЖАМДАУ МЕН ТАЛДАУДЫҢ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....	184
<i>Картбаев Т.С., Калижанова А.У., Тольбаев Ш.Д., Досжанова А.А., Маликова Ф.У.</i>	
ТҮЛҒАНЫ АУТЕНТИФИКАЦИЯЛАУ ЖӘНЕ БЕЙНЕБАҚЫЛАУ ТАПСЫРМАЛАРЫНДА ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫ ЖЕЛІЛЕР АППАРАТЫН ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУДЫҢ БОЛАШАҒЫ	191
<i>Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Құмар А.</i>	
ТОПЫРАҚ ЖЫРТАТЫН ЖҰМЫС ОРГАНДАР ЖҮЗІНІҢ ӨТКІРЛІГІН БАҒАЛАУ ТУРАЛЫ.....	195
<i>Жанабаев Т.А., Қорғасбеков Д.Р.</i>	
ПНГ–1 АСПАБЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ТҰРАҚСЫЗ САЗ ҚАБАТТАРЫНАН АЛЫНҒАН КЕРНІНІҢ ІСІНУІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ЖАСАНДЫ КЕРН ДАЙЫНДАУ ӘДІСТЕМЕСІН ЖЕТІЛДІРУ	200
<i>Сеитов Қ.А., Садвақасов Е.Е.</i>	
АҚ КЕЛЕТ КӘСІПОРЫНЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІ.....	206
<i>Нағыман Н.Ж., Иембергенова А.Е., Келгенбаев Д.С., Алимкулова М.С.</i>	
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ 1 – ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛАҒЫНЫҢ ЭНЕРГОТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ЖЫЛУ СОҒЫЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫНЫ ҚОЛДАНУДЫ ЖОБАЛАУ.....	208
<i>Умирбекова А.С., Боранкулова А.С., Аскербай З.Б.</i>	
АШЫТҚЫСЫЗ ТАБИҒИ ӨЗДІГІНЕН АШЫТЫЛҒАН СҰЙЫҚ ҚАРА БИДАЙ АШЫМАЛЫН ДАЙЫНДАУ.....	212
<i>Сейтқұлов Е.Н., Ташатов Н.Н., Боранбаев С.Н., Воробьев В.И., Давыдов Г.В., Потапович А.В.</i>	
ТІЛ ТӘРІЗДЕС СИГНАЛДАРДЫ СИНТЕЗДЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚАЗАҚ ТІЛІ СӨЗДЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ БІРЛІКТЕР БАЗАСЫ.....	216
<i>Шырынбекова Б.Ж., Шукенова Г.А.</i>	
КЕНТАУ ЖЭО СУЫНЫҢ ДЕКАРБОНИЗАЦИЯЛАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	221
<i>Амандосова Г.Ж., Смагулова Ж.Н., Калыбекова А.А., Купельдеев А.А.</i>	
ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ҮШІН ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНЫҢ ОРБИТАСЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ.....	225
<i>Оспанова Ш. С., Нурмуханова А. З., Рахат Б., Турбекова А., Арыстан А., Турғынов М.</i>	
ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ ТАБИҒАТ РЕСУРСТАРЫН САҚТАУ ЖӘНЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУДЫҢ МАҢЫЗДЫ МӘСЕЛЕСІ РЕТІНДЕ	228
<i>Төлеуов Ғ., Исатаев М. С., Оралбаев А. Б., Артықбаева А., Алтайқызы М., Асильбекова Ш.</i>	
ШЫҒАР ҚИМАСЫ КВАДРАТ ФОРМАЛЫ СОПЛОДАН АҒЫП ШЫҒАТЫН ЕРКІН ТУРБУЛЕНТТІ АҒЫНШАНЫ ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ.....	233

<i>Имансакипова Н.Б., Иргибаетов Т.И.</i>	
МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЖҮКТЕМЕЛЕРІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ТАЛДАУ.....	242
<i>Ибраимқұлов А.Е., Орынтаева Ж.А.</i>	
СӨЙЛЕУШІНИ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ТАҢУ ЖӘНЕ ДАУЫС АРҚЫЛЫ ЖЕКЕШЕЛЕНДІРІП СӘЙКЕСТЕНДІРУ ЖҮЙЕСІНІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ.....	247
<i>Генбач А.А., Галиев Р.А.</i>	
КАПИЛЛЯРЛЫ КЕУЕКТИ БАҚЫЛАНАТЫН ЖЫЛУ АЛМАСТЫРҒЫШ ЖӘНЕ ШАҢСОРҒЫШТАР.....	253
<i>Шәтқин А.А., Кегенбеков Ж.Қ., Гармаш О.В.</i>	
ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАСҚАРУ КЕЗІНДЕ ЛОГИСТИКА СААТИ ИЕРАРХИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ.....	257
<i>Тулесенова М.А., Қуанышбеков Т.Қ., Гусейнов Н.Р., Ильин А.М.</i>	
АЗ ҚАБАТТЫ ГРАФЕН НАНОҚҰРЫЛЫМДАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ МЫС БЕТІН ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУ.....	262
<i>Асқарбеков Е.Б., Байғазиева Г.И., Кекибаева А.К.</i>	
ҚОНАҚ ЖҮГЕРІ ШӘРБӘТІН АШЫТУ КЕЗІНДЕГІ ЭТАНОЛ ЖИНАҚТАЛУЫНДА АШЫТҚЫ МӨЛШЕРІНІҢ ӘСЕРІ.....	267
<i>Диханбаева Ф.Т.Абжанова Ш.А., Сыздықова Л.С., Рскелдиев Б.А. Сапарәлі Н., Хажимукан А</i>	
ГЕРОДИЕТАЛЫҚ ТАМАҚТАНУҒА АРНАЛҒАН ЕТ ӨНІМДЕРІНІҢ АССОРТИМЕНТІН КЕҢЕЙТУ	272
<i>Болезенова С., Оспанова Ш., Рахат Б., Арыстан А., Турбекова А., Турғынов М.</i>	
СҮЙІК КӨМІРСУТЕКТИ ОТЫҢДАРДЫҢ ТАМШЫЛАРЫНЫҢ БӨЛІНУ, ДИСПЕРСИЯ ЖӘНЕ БУЛАНУ ПРОЦЕСТЕРІН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	277
<i>Дуаметұлы Б., Қалауов Б.П.</i>	
ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ИНДУКЦИЯ ҚҰБЫЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ.....	283
<i>Әшірбаев Н.Қ., Әшірбаева Ж.Н., Нұрмағанбетова Ж.А., Алтынбеков Ш.Е., Иманбетова А.Б.</i>	
СЕРПІМДІ БІРТІРЕКТІ КОНСТРУКЦИЯДАҒЫ ЕКІӨЛШЕМДІ СТАЦИОНАР ЕМЕС ЕСЕПТІ САНДЫҚ МОДЕЛДЕУ.....	290
<i>Мұрадов А.Д., Қырықбаева Ә.А.</i>	
«Полиимид - $YBa_2Cu_3O_{6,7}$ » ЖҮЙЕСІНІҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТӨМЕНГІ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ КҮЙДІРУДІҢ ӘСЕРІ	295
<i>Матеева А. Е., Уажанова Р. У., Шахов С. В., Куцова А. Е., Алехина А. В.</i>	
БАЛЫҚ САҚТАУ ПРОЦЕСІНДЕ БҰЛШЫҚ ЕТ УЛЬТРАСТРУКТУРАСЫ	299
<i>Абдукаримов Т.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.</i>	
ПНЕВМОЖЕТЕК БАЯУ ҚОЗҒАЛЫСТЫ ЖАБДЫҚТАРДЫҢ МӘСЕЛЕСІН ШЕШУШІ РЕТІНДЕ	306
<i>Үмбетбеков А.Т., Оразбаев А.Е., Бергенева Н.С., Мажит Ж.Б.</i>	
ЕЛІМІЗДІҢ АЙМАҚТАРЫНДА КҮН ЭЛЕКТРСТАНЦИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУДЫҢ МҮМКІНШІЛІГІН ЖӘНЕ ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	313
<i>Абдрахманов И.О., Утемжарова Н.Т., Ауесханова С.М.</i>	
ЗАМАНАУИ ЖЭС ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	317
<i>Абдрахманов И.О., Утемжарова Н.Т., Ауесханова С.М.</i>	
ТӨМЕНГІ ҚУАТТЫ ЖЕЛ ҚОНДЫРЫҒЫСЫНА АРНАЛҒАН ИНВЕРТОРДЫ ЖАСАУ.....	322
<i>Темьрканова Э. К., Сериков Э. А.</i>	
ЖЫЛЫТУ МАУСЫМЫ КЕЗІНДЕГІ АЗОТ ОКСИДІНІҢ БӨЛІНУІН ТАЛДАУ.....	327
<i>Воронова Н.В., Мұқанова Г.А., Колумбаева С.Ж. Таныбаева А.К.</i>	
СТУДЕНТТЕРГЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПӘНДЕРДІ ОҚЫТУ КЕЗІНДЕ ЖОБАЛЫҚ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ	331
<i>Нұрабаева Л.С.</i>	
ОҚУШЫЛАРҒА ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БІЛІМ МЕН ТӘРБИЕ БЕРУДІҢ ӨЛКЕТАНУЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ... ..	336
<i>Айтчанов Б.Х., Бапиев И.М., Терейковский И.А., Терейковская Л.А., Корченко А.А.</i>	
АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ЖЕЛІ РЕСУРСТАРЫНА ШАБУЛУЫНА ҚАРСЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІНІҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ.....	340
<i>Утепов Е.Б., Карменов К.К., Малгаждарова М.К., Абуова Р.Ж.</i>	
ДЫБЫС ДЕНГЕЙІНІҢ ДЫБЫСТЫ ӨШІРУ ЖЫЛДАМДЫҒЫМЕН, СЕРПІМДІ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ МЕНШІКТІ ЭЛЕКТР КЕДЕРГІСІМЕН БАЙЛАНЫСЫ.....	345
<i>Утепов Е.Б., Карипбаев С.Ж., Малгаждарова М.К., Беркинбаева А.С.</i>	
ХРОМ-НИКЕЛЬДІ БОЛАТТАРДЫҢ ДИССИПАТИВТІ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ.....	350
<i>Жубатканова А.Н. Телков Ш.А.</i>	
ТҰНДЫРУ ПРОЦЕСС АРҚЫЛЫ КЛИНКЕРДІ БАЙЫТУ.....	356
<i>Темьрканова Э.К.</i>	
ҰНТАҚТЫ КӨМІР ҚАЗАНДЫҒЫНАН ШЫҒАТЫН УЛЫ ЗАТТАРДЫҢ ЭМИССИЯСЫНА ТАЛДАУ	358

<i>Ұзақов Я. М., Абжанова Ш. А., Іліясова Н., Макангали К. К.</i>	
ТАБИҒИ БИОКОРРЕКТОР ҚОЛДАНЫП СИБЫР ЕТІНЕН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМ ЖАСАУ ҮШІН ТҰЗДЫҚ ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	362
<i>Сакибаева С.А., Суйгенбаева А.Ж., Жантасова У.С., Оразымбетова А.О., Жунисбекова Д.А., Мекемов А.М.</i>	
РЕЗИҢКЕЛЕР АДГЕЗИЯСЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗ ПРОМОТОРЛАРЫ.....	369
<i>Оразбаев Б.Б., Асанова Б.У., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т.</i>	
БКҚ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН КӨПКРИТЕРИЙЛІ ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ЕСЕПТЕРІН ФОРМАЛИЗАЦИЯЛАУ МЕН ҚОЮ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ШЕШІ ТӘСІЛДЕМЕЛЕРІ.....	373
<i>Мухамеджанов К.Х.</i>	
НАССР САПА ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ АЛДЫНДАҒЫ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖҮЙЕСІН ТАЛДАУ.....	379
<i>Сейітқазиев Ә.С., Елюбаев С.З., Жапарова С.Б., Шилибек К.К.</i>	
ЫЗА СУЫ БЕТІНДЕГІ БУЛАНУДАҒЫ ТҰЗДЫҢ МӨЛШЕРІ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚТЫҢ ҚАУІПТІЛІК ДЕҢГЕЙІН АНЫҚТАУ.....	385
<i>Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О., Тұрдалыұлы М.</i>	
СӨЙЛЕУЛЕРДІ ТАҢУ ҮДЕРІСІНДЕ MFCC АЛГОРИТМІН ҚОЛДАНУ.....	389
<i>Бегимбетова Х.А.</i>	
ЖҰҚА ПЛЕНКАЛЫ ТРАНЗИСТОРЛЫ-СҰЙЫҚ КРИСТАЛДЫ ДИСПЛЕЙ (ЖПТ-СКД) ИНДУСТРИЯСЫНДА КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫН АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ КРОСС-ГЕНЕРАТОРЛЫҚ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ.....	392
<i>Біліева Д.Н.</i>	
КЕУЕК-СЕРПІМДІЛІКТІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІҢ САЛАСЫНДАҒЫ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ШОЛУЫ.....	400
<i>Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Жунуспеков Д.С.</i>	
ЫСТЫҚ ОРАЛҒАН ОРАМДАРДЫ ТАСЫМАЛДАУҒА АРНАЛҒАН КОНВЕЙЕР ШЫНЖЫРЫНЫҢ КҮШЕЙТІЛГЕН ТІЗБЕГІНІҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	406
<i>Кайрбаева А.Е., Василенко В.Н., Джингилбаев С.С., Тлевлесова Д.А., Копылов М.В.</i>	
ҚАУЫН ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	413
<i>Поветкин В.В., Алтынов Ж.Л., Нурымов Е.К., Букаева А.З.</i>	
САҢЫЛАУЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫ КЕСУГЕ АРНАЛҒАН МАШИНАНЫҢ КИНЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ КОНСТРУКТИВТІК ПА-РАМЕТРЛЕРІНІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕМЕСІ.....	420
<i>Витулёва Е.С., С.Т. Байпақбаева, И.Э. Сулейменов</i>	
ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТТІ ГЕЛЬ НЕГІЗІНДЕ ЖАСАЛҒАН СЕЗІМТАЛДЫҒЫН БАСҚАРА АЛАТЫН ТЕЛЕМЕДИЦИНАЛЫҚ ЖҮЙ-ЕЛЕРДЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН СЕНСОРЛАР.....	424
<i>Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Беркутбаева Р.А., Куандықова А.А., Шалбулов Ш.Ж.</i>	
ЖЭО-ДАҒЫ МАЗУТТЫ ЖАҒУ.....	429
<i>Боранкулова А.С., Умирбекова А.С., Аскербай З.Б.</i>	
СҮТ ҚЫШҚЫЛДЫ СУСЫННЫҢ САПАСЫНА БИДАЙ ҮЛПЕКТЕРІНІҢ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	433
<i>Исабек Н.Е., Мухадиев А.М.</i>	
ТҮНГІ ҚАЛАНЫ ЖАРЫҚПЕН БЕЗЕНДІРУДЕГІ ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	437
<i>Нұрғажықызы Д., Тұрғанбаева А.Р.</i>	
ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ИННОВАЦИЯЛЫ ВЕБ-ДИЗАЙН СТИЛЬДЕРІ.....	441
<i>Калимуллин Р.З., Куракбаева С.Д., Жунисбекова Д.А.</i>	
МАШИНА ЖАСАУ САЛАСЫНДА АТ-НЫҢ ҚОЛДАУЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНЕ ШОЛУ.....	445
<i>Глуценко Т. И., Бедыч Т.В.</i>	
ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНДА КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫН ҚОЛДАНУ НЕГІЗДЕМЕСІ.....	448
<i>Машеков С.А., Тусупкалиева Э. А., Уразбаева Р.Е.</i>	
БЕС ҚАПАСТЫ БОЙЛЫҚ СЫНАЛЫ ОРНАҚТА ЖҰҚА ЖОЛАҚТАРДЫ ИЛЕМДЕГЕН КЕЗДЕ ПШІНБЫЛІКТЕРДІҢ ИЛУІН ИМИТАЦИЯЛЫ МОДЕЛЬДЕУ.....	454
<i>Жубатканова А.Н., Телков Ш.А.</i>	
ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ БАЙЫТЫЛУШЫЛЫҚҚА КЛИНКЕР ЖӘНЕ ОҢТАЙЛЫ ӨЛШЕМДЕРІН АЙҚЫНДАУ, ОНЫ БАЙЫТУ.....	459

Физика-математика ғылымдары

<i>Дробышев А., Алдияров А., Ақтаев Д., Жексен Ұ.</i>	
МЕТАННЫҢ КРИОВАКУУМДЫҚ КОНДЕНСАТТАРЫНДАҒЫ СПИН-ЯДРОЛЫҚ ТҮРЛЕНУЛЕРДІ ИҚ-СПЕКТРОМЕТРЛІК ЗЕРТТЕУ.....	463
<i>Сандыбаев Е.Е., Мурадов А.Д.</i>	
ПОЛИИМИДТІ КОМПОЗИЦИОНДЫ ҚАБЫҚШАЛАРДЫҢ БЕТТІК ҚҰРЫЛЫМЫН АТОМДЫҚ КҮШТІК МИКРОСКОПИЯ ӘДІСІМЕН ТАЛДАУ.....	468

<i>Мұстафин М.А.</i> ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ САЛУҒА ЕСЕП ӘДІСІ А.П.КИСЕЛЕВ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ.....	471
<i>Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.</i> СИММЕТРИЯЛЫҚ ШИФРЛЕУДІ МВЕС ПЛАТФОРМАСЫНДА ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ	473
<i>Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.</i> КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ КІТАПХАНАЛАРДЫ ДАМЫТУ ҮШІН BLE NANO КІТ МИКРОКОНТРОЛЛЕРДІ ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ.....	477
<i>Қадырбаева Ж.М., Абдулла Ж.С.</i> ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІ ШЕШУДЕ MAPLE ПРОГРАММАЛЫҚ ПАКЕТІН ҚОЛДАНУ.....	482
<i>Дробышев А., Алдияров А., Ақтаев Д., Жексен Ұ.</i> CH ₄ +H ₂ O ҚОСПАСЫНЫҢ КРИОКОНДЕНСАТТАРЫНЫҢ ҮЛДІРЛЕРІН ИҚ-СПЕКТРОМЕТРЛІК ЗЕРТТЕУ.....	486
<i>Қадырбаева Ж.М., Мырзахмет Д.К.</i> ЖӘЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН КӨПНҮКТЕЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТІ ШЕШУДІҢ САНДЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРЫЛУЫ.....	495
<i>Мұстафин М.А.</i> ҚАТАРЛАР ЖАЙЛЫ В.П.ЕРМАКОВТЫҢ ТЕОРЕМАСЫ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ТАЛДАУДАҒЫ МАҢЫЗЫ.....	502
<i>Накысбеков Ж.Т., Буранбаев М.Ж., Габдуллин М.Т., Айтжанов М.Б., Суюндықова Г.С., Досеке У.</i> МЫС НАНОҰНТАҒЫНЫҢ РЕНТГЕНҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАЛДАУЫ.....	503
<i>Тастанбек Н.Е.</i> ЖЕР СТАНЦИЯСЫНА АРНАЛҒАН L-ДИАПАЗОНДЫ АНАЛОГТЫҚ ҚАБЫЛДАҒЫШТЫ ADS ПРОГРАММАЛЫҚ ЖАБДЫҒЫ АРҚЫЛЫ ҚҰРАСТЫРУ.....	510
<i>Маусымбекова С.Д., Кан К., Тенизбай Р.</i> АТМОСФЕРАДА ЗИЯНДЫ ГАЗДАРДЫҢ ТАРАЛУЫНА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ СТРАТИФИКАЦИЯНЫҢ ӘСЕРІН САНДЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	519
<i>Кадирбаева Ж.М. Утегенова А.А.</i> ЕКІНШІ РЕТТІ ЖӘЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ҮШІН СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ШЕТТІК ЕСЕПТІ ШЕШУДІҢ САНДЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРЫЛУЫ.....	526
<i>Алдабергенова Т.М., Кислицин С.Б.,</i> ТОЗАҢДАТУ КОЭФФИЦИЕНТІ ЖӘНЕ 100 КЭВ ЭНЕРГИЯЛЫ АРГОН ИОНДАРЫМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН ГРАФИТ БЕТІНІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ.....	533
<i>Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Сауранбаева А.</i> КЕШЕНДІ ҚАТТЫЛЫҚТЫҢ АЙНЫМАЛЫ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІ БАР ТІЗБЕКТІК ҮШӨЛШЕМДІ ЖҮЙЕНІҢ ІШКІ ЭКВИВАЛЕНТТІ ҚАБАТЫН БҮГІЛУ.....	540
<i>Божанов Е.Т., Енсебаева М.З., Дадаева А.Н.</i> МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН БАҚЫРАЙТУДЫ ТУРАЛЫ ТІЗБЕКТІ ДВУХМАССОВОЙ ҚАТЫСТЫ ЖҮЙЕСІН ТАСЫМАЛДАУҒА МҰНАЙ ҚОСПАЛАРЫ.....	550
<i>Айтқазина Ә.А., Бейсенбекова Г.Ж., Салимханова А.С.</i> ОНЛАЙН ОҚЫТУ КУРСТАРЫН ДАЙЫНДАУДЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІ.....	555
<i>Саитов А.Т., Әзимханова М.Т.</i> GEOPORTAL ҚҰРУДЫҢ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ESRI GEOPORTAL SERVER-Н БАПТАУ.....	561

Химия-металлургия ғылымдары

<i>Төрепашқызы Б.Т. Бергенжанова Г.Р., Беркутбаева Р.А., Қуандықова А.А., Шалбулов Ш.Ж.</i> ЖЭО-ДАҒЫ МАЗУТТЫ ЖАҒУ.....	569
<i>Жантасов Қ.Т., Зұлхұхар Ж.Т., Шалатаев С.Ш., Әбдікерімова Ұ.Б.</i> ИМИНОДИАЦЕТОНИТРИЛДІ ӨНДІРУДІҢ ЗАМАНАУИ ЖАҒДАЙЫ.....	573
<i>Сапарбай Ш.К., Мендыбаев Т.М.</i> ТЕМІР-БОРИД ҚОРЫТПАСЫН ПАЙДАЛАНЫП МАШИНА БӨЛШЕКТЕРІН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ.....	578
<i>Хамитова Б.М., Тасыбаева Ш.Б., Серікұлы Ж.</i> ӨСІМДІК МАЙЛАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТЫҢ АНТИОКСИДАНТТЫҚ ӘСЕРІ.....	582

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

<i>Байбатшиа Ә.Б., Омарова Г.М., Қасенова А.Т.</i> ЗОНАЛЬНОСТЬ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ МЕТАСОМАТИТОВ ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ КОККИЯ	3
<i>Ақбасова А.Д., Абсейт А.С., Койшиева Г.Ж., Байхамурова М.О., Абдиқарим Г.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ И НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (CD, PB, ZN) В СИСТЕМЕ СЕРОЗЕМНЫХ РАСТЕНИЙ.....	8
<i>Шаутинов М.Р., Перегудов В.В., Байдиллаев Б.К., Акказина Н.Т.</i> ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИЕ ПЕСКИ – НЕРУДНОЕ ПОЛЕЗНОЕ ИСКОПАЕМОЕ КАЗАХСТАНА <i>Тлеуберлина О. Б.</i>	14
АНАЛИЗ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	19
<i>Байбатшиа Ә.Б., Сатибекова С.Б.</i> ФАЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ И ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГОЛЬНЫХ СВИТ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА.....	24
<i>Оразбаев А.Е., Танабекова Г.Б., Сонгулов Е.Е., Көбей Ш.Д., Умбетбеков А.Т.</i> СРЕДНЕГОДОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ГОРОДА АЛМАТЫ ЗА 2015 И 2016 ГОДЫ.....	30
<i>Воронова Н.В., Муканова Г.А., Оразбаев А.Е., Зубова О.А.</i> ЗЕЛЕННЫЕ КРЫШИ – РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ ГОРОДА.....	35
<i>Маденова А.Ә, Абдрахманов М.К., Узбекғалиев Р.Х.</i> ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРЕЗА ЧУ-САРЫСУЙСКОЙ ВПАДИНЫ С УЧЕТОМ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ.....	40
Технические науки	
<i>Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабашова Д.Е., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.</i> МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ.....	46
<i>Мухаева С.К., Есентай А.М., Бабашова Д.Е., Сағат Т.К., Ермаханбетова М.Е., Омарова Ж.Б.</i> МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ.....	52
<i>Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Карменов К.К., Малгаждарова М.К.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕМПФИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТАЛЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ АКУСТИЧЕСКИХ И ВИБРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ.....	59
<i>Нысанбаева С.Е., Усатова О.А.</i> СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В БАЗАХ ДАННЫХ	66
<i>Қаратай Ғ.М., Ыбырай А.М., Жанғазиев М.Б., Саитов А.Т.</i> ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И ОСНОВЫ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....	70
<i>Ахмет Ганий, Уй Ие, Қанажанов Ардақ, Пинг Ху.</i> ТРЕХТОЧЕЧНЫЙ ИЗГИБ СКЛЕЕННОЙ КОРРИГИРОВАННОЙ СЭНДВИЧ ПАНЕЛИ.....	74
<i>Меирбекова О.Д.</i> МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ.....	82
<i>Надиров К.С., Сақыбаев Б.А., Нифонтов Ю.А., Надиров Р.К., Садырбаева А.С.</i> ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ТРЕХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕФТЕПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ.....	87
<i>Яскевич Т.В., Байматаева Ш.М.</i> К ОРГАНИЗАЦИИ ПАРОЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ.....	95
<i>Черикбаева Л.Ш., Байсылбаева Қ.Д.</i> АЛГОРИТМЫ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ МЕТРИК РАССТОЯНИЙ	99
<i>Генбач А.А., Асанов А.П.</i> ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ КАПИЛЛЯРНО- ПОРИСТЫЙ ПЕННЫЙ ПЫЛЕГАЗОУЛОВИТЕЛЬ С КОНДЕНСАЦИЕЙ ПАРА.....	104
<i>Мадьярова Г.А., Молдабеков Б.К., Бақытова М.Б.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ.....	107
<i>Генбач А.А., Бондарцев Д.Ю.</i> ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ТЕПЛООБМЕН В ПОРИСТЫХ СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК.....	113
<i>Кәдірбай Ж., Төсүпова Б., Абжанова Ш.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ.....	119

<i>Нестеренкова Л.А., Нестеренков П. А.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ РАБОТЫ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НЕФТЕПРОВОДА.....	123
<i>Нурсеитов Д.Б., Джамалов Д.К.</i>	
РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИЛИ.....	130
<i>Джомартова Ш.А., Зиятбекова Г.З.</i>	
К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОРЫВА ДАМБ.....	136
<i>Найзабаева Л., Оразбеков Ж.Н., Нуржанов Ш., Сатымбеков М.Н. Туркен. Г.</i>	
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ БАЗА ДАННЫХ ДЛЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	139
<i>Кашиганова Г.Б., Калижанова А.У.</i>	
КОМПЕНСАЦИЯ ДИСПЕРСИИ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК БРЭГГА.....	147
<i>Ибрагимова С.В., Есимханов С.Б., Такенов С.А.</i>	
АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ	151
<i>Козбагаров Р.А., Камзанов Н.С., Турсынбеков А.Е.</i>	
КОНСТРУКЦИЯ НОЖЕВЫХ СИСТЕМ СКРЕПЕРА И СПОСОБЫ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА.....	156
<i>Копнова О.Л.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ БИЗНЕС АНАЛИТИКИ И DATA MINING ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ВУЗА.....	160
<i>Новашев М.С., Мессерле В.Е.</i>	
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ.....	164
<i>Жатқанбаев А.А.</i>	
БЕЗОПАСНАЯ СХЕМА СТЕГАНОГРАФИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ДИНИЦА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА.....	171
<i>Оразбаев Б.Б., Ураков А.М., Мырзаешева А.Н., Шаждекеева Н.К.</i>	
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РЕАКТОРОВ РИФОРМИНГА УСТАНОВКИ ЛГ-35-11/300-95 АТЫРАУСКОГО НПЗ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	178
<i>Турарбек А.Т., Садыкова А.Б.</i>	
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ.....	184
<i>Картбаев Т.С., Калижанова А.У., Тольбаев Ш.Д., Досжанова А.А., Маликова Ф.У.</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ АУТЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ И ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ	191
<i>Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Кұмар А.</i>	
ВЛИЯНИЕ ОСТРОТЫ ЛЕЗВИЙ НА АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ПОЧВОРЕЖУЩИХ МАШИН.....	195
<i>Жанабаев Т.А., Коргасбеков Д.Р.</i>	
УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА ИСКУССТВЕННОГО КЕРНА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НАБУХАНИЯ КЕРНА ИЗ СЛОИСТЫХ НЕУСТОЙЧИВЫХ ПОРОД ПРИ ПОМОЩИ ПРИБОРА ПНГ-1.....	200
<i>Сеитов К.А., Садвакасов Е.Е.</i>	
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА АО КЕЛЕТ.....	206
<i>Нагьман Н.Ж., Иембергенова А.Е., Келгенбаев Д.С., Алимкулова М.С.</i>	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ-1 ГОРОДА АЛМАТЫ.....	208
<i>Умирбекова А.С., Боранкулова А.С., Аскербай З.</i>	
ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРИРОДНОЙ ЖИДКОЙ РЖАНОЙ ЗАКВАСКИ БЕЗ ДРОЖЖЕЙ.....	212
<i>Сейткулов Е.Н., Ташатов Н.Н., Боранбаев С.Н., Воробьев В.И., Давыдов Г.В., Потапович А.В.</i>	
БАЗА СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ РЕЧИ КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ СИНТЕЗА РЕЧЕПОДОБНЫХ СИГНАЛОВ.....	216
<i>Шырынбекова Б.Ж., Шукенова Г.А.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ВОДЫ НА КЕНТАУСКОЙ ТЭЦ	221
<i>Амандосова Г.Ж., Смагулова Ж.Н., Калыбекова А.А., Купельдеев А.А.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРБИТЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....	225
<i>Оспанова Ш. С., Нурмуханова А. З., Рахат Б., Турбекова А., Арыстан А., Тургынов М.</i>	
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ КАК ВАЖНАЯ ЗАДАЧА ПО СОХРАНЕНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	228

<i>Төлеуов Ғ., Исатаев М. С., Оралбаев А. Б., Артықбаева А., Алтайқызы М., Асылбекова Ш.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНОЙ ТУРБУЛЕНТНОЙ СТРУИ, ВЫТЕКАЮЩЕЙ ИЗ СОПЛА С КВАДРАТНЫМ СЕЧЕНИЕМ	233
<i>Имансакипова Н.Б., Иргибает Т.И.</i> АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НЕФТЕПРОВОДОВ ...	242
<i>Ибраимкулов А.Е., Орынтаева Ж.А.</i> АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ГОВОРЯЩЕГО И КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО ГОЛОСУ	247
<i>Генбач А.А., Галиев Р.А.</i> ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПЫЛЕГАЗОУЛОВИТЕЛИ.....	253
<i>Щёткин А.А., Ж.К. Кегенбеков, Гармаш О.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ СААТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ В ЛОГИСТИКЕ	257
<i>Тулегенова М.А., Қуанышбеков Т.Қ., Гусейнов Н.Р., Ильин А.М.</i> ЗАЩИТА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ МАЛОСЛОЙНЫХ ГРАФЕНОВЫХ НАНОСТРУКТУР.....	262
<i>Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К.</i> ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ДРОЖЖЕЙ НА ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ЭТАНОЛА ПРИ СБРАЖИВАНИИ СИРОПА САХАРНОГО СОРГО.....	267
<i>Диханбаева Ф.Т., Абжанова Ш.А. Сыздыкова Л.С. Рскелдиев Б.А. Сапарали Н. Хажимукан А.</i> РАСШИРЕНИЕ АССОРТИМЕНТА МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ГЕРОДИНТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	272
<i>Болегенова С., Оспанова Ш., Рахат Б., Арыстан А., Турбекова А., Тургынов М.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПАДА, ДИСПЕРСИИ И ИСПАРЕНИЯ КАПЕЛЬ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ.....	277
<i>Дуаметұлы Б., Калауов Б.П.</i> ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ.....	283
<i>Аширбаев Н.К., Аширбаева Ж.Н., Нурмаганбетова Ж.А., Алтынбеков Ш.Е., Иманбетова А.Б.</i> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗАДАЧ В УПРУГОЙ ОДНООПОРНОЙ КОНСТРУКЦИИ.....	290
<i>Мурадов А.Д., Қырықбаева А.А.</i> ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОТЖИГА НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ «ПОЛИИМИД - $YBa_2Cu_3O_{6,7}$ »	295
<i>Матеева А.Е., Уажанова Р.У., Шахов С.В., Куцова А.Е., Алехина А.В.</i> УЛЬТРАСТРУКТУРА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ.....	299
<i>Абдукаримов Т.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.</i> ПНЕВМОПРИВОД КАК РЕШЕНИЕ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ТИХОХОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	306
<i>Умбетбеков А.Т., Мажит Ж.Б., Оразбаев А.Е., Бергенева Н.С.</i> ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РЕГИОНАХ СТРАНЫ.....	313
<i>Абдрахманов И.О., Утемжарова Н.Т., Ауесханова С.М.,</i> СОВРЕМЕННЫЕ ВЭС И ОСОБЕННОСТИ ИХ КОНСТРУКЦИИ.....	317
<i>Абдрахманов И.О., Утемжарова Н.Т., Ауесханова С.М.</i> РАЗРАБОТКА ИНВЕРТОРА ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ.....	322
<i>Темырканова Э.К., Сериков Э.А.</i> АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ОКСИДА АЗОТА В ПЕРИОД ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА.....	327
<i>Воронова Н.В., Муқанова Г.А., Колумбаева С.Ж. Таныбаева А.К.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНОГО МЕТОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ.....	331
<i>Нурабаева Л.С.</i> КРАЕВЕДЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ УЧАЩИХСЯ	336
<i>Айтчанов Б.Х., Батиев И.М., Терейковский И.А., Терейковская Л.А., Корченко А.А.</i> НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ АТАКАМ НА СЕТЕВЫЕ РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	340
<i>Утепов Е.Б., Карменов К.К., Малгаждарова М.К., Абуова Р.Ж.</i> СВЯЗЬ УРОВНЕЙ ЗВУКОВ СО СКОРОСТЬЮ ЗАТУХАНИЯ ЗВУКА, УПРУГИМИ СВОЙСТВАМИ И УДЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ	345
<i>Утепов Е.Б., Карипбаев С.Ж., Малгаждарова М.К., Беркинбаева А.С.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИССИПАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ СТАЛЕЙ	350

<i>Жубатканова А.Н., Телков Ш.А.</i>	
ОБОГАЩЕНИЕ КЛИНКЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕССА ОТСАДКИ.....	356
<i>Темырканова Э.К.</i>	
АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО КОТЛА.....	358
<i>Ұзақов Я. М., Абжанова Ш. А., Гілясова Н., Макангали К. К.</i>	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАССОЛА В ПРОИЗВОДСТВЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГОВЯДИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОКОРРЕГИРУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ.....	362
<i>Сакибаева С.А., Суйгенбаева А.Ж., Жантасова У.С., Оразымбетова А.О., Жунисбекова Д.А., Мекемов А.М.</i>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ БЕЗОПАСНЫЕ ПРОМОТОРЫ АДГЕЗИИ РЕЗИН	369
<i>Оразбаев Б.Б., Асанова Б.У., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т.</i>	
ФОРМАЛИЗАЦИЯ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УЗК И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ.....	373
<i>Мухамеджанов К.Х.</i>	
АНАЛИЗ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДО ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ХАССП.....	379
<i>Сейтказиев А.С., Елюбаев С.З., Жапарова С.Б., Шилибек К.К.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СОЛЕЙ ОТ ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТОВЫХ ВОД И УРОВНИ ОПАСНОСТИ ПОЧВОГРУНТА.....	385
<i>Мамырбаев О.Ж., Мекебаев Н.О., Тұрдалыұлы М.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМ МФСС В ПРОЦЕССЕ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ.....	389
<i>Бегимбетова Х.А.</i>	
ВНЕДРЕНИЕ КРОСС-ГЕНЕРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ИНДУСТРИЮ ПЛЕНОЧНОГО ТРАНЗИСТОРНО-ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИСПЛЕЯ.....	392
<i>Блиева Д.Н.</i>	
ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ПОРОУПРУГОСТИ.....	400
<i>Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Жунуспеков Д.С.</i>	
РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСИЛЕННОГО ЗВЕНА ЦЕПИ КОНВЕЙЕРА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРЯЧЕКАТАННЫХ РУЛОНОВ.....	406
<i>Кайрбаева А.Е., Василенко В.Н., Джингилбаев С.С., Тлевлесова Д.А., Копылов М.В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ДЫНИ.....	413
<i>Поветкин В.В., Алтынов Ж.Л., Нурымов Е.К., Букаева А.З.</i>	
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАШИНЫ ДЛЯ РЕЗКИ ЩЕЛЕВЫХ ВЫРАБОТОК.....	420
<i>Витүлөва Е.С., Байпакбаева С.Т., Сулейменов И.Э.</i>	
АТЧИКИ С УПРАВЛЯЕМОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ ДЛЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ ГЕЛЕЙ.....	424
<i>Төрешақызы Б. Т., Бергенжанова Г. Р., Беркутбаева Р. А., Куандыкова А. А., Шалбулов Ш Ж.</i>	
ГОРЕНИЕ ТОПОЧНОГО МАЗУТА НА ТЭЦ.....	429
<i>Боранкулова А.С., Умирбекова А.С., Аскербай З.Б.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПШЕНИЧНЫХ ХЛОПЬЕВ НА КАЧЕСТВО КИСЛОМОЛОЧНОГО НАПИТКА.....	433
<i>Исабек Н.Е., Мухадиев А.М.</i>	
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НОЧНОГО ГОРОДА.....	437
<i>Нургажыкызы Д., Турганбаева А.Р.</i>	
ТРАДИЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ СТИЛИ ВЕБ-ДИЗАЙНА.....	441
<i>Калимуллин Р.З., Куракбаева С.Д., Жунисбекова Д.А.</i>	
ОБЗОР ХАРАКТЕРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ IT ПОДДЕРЖКИ В СФЕРЕ МАШИНОСТРОЕНИЯ...	445
<i>Глуценко Т. И., Бедыч Т.В.</i>	
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ	448
<i>Машеков С.А., Тусупкалиева Э. А., Уразбаева Р.Е.</i>	
ИМИТАЦИОННЫМ МОДЕЛИРОВАНИЕМ РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ВИНТООБРАЗНЫХ ВАЛКОВ ПРИ ПРОКАТКЕ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ИЗ ЛАТУНИ Л63	454
<i>Жубатканова А.Н., Телков Ш.А.</i>	
ГРАВИТАЦИОННАЯ ОБОГАТИМОСТЬ КЛИНКЕРА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЕГО ОБОГАЩЕНИЯ.....	459

Физико-математические науки

<i>Дробышев А., Алдияров А., Ақтаев Д., Жексен У.</i>	
ИК-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СПИН-ЯДЕРНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ В КРИОВАКУУМНЫХ МЕТАНОВЫХ ПЛЕНКАХ.....	463

<i>Мурадов А.Д., Сандыбаев Е.Е.</i> АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ.....	468
<i>Мустафин М.А.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ ПО А.П.КИСЕЛЕВУ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПОСТРОЕНИЕ.....	471
<i>Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.</i> ВЫПОЛНЕНИЕ СИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ В MVED ПЛАТФОРМЕ.....	473
<i>Пыркова А.Ю., Темирбекова Ж.Е.</i> ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА VLE NANO KIT ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ БИБЛИОТЕК.....	477
<i>Кадирбаева Ж.М., Абдулла Ж.С.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА MAPLE ПРИ РЕШЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ.....	482
<i>Дробышев А., Алдияров А., Ақтаев Д., Жексен У.</i> ИК-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК КРИОКОНДЕНСАТОВ СМЕСИ СН ₄ +Н ₂ O.....	486
<i>Кадирбаева Ж.М., Мырзахмет Д.К.</i> ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ МНОГОТОЧЕЧНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ.....	495
<i>Мустафин М.А.</i> ТЕОРЕМА В.П.ЕРМАКОВА О РЯДАХ И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ.....	502
<i>Накысбеков Ж.Т., Буранбаев М.Ж., Габдуллин М.Т., Айтжанов М.Б., Суюндыкова Г.С., Досеке У.</i> РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НАНОПОРОШКА МЕДИ.....	503
<i>Тастанбек Н.Е.</i> РАЗРАБОТКА АНАЛОГОВОГО ПРИЁМНИКА L-ДИАПАЗОНА ДЛЯ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ADS.....	510
<i>Маусумбекова С.Д., Кан К., Тенизбай Р.</i> ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРАТИФИКАЦИИ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРЕ.....	519
<i>Кадирбаева Ж.М., Утегенова А.А.</i> ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....	526
<i>Алдабергенова Т.М., Кислицин С.Б.</i> КОЭФФИЦИЕНТ РАСПЫЛЕНИЯ И СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФИТА, ОБЛУЧЕННОГО ИОНАМИ АРГОНА С ЭНЕРГИЕЙ 100 КЭВ.....	533
<i>Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Сауранбаева А.</i> ВЫПУЧИВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ЭКВИВАЛЕНТНОГО СЛОЯ ЦЕПНОЙ ТРЕХМАССОВОЙ СИСТЕМЫ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ КОМПЛЕКСНОЙ ЖЕСТКОСТИ.....	540
<i>Божанов Е.Т., Енсебаева М.З., Дадаева А.Н.</i> О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫПУЧИВАНИЯ ЦЕПНОЙ ДВУХМАССОВОЙ СИСТЕМЫ, ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТЯНОЙ СМЕСИ.....	550
<i>Айтказина А.А., Бейсенбекова Г.Ж., Салимханова А.С.</i> СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОДГОТОВКИ ОНЛАЙН КУРСОВ.....	555
<i>Саитов А.Т., Азимханова М.Т.</i> СПОСОБЫ ЗАПУСКА СОБСТВЕННОГО ГЕОПОРТАЛА И НАСТРОЙКА ESRI GEOPORTAL SERVER.....	561

Химико-металлургические науки

<i>Төрөпаиқызы Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Беркутбаева Р.А., Куандыкова А.А., Шалбулов Ш.Ж.</i> ГОРЕНИЯ ТОПОЧНОГО МАЗУТА НА ТЭЦ.....	569
<i>Жантасов К.Т., Зуллухар Ж. Т., Шалатаев С.Ш., Эбдікерімова Ұ.Б.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИМИНОДИАЦЕТОНИТРИЛА	573
<i>Сапарбай Ш.К., Мендибаев Т.М.</i> ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ МАШИН ЖЕЛЕЗОБОРИДНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ.....	578
<i>Хамитова Б.М., Тасыбаева Ш.Б., Серікұлы Ж.</i> АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В СОСТАВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ.....	582

CONTENTS

Earth sciences

<i>Baibatsha A.B., Omarova G.M., Kassenova A.T.</i> ZONALITY AND MINERAL COMPOSITION OF ORE-CONTROLLED METASOMATITES OF KOKKIYA GOLD FIELD	3
<i>Akbasova A.D., Abseyt A.S., Koychieva G.J., Baikhamurova M.O., Abdikarim G.G.</i> RESEARCH OF JOURNEY AND ACCUMULATION OF THE DIFFERENT QUANTITIES OF HEAVY METALS (Cd, Pb, Zn) IN THE SYSTEM OF SEROZEMIC PLANTS.....	8
<i>Shautenov M.R., Peregudov B.B., Baidillayev B.K., Akkazina N.T.</i> THE SANDS CONTAINING GLAUKONIT ARE A NONMETALLIC MINERAL OF KAZAKHSTAN....	14
<i>Tleuberlina O. B.</i> ANALYSIS OF THE SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL SITUATION IN THE REGIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	19
<i>Baibatsha A., Satibekova S.</i> KARAGANDY BASIN FACIES TYPES AND LITHOGENETIC COMPOSITION OF COAL FORMATIONS.....	24
<i>Orazbayev A. E., Tanabekova G.B., Songulov E.E., Kobei Sh.D., Umbetbekov A.T.</i> AVERAGE YEAR INDICATORS OF HEAVY METALS IN SEWAGE WATERS OF ALMATY FOR 2015 AND 2016.....	30
<i>Voronova N.V., Mukanova G.A., Orazbaev A.E., Zubova O.A</i> GREEN ROOFS - SOLVING THE PROBLEMS OF THE ECOLOGY OF THE CITY.....	35
<i>Madenova A.A., Abdrakhmanov M.K., Uzbekgaliev R.H.</i> LITHOLOGICAL FEATURES OF CHU-SARYSU DEPRESSION'S SECTION TAKING INTO ACCOUNT THE DIFFERENTIATION OF THE GEO-LOGICAL STRUCTURE.....	40

Technical sciences

<i>Mukhayeva S.K., Esentai A.M., Babashova D.E., Ermakhanbetova M.E., Omarova Zh.B.</i> MECHANISMS OF DEVELOPMENT OF INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEMS AND MAIN PROBLEMS OF INTEGRATION.....	46
<i>Mukhayeva S.K., Esentai A.M., Babashova D.E., Sagat T.K., Ermakhanbetova M.E., Omarova Zh.B.</i> QUANTITATIVE APPROACHES IN ASSESSMENT OF QUALITY SYSTEMS EFFICIENCY.....	52
<i>Suleev D.K., Utepov E.B., Karmenov K.K., Malgazhdarova M.K.</i> DETERMINATION OF THE DAMPING ABILITY OF STEELS BY STUDYING THEIR ACOUSTIC AND VIBRATIONAL PROPERTIES.....	59
<i>Nyissanbayeva S.E., Ussatova O.A.</i> METHODS OF ENSURING THE SECURITY OF INFORMATION IN DATABASES.....	66
<i>Karatay G.M., Ybyray A.M., Zhangazyev M.B., Saytov A.T.</i> STAGES OF DEVELOPMENT AND THE FOUNDATIONS OF MAGNETIC CONTROL SYSTEMS.....	70
<i>Ganiy Akhmet, Ye Yu, Ardak Kanazhanov, Ping Hu</i> THREE-POINT BENDING TEST OF ADHESIVELY BONDED CORRUGATED SANDWICH PANEL...	74
<i>Meirbekova O.D.</i> METHODS FOR CALCULATING THE SOLAR COLLECTOR IN THE SOUTHERN REGIONS.....	82
<i>Nadirov K.S., Sakybaev B.A., Nifontov Y.A., Nadirov R.K., Sadyrbaeva A.S.</i> OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF THREE-LAYER COATINGS FOR PROTECTION OF PIPELINES FROM CORROSION.....	87
<i>Yaskevich T.V., Baimatayeva Sh.</i> THE ORGANIZATION OF PASSWORD PROTECTION.....	95
<i>Cherikbayeva L.Sh., Baisylbaeva K.D.</i> ALGORITHMS BASED ON CHANGING METRIC DISTANCES.....	99
<i>Genbach A.A., Assanov A.P.</i> A HIGHLY EFFICIENT CAPILLARY-POROUS FOAM DUST AND GAS COLLECTOR WITH VAPOR CONDENSATION.....	104
<i>Madyarova G., Moldabekov B., Bakytova M.</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF CLOUD SERVICES.....	107
<i>Genbach A.A., Bondartsev D.Y</i> APPLICATIONS AND METHODOLOGY OF INVESTIGATION OF VARIOUS FACTORS INFLUENCE ON HEAT EXCHANGE IN POROUS COOLING SYSTEMS OF ENERGY INSTALLATIONS.....	113
<i>Kadirbay Zh., Tysypova B., Abzhanova Sh.</i> USE OF ENZYME PREPARATIONS FOR MEAT PRODUCTS.....	119

<i>Nesterenkova L.A., Nesterenkov P.A.</i> OPTIMIZATION OF OPERATING COSTS NON-ISOTHERMAL PIPELINE.....	123
<i>Nurseitov D. B., Jamalov J.K.</i> THE RESULTS OF SIMULATION OF TRANSBOUNDARY POLLUTION TRANSPORT IN THE ILI RIVER BASIN.....	130
<i>Jomartova Sh.A., Ziyatbekova G.Z.</i> TO THE QUESTION OF PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR WARNING AND FORECASTING BREAKTHROUGHS OF DAMS.....	136
<i>Naizabayeva L., Orazbekov ZH.N., Nurzhanov CH.A, M. N.Satymbekov, G. Turken</i> DISTRIBUTED DATABASE FOR CORPORATE INFORMATION CONTROL SYSTEM OVER ENTERPRISES NETWORK.....	139
<i>Kashaganova G., Kalizhanova A.U.</i> DISPERSION COMPENSATION BASED ON FIBER BRAGG GRATINGS.....	147
<i>Ibragimova S.V., Takenov S.A.</i> THE URGENCY OF DEVELOPING NEW INDUSTRIAL METHODS FOR PRODUCING ACTIVATED CARBON.....	151
<i>Kozbagarov R.A., Kamzanov N.C., Tursunbekov A. E.</i> THE DESIGN OF THE KNIFE SCRAPER SYSTEMS AND METHODS OF EXCAVATION.....	156
<i>Kopnova O.L.</i> APPLICATION OF MEANS BUSINESS OF ANALYTICS AND DATA MINING FOR THE ANALYSIS OF DATA OF INFORMATION SPACE OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION.....	160
<i>Novashev M.S., Messerle V.E.</i> CURRENT ISSUES OF THE ENERGY CONSERVATION AND ENERGY EFFICIENCY.....	164
<i>Zhatkanbayev A.A.</i> SECURE STEGANOGRAPHY SCHEME ON BASIS OF DINIC'S MAXIMUM FLOW ALGORITHM....	171
<i>Orazbayev B.B., Urakov A.M., Myrzacheva A.N., Shazhdekeeva N.K.</i> DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF MATHEMATICAL MODELS FOR REACTOR REFORMERS LG-35-11 / 300-95 ATYRAU REFINERY IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY.....	178
<i>Turarbek A.T., Sadykova A.B.</i> MODERN STATE OF EARTHQUAKE ANALYSIS AND FORECAST OF EARTHQUAKES IN KAZAKHSTAN	184
<i>Kartbayev T.S, Kalizhanova A.U, Tolybaev S.D, Doszhanova A.A, Malikova F.U.</i> PROSPECTS OF PRACTICAL APPLICATION OF THE DEVICE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS ON THE TASKS OF PERSON AUTHENTICATION AND VIDEO SURVEILLANCE.....	191
<i>Zhusin BT, Gulyarenko AA, Komar A.</i> INFLUENCE OF THE FINENESS OF BLADES ON AGROTECHNICAL PERFORMANCE INDICATORS OF SOIL-CUTTING MACHINES.....	195
<i>Zhanabayev T.A., Korgasbekov D.R.</i> IMPROVEMENT OF EFFECTIVE METHOD OF ARTIFICIAL CORN FOR RESEARCH CURNE SEALING FROM LAYERLY UNSTABLE SOILS BY APG-1 APPLICANT.....	200
<i>Seitov K.A., Sadvakasov E.E., Рамазанова A.M., Tabultaev C.C.</i> INFORMATION SUPPORT OF INDUSTRIAL SAFETY AT JSC "KELET"	206
<i>Nagyman N.Zh., Iembergenova A.E., Kelgenbaev D.S., Alimkulova M.S.</i> DESIGN OF THE USE OF HEAT PUMP EQUIPMENT FOR IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF THE HEAT AND POWER PLANT-1 OF ALMATY.....	208
<i>Umirbekova A.S., Borankulova A.S., Askerbaj Z.</i> PREPARATION OF THE NATURAL LIQUID RYE FERMENT WITHOUT YEAST.....	212
<i>Seitkulov Ye., Tashatov N.N., Boranbayev S.N., Vorobyev B.I., Davydou G.V., Potapovich A.V.</i> BASE OF STRUCTURAL UNITS OF KAZAKH LANGUAGE FOR SYNTHESIS OF RECORDING SIGNALS.....	216
<i>Shirinbekova B. G., Shukenova G.A.</i> IMPROVEMENT OF WATER DECARBONIZATION EFFECTIVENESS AT KENTAUK THERMAL POWER PLANT.....	221
<i>Amandosova G.Zh., Smagulova Zh.N., Kalybekova A.A., Kupeldeyev A.A.</i> DETERMINATION OF PARAMETERS OF THE ORBIT OF THE SPACE REMOTE SENSING DEVICE.....	225
<i>Ospanova Sh., Nurmukhanova A., Rakhat B., Turbekova A., Arystan A., Turgynov M.</i> ENERGY SAVING AS AN IMPORTANT TASK FOR CONSERVING NATURAL RESOURCES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION.....	228
<i>Toleuov G., Isatayev M., Oralbayev A., Artykbayeva A., Altaikyzy M., Asilbekova Sh.</i> EXPERIMENTAL STUDY OF FREE TURBULENT JETS EMERGING FROM A NOZZLE WITH A SQUARE CROSS-SECTION.....	233

<i>Imansakipova N.B., Irgibaev T.I.</i>	
ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE HYDRAULIC LOADS OF OIL PIPELINES.....	242
<i>Ibraimkulov A.E., Oryntaeva Zh.A.</i>	
AUTOMATIC SPEAKER RECOGNITION AND CLASSIFICATION OF VOICE RECOGNITION SYSTEMS.....	247
<i>Gerbach A.A., Galiev R.A.</i>	
HIGHLY EFFECTIVE CAPILLARY-POROUS CONTROLLED HEAT EXCHANGE DUST AND GAS CATCHERS.....	253
<i>Chshyotkin A., Kegenbekov J., Garmash O.</i>	
USING OF THE METHOD OF THE ANALYSIS OF HIERARCHIES SAATI AT RISK MANAGEMENT IN THE LOGISTICS.....	257
<i>Tulegenova M.A., Kuanyshbekov T.K., Guseinov N.R., Ilyin A.M.</i>	
PROTECTION OF COPPER SURFACE AGAINST THERMAL CORROSION BY FEW-LAYER GRAPHENE NANOSTRUCTURES.....	262
<i>Askarbekov E.B., Baygazieva G.I., Kekibaeva A.K.</i>	
EFFECT OF THE AMOUNT OF YEAST ON THE PROCESS OF ETHANOL ACCUMULATION DURING FERMENTATION OF SUGAR SORGHUM SYRUP.....	267
<i>Dikhanbaeva A., Syzdykova L., Abzhanova Sh., Rskeldiev B., Saparali N., Khazhimukan A.</i>	
XPANSION OF ASSORTMENT OF MEAT PRODUCTS FOR HEROIN PRODUCTION.....	272
<i>Bolegenova S., Ospanova Sh., Rakhat B., Arystan A., Turbekova A., Turgynov M.</i>	
COMPUTER SIMULATION OF THE BREAKUP, DISPERSION AND EVAPORATION PROCESSES OF LIQUID HYDROCARBON FUELS' DROPLETS.....	277
<i>Duamet B., Kalauov B.P.</i>	
RESEARCH ON ELECTROMAGNETIC INDUCTION.....	283
<i>Ashirbayev N.K., Ashirbayeva Zh.N., Nurmaganbetova Zh.A., Altynbekov Sh. E., Imanbetova A. B.</i>	
NUMERICAL MODELING OF TWO-DIMENSIONAL NON-STATIONARY PROBLEMS IN ELASTIC SINGLE-CONSTRUCTION DESIGN.....	290
<i>Muradov A.D., Kyrbayeva A.A.</i>	
INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE ANNEALING ON OPTICAL PROPERTIES OF THE SYSTEM «POLYIMID-YBA ₂ CU ₃ O _{6,7} ».....	295
<i>Mateyeva A. E., Uaganova R. W., Shakhov S. V., Kutsova A. E., Alyokhina A. V.</i>	
ULTRASTRUCTURE OF FISH MUSCLE DURING STORAGE.....	299
<i>Abdularimov T., Beisenov B., Sarybayev E.</i>	
PNEUMATIC DRIVE AS A SOLUTION TO ACTUAL PROBLEMS OF SLOW-MOVING EQUIPMENT.....	306
<i>Umbetbekov A.T., Orazbaev A.E., Bergeneva N.S., Mazhit J.B.</i>	
EVALUATION OF THE CONTEMPORARY STATE AND PROSPECTS OF USING SOLAR POWER STATIONS IN THE COUNTRY REGIONS.....	313
<i>Abdrakhmanov I.O., Utemzharova N.T., Auyeskhanova S.M.</i>	
MODERN WIND POWER STATIONS AND FEATURES OF THEIR CONSTRUCTION.....	317
<i>Abdrakhmanov I., Utemzharova N., Aueskhanova S.</i>	
DEVELOPMENT OF THE INVERTER FOR WIND TURBINES OF SMALL POWER.....	322
<i>Temyrkanova E. K. , Serikov E. A.</i>	
ANALYSIS OF NITROGEN OXIDE EMISSIONS DURING THE HEATING SEASON.....	327
<i>Voronova N.V., Mukanova G.A., Kolumbaeva S.Zh. Tanybaeva A.K.</i>	
APPLICATION OF THE PROJECT METHOD FOR STUDENT TRAINING TO ENVIRONMENTAL DISCIPLINES.....	331
<i>Nurabaeva L.S.</i>	
THE BASIS OF LOCAL LORE AND HISTORY OF EDUCATION AND THE STUDENTS UPBRINGING.....	336
<i>Aitchanov B.H., Bapiyev I.M., Tereikovskiy I.A., Tereikovska L.A., Korchenko A.A.</i>	
NEURAL NETWORK MODELS AND METHODS TO COUNTER ATTACKS ON NETWORK RESOURCES INFORMATION SYSTEMS.....	340
<i>Uteпов E.B., Karmenov K.K., Malgazhdarova M.K., Abuova R.Zh.</i>	
THE RELATIONSHIP OF SOUND LEVELS WITH THE RATE OF SOUND ATTENUATION, ELASTIC PROPERTIES AND SPECIFIC ELECTRICAL RESISTANCE.....	345
<i>Uteпов E.B., Kapunbaev C.Ж., Malgazhdarova M.K., Berkinbayeva A.S.</i>	
DETERMINATION OF THE DISSIPATIVE PARAMETERS OF CHROMIUM-NICKEL STEELS.....	350
<i>Zhubatkanova A.N., Telkov Sh.A.</i>	
CONCENTRATION OF THE CLINKER WITH USE OF THE LANDING PROCESS.....	356
<i>Temyrkanova E.K.</i>	
ANALYSIS OF TOXIC EMISSIONS OF PULVERIZED COAL BOILER.....	358
<i>Uzakov Y. M., Abzhanova Sh. A., Ilyasova N., Makangali K. K.</i>	
TECHNOLOGY OF PREPARATION OF BRINE IN THE PRODUCTION OF NATIONAL MEAT PRODUCTS FROM BEEF WITH THE USE OF BIO-CORRECTING COMPONENTS.....	362

<i>Sakibayeva S. A., Suygenbayeva A. Zh., Zhantasova U.S., Orazymbetova A. O., Zhunisbekova D.A., Mekemov A.M.</i>	
ENVIRONMENTAL SAFETY PROMOTERS OF RUBBER ADHESION.....	369
<i>Orazbayev B.B., Assanova B.U., Orazbayeva K.N., Kurmangazieva L.N.</i>	
FORMALIZATION AND STATEMENT OF TASKS OF MULTI-CRITERIAL OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF UTOSIS AND APPROACHES TO THEIR SOLUTION.....	373
<i>Mukhamejanov K.K.</i>	
ANALYSIS OF THE CURRENT QUALITY ASSESSMENT SYSTEM PRIOR TO IMPLEMENTATION OF THE HACCP QUALITY ASSURANCE SYSTEM.....	379
<i>Seyitzhaziev Ə.S., Elyubaev SZ, Zhaparova SB, Shilibek K.K.</i>	
DETERMINATION OF THE CONTENT OF SALTS FROM EVAPORATION FROM THE SURFACE OF THE GROUND WATERS AND THE LEVELS OF THE SOIL HAZARD.....	385
<i>Mamyrbaev O.J., Mekebayev N.O., Turdalyuly M.</i>	
APPLIED MFCC ALGORITHM IN THE PROCESS OF SPEECH RECOGNITION.....	389
<i>Begimbetova K.A.</i>	
ESTABLISHMENT A CROSS-GENERATOR AUTOMATION SYSTEM FOR AUTOMOTIVE EQUIPMENT TO THE THIN-FILM INDUSTRY WITH A TRANSISTOR-LIQUID CRYSTAL DISPLAY.....	392
<i>Bliyeva D.N.</i>	
OVERVIEW OF DYNAMIC POROELASTICITY EQUATIONS STUDIES.....	400
<i>O.Zharkevich, O.Nurzhanova, D.Zhunuspekov</i>	
DESIGNING OF STRUCTURE OF REINFORCED CHAIN LOOP OF CONVEYOR CHAIN FOR TRANSPORTATION OF HOT-ROLLED ROLLES.....	406
<i>Kairbaeva A.E., Vasilenko V.N., Jingilbaev SS., Tlevlessova D.A., Kopylov M.V.</i>	
RESEARCH OF AERODYNAMIC PROPERTIES OF MELON SEEDS.....	413
<i>Povetkin V.V., Altynov Zh.L., Nurymov Y.K., Bukayeva A.Z.</i>	
THEORETICAL SUBSTANTIATION OF THE KINEMATIC AND CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF THE MACHINE FOR CUTTING THE SHARED WORKERS.....	420
<i>Vituleva E. S., Baipakbayeva S. T., Suleimenov I. E.</i>	
THE CONTROLLED SENSITIVITY SENSORS ARE BASED ON POLYELECTROLYTE GELS FOR TELEMEDIC SYSTEMS.....	424
<i>Bakhtiyar B.T., BergenZHanova G.R., Berkutbaeva R.A., Kuandikova A.A., Shalbulov Sh.Zh.</i>	
CARBONATE-CONTAINING ADDITIVE - CATALYST COMBUSTION OF FUEL OIL.....	429
<i>Borankulova A.S, Umirbekova A.S, Askerbai Z.B.</i>	
THE STUDY OF THE INFLUENCE OF WHEAT FLAKES ON THE QUALITY OF A SOUR MILK DRINK.....	433
<i>Issabek N.E., Akimbek Mukhadiev</i>	
NEW TECHNOLOGIES FOR FORMATION OF THE NIGHT ENVIRONMENT OF THE NIGHT CITY.....	437
<i>Turganbayeva A.R., Nurgazhykyzy D.</i>	
TRADITIONAL AND INNOVATIVE WEB DESIGN STYLES.....	441
<i>Kalimullin R.Z., Kurakbaeva S.D., Zhunisbekova D.A.</i>	
REVIEW OF TYPICAL FEATURES OF IT SUPPORT IN THE FIELD OF MECHANICAL ENGINEERING.....	445
<i>Glushchenko T. I., Bedych T. V.</i>	
THE RATIONALE FOR THE USE OF SOLAR COLLECTORS IN KOSTANAY REGION.....	448
<i>Mashekov S. A., Tussupkaliyeva E. A., Urazbayeva R.E.</i>	
IMITATION MODELING CALCULATION OF STRENGTH OF SCREWDRIVERS FOR ROLLING OF SHEET ROLLING FROM BRASS OF L63.....	454
<i>Zhubatkanova A.N. Telkov Sh.A.</i>	
GRAVITATIONAL ENRICHMENT OF CLINKER AND DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS FOR ITS ENRICHMENT.....	459

Physico-mathematical sciences

<i>Drobyshev A., Aldiyarov A., Aktayev A., Zhexen U.</i>	
IR SPECTROMETRIC STUDIES OF SPIN-NUCLEAR TRANSFORMATION IN CRYODEPOSITED METHANE FILMS.....	463
<i>Muradov A.D., Sandybayev Y.Y.</i>	
ANALYSIS OF THE SURFACE OF POLYIMIDE COMPOSITE FILMS BY ATOMIC FORCE MICROSCOPE.....	468
<i>Mustafin M.A.</i>	
A.P.KISELEV METHODS CLASSIFICATION OF PROBLEM SOLUTIONS ON CONSTRUCTION.....	471

<i>Pyrkova A., Temirbekova Zh.E.</i> PERFORMING SYMMETRIC ENCRYPTION MBED PLATFORM.....	473
<i>Pyrkova A., Temirbekova Zh.E.</i> POSSIBILITIES OF USING A BLE NANO KIT MICROCONTROLLER TO DEVELOP CRYPTOGRAPHIC LIBRARIES.....	477
<i>Kadirbayeva Zh.M., Abdulla Zh.S.</i> APPLYING OF THE MAPLE PROGRAMMING PACKAGE AT SOLVING DIFFERENTIAL EQUATIONS.....	482
<i>Drobyshev A., Aldiyarov A., Aktayev A., Zhexen U.</i> IR SPECTROMETRIC STUDY OF CRYOCONDENSATE FILMS OF A MIXTURE OF CH ₄ +H ₂ O.....	486
<i>Kadirbayeva Zh.M., Myrzakhmet D.K.</i> NUMERICAL IMPLEMENTATION FOR SOLVING OF MULTIPOINT BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE SYSTEM OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS.....	495
<i>Mustafin M.A.</i> V.P.ERMAKOV'S THEOREM ABOUT SERIES AND ITS IMPORTANCE IN MATHEMATICAL ANALYSIS.....	502
<i>Nakysbekov Zh.T., Buranbaev M.Zh., Gabdullin M.T., Aitzhanov M.B., Suyundykova G.S., Doseke U.</i> X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS OF COPPER NANOPOWDER.....	503
<i>Tastanbek N.E.</i> DEVELOPMENT OF THE ANALOGUE L-RANGE RECEIVER FOR THE GROUND STATION WITH THE ADS SOFTWARE.....	510
<i>Mausymbekova S., Kan K., Tenizbay R.</i> NUMERICAL STUDY OF THE EFFECT OF TEMPERATURE STRATIFICATION ON THE PROPAGATION OF HARMFUL GASES IN THE ATMOSPHERE.....	519
<i>Kadirbayeva Zh.M., Utegenova A.A.</i> NUMERICAL IMPLEMENTATION FOR SOLVING OF A NONLINEAR BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR SECOND-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATION.....	526
<i>Алдабергенова Т.М., Кислицын С.Б.,</i> SPUTTERING COEFFICIENT AND SURFACE STRUCTURE OF GRAPHITE IRRADIATED WITH 100 KEV ARGON IONS.....	533
<i>Bozhanov E.T., Khairullin E.M., Sauranbayeva A.</i> BUCKLING OF THE INTERNAL EQUIVALENT LAYER OF CHAIN THREE MASS SYSTEM WITH COMPLEX STIFFNESS VARIABLE COEFFICIENTS.....	540
<i>Bozhanov E., Yesenbayeva M., Dadayeva A.</i> ABOUT THE VYPUCHIVANIYA MATHEMATICAL MODEL CHAIN TWO-MASS SYSTEM, APPLICABLE TO TRANSPORTATION OF OIL MIXTURE.....	550
<i>Aitkazina A.A., Beisenbekova G.Zh., Salimkhanova A.S.</i> INFORMATION SUPPORT SYSTEM FOR ONLINE COURSES.....	555
<i>Saitov A.T., Azimkhanova M.T.</i> THE WAYS OF LAUNCHING OWN GEOPORTAL AND SETTINGS OF ESRI GEOPORTAL SERVER	561

Chemical and metallurgical sciences

<i>Төрөпаиқызы Б.Т., Bergenzhanova G.R., Berkutbaeva R.A., Kuandikova A.A., Shalbulov Sh.Zh.</i> CARBONATE-CONTAINING ADDITIVE - CATALYST COMBUSTION OF FUEL OIL.....	569
<i>Zhantasov K.T., Zulpukhar Zh. T., Shalataev S.Sh., Abdikerimova U.B.</i> MODERN CONDITION OF PRODUCTION OF IMINODIACETONITRILE	573
<i>Saparbay S.K., Mendibayev T.M.</i> RESTORATION OF MACHINE PARTS WITH IRON-BORIDE COATINGS.....	578
<i>Khamitova B., Tassymbayeva Sh., Serikylu Zh.</i> ANTIOXIDANT PROPERTIES OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN THE COMPOSITION OF VEGETABLE OILS	582

Редакторы:

Н.Ф. Федосенко

Верстка на компьютере:

Л.Т. Касжанова

Подписано в печать 29.03.2018 г.

Формат 60x84 ¹/₈. Усл. п.л 37,8.

Тираж 500 экз. Заказ № 207.

Адрес редакции:

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

Департамент маркетинга и коммуникаций КазННТУ

Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева