ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

# ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ

# ВЕСТНИК КазНТУ

# VESTNIK KazNTU

№2 (108)

АЛМАТЫ 2015 МАРТ

*Главный редактор*
**Ж.М. Адилов –**
**академик, доктор экономических наук, профессор**

*Зам. главного редактора*
**Е.И. Кульдеев –**
**проректор по науке и инновационной деятельности**

*Отв. секретарь*
**Н.Ф. Федосенко**

***Редакционная коллегия:***

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, Г.Т. Балакаева, К.К. Бегалинова, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, 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, Н.С. Сеитов – член-корр. НАН РК, А.Т. Турдалиев, Г.Т. Турсунова.

***Учредитель:***

Казахский национальный 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. 904, тел. 292-63-46
n. fedossenko @ ntu. kz

© КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2015

# • НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 550.36

**А.Е. Абетов, Е.М. Ахметов, Г. А. Жылкыбаева, С.А. Абетова**
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, gulnarazhyl@mail.ru)

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГЕОДИНАМИКА КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КОРЫ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ И ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ

**Аннотация.** В зоне сочленения Южного Тянь-Шаня и Туранской плиты обособляются два типа консолидированной коры, отличающиеся разной направленностью геологической эволюции и степенью вовлеченности в геодинамические процессы, различной выраженностью интенсивности тектонических процессов, проявлений магматизма, спецификой проявлений в геофизических полях, характером нефтегазопроявлений, увеличенной проницаемостью земной коры и повышенной конвертируемостью эманаций газов и флюидов.

Смена типов консолидированной коры контрастно проявляется в поле сейсмичности, в гравитационных, магнитных, электрических и тепловых полях, глубинном строении. Здесь фиксируются изостатическая нарушенность блоков земной коры, минимальные толщины магнитоактивного слоя, мантийные выступы и прогибы в рельефе фундамента, повышенные тепловые потоки и температуры на различных срезах осадочного чехла, высокое стояние кровли астеносферы.

В районах развития консолидированной коры I типа установлены: повышенная дислоцированность комплексов ПСЭ, увеличение степени их метаморфизма и насыщенности магматогенными телами. Нефтегазопроявления здесь встречаются только в коре выветривания верхнего палеозоя. Проведение нефтегазопоисковых работ по этим комплексам здесь неэффективно. Тектонические элементы со II типом коры, находящиеся в фазе активного растяжения, перекрытые слабодеформированными и слабометаморфизованными комплексами ПСЭ, представляют собой весьма перспективные в нефтегазоносном отношении объекты. Именно здесь целесообразно сконцентрировать нефтегазопоисковые работы по этим комплексам пород.

**Ключевые слова:** консолидированная кора, поверхность Мохо, геодеформационные напряжения, тектоническая компрессия, упруго-вязко-пластические деформации, очаги землетрясений, аномалии Буге, сквозькоровая система нарушений, промежуточный структурный этаж, нефтегазопроявления, сейсмичность.

### Введение

Изучение зон сочленения платформ и горно-складчатых сооружений всегда считалось традиционно важным и актуальным направлением в геологии. На пограничные структуры платформ и геосинклиналей еще в 1933-1935гг. было обращено внимание в работах основателей советской школы тектонистов А.Д.Архангельского и Н.С.Шатского. В 1948 году Н.С.Шатский конкретно указывал, что платформы от складчатых областей отделяются, как правило, краевыми прогибами или краевыми швами, а в отдельных случаях - поперечной краевой системой. В последующие годы это направление получило развитие, в работах А.А.Богданова, В.В.Белоусова, В.Е.Хаина, А.Л.Яншина, Ю.А.Косыгина, М.В.Муратова, М.И.Варенцова, Р.Г.Гарецкого и др.

Рассматривая это направление в плоскости сочленения Туранской плиты со складчатыми сооружениями Южного Тянь-Шаня необходимо отметить, что в различные годы её изучением занималась большая группа исследователей. Обобщая результаты этих исследований, можно выделить три концепции.

Первую концепцию обосновали А.С.Аделунг, А.Г.Бабаев, Ш.Д.Давлятов, И.А.Высокий, С.В.Екшибаров, М.М.Маденов, А.Н.Симоненко, В.А.Петрушевский, Д.И.Резвый, Б.Б.Ситдиков и др. По их мнению, переход от платформенных областей к орогену происходит постепенно, местами

посредством впадин. При этом происходит плавное уменьшение амплитуд палеозойских складок и погружение их шарниров под чехол Туранской плиты [5, 9]. Так, например, в Бухаро-Хивинском регионе, расположенном на стыке вышеупомянутых геоструктур, большая часть тектонических элементов сформировалась на виргациях палеозойских складок под платформенный чехол.

Вторую концепцию выдвинули Т.Л.Бабаджанов, Р.Г.Гарецкий, Г.Х.Дикенштейн, Н.Я.Кунин, И.М.Мелькановицкий, Б.Б.Таль-Вирский, М.Э.Эгамбердыев, А.А.Юрьов, А.Л.Яншин и др. [6]. По их представлениям граница между Туранской плитой и складчатыми областями Южного Тянь-Шаня четкая и соответствует глубинным разломам (в том числе Предкульджуктау-Зирабулакскому, Северному краевому разлому Тянь-Шаня и т.п.).

И, наконец, третьей концепции придерживались О.П.Вяльбе, Д.В. Наливкин, В.И. Попов, О.А.Рыжков, П.К.Чихачев, П.П.Чуенкои и др., полагавшие, что рассматриваемая граница в различных местах ведёт себя по-разному. В одних районах ей действительно соответствуют глубинные разломы. В других - структуры Южного Тянь-Шаня далеко вклиниваются в тело Туранской плиты, образуя так называемые интракратонные углы [2].

Возвращаясь к этой интересной и во многом еще не разрешенной проблеме, нами были проанализированы многочисленные материалы геологических съемок, геофизических исследований, данные глубокого бурения с целью определения характера сочленения этих крупных литосферных элементов.

Основной акцент в этих исследованиях был поставлен на сейсмические модели и геодинамику консолидированной коры, на комплексный анализ глубинного строения и геофизических полей, особенности геологической эволюции в зоне сочленения южного Тянь-Шаня и Туранской плиты, что является принципиальным критерием, отличающим их от ранее проведенных исследований.

В 1978-1982гг. ПГО «Узбекгеофизика» в Бухаро-Хивинском регионе была отработана система профилей КМПВ-МГОВ с длительностью записи до 24 с. Результаты интерпретации этих профилей (Т.Л.Бабаджанов, В.А.Рзаева и др.) были положены в основу геологических представлений о внутренней структуре и геодинамике консолидированной коры этого региона.

Результаты интерпретации и проведенных на их базе исследований показывают, что консолидированная кора Бухаро-Хивинского региона выделяется как расслоенная и многоярусная толща, внутри которой отсутствует регионально выдержанные границы (в т.ч. сейсмические). Подобная картина, по-видимому, может быть обусловлено флуктуацией тепловых потоков и полей геодеформационных напряжений во времени и в пространстве, а также магматическим «подслаиванием» снизу [3, 7, 12, 13].

По аналогии с другими регионами мира установлено, что в зонах повышенной тектонической напряженности резко возрастает отражательная способность консолидированной коры [11]. По данному диагностическому признаку в Бухаро-Хивинском регионе выделяются два её тип (рис.1).

I тип консолидированной коры характеризуется четко выраженным двухэтажным строением, со скачкообразным изменением скоростей продольных волн. Верхний этаж с (Vпл=6.1-6.6 км/с) интенсивно расслоен, в то время как нижний – сейсмически «прозрачен» (рис.2).

Вероятно, главные уровни деформационных напряжений расположены здесь в верхней части земной коры. Это подкрепляется зафиксированными мелкофокусными очагами землетрясений, обилием точек дифракции, полосовым характером аномалий Буге, а также стационарной компрессией крупных неоднородностей верхней части земной коры со стороны эпиплатформенных областей Южного Тянь-Шаня, формирующей крупные надвиги в северной части Бухаро-Хивинского региона.

В Чарджоусской ступени подошва верхнего этажа, отождествляемая с поверхностью «базальтового» слоя (Т.Э.Эргешев, 1995) погружена до глубин 25-28км, на Бухарской – она воздымается до 21-25км (рис.1.).

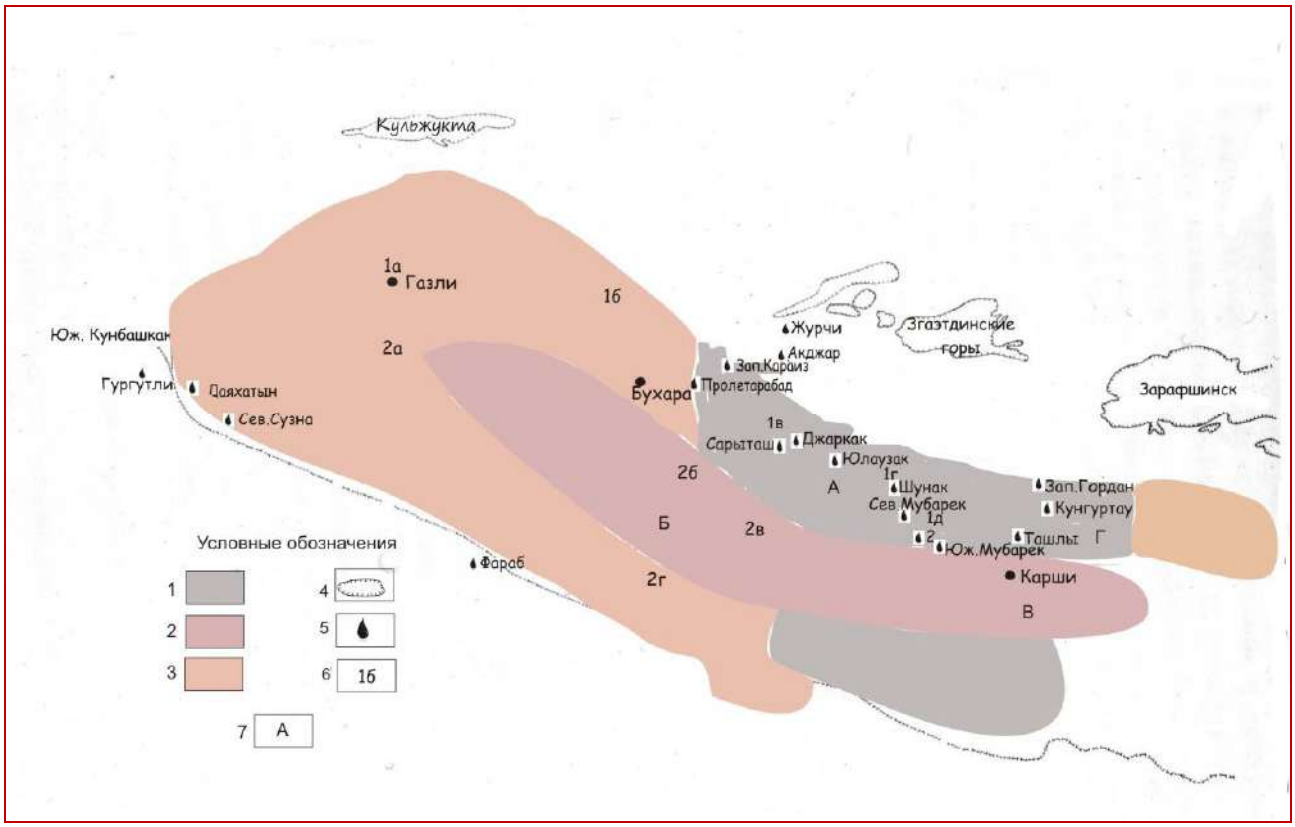



**Рис. 1.** Схема корреляции типов консолидированной коры с основными нефтегазопроявлениями в Бухаро-Хивинском регионе.

*Услов.обознач.:1. Консолидированная кора I типа; 2. Консолидированная кора I типа с сокращенной мощностью сейсмически "прозрачного" этажа; 3. Консолидированная кора II типа; 4.Нефтегазопроявления в доюрских комплексах пород. 5.Названия тектонических элементов: А-Бухарская ступень, Б-Чарджоуская ступень, В-Бешкентский прогиб, Г-Кашкадарьинская впадина. 6.Названия структур на Бухарской и Чарджоуской ступенях: Іа-Газлинское поднятие, Іб – Рометанский прогиб, Ів - Каганское поднятие, Іг – Ямбашинский прогиб, Ід - Мубарекское поднятие, 2а - Каракульский прогиб, 2б - Испанлы-Чандырское поднятие, 2в - Денгизкульский вал, 2г - Чарджоуское поднятие. 7.Горно-складчатые сооружения Южного Тянь-Шаня.*

Сейсмическая «прозрачность» нижнего этажа (с Vпл=6.4-7.1 км/с) или его пониженная отражательная способность обеспечивается упруго-вязко-пластическими деформациями нижнекорового субстрата. Видимо, с этим процессом можно объяснить отсутствием здесь точек дифракции, а также затухание у кровли нижнего этажа разломов (рис.2).

Его толщина достигает максимальных значений (19-22км) под Каракульским и Рометанским прогибами, Газлинским и Чарджоусскими поднятиями. Под Каганским и Мубарекским выступами, Ямбашинским прогибом она сокращается до 12-16км (при Vпл=6.6–6.7км/с). Под южной частью Каганского поднятия, под северным бортом Бешкентского прогиба и Кашкадарьинской впадины толщина сейсмически «прозрачного» этажа уменьшается до 7-12 км (при Vпл=6.9-7.1 км/с) (рис.4).

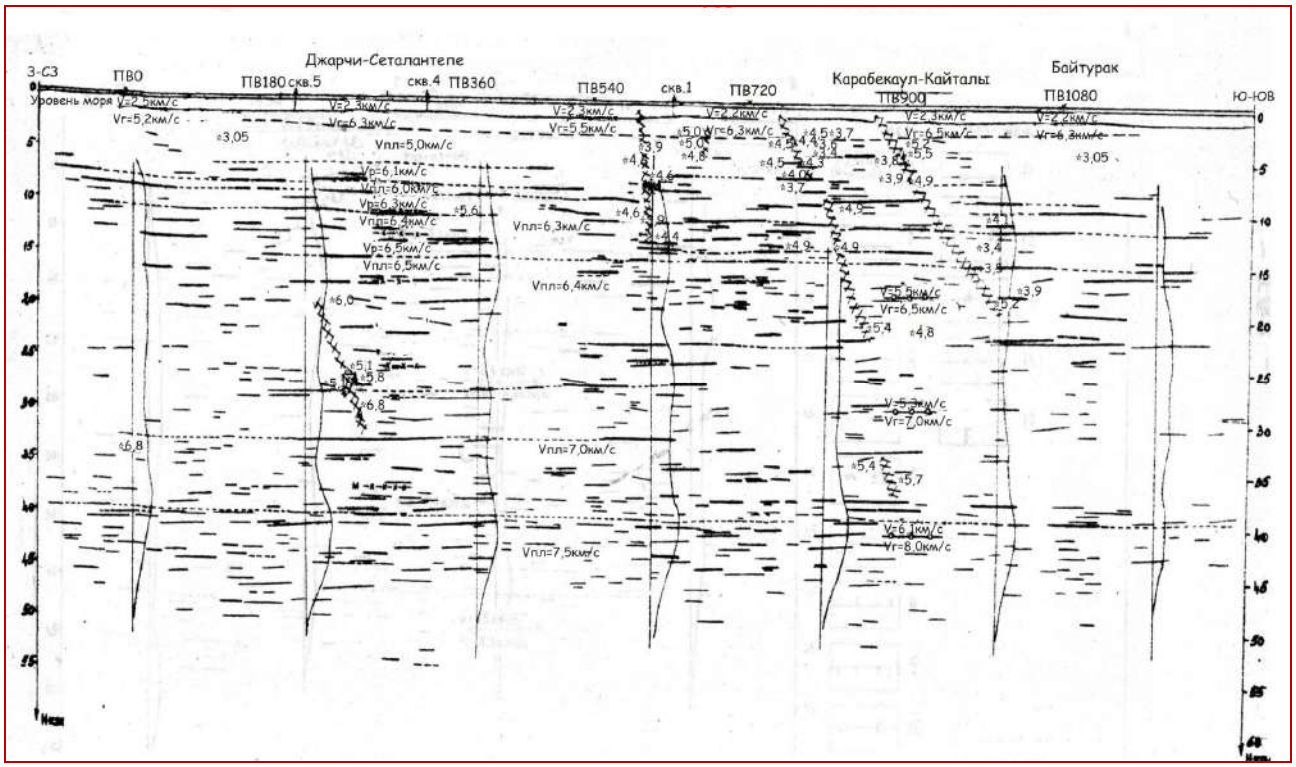
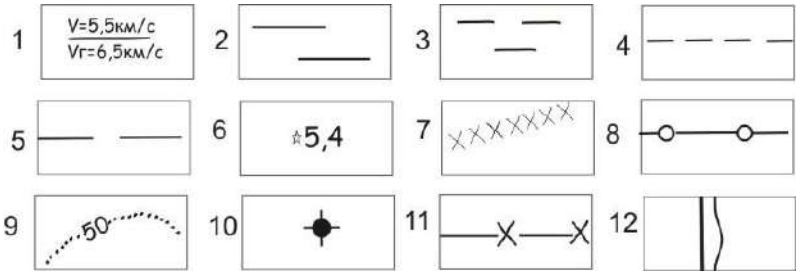



**Рис.2.** Глубинный сейсмический разрез по профилю XVIKМПВ-МГОВ.




*Условные обозначения: 1. Кровля фундамента по данным КМПВ. 2. Отражающие площадки, построенные по волнам, имеющим четкую динамическую выразительность. 3. отражающие площадки, построенные по волнам малой интенсивности. 4. Условные отражающие горизонты. 5. Кровля кристаллического основания (по данным И.А.Фузайлова). 6. Точки дифракции и значения эффективности скоростей. 7. Тектонические нарушения. 8. Границы в земной коре по профилю ГСЗ (по данным Ф.Х Зуннунова). 92. Изолинии Рк в ом*м. по данным ГМТЗ. 10. Эпицентры Газлийских землятресений (по данным Е.М.Бутовской). 11. Границы по данным МОВЗ. 12. Вариационные кривые концентраций отражающих площадок с учетом их протяженности.*

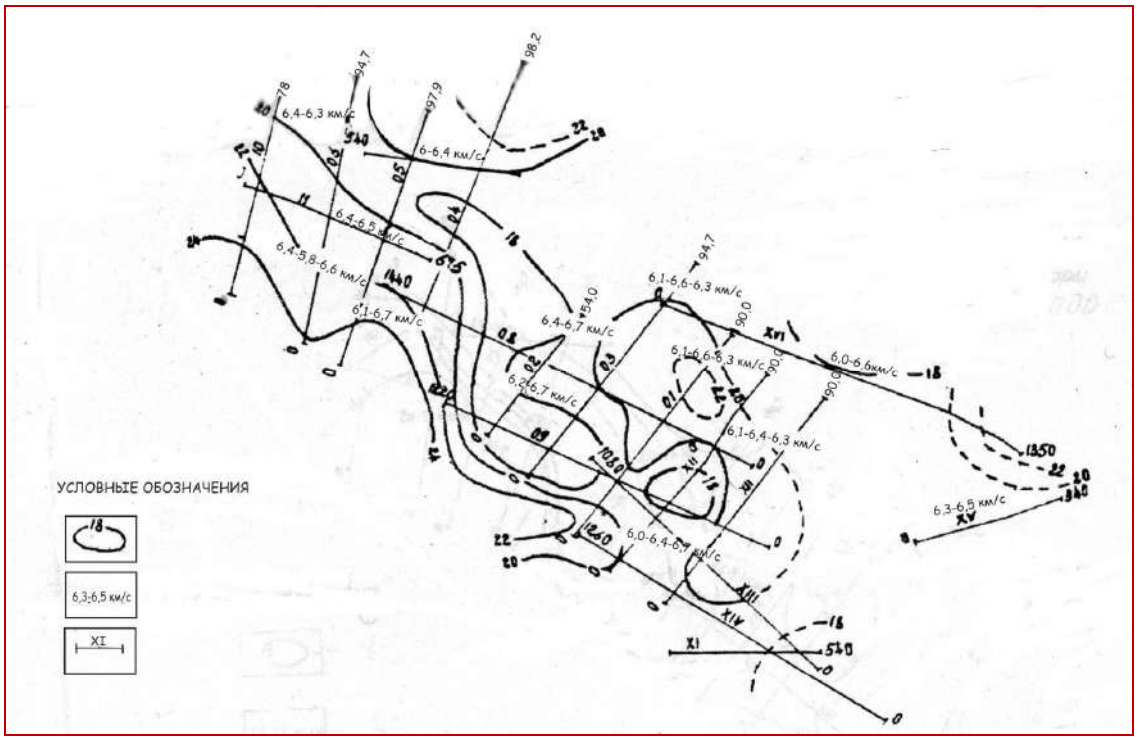



**Рис. 3.** Схема мощностей и пластовых скоростей верхнего слоя консолидированной коры.
*Условные обозначения: 1.Изопахиты слоя от поверхности фундамента. 2.Значения пластовых скоростей. 3.Линии профилей КМПВ-МГОВ.*

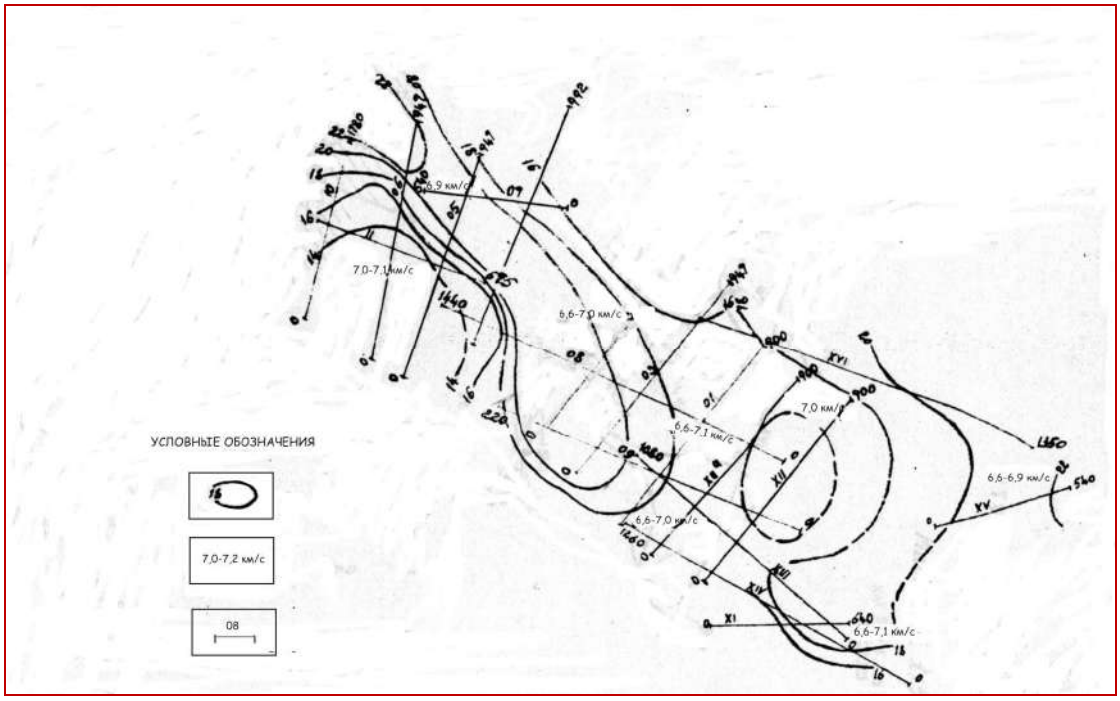



**Рис. 4.** Схема мощностей и пластовых скоростей верхнего слоя консолидированной коры.
*Условные обозначения на рис .3*

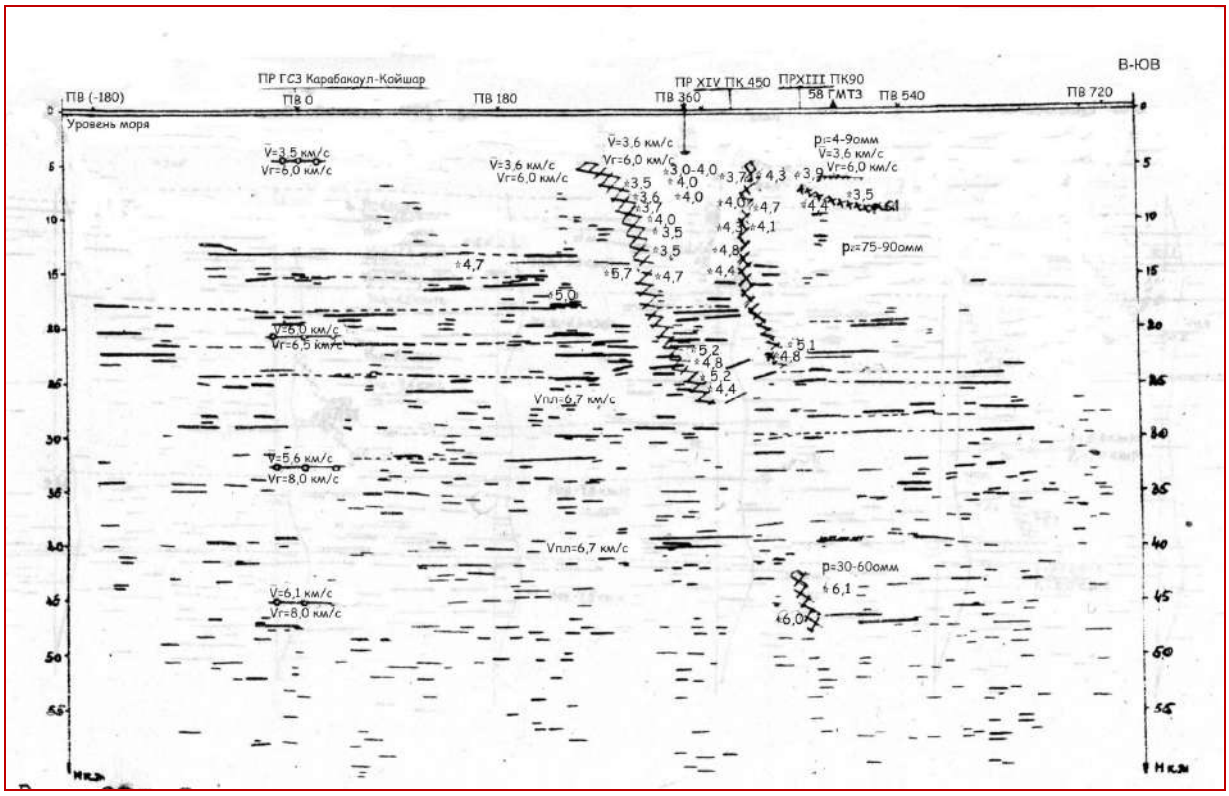



**Рис.5.** Глубинный сейсмический разрез по профилю ХІКМПВ-МГОВ (условные обозначения на рис. 2)

В районах развития консолидированной коры I типа установлены: повышенная дислоцированность комплексов ПСЭ, увеличение степени их метаморфизма и насыщенности магматогенными телами. Нефтегазопроявления здесь встречаются только в коре выветривания верхнего палеозоя (рис.1). По данным Рамазанова С.Р. их генезис увязывается с миграцией УВ из перекрывающих комплексов осадочного чехла.

II тип консолидированной коры выделяется под Бешкентским прогибом, Испанлы-Чандырским выступом и Денгизкульским валом. Отличается он повышенной слоистостью во всем объеме консолидированной коры и, только, на отдельных участках перед кровлей Мохо зафиксирован сильно утоненный (до 2-5км) сейсмически прозрачный слой (рис.5). Волновые пакеты отражают присутствие субгоризонтальных, в меньшей степени наклонных, бугристых, дивергентных/конвергентных, деформированных и секущихся границ – следствие латеральной текучести и повышенной подвижности корового субстрата на всех уровнях [7].

Этот тип коры приурочен к блокам, находившимся или находящимся в состоянии внутриплатформенного тектогенеза и испытывающим активное растяжение [4].

Предполагается, что II тип консолидированной коры приурочен к районам развития палеозойской системы авлакогенов, а его увеличенная слоистость свидетельствует о повышенных геодинамических напряжениях во всем объеме консолидированной коры. В районах развития консолидированной коры II типа Т.Э.Эргешев (1995) выделяет субокеанический тип консолидированной коры, характеризующийся относительными максимумами $\Delta g_a$ и $\Delta T_a$.

Как известно, геодинамические напряжения улучшают фильтрационно - емкостные свойства горных пород и являются мощным катализатором, ускоряющим миграцию УВ в недрах (безусловно, при наличии других благоприятных факторов). С этих позиций тектонические элементы со II типом коры, перекрытые слабодеформированными комплексами ПСЭ представляют собой весьма перспективные в нефтегазоносном отношении объекты. Именно здесь целесообразно сконцентрировать нефтегазопоисковые работы.

В зоне контакта I и II типов консолидированной коры в БХР установлены сквозькоровые системы нарушений (ССН), уходящие корнями вглубь мантии (рис.2, 5). Пространственно они тяготеют к Арало-Гиссарскому линеаменту (см. ниже).

В ряде районов БХР строение консолидированной коры осложнено высоко- и низкоскоростными включениями. Так, в районе сочленения Каракульского прогиба с Испанлы-Чандырским поднятием, на глубинах около 20 км зафиксированы тела с пластовыми скоростями более 7 км/с, которые интерпретируются как отторженцы верхней мантии. Т.Э.Эргешев (1995) интерпретирует их как выступы поверхности Мохо.

Под Газлинским поднятием – Рометанским прогибом на глубинах 20-30 км установлен волновод (с $\Delta V$= 0.3-0.6 км/с). Отсюда он воздымается до 9-11 км под Кашкадарьинской впадиной и до 14-19 км на северо-западе Чарджоуской ступени (310).

Следовательно, консолидированная кора Бухаро-Хивинского региона характеризуется сложным сочетанием различных сейсмических образов и контрастов, широким развитием ССН. Все они диагностируют значительные вариации геодинамических напряжений во времени и пространстве.

В основании консолидированной коры Бухаро-Хивинского региона залегает сложно-построенная переходная зона Мохо (ПЗМ) с Упл=7,2-7,6 км/с. В волновых полях она проявляется в образе мощного пакета (0,5-1,5 с) регулярных, многофазных рефлекторов. Редко она представлена несколькими раздельными волнами. На Бухарской ступени отраженные волны от кровли (Мк) и подошвы (Мп) зоны Мохо зафиксированы соответственно на глубинах 36-39 км и 43-46км [18]. Толщина ПЗМ отличается здесь выдержанностью (6-7 км).

Под Чарджоуской ступенью Мк и Мп заглубляются соответственно до 39-41км и 44-48 км. При этом толщина ПЗМ значительно изменяется по латерали и составляет 2-8 км. Максимальные ее значения установлены в Каракульском грабене, Денгизкульском поднятии и на востоке Чарджоуской ступени, т.е. в районах со II типом консолидированной коры, что, по-видимому, можно объяснить магматическим подслаиванием снизу [18, 20].

Общим недостатком рассмотренных моделей консолидированной коры Бухаро-Хивинского региона является плоско-параллельная расслоенность - следствие избирательной способности метода КМПВ-МГОВ к субгоризонтальным рефлекторам. Естественно, эти модели не учитывают сложной гаммы разнообразных геологических элементов, в том числе и наклоннных границ в литосфере. Тем не менее, свою положительную роль они сыграли.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно говорить, что в зоне сочленения Южного Тянь-Шаня и Бухаро - Хивинского региона выделяются два типа консолидированной коры, которые характеризуются разной мерой вовлеченности в тектонические процессы. Контакт между этими типами достаточно резкий и пространственно приурочен к Арало-Гиссарскому линеаменту [2, 19].

В виде систем крупно-амплитудных сейсмоактивных дизъюнктивов (Учбаш-Каршинская, Предгиссарская и другие флексурно-разрывные зоны) этот линеамент трассируется от Аралморской впадины на севере до Алайского трога на юго-востоке. Многочисленные оперяющие и секущие разломы придают ему сложную геологическую конфигурацию [7, 17].

В полосе развития Арало-Гиссарского линеамента установлены:

1. Повышенная концентрация очагов землетрясений (до глубин 30 км) - критерий незавершенности тектонических процессов. К югу от линеамента, в пределах Туранской платформы, очаги землетрясений редкое явление.

2. Линейно-вытянутые депрессии (Каракульский, Кушабский, Бешкентский, Предгиссарский прогибы, Алайская впадина) по поверхностям доюрских образований (3-5 км) и фундамента (до-7-9 км и более)[8].

3. Мантийные выступы (Газлийский, Мубарекский, Предгиссарский, Алайский и т.п.) шириной до 30 км и глубиной залегания поверхности Мохо 32-37км. На некоторых участках (Каракульский прогиб, юг Газлийского выступа и т.п.) на глубине 15-22 км фиксируются геологические тела с мантийными скоростями. По-видимому, их можно рассматривать в качестве "отторженцев" верхней Мантии [19].

4. Стремительное заглубление поверхности Мохо по крупноамлитудным разломам (7-15 км) к югу от мантийных выступов до 40-45 км на Чарджоуской ступени, в Бешкентском прогибе, Сурхандарьинской впадине и к северу от них, до 44-48 км и более в Юго-Западных отрогах Гиссара (ЮЗОГ) и Южном Гиссаре, под Кульджуктау, Зирабулак-Зиаэтдинскими и Каратюбинскими горами [6,1].

5. Протяженные положительные линейные экстремумы в геомагнитном поле /6,8/, напряженность и частота которых здесь в 4-5 раз превышают аналогичные величины на смежных площадях, что, вероятно, можно объяснить внедрением в полосе линеамента больших объемов основных пород, содержащих ферромагнитные минералы.

5. Минимальные толщины магнитоактивного слоя (I8-22 км). В сторону Туранской плиты они возрастает до 30 км и более, что хорошо согласуется с сейсмическими, данными [15].

6. Дифференцированный характер региональных аномалий силы тяжести. В отдельных звеньях линеамента фиксируются довольно резкие гравитационные ступени (Предгиссарская и Алайская). В. других - рассматриваемая структура четко не обособляется (Газли-Мубарекская зона). Однако в поле вторых производных аномалий Буге она выделяется в виде цепочки локальных относительных максимумов [16, 19].

7. Изостатическая нарушенность равновесного состояния блоков земной коры (Ю.С.Шманенко;1982).

8. Смена двух типов геоэлектрических разрезов (Н.А.Беляевский;1993). К северу от линеамента расположен типовой разрез Южно - Тяньшаньской аномалии электропроводности, характеризующейся аномально низкими значениями удельного электрического сопротивления (0,1-1,0 Ом.м) в интервале глубин (0-7.5 км) залегания комплекса ордовик-силурийских сланцев, обогащенных сульфидами и углеродом (до 5-7%).

К югу от линеамента обособляется геоэлектрический, разрез Туранской плиты, состоящий из осадочного чехла (УЭС 4,0 Ом.м), ПСЭ (УЭС 250 Ом.м) и слабо проводящих пород консолидированной коры и верхней Мантии (5000 Ом.м).

9. Резкий перегиб слоя аномально высокой электропроводности на глубинах 120-130 км по данным ГМТЗ, предположительно увязываемой с кровлей астеносферы (устное сообщение Ф.Г.Долгополова (1994г.).

10. Высокие значения тепловых потоков (до 70 мВт/м2 и выше). К северу и югу от линеамента они уменьшаются до 50-58 Мвт/м2[15]. (9). На срезах различных глубин (1000, 1500, 2000 м): анализируемая структура характеризуется повышенными температурами и высокими геотермическими градиентами (до 3,5-4,0°С/100 м).

Совместная интерпретация сейсмических геотермических, геомагнитных и геоэлектрических данных, позволяет считать, что повышенные тепловые потоки в полосе Арало-Гиссарского линеамента связаны с увеличенной проводимостью земной коры и как следствие - с повышенной конвертируемостью эманации газов и флюидов. Проникая из консолидированной коры в осадочный чехол и ПСЭ, они могли в значительной степени влиять на уже сформировавшиеся залежи УВ. Агентами переноса глубинного тепла можно считать серии наклонных границ-сколов либо сквозькоровые системы нарушений в литосфере [2, 12, 13, 14]. Таким образом, можно предположить, что искомая структура выполняет функцию геотермического проводника земных недр.

Обращаясь к проблеме сопряжения тектонических структур юго-западного окончания Тянь-Шаня и Туранской плиты, вполне логичным представляется привлечение результатов палеотектонических и палеогеографических реконструкций выполненных в разные годы и различными исследователями.

Обобщая результаты этих исследований, можно прийти к логическому заключению - восточный борт Амударьинской синеклизы (Бухаро-Хивинский регион) и Южно-Тяньшаньская система орогенов на протяжении большей части фанерозоя развивались как тектонически связанные геоструктуры, в которых первое было приемником, а второе источником терригенного материала. Многие изопахиты различных секций фанерозойского разреза имеют субмеридиональную ориентированность и раскрываются в северном направлении.

Так, например, большая часть Южного Гиссара и ЮЗОГ, Центральные Кызылкумы, Бухарская ступень, Южный Гиссар в раннем рифе - силуре (Б.В. Яскович; 1963 г, позже Е.Б.Головин), в конце ордовика - среднем девоне (К.К.Пятков, И.А.Пяновская и др.; 1967), в позднем карбоне-перми (А.Г.Бабаев;1966,1994) и в мезозое-кайнозое (В.И.Троицкий; 1967) представляли собой древнее поднятие устойчивой области денудации, питавшее обломочным материалом окаймляющую с юга Амударьинскую синеклизу. Причем Бухарскую ступень в рельефе палеозойских образований этот исследователь называет погребенным хребтом.

Таким образом, современное гипсометрическое господство Южного Тянь-Шаня над Бухаро-Хивинским регионом унаследовано от предыдущих этапов развития

В современном структурном плане по мере удаления от Гиссарского, Каратюбинского и Зирабулак-Зиаэтдинского горных массивов по осадочному чехлу происходит:

1. Расширение антиклинальных и синклинальных зон, их постепенное выполаживание и замена ярко выраженных линейных структур на брахиантиклинальные и куполовидные складки. При этом амплитуда последних уменьшается, а их геологическое строение становится все более простим (имеется ввиду интенсивность и форма проявления дизъюнктивной тектоники) /9/.

2. Закономерное наращивание мощности юрско-палеогеновых образований, при синхронном уменьшении роли неоген-четвертичных моласс. Особенность такого строения заключается в том, что юго-западные периклинали систем антиклинальных складок (находившихся в пределах платформы) в результате погружений в течение длительного времени почти всегда находились гипсометрически ниже, чем их северо-восточные аналоги, располагавшиеся в прилегающих областях Южного Тянь-Шаня. Подобная закономерность предполагает отсутствие, резкой границы между орогеном и платформой.

Системно-функциональный анализ результатов проведенных исследований свидетельствует, что из всех существующих вариантов сопряжения Южного Тянь-Шаня с Туранской платформой трассирования границы вдоль западной полосы Арало-Гиссарского линеамента является наиболее предпочтительным. Ширина полосы колеблется в пределах 20-40 км. В этой ситуации Бухарская ступень рассматривается в качестве "буферной", зоны между орогенами Южного Тянь-Шаня и Туранской платформы.

На основании перечисленных фактов представляется возможным рассматривать Арало-Гиессарский линеамент в качестве глубинной краевой шовной зоны мантийного заложения. Неоднократное возбуждение эндогенных режимов вдоль этой структуры привело к формированию сложных систем долго живущих разломов, хорошо проявляющихся в глубинном строении и геофизических полях.

Располагаясь на восточной окраине Туранской плиты, линеамент принимал активное участие в тектонических процессах. К нему тяготеют зоны развития позднепалеозойских авлакогенов и современного рифтообразований с интенсивным проявлением динамометаморфизма и геофлюидодинамики (2). Мировая практика поисково-разведочных работ показывает, что крупнейшие месторождения нефти и газа связаны с зонами развития глубинных разломов, сопровождающих рифтогенез осадочных бассейнов. Увеличенные мощности осадочного чехла и ПСЭ, большая проницаемость консолидированной коры, рециклирование геохимических элементов и глубинных флюидов в значительной степени расширяют прогнозные оценки перспектив нефтегазоносности в полосе Арало-Гиссарского линеамента..

В связи с этим линеамент заслуживает того, чтобы ему уделили самое пристальное внимание. Прежде всего, необходимо, осмыслить природу данного геотектонического элемента с позиции нового учения - концепции тектоники плит (20). Арало-Гиссарскийлинеамент или палеорифт образовался в результате раскалывания древнего Евразиатского континента на месте раздвига Каракумского массива с одной стороны и Северо-Устюртского и Фергано-Сырдарьинского массивов - с другой. Вовлечение в орогенез его восточной части следует связывать со столкновением Евразиатского материка с Индостанской литосферной плитой (20). В процессе этих грандиозных событий образовался Арало-Гиссарский линеамент, тщательное изучение которого позволит пролить свет на условия нефтегазообразования УВ, следовательно, прогнозировать еще новые перспективные объекты.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Абетов А.Е. О связи новейших движений земной коры с геофизическими полями и структурными особенностями доюрских комплексов пород Бухаро-Хивинского региона. В сборнике ИГИРНИГМ «Нефтегазовая геология и вопросы прироста запасов углеводородов в Узбекистане», под ред. Мамаджанова Э.А. - Ташкент, 1996, с.27-36.

[2]Абетов А.Е. Юлдашев Ж.Ю. Сопряжение платформенных территорий Западного Узбекистана и орогенных областей Южного Тянь-Шаня- в сб. «УЗБЕКНИПИНЕФТЕГАЗ» под ред.И.К.Эрматова, Х.У.Умирова, Ташкент, ГКРУП, 1996, с.24-32.

[3]Абидов А.А., Абетов А.Е. Киршин А.В. О глубинном строении юга Туранской платформы и прилегающих регионов -Ташкент, ДАН РУз, 1994, №5, с.47-40.

[4]Абидов А.А., Абетов А.Е., Киршин А.В. Выделение палеозойской рифтовой структуры в пределах Чарджоуской ступени – Ташкент, ДАН РУз, 1994, №7, с 37-38.

[5]Амурский Г.И., Аманниязов К.Н., Цейслер В.М. Геологические предпосылки нефтегазлононости зоны сочленения Туранской плиты и Юго-Западного Гиссара- Ашхабад, Ылым, 1991, 228с

[6] Бабаджанов Т.Л., Кунин Н.Я., Лук-Зильберман В.И. Строение и нефтегазоносность глубоко погруженных комплексов Средней Азии по геофизическим данным - Фан, Ташкент,1984, 185с.

[7] Бабаджанов Т.Л., Абетов А.Е., Рзаева В.А. Главные уровни деформационных напряжений в консолидированной коре платформенных областей Западного и Северо-Западного Узбекистана (Бухаро-Хивинский регион, Восточный Устюрт) - тезисы докладов 1 межд.семин. понапряж. в литосфере. М., ИГИРГИ, 1994, с.1-2.

[8]Бабаджанов Т.Л., Рубо В.В., Абетов А.Е. Рзаева В.А. Особенности строения промежуточного структурного этажа Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области по сейсмическим данным – Ташкент, ФАН, Узб.геол.журн., 1994, №2, с.55-71

[9]Давлятов Ш.Д. Тектоника нефтегазоносных областей Западного Узбекистана- Ташкент, ФАН, 1977, 175с

[10]Кунин Н.Я. Промежуточный структурный этаж Туранской платформы - М, Недра, 1975, 272с.

[11]Кунин Н.Я., Шейх-Заде Э.Р. Исследования литосферы докритическими отраженными волнами - М., Наука, 1993. 224с.

[12] Леонов М.Г. Внутренняя подвижность фундамента и тектогенез активизированных платформ - М., Геотектоника, 1993, №5, с.4-15.

[13] Леонов Ю.Г. Тектонические критерии интерпретации сейсмических отражающих горизонтов в нижней коре континентов -М., Геотектоника, 1993, №5, с.16-29.

[14] Пущаровский Ю.М. Проблемы движения и структурообразования в коре и верхней мантии-М.: Наука, 1985, 127с.

[15]Таль-Вирский Б.Б. Геофизические поля и тектоника Средней Азии- М., Недра, 1982, 271с.

[16]Фузайлов И.Л., Мусин Р.А. Литосфера Памира и Тянь-Шаня-Ташкент, ФАН, 1982, 246с.

[17] Хамрабаев И.Х. Глубинное строение литосферы Памира и Тянь-Шаня - в кн. «Динамика и эволюция литосферы» под ред. Яншина А.Л., Беус А.А. - М.. Наука, 1986 101-112с.

[18]Хамрабаев И.Х. О характере границы Мохоровичича (Мохо) в Средней Азии – Ташкет, Докл.АНРуз, №8, 1993, с.44-48.

[19]Эргешев Т.Э., Абетов А.Е., Чирикин В.В. Геофизические поля и глубинное строение Арало-Гиссарского линеамента-Ташкент, Фан, Узб.геол.журн., №3-4, 1992, с.13-18.

[20]Юлдашев Ж.Ю., Хаимов Р.Н. О сочленении Туранской плиты с Тянь-Шаньским орогеном в свете тектоники плит - Ташкент, ДАН УзССР, 1990, №2, с. 45-47.

REFERENCES

[1] Abetov A.E. On the connection of the latest movements of the crust with the geophysical fields and structural features of the pre-Jurassic rock complexes Bukhara-Khiva region. The collection IGIRNIGM "Petroleum Geology and questions of increase of hydrocarbon reserves in Uzbekistan", ed. Mamajanova EA - Tashkent, 1996, p.27-36.

[2] Abetov A.E. Yuldashev Zh.Yu. Pairing the platform of the West Uzbekistan and orogenic areas of Southern Tien Shanya- in Proc. "UZBEKNIPINEFTEGAZ" under ed. I.K.Ermatov, H.U.Umirova, Tashkent, GKRUP, 1996, p.24-32.

[3] Abidov AA, AE Abetov A.E., Kirshin AV On the deep structure of southern Turan platform and adjacent regions-Tashkent, Uzbekistan DAN, 1994, №5, p.47-40.

[4] Abidov AA, Abetov A.E., Kirshin A.V. Isolation of the Paleozoic rift structures within Chardjou stage - Tashkent, Uzbekistan DAN, 1994, №7, with 37-38.

[5] Amur G.I., Amanniyazov K.N., Tseysler V.M. Geological background of oil-and-gas-bearing junction zone Turan plate and Southwestern Gissar- Ashgabat, Ylym, 1991, p.228.

[6] Babadjanov T.L., Kunin N.Y., Luc-Silberman V.I. Structure and petroleum of deeply embedded systems of Central Asia from geophysical data - Fan, Tashkent, 1984, 185p.

[7] Babadjanov T.L., Abetov A.E., Rzaeva V.A. The main levels of deformation stress in the consolidated crust platform areas of Western and North-Western Uzbekistan (Bukhara-Khiva region, East Usturt) - abstracts of 1t methodical seminar ponapryazh. in the lithosphere. M., IGiRGI, 1994, p.1-2.

[8] Babadjanov T.L., Roubaud V.V., Abetov A.E. Rzaeva V.A. Structural features of the intermediate structural stage Bukhara-Khiva oil and gas field seismic data - Tashkent, FAN, Uzb.geol.mag., 1994, №2, p.55-71

[9] Davlyatov Sh.D. Tectonics of oil and gas fields of Western Uzbekistana- Tashkent, FAN, 1977, 175s

[10] N. Kunin N.Y. Intermediate structural floor oh Turan platform - M, Nedra, 1975, 272p.

[11] N. Kunin N.Y., Sheikh-Zade E.R. Studies of the lithosphere subcritical reflected waves - Nauka, Moscow, 1993. 224p.

[12] MG Leonov. Internal mobility foundation and tectogenesis activated platforms - M, Geotektonika, 1993, №5, p.4-15.

[13] YG Leonov. Tectonic criteria for the interpretation of seismic reflectors in the lower crust of continents - M., Geotektonika, 1993, №5, p.16-29.

[14] JM Pushcharovsky. Problems of movement and structure in the crust and upper mantle-M .: Science, 1985, 127p.

[15] Tal Virsky B.B. Geophysical fields and tectonics of Central Asia- M., Nedra, 1982, 271p.

[16] Fuzaylov I.L., Musin R.Lithosphere of Pamir and Tien Shan, Tashkent, FAN, 1982, 246c.

[17] I.H. Hamrabaev Deep structure of the lithosphere of the Pamir and Tien Shan - in the book. "Dynamics and evolution of the lithosphere" ed. Yanshina A.L., A.A. Beus - M .. Science, 1986 101-112p.

[18] Hamrabaev I.H. The nature of the Moho (Moho) in Central Asia - Tashket, Dokl.ANRuz, №8, 1993, P. 44-48.

[19] Ergeshev T.E., Abetov A.E., Chirikin V.V. Geophysical fields and deep structure of the Aral-Gissar lineament. Tashkent, Fan, Uzb.geol. mag., №3-4, 1992, p.13-18.

[20] Yuldashev Zh.Yu., Haim R.N. On the junction of the Turan plate with the Tien Shan orogen in the light of plate tectonics - Tashkent, Uzbek SSR DAN, 1990, №2, p. 45-47.

Абетов А.Е, Ахметов Е.М., Жылқыбаева Г. А., Абетова С.А.

**Оңтүстік Тянь-шан мен Тұран тастары булануының геологиялық құрылымы мен шоғырлану аймағының геоқозғалысы**

**Түйіндеме.** Оңтүстік Тянь-Шань және Туран тақталары буындасқан аймағында жер қыртысының қалыптасқан екі түрі яғни, бір-бірінен әртүрлі геологиялық даму бағытымен және геодинамикалық процестер дәрежесімен, әртүрлі тектоникалық процесстер қарқындылығымен, магматизм белсенділігімен, геофизикалық өрістерде көріну ерекшелігімен, мұнайгаздың пайда болу мінездемесімен, жер қыртысының өткізгіштігінің ұлғаюымен және газбен флюидтің алмасу эманациясының көтеріңкілігімен ерекшеленіп тұр.

Қалыптасқан қыртыстар түрлерінің орын алмастырылуы сейсмикалық өрісте, гравитациялық, магниттік, электрлік және жылулық өрістерде, тереңдік құрылымдарда ерекше байқалады. Мұнда жер қыртысы блоктарының тепе-теңдік қалыптарының бұзылуы, магнитті белсенділік қабаттарының жіңішкеруі, мантиялық шоқылар мен іргетас бедерінің майысуы, жылулық ағынның ұлғаюы және әртүрлі шөгінді қаптар қималарында температураның өзгеруі және астоносфера жабынының биіктеуі байқалады. Қалыптасқан қыртыстың бірінші түр аудандарында төмендегі жағдай анықталды: аралық құрылымдар қабаттартарының (АҚҚ) кешенді түрде шоғырлануы, олардың метаморфизімделу дәрежесінің көбеюі және магмалық денелермен қанығуы. Мұнда мұнайгаздылық тек жоғарғы палеозой мүжілген қыртыстыстарында кездеседі. Бұл кешендерде мұнайгаз іздеу жұмыстарын жүргізу қажетсіз деуге болады. Ал, мұнайгаздылыққа болашағы мол нысандар екінші қыртыс түрінде екені яғни, тектоникалық элементтердің белсенді созылмалы жағдайда болуы жәнеде шамалы түрлері өзгерген, метаморфизмге шалынған АҚҚ кешендерімен көмкерілген. Демек, осы кешенді тау жыныстарында мұнайгазға арналған жұмыстарды шоғырландыру қажет.

**Кілт сөздері:** қалыптасқан қыртыс, Мохо беті, геодеформациялық кернеу, тектоникалық қысым, серпінді-тұтқырлы-пластикалық деформациялар, жер сілкініс ошағы, қыртыстағы толассыз бұзылымдар жүйесі, аралық құрылымдық этаж, мұнайгаздықтың байқалуы, сейсмикалық

Abetov A., Akhmetov Y., Zhylkybayeva G., Abetova S.

**Geological structure and geodynamics of cosolidated crust of junction zone between the southern tien shan and turan plate**

**Summary.** Two types of crust are isolated at the junction of the Southern Tien Shan and Turan plate. They are distinguished by patterns of geological evolution, degrees of involvement in geodynamic processes, levels of external display of the intensity of tectonic processes, manifestations of magmatism, peculiarities of geophysical field manifestations, nature of the oil and gas shows, increased permeability of the crust and increased convertibility of gas and fluid emanations.

Replacement of one type of consolidated crust by another is manifested in contrasting seismic, gravitational, magnetic, electrical and thermal fields and deep-lying structure. Isostatic disturbance of crustal blocks, minimal thickness of the magnetically active layer, mantle ridges, troughs in the basement relief, increased heat flows, increased temperature at various levels of the sedimentary cover and rise of the asthenosphere roof are observed there. In areas of type I crust, increased dislocation of ISL complexes, increase in the level of metamorphism of the latter and saturation with magmatic formations are observed. Oil and gas indications are found only in the erodible crust of the upper Paleozoic. Carrying out oil and gas exploration along these complexes is ineffective. Tectonic elements with type II consolidated crust, which are in a phase of active stretching and are covered with slightly deformed and slightly

metamorphosed ISL complexes, present very promising oil and gas potential. It is advisable to focus on the oil and gas exploration on these rock complexes.

**Key words**: consolidated crust, Moho surface, geodeformational stresses, tectonic compression, visco-elastic-plastic deformation, earthquake sources, Bouguer anomalies, system of crust through disorders, intermediate structural stage, oil and gas shows, seismicity.

УДК 504.4.054

**Ж.Т. Тилекова[1], М.Т. Ошакбаев[1], М.С. Тонкопий[2]**
([1]Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
[2]Казахский экономический университет им. Т. Рыскулова,
Алматы, Республика Казахстан, tilek_zhanna@mail.ru)

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ИЛЕ-БАЛКАШСКОГО БАССЕЙНА

**Аннотация.** Приводится обзор методов комплексной оценки качества поверхностных вод. В работе рассматриваются методы, связанные с расчетом комплексных индексов загрязненности воды, они основаны на использовании обобщенных числовых характеристик - комплексных индексов качества воды. Одним из наиболее часто применяемых в системе оценки качества поверхностных вод является гидрохимический индекс загрязнения воды.

Дана общая характеристика загрязненности поверхностных вод региона. Основными источниками загрязнения являются «Балхашцветмет» и Балхашская ТЭЦ, свинцово-цинковый комбинат, сточные воды г. Алматы, орошаемое земледелие. Дана характеристика загрязнения водных ресурсов озеро Балкаш по гидрохимическим районам и основным притокам озера.

Рассчитаны лимитирующий показатель загрязнения воды, комбинаторный индекс загрязнения, индекс загрязнения воды озеро Балкаш и его основных притоков Иле, Каратал, Лепсы, Аксу. Выявлено, что по комбинаторному индексу загрязнения поверхностные воды бассейна относятся к 3 классу (категория “ загрязненная”), 4 классу (категория “грязная”), к 5 классу ( категория “ очень грязная”).

**Ключевые слова:** качество воды, оценка, индекс загрязнения, лимитирующие показатели загрязнения, комбинаторный индекс загрязнения, показатели качества воды.

Понятие качества воды включает совокупность показателей ее состава и свойств, определяющих пригодность для конкретных видов водопользования. Оценка качества производится по таким параметрам как содержание взвешенных веществ и плавающих примесей, температура, окраска, запахи и привкусы, величина pH, БПК, ХПК, содержание растворенного кислорода, содержание химических веществ и микроорганизмов (более подробно требования приведены) [1].

Чаще всего оценки качества воды основаны на сопоставлении фактических значений с нормативными и относятся к единичным. Однако отдельные данные не дают представлений о суммарном загрязнении водных объектов и не позволяют однозначно относить степень качества к той или иной категории. В этом случае используют числовые характеристики качества воды по ряду основных показателей и видам водопользования. Эти характеристики называются индексами загрязнения воды (ИЗВ) и широко применяются в практике оценки качества вод. Наибольшее распространение получил метод оценки качества вод, разработанный в Республиканском государственном предприятий «Казгидромет», также применение этих методик рассматриваются в работах [2, 3]. Достоинство метода состоит в том, что наряду с возможностью проведения оценок по комплексу показателей загрязняющих веществ он позволяет учитывать частоты их нормативных превышений.

Для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышений ПДК ($K_i$) и повторяемости случаев превышения $H_i$, а также общий оценочный балл $B_i$:

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i}; \qquad H_i = \frac{N \cdot ПДК_i}{N_i}; \qquad B_i = K_i \cdot H_i, \qquad (1, 2, 3)$$

где $C_i$ – концентрация в воде $i$-го ингредиента; $ПДК_i$ – нормативное значение концентрации ингредиента; $N_i \cdot ПДК$ – число случаев превышения ПДК; $N$ – общее число анализов. Вещества, для которых $B_i$, больше или равно 1, выделяются как *лимитирующие показатели загрязненности* (ЛПЗ).

*Комбинаторный индекс загрязненности* рассчитывается как сумма общих оценочных баллов ($\sum_{i=1}^{N} \boldsymbol{B}_i$) всех учитываемых ингредиентов. С помощью табл. 1 по величине комбинаторного индекса загрязненности устанавливается принадлежность к тому или иному классу загрязненности воды.

Таблица 1. **Классификация загрязненности воды водных объектов**

| Величина комбинаторного индекса загрязненности воды | Класс загрязненности воды | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V |
| | условно чистая | слабозагрязненная | загрязненная | грязная | очень грязная |
| Отсутствие ЛПЗ | <1 | 1 – 2 | 2.1 – 4.0 | 4.1 – 10 | >10.0 |
| 1 ЛПЗ | <0.9 | 0.9 – 1.8 | 1.9 – 3.6 | 3.7 – 9.0 | >9.0 |
| 2 ЛПЗ | <0.8 | 0.8 – 1.6 | 1.7 – 3.2 | 3.3 – 8.0 | >8.0 |
| 3 ЛПЗ | <0.7 | 0.7 – 1.4 | 1.5 – 2.8 | 2.9 – 7.0 | >7.0 |
| 4 ЛПЗ | <0.6 | 0.6 – 1.2 | 1.3 – 2.4 | 2.5 – 6.0 | >6.0 |
| 5 ЛПЗ | 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.1 – 2.0 | 2.1 – 5.0 | >5.0 |

К категории наиболее часто используемых показателей для оценки качества водных объектов относят гидрохимический *индекс загрязнения воды* (ИЗВ) и *гидробиологический индекс сапробности* ***S***.

Индекс загрязнения воды, как правило, рассчитывается по шести–семи показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть из них (концентрация растворенного кислорода, водородный показатель **pH**, биологическое потребление кислорода $БПК_5$) является обязательной.

$$\boldsymbol{ИЗВ} = \sum_{i=1}^{T} \frac{\boldsymbol{C}_i / \boldsymbol{ПДК}_i}{\boldsymbol{N}}, \qquad (4)$$

где $\mathbf{C_i}$ – концентрация компонента (в ряде случаев – значение параметра); **N** – число показателей, используемых для расчета индекса; $\mathbf{ПДК_i}$ – установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы (табл. 2). Индексы загрязнения воды сравнивают для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока (по течению, во времени, и т.д.).

Таблица 2. **Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды**

| Воды | Значения ИЗВ | Классы качества вод |
|---|---|---|
| Очень чистые | до 0,2 | 1 |
| Чистые | 0,2–1,0 | 2 |
| Умеренно загрязненные | 1,0–2,0 | 3 |
| агрязненные | 2,0–4,0 | 4 |
| Грязные | 4,0–6,0 | 5 |
| Очень грязные | 6,0–10,0 | 6 |
| Чрезвычайно грязные | >10,0 | 7 |

Объектом исследования являются поверхностные воды Иле-Балкашского бассейна. Бассейн оз. Балкаш расположен на юго-восточной части Казахстана. Котловина озера Балкаш крайне удлиненной формы: длина озера – 600 км, а средняя ширина – 30 км. Формой его обусловлена неоднородность распределения гидрометеорологических и гидрохимических характеристик. Площадь озера при уровне 314,5 м составляет 17330 км$^2$, объем 96,95 км$^3$ [4].

Озеро Балхаш относят к полупресноводным озёрам — химический состав воды зависит от гидрографических особенностей водоёма. Вода западной части озера почти пресная, (минерализация составляет 0,74 г/л) и более мутная (прозрачность — 1 м), используется для питьевого и промышленного снабжения. Восточная часть имеет большую солёность (от 3,5 до 6 г/л) и

прозрачность (5,5 м). Общая средняя минерализация по Балхашу — 2,94 г/л. Многолетний средний осадок солей в Балхаше составляет 7,53 млн. т, запасы растворённой соли в озере — около 312 млн. т. [4]. Вода в западной части имеет желтовато-серый оттенок, а в восточной цвет меняется от голубоватого до изумрудно-голубого, что заметно на спутниковых снимках.

Основные реки, впадающие в озеро Иле, приток которого составляет воды 80 %, также Лепсы, Каратал, Аксу, Аягуз.

На сегодняшний день уникальное озеро испытывает сильное техногенное загрязнение от промышленных предприятий. Наиболее подвержена техногенному воздействию северная часть Прибалхашья. Основными природопользователями являются структурные подразделения ТОО «Корпорация Казахмыс».

Максимальное воздействие на состояние окружающей среды в регионе оказывают следующие предприятия - ТОО «Казахмыс Смэлтинг», ПО «Карагандацветмет» (бывшее «Балхашцветмет») и Балхашская ТЭЦ. Свою лепту по воздействию на окружающую среду в результате хозяйственной деятельности вносят КГП «Балхаш Су», КГП «Ак кайын», КГП «УЖКР при акимате г. Приозерск», ТОО «Балхаш балык» и многочисленные зоны отдыха, расположенные вдоль побережья. Помимо загрязнения предприятиями, большой вклад в загрязнение вносят и местные жители.

В настоящее время сброс сточных (теплообменных) вод в озеро осуществляет только ТОО «Балхашская ТЭЦ». За последний 5 лет динамика объема сброса сточных вод в озеро выглядит следующим образом:

Таблица 3. **Объем сброса сточных вод в озеро Балкаш [5]**

| Годы | Сброс сточных вод м3 | тонн |
|---|---|---|
| 2008 | 82 840 900 | 5,419 |
| 2009 | 94 465 700 | 3,71 |
| 2010 | 98 787 300 | 0,307 |
| 2011 | 90 411 000 | 42,699 |
| 2012 | 97 257 800 | 82,551 |

Загрязнение основных притоков оз. Балкаш, таких как р. Иле и р. Каратал, вносят существенный вклад в общее загрязнение озерной экосистемы.

Воды реки Иле содержат широкий спектр микроэлементов, превышающих предельно - допустимые концентрации. Районы Восточного Балхаша загрязняются как за счет сгонно-нагонных явлений, когда происходит переток воды с западной части озера в восточную, так и за счет поступления токсикантов с восточными реками, несущими в себе повышенные концентрации тяжелых металлов.

В воде озера Балкаш присутствует длинный ряд микроэлементов, среди которых тяжелые металлы занимают ведущее положение, благодаря геохимической особенности почвогрунта Прибалкашья, а также поступлению их в реки и озеро со сточными водами и частичным осаждением на поверхность водоема из воздушных выбросов промышленных объектов. Картина распределения тяжелых металлов в воде озера Балкаш выглядит следующим образом (рисунок 1).

По проведенным ранее исследованиям и расчетам [5] известно, что от выбросов предприятия наиболее загрязнен юго-западный сектор, куда входит залив Торангалык, поселок Торангалык с птицефабрикой и бывший пионерский лагерь «Голубая волна». Это связано с тем, что в регионе преимущественно дует северо-восточный ветер, повторяемость которого 45 % в году. Меньше подвержены загрязнению бухта Бертыс и Малый Сары-Шаган. Кроме этого, в залив Торангалык поступают загрязняющие вещества при пылении хвостохранилища Балкашского горно-обогатительного комбината, которое находится на берегу залива всего в 250-300 метрах.

За последние годы наблюдений за гидрохимическим режимом водотоков зафиксировано повсеместное превышение сульфатов над предельно допустимыми концентрациями (ПДК) водоемов рыбохозяйственного водопользования. Например, в озере содержание сульфатов в 13,2-20,9 раза больше ПДК, в бухте Бертыс – в 7,7-9,5, в створе г. Балкаш – 7,7-8,1 раза. Превышение ПДК наблюдается и в содержании хлоридов: в Малом Сары-Шагане в 1,3-1,5 раза, в бухте Бертыс и в створе г. Балкаш – в 1,3-1,6 раза [5].

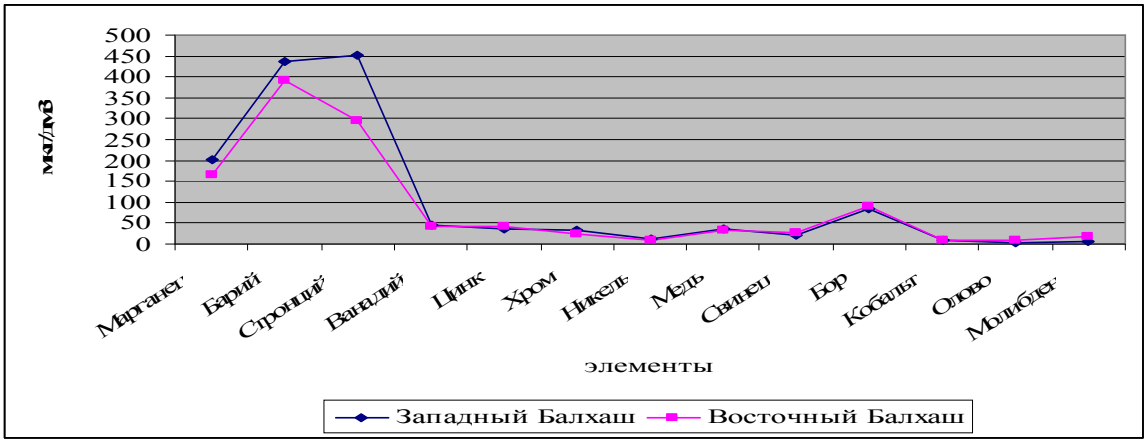



**Рис.1.** Среднемноголетнее содержание тяжелых металлов в воде озера Балкаш

Если характеризовать загрязненность оз. Балкаш в целом, то общее количество гидрохимических анализов превышает предельно допустимую концентрацию в 80,4 % случаев, сульфаты и медь – в 100 %, цинк – в 25,3 %, фториды – в 98,0 %, нефтепродукты – в 40 %, фенолы – в 33,3 % случаев [5].

Постоянно фиксируются загрязнения оз. Балкаш остаточными количествами ДДТ и ГХЦГ. Например, фактические концентрации суммы изомеров ГХЦГ наблюдаются в пределах от 0,0027 до 0,157 мкг/л при средних значениях порядка 0,045 мкг/л, тогда как сумма метаболитов ДДТ – от 0,0036 до 0,060 мкг/л при среднем значении 0,0261 мкг/л. Следует отметить, что при исследовании наличия пестицидов постоянно регистрируются альфа, бета, гамма изомеры ГХЦГ и ДДТ с трансформацией последнего в метаболит ДДЭ или растворенное соединение ДДД [5].

Для оценки качества вод Иле-Балкашского бассейна использован метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Рассчитаны такие показатели, как ИЗВ, лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ), комбинаторный индекс загрязненности.

В работе были использованы первичные данные гидрохимического мониторинга РГП «Казгидромет». Индекс загрязнения воды озеро Балкаш и его основных притоков по данным [5].

Таблица 5. **Индекс загрязнения воды озера Балкаш и его основных притоков**

| Годы | оз. Балкаш | р. Иле | р. Лепсы | р. Каратал | р. Аксу |
|---|---|---|---|---|---|
| 2010 | 14,08 (7 кл.) чрезвычайно грязная | 1,53 (3 кл.) умеренно загрязненная | 5,31 (5 кл.) грязная | 4,25 (5 кл.) грязная | 3,86 (4 кл.) Загрязненная |
| 2011 | 9,36 (6 кл.) очень грязная | 2,65 (4 кл.) загрязненная | 1,87 (3кл.) умеренно загрязненная | 1,53 (3кл.) умеренно загрязненная | 1,78 (3кл.) умеренно загрязненная |
| 2012 | 10,16 (7 кл.) чрезвычайно грязная | 1,62 (3 кл.) умеренно загрязненная | 1,82 (3 кл.) умеренно загрязненная | 1,46 (3 кл.) умеренно загрязненная | 1,34 (3 кл.) умеренно загрязненная |
| 2013 | 11,53 (7 кл.) чрезвычайно грязная) | 1,31 (3 кл.) умеренно загрязненная | 1,52 (3 кл.) умеренно загрязненная | 1,87 (3 кл.) умеренно загрязненная | 0,96 (2 кл.) Чистая |
| 2014 | 7,87(6 кл.) очень грязная | 2,74 (4 кл.) загрязненная | 1,02 (3 кл.) умеренно загрязненная | 2,25 (3 кл.) умеренно загрязненная | 1,46 (3 кл.) умеренно загрязненная |
| среднее | 10,6 (7 кл.) чрезвычайно грязная) | 1,97 (3 кл.) умеренно загрязненная | 2,3 (4 кл.) Загрязненная | 2,27 (4 кл.) Загрязненная | 1,88 (3 кл.) умеренно загрязненная |

По данным РГП «Казгидромет»

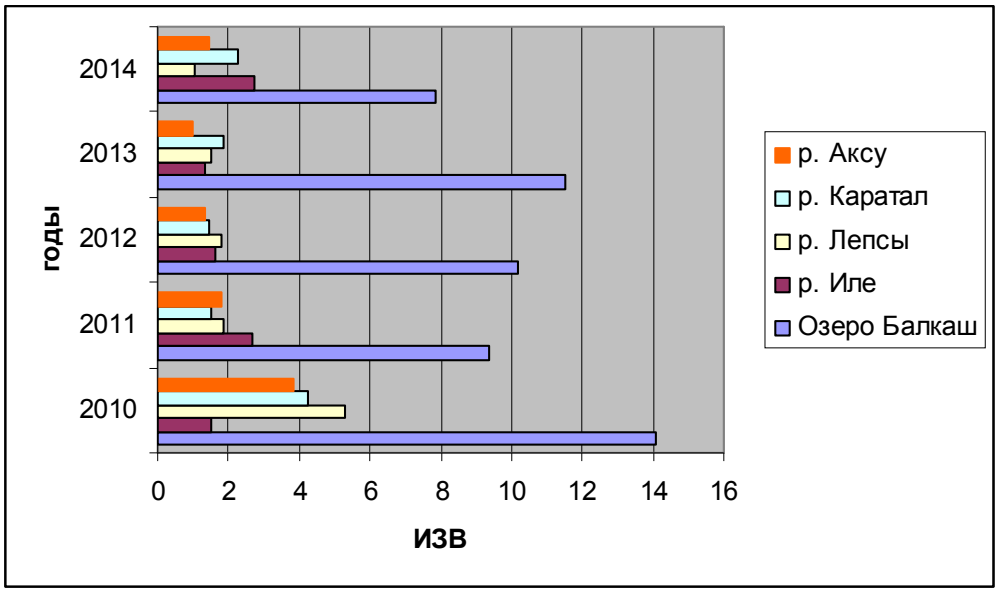



**Рис. 2.** Динамика индекса загрязнения поверхностных вод Иле-Балкашского бассейна

Динамика ИЗВ поверхностных вод озеро Балкаш и его основных притоков (рис. 2) показывает, что класс качества воды озера Балкаш относится к 7 кл - чрезвычайно грязная, ИЗВ воды колеблется от 7,87 до 14,08 и среднее ИЗВ составляет 10,6. Качества воды р. Иле относится к 3 кл - умеренно загрязненная, ИЗВ воды колеблется от 1,31 до 2,74 и среднее ИЗВ составляет 1,97. Качества воды р. Лепсы относится к 4 кл - загрязненная, ИЗВ воды колеблется от 1,02 до 5,31 и среднее ИЗВ составляет 2,3. Качества воды р. Каратал относится к 4 кл - загрязненная, ИЗВ воды колеблется от 1,44 до 4,25 и среднее ИЗВ составляет 2,27. Качества воды р. Аксу относится к 3 кл - умеренно загрязненная, ИЗВ воды колеблется от 0,96 до 3,86 и среднее ИЗВ составляет 1,88.

Нами были подсчитаны лимитирующий показатель загрязнения воды, комбинаторный индекс загрязнения (КИЗ), индекс загрязнения воды озеро Балкаш и его основных притоков. (рисунок 3,4).

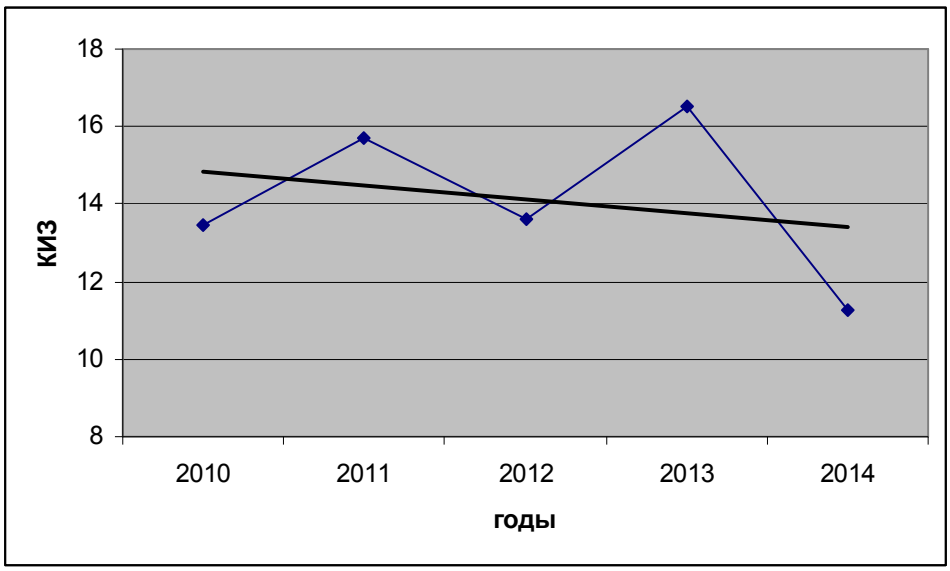



**Рис. 3.** Динамика величин КИЗ озера Балкаш

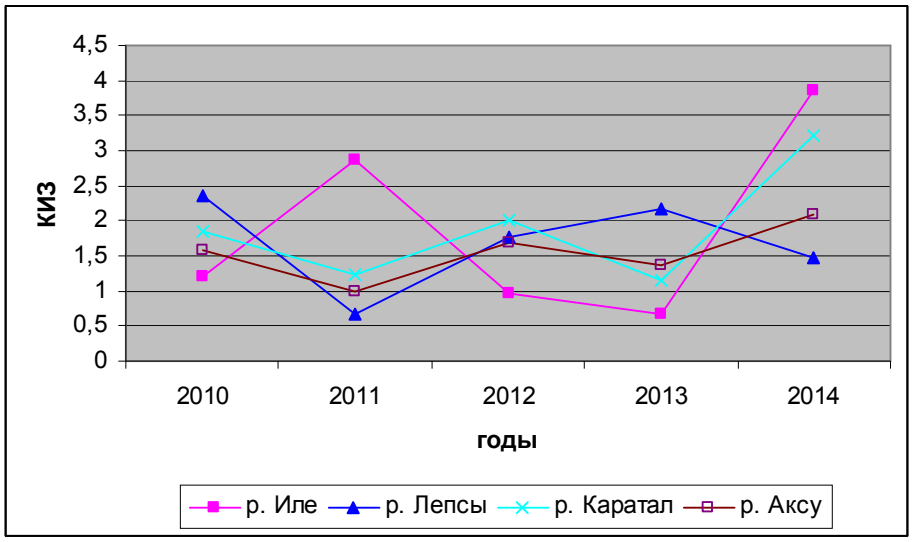



**Рис. 4.** Динамика величин КИЗ

Химический состав рек Иле-Балкашского бассейна формируется под воздействием природных и антропогенных факторов. Значительный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят азот нитритный, сульфаты, фенолы, фториды, меди. Оценка состояния основных водных объектов региона указывает на то, что поверхностные воды относятся к 3 классу (категория " загрязненная"), 4 классу (категория "грязная"), к 5 классу ( категория " очень грязная").

Максимальную нагрузку от загрязнения испытывают озеро Балкаш и реки Иле, Каратал и Лепсы.

ЛИТЕРАТУРА

1.Редина М.М., Хаустов А.П. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды. – М.: Юрайт, 2014. – 430 с.

2.Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. – Алматы, 2012. – 75 с.

3.Казова Р.А., Мусина У.Ш.. Курбанова Л.С. Эколого-экономическая оценка очистки сточных вод предприятия // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – 2014. - № 6 (106). – С. 3-9.

4.Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш . // Под редакцией Т.К. Кудекова. – Алматы, 2002. – 388 с.

5.Экологическое состояние озера Балхаш. Доклад к бассейновому совету 27.06.2013 г. – www.ecokomitet.kz

6. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды бассейна озера Балхаш за 2009-2014 годы. – www.kazhydromet.kz

REFERENCES

1. Redina M.M., Khaustov A.P. Normirovanie i snizhenie zagryazneniy okruzhayushchey sredy. –M.: Yurayt, 2014. - 430 s.

2. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu kompleksnykh obsledovaniy i otsenke zagryazneniya prirodnoy sredy v rayonakh, podverzhennykh intensivnomu antropogennomu vozdeystviyu. – Almaty, 2012. - 75 s.

3. Kazova R.A., Musina U.Sh., Kurbanova L.S., Ecologo-economicheskaya otsenka ochistki stochnykh vod predpriyatiya // Vestnik KazNTU im. K.I. Satpaeva. - 2014.- № 6 (106). – S. 3-9.

4. Sovremennoe ecologicheskoe sostoyanie basseyna ozero Balkash //Pod redaktsiey T.K. Kudekova. – Almaty, 2002. - 399 s/

5. Ecologicheskoe sostoyanie ozero Balkash. Doklad k basseynovomu sovetu 27.06.2013 g. - www.ecokomitet.kz.

6. Informatsionnyy byulleten o sostoyanii okruzhayushchey sredy basseyna ozera Balkash za 2007-2014 gody. - www.kazhydromet.kz.

Тілекова Ж.Т., Ошақбаев М.Т., Тонкопий М.С.

**Іле-Балқаш бассейінінің жер үсті суларының сапасына баға беру**

**Түйіндеме.** Жер үсті суларының сапасын кешенді бағалау әдістеріне шолу жасалған. Жұмыста суды кешенді бағалаудағы индекстік ластану әдісі қаралады, бұл әдіс сандық көрсеткіштерді жалпылап пайдалануға негізделген, бұл дегеніміз – судың сапасын кешенді индекстеу. Жер үсті суларының сапасына жүйелі баға беруде жиі қолданылатын әдіс судың гидрохимиялық ластануын анықтау болып табылады.

Өңірдің жер үсті суларының жалпы ластануы туралы деректер берілген. Суды ластау көздері - Балқаш қаласының өнеркәсіптері, Балқаш ЖЭС, қорғасын-мырыш комбинаты, Алматы қаласының қалдық сулары, суармалы егістік болып табылады. Сонымен қатар, Балқаш көлінің гидрохимиялық аудандары бойынша және оның негізгі салаларының су ресурстарының ластануы сипатталған.

Балқаш көлінің және Иле, Лепсі, Қаратал, Ақсу өзендерінің суларының ластанудың лимиттік көрсеткіші, ластанудың комбинаторлық индексі, судың ластану индексі көрсеткіштері есептелген. Ластанудың комбинаторлық индексі бойынша бассейінің жер үсті суларын 3 класс (категория – «ластанған»), 4 класс (категория «лас»), және 5 класс ( категория «өте лас») екендігі анықталған.

**Түйін сөздер:** судың сапасы, судың сапасын бағалау, судың ластану индексі, ластанудың лимиттік көрсеткіші, ластанудың комбинаторлық индексі, судың сапасының көрсеткіші, су сапасының класстары.

Tilekova Zh., Oshakbaev M.T., Tonkopiy M.S.

**Assessment of quality of a surface water of the Ile-Balkash pool**

**Summary.** The review of methods of a complex assessment of quality of a surface water is provided. In work the methods connected with calculation of complex indexes of impurity of water are considered, they are based on use of the generalized numerical characteristics - complex indexes of quality of water. One of the surface water which is most often applied in system of an assessment of quality is the hydrochemical index of pollution of water.

The general characteristic of impurity of a surface water of the region is given. The main sources of pollution are plant on production of copper and Balkhash heat power station and power plant, zinc-lead combine, sewage of Almaty, the irrigated agriculture. The characteristic of pollution of water resources the lake Balkash on hydrochemical areas and the main inflows of the lake is given.

The article are calculated the limiting water pollution indicator, a combinatory index of pollution, a water pollution index the lake Balkash and his main inflows. It is revealed that on a combinatory index of pollution a surface water of the pool belongs to the 3rd class (category" polluted"), to the 4th class (category "dirty"), to the 5th class (category" very dirty").

**Key words:** the quality of water, an assessment of quality of water, an index of pollution of water limiting pollution indicators, a combinator index of pollution, indicators of quality of water, classes of quality of water.

УДК 628.35

**Р. Адырбайкызы, А.Т. Жапарова**
(КазНТУ им.К.И.Сатпаева, г.Алматы, Республика Казахстан,
ms.albinka01@mail.ru)

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

**Аннотация.** Изучены процессы окисления органических загрязнений, протекающие в аэробных (в аэротенках, биофильтрах) и анаэробных условиях (метантенках, септиктенках). Полученные результаты доказывают что, процессы окисления активно протекает в биофильтрах, и при этом эффективно очищают сточные воды, БПК (биохимическая потребность в кислороде) снизилась ниже предельно допустимого значения.

Этот метод основан на способности микроорганизмов утилизировать в качестве питательных веществ органические соединения, растворенные в сточных водах. Потребление органики может происходить как в присутствии кислорода (аэробная очистка), так и в его отсутствие (анаэробная очистка). Благодаря высокой эффективности данный метод очистки сточных вод получили наиболее широкое распространение.

**Ключевые слова:** аэробные и анаэробные процессы, микроорганизмы, активный ил, аэротенк, септиктенки и метантенки.

Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные загрязнения в качестве источника питания и минерализовавыть их в процессах своей жизнедеятельности. Среди биологических методов защиты окружающей среды биологические методы очистки сточных вод первыми получили развитие и в настоящее время

наиболее широко используются. По объему перерабатываемых потоков биологическая очистка сточных вод является самой крупнотоннажной технологией и применяется на подавляющем большинстве очистных сооружений: производственных, городских, локальных и придомовых.

С точки зрения экологической биотехнологии наиболее важны аэробные процессы, используемые для очистки и стабилизации сточных вод. Комплекс очистных сооружений включает четыре основных блока: механической очистки, биологической очистки, обеззараживания воды и обработки осадков.

В блоке *механической очистки* из воды изымаются нерастворимые примеси, при этом они разделяются на преимущественно неорганические и преимущественно органические. Последовательность удаления разных примесей обусловлена степенью их дисперсности и удельной массой.

На первой стадии очистки воду процеживают через решетки, задерживающие крупные примеси - отбросы. Сухое вещество отбросов на 95% состоит из органических соединений. На следующей стадии вода освобождается от тяжелых минеральных примесей (песок). На последней стадии механической очистки в первичных отстойниках выделяют часть взвешенных веществ, которые в результате седиментации образуют осадок, сырой осадок. Осадок содержит в основном легко загнивающие примеси органического характера.

Применение *биологических методов* для очистки сточных вод основано на способности различных групп микроорганизмов использовать компоненты этих вод в качестве эффективных источников энергии и материала для построения своего тела. Биологическая очистка может осуществляться в аэробных и анаэробных условиях. Аэробные методы применяют в основном для малоконцентрированных субстратов (концентрация по БПК до 1000 мг/л). Концентрация городских сточных вод по БПК обычно не выходят за пределы 200-400 мг/л. Для их очистки применяют аэробные методы.

Блок биологической очистки включает биоокислитель (аэротенк или биофильтр) и вторичный отстойник. Избыток биомассы постоянно удаляют из биоокислителя, а так как это субстрат органической природы, его передают на сооружения обработки осадка. В процессе механической и биологической очистки исходные загрязнения сточной воды концентрируется в сравнительно небольшом объеме осадков (для городских сточных вод не более 1,5% от объема отработанной воды).

Очистка сточной воды заканчивается ее *обеззараживанием*. Для этого на городских станциях очистки сточных вод обычно применяют хлор. В аэробных условиях сточные воды очищают в сооружениях двух основных модификацпий: с активной биомассой, взвешенной в воде, или с прикрепленной к материалу инертной загрузки.

Первый вариант реализуется в аэротенках. Биоциноз аэротенков носит название *активного ила*. Активный ил поддерживается во взвешенном состоянии с помощью воздуха. Для микроорганизмов активного ила воздух служит источниками кислорода и поддерживает хлопья ила во взвешенном состоянии. Активный ил и сточная вода поступают с одной стороны аэротенка и выводятся с другого торца.

Вторая модификация процесса биологической очистки воды осуществляется в биофильтрах. Важнейшая составная часть биофильтров - загрузочный материал, в качестве которого используют шлак, материал, в качестве которого используют шлак, гравий, керамзит, пластмассовые материалы. Активная биомасса, называемая биопленкой, образует слизистый слой, обвалакивающий отдельные элементы загрузки.

Сточная вода подается сверху, орошая поверхность загрузки. Проходя через биофильтр, вода тонким слоем оттекает загрузочный материал, контактируя с биопленкой. Воздух попадает в тело фильтра либо путем естественной тяги, либо нагнетается вентиляторами. Толщина слоя биопленки - 3 мм. Потоком воды часть биопленки, в основном отмершая, выносится из биофильтра и осаждается во вторичном отстойнике, откуда поступает на сооружения обработки осадка.

Бионаселение активного ила и биопленки представлены микроорганизмами разных систематических групп-бактерий, простейшие, грибы, водоросли, многоклеточные животные, черви, личинки и др. Количество бактерий в активном иле составляет от $10^8$ до $10^{14}$ на 1 г сухого вещества. Состав бактериального населения зависит от состава обрабатываемой воды и от условий, в которых осуществляется процесс очистки. К числу самых распространенных бактерий относятся псевдомонады (50-88%) всего бактериального населения. В активном иле присутствуют

аммонифицирующие, целлюлозоразрушающие, жирорасщепляющие, нитрифицирующие бактерии. В илах развиваются микроорганизмы всех трех температурных групп (психрофильные, мезофильные, термофильные).

В активном иле идентифицированы бактерии множества различных видов, но, как правило, их определение до вида не представляет большого интереса. Следует выделять только три основные группы: углеродокисляющие флокулообразующие бактерии, углеродокисляющие нитчатые бактерии, бактерии-нитрификаторы. Флокулообразователи необходимы не только для деградации БПК, но и для образования стабильных флокул, которые способны быстро осаждаться с образованием плотного ила в отстойнике. Нитрификаторы (Nitrosomonas и Nitrobacter) превращают аммонийный азот в нитраты:

Эти виды бактерий необходимы, если процесс направлен на получение выходных стоков с низкой концентрацией аммонийного азота. Нитчатые бактерии представляют собой до некоторой степени аномалию. С одной стороны, известно, что они образуют скелет, вокруг которого формируются флокула, с другой - являются источником двух специфических проблем: плохого осаждения и образования устойчивой пены. Поэтому необходимо уметь определять не только видовой состав нитчатых бактерий, но и их относительное содержание.

Простейшие потребляют бактерий и обеспечивают низкую мутность выходных стоков. Всего было идентифицировано около 200 видов простейших, но именно инфузории, и в частности круглоресничные (прикрепленные к субстрату) инфузории, такие как сувойки (Vorticella) и Opercularia, имеют наибольшее значение.

Применительно к илу термин «активный» значит, что биомасса:

- представляет собой микрофлору, содержащую все ферментные системы, необходимые для деградации загрязнений, которые следует удалить;

-имеет поверхность с сильной адсорбционной способностью;

- способна образовывать стабильные флокулы, которые легко осаждаются при отстаивании.

В *анаэробных процессах* очистки сточных вод микроорганизмы не имеют доступа ни к свободному растворенному кислороду, ни другим предпочтительным в энергическом соотношении акцепторам электронов, таким как нитрат иона. При очистке сточных вод наиболее широко применяемым анаэробным процессом является сбраживание ила, однако самые совершенные аппараты уже используются для очистки сельскохозяйственных и промышленных стоков и разрабатываются для очистки бытовых стоков.

При выборе между аэробными и анаэробными процессами обычно склоняются в сторону первых, так как эти системы признаны более надежными, стабильными и лучше изученными. Однако анаэробные процессы имеют несколько несомненных преимуществ. Во-первых, в анаэробных процессах образуется меньше ила, чем в аэробных. Стоимость переработки ила может быть весьма большой из-за его высокой влажности (90-99,7 %). В аэробных процессах образуется от 1 до 1,5 кг биомассы (ила), в то время как в анаэробных - только 0,1-0,2 кг на каждый удаленный килограмм БПК. Во-вторых, в анаэробных процессах образуется метан, который может использоваться как горючее. И, в-третьих, даже без учета использования метана в качестве источника энергии потребность в энергии на аэрацию в аэробных процессах превышает потребность в энергии на перемешивание при анаэробных процессах.

Главный недостаток анаэробных систем - меньшая скорость реакции по сравнению с аэробными процессами, поэтому требуются установки больших размеров. К тому же сказывается недостаток фундаментальных научных знаний об этих процессах, а также опыта и данных по их крупномасштабной эксплуатации. Следовательно, развитие в области анаэробной очистки сточных вод должно идти в направлении разработки систем с большей биологической активностью, проектирования более компактных аппаратов, а также изучения кинетики, микробиологического и биохимического механизмов этих процессов.

В основном анаэробные процессы очистки сточных вод проводят в септиктенки и метантенки. *Септиктенки* представляли собой отстойники, в которых осевший ил подвергался анаэробной деградации. Качество отделения твердой фракции и сбраживания ила было улучшено с помощью перегородок, регулирующих направление потока внутри отстойников Тревиса и Имхоффа. В последствии два этих процесса были разделены и размещены в отдельных отстойниках. Анаэробное сбраживание ила используется для улучшения качества удаляемого ила, уменьшения его массы и

количества патогенной микрофлоры в нем. Септиктенки эксплуатируются обычно при температуре около 35°С и с большим временем пребывания (больше 20 сут), при этом не делается попыток создать механизм, удерживающий биомассу на время большее, чем время пребывания жидкости. Аналогичный подход, который может быть использован для удаления растворимых и коллоидных субстратов, основан на применении аппаратов с мешалкой; однако для того, чтобы уменьшить размеры аппарата, дополнительно оптимизируют параметры среды в нем и его эксплуатационные характеристики (pH, температура, концентрация питательных веществ).

Для септиктенков характерно большое время пребывания (>20 ч) сточных вод. Твердые частицы остаются на дне тенка, где органический субстрат подвергается анаэробной биодеградации.

Септиктенк представляет собой реактор без мешалки, который часто работает при температуре ниже 25°С без какого-либо перемешивания для повышения микробной активности. Среднее время пребывания клеток определяется по частоте обезиливания. Септиктенки можно использовать в городских очистных станциях, и перерабатывать осадки, удаляемые из первичных отстойников, пену и активный ил из вторичных отстойников. Сброженный ил ликвидируют, часто закапывают. Необходимо подчеркнуть, что цель сбраживания ила - стабилизировать твердые частицы таким образом, чтобы облегчить их переработку и уменьшить дурной запах. Сбраживание уменьшает количество патогенной микрофлоры в иле, что также облегчает его дальнейшую переработку и ликвидацию. Таким образом, анаэробное сбраживание представляет собой скорее сложный управляемый процесс, нежели простое удаление и обезвоживание ила. Так как сбраживание любого типа протекает при температуре выше температуры окружающей среды, то важнейшим фактором при проектировании и эксплуатации является тепловой баланс. На практике во многих сбраживающих ил системах используется два тенка. Первичный сбраживатель работает с подогревом (30-40°С), перемешиванием и содержит активно сбраживаемый ил. Во вторичном отстойнике не используется ни подогрев, ни перемешивание, и он служит в основном для уплотнения и накопления осадка. В таком качестве он не отвечает за основные технические характеристики системы.

Биотехнологический метод применяют для очистки хозяйственно бытовых и промышленных сточных вод от многих растворенных органических и некоторых неорганических (сероводорода, сульфидов, аммиака, нитритов и др.) веществ. Процесс очистки основан на способности микроорганизмов использовать эти вещества для питания в процессе жизнедеятельности - органические вещества для микроорганизмов являются источником углерода. Этот метод обладает радом преимуществ перед другими методами: высокая эффективность; высокая производительность; возможность окисления всех органических веществ природных происхождения и некоторых синтетических соединений; возможность регенерация активного ила; не подвергается изменению температура воды в процессе очистки; высокая степень очистки; возможность адаптации микроорганизмов к новым синтетическим соединениям.

При этом биологическая очистка имеет и некоторые недостатки: чувствительность к внешним условиям как температура (20-37$^{o}$С), pH (6,5-8), содержанию минеральных веществ, и.т.д.; ингибирование токсинами (тяжелые металлы, синтетические поверхностно активные соединения).

В данной работе проведен обзор путей реализации биологической очистки сточных как в аэробных, так и в анаэробных условиях. При выборе методов очистки необходимо учесть многих фактор как: производительность, содержание загрязнителей (количество и качество), температуру сточных вод, ингибирующие факторы, и.т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1 Варежкин Ю.М. Методы интенсификации процесса биологической очистки сточных вод / – М., 1987.

2 Голубовская, Э.К. Микроорганизмы очистных сооружений / – Л., 1975.

3 Гюнтер Л.И. Сбраживание осадков городских сточных вод в метанотенках / – М., 1986.

4 Данилович Д.Л. Анаэробная очистка концентрированных сточных вод / – М., 1989.

5 Евилевич М.А. Оптимизация биохимической очистки сточных вод / –Л., 1979.

6 Мельдер Х.А. Малогабаритные канализационные очистные установки – М., 1987.

7 Очистка производственных сточных вод / С.Л. Яковлев, Я.А.Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. – М., 1979.

8 Ротмистров М.Н. Микробиологическая очистка воды / – Киев, 1978.

9 Туровский И.С. Обработка осадков сточных вод / – М., 1988.

10 Экологическая биотехнология /ред. : К. Ферстер, Д. Вейз. –Л., 1990.

11 Яковлев С.В. Биологические фильтры / – М., 1982.
12 Bellmany W.D. The use of microbiological agents in upgrading waste for feed and food / – London, 1983.

REFERENCES

1 Varezhkin U.M. Metody intenfikasii prosessa biologicheskoi otchistki stochnyh vod / – M., 1987.
2 Golubovskay E.K. Mikroorganizmy ochistki soorujenii/ – L., 1975.
3 Gynte L.I Sbrajevanie. osadok gorodskih stochnyh vod v metantenkah / – M., 1986.
4 Danilovich D.L. anaerobnay ochistka konsentrirovannyh stochnyh vod / – M., 1989.
5 Evilebich M.A. Optimizasiy biohimicheskoi ochistki stochnyh vod / –L., 1979.
6 Melder H.A. Malogabaritnye kanalizasionnye ochistnye ustanovki – M., 1987.
7 Ochistka proizvodstvennyh stochnyh vod / S.L. Ykovlev, Y.A. Karelin, Y.M.Laskov , Y.V. Voronov. – M., 1979.
8 Rotmistrov M.N. Mikrobiologicheskay ochistka vody / – Kiev 1978.
9 Turovskii I.S. Obrabotka ozadkov stochnyh vod / – M., 1988.
10 Ekologicheskay biotehnologiy /red. : K. Ferster D. Veiz –L., 1990.
11 Ykovlev S.V . Biologicheskie filtry / – M., 1982.
12 Bellmany W.D. The use of microbiological agents in upgrading waste for feed and food / – London, 1983.

Адырбайқызы Р., Жапарова А.Т.

**Ақаба суларды биологиялық тазарту**

**Түйіндеме.** Аэробты (аэротенктерде, биофильтрларда) және анаэробты (метантенктерде, септиктенктерде) жағдайларда өтетін органикалық ластаушылардың тотығу процестері зерттелді. Аэробты жағдайларда микроағзалардың көмегімен глюкозаның тотығу реакциясының термодинамикалық сараптамасы жүргізілді.

Алынған нәтижелер бойынша тотығу процестері белсенді түрде биофильтрларда өйткені, бұл кезде ақаба сулар тиімді тазартылды, ОБҚ (оттегіге биохимиялық қажеттілік) шектеулі рауалы мәнінен төмен болғаны дәлелденді.

Бұл әдіс микроағзалардың көмегімен ақаба суда еріген органикалық қосындыларды қоректік заттар ретінде утилизациялауға негізделген. Органиканы тұтынуы оттегінің болуында (аэробты тазарту) және оның болмауында (анаэробты тазарту) да өтуі мүмкін. Ақаба суды тазарту әдісі жоғары тиімділігі арқасында өте кең таралуын алды.

**Түйін сөздер:** аэробты және анаэробты процестер, микроорганизмдер, белсенді тұнба, аэротенк, септиктенк және метантенк.

Adyrbaykyzy R., Zhaparova A.T.

**Biological cleaning of wastewater**

**Summary.** The oxidation of organic pollutants occurring under aerobic (in aerotanks, biofilters) and anaerobic conditions (metatanks, tanks) are studied. The results prove that the processes of oxidation actively proceed in biofilters and effectively clean wastewater, BOD ( biochemical oxygen demand) reduced below the limit value. This method is based on the ability of microorganisms to be utilized as nutrients organic compounds dissolved in wastewater. Consumption of organics may occur in the presence of oxygen (aerobic treatment), and in its absence (anaerobic treatment). Thanks to the high efficiency of this method of wastewater received the most widespread.

**Key words:** aerobic and anaerobic processes, microorganisms, active sludge, aerotank, septiktenki and digesters.

УДК: 911.3

**А.С. Бейсембинова, А.С. Бижигитова**
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
e-mail: ardak_bs@mail.ru)

## ИНФОТУРЛАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ НЕГІЗДЕРІ

**Андатпа.** Туристік өнімді жылжыту кез-келген туристік фирманың негізгі кезеңі болып саналады.Туристік өнімді жылжытудың көптеген әдістері бар, бірақ ең тиімді жолы инфотурларды ұйымдастыру болып саналады. Мақалада инфотурлардың құралым сұрақтары, әдістері мен құрастыру кезеңдері қаралған. Авторлардан инфотурлардың жіктелу түрлері көрсетілген. Сауатты құрастырылған инфотур тез және клиенттерге тиімді қызмет көрсету сапасын көтереді.

**Түйін сөздер:** инфотур, туризм, туристтік бизнес, турагент, туроператор, жарнамалық тур.

Инфотурлар – турагенттер мен әуекомпания мүшелері үшін, туристік орталықтар мен маршруттармен таныстыру мақсатында ұйымдастырылған тур жеңілдігі бар немесе ақысыз тур. Инфотурларды fam trip немесе fam tour деп те атайды (ағылшын сөзінен қысқартылғанда «familiarozation» сөзі «таныстыстыру» мағынасын білдіреді) [1].

Шетел әдебиеттерінде инфотур түсінігімен қатар «жарнамалық турлар» және де «ақпараттық турлар» түсініктері пайдалынады. Инфотурлар қонақ үйлермен және экскурсиялармен таныстыруды қамтитын арнайы құрастырылған бағдарламаны ұсынатын демалыстың ерекше түрі болып табылады [2].

Инфотурлар туроператорлар және қабылдаушы компаниялар арқылы ұйымдастырылады, берілген турға қатысушы топты турагенттер мен туризм бизнесінің мамандары, және арнайы топтар құрайды, кез-келген туристер инфотурға қатыса алмайды.

Турагенттер үшін жасалған инфотур бағдарламасының негізгі ұйымдастырылу ұстанымдары:

- инфотурларға қатысушы топты ұйым жетекшілері емес турагенттер құрайды, яғни инфотурлар турөнімді тікелей жылжытушы мамандар үшін ұйымдастырылады.

Нақты бір мемлекеттің ерекшеліктерді анықтап білу, курорт, қонақ үй, олардың қызметкерлерінің ісімен өз көзімен көріп, тұтынушыларына туристік бағытты сауатты түрде ұсыну мақсатында туроператорлар үшін жарнама турларына ұйым мамандарын жіберген тиімді.

Сонымен қатар, туроператорлар сапарға берілген мемлекетке бағытталған инфотурға бұрын қатыспаған мамандарды жіберуге тырысады.

- инфотур сенімді серіктестер үшін ұйымдастырылады.

Туроператорлар жеңілдік бағдарламалардың жеңімпаз немесе сату көшбасшылары үшін инфотурларды ақысыз ұйымдастырады.

- берілген инфотурлар өлі кезең кезінде ұйымдастырылады (шарықтау кезеңнің алдында немесе кезеңнің соңында).

Инфотур шарықтау кезеңі өткеннен кейін ұйымдастырады. Дегенмен, бұдан таныстырылатын тур өз құндылығын жоғалтпайды. Инфотурлар ешқандай пайда әкелмейді. Сол себепті, туроператорлар мұндай сапар түрінің шығындарын азайтуға тырысады.

- бағдарлама турына қабылдаудың материалды базасымен және барлық негізгі мен қосымша қызметтер кіргізіледі.

Инфотур ұйымдастырушылармен агенттерге туристік өніммен ұсынылатын орнында таныстыруға мүмкіндік беретін арнайы бағдарлама дайындалады. Яғни, дестинацияға келіп туристік жүктемені (тасымалдау, трансфер, орналастыру, тамақтану, экскурсиялар, әлеуметтік іс-шаралар, қосалқы қызметтер) өзі сезіп, туристерді орналастыратын барлық отельдерді тексеріп, қабылдау мен қызмет көрсету шарттарымен танысуға мүмкіндігі болады.

Берілген турға қатысушы топты 15-20 адам құрайды.

Инфотур қатысатын адамдар саны 15-20 ең тиімді сан. Жарнама турларға қатысатын мамандар бағдарлама бойынша жиналады. Турға қатысушы адамдар саны сапар мемлекетіне байланысты болады. Мысал ретінде, Египет және Турцияда отельдер кең және сыйымдылығы жоғары болады, сол себепті де, мұндай мемлекетке ірі топты жіберуге болады. Ал Еуропа мемлекеттеріне шағын топтар жіберіледі.

Инфотурлар кезінде қатысушы мамандар бір-бірімен қарым-қатынас орнатып, алынған білім мен ақпаратпен аламасып жүрулері маңызды. Барлық мамандар бір нарықта қызмет көрсетеді. Егер топ теңізде болса да, инфотурларға қатысушылар бәрі бір өз қызметтеріне байланысты сұхбатқа қайтып оралады. Мұндай кездесулерде кәсіби де шығармашылық идеялар туындайды. Инфотур кезінде мамандар өз демалысына күніне бірнеше сағат көңіл бөлгендері дұрыс, себебі, бұл корпоративті демалысына тиімді мүмкіндік болып табылады.

Турдың стандартты ұзақтығы 1 апта. Турдың ұзақтығы бағытына байланысты. Еуропалық мемлекеттерге бағытталған инфотурлар 7-8 күнге созылады, ең үзақ турлар 14-15 күнге бағытталған. Әр базамен бөлек танысуға, және тур ерекшелігіне қарап әр отельде 1-2 түнге тоқтаған дұрыс.

Сапарға қатысушылар тек қана әуе билеттерін төлейді (мұндай турларды барлық қызмет түрі тегін болатын көтермелеу мен марапаттау турлармен шатастыруға болмайды).

Мұндай турлардың құны басқа турларға қарағанда төмен болады. Тур құны тасымалдау, виза, сақтандырудан құралған өз құнынан қалыптасады. Орналастыру, тамақтану мен экскурсиялық қызметке шығындарды шетелдік туроператор жабады.

Инфотурға қатысатын фирмалардың сату нәтижелері тұрақты түрде бақыланады.

Инфотурлардың әсерлілігі тур қаншалықты ұтымды және жемісті ұйымдастырылуына байланысты. «Ұйымдастырушы-серіктес» байланысы дұрыс іске асуы керек. Жарнамалық турдан кейін турға қатысушылар көрсетілген қызметпен көңілдері толып, жоспарланған іс жүзеге асса, тур шығындары ақталды деп болжауға болады, себебі, менеджер туристік өнімді барлық қырынан көріп шықты. Мұндай турдың әсерлілігі инфотур өткен бағыттардың сату динамикасы бойынша анықталады.

Қазіргі таңда туризм нарығында инфотурлардың алуан түрлері ұсынылған. Туристік өнімді жылжытудың мұндай түрі кең пайдалануда, себебі турдың жылжытудың берілген құралы әсерлі болып табылады. Кез келген туроператор өз бағыты бойынша жарнамалық турларды ұйымдастыруымен айналысады.

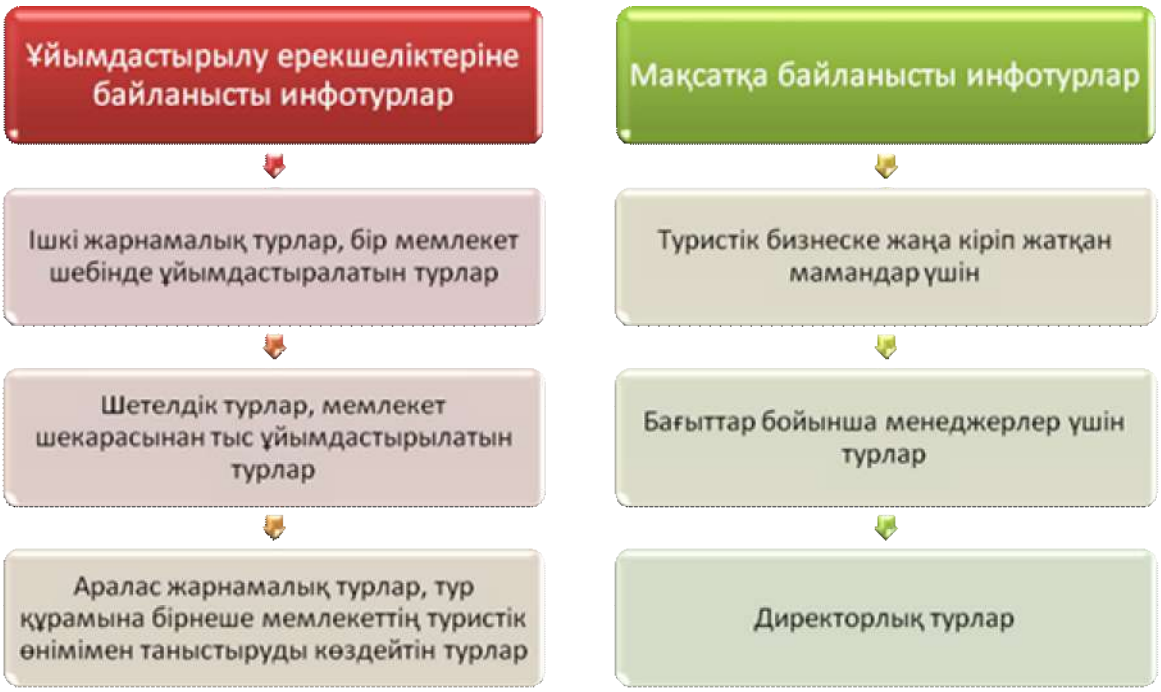
Инфотурлар келесі түрлерге бөлінеді:

- ішкі жарнамалық турлар, бір мемлекет шебінде ұйымдастыралатын турлар
- шетелдік турлар, мемлекет шекарасынан тыс ұйымдастырылатын турлар
- аралас жарнамалық турлар, тур құрамына бірнеше мемлекеттің туристік өнімімен таныстыруды көздейтін турлар (Сурет 1).

Ішкі турлармен айналысатын туроператорлар жыл сайын өз бағыттары бойынша жарнамалық турларды ұйымдастырып, менеджерлерді орналастыру базасымен таныстырады. Инфотурлар бойынша қазіргі кезде кез-келген жердің нүктесіне ұшып бару қол жетімді.

Біздің мемлекетте шетелдік инфотурлар әрдайым жоғары сұранысқа ие, себебі ішкі немесе шығу инфотурларға қарағанда туристік нарықта шетелдік инфотурлар көптеген мамандарды қызықтырады.

Біздің туристер ағымының жиі пайдаланылатын бағыттары Түркия, Тайланд, Еуропа және қазіргі таңда сыртқы саяси жағдайға байланысты туризм жағдайы төмендеген Египет мемлекеті (теңіздік немесе экскурсиялық турлар), Үндістан (Гоа), Біріккен Араб Әмірлігі кіреді. Соңғы жылдары Қытай мен Вьетнам туристік рекреациялық аймақтарына қызығушылық артуда.




**1-сурет.** Инфотурлардың жіктелу ерекшеліктері [автордан]

Шетелдік инфотурлар мезгілдің алдында немесе басында ұйымдастырылады.Түркия және Еуропа турлары (Италия, Испания, Греция, Болгария, Хорватия) мемлекеттеріне сәуір мен мамыр аралығында. Ал Египет, Тайланд, Үндістанға қазан мен желтоқсан аралығында ұйымдастырылады.

Аралас жарнамалық турлар бірнеше мемлекеттерді қамтиды. Көп жағдайда Еуропа бойынша автобуспен ұйымдастырылған экскурсиялық турлар кіреді. Соңғы жылдары осы турға сұраныс

жоғарлауда, себебі бір турдың ішінде аз қаржы арқасында Еуропаның жартылай бөлігін көріп шығу көптеген менеджерлерді қызықтырады.Осындай турлардың географиясы ерекше болады, Шығыс Еуропаның экономды мемлекеттерінен бастап (Венгрия, Польша, Чехия), Италия, Испания, Швейцарияның делюкс типтерімен аяқтайды. Скандинавия мемлекеттері де жоғары сұранысқа ие, осы мемлекеттерге инфотурға қатысушылар саны геометриялық прогрессия бойынша өсіп жатыр. Инфотурлар Испания және Италия бойынша жерортатеңіздік турлар аралдар мен солтүстік африкалық елдерімен (Марокко, Тунис) бірге ұйымдастырылады. Аралас инфотурларды көптеген туроператорлар соңғы уақытта шығыс бағыттары бойынша ұйымдастыруда. Мысалы, БАӘ мен Сейшел, Мальдив мен Маврикий, Үндістан мен Тибет аймақтарына инфотурлар құрастырылды.

Кез-келген инфотурды ұйымдастырудың басты мақсаты – аймақтың рекреациялық мүмкіндіктермен, курорт және қонақ үй базасымен таныстыру. Шетел мемлекеттеріне тұңғыш рет келген мамандар үшін басты мақсат – оқу. Инфотурға қатысушылар туристерге ең тиімді демалыс түрін ұсыну мақсатында мемлекеттегі демалыс шарттарымен толығымен танысуды мақсат етіп қояды.

Белгілі бір аймақпен танысып екінші рет келіп тұрған мамандар өз біліктігін көтеріп, нақты бір туроператорлардың турөнім ерекшеліктерімен танысады.

Туроператорлармен ұйымдастырылатын жарнамалық турлардың мақсаты белгілі бір бағыт бойынша туристік өнім сатылымын жоғарылату болып табылады. Қабылайтын жақ инфотурға қатысушылардың әсері оң болуына тырысады. Сол себепті сапар үйлесімді болуы тиіс. Сауатты құрастырылған бағдарлама турдың әсерлілігін бірнеше рет жоғарылатады.

Инфотурларды ұйымдастыру мақсатына байланысты келесідей жіктеуге болады:

- туристік бизнеске жаңа кіріп жатқан мамандар үшін;
- бағыттар бойынша менеджерлер үшін турлар;
- директорлық турлар.

Туристік бизнеске жаңа кіріп жатқан мамандар үшін турлар берілген бағыт бойынша істейтін, дегенмен, дестинациямен жеке таныспаған туристік агенттіктер менеджерлер үшін арнайы ұйымдастырылады. Берілген тур мақсаты мемлекетпен, дәстүрлерімен, климаттық шарттарымен, басқа да ерекшеліктерімен, туроператордың орналастыру базасымен, отел және курорт инфрақұрылымымен таныстыру болып табылады. Берілген инфотурлар таныстыру-оқыту сипатта ұйымдастырылады. Менеджер үшін бірінші рет көрген мен білгенді қабылдау, ақпарат пен әсерді қамту қиын болады. Дегенмен, бірінші алған әсерге байланысты туристік өнімнің болашақта сатылу, менеджермен жылжытылуы орындалады.

Бағыттар бойынша менеджер үшін турлар ең танымал курорт пен отельдерді қамтымай жаңадан ашылған нысандарға бағытталған.

Директорлық турлар арнайы туристік ұйымдардың жетекшілері үшін ұйымдастырылады. Көп жағдайда мұндай турларға қатысушыларға VIP дәрежелі отельдерді каталогтарда берілген сипаттамасына шынайы сәйкес келуін дәлелдеу мақсатында көрсетіледі. Сонымен қатар, қаржылық мәселелер, белгілі бір отельге турдың бағасын жоғарылату мен төмендету, туристер ағымын жоғарылату мен төмендету сияқты мәселелер шешіледі, келісімге толықтыру мен өзгертулер енгізіледі, курорт пен отельдердің қызмет сапасын көтеретін ұсыныстар беріледі. Сол себепті менеджер мен директор үшін ұйымдастырылатын турлардың айырмашылықтары көп болады, менеджерлер инфторулар кезіндегі орындайтын мақсаттары басқа болады [3].

Инфотурды жобалау туристер қажеттіліктерін есепке алуы керек.

Турды жобалау екі кезеңді қамтиды:

- «Туристік саяхат» қызметіне кіретін туристерге қызмет көрсету бағдарламасына сәйкес әр турды жобалау.
- «Туристік саяхат» қызметін толығымен жобалау.

Турды жобалаудың негізі болып оның вербальды үлгісі болып табылады (немесе қысқаша сипаттамасы).

Қысқа сипаты халықтың төлеу мүмкіндіктерін мен туристік сапарлардың түрі мен формасына сұранысын оқып білу негізінде құрастырылады.

Қызмет көрсету бағдарламасын құрастыру келесілерді кіргізеді:

- сапар бағыты;
- болжау бағыты бойынша туристік ресурстарды зерттеу;

- туристік ресурстарды тұтыну бойынша шектеулерді анықтау;
- маршрут бағытын құрастыру: маршрут түрі, маршруттың сызба үлгісін дайындау, маршрутты нүктелерге байланыстыру;
- маршрут барысында қауіпсіздік жүйесін құрастыру;
- қызмет көрсетуші ұйымдардың тізімін құру;
- қызмет көрсетуші әр ұйымның қызмет көрсету мерзімін белгілеу;
- көрнекті орындар мен экскурсиялар тізімін құру;
- туристік жорық пен серуендер тізімін жасау;
- демалыс мекемелерді анықтау;
- маршруттың әр нүктесіне келу ұзақтығын анықтау;
- саяхатқа қатысушы туристер санын белгілеу;
- көлік түрін анықтау;
- гид-аудармашы, туризм бойынша инструктор мен методисттер, экскурсоводтарды жалдау;
- қажет көлік санын анықтау;
- әр маршрутта болу ұзақтығын анықтау;
- алдын-ала болатын іс-шараларды ұйымдастыру;
- ақпараттық, жарнамалық және картографиялық мәліметтерді инфотурға қатысушыларға ұсыну.

Туроператорлар туристік қызметті ұсынатын мекемелермен (әуе компаниялары, көлік компаниялары, қонақ үйлері мен танымдық орталықтармен) алдын-ала келісім шартқа отырады.

Кез-келген туристік өнімді ұйымдастыру идея іздеуден басталады. Туристік нарықта идея іздеу саяхат жоспарын ұйымдастыру болып табылады. Жаңа идеяның негізгі көздері:

- турөнімді пайдаланушылар, туризм саласындағы сұранысты білу үшін анкетирование мен анализ жүргізу;
- бәсекелестер турөнімін зерттеу;
- фирма қызметкерлері, күнделікті туристермен қарым-қатынас жүргізу стильдері;
- статистикаға назар аудару, туристер жиі баратын бағыттарды таңдау.

Туроператор инфотур ұйымдастырғанда негізгі бөлімдерге жүгінеді:

- саяхаттайтын мемлекет;
- туризм түрі;
- инфотур мезгілі және ұзақтығы;
- маршрут бағыттары;
- қызметтің сапалығы.

Ұйымдастырылған инфотурдың нарыққа экономикалық сәйкестігі анықталады. Инфотурды ұйымдастыру барысында бизнес-жоспар жасалынады, яғни инфотурдың шығындары мен пайда нормасын анықталады, турдың жалпы бағасы, баға құрастыру стратегиясы мен тактикасы ескеріледі. Ұйымдастырылған турды нарыққа ендірмей тұрып, оны алдын-ала сынап көреді. Сол жасалған тур бағыттар бойынша инфотурлар ұйымдастырылады. Инфотурды бағалау үшін журналисттер, кәсіби мамандар және әрине тур өнімді жылжытушы турагенттерді жібереді.

Инфотурлар (оқытушы турлар) – туроператормен ұйымдастырылған турагенттер арқылы белгілі бір бағыттар бойынша турлардың туристерге қолайлылығын бағалау болып табылады. Инфотурдың басты мақсаты – сол бағыттар бойынша турды танымал ету және турөнімнің сол бағытта сатылуын жоғарлату; турөнімнің барлық элементтерімен танысу (орналастыру, тамақтандыру және экскурсиялық қызметтер); қабылдайтын жақтың қызмет сапасын зерттеу, ұсынылған экскурсиялық қызметтерді бағалау [4].

Тур бағдарламасы инфотур мақсатынан шығады. Инфотурда қатысушылар бестен қырыққа дейін қонақ үйлерді аралай алады, яғни күні бойы курорттың орналастыру, тамақтану, қызмет көрсету, пляжға жақын орналасуы, ойын-сауық индустриясына көңіл бөлінеді. Қонақ үйден басқа көптеген қызықты экскурсияларды да аралайды. Көріп отырғандай инфотурлар-шынайы жұмыс, бірақ қатысушыларда бағдарлама бойынша бос уақыт болады. Қатысушылар алдын-ала тур бағдарламасымен жақсы танысуы керек. Бір күнде отыз-қырық қонақ үйді аралауға болмайды, себебі шаршағандықтан қатысушылардың инфотурға қатысуға ынтасы төмендейді.

Соңғы уақытта, турдың сынама маркетингін нарыққа сәйкестігін анықтағаннан соң бұқаралық халықтың көзқарасын байқау үшін инфотурға кейде турфирманың тұрақты клиенттерін жібереді.

Клиенттердің инфотурдан алған әсерінен қорытынды шығарылады. Егер тур нарықта бағасы қолайлы, сұранысқа ие және қол жетімді болса, инфотурға қатысушыларға қабылдайтын жақтың көрсетілген қызмет сапасы, орналастыру мен тамақтандыру ұнаса сол бағыт бойынша тур қолданысқа шығарылады.

Турды ұйымдастыру кезеңдері:

- тур ұйымдастырылатын бағытты таңдау;
- инфотурдың мақсаттарын анықтау;
- турдың мақсатына байланысты жаңа және танымал объектілерді таңдау (туристер жиі баратын танымал қонақ үйлер мен жаңа қызықты қонақ үйлер);
- географиялық орналасуына байланысты турдың маршрутын таңдау (маршрут қолайлы және қызықсыз болмауы тиіс, себебі туристерге турдың 40% турдың әсерлілігі маршруттан есте қалады);
- маршруттар мен объектілерді таңдағаннан соң турдың құнын есептеу (инфотур құны минималды түрде болады, бірақ туроператор турды тегін жасай алмайды, себебі орналастыру мен тамақтандыру тегін болғанымен чартерлік авиарейстер, көлік арендасы және т.б. бар);

Сонымен инфотур құнына ең төменгі тарифтер бойынша тек жол қаражаты мен консульдық жинақ ғана кіреді.

Соңында инфотур бағдарламасы толықтай жасалынып келісім шартқа отырған тур агенттердің электронды жәшігіне жіберіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Зорин И.В., Квартальнов В.А. Энциклопедия туризма: Справочник. - М.: Финансы и статистика, 2006. – 286 с.
2. Ильина Е.И. Основы туристской деятельности. – М., 2004 - 246 с.
3. Котлер Ф., Боуэн Дж., Мейкенз Дж. Маркетинг. Гостеприимство и туризм: Учебник для вузов / Пер. с англ.; Под ред. Р.Б. Ноздревой. - М.: ЮНИТИ, 2006. – 489 с.
4. Организация информационных туров // http://cribs.me/turizm/
5. Рекламные туры или информационные туры // http://rudocs.exdat.com/docs/index

PEFERENCES

1. Zorin I.V., V.A. Kvartalnov Entsiklopediya of Tourism: Cpravochnik. - M.: Financy and ctatictika, 2006. – 286 c.
2. Ilina E.I. Ocnovy turictckoy deyatelnocti. - M., 2004- 246 c.
3. F. Kotler, Bouen J., J. Meykenz. Marketing. Goctepriimctvo and Tourism: Uchebnik for vuzov / Per. angl c.; Pod red. R.B. Nozdrevoy. - M.: UNITY, 2006. – 489 c.
4. Organizatsiya informatsionnyh turov // http://cribs.me/turizm/
5. Reklamnye tours or tours informatsionnye // http://rudocs.exdat.com/docs/index

Бейсембинова А.С., Бижигитова А.С.

**Основы формирования инфотуров**

**Аннотация.** Важнейшим этапом в деятельности любой туристской фирмы является продвижение туристского продукта. Существует множество способов продвижения турпродукта, но наиболее эффективным является организация информационных туров. В статье рассмотрены вопросы формирования инфотуров, методы и этапы их разработки. Авторами приведена классификация видов инфотуров. Грамотно разработанный информационный тур быстро и эффективно поднимает качество обслуживания клиентов.

**Ключевые слова:** инфотур, туризм, туристский бизнес, турагент, туроператор, рекламный тур.

Beysembinova A.S., Bizhigitova A.S.

**Foundations for infotours**

**Summary.** The most important step in any tourist activity of the company is in the promotion of tourist product. There are many ways to promote tourism products, but the most effective is the organization infotours. The article discusses the formation infotours, methods and stages of their development. The authors give a classification of species infotours. Well-designed tour information quickly and effectively raises the quality of customer service.

**Key words:** infotour, tourism, tourist business, travel agent, tour operator, promotional tour.

UDC 574:378.147(574)

**Parwiz Qadri[1], Bauyrzhan T. Yedilbayev[2], Akmaral SH. Shokanova[3]**
([1]Kazakh National Technical University named after K. I. Satpayev,
Almaty, Kazakhstan, E-mail: Parwizqadri@yahoo.com
[2]Kazakh National Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan
[3]Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan)

# KABUL NEW CITY CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT

**Abstract.** The Kabul map has been already made for 500 – 700 thousand residents. But now after four decades almost the population of this city has been increased into more 5 million people. In 2007 the government of Afghanistan decided to design the plan of new Kabul city for solving the problems of residents and assigned the authorized board for providing of construction plan of the city based on the current conditions. The Kabul new city has been designed in 750 $km^2$ area, and will be completed in 2025. This city is designed for 3 million people that the total expense of this project is reached 35 billion dollar. It is supposed that the infrastructure of this project is conducted by a Japanese company (JICA).

As it is clear from the name of the article (Kabul new city construction waste management), is evaluating how to plan solid waste materials management in Kabul new city and Analysis methods and forecasts have been considered in this case [1].

**Key words:** city, management, solid waste, recycle, recovery, landfill

***Introduction.*** Afghanistan is a landlocked and mountainous country that is usually designated as being located in Southwest-Asia, It is sometimes described as being the center or heart of Asia, connecting South and East-Asia with Central and Western-Asia. The country is the 41st largest in the world in size and according to recent official report by (CSO) Central Statistics Office the population of Afghanistan is 34 million.

Construction waste consists of unwanted material produced directly or incidentally by the construction or industries which includes building materials such as insulation, nails, electrical wiring, and also waste which originate from site preparation such as dredging materials, tree stumps and etc. Mostly construction waste is made up of materials such as bricks, concrete and wood damaged or unused for various reasons during construction. The toxic waste generated in construction sites such as lead, asbestos or other radioactive materials needs proper handling and disposal and should not be dealt same like other C&D waste. During the construction phase, quantities of excavated materials and other wastes will be generated which will require disposal in an appropriate and environmentally acceptable manner.

Planning for (SWM) solid waste management in a city is based, in general, on population, income levels, land availability determined by land uses, topography and other conditions, and meteorological conditions. These conditions affect, among others, the amount of solid wastes generated, their composition, and treatment and disposal processes. SWM Policy encompasses the concepts of integrating all required waste management activities based on the minimization of pollution and waste across various sectors, as well as the management of waste activities in accordance with the Principles of the Integrated Waste Management Hierarchy. Through the SWM Policy of KNC aims to maintain control over all waste management activities within its area of jurisdiction, including industrial, business, institutional and household levels.

In this article you will read these issues:

- ✓ Principle governing the solid waste management policy;
- ✓ Waste categories;
- ✓ Solid waste management plan for parcel -1 Kabul new city;
- ✓ Solid waste monitoring system;
- ✓ Solid waste management;
- ✓ Recycling of waste through source separation;
- ✓ Basic techniques of energy recovery;
- ✓ Landfill gas recovery; and
- ✓ Benefits from landfill energy recovery[2].

**Kabul New City Construction Waste Management**

The (KNC) Kabul New City, approximately 1.5 times larger than the existing Kabul City, The site is surrounded by Khwaja Rawash, Safi and Marko Mountains. The KNC includes Dehsabz District, and some villages of Shakardara, Mirbachakot, Qarabagh and Kalakan Districts. The District of Barikab to the immediate north of Dehsabz forms the Agricultural Economic Zone of the New City. The New City project provides around 250,000 housing units for 1.5 million people and it will improve the infrastructure of greater Kabul and lessens pollution through eco-system measures. It also plays an important role in keeping a stable economic growth in the country.

Generally the topography of KNC is terrain Due to Steep Slope and corrosion of Soil large numbers of Gullies are framed due to Storm Runoff. Significant Gullies are framed which originate from Safi mountain along East and Kohi-Siraj and Paghman along West. Mohammdia Town Ship is under implementation along South Western sided. There exist no trees and greenery in the KNC area and the only plant life visible is thorny scrub and low desert weeds. However the soil is permeable but the soil absorption is too low due to Steep Slope. As KNC is located in Kabul Province so the climate is mainly dry and continental with four seasons and an annual rainfall of 400mm between May and November.

Location of the proposed developments [9]:




**Figure 1.** Location of KNC in Kabul Province

Principles Governing the SWM Policy

The DCDA is committed to provide efficient waste management service in Kabul New City (KNC) and in order to achieve this; the DCDA will adopt the following principles governing the SWM Policy as stipulated below:

- ✓ Integrated Waste Management Hierarchy
- ✓ Sustainable Development
- ✓ Sustainable Consumption & Cleaner Production (SCCP)
- ✓ Polluter Pays Principle
- ✓ Duty of Care
- ✓ Best Practical Environmental Option (BPEO)

***Integrated Waste Management Hierarchy***

The integrated waste management hierarchy is a concept that promotes waste avoidance through prevention and general minimization ahead of any reuse, recycling, treatment and disposal. Waste avoidance and reduction should be the first option, if waste cannot be avoided, then efforts should be made to minimize the quantities generated. Once all avoidance and minimization options have been explored then on-site recovery, reuse and recycling should be considered. Only as a last resort should treatment and disposal be considered and accepted in accordance with the ultimate objective of this Policy. The hierarchy will serve as an important corner stone guiding the formulation of further waste related policies, strategies and programs. The emphasis will be placed on gearing all waste management activities in line with the principles of the waste management hierarchy [3].




**Figure 2.** provides a graphic illustration of the principles that will be used to promote more sustainable waste management systems within the Kabul New City (KNC).

***Waste Categories***

While the overall policy will address the integrated solid waste management system, particular attention should be paid to specific categories of waste regarding the handling of these waste types. The recovery of these waste categories will be governed by incentives such as deposit/refund, disposal fees, pay-as-you-throw, buy-back mechanisms and disposal bans. Collection, delivery and disposal alternatives will be developed under a regulated framework. Revenues from disposal will be part of the disposal/tipping fee measure. Categories are identified under the following areas as shown in table 1:

Table 1. **Waste types and its responsibility of Collection, Transport, Treatment and Disposal**

| No | Types of Waste | Sub Types of Waste | Collection | Transport | Treatment | Disposal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Municipal Solid Waste | Organic<br>Inorganic<br>Hazardous Waste | Private Sector | Private Sector | Municipality Responsibility | Municipality Responsibility |
| | | •Recyclables | | | Private Sector | |
| 2 | Biomedical Waste | Hazardous waste (10- 25%)<br>• Infectious waste<br>• Other Hazardous waste | Ministry of Health | Ministry of Health | Ministry of Health | Ministry of Health |
| | | Non Hazardous waste (75- 90%) | | | | Municipality Responsibility |
| 3 | Electronic Waste | • Household Electronic Waste<br>• Business/ Industrial Electronic Waste | Responsibility of Generator | Responsibility of Generator | Responsibility of Generator | Responsibility of Generator |
| 4 | Industrial Waste | • Hazardous Waste<br>• Non Hazardous Waste | Responsibility of Generator | Responsibility of Generator | Responsibility of Generator | Responsibility of Generator |

**Solid Waste Management Plan for Parcel -1, Phase -1 KNC**

The total estimated population in Phase 1 of Kabul New city is around 400000 in 80000 residential units and if one person generates 0.5 Kg of solid waste/day, the total amount of waste generated is 2, 00000 Kg/day. In Phase 1 of Kabul New city, the following business will potentially operate.

1. The construction companies private and public providing construction works as well as some international companies
2. Transportation of goods (Construction materials, cement, steel, shovels, pick axe, waste bins.
3. Oil and fuel (Diesel, Petrol, and mobile oil)
4. Food (rice, wheat, corn, biscuits, etc)
5. Electrical items (Bulbs, line, wire, etc)
6. Vegetable and fruit (Potato, Onion, apples, pomegranate)
7. Dry fruit (nuts, pea, peanuts and many more)
8. Import and expert of different items from neighboring countries and to them back. The dry fruit and fresh fruit is exports to neighboring countries, from neighboring countries all plastic items, steel, cement and others are imported.

In relation to the above mentioned operations, municipal solid waste in Parcel will include: durable goods, e.g., tires, furniture; nondurable goods, e.g., newspapers, plastic plates/cups; containers and packaging, e.g., milk cartons, plastic wrap; and other wastes, e.g., yard waste, food. This category of waste generally refers to common household waste, as well as office and retail wastes, but excludes industrial, hazardous, and construction wastes. The proposed plan for management of Municipal Solid waste in Parcel 1 will include source separation of waste which will result in separation of (biodegradable, non-biodegradable waste and recyclable waste) and then the recyclables will be sent to recyclable industry, non-biodegradable into Dehsabz landfill and biodegradables to be composted within Dehsabz Landfill by trench method of compost. For municipal solid waste collection we have proposed 7 vehicles out of which 1 will be dump trucks, 1 water tankers, 1 bulldozer, 1 tractor tanker, 1 loader, 1 wet waste collection tanker, and 1 tractors loaders. Installation of bins according to the need of each point in Parcel 1.

Bin types include:

1. Industrial and Commercial bins: The larger bins will be used in industrial and commercial areas of Parcel, and it will have capacities of 500 to 1,280 liters.
2. Bins for Public areas: In certain public areas such as parks litter bins will be placed along the roadside and it will encourage people to avoid littering.
3. Wheelie bins: The wheelie bin will be used as community bin for collection of household waste, and the point for each bin will be chosen by collection point analysis base [4].

Table 2. **Shows the area, housing units and population in Parcel-1**

| Sr. No | Parcel | Area (ha) | Housing Units | Population |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Parcel 1 | 829 | 6,400 | 42,000 |

From 42,000 people about 19,200 will live in detached/semi-detached houses and approximately 19,000 will live in apartments.

Table 3. **Land use occupancy by main categories in Parcel-1**

| Parcel-1 Land use Calculation | | | |
|---|---|---|---|
| | **Land Use** | **Area (ha)** | **Percentage** |
| R.S | Neighborhood Residential Area | 176.1 | 21.2 |
| C.C | Central Commercial | 45.4 | 5.5 |
| M.R | Mixed Residential Commercial | 58.6 | 7.1 |
| ISN | Institution | 24.6 | 3.0 |
| D.C | District Commercial | 44 | 5.3 |
| L.C | Local Commercial | 71.5 | 8.6 |
| G.G | Green Gully | 74.7 | 9.0 |
| G.P | Green Park | 65.1 | 7.9 |
| RS.A | Reserve Park | 114.6 | 13.8 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| RS.T | Reserve Tourism | 9.2 | 1.1 |
| R | Road Area | 145.2 | 17.5 |
| **Total Area of Parcel-1** | | **829** | **100.0** |

The above table shows the detail division of Parcel-1 into different sectors, and based on this division the composition of waste will be as follow:

Biodegradable Solid Waste 40%
Non-Biodegradable Solid Waste 40%
Recyclables Solid Waste 20%

Solid Waste Monitoring System:

The integration of communication technologies such as radio frequency identification (RFID), global positioning system (GPS), general packet radio system (GPRS), and geographic information system (GIS) with a camera are constructed for solid waste monitoring system. The aim is to improve the way of responding to customer's inquiry and emergency cases and estimate the solid waste amount without any involvement of the truck driver. The proposed system consists of RFID tag mounted on the bin, RFID reader as in truck, GPRS/GSM as web-server, GIS as map server, database server and control server. The tracking devices mounted in the trucks collect location information in real-time via the GPS.

This information is transferred continuously through GPRS to a central database. The users are able to view the current location of each truck in the collection stage via a web-based application, and thereby manage the fleet. The trucks positions and trash bin information are displayed on a digital map, which is made available by a map server. Thus, the solid waste of the bin and the truck are being monitored using the developed system [5].

Solid waste Management:

1. Solid waste

Solid waste is any unwanted or discarded material from residential, commercial, industrial, mining and agricultural activities that cause environmental problems may be termed as solid waste. Solid waste can be broadly categorized into five categories:

✓ **Biodegradable waste:** food and kitchen waste, green waste (vegetables, flowers, leaves, Bread, fruits), paper.

✓ **Recyclable material:** paper, Card Board glass, bottles, cans, metals, Bone, Rubber, Tyre, certain plastics, etc.

✓ **Inert waste:** construction and demolition waste, dirt, rocks, debris and ashes.

✓ **Reuse able:** waste clothing, Tyres, Bottles, containers, Plastic Drums etc.

✓ **Domestic hazardous waste** (also called "household hazardous waste") & toxic waste: medicine, electronic waste, paints, chemicals, light bulbs, fluorescent tubes, spray cans, Dry cell, fertilizer and pesticide containers, batteries, shoe polish etc.

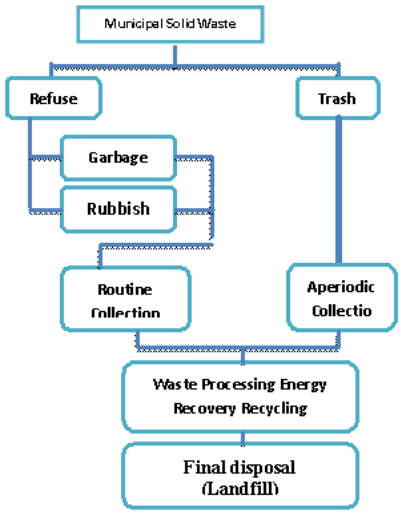



**Figure 3.** General classification of Municipal Solid Waste

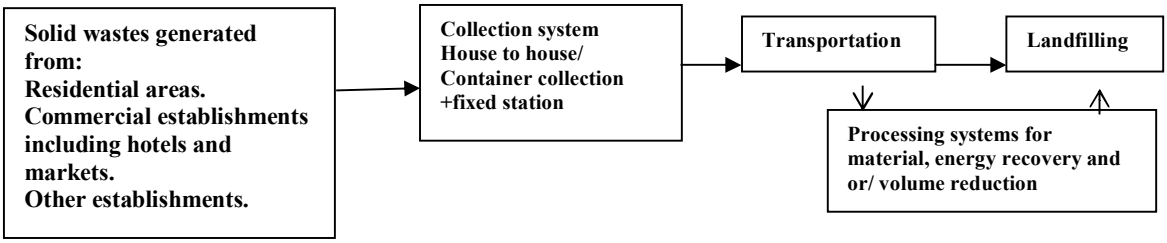



**Figure 4.** Typical systems for solid waste management

Recycling of waste through Source Separation

The 20% of the recyclable materials will be sold to the hawkers at their door step. In this option the selling and recyclable material goes to household and benfit will be reduction of about 20% of volume generation. It will generate emplyment and recycling industries will be run selfhelp basis.

- ✓ Introduction of Hawkers to buy Recyclable material from each house.
- ✓ Proper place to be provided for storage of recyclable materials, segregation, buy & sell.
- ✓ Recycling Industries provision to be made at planning stage.
- ✓ Compost site has to be provided for Trench composting, manure storage and marketing.
- ✓ Proper solid waste management disposal and recycling depart shall be formed for handling of solid waste.
- ✓ Disposal of Hazardous and hospital waste

Basic Techniques of Energy Recovery

1. Thermochemical Conversion: This process entails thermal de-composition of organic matter to produce either heat energy or fuel oil or gas;
2. Bio-chemical conversion: This process is based on enzymatic decomposition of organic matter by microbial action to produce methane gas or alcohol. The Thermo-chemical conversion processes are useful for wastes containing high percentage of organic non-biodegradable matter and low moisture content.

According to report by Umar Munshi Associate average per capita solid waste generation in Parcel-1:

Table 4. **Solid waste generation and composition estimation for Parcel-1**

| | |
|---|---|
| **Population** | 42,000 |
| **No. of Houses** | 6400 |
| **Total solid waste** | 42000 x 0.5kg = 21,000 kg or 21 tons |
| **Biodegradable S.W- 40%** | 8.4tons |
| **Recyclables S.W- 20%** | 3.2 tons |
| **Non-Biodegradable S.W- 40%** | 8.4 tons |

Keeping in mind the ratio of organic, inorganic and recyclable waste which will be produced in Parcel-1, the applicable method for energy recovery from waste is Landfill Gas Recovery method.

The gas recovery piping channel will be installed in engineered landfill at Dehsabz Landfill site for recovery of gas and it can be used as good source of energy locally [6].

Landfill Gas Recovery:

The waste deposited in a landfill gets subjected, over a period of time, to anaerobic conditions and its organic fraction gets slowly volatilized and decomposed according to the process, this leads to production of landfill gas containing about 45-55% methane, which can be recovered through a network of gas collection pipes and utilized as a source of energy.

Typically, production of landfill gas starts within a few months after disposal of the wastes and generally lasts for about ten years or even more depending upon mainly the composition of wastes and

availability / distribution of moisture. This gas can be recovered through an active system of vertical or horizontal wells, which are drilled into the waste where methane is being produced.

The wells normally consist of perforated High Density Poly Ethylene or Poly Vinyl Chloride pipes of 50 to 300mm diameter surrounded by 300mm thickness of 25-35 mm size gravel. The gas wells are provided at the time of filling of the landfill.

Landfill gas has a calorific value of around 4500 Kilo Calories per Cubic meter; it can be used as a good source of energy, either for direct thermal applications or for power generation. There are three primary approaches to using the landfill gas:

(a) Direct use of the gas locally (either on-site or nearby):

(b) Generation of electricity and distribution through the power grid; and

(c) Injection into a gas distribution grid.

**Benefits from Landfill energy recovery:** The recovery of energy from wastes also offers a few additional Benefits as follows:

1. The total quantity of waste gets reduced by nearly 60% to over 90%, depending upon the waste composition and the adopted technology;
2. Demand for land, which is already scarce in cities, for landfilling is reduced;
3. The cost of transportation of waste to far-away landfill sites also gets reduced proportionately;
4. Net reduction in environmental pollution.

Table 5. **Desirable range of important waste parameters for technical viability of energy recovery**

| Waste Treatment Method | Basic Principle | Important waste Parameters | Desirable range of Composition |
|---|---|---|---|
| Thermo-chemical conversion<br>Incineration<br>-Pyrolysis<br>-Gasification | Decomposition of organic matter by action of heat. | Moisture content<br>Organic/Volatile matter<br>Fixed Carbon<br>Total Inerts<br>Calorific Value (Net Calorific Value) | < 45 %<br>> 40 %<br>< 15 %<br>< 35 %<br>>1200 k-cal/kg |
| Bio-chemical conversion<br>-Anaerobic Digestion/ Bio-methanation | Decomposition of organic matter by microbial action | Moisture content<br>Organic /Volatile matter<br><br>C/N ratio | >50 %<br>> 40 %<br>25-30 |

The desirable range of important waste parameters for technical viability of energy recovery through different treatment routes. The parameter values indicated therein only denote the desirable requirements for adoption of particular waste treatment method.

Above table suggest that wastes in KNC Phase 1 to be sent to landfill for energy recovery.

Dehsabz Landfill size will be 20 hectares, it will cover the Dehsabz North and Dehsabz South area, the waste from both sectors will be transported to Dehsabz Landfill with a transfer station which is shown in figure 8. The Non-biodegradable portion of generated waste in Parcel-1 will be disposed in Dehsabz Landfill which has a total area: 20 hectares [7].

Landfill design will include the following facilities:

1- A Bottom liner: it will be two layers; a) clay liner, b) Plastic liner, which will be tough plastic film called High density Polyethylene (HDPE).

2- Leachate Collection Pipes: the bottom of landfill is sloped and leachate or contaminated water from landfill will be collected by pipes laid along the bottom to capture contaminated water and other leachates as they accumulate.

3- Gas Recovery System Pipes: The methane gas which is produced during anaerobic condition in landfill will be captured by a channel of install engineered pipes in landfill and will be used as energy.

4- Well to monitor Ground water: The well is to monitor the ground water whether the ground water is clean or contaminated by leachate, the ground water will be checked routinely for contamination.

5- Cover + Natural Hydrologic setting: The cover play role of umbrella over the landfill to keep water out and to prevent leachate formation plus a layer of topsoil on which vegetation can root to stabilize the underlying layers of the cover [8].

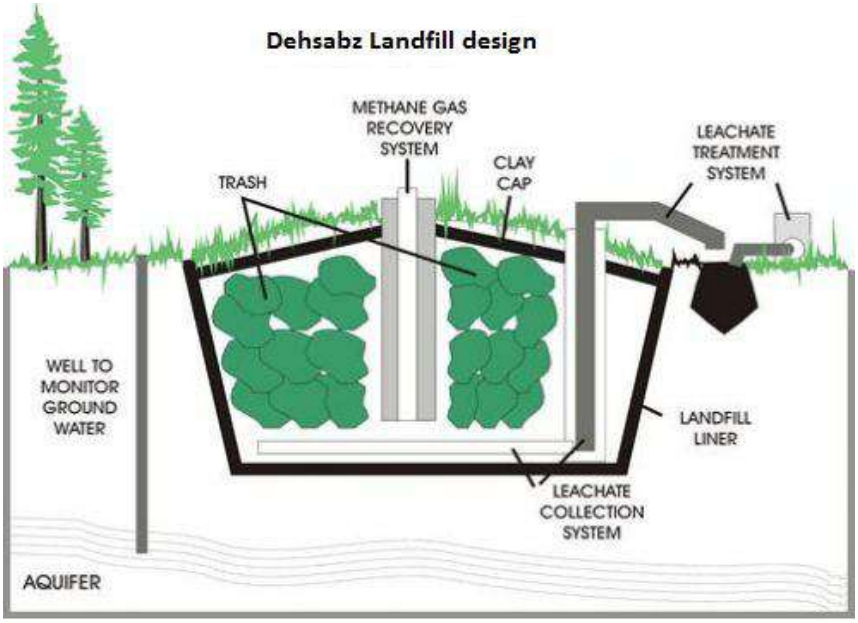



**Figure 8.** Dehsabz Landfill Complete design structure

REFERENCES

1. Solid waste management policy, City of Windhoek, Namibia, (2011).
2. EGARR & Associates, An integrated solid waste/resource management policy for Trinidad and Tobago (February 2012).
3. Policy on Community-based and Decentralized Integrated Sustainable Solid Waste Management in the Country, Indian Social Institute, New Delhi, (July 2008)
4. Solid Waste National Policy, Department of Urban Environment, Ministry of Environment Brazil (2010).
5. Sophia Antipolis, Policy and institutional assessment of solid waste management in five countries (Cyprus, Egypt, Lebanon, Syria, Tunisia), (UNEP, 2000).
6. Consult.torridge.gov.uk/portal/planning/local plan, 5/13/2013.
7. Brunt land, 1987. http://www.un-documents.net/wcedocf.htm
8. http://www.windhoekcc.org.na/pdf/infrastructure/SWMPolicy.pdf
9. www.dcda.gov.af year 2009

Парвиз Кадри, Еділбаев Бауыржан, Шоқанова Ақмарал

**Жаңа Кабул қаласының құрылысындағы қалдықтардан құрылыс жүргізу**

**Түйіндеме:** Кабул қаласы Ауғанстан үкіметінің жақында ғана жаңа құрылыстық жоспарына кірген жаңа қала болып саналады. Бұл жобада 2025 жылға дейін қала тұрғындарының санын 3 миллионға жеткізуге зор мүмкіндік бар. Бұл шаһарды әлемдік стандарттар негізіне сүйене отырып салады. Әлемдегі қолжетімді заманауи әдістерді қолдана отырып, инфрақұрылым облысында қатты қалдықтарды басқару мен оны қайта қажетке жарату мақсатында ұдайы және белгілі жоспар қарастырылуда. Қатты қалдықтар өңдеуден өткен соң, қайта өңделеді.

Бұл жобада сондай-ақ, жарамсыз қалдықтарды жою мен тыңайтқыш қатты қалдықтардан табиғи газға өндірісті жасау жағы да қарастырылған.

**Түйін сөздер:** қала,басқару, қатты қалдықтар,қайта өңдеу, қайта шығару, қалдықты көму

Парвиз Кадри, Едилбаев Бауыржан, Шоқанова Ақмарал

**Строительство нового города Кабула для управления строительным мусором**

**Резюме:** Новый город Кабула - самый большой город в регионе. Правительством Афганистана был разработан план его строительства. У этого проекта есть способность разместить 3 миллиона человек и быть завершенным к 2025 году. Этот город строят по стандартным критериям современного мира. В этом проекте захоронение мусора также разработано, для построения производства компоста и добычи природных газов от твердых отходов.

**Ключевые слова:** город, управление, твердые отходы, переработка, восстановление, закапывание мусора

Parwiz Qadri, Bauyrzhan T. Yedilbayev, Akmaral SH. Shokanova

**Kabul new city construction waste management**

**Summary:** Kabul new city is the largest urbanism in the region that recently the government of Afghanistan has plan to build it. This project has the capacity 3 Million people and to be completed by 2025. This city is build based on standard criteria of modern world. By using of available modern techniques in the world, regular and specific plans are considered in the field of infrastructure specially in solid waste management and reuse of them. Solid waste will be recycled and processed.

In this project landfills are also designed to be built for production of compost and natural gases from solid waste.

**Key words:** city, management, solid waste, recycle, recovery, landfill.

УДК 628.88

**О.Ю. Пяк, Т.О. Сейдалиев**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, Stalgat73@mail.ru)

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ КРУТОИЗОГНУТЫХ ОТВОДОВ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛИ

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы изготовления тонкостенных отводов из коррозионностойкой стали.

**Ключевые слова:** отвод, параметр, сталь, трубы, деталь, заготовка, материал, моделирование, изгиб, сечение, анализ.

Существует значительный по емкости рынок элементов трубопроводов - крутоизогнутых отводов, изготавливаемых из коррозионностойкой стали. Основными потребителями этих отводов являются предприятия молочной и пищевой промышленности, предприятия индустрии производства напитков, фармацевтической, химико-технологической промышленности и пр. На рис. 1 в качестве примера показан фрагмент технологического трубопровода предприятия пищевой промышленности. Эти отрасли интенсивно развиваются, и потребность в элементах трубопроводов растёт.

История изготовления тонкостенных крутоизогнутых отводов из коррозионностойкой стали восходит к Советским временам. В то время Советский Союз сам не изготавливал эти изделия, а получал их в рамках СЭВ из ГДР и Югославии. После того, как эта система рухнула, так никто и не повернулся к решению данной проблемы. Все внимание оказалось прикованным к отводам для нефтегазового комплекса и энергетики, поскольку технология и технологическое оснащение для изготовления толстостенных отводов уже были известны. Рынок тонкостенных отводов, которые не выпускались в СССР, быстро заполнился импортной продукцией. Организовалось достаточно большое количество фирм, которые поставляли и поставляют на отечественный рынок эту импортную продукцию.

До настоящего времени предприятиями Российской Федерации не освоено серийное производство тонкостенных крутоизогнутых отводов из коррозионностойкой стали. Для изготовления технологических трубопроводов на Российский рынок поставляются отводы производства Италии, Испании, Германии, Швеции, Финляндии, Голландии, а в последнее время и Китая.

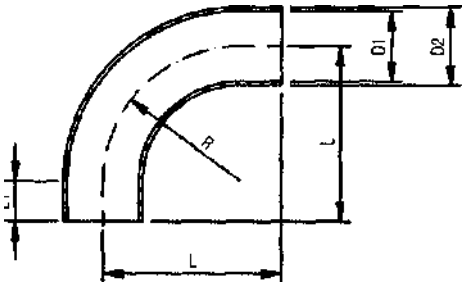
Геометрические параметры тонкостенных отводов из коррозионностойкой стали определяются стандартом DIN 11852 и некоторые из них приведены в таблице 1.

Согласно ГОСТ 8734-75 [1], трубы, из которых изготавливаются рассматриваемые крутоизогнутые отводы, относятся к тонкостенным трубам с относительной толщиной, равной $12,5 < DH/S < 40$, где: DH и S - соответственно наружный диаметр трубы и ее толщина стенки.

Цель проводимых исследований - разработка технологии и конструкции оснастки для производства импортозамещающей продукции - тонкостенных крутоизогнутых отводов из коррозионностойкой стали 12Х18Н9.

Формообразование тонкостенных крутоизогнутых отводов с соотношением R/DH = 1-1/5 (где R и DH - соответственно радиус изгиба по срединной поверхности отвода и наружный диаметр трубной заготовки) представляет определенные трудности.

Таблица 1. **Геометрические параметры отводов из коррозионностойкой стали**




| DN | D1 | D1 | L | R | Вес (кг) |
|---|---|---|---|---|---|
| 25 | 25 | 28 | 50 | 50 | 0,05 |
| 32 | 32 | 35 | 55 | 55 | 0,08 |
| 40 | 38 | 41 | 60 | 60 | 0,10 |
| 50 | 50 | 53 | 70 | 70 | 0,17 |
| 65 | 66 | 70 | 80 | 80 | 0,39 |
| 80 | 81 | 85 | 90 | 90 | 0,57 |
| 100 | 100 | 104 | 100 | 100 | 1,17 |

Среди большого многообразия методов формообразования отводов с малым радиусом кривизны, существующих в настоящее время, применяются в основном два [2]: проталкивание трубной заготовки с внутренним наполнителем через матрицу, имеющей криволинейную ось, и протяжка-раздача трубной заготовки на рогообразном сердечнике. Основной формоизменяющей операцией является изгиб, то есть поворот сечений заготовки относительно центра кривизны.

Для осуществления гибки проталкиванием заготовки с наполнителем требуются специализированные прессы (ПГФП 20/100), которые имеют ограниченное применение.

При протяжке-раздаче по рогообразному сердечнику необходим дифференцированный нагрев заготовки, и также требуется специализированное оборудование [2].

Цены крутоизогнутых отводов, изготовленных этими двумя методами, не выдерживают конкуренции с ценой отводов, поставляемых по импорту, в связи с высокими трудозатратами на их изготовление, а также применением дорогостоящего специализированного оборудования.

Предпринимались попытки изготовления крутоизогнутых отводов проталкиванием в матрицу с криволинейной осью на универсальном оборудовании [3]. Внутреннее давление в заготовке создавалось сжатием наполнителя из полиуретана СКУ-7/1. Однако в результате того, что полиуретан в настоящее время имеет высокую стоимость, а стойкость его в процессе формоизменения трубных заготовок невелика, этот метод не нашел широкого применения.

В настоящей работе для снижения трудозатрат по изготовлению тонкостенных отводов формообразование осуществляется в холодном состоянии в жестком инструментальном штампе. В качестве деформирующего оборудования используются универсальные гидравлические листоштамповочные прессы.

Для формообразования отводов разработана конструкция устройства [4], схема которого приведена на рис. 2.

Устройство состоит из двух полуматриц 4 и 5, при смыкании которых образуется криволинейный канал матрицы соответствующей геометрии. Полуматрица 4 имеет возможность вращаться на оси б и откидываться в нерабочее положение. На верхнем основании устройства 1 выполнен противоотжим 3, который при рабочем ходе устройства фиксирует рабочее положение подвижной полуматрицы 4 в рабочем положении, плотно прижимая ее к неподвижной полуматрице 5. В рабочей фильере полуматриц расположена составная жесткая оправка, состоящая из двух частей 7 и 8. Нижний задний торец составной оправки охвачен муфтой 9 и вместе с ней помещен на ось вращения 6. Части оправки 7 и 8 имеют возможность сближаться друг с другом, освобождая отштампованную деталь 10. Для фиксации частей оправки 7 и 8 в рабочем положении в конструкции устройства предусмотрен жесткий замок 11. Замок 11 в процессе формообразования детали остается

неподвижным и имеет возможность утапливаться во внутреннюю полость пуансона 12 при его движении вниз. На пуансоне 12 расположен подпружиненный фиксатор 13, захватывающий замок 11 и извлекающий его из оправок 7 и 8 при обратном ходе пресса.

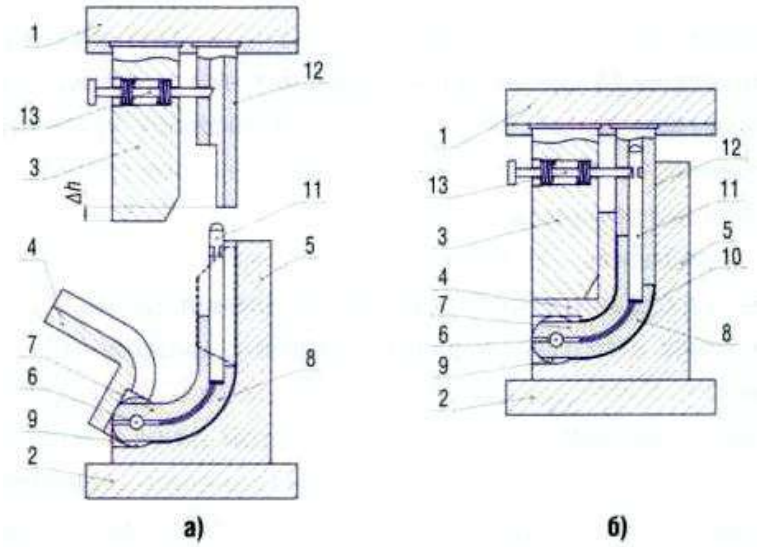



**Рис. 2.** Схема устройства для формообразования крутоизогнутого патрубка: а) - исходное положение; б) - завершение процесса формообразования

Готовая деталь после формообразования имеет различную протяженность образующих по минимальному и максимальному радиусам. Для того чтобы уменьшить неравномерность деформации при формообразовании детали, заготовка перед штамповкой выполняется разновысокой. То есть, исходная трубная заготовка имеет скосы на переднем и заднем торце.

Для разработки методики проектирования процесса формообразования тонкостенных крутоизогнутых отводов необходимо определить напряженно-деформированное состояние заготовки и выявить особенности деформирования заготовки в данном процессе.

Аналитическое определение напряженно-деформированного состояния заготовки в процессе формообразования отвода является довольно сложной задачей. Очаг деформации имеет сложный нестационарный характер. Изменяются его границы и граничные условия. Напряженно-деформированное состояние заготовки изменяется как во времени, так и при переходе от точки к точке. Большинство существующих до настоящего времени методик анализа формообразования элементов трубопроводов направлены (в основном) на определение энергосиловых параметров процесса [4]. Они не позволяют установить особенности деформирования заготовки без грубой схематизации процесса.

Определить напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе изготовления отвода в любой точке заготовки и в любой момент деформирования можно с помощью конечно-элементного моделирования процесса формообразования. Для этой цели в выполняемых исследованиях использован конечно-элементный программный продукт - ANSYS-LS/DYNA. Модель деформируемого металла при моделировании процесса -упрочняемый трансверсально анизотропный материал - Transversely Anisotropic Material (металл с нормальной анизотропией свойств). Деформационное упрочнение материала в процессе формообразования описывается кривой упрочнения, полученной при испытании образца на одноосное растяжение. Для моделирования деформируемой заготовки был выбран элемент SHELL 163 - оболочечный элемент с 4 узлами, возможностью изгиба и пружинения. Элемент имеет 12 степеней свободы в каждом узле. Геометрия оснастки и заготовки построена в CAD-системе KOMnAC-3D V8 с последующим импортированием в ANSYS/ LS-DYNA.

С целью получения достоверных результатов анализа весь процесс формообразования разбивается на стадии и в пределах каждой стадии выполняется определение напряженно-деформированного состояния по

всему объему заготовки. При переходе от стадии к стадии накопленные деформации и интенсивность деформации сохраняются для расчета на последующей стадии.

Математическое моделирование процесса формообразования тонкостенных крутоизогнутых отводов с применением программного обеспечения ANSYS/LS-DYNA позволило установить особенности деформирования заготовки в процессе штамповки.

Процесс осуществляется по более сложным закономерностям, чем процесс обычной гибки. Имеют место два процесса деформирования трубы: изгиб и продольный сдвиг. Наличие сдвиговых деформаций, развивающихся в осевом направлении трубной заготовки, уменьшает величину тангенциальных деформаций изгиба трубы в зонах растяжения и сжатия. Это изменяет картину деформированного состояния заготовки.

В результате анализа установлено, что образующая, расположенная по максимальному радиусу заготовки, утоняется не вся равномерно, как это принято считать в соответствии с гипотезой плоских сечений. На рис. 3 показано изменение толщины заготовки с начальной толщиной 1,5 мм при формообразовании крутоизогнутого отвода с относительным радиусом кривизны, равным 1,0. Из рисунка видно, что максимальное утонение наблюдается в центральных областях образующей, имеющей максимальный радиус. При рассмотрении участков этой образующей, расположенных ближе к переднему и заднему торцам, величина утонения начинает снижаться, и переходит в увеличение толщины на самих торцах.

Также отличаются от традиционного изменения толщины элементы заготовки на образующей с минимальным радиусом кривизны. Центральная зона заготовки по этой образующей увеличивается, в то время как по мере перемещения к торцам заготовки толщина заготовки уменьшается и начинает утоняться на самих торцах.

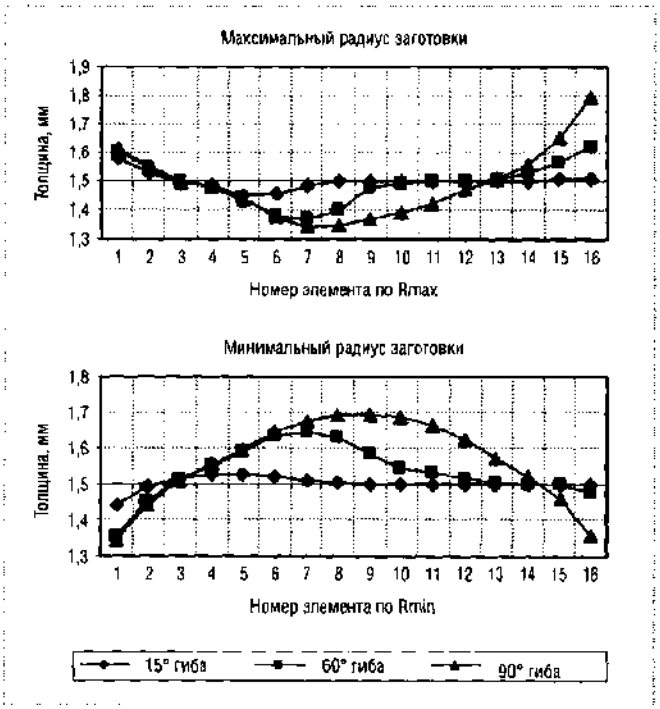



**Рис. 3.** Изменение толщины на образующей

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что определение размеров исходной трубной заготовки для формообразования отвода необходимо осуществлять не из допущения, что длина срединной поверхности заготовки не изменяется, а из допущения, что с точностью до 5% не изменяется длина образующих по большему и меньшему радиусам готовой детали.

В результате также установлено, что величина радиуса гиба не влияет на величину утонения заготовки в опасных сечениях. Установлено, что величина минимально допустимого радиуса гиба не ограничивается пластичностью деформируемого материала, а ограничивается лишь геометрией самой детали.

Из таблицы 2 видно, что при уменьшении относительного радиуса кривизны изготавливаемого отвода от величины Rr.om = 2 до величины Rr.om = 0,6 утонение заготовки в зоне максимальной деформации утонения практически не изменяется. Величина логарифмической деформации утонения заготовки во всем интервале изменения относительного радиуса гиба находится в пределах от $e_s$ = -0,082 до $e_s$ = -0,087, то есть, практически не изменяется. Следовательно, этот метод формообразования отводов более предпочтителен, поскольку известно, что чем меньше радиус используемых отводов, тем более компактно можно изготовить трубопровод в целом.

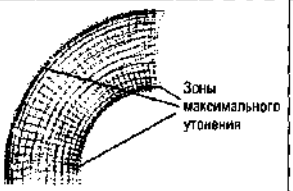
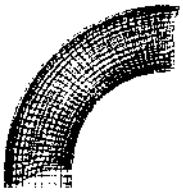
Результаты моделирования процесса формообразования отвода вталкиванием в матрицу и разработанная конструкция устройства для формообразования прошли лабораторно-промышленное апробирование.

Апробирование разработанной конструкции устройства и предлагаемой технологии показали устойчивость процесса формообразования заготовки.

Величина усилия формообразования отвода сусловным проходом DN 50 из хромоникелевой стали 12Х18Н9 с толщиной стенки 1,5 мм находится в интервале 150 - 160 кН, трудоемкость формообразования одной детали при использовании гидравлического листоштамповочного пресса составляет 0,4 - 0,5 минут.

Будучи разработанной для пищевой промышленности, представленная в данной статье технология может иметь прикладное значение и для предприятий нефтехимической промышленности и энергетики. Дело в том, что иногда и в этих отраслях требуется очень плотная компоновка трубопроводов, которую можно выполнить только с использованием отводов малых радиусов кривизны. Традиционная технология изготовления отводов - раздача-протяжка в горячем состоянии по рогообразному сердечнику - не позволяет изготавливать отводы с величиной относительного радиуса кривизны, равной 1 или менее единицы. В таких случаях предлагаемые в статье технология и конструкция оснастки могут пригодиться.

Таблица 2. **Влияние относительного радиуса кривизны на уплотнение заготовки**

| № | Относительный радиус гиба | Математическая модель отвода | Минимальная толщина заготовки S (мм) и величина деформации утонения $e_s$ |
|---|---|---|---|
| 1 | Rr.отн. = 0,6 |  | S = 1,378<br>$e_s$ = -0,0848 |
| 2 | Rr.отн. = 1,0 |  | S = 1,375<br>$e_s$ = -0,0871 |
| 3 | Rr.отн. = 1,5 |  | S = 1,381<br>$e_s$ = -0,0826 |
| 4 | Rr.отн. = 2,0 |  | S = 1,385<br>$e_s$ = -0,0797 |

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов, В.Д. О новом подходе к формообразованию тонкостенных тройников / В.Д. Маслов, Ю.О. Пе¬тров, А.Ю. Севереннко // Авиационная промышленность, 2013, №2- С. 37-41.

2. Маслов, В.Д. Моделирование процессов ли¬стовой штамповки в программном комплексе ANSYS-LS/DYNA: учебное пособие / В.Д. Маслов, К.А. Николенко. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэро¬косм, ун-та, 2007. – С. 80.

3. ГОСТ 8734-75. Трубы стальные бесшовные холодно-деформированные. Сортамент [Текст] - М.: Издательство стандартов, 1985. – С.12.

4. Эрбейгель, С.А. Формообразование крутоизогнутых патрубков из тонкостенных заготовок на универ¬сальных гидропрессах /С.А. Эрбейгель, Э.И. Пись-менный, И.И. Сагалович// Кузнечно-штамповочное производство, 1989, № 4 - С. 21 - 24.

REFERENCES

1. Maslov V.D. O novom podhode k formoobrazovaniay tonkostenih troinikov / V.D. Maslov, Y.O. Petrov, A.Y. Severenenko // Aviazhionnaia promishlennost, 2013, №2- S. 37-41.

2. Maslov V.D. Modelirovanie prozhessov listovoi shtampovki v programmnom komplekse ANSYS-LS/DYNA: uchebnoe posobie / V.D. Maslov, K.A. Nikolenko. - Samara: Izd-vo Samar. gos. airokosm, un-ta, 2007. – S. 80.

3. GOST 8734-75. Trubi stalnie besshovnie holodno-deformirovannie. Sortament [Tekst] - M.: Izdatelstvo standartov, 1985. – S.12.

4. Arbeigel S.A. Formoobrazovanie krutoizognutih patrubkov iz tonkostennih zagotovok na универ¬сальных гидропрессах /С.А. Эрбейгель, Э.И. Пись-менный, И.И. Сагалович// Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo, 1989, № 4 - S. 21 - 24.

Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

**Тоттануға төзімді болаттан жұқа қабырғалы күрт иілген бұрылымдарды жасау тиімділігі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада ұсынылған технология энергетика және мұнай-химия кәсіпорындарында қолданылуы мүмкін.

**Негізгі сөздер:** бұрылым, параметр, болат, құбырлар, бөлшек, дайындама, материал, модельдеу, иілу, қима, талдау.

Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

**Эффективность изготовления тонкостенных крутоизогнутых отводов из коррозионностойкой стали**

**Резюме.** Предложенная в данной статье технология может быть использована на предприятиях нефтехимической промышленности и энергетики.

**Ключевые слова:** отвод, параметр, сталь, трубы, деталь, заготовка, материал, моделирование, изгиб, сечение, анализ.

Pyak O.U. Seydaliev T.O.

**The effectiveness of thin-walled knuckle bends of stainless steel**

**Summary.** An offer in this article technology can be used on the enterprises of petrochemical industry and energy.

**Key words:** taking, parameter, steel, pipes, detail, purveyance, material, design, bend, section, analysis.

УДК 541.13.621.382.

**А.Б. Бекбаев, А.П. Кругликов, Б.К. Мейрбеков, С.С. Сугуров**
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

**Аннотация.** Дан анализ энергетическим свойствам солнечных элементов, рассмотрены факторы, влияющие на их параметры. Рассмотрено влияние температуры окружающей среды на параметры солнечных элементов. Разработана система электроснабжения, обеспечивающая максимальный отбор солнечной, стабилизацию и формирование выходного напряжения синусоидальной формы

**Ключевые слова**: солнечные элементы, фотоэлектрическая установка, солнечная энергия.

В настоящее время наиболее перспективным источником электроэнергии , удобным для эксплуатации в различных условиях, являются устройства, преобразующие солнечную энергию в электрическую энергию. Фотоэлектрический метод преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию является одним из основных резервов современной энергетики.

Солнечные элементы, которые вырабатывают электрическую энергию на основе фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов, являются материальной основой фотоэлектрических технологий. В настоящее время наиболее распространенным полупроводниковым элементом является кремний. Он изготавливается в двух формах-кристаллической и некристаллической. Полупроводники, разработанные на основе кремния, германий (Ge), кремний (Si), арсенид галлия (GaAs) и сульфид кадмия (CdS), имеют различную эффективность преобразования. Кроме этого они имеют различный вид и цвет. Например, монокристаллические модули имеют темный и равномерно синий цвет, поликристаллические модули имеют различные сверкающие голубые тона и тонкопленочный аморфный кремний – от красновато-коричневого до черного. Могут быть получены модули с разными цветами (среди прочих, зеленый, серебряный, золотой).*Основным их недостатком является более низкая эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую, что свидетельствует о зависимости* эффективности преобразования солнечного элемента от светочувствительных свойств полупроводниковых материалов, используемых в ФЭ элементах.

Эффективность фотоэлектрических элементов зависит также и от таких факторов, как температура окружающей среды, погодные условия, направление солнечных лучей и других факторов. В настоящее время этим вопросам уделяется большое внимание.

Исследовано влияние температуры окружающей среды на характеристики элементов солнечных батарей,работающих в условиях жаркого климата, характерного для стран. центральной Азии и некоторых районов Казахстана [1,2,3], Исследования проведены на стационарной ФЭУ мощностью 140 Вт.Установка использовалась для освещения внутренних помещений и работы бытового оборудования (телевизоры, компьютеры и др.) потребителя.

Фотоэлектрическая установка состоит из фотоэлектрической батареи площадью (размер стекла) 1300 Х 830 Х 0,2 мм$^3$ . Фотоэлектрическая батарея собрана из 40 шт. последовательно соединённых кремниевых солнечных элементов. Такое количество СЭ в фотоэлектрической батарее позволило увеличить накопление энергии в аккумуляторных батареях при относительно меньших энергиях потока солнечного излучения (облачность с уровнем потока излучения 250-300 Вт/м$^2$), с другой стороны это дало возможность работы ФЭУ при высоких температурах окружающей среди до 50 С$^o$ (примерно до 80 С$^o$ на СЭ). Размер отдельного солнечного элемента составляет 156 Х 156 мм. Напряжение холостого хода $U_{X.X}$ и ток короткого замыкания $I_{К.З}$ солнечных элементов в условиях Центральной Азии при температуре $T$ = 10 ӘС и $E$ = 800 Вт/м$^2$ составляют 0,59-0,62 В и 6,4-6,8 А В соответственно, а изготовленной фотоэлектрической батареи $U_{X.X}$ = 23,4-23,7 В, $I_{К.З}$ = 6,3-6,6 А

В процессе исследований также установлено существенное влияние температуры окружающей среды ( в условиях жаркого климата) на параметры ФЭБ. В летный период года (май-сентябрь) происходит «перегрев» СЭ в составе ФЭБ. Этот «перегрев» (несоответствие по температуре при котором измерены параметры ФЭБ согласно паспорту и условий работы ФЭБ) может составить до 45-50 $^o$С. Из-за этого снижается напряжение холостого хода ФЭБ, и существенно уменьшается ток зарядки АБ в системе аккумулирования энергии ФЭУ. Соответственно ухудшаются и нагрузочные ВАХ (рис.1)... Снижение эффективности в некоторых случаях составляет более 50 % от паспортного значения.

Из рассмотренного следует, что: 1) эффективность работы солнечных батарей при высоких температурах существенно ухудшается; 2) для нормального функционирования солнечных батарей в условиях высоких температур необходимо увеличивать количество элементов; 3)необходимо усилить герметизацию элементов батареи;4) для повышения эффективности работы ФЭБ в темное время необходима система коррекции процесса заряда АБ.

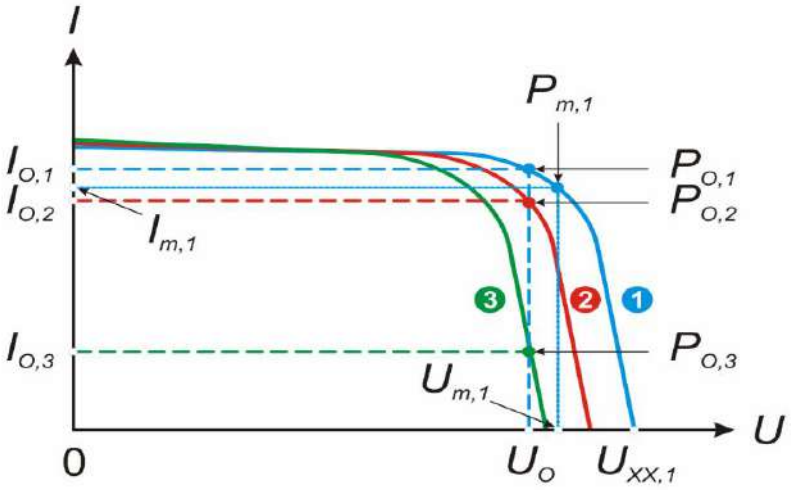



**Рис. 1.** Нагрузочная вольт-амперная характеристика ФЭБ на основе СЭ из кремния при различных температурах. 1- при температуре окружающей среди 15 °С (температура на тыльной поверхности элемента 37 °С; 2- 30 °С ( 54 °С ); 3- 45 °С (71 °С).

На эффективность работы солнечных батарей, кроме температуры окружающей среды, существенно влияет и направление солнечных лучей. Максимальная мощность излучается Солнцем в период нахождения в зените. По мере смещения солнца с этого положения уменьшается солнечная энергия, поступающая к солнечным батареям, и энергия вырабатываемая ими. На этот процесс влияет множество факторов (погодные условия и др.) В Кзахском национальном техническом университете проводятся разработка и исследование системы электроснабжения с изменяющейся положениебм солнечных батарей в соответствии с изменением положения земли относительно солнца. Упрощенная схема системы электроснабжения приведена на рисунке 2

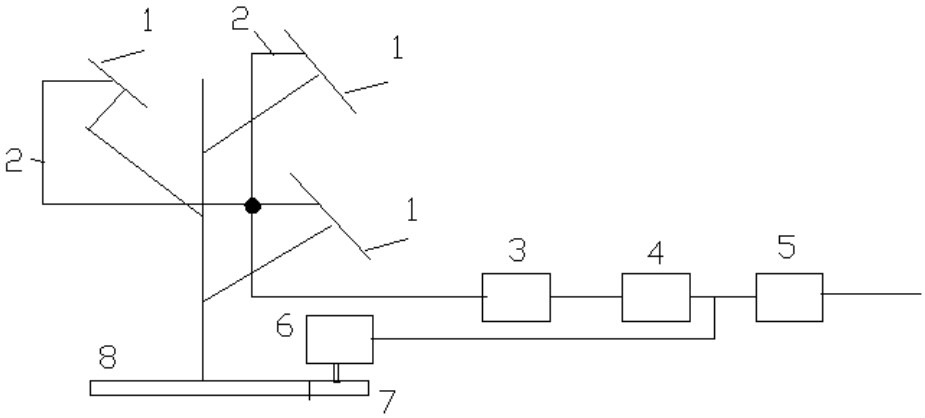



**Рис.2.** Схема электроснабжения. 1- солнечные элементы; 2 -проводники, соединяющие СЭ с аккумуляторной батареей; 3-контроллер управления зарядом батареи; 4-аккумуляторная батарея; 5- инвертор; 6 – двигатель; 7,8- передаточный механизм.

Энергия от солнечных элементов 1 передается аккумуляторной батареи посредством кабеля 2. Контроль заряда батареи осуществляется контроллером 3. Затем эта энергия постоянного тока преобразуется инвертором 5 в энергию переменного тока с выходным напряжением 220 В. Поворот солнечных элементов осуществляется двигателем 6 посредством передаточных элементов 7 и 8. Выходное напряжение, поступающее на вход инвертора, изменяется в некоторых пределах. Относительно большое внутреннее сопротивление инвертора также ухудшает стабильность его выходного напряжения. В приведенной схеме инвертора (рисунок 3), обеспечивается стабильность выходного напряжения и формирование его в синусоидальной формы. Схема работает следующим

образом. На вход транзисторов 7 и 17 подаются сигналы импульсной формы. Частота импульсов составляет не менее 2 кГц. Такие сигнала после прохождения через обмотки трансформатора приобретают форму полусинусойд, смещенных на $180^0$ .Схема формирования таких сигналов работает следующим образом. Рассмотрим процесс формирования управляющего сигнала для управления транзистором 7. Этот управляющий сигнал формируется напряжениями генераторов 11,15, напряжением смещения и выходным напряжением датчика 6. Примем, что генератор 15 синусоидального напряжения и цепь обратной связи отключены. В этом случае на вход компаратора 9 поступают только два сигнала: отрицательное опорное пилообразное напряжение и положительное напряжение смещения. Опорное напряжение изменяется от 0 до максимальной величины (например -10В). Напряжение смещения регулируется от 0 до +10 В( принятое для пояснения работы схемы). Транзисторы 7 и 17 открываются положительным сигналом. Примем Uсм= +5В. В этом случае результирующий сигнал на входе компаратора 9 изменяться от +5В до-5В. В компараторе сигнал реверсируется. Это значит, что при положительном входном сигнале на компараторе 9, его выходной сигнал будет отрицательным (он же и управляющий сигнал для транзистора7) и транзистор 7 будет закрыт. В момент смены полярности сигнала на входе компаратора 9 с положительной на отрицательную, его выходной сигнал становится положительным и транзистор 7 переходит в открытое состояние и половина первичной обмотки подключается к источнику питания. На вторичной обмотке будет наводиться ЭДС. Форма выходных сигналов компараторов 9 и 19 при $U_{см}$ = 5 В показана на рисунке 3. Из вышеизложенного следует. что при изменении величины напряжения смещения будет изменяться момент сравнения опорного напряжения и напряжения смещения и длительность открытого состояния транзисторов и величина выходного напряжения трансформатора. После подключения генератора 11 и обратной связи переход транзистора в открытое состояние будет также происходить в момент сравнения суммы отрицательных и положительных сигналов на входе компараторов. При постоянном выходном напряжении трансформатора сумма положительных сигналов будет постоянной и момент сравнения напряжений на входе регуляторов будет зависеть только от величины отрицательного напряжения полусинусойд. По синусоидальному закону будет изменяться и длительность управляющих импульсов на затворах транзисторов 7 17.

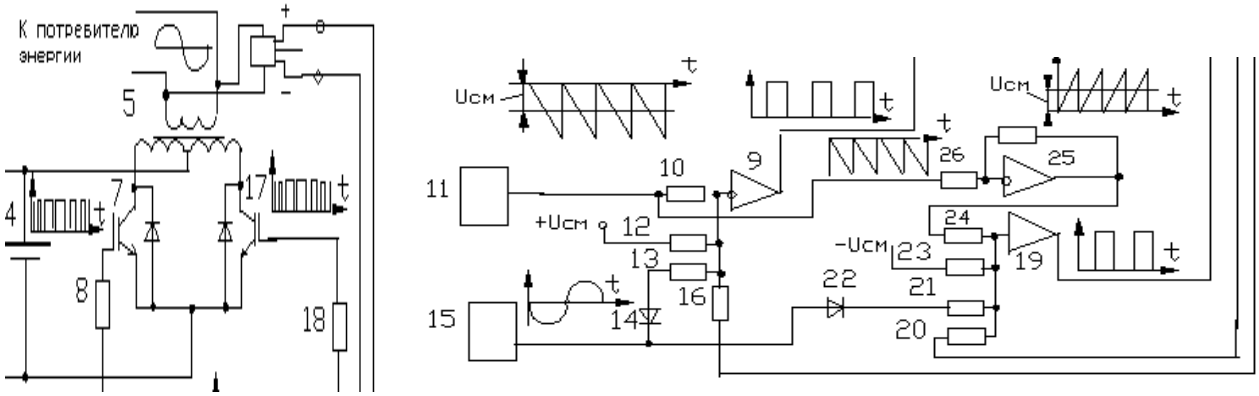



**Рис. 3.** Схема инвертора

ЛИТЕРАТУРА

1. Р.Б. Ахмедов, И.В. Баум, В.А. Пожарнов, В.М. Чаховский. Солнечные электрические станции. Сер. “Гелиоэнергетика” (Итоги науки и техники ВИНИТИ). Москва. 1986, с. 120.

2. В.Е. Чуб. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. Ташкент. Типография Главгидромета РУз, 2000, 253

3. Турсунов М. Н., Мирзабаев А. М., Дадамухамедов С., Канонеров В. П., Абдуллаев Э., Тукфатуллин О. Ф. Фотоэлектрическая установка уличного освещения на основе кремниевых солнечных элементов , Гелиотехника 2009 №1 С.26.

Бекбаев А. Б., Кругликов А.П., Мейрбеков Б.К., Сугуров С.С.

**Способы повышение эффективности солнечных батарей**

**Резюме.** Основными элементами, преобразующие солнечную энергию в электрическую, являются полупроводниковые элементы на основе кремния. В настоящее время солнечная энергия является одним из основных резервов энергетики. На эффективность работы преобразователей солнечной энергии в электрическую зависит от множества факторов. В статье рассмотрена возможность повышения эффективности работы преобразователей солнечной энергии в электрическую посредством систему регулирования положения преобразующих элементов относительно положения солнца.

**Ключевые слова:** Энергия солнца, преобразователи солнечной энергии**,** регулятор.

Bekbaev A.B., Kruglikov A.P., Meirbekov B.K., Sugurov C.C.

**Ways of improving the efficiency of solar panels**

**Summary.** The main elements that convert solar energy into electrical energy, are semiconductor elements based on silicon. Currently, solar energy one of the main reserves of energy. The efficiency of converting solar energy into electrical energy depends on many factors. The article considers the possibility of increasing efficiency work converters of solar energy into electrical energy by means of the position control conversion elements with respect to the position of the sun.

**Key words:** Solar, solar energy converters, regulator.

ӘОЖ 622.276.031:522.5

**Б.Н. Куатбеков, М.К. Абылова**
(Қ.А.Яссауи атындағы ХҚТУ, Түркістан, Қазақстан Республикасы)

## КВЕРШЛАГ ТИПТЕС КӨПДІҢДІ ГОРИЗОНТАЛЬ ҰҢҒЫҒА СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ СҮЗГІЛЕНУІ КЕЗІНДЕГІ ДЕБИТІН ЕСЕПТЕУ

**Түсініктеме.** Жұмыста көлденең көп қабатты ортадағы сұйықтықтың квершлаг типтес көпдіңді горизонталь ұңғыға ағысының дебитін есептеу қарастырылған. Квершлаг типтес горизонталь ұңғыға қабаттың өткізгіштік коэффициенттерінің әсері анықталды. Сондай-ақ, квершлаг типтес көпдіңді горизонталь ұңғы дебитіне сүзгілеу коэффициенттерінің әсері зерттелді. Горизонтал ұңғы трансыерсальды изотропты ортадағысандық шешімді жүзеге асыру үшін шекті элементтер әдісі (ШЭӘ) қолданылған.

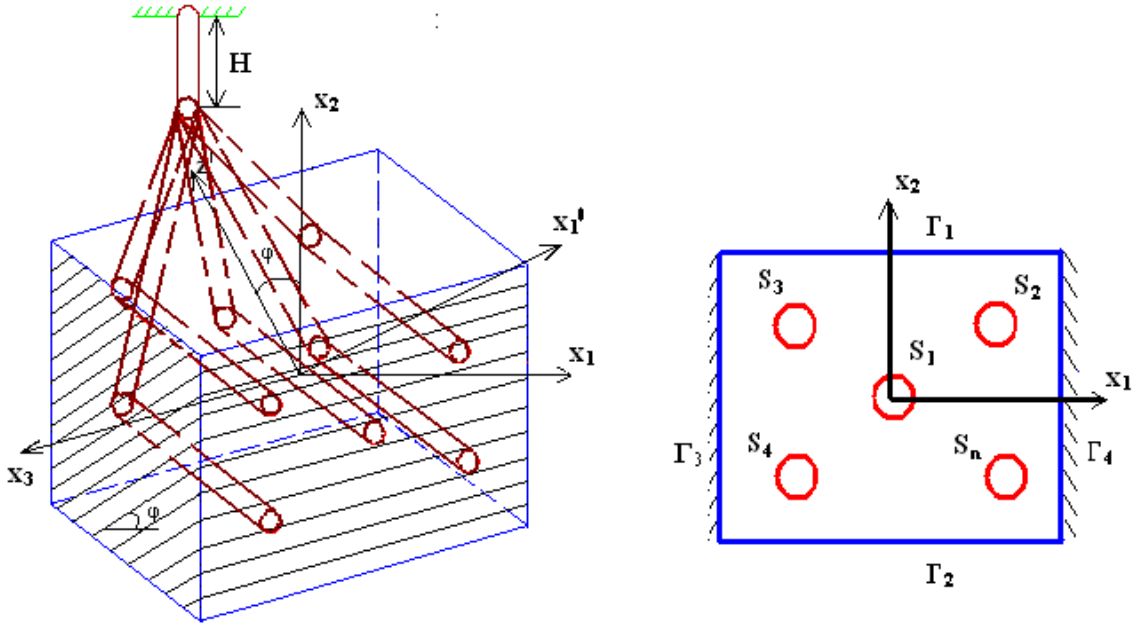
**Түйінді сөздер:** шекті элементтер әдісі, горизонталь ұңғы, сұйықтық, сүзгілеу, дебит.

Мұнай өңдеу саласында вертикалды ұңғыға қарағанда горизонталь ұңғыны қолдану экономикалық жағынан тиімді болуда. Шетелдік мұнай өндеуші орындар горизонталь ұңғының көпдіңді түрін қолданып келеді. Аталған мәселенің изотропты ортада моделдері Борисов Ю.П. [1], Economides M.J, [2] Joshi S.D. [3] т.б. еңбектерінде келтірілген. Қазіргі кезде анизотропты орта үшін горизонталь ұңғының өнімділігін аналитикалық әдістермен шешу мүмкін болмай тұр. Сондықтан, сандық әдістер қолданылуы қажет.

Тау жыныстары геомеханикасы негізінде көпдіңді горизонталь ұңғылар орналасу бағытына қарай штрек типтес (қатпар бойымен жүргізілген горизонталь ұңғы діңі), квершлаг типтес (штрек бағытына перпендикуляр орналасқан горизонталь ұңғы діңі), диагоналдық ұңғы (бойлық өсі штрек бағытымен кез-келген бұрыш жасайтын ұңғы) түрлеріне бөлінеді [4].

**Есептің қойылуы.**

Тау жыныстары геомеханикасы негізінде штрек бағытына перпендикуляр жүргізілген ұңғыны квершлаг типтес ұңғы деп атауға болады. Негізгі есептің берілуі келесідей болсын. Қабатқа көп діңді горизонтальды ұңғы жүргізіліп, сұйықтық бір уақытта параллель діңдер арқылы алына бастайды, яғни горизонталь ұңғылардың кез-келген ара-қашықтықта N діңдері бір бағытта орналасқан (4-сурет). Діңнің жиектерінде және шекараның сыртында, яғни қоректену облысының жиегінде қысымы белгілі болсын.




а) кеңістік б) жалпыланған жазық сүзгілеу жағдайы

**1- сурет.** Есептеу облысының сызбасы.

Сонда $Ox_1x_2x_3$ координаталар жүйесінде $k_{ij},(i,j=\overline{1,2})$ сүзілу коэффициенттері төмендегіше анықталады:

$$k_{11} = k_{x_2}(\cdot,\cdot),$$
$$k_{22} = k_{x_2}(\cdot,\cdot)\sin^2\varphi + k_{x_1}(\cdot,\cdot)\cos^2\varphi. \tag{1}$$

Квершлаг типтес ұңғыларда сүзілу процесі екінші ретті дербес туындылы дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$\frac{\partial}{\partial x_2}\left(k_{22}\frac{\partial p}{\partial x_2}\right)+\frac{\partial}{\partial x_1}\left(k_{11}\frac{\partial p}{\partial x1}\right)+2\frac{\partial}{\partial x_1}\left(k_{21}\frac{\partial p}{\partial x_2}\right)=0 \tag{2}$$

шекаралық шарттар: Қысымды есептейтін бастапқы шарт

$$p(x_1,x_2,0)=p_0 \tag{3}$$

шекаралық шарт

$$P\Big|_{\Gamma_1}=P_1,\quad P\Big|_{\Gamma_2}=P_2,\ P\Big|_{S_k}=P_k^*,(k=\overline{1,N}) \tag{4}$$

$$\frac{\partial p}{\partial n}\Big|_{\Gamma_3}=0,\qquad \frac{\partial p}{\partial n}\Big|_{\Gamma_4}=0 \tag{5}$$

**Есепті шешу алгоритмі:** Қойылған (1)-(5) есебін сандық шешу үшін есепті шекті элементтер әдісі (ШЭӘ) қолданылып өрнектерді Л. Сегирлинд (4) және т.б. еңбектерде көрсетілгендей қолданады. Есептеу облысы шекті элементтерге бөлінген соң әрбір элемент үшін серпімді матрица шығарылып, құрылған теңдеу жүйесі итерациялық Зейдель шешілді. Ұсынылған алгоритмнің дұрыстығы [1,6] еңбекте көрсетілген.

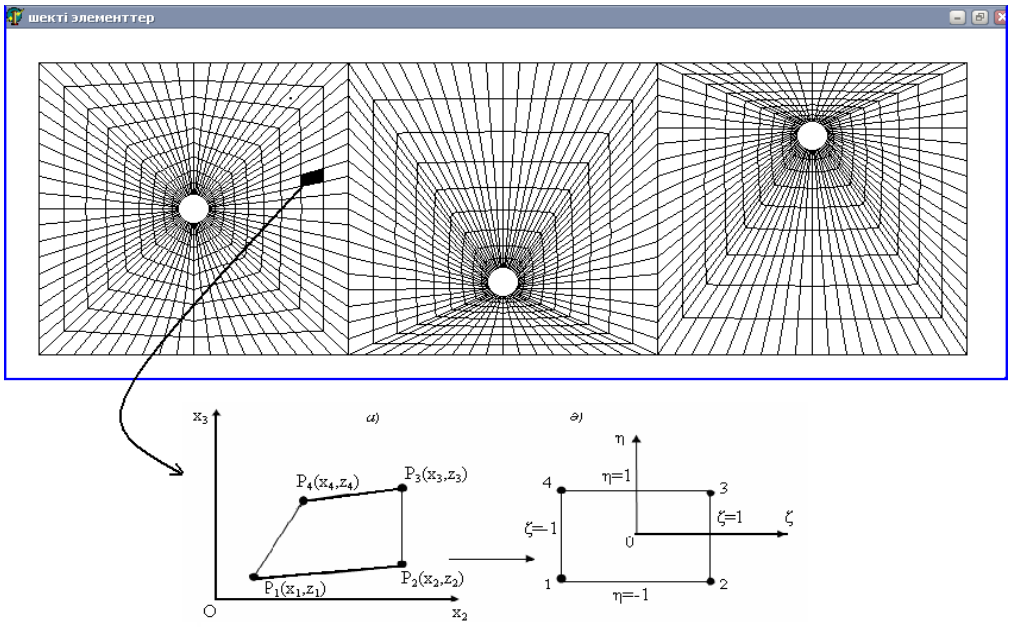
**Сандық есептеулер.** Табиғи жағдайда қабаттың жоғары жағында газдың қысымы, төменгі жағында судың қысымы әсер етеді, олардың сәйкесінше шекаралық шарттары (3)-(5) келтірілген болатын. Егер қарастырылып отырған ортаның қабаты $h = h_1 + h_2$, мұндағы $h_1$ - горизонтал ұңғы мен жоғары қабаттың ара-қашықтығы, ал $h_2$ - ұңғының төменгі қабатпен ара-қашықтығы деп белгіленсе ұңғының дебитін төмендегіше анықтауға болады.(1)

$$q = \frac{2\pi \frac{k}{\mu}\left[\frac{h_1}{h} p_v + \frac{h_2}{h} p_г - p_c\right]}{\frac{\pi h_1 h_2}{\sigma h} + \ln \frac{\sigma}{\pi r_c}} \qquad (6)$$

Мұндағы $\sigma$ - қабаттың ұзындығы, $k$ , $\mu$ - өткізгіштік және жабысқақтық коэффициенттері.

Ал көп діңді горизонталь ұңғы дебиті үшін сандық мәні [6] ұсынған есептеу схемасына сәйкес жүргізіледі. Төменгі кестеде сандық шешімдердің салыстырмалы мәндері келтірілді.

Алдын-ала берілген параметрлері бойынша есептеу облысын шекті элементтерге жоғары деңгейлі бағдараламалау ортасында автоматты түрде бөлудің ішкі бағдарламасы құрылған. Сол ішкі бағдарлама көмегімен есептеу облысын ұңғының діңдерінің өлшеміне сәйкес изопараметрлік элементтерге бөлінген (2-сурет).



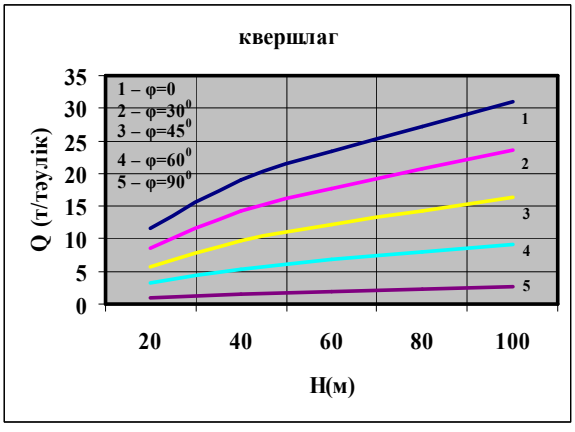

**2- сурет.** Есептеу облысын изопараметрлі элементтерге бөлу

Элементтердің қасиеттері берілген кешенде ескеріліп, шекті элементтер әдісінде келтіріліп өрнектерге сәйкес сызықты алгебралық теңдеулер жүйесі құрылады. Бұл теңдеулер жүйесінің реті бөлінген есептеу облысында түйінді нүктелердің санына байланысты анықталады. Есептеу облысын шекті элементтерге бөлу жолдары түйінді нүктелер санын арттыру арқылы автоматты түрде жүзеге асады.

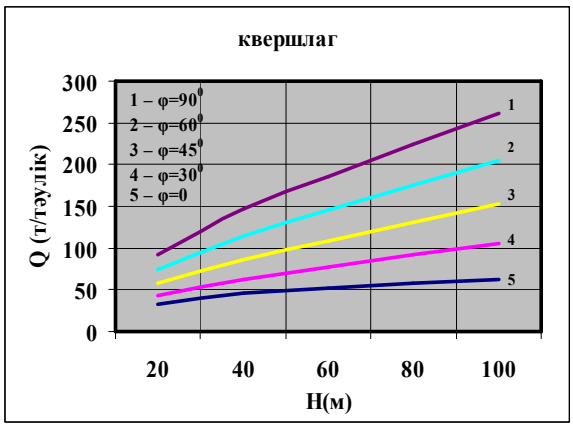
Көпвариантты есептеулер нәтижесінде бірнеше горизонталь ұңғылар орналасқан қабат қалыңдығы H=20м, 40м, 60м, 80м, 100м, қабат ұзындығы σ=90м, 110м, 130м, 150м болған жағдайда, изотропия жазықтығы горизонталь жазықтықпен көлбеу бұрышы φ=0, $30^0$, $45^0$, $60^0$, $90^0$, бойлық өсі изотропия жазықтығы бойымен орналасқан $Ox_1$ өсімен арасындағы бұрыш ψ=0, $30^0$,$45^0$,$60^0$,$90^0$ жағдайында қысым, дебиттің сандық мәндері есептеліп график, кесте түрінде келтірілді. 3-суретте квершлаг типтес және диагоналдық ұңғылардың қабат қалыңдығына қатысты ГҰ (т/тәу) дебиті тәуелділігі берілген.

Кесте 1. **Қабат ұзындығына қатысты ГҰ дебитінің өзгеруі kx/kz=10**

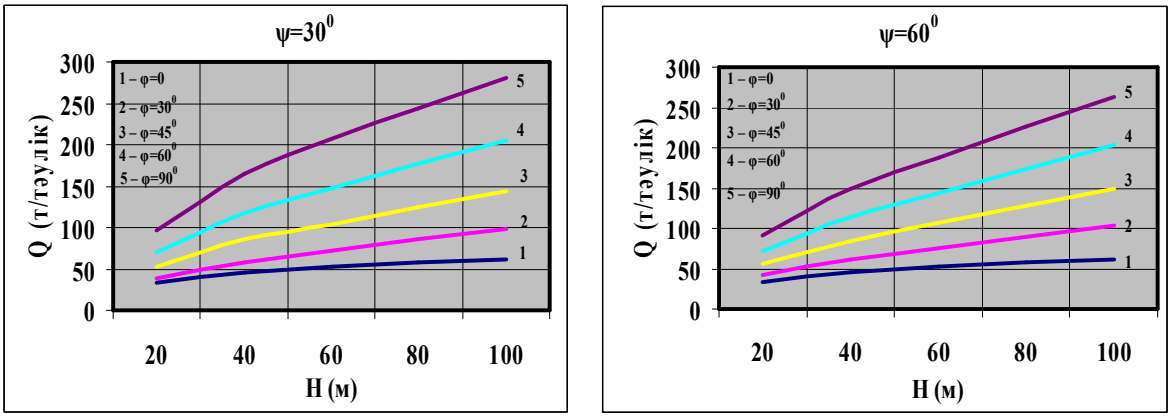
| ψ | φ / σ | $0^0$ | $30^0$ | $45^0$ | $60^0$ | $90^0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| $0^0$ | 90 | 36,576 | 37,733 | 47,053 | 71,446 | 117,383 |
| | 110 | 34,533 | 35,540 | 47,821 | 73,076 | 117,782 |
| | 130 | 33,837 | 36,819 | 50,362 | 74,492 | 118,110 |
| | 150 | 34,166 | 39,361 | 52,758 | 75,387 | 118,423 |
| $30^0$ | 90 | 36,576 | 39,477 | 48,193 | 67,134 | 96,560 |
| | 110 | 34,533 | 36,967 | 48,398 | 69,000 | 98,237 |
| | 130 | 33,837 | 38,123 | 51,148 | 71,457 | 99,456 |
| | 150 | 34,166 | 40,695 | 54,054 | 73,285 | 100,196 |
| $45^0$ | 90 | 36,576 | 41,271 | 50,015 | 65,947 | 88,245 |
| | 110 | 34,533 | 38,455 | 49,573 | 67,469 | 90,638 |
| | 130 | 33,837 | 39,482 | 52,399 | 70,700 | 93,303 |
| | 150 | 34,166 | 42,070 | 55,722 | 73,490 | 95,158 |
| $60^0$ | 90 | 36,576 | 43,103 | 52,342 | 66,741 | 85,299 |
| | 110 | 34,533 | 39,996 | 51,211 | 67,561 | 87,494 |
| | 130 | 33,837 | 40,889 | 54,012 | 71,270 | 91,343 |
| | 150 | 34,166 | 43,480 | 57,665 | 74,916 | 94,497 |
| $90^0$ | 90 | 36,576 | 44,967 | 55,047 | 68,884 | 85,550 |
| | 110 | 34,533 | 41,819 | 53,215 | 68,801 | 86,948 |
| | 130 | 33,837 | 42,338 | 55,914 | 72,741 | 91,567 |
| | 150 | 34,166 | 44,922 | 59,822 | 77,098 | 95,923 |




а)




б)




в) г)

**3- сурет.** а) $\frac{k_{11}}{k_{22}} = 0.1$ және б) $\frac{k_{11}}{k_{22}} = 10$, в) ψ=30⁰ және г) ψ=60⁰ кезіндегі қабат қалыңдығына қатысты ГҰ (т/тәу) дебиті тәуелділігінің графигі.

Сонымен алынған нәтиже арқылы көлденең коп қабатты ортадағы сұйықтықтың квершлаг типтес ұңғыға ағысының дебиті есептелінді. Ол қабаттағы ұңғы өнімділігіне әсері зерттелді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Борисов Ю.П., Пилатовский В.П., Табаков В.П. Разработка нефтяных месторождении горизонтальными и многозабойными скважинами М.:Недра, 1964. 154с.

2.Economides M.J. Hill A.D., Ehlig-Economides C.A. Petroleum Production Systems. – Engle Wood Cliffs. PTR Prentice Hall, 1994, 611p.

3.Joshi S.D. Horizontal well technoljgy: Penn Well. Tulsa.ok.1991.

4.Сегирлинд Л. Применение метода конечных элементов. –М.: Недра, 1987. -221 с.

5.Ажиханов Н.Т. Моделирование фильтрации нефти к разноориентированной горизонтальной скважине в мелкослоистом наклонном пласте. Матем.моделирование, 23:2(2011), 107-117 с.

6.Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в гидромеханике.- недра, 1987. -221с.

Қуатбеков Б.Н., Абылова М.Қ.

**Квершлаг типтес көпдіңді горизонталь ұңғыға сұйықтықтың сүзгіленуі кезіндегі дебитін есептеу**

**Түсініктеме.** Жұмыста көлденең көп қабатты ортадағы сұйықтықтың квершлаг типтес көпдіңді горизонталь ұңғыға ағысының дебитін есептеу қарастырылған. Квершлаг типтес горизонталь ұңғыға қабаттың өткізгіштік коэффициенттерінің әсері анықталды. Сондай-ақ, квершлаг типтес көпдіңді горизонталь ұңғы дебитіне сүзгілеу коэффициенттерінің әсері зерттелді. Горизонтал ұңғы трансыерсальды изотропты ортадағы сандық шешімді жүзеге асыру үшін шекті элементтер әдісі (ШЭӘ) қолданылған.

**Түйінді сөздер:** шекті элементтер әдісі, горизонталь ұңғы, сұйықтық, сүзгілеу, дебит.

Куатбеков Б.Н., Абылова М.К.

**Вычисление дебита фильтрации жидкости к многоствольной горизонтальной скважины типа квершлага**

**Аннотация.** В работе проводится анализ влияния коэффициентов фильтрации к дебиту многоствольной горизонтальной скважины (ГС) типа квершлага на основе конечно-элементного моделирования. Проанализировано влияние коэффициентов проницаемости пласта к ГС сделан анализ исследование влияния коэффициентов фильтрации к дебиту многоствольной горизонтальной скважины (ГС) типа квершлага. Исследовано влияния коэффициентов фильтрации к дебиту многоствольной горизонтальной сважины и продуктивностью наклонного трансверсального-изотропного пласта.

**Ключевые слова:** метод конечных элементов, горизонтальная скважина, жидкость, фильтрация, дебит.

Kuatbekov B.N., Abylova M.K.

**Calculating the flow rate of fluid flow to a multilateral horizontal wells type crosscut**

**Summary.**The analysys of research effect of coefficients filtering to debit stack shaped multiparreled horizontal well's (HS) based on the finite element modelling is shown. The effect of permeability coefficients for horizontal well's drift has been analysed. The effect of coefficients to debit drift shaped multiparreled HS and productivity inclined transversely isotropic formation has been invectigared.

**Key words:** finite element method, horizontal well, liquid, filtration, debit.

УДК 621.039.8

**Г.Т. Тугелбаева, Г.Ж. Мусабекова, Б.А. Тойшыбекова**
(Казахский государственный женский педагогический университет,
Алматы, Республика Казахстан)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

**Аннотация.** В статье рассмотрено создание модели физических систем с использованием пакета MS Excel для изменения массы радиоактивных изотопов и определение расчета.

**Ключевые слова:** радиоактивные изотопы, период полураспада; моделирование.

Исторические первыми моделями как заместителями некоторых объектов были, несомненно, символические условные модели. Ими является языковые знаки. Следующим этапом развития моделирования можно считать возникновение знаковых числовых обозначений. Дальнейшее развития знаковых моделей связано с возникновением письменности и математической символики.

Значительное развитие моделирование получает в древней Греции в V - III вв. до н. э. было создана геометрическая модель Солнечной системы, врач Гиппократ для изучения человеческого глаза воспользовался его физической аналогичной моделью - глазом быка, математик Евклид создал учение о геометрическом подобии.

Первый шаг в развитии учения о подобии при физическом моделировании был сделан И. Ньютоном (1643 - 1727), который сформулировал условия подобия механических явлений. Далее развитие длительное время шло путем определения частных условий подобия для явлений только определенной физической природы - работы И. Кулибина (1735 - 1818) и Л. Эйлера (1707 - 1783) в области строительной механики, В. Л.Кирпичева (1845 - 1913) в области упругости и др. [2].

Технология компьютерного моделирования широко используются в настоящее время. Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Слово «модель» произошло от латинского слова «modulus», обозначает «мера», «образец».

Модель – материальный или абстрактный объект, имеющий сходство в определенных отношениях с оригиналом и служащий для исследователя средством фиксации известной и получения новой информации о нем (об оригинале).

Физика - наука, в которой математическая моделирование является важным методом исследования. Сегодня кроме теоретической и экспериментальной физики можно выделить третий раздел - вычислительную физику. Существует большие возможности моделирования физических задач в среде MS Excel.

Прикладная программа MS Excel 2007, которая является одним из компонентов Microsoft Office 2007, предназначена для работы с электронными таблицами и данных и их автоматизированной обработки. К данным относятся: число, даты, время суток, текст или символьные данные, формулы или различные функций финансового анализа. [1].

Электронные таблицы, первоначально использовавшиеся для финансовых расчетов, все шире применяются для сложных многошаговых технических расчетах. Применение электронных таблиц в сфере физики может сократить время при проведении однотипных расчетов, при выполнении лабораторных работ, где требуется рассчитывать один и те же физические величины для несколько опытов.

Способы создания моделей различны: физические, математические, физико - математическое.

Для решения поставленных нами задач мы применили физико-математическое моделирование, которое соединяет в себе элементы и физического и математического моделирования.

Пакет MS Excel использовали для расчета массы некоторых радиоактивных изотопов по закону радиоактивного распада

$$m = m_0 2^{\frac{-t}{T}}$$

где : t – время распада;

T – период полураспада;

m – масса изотопа;

$m_0$ - начальная масса изотопа.

На рис. 1 представлены расчет массы радиоактивного изотопа карбона в зависимости от времени. Начальная масса $m_0$=5 г;

Период полураспада радиоактивного изотопа карбона T=20 минут.

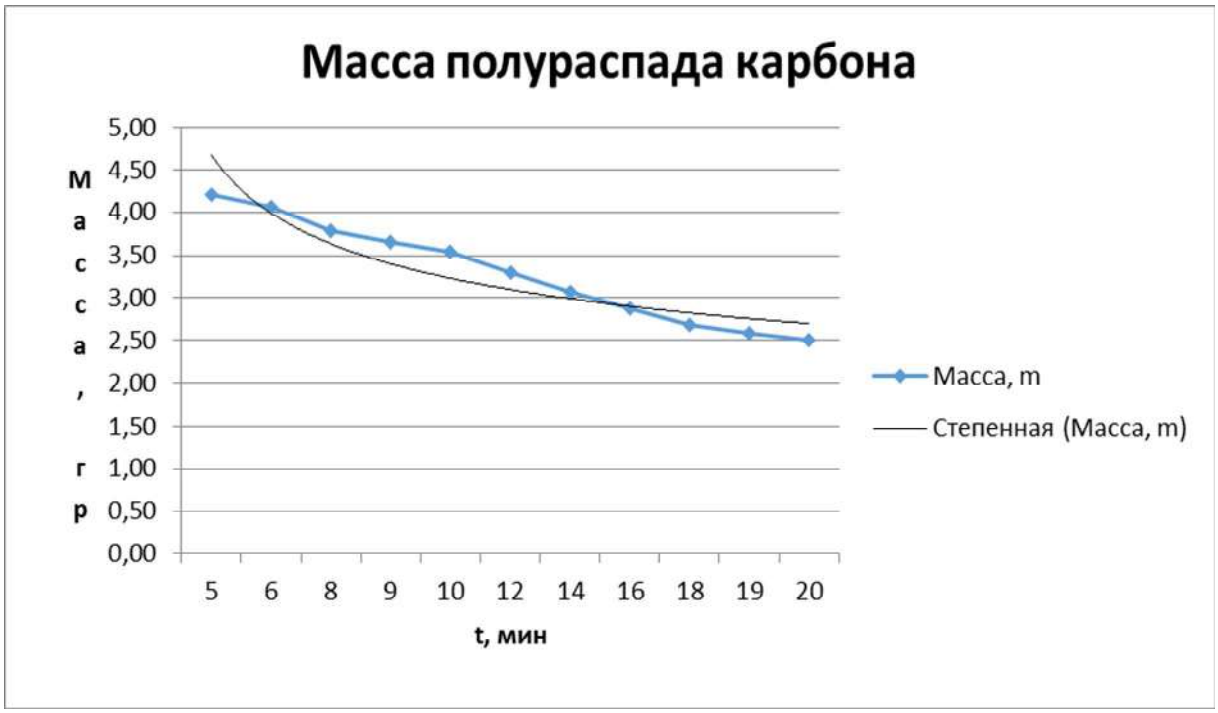



**Рис. 1.** Изменение массы радиоактивного изотопа карбона масса в зависимости от времени.

Как видно из рисунка 1, масса карбона с увеличения времени уменьшается экспоненциально. За время равно периоду полураспада, (т.е T = 20 мин) масса исходного материала уменьшается в два раза (в начале было взято 5 г карбона, в конце остается 2,5 г).

На рис. 2 представлены расчет массы радиоактивного изотопа кобальта в зависимости от времени. Начальная масса $m_0$ =10 г; Период полураспада радиоактивного изотопа карбона T=5,3 года .

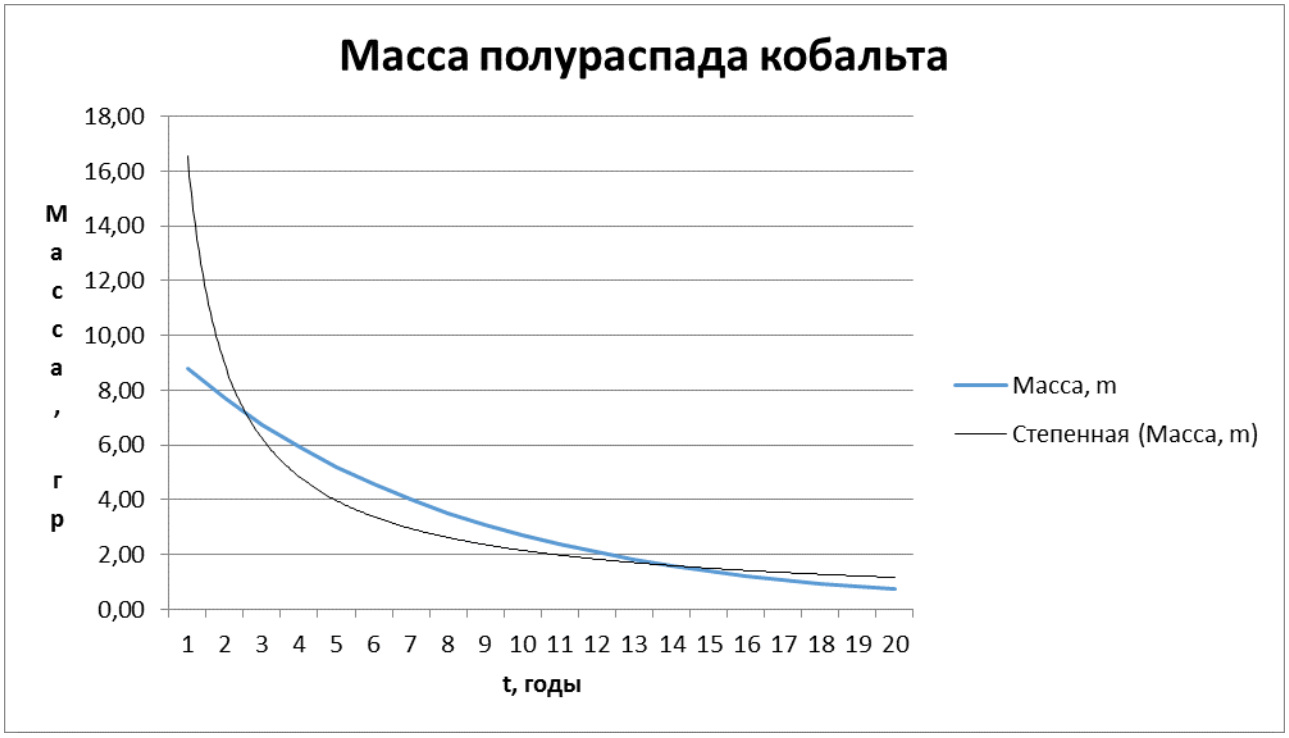



**Рис. 2.** Изменение массы радиоактивного изотопа кобальта в зависимости от времени.

Как видно из рисунка 2. масса кобальта с увеличения времени также уменьшается экспоненциально. За время равное периоду полураспада, (т.е Т = 5,3 года) масса исходного материала уменьшается в два раза (в начале было взято 10 г карбона, в конце остается 5,00 г).

Таким образом моделирование превращается в один из универсальных методов и широко применяемнятся для определения параметров характеризующих основное состояние физических системы и во всех современных науках, как естественных, так и технических.[3]

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарнаев. А.Ю. Использование MS Excel и VBA в экономике и финансах / А. Ю. Гарнаев. - СПб: БХВ - Санкт - Петербург, 2000 - 336 с.

2. Лебедев А.Н. моделирование в научно - технических исследованиях / М.: Радио и связь 1989 г. 224 с.

3. Венков В. А. Теория подобия и моделироваия / М: Высшая школа 1986 г. 480 с.

4. Ехонович А. С. Справочник по физике и технике. — М. Просвещение, 1983.

5. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. — М.: Наука,1980.

6. Справочник по элементарной физике / под ред. В. А. Лободюка. — К.: Наукова думка, 1975.

REFERENCES

1. Garnayev. A.YU. Use of MS Excel and VBA in economy and finance / A. Yu. Garnayev. - SPb: BHV - St. Petersburg, 2000 - 336 with.

2. Lebedev A.N. modeling in scientifically - technical researches / M.: Radio and communication of 1989 of 224 pages.

3. Wreaths V.A. Theory of similarity and modelirovaiya/M: The higher school of 1986 of 480 pages.

4. Ekhonovich A. S. Reference book on physics and equipment. — M. Education, 1983.

5. Shirokov Yu. M., Yudin N. P. Nuclear physics. — M.: Science, 1980.

6. The reference book on elementary physics / under the editorship of V. A. Lobodyuk. — To.: Naukova thought, 1975.

Тугелбаева Г.Т., Мусабекова Г.Ж., Тойшыбекова Б.А.

**Физикалық жүйелерде модельдеуді қолдану**

**Түйіндеме.** Мақалада физика саласында MS Excel кестелік бағдарламасын қолданып радиоактивті изотоптың радиоактивті ыдырау заңы бойынша өзгерісі анықталды.

**Негізгі сөздер:** радиоактивті изотоп, жартылай ыдырау периоды; модельдеу.

Г.Т. Тугелбаева, Г.Ж. Мусабекова, Б.А. Тойшыбекова

**Использование моделирование в физических системах**

**Резюме.** В статье с помощью программы MS Excel определятся изменения радиоактивного изотопа через закон радиоактивного распада.

**Ключевые слова:** радиоактивные изотопы, период полураспада; моделирование.

Tugelbaeva G.T., Mussabekova. G.Zh., Toishibekova B.A.

**Use modeling in physical systems**

**Summary.** In article by means of the MS Excel program changes of a radioactive isotope will be defined by the law of radioactive decay.

**Key word:** radioactive isotopes, half-life period; modeling.

УДК 628.1

**Башир Мохаммад, Н.В. Сидорова**
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, e.mail Sidorova 3112@bk.ru)

## ВОДА ДЛЯ ЗАТВОРЕНИЯ БЕТОНА И КАК СРЕДА ДЛЯ БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Аннотация.** Вода как среда для бетона играет гораздо большую роль, чем вода для затворения. Она должна иметь определенные свойства и отвечать техническим требованиям по качеству, а также не ухудшать качественные характеристики бетона.

**Ключевые слова:** бетонная смесь, композиционный материал, качество воды, мутность, жесткость, солесодержание, коррозия бетона.

Вода как среда для бетона играет гораздо большую роль, чем вода как материал для затворения.

Бетон (от фр. *bŭton*) — искусственный каменный строительный материал, получаемый в результате формования и затвердевания рационально подобранной и уплотнённой смеси, состоящей из вяжущего вещества (цемент или др.), крупных и мелких заполнителей, воды.

Бетон представляет собой композиционный материал, состоящий из грубой гранулированного материала (совокупного или наполнителя), встроенные в жесткий матрицы материала (цемента или связующего), которая заполняет пространство между частицами заполнителя и клеи их вместе.

Известен более 6000 лет (Междуречье), широко использовался в Древнем Риме. После падения Римской империи рецепт изготовления бетона был забыт на тысячу лет. Современный бетон на цементном вяжущем веществе известен с 1844 года (И. Джонсон). Патент на портландцемент получил в 1824 году Джозеф Аспдин; патент на «римский цемент» получил в 1796 году Джеймс Паркер. Лидерами в производстве бетона являются Китай (430млн $м^3$ в 2006г.) и США (345млн $м^3$ в 2005г. и 270млн $м^3$ в 2008г.) В России в 2008г. было произведено 52млн $м^3$.[1]

“Вода”- сочетание воды с цементирующим материалом образует цементное тесто в процессе гидратации. Цементная паста склеивает составляющие части бетона вместе, заполняет пустоты внутри него, и делает его более свободным.

Низкое соотношение вода-цемент дает более жесткий, более прочный бетон, а большее количество воды делает его свободно-текучим. Природная, неочищены, вода используется для изготовления бетона и может вызвать проблемы при изготовлении или возникновении преждевременного выхода из строя бетонной конструкции.

Гидратация включает в себя множество различных реакций, часто происходящих в одно и тоже время. Когда реакции протекают, продукты процесса гидратации цемента постепенно связываются

друг с другом отдельные песчано-гравийных частицы и другие компоненты бетона, образуя твердую массу.

Большинство природных вод может быть применено для затворения. В частности, может применяться для затворения бетона морская вода, но с учетом возможного понижения прочности бетона на 15% . Для сооружений, подвергающихся в дальнейшем действию морской воды, необходимо применение пуццолановых цементов.

Применение воды, загрязненной какими-либо минеральными или органическими примесями, для затворения часто ведет к потере прочности бетона. Еще более важным для прочности является влияние грунтовые или проточные воды на затвердевший бетон.[2]

Вода для использования в бетонных работах должна иметь следующие свойства:

1. Свободна от вредных количеств масел.
2. Свободна от вредных количеств кислот или щелочей или других подобных органических или неорганических примесей.
3. Свободной от железа, растительного вещества, или любого другого вещества, которое может оказать негативное влияние на бетон.
4. Пригодной для питьевых целей.

Нормы дают указание о недопустимости содержания в воде серного ангидрида $SO_3$ больше 0,3%, хлористого натрия и магния более 1% по весу, а также о непригодности для бетонных работ воды болотной, торфяниковой, загрязненной фабричной и минерализованной.

При этом нормы рекомендуют производить химический анализ воды полевым или лабораторным способом. В отношении влияния воды на затвердевший бетон считается, что при отсутствии движения грунтовых вод примеси в них допустимы в тех же пределах, что и в воде для затворения бетона.

При наличии движения воды нормы содержания примесей должны быть значительно понижены; кроме того необходимо применение специальных (пуццолановых) цементов.

Полевое исследование воды имеет целью установить, не имеет ли вода недопустимого для бетона кислотного характера и не содержит ли сернистых солей. Это простейшее исследование выполняется следующим образом:

а) кислотность или щелочность воды определяют при помощи лакмусовой бумаги;

б) проверка на содержание солей серной кислоты (сульфатов) производится приливанием раствора хлористого бария $BaCl_2$. Если помутнение не наступит, то можно с уверенностью утверждать, что вода не содержит сульфатов.

Однако приведенные выше исследования носят качественный характер и играют лишь предупредительную роль. Подозрительные воды не могут быть забракованы только на основании такого исследования. Необходимо в этих случаях пересылать воду для химического анализа в лабораторию. Для этой цели направляют воду в количестве не менее 3 л, указывая, для какой цели предназначается вода и что вызывает в ней сомнение.

Получаемый из химической лаборатории протокол исследования строитель должен уметь правильно расценить:

а) Водородный показатель (РН) свидетельствует об активности водородных ионов, обусловливающих щелочность или кислотность воды. В идеальной нейтральной воде РН = 7. В качестве некоторой нормы можно принять, что при значении водородного показателя pH = 8,4 опасаться вредного влияния воды на бетон не приходится. Если РН больше 8,4, это говорит о безусловной щелочности воды; если РН меньше 7,0, это является признаком кислотности. Значение же РН в пределах 7,0— 8,4 вынуждает с известной осторожностью отнестись к воде в том случае, если она является средой .

б) Остаток после просушки указывает на количество содержащихся в воде растворенных и взвешенных твердых веществ; нежелательно, чтобы их было более 500 мг/л.

в) Прокаленный остаток есть остаток после просушки минус сгоревшие органические вещества, и потеря при прокаливании — количество сгоревших частиц в мг/л. Чем меньше потеря при прокаливании остатка, тем лучше вода. Количество применяемого для окисления органических веществ марганцево-кислого калия в нормальной воде не превышает 10 мг/л. Количество применяемого для той же цели кислорода не должно превышать 2 — 3 мг/л.

г) Прочно связанная углекислота, не способная растворяться в воде, не представляется опасной для бетона.

В противоположность ей углекислота свободная представляет собою опасность. Количество ее, превышающее 50 — 70 мг/л, является нежелательные.

д) Содержание серной кислоты в воде тоже должно рассматриваться как неблагоприятное явление; однако присутствие ее в количестве до 100 мг/л может считаться допустимым.

е) Кремнекислота на качество воды влияния не оказывает и является безвредной для бетона.

и) Сумма окиси кальция и магния не должна превышать 300 — 400 мг/л.

к) Содержание в воде хлора, солей азотистой кислоты, азотной кислоты, аммиака в сколько-нибудь значительном количестве вынуждает отказаться от применения ее для бетона; особенно это нежелательно в водах, являющихся средой для бетона. Содержание в воде органических поверхностно-активных веществ, сахаров или фенолов, каждого, не должно быть более 10 мг/л. Вода не должна содержать пленки нефтепродуктов, жиров, масел. В воде, применяемой для затворения бетонных смесей и поливки бетона, не должно быть окрашивающих примесей, если к бетону предъявляют требования технической эстетики. Содержание в воде растворимых солей, ионов $SO_4^{-2}$, $Cl^{-1}$ и взвешенных частиц не должно превышать величин, указанных в таблице.. Окисляемость воды не должна быть более 15 мг/л. Водородный показатель воды (pH) не должен быть менее 4 и более 12,5.[3]

В случае армированного бетона морская вода может увеличить коррозию арматуры, хотя не существует экспериментального свидетельства того, что применение морской воды в смеси ведет к коррозии стальной арматуры. [4,5]

Повышенная опасность, вероятно, существует в тропических странах. Коррозия наблюдалась в сооружениях, расположенных во влажном воздухе, когда защитный слой был недостаточен или бетон был недостаточно плотен для того, чтобы не имела место коррозия под действием солей в условиях влажности. С другой стороны, когда железобетон находится постоянно в воде (либо морской, либо пресной), применение морской воды для затворения бетона, кажется, не должно иметь вредных последствий. Однако на практике обычно считается нежелательным применять морскую воду в качестве воды затворения, если этого можно избежать. В бетоне, применяемом для предварительно напряженных конструкций, применение морской воды не допускается, так как она может вызвать коррозию арматуры малых диаметров.

В большинстве стран мира не возникает потребности в использовании морской воды для приготовления бетона и раствора. Однако есть такие территории, где пресная вода настолько дефицитна, что для строительных работ приходится пользоваться морской водой.

В таком случае морская вода должна применяться только для неармированного бетона. Однако большая часть бетонных несущих конструкций должна армироваться. [6,7]

Исходя из вышеизложенного, делаем заключение о том, что качество воды, используемое для приготовления бетона, влияет на его качество. А, значит необходимо в случаях не соответствия использовать технологии очистки воды, для ее использования в производстве бетона.

ЛИТЕРАТУРА

1 http://www.britannica.com/EBchecked/topic/309327/Kabul-River

2 "CIA - The world factbook". Central Intelligence Agency

3 "Charting Our Water Future: Economic frameworks to inform decision-making

4 http://ru.wikipedia.org/wik

5 http://dom. delaysam. ru/stroymater/stroymater2.html.

6.ACI Committee 201. 1994. Guide to durable concrete. In Manual of concrete practice, part 1.Detroit, MI: American Concrete Institute.

6. Committee 301. 1994. Specification for structural concrete for building. In Manual of concrete practice, part 3. Detroit, MI: American Concrete Institute.

7.ACI Committee 357. 1994. Guide for design and construction of fixed off-shore concrete Detroit, MI: American Concrete Institute.

8. Arnon, B., S. Diamond, and N. S. Berke. 1997. Steel corrosion in concrete. London: E&FNSPON.

Махаммад Башир, Сидорова Н.В.

**Бетонды ерітуге арналған су және бетон тәрізди ғимараттар үшін**

**Түйіндеме.** Мақалада бетон дайындауда және оның сапасына әсер ететін суды пайдалану жөнінде су сапасына қатысты сұрақтар қарастырылған. Демек, бетон өндірісіне пайдалану үшін, суды тазалау технологиясының сәйкес келмеген жағдайындағы қажеттілігі. Бетон құрылымдары болған жағдайдағы, судың сапасының қоршаған ортаға әсері қарастырылған.

**Кілт сөздер:** бетон, сапасына, су, тазалау, қарастырылған ,технологиясының, қоршаған

Махаммад Башир, Сидорова Н.В.

**Вода для затворения бетона и как среда для бетонных сооружений**

**Резюме:** В статье рассматривается вопрос качества воды, используемой для приготовления бетона и влияние на его качество. А, значит, необходимость в случаях несоответствия, использовать технологии очистки воды, для ее использования в производстве бетона. Рассматривается влияние качества воды как среды, в которой находятся конструкции из бетона.

**Ключевые слова:** бетонная смесь, композиционный материал, качество воды, мутность, жесткость, солесодержание, коррозия бетона, текучесть.

Mohammad Basheer, N V Sidorova

**Water for shutting of concrete as an environment for concrete builind.**

**Resume.** The article discusses the quality of water used for the preparation of the concrete and the impact on its quality. And hence the need for cases not appropriate to use water treatment technology for use in the manufacture of concrete. The influence of the quality of water as a medium in which there are structures made of concrete.

**Key words:** concrete mixture, the composite material, the quality of water turbidity, hardness, salinity, corrosion of concrete, the flow ability.

ОӘК 681.5.011

**М. Асет, А.Т. Абдуллаев**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, magira_06@mail.ru)

## ФРЕЗЕРЛІ СТАНОКТЫҢ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ

**Аңдатпа.** Фрезерлі станоктың автоматты басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы құрылып, белгілі бір жүйеге келтірілді. Тұйықталмаған жүйенің жиіліктік беріліс функциясы есептелді. Автоматты басқару жүйесінің орнықтылығы анықталды.

**Түйін сөздер:** Фрезерлі станок, автоматты басқару жүйесі, беріліс функция, орнықтылық.

Мамандандырылған фрезерлік станоктардың арасында шпондық-фрезерлік, дабылдық-фрезерлік, көшірме-фрезерлік, карусельдік-фрезерлік және т.б. түрлері кең қолданыс тауып келеді. Фрезерлік станоктарда жиі күрделі қисық сызықты пішіндес бөлшектерді өңдеу керек болады.

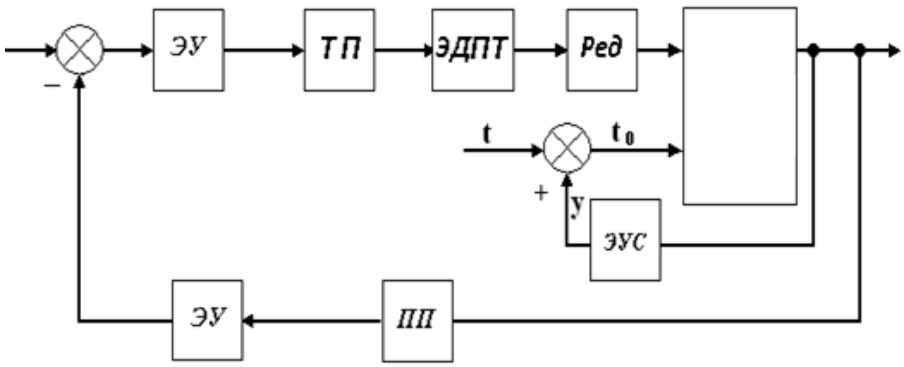
Фрезерлік станок – бұл дайындаманы ілгерлемелі қозғалыста фрезамен металл және басқа бөлшектерді өңдеуге арналған станок.

Фреза әдетте бетті өңдеуге арналған, айналмалы қозғалыс жасайтын шеңбер бойында тістері бар диск түрінде болады. Кескіш тістер тек цилиндрлік бетте ғана емес, сондай-ақ бүйірінде орналасуы мүмкін. Фреза негізінен көптісті құрал болғанымен өндірісте кейде біртісті фрезалар қолданылады. Фрезалардың негізгі түрлері – фасондық, қималық, ұштық, бұрыштық, шпоналық, бүйірлік, цилиндрлік және дискілік. Сонымен қатар, фрезалар құрастырмасы бойынша тұтас, жинақтық және тістері ауысатын болып бөлінеді.

Фрезерлік станоктар түрлі жазық профильдерді (жұдырықшалар, шаблондар, матрицалар дайындау) және кеңістіктік-күрделі беттерді (көлемдік фрезерлеу) өңдеуге арналған. Станок шпинделінің саны бойынша бір шпиндельді және көпшпиндельді, ал жұмыс принципі бойынша тура және ізкесуші әрекет ететін станоктар деп бөлінеді [1-3].

**Фрезерлі станоктың функционалдық сұлбасын таңдау**

Функционалдық сұлба басқару жүйесінде функционалдық байланыстарды бейнелейді [4].




Фрезерлі станоктың функционалдық сұлбасы

Функционалдық сұлбаға келесі элементтер кіреді:

ЭУ – электрондық күшейткіш ($\mathbf{T_{эу}K_{эу}}$);

ТП – тиристорлік түрлендіргіш ($\mathbf{T_{тп}K_{тп}}$);

ЭДПТ – электрлік тұрақты ток қозғалтқышы ($\mathbf{T_яT_мK_д}$);

Ред – редуктор($\mathbf{K_р}$);

ПР – кесу үрдісі;

ЭУС – эквиваленттік серпімді жүйе;

ПП – қозағлыс түрлендіргіші ($\mathbf{K_п}$).

АБЖ функционалдық сұлбасы

Электрондық күшейткіш дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$T_{эу}\frac{dU_{вх}}{dt}+U_{вых}=K_{эу}U_{вх} \qquad (1)$$

мұнда, $T_{эу}$ – электрондық күшейткіштің уақыт тұрақтысы;

$U_{вых}$ – шығыс кернеу;

$U_{вх}$ – кіріс кернеу;

$K_{эу}$ – күшейту коэффициенті.

Беріліс функциясы:

$$W_{ÝÓ}(P)=\frac{K_{ýó}}{\left(Ò_{ýó}(P)+1\right)} \qquad (2)$$

$$W_{эу}(p)=\frac{U_{вых}(p)}{U_{вх}(p)}=\frac{K_{эу}}{T_{эу}*p+1}=90$$

Тиристорлік күшейткіш-түрлендіргіш дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$Ò_{ÒÏ}\frac{dU_{âõ}}{dt}+U_{âûõ}=\hat{E}_{ÒÏ}U_{âõ} \qquad (3)$$

мұнда, $T_{ТП}$ – тиристорлік түрлендіргіштің шығыс тұрақтысы;

$U_{ВЫХ}$ – шығыс кернеу;

$U_{ВХ}$ – кіріс кернеу;
$K_{ТП}$ – беріліс коэффициенті.

Беріліс функциясы:

$$W_{ТП}(P)=\frac{K_{ТП}}{T_{ТП}P+1} \tag{4}$$

$$W_{зу}(p)=\frac{U_{вых}(p)}{U_{вх}(p)}=\frac{K_{тп}}{T_{тп}*p+1}=\frac{50}{0,03*p+1};$$

Электрлік тұрақты ток қозғалтқышы дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$T_{Я}T_{M}\frac{d^{2}\omega}{dt^{2}}+T_{M}\frac{d\omega}{dt}+\omega=K_{g}U_{g}; \tag{5}$$

мұнда, $T_{Я}$ – якірдің электромагниттік уақыт тұрақтысы;
$T_{M}$ – электромеханикалық қозғалтқыш тұрақтысы;
$\omega$ – бұрыштық жылдамдық; шығыс шама;
$K_{g}$ – кері ЭҚК мен бұрыштық жылдамдық арасындағы пропорционалдық коэффицицентіне кері шама;
$U_{g}$ – якір кернеуі. Кіріс шама.

Беріліс функциясы:

$$W_{ЭДПТ}(P)=\frac{K_{g}}{T_{Я}T_{M}p^{2}+2T_{M}p+1}$$

$$W_{ЭДПТ}(P)=\frac{1.8}{0,032\,p^{2}+1.6\,p+1}; \tag{6}$$

Механикалық редуктор дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$\omega_{вых}=K_{p}\omega_{вх} \tag{7}$$

Беріліс функциясы:

$$W_{РЕД}(P)=K_{P}$$

$$W_{РЕД}(P)=0,05;$$

Кесу үрдісі:

$$T_{ПР}=dP/dt+P=kA$$

мұнда, $P$ – кесу үрдісінің күштік параметрі;
$T_{p}$ – ағыс түзуші уақыт тұрақтысы;
$A$ – үрдістің реттелетін параметрі;
$k$ – пропорционалдықкоэффициенті;

$$k=\left[dP/dA\right]_{0} \tag{8}$$

Беріліс функциясы:

$$W_{ПР}(P)=\frac{K_{P}}{T_{P}P+1} \tag{9}$$

$$Wp(P) = 00{,}7\ ;$$

Эквиваленттік серпімді жүйе дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$\frac{1}{\omega_0^2}\frac{d^2y}{d^2t} + \frac{d\xi}{\omega_0}\frac{dy}{dt} + y = \frac{1}{C}P_{вх} \tag{10}$$

мұнда, $\omega_0$ – өзіндік тербеліс жиілігі;

$\xi$ – тербелістің өшу коэффициенті;

$y$ – станоктың серпімді жүйесінің деформациясы;

$C$ – станоктың серпімді жүйесінің қаттылығы;

$P_{вх}$ – кіріс күштік параметр.

Беріліс функциясы:

$$W_{ЭУС}(P) = \frac{1/C}{P^2/\omega_0^2 + 2\xi P/\omega_0 + 1} \tag{11}$$

Еркін тербеліс жиілігі шексіздікке тең болғандықтан 1-ді шексіздікке бөлсек, өте аз сан алатынымыз белгілі, сондықтан өзіндік

$$W_{ЭУС}(P) = 10000000\ ;$$

Қозғалыс түрлендіргіші дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$U_{вых} = K_n P_{вх} \tag{12}$$

мұнда, $U_{вых}$ – түрлендіргіштің шығыс кернеуі;

$K_n$ – беріліс коэффициенті;

$S_{вх}$ – кіріс орын ауыстыру.

Беріліс функциясы:

$$W_{ПП}(P) = \text{К}_\text{П} \tag{13}$$

$$W_{ПП}(P) = 20\ .$$

**Станоктың автоматты басқару жүйесінің орнықтылығын анықтау**

Автоматты басқару жүйесінің жалпы беріліс функциясы

$$W_{раз}(p) = \frac{\frac{K_{эу}}{T_{эу}p+1}\cdot\frac{K_{тп}}{T_{тп}p+1}\cdot\frac{K_{зд}}{T_я T_м p^2 + 2T_м p + 1}\cdot K_р\cdot\frac{K_р}{T_р p+1}\cdot K_п\cdot\frac{K_{эу}}{T_{эу}p+1}}{1 - \frac{K_р}{T_р p+1}\cdot\frac{1}{c}}$$

$$= \frac{90\cdot\frac{50}{0{,}03p+1}\cdot\frac{1{,}8}{0{,}032p^2+1{,}6p+1}\cdot 0{,}07\cdot\frac{0{,}07}{0{,}008p+1}\cdot 20\cdot 90}{1 - \frac{0{,}07}{0{,}008p+1}\cdot 10000000}$$

$$= \frac{71442}{672p^3 + 56 \cdot 10^3 p^2 + 11{,}41 \cdot 10^5 p + 7 \cdot 10^5}$$

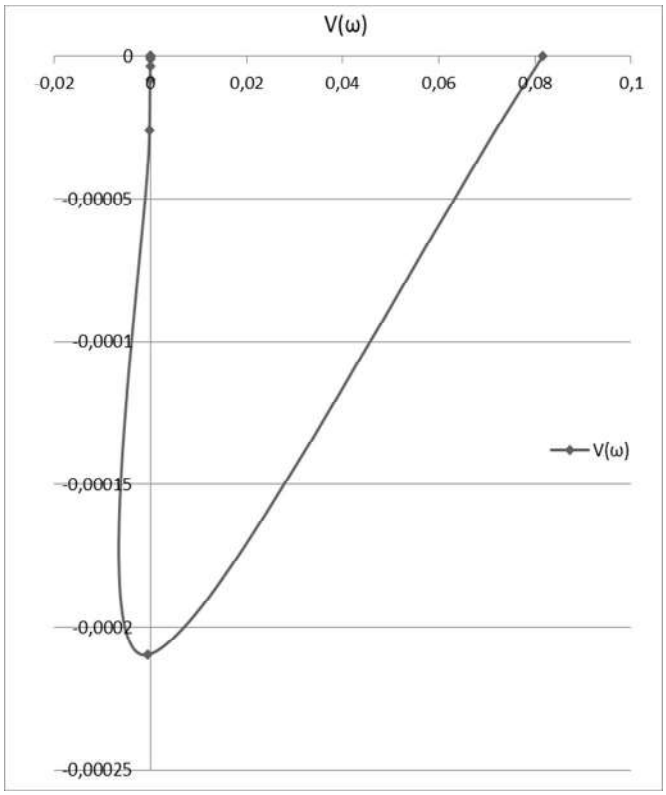
Тұйықталмаған жүйенің жиіліктік беріліс функциясын табамыз

$$p = j\omega \text{, мұнда } j = \sqrt{-1}\ .$$

$$W_{\text{раз}}(jw) = \frac{71442}{(7 \cdot 10^5 - 56 \cdot 10^3 w^2) + j(11.41 \cdot 10^5 w - 672w^3)}$$

$$= \frac{(50 \cdot 10^9 - 4 \cdot 10^9 w^2) - j(82 \cdot 10^{10} w - 4.8 \cdot 10^6 w^3)}{452 \cdot 10^3 w^6 + 3136 \cdot 10^{14} w^4 - 138 \cdot 10^{10} w^2 + 49 \cdot 10^{10}}$$

Жиіліктік беріліс функциясының полиномдарын есептейміз. Берілген мәндер бойынша АФЖС графигін тұрғызамыз.




Автоматты басқару жүйесінің АФЖС графигі

График (-1; j0) нүктесін қамтымайды, сондықтан автоматты басқару жүйесінің орнықтылығы шығады.

Мақаланы қортындылай келе, егер кез келген жүйе орнықты болса, онда оның жұмыс жасауы да орнықты болады. Жүйе орнықты болғаны себепті фрезерлі станоктың жұмыс өнімділігі жоғары болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Блюмберг В.А., Зазерский Е.И. Справочник фрезеровщика. – Л.: Машиностроение, 2001. – 288 с.
2. Теория автоматического управления, под редакцией А.С. Шаталова, М, Высшая школа, 1997.
3. Теория автоматического управления, под редакцией Ю.М. Соломенцева, М, Высшая школа, 1999.
4. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. – М.: «Наука», 2000, 768 стр.

REFERENCES

1. Blyumberg V.A., Zazerskiy Ye.I. Spravochnik frezerovshchika. – L.: Mashinostroyeniye, 2001. – C. 288 .
2. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya, pod redaktsiyey A.S. Shatalova, M, Vysshaya shkola. - 1997.
3. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya, pod redaktsiyey Yu.M. Solomentseva, M, Vysshaya shkola. - 1999.
4. Besekerskiy V.A., Popov Ye.P. Teoriya sistem avtomaticheskogo regulirovaniya. – M.: «Nauka», - 2000. – C.768.

Асет М., Абдуллаев А.Т.

**Определение устойчивости системы автоматической управлении фрезерного станка**

**Резюме.** Построен структурные схемы САУ фрезерного станка, сформирован в одну систему. Вычислено частотная передаточная функция разомкнуты системы. Определено устойчивость системы автоматического управления.

**Ключевые слова.** Фрезерный станок, системы автоматического управления, передаточная функция, устойчивость.

Asset M., Abdullayev A.T.

**Determination of the stability of automatic control system of the milling machine**

**Summary.** The flow diagram of ACS milling machine, is formed into a single system. Calculated the frequency transfer function of the open system. Determined resistance of the automatic control.

**Key words.** Milling machine, automatic control system, the transfer function, stability.

ӘОЖ 6 21. 311 (075.8)

**А. Жамалов, Мәрзия, Б. Тойшыбекова, Г. Мусабекова**
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

## КҮННЕН ЖЫЛУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ, ОНЫҢ КҮЙІ, ЖОБАЛАНУ КЕЛЕШЕГІ

**Аңдатпа** Бұл мақалада гелия калтырмен үй жылтыу және салқындатыу мәселесі қаралады. Сомен қаттар бір контурлы, екі контурлы жылумен қамтамасызету схемасы және жылулық сорғыш пен күн энергиясын бірге қолдану негізіндегі жылыту, салқындату жүйесінің жұмыс істеу принципі қарастырлады.

**Түйін сөздер:** бір контурлы, екі контурлы, бакаккумлятор, күн коллектор, қосымша жылытқыштар.

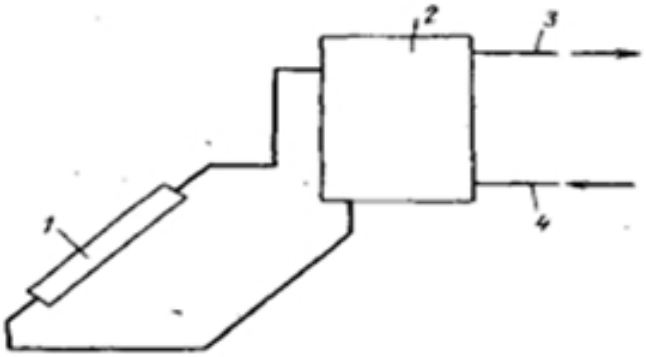
Қазіргі кездегі, ауылдық жерлердің жағдайына қарай гелиотехникалық қондырғыларының біраз түрлері экономикалық тұрғыдан қолайлы болатындығы туралы күн энергиясын қолдану жөніндегі техника-экономикалық аспектілерінің анализі көрсетеді. Осыған, пайдаланушыларды маусымды ауылшаруашылықты қамтамасыз ететін жылу және суық жүйесіне де қатысты. Тұрақты пайдаланушының жыл бойы жылу мен суықты қолдану жөнінде сөз болған отынның дәстүрлі түрлері бойынша жұмыс жасайтын қондырғыларынан күн қоңдырғылары бүгінгі күнде экономикалық жоспарға сай ұмытлуда. Алайда, дәстүрлі және жаңартылылған энергия көздерін қиыстыра пайдалану – ең жақсы нәтижелерге алып келеді. Мысалы гелиоэнергетикалық потенциалы жоғары біздің еліміздің тура оңтүстігінде орналасқан Түрікмен Республикасын көрсетуге болады. Бұл ел кенет континенттік ауа райымен ерекшеленеді сондықтан да, ғимараттарда, үйлерде толық үптелген жағдайды жасау үшін, тек қыс мезгілінде оларды жылытып қана қоймай, жазда да оларды салқындату қажет, алымдардың есептеулері бойынша күн энергиясының Жерге жылдық түсімі адамзат тұтынуынан 50 мың есе артық. Бұл энегрия көзі сарқылмайды десе де болады, ал күн энергиясын түрлендіру әдістерінің барлығы экологгиялық таза үрдістерге негізделген. Бүгінгі таңда күн энергиясы ғимараттарды жылыту, суыту үшін, темірбетондық құрылымды жылулық өңдеу үшін, жеміс-жидектерді кептіруге, суды ысыту үшін, рефрижераторларды қоректендіру, жер мен ғарышта электрлік энергияны өндіру үшін қолдналыдады.

Күнмен жылуды қамтамасыз етуді енгізу, құрумен бірқатар ғылыми-зерттеуші,жобалаушы, өндіруші мекемелер айналысады.

Осындай ұйымдармен өткізілген күн энергиясын пайдалануға бағытталған жұмыстар кешені тәжірибелік объектілерді салудан гелио құрылғыларды тұрғын, қоғамдық, өндірістік ғимараттарды жылыту, салқындату үшін пайладнуға мүмкіндік берді[2].

Осы ұйымдармен күн коллекторларының, жұтқыш элементтердің селективті беткі қабатының бірқатар құрылымдарын шығарған, гелио құрылғыларды пайдаланудың нормалық базасын құрған, типтік және тәжірибелік жобалар құрылған, шығарылып жатқан құрылғылардың сапасын арттыру, жаңаларын ойлап табу жұмыстары өндіріспен келісіліп өткізілген, техникалық құжаттама жасалып, күннен энергия алатын қазандықтарды енгізілді. Олар қоғамдық және тұрғын ғимараттардың ыстық сумен қамтамасыз ету мен жылыту жүктемесін қамтыған. Сонымен қатар ұйымдармен арнайы гелиотехникалық құрылғыларды қолданбастан күн радиациясын пайдаланудың деңгейін көтеретін сәулет және құрылымдық шешімдерге негізделген күн энергиясынан жылытудың пассивті жүйелерін құру бойынша жұмыс кешені жүргізілген.[4].

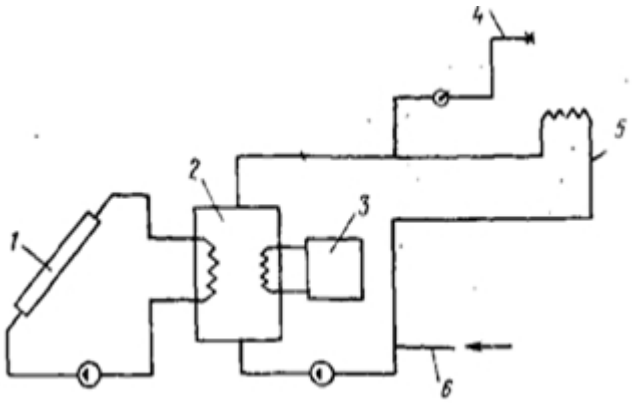
Автономды гелио жүйелерді құрып, енгізумен қатар орталықтандырылған күнмен жылыту және салқындату жүйелері бойынша жұмыстар орындалған. Бұл жүйелердің артықшылығы жылумен және салқынмен қамтамсыз ету мәселелерін кешендік түрде шешуінде; тау бөктерлері мен жол тораптарының үсті сияқты ғимараттар мен үйлер салуға жарамсыз жерлерде ірі гелиоқұрылымдардың салынуы; абсорбциялық машиналармен жабдықталған жылыту немесе суыту түйіндерінде түрлендіру арқылы ауаны кондиционирлеу үшін Күн энергиясын пайдаланады; ЖЭО-ы жұмысының тиімділігін арттырады, әртүрлі термиялық айналымдарды үйлестіру мен дәстүрлі емес энергия көздерін қолдану арқылы (1-сурет)[1].



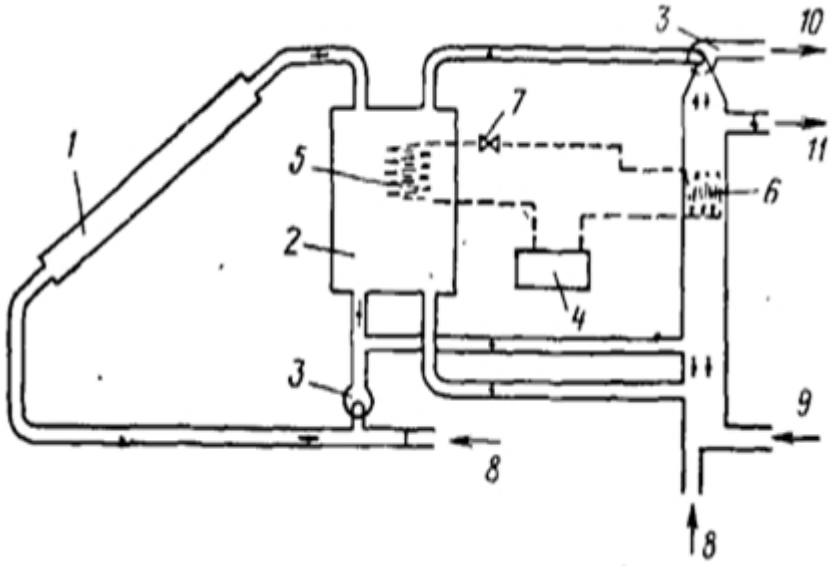

**1-сурет.** Ерікті айналымды күннен суды жылытудың бір контурлы сұлбасы1-күн коллекторы; 2-жинақтаушы ыдыс; 3-тұтынушыға ыстық су; 4-су құбырынан суық су

Арнайы гелиотехникалық құрылғыларды қолданбастан күн радиациясын пайдаланудың деңгейін көтеретін сәулет және құрылымдық шешімдерге негізделген күн энергиясынан жылытудың пассивті жүйелері кең қолданыс табуы керек. Біздің елдің климаттық шарттарын ескере отырып пассивті жылыту жүйелері қосарланушы энергия көздерімен бірге құрылуда, электр жылулық жинақтаушы, жылулық сорғышпен және сумен және газбен жылыту жүйелерімен. Пассивті жылыту жүйелеріне қарапайым сумен жылыту жүйелері бар ғимараттар мен құрылғыларды жатқызады. Күн сәулеленуіен бірге ғимаратқа енгізілетін жылудың таралуын автоматты реттегішпен есептеу ғимараттың тұтыну көрсеткішін едәуір төмендетуге мүмкіндік береді[3].

Пассивті жүйелермен қатар активті жүйелерде қолданылады, яғни арнайы гелиотехникалық құрылғысы бар жүйе (2-сурет). Бұл сұлбада екі контурлы жүйе келтірілген: коллектордан аралық жылу тасымалдағышқа келетін жылу беткі жылу алмастырғышта қыздырылатын суға беріледі, ол су тұтынушыға барады. Аралық жылу тасымалдағыш ретінде антифриз алынады. Жүйенің ерекшелігі деп екі контурда да жылу тасымалдағыштың еріксіз айналымының және қосарланушы энергия көзінің болуын айтады.(3-сурет) келтірілген жүйені қолданып күн энергиясын тежжылыту үшін ғана емес, сонымен қатар ғимараттағы ауаны салқындатуда қолдануға болады. Энергияны термо тасымалдау үшін электр қозғалтқышы бар компрессиондық құрылғы қолданылады, ол қыста жылыту режимінде, ал жазда суыту машинасы ретінде жұмыс істейді. Жылу тасымалдағыш ретінде гелиоколлектор контурында да, ғимаратты суыту немесе жылыту үшін де ауаны пайдаланады[5].




**2-сурет.** Күннен жылумен қамтамасыз етудің екі контурлы сұлбасы.1-күн коллекторы; 2-жинақтаушы ыдыс; 3-қосымша қыздырушы; 4-ыстық сумен қамтамасыз ету жүйесі; 5-жылыту жүйесі; 6-қосымша қоректендіру




**3-сурет.** Жылулық сорғыш пен күн энергиясын бірге қолдану негізіндегі жылыту, салқындату жүйесінің сұлбасы.1-күн коллекторы; 2-жинақтаушы ыдыс; 3-вентилятор; 4-компрессор; 5-буландырушы; 6-конденсатор; 7-редуктор; 8-сырттан ауа беру; 9-ғимарат ішінен ауа енгізу; 10-ауаның ғимараттан шығарылуы; 11-ауаны түсіру

Ауыл шаруашылығында күн энергиясын қолданудың келешегі зор (жабық жерде өсімдіктер мен микробалдырдар өсіру, жеміс-жидектерді кептіру, мал шаруашылығына суды тұщыландыру, қора-қопсыны жылыту және т.б. ). Құрылыс индустриясында Күн жылуын негізінен темірбетондық бұйымдарды жылулық өңдеу үшін қолдану негізгі бағыт болып табылады.

Сөйтіп, күннен жылумен және салқынмен қамтамасыз ету жүйелерін дамытудың келешегі өте зор. Ол органикалық отынның үлкен көлемін сақтап қалып, экологиялық жағдайды жақсартады, әсіресе елдің оңтүстік бөлігінде.

ЛИТЕРАТУРА

1.Круглое М.Г., Добролетов В.И., Макаров А.А. Приоритетные направления и государственные программы научно-технического прогресса в производстве и использовании энергетических ресурсов // Теплоэнергетика. - 1989. — № 1. — С. 2-7.

2.А.Жамалов, Е.С.Умбетов, М.М.Кунелбаев. Системы солнечного теплоснабжения. Монография. ТОО «Полиграфия-сервис и К$^0$», Алматы. 2010.- С.180.

3.Статья из ИНТЕРНЕТА: Создана рекордная органическая солнечная батаре// www. Membrana, 13 июля 2007 год.

4.Солоденников Л.Д. Энергетические установки с использованием солнечной энергии // Монтажные и специальные работы в строительстве. — 1988. - № 7. - С. 4-7.

5.European Wind Turbine Catalog. Thermie Programme Action //WE15 European Comission (DGXII). – Energy Centre Dynmark, 1994. - 64 p.

REFERENCES

1.Krugloe MG, Dobrolet VI, Makarov AA Priorities and state programs of scientific and technical progress in the production and use of energy resources // Thermal Engineering. - 1989. - № 1. - S. 2-7.

2.A.Zhamalov, E.S.Umbetov, M.M.Kunelbaev. Solar heating system. Monograph. LLP "Printing service and R0", Almaty. 2010.- p.180.

3.Statya of the Internet: A record organic solar cells // www. Membrana, July 13, 2007.

4.Solodennikov LD Power plants using solar energy // and special works in construction. - 1988. - № 7. - pp 4-7.

5. European Wind Turbine Catalog. Thermie Programme Action //WE15 European Comission (DGXII). – Energy Centre Dynmark, 1994. - 64 p.

Жамалов А., Мәрзия, Б. Тойшыбекова, Г. Мұсабекова

**Күннен жылуды қамтамасыз ету жүйесін енгізу, оның күйі, жобалану келешегі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада гелия калтырмен үй жылтыу және салқындатыу мәселесі қаралады. Сонымен қаттар, бір контурлы, екі контурлы жылумен қамтамасызету схемасы және жылулық сорғыш пен күн энергиясын бірге қолдану негізіндегі жылыту, салқындату жүйесінің жұмыс істеу принципі қарастырлады.

**Негізгі сөздер:** бір контурлы, екі контурлы, бакаккумлятор, күн коллектор, қосымша жылытқыштар.

Жамалов А., Мәрзия, Б. Тойшыбекова, Г. Мусабекова

**Состояние, перспективы разработки и внедрения систем солнечного теплоснабжения**

**Резюме.** В статье рассматривается проблема утепления и охлаждения дома с помощью гелиокартона. Преимущество системы-комплексное решение проблем утепления и охлаждения дома. В том числе рассматривается принцип работы системы, одноконтурная, двухконтрная схема снабжения теплом.

**Ключевые слова:** бакаккумлятор, солнечный коллектор, дополнительный нагреватель, одна петля, два контура .

Zhamalov A., Marziya, Toyshibekova B., Musabekova G.

**State and Prospects of development and implementation of solar heating**

**Summary** In article the problem of warming and cooling of the house with the help a heliocardboard is considered. Advantage of system complex solution of problems of warming and cooling of the house. Including the principle of work of system the one-planimetric, double-circuit scheme of supply with heat is considered.

**Key words:** one loop, two contour, bakakkwmlyator, koplektor, Additional heaters.

ӘОЖ: 621.311:331.45

**Ж.О. Жұмаділова**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, zhanar_85@mail.ru)

## ЖЭС ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДА ОТЫНДЫ ЖАҒУ КЕЗІНДЕ ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫҢ БӨЛІНУІН ТЕХНИКАЛЫҚ РЕГЛАМЕНТКЕ СӘЙКЕС ЕСЕПТЕУ

**Аңдатпа.** Жылу электр станцияларындағы жылу қазандықтарында қатты, сұйық және газды отынды жағу кезінде қоршаған ортаға күлмен қатар көміртегі тотығы, күкір және азот тотықтары және т.б. ластаушы зиянды заттар бөлінеді. Жұмыста өнімділігі әр түрлі көлемдегі қазандық жабдықтарынан бөлінетін зиянды заттарды есептедік. Сонымен қатар, олардың алдын алу шараларын техникалық регламентке сәйкес жүргізу жолдары қарастырылған.

**Кілт сөздер:** жылу электр станциясы, қазандық, зиянды заттар, көміртегі тотығы, азот және күкірт тотығы, газ, мазут, техникалық регламент.

Электр энергиясын табиғи отын негізінде өндіріп шығаратын кәсіпорын жылу электр станциясы (ЖЭС) болып табылады. ЖЭС өзінің технологиялық, техникалық жабдықтарымен бірге қоршаған ортаға зиянды ластаушы заттармен бірге өзіндік зиян әкеледі.

Отынды жағу кезінде химиялық энергия будың жылулық энергиясына айналады, содан соң бу турбинасында механикалық энергияға айналады, ал турбогенератор оны электр энергиясына айналдырады. ЖЭС-ның жылулық пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) өте төмен – 37-39%. Шамамен жылу энергиясының 2/3 бөлігі құбыр арқылы шығып, қоршаған ортаға зиян әкеледі.

Біздің елімізде жұмыс істейтін барлық өндірістік орындар Қазақстан Республикасының Техникалық реттеу туралы Заңы (2004 және 2012 жылғы өзгертулер мен енгізулерді ескере отырып) негізінде өндірістік процестер түріне, өніміне байланысты сәйкес техникалық регламенттерге ие. Барлық өндіріс орындары өз объектісіне сәйкес техникалық регламент талаптары мен қауіпсіздік шарттарын қадағалап, сәйкес қызмет атқару керек.

Қазақстан Республикасы аймағындағы барлық жылу электр станциясы қазандықтарынан бөлінетін зиянды заттардың шамасын біз Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 14 желтоқсандағы №1232 қаулысымен бекітілген "Жылу электр станцияларының қазандық қондырғыларында отынның алуан түрлерін жағу кезінде қоршаған ортаға эмиссияларға қойылатын талаптар" техникалық регламентіне сәйкес қадағалауымыз керек.

Техникалық регламентті қолдану мақсаттары үшін қоршаған ортаға шығатын эмиссияларға қойылатын талаптар қолданылатын қазандық қондырғыларын сәйкестендіру өнеркәсіптік қауіпсіздік саласындағы уәкілетті орган бекіткен қазандық қондырғыларын қауіпсіз пайдалану ережесіне сәйкес қазандық қондырғыларын жасаушының ілеспе құжаттамасының негізінде жүзеге асырылады. Жағатын отын түріне қарай қазандық қондырғылары:

1) көмірмен:
2) мазутпен;
3) газбен;
4) аралас түрде жұмыс істейтін болып бөлінеді.

Қатты отындар ретінде жылуэнергетикасында көмірлер (тас көмірлер, антрацитті үгінділер (кен үгіндісі)), жанғыш тастар (сланцы) және шымтезектер (торф) қолдануымызға болады.

Отынның жанғыш бөлігі табиғи көміртегі, сутегі, оттегі, табиғи күкіртті және бейорганикалық өнімдерді (отынның жанғыш құрамы қатарына притті $FeS_2$ жатады) құрайды.

Отынның жанғыш емес (минералды) бөлігі ылғалды және күлді құрайды. Отынның минералды құрамының басым бөлігі отынды жағу процесінде түтінді газбен ұшатын ұшқыш күлге өтеді. Пеш оттығының құрылымына және минералды отын құрамының физикалық ерекшеліктеріне байланысты отынның қалған бөлігі қожға (шлак) айналады.

Отандық көмірлердің күлділігі 10-55 % аралығында жүреді. Сәйкесінше жоғары күлді көмірлердің шаңдануы да 60-70 г/м$^3$ дейін өседі.

Қатты отын күлдерінің химиялық құрамы әр түрлі болып келеді. Әдетте отынды жағу кезінде бөлінетін күл кремний, алюминий, титан, калий, натрий, темір, кальций, магний тотықтарынан тұрады.

Ғалымдардың ғылыми зерттеулер нәтижелері бойынша қатты отындардың минералды бөліктерінде, сондай-ақ: германий, бор, мышьяк, ванадий, марганец, цинк, уран, күміс, сынап, фтор, хлор т.б. элементтер кездесуі мүмкін. Аталған күл құрамындағы химиялық заттардың барлығы сол аймақта жұмыс істейтін мамандарға, олардың денсаулығына қауіп төндіреді. Әр түрлі кәсіби аурулардың, өкпе, тыныс алу жолдары, тері ауруларының пайда болуына әкелуі мүмкін.

Жылу энергетикасында сұйық отын ретінде мазут, жанғыш майлар, дизельді отындар қолдануға болады.

ЖЭС қазандықтарында жағылатын мазут құрамында көптеген күкірт қышқылы қосылыстары болады. Оны жағудан кейін қышқылды жаңбырдың жаууына себеп болатын күкірт тотығы түзіледі. Қышқылды жаңбырдың қоршаған ортаға, халық денсаулығына, өсімдіктер мен жануарларға зиянды әсерінің алдын алу үшін, сондай-ақ оның нормативті шектен жоғарылауының алдын алу үшін мазутты күкіртсіздендіру бойынша тиімді технологиялық шешімдерді ендіру керек. Жоғары күкіртті мұнайды қайта өңдеу кезінде күкірттің тек 5-15% ғана дистилляциялық өнімге айналады; ал күкірттің қалған бөлігі мазутта қалады, яғни мазут жағу мұнайды қайта өңдеу және ірі ЖЭС жабдықтарында жағылады, бұл дегеніміз сол жерге жақын орналасқан түтінді газбен шығатын күкіртті қосылыстардың үлкен концентрациясымен байланысты болып келеді.

Тұтату (жағу) мазуттары құрамындағы күкірттің шамасына байланысты төменгі күкіртті – күкіртті құрамы $S^p < 0,5$ %, күкіртті $S^p = 0,5$-2,0 % және жоғары күкіртті $S^p > 2,0$ % болып бөлінеді.

Дизельді отындар күкірт құрамы бойынша екі топқа бөлінеді: біріншісі - 0,2 % және екіншісі - 0,5 % дейін болып бөлінеді. Жанғыш майларда күкірттің құрамы 1 % жоғары емес.

Газ тәрізді отын «таза» табиғи отынды құрайды, яғни газ тәрізді отын толығымен жанғанда токсинді заттардан тек азот тотығы ғана түзіледі. Толық жанбаған кезде қалдықтарда көміртегі тотығы (CO) кездеседі.

Табиғи газбен жұмыс істейтін ЖЭС көмірлі, мазутты және жанғыш тастарға қарағанда едәуір экологиялық таза болып келеді, бірақ та мыңдаған километрлі құбырөткізгіштер арқылы шығатын газдың зияндығын ескеруіміз керек. Сонымен қатар газ бізде қолдану жағынан өте тиімді болып келеді. Алайда, газды тұтыну кезінде де өзіндік қауіпсіздік шараларын қолдану керек, себебі газды тұтынуда негізгі қауіп түрлеріне өрт пен жарылыс жатады. Газ жүйелерінде қысымның шектен шығуы, қысымның арту нәтижесінде ЖЭС, сонымен қатар тұтынушылар да зардап шегуі мүмкін. Нәтижесінде улану, естен тану, өлім қаупіне дейін алып келуі мүмкін.

Жұмыс барысында жоғарыда аталған отын түрлеріне қарай бөлінетін зиянды, ластаушы заттардың қоршаған ортаға қаншалықты бөлінетіндігін, олардың әсер ету шамасына арнайы зерттеу есептерін қарастырдық.

**1-инженерлік есептеулер.** Жылына 360т тас көмір қолданылатын жылу қазандығынан бөлінетін ластаушы заттарды қарастырайық.

Көмірдің жылутехникалық сипаттамалары: көмірдің жануының төменгі жылуы $Q^н$=27,42МДж/кг (6550 ккал/кг); көмірдің күлділігі (жұмыстық салмағы) A = 14,1 %; күкірт құрамы (жұмыстық салмағы) S = 0,6 %. Жылу беру мезгілінің ұзақтығы 234 күн (5616 сағат). Жылдың ең суық кезеңіндегі (қаңтар) көмірдің шығыны 62 т. Қазандық агрегатының бу өнімділігі 0,6 т/сағ. Қазандықтың оттығы — қозғалыссыз тор және қолмен лақтыру.

Қатты отынды жағу кезінде қазандықтан атмосфераға: қатты бөлшектер, күкірт және азот тотығы, көміртегі тотығы бөлінеді.

1. Қаңтардағы отын шығыны (г/с):

$$m' = \frac{П \cdot 10^6}{Q^н \cdot ПӘК \cdot 3,6} = \frac{62 \cdot 10^6}{31 \cdot 24 \cdot 3600} = 23,15$$

ПӘК=24, қазандық агрегатының пайдалы әсер коэффициенті; $Q^н$=31МДж/кг, табиғи отынның жануының төменгі жылуы.

2. Түтінді газдардағы қатты бөлшектердің шығуын есептеу:

$$M_T = A \cdot m \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{\eta_T}{100}\right) = 14,1 \cdot 360 \cdot 0,0023 \cdot (1-0) = 11,67 m/жыл$$

Өлшемсіз коэффициент $\chi$ қозғалыссыз тор мен қолмен тұтату оттығы үшін 0,0023 тең; күлтұтқыш жоқ кезде $\eta_т$=0.

3. Түтінді газдардағы қатты бөлшектердің жалпы максималды шығуы, г/с:

$$G_T = A \cdot m' \cdot \chi \cdot \left(1 - \frac{\eta_T}{100}\right) = 14,1 \cdot 23,15 \cdot 0,0023\,(1-0) = 0,75$$

4. Көміртегі тотығының шығуын есептеу, т/жыл::

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot m \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot 10^{-3}$$

Отынның жануы механикалық және химиялық жанбау нәтижесінде жылудың жоғалуы $q_4$ = 7%, $q_3$=2%.

Қатты отын үшін R=1, өнімде көміртегі тотығы болғанда химиялық толық жанбау әсерінен жылудың жоғалуын ескеру коэффициенті.

$C_{CO}$ – отынды жағу кезінде көміртегі тотығының шығуы, кг/т, (кг/мың.$м^3$):

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q^H = 2 \cdot 1 \cdot 27{,}42 = 54{,}82 кг/т$$

$$M_{CO} = 54{,}82 \cdot 0{,}001 \cdot 360 \cdot (1 - \frac{7}{100}) = 18{,}36 т/жыл$$

Көміртегі тотығының максималды жалпы шығуы, г/с:

$$G_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q^H \cdot m' \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot 10^{-3} = 0{,}001 \cdot 54{,}82 \cdot 23{,}15 \cdot (1 - \frac{7}{100}) = 1{,}18$$

5. Азот тотығының жалпы шығуын есептеу, т/жыл:

$$M_{NO_2} = m \cdot Q^H \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3}$$

$K_{NO2}$ = 0,17 кг/Гдж, 1 ГДж жылудағы азот тотығы шамасын сипаттайтын коэффициент;

β – техникалық шешімдерді қабылдау нәтижесінде азот тотығы шығынын түсіру дәрежесіне байланысты коэффициент. Өнімділігі 30т/сағ дейінгі қазандық үшін β = 0.

$$M_{NO_2} = 0{,}001 \cdot 360 \cdot 27{,}42 \cdot 0{,}17 \cdot (1 - 0) = 1{,}68 \text{ т/жыл}$$

Азот тотығының максималды жалпы шығуы, г/с:

$$G_{NO_2} = m' \cdot Q^H \cdot K_{NO_2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3}$$

$$G_{NO_2} = 0{,}001 \cdot 23{,}15 \cdot 27{,}42 \cdot 0{,}17 \cdot (1 - 0) = 0{,}11$$

6. Күкірт тотығының шығуын есептеу:

Күкірттің қостотығына қайта есептеудегі күкірт тотығының жалпы шығуы, т/жыл (тек қана қатты және сұйық отындар үшін анықталады):

$$M_{SO_2} = 0{,}02 \cdot m \cdot S \cdot \left(1 - \eta'_{SO2}{}'\right) \cdot \left(1 - \eta''_{SO2}\right)$$

$\eta'_{SO2}$ – отынның ұшқыш күлімен байланысты күкірт тотығы мөлшері, басқа көмірлер үшін – 0,1 тең.

$\eta''_{SO2}$ – күлтұтқыштағы тұтылған күкірт тотығының мөлшері, біздің жағдайда 0-ге тең.

$$M_{SO_2} = 0{,}02 \cdot 0{,}6 \cdot 360 \cdot (1 - 0{,}1) \cdot (1 - 0) = 3{,}89$$

Күкірт тотығының максималды жалпы шығуы, г/с:

$$G_{SO_2} = 0{,}02 \cdot m' \cdot S \cdot \left(1 - \eta'_{SO2}{}'\right) \cdot \left(1 - \eta''_{SO2}\right) = 0{,}02 \cdot 23{,}15 \cdot 0{,}6 \cdot (1 - 0{,}1) \cdot (1 - 0) = 0{,}25$$

**2-инженерлік есептеулер.** Жылу қазандығынан түтінді газбен жойылатын, атмосфераға шығарылатын зиянды заттар қалдықтарын есептейміз. Қазандықта 420 т/жыл мазутты жаққанда келесі жылутехникалық сипаттамаларға ие: жанудың төменгі жылуы $Q^н$ = 40,30 МДж/кг (9641 Ккал/кг); күкірт құрамы S = 0,5 %; күлділігі A=0,1. Отын шығыны 420 т/жыл.

Жылу беру кезеңінің ұзақтығы 234 күн (5616 сағат). Жылдың ең суық кезеңіндегі (қаңтар) мазуттың шығыны 73 т. Қазандық агрегатының бу өнімділігі 0,5 т/сағ. Отты тұтату оттығы камералық.

Түтінді газбен мазутты жағуда қазандықтан атмосфераға: мазутты күл, көміртегі тотығы, күкірт және азот шығады.

1. Қаңтардағы отын шығыны (г/с):

$$m' = \frac{П \cdot 10^6}{Q^н \cdot ПВК \cdot 3{,}6} = \frac{73 \cdot 10^6}{31 \cdot 24 \cdot 3600} = 26{,}2$$

2. Ванадийға қайта есептеудегі мазутты күлдің жалпы есебі:

$$M_V = 10^{-6} \cdot q_v \cdot m \cdot (1 - n_{OC}) \cdot (1 - n_y)$$

мұндағы: $q_v$ – мазуттағы ванадий тотығының құрамы, г/т;

$m$ –жылына жаққан отынның шамасы, т;

$n_{oc}$, $n_y$ – ванадий тотығының тұну және ұстау коэффициенті, ($n_{oc}$=0, $n_y$=0).

Мазуттағы ванадий құрамы (г/т) мазуттың күлділігіне байланысты анықталады:

$$q_V = \frac{4000\,A}{1{,}8} = \frac{4000\,0{,}1}{1{,}8} = 222{,}2$$

$$M_V = 10^{-6} \cdot 222{,}2 \cdot 420 \cdot (1-0) \cdot (1-0) = 0{,}093 т/жыл$$

Ванадийға қайта есептеудегі мазутты күлдің максималды жалпы шығуы, г/с:

$$G_V = q_v \cdot m' \cdot (1-n_{OC}) \cdot (1-n_y) \cdot 10^{-6} = 222{,}2 \cdot 26{,}2 \cdot (1-0) \cdot (1-0) \cdot 10^{-6} = 0{,}0058$$

3. Көміртегі тотығының шығуын есептеу, т/жыл::

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot m \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot 10^{-3}$$

Отынның жануы механикалық және химиялық жанбау нәтижесінде жылудың жоғалуы $q_4$ = 0%, $q_3$=0,5%.

Мазут үшін R=0,65, өнімде көміртегі тотығы болғанда химиялық толық жанбау әсерінен жылудың жоғалуын ескеру коэффициенті.

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q^H = 0{,}5 \cdot 0{,}65 \cdot 40{,}30 = 13{,}1 кг/т$$

$$M_{CO} = 0{,}001 \cdot 13{,}1 \cdot 420 \cdot (1-0) = 5{,}5 т/жыл$$

Көміртегі тотығының максималды жалпы шығуы, г/с:

$$G_{CO} = 0{,}001 \cdot 13{,}1 \cdot 26{,}2 \cdot (1-0) = 0{,}34$$

4. Азот тотығының шығуын есептеу:

Азоттың қостотығына қайта есептеудегі азот тотығының жалпы шығуы, т/жыл:

$$M_{NO_2} = m \cdot Q^H \cdot K_{NO_2} \cdot (1-\beta) \cdot 10^{-3}$$

$K_{NO2}$ = 0,07 кг/Гдж; β = 0.

$$M_{NO_2} = 0{,}001 \cdot 420 \cdot 40{,}30 \cdot 0{,}07 \cdot (1-0) = 1{,}185$$

Азот тотығының максималды жалпы шығуы, г/с:

$$G_{NO_2} = m' \cdot Q^H \cdot K_{NO_2} \cdot (1-\beta) \cdot 10^{-3}$$

$$G_{NO_2} = 0{,}001 \cdot 26{,}2 \cdot 40{,}30 \cdot 0{,}07 \cdot (1-0) = 0{,}074$$

5. Күкірт тотығы шығуын есептеу

$$M_{SO_2} = 0{,}02 \cdot m \cdot S \cdot \left(1-\eta'_{SO2}{}'\right) \cdot \left(1-\eta''_{SO2}\right) = 0{,}02 \cdot 420 \cdot 0{,}5 \cdot (1-0{,}02) \cdot (1-0) = 4{,}12 т/жыл$$

$\eta'_{SO2}$ – күкірт тотығы шамасы, отынның ұшқыш күлімен байланысты, мазут үшін – 0,02 тең.

$\eta''_{SO2}$ – күлтұтқыштағы ұсталған күкірт тотығы шамасы. Құрғақ күлтұтқыштар үшін 0-ге тең.

Күкірт тотығының максималды жалпы шығуы, г/с:

$$G_{SO_2} = 0{,}02 \cdot m' \cdot S \cdot \left(1-\eta'_{SO2}{}'\right) \cdot \left(1-\eta''_{SO2}\right) = 0{,}02 \cdot 26{,}2 \cdot 0{,}5 \cdot (1-0{,}02) \cdot (1-0) = 0{,}26$$

Қорыта келе, ЖЭС-да қазандықтың өнімділігі жоғары болған сайын, одан бөлінетін зиянды заттар, күлді қоса есептегенде арта беретіндігі байқалады.

Жоғарыда келтірілген есептеу тәсілдеріне байланысты әрбір жылу электр станцияларында:

1. Тұтынылатын отын түріне қарай қазандыққа арналған нормативтік жылу жүктемесі әзірленуі;
2. Жүктеме есебі (ауысымдық, тәуліктік, айлық, жылдық) жүргізілуі;
3. Қазандықтың техникалық жай-күйін тұрақты бақылау, жоспарлы жөндеу (күрделі, ағымдағы) және кезеңдік техникалық куәландыру, бірақ кемінде әрбір бес жылдан кейін жүргізілуі;
4. Қазандыққа арналған техникалық құжаттаманың жиыны (нұсқаулықтар, монтаж схемасы, сызбалар) сақталуы, егер пайдалану уақытында қазандық жаңартылған немесе қайта жаңартылған болса оларға уақытылы өзгеріс енгізілуі;

5. ЖЭС жобасында көзделген отын түрлерін пайдалану, отынды сақтау шарттары оның қасиетін сақтауды қамтамасыз етуі тиіс;

6. Қазандыққа, отынды дайындауды және беруді электр станцияларын пайдаланудың техникалық ережелеріне сәйкес қамтамасыз етуі;

7. Егер пайдаланылған газдар атмосфералық ауаға түтін мұржасы арқылы бөлінетін болса, түтін мұржасының биіктігін қоршаған ортаның жағдайын ластамайтындай етіп есептеуді қамтамасыз етуі. Бұл ретте есептеу электр станциясының барынша көп электр жүктемесі және ең суық айдың орташа температурасы кезіндегі жылу жүктемесі кезінде отын шығысы бойынша жүргізілуі тиіс.

Барлық жылу қазандықтарында техникалық шараларды "Жылу электр станцияларының қазандық қондырғыларында отынның алуан түрлерін жағу кезінде қоршаған ортаға эмиссияларға қойылатын талаптар" техникалық регламентне сәйкес атқаруымыз қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. ҚР Техникалық реттеу туралы Заңы, ҚР № 603-II қаулысымен бекітілген, 9.11.2004 ж.

2. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2007 жылғы 14 желтоқсандағы №1232 қаулысымен бекітілген "Жылу электр станцияларының қазандық қондырғыларында отынның алуан түрлерін жағу кезінде қоршаған ортаға эмиссияларға қойылатын талаптар" техникалық регламенті.

3. Абрамов А.И. Повышение экологической безопасности ТЭС. М: Москва, 2002. 384 с.

REFERENCES

1. Zakon o tehnicheskom regulirovanii Respubliki Kazahstan, № 603-II ustav, 9.11.2004g.

2. Tehnicheskij reglament "Trebovanija k jemissijam v okruzhajushhuju sredu pri szhiganii razlichnyh vidov topliva v kotel'nyh ustanovkah teplovyh jelektricheskih stancij", Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 14 dekabrja 2007 goda N 1232.

3. Abramov A.I. Povyshenie jekologicheskoj bezopasnosti TJeS. M: Moskva, 2002. 384s.

Жумадилова Ж.О.

**Расчет выделения вредных веществ в соответствии с техническим регламентом при сжигании топлива в котельных установках ТЭС .**

**Резюме.** В ТЭС при сжигании твердых, жидких и газообразных топлив котельных установках выделяется загрязняющие вредные вещества, таких как оксиды углерода, оксиды азота и серы и .т.д. В работе приведены расчеты котельных установок различными производительности. А также рассмотрены профилактические мероприятий в соответствии с техническим регламентам.

**Ключевые слова:** теплоэлектроцентр, котельные агрегаты, оксиды углерода, оксиды азота и серы, газ, мазут, технический регламент.

Zhumadilova Zh.O.

**The calculation of emissions of harmful substances in accordance with the technical regulations for fuel combustion in boilers of FEC.**

**Summary.** In FEC during combustion of solid, liquid and gaseous fuels boilers released pollutants harmful substances, carbon oxides, oxides of nitrogen and sulfur. In this paper we have calculated the boiler plants of various capacities. And also consider preventive measures in accordance with the technical regulations.

**Key words:** fuel electro centre, boiler units, carbon oxides, oxides of nitrogen and sulfur, gas, oil, technical regulations.

УДК 621. 983.3

**Е.П. Орлова, Д. Уразаев**
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, lenochka_60@mail.ru)

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДВУХОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ВЫТЯЖКИ

**Аннотация.** Приведено ориентировочное количество вытяжных переходов в зависимости от относительной глубины сосуда при различных методах вытяжки. Показаны основные характеристики для точного расчета числа переходов комбинированной вытяжки. Составлены графики относительной глубины

деталей при различных комбинациях коэффициентов утонения и суммарного коэффициента уменьшения диаметра, которые могут быть использованы для ускоренного определения глубины полуфабриката.

**Ключевые слова:** вытяжка с утонением стенки, коэффициент утонения, комбинированная вытяжка, относительная глубина полуфабриката, суммарный коэффициент уменьшения диаметра.

Вытяжка с утонением стенки находит широкое применение при изготовлении глубоких цилиндрических сосудов, толщина стенки которых меньше толщины дна.

Комбинированная вытяжка, как и протяжка, обеспечивает высокую точность по диаметру, которая на 2-3 класса выше, чем при вытяжке без утонения. Толщина стенки при комбинированной вытяжке может быть равномерной по высоте или уменьшающейся к краю как при протяжке коническим пуансоном.

Отклонение по толщине стенки вдоль образующей при комбинированной вытяжке цилиндрическим пуансоном, значительно меньше, чем при вытяжке без утонения. Несмотря на то, что чертежом детали, предназначенной для вытяжки без утонения, толщина дна и стенок предусматривается равномерной, это условие на практике никогда не выполняется. Колебания составляют минус 15ч20% у дна и плюс 30ч40% у края стенки вытянутого колпака. Учитывая, что стенка, утоненная комбинированной вытяжкой по всей высоте детали, будет иметь более высокое качество, жесткость и прочность, можно рекомендовать во многих случаях назначать в чертеже полых цилиндрических деталей стенку более тонкую, чем при вытяжке без утонения, что ведет к значительному сокращению нормы расхода материала [1-3].

Таким образом, при комбинированной вытяжке, как и при вытяжке с утонением (протяжке), детали получаются с толщиной стенки, меньшей, чем толщина дна, *рисунок 1.*

Причем, если при протяжке толщина дна либо сохраняется равной толщине исходного листа, либо несколько увеличивается от перехода к переходу (при производстве гильз), то при комбинированной вытяжке, как и при вытяжке без утонения, толщина дна уменьшается (растягивается) на *10ч*20%, по сравнению с исходной толщиной листа.

Максимальная относительная глубина детали, которая может быть получена по наиболее экономичному технологическому процессу (за два перехода), составляет $\frac{H}{d} = 6 \div 8$.

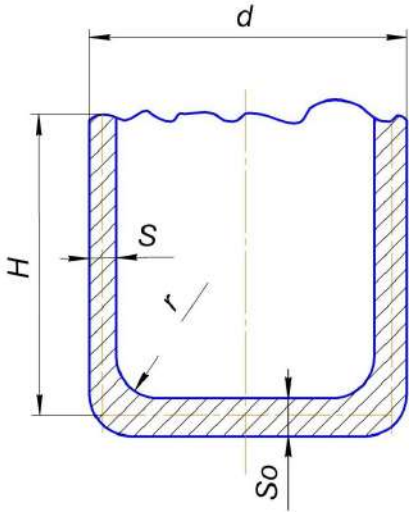



**Рис. 1.** Типовой чертеж детали, полученной методом комбинированной вытяжки

В статье рассматривается расчет числа переходов и размеров заготовок по переходам вытяжки. Типовая деталь для рациональной технологии комбинированной вытяжки представляет собой глубокий сосуд с толстым дном и относительно тонкими стенками.

Ориентировочное число переходов для получения детали по этой технологии может быть определено из таблицы 1, в которой дано количество переходов при различных схемах глубокой вытяжки

Таблица 1. **Ориентировочное количество вытяжных переходов в зависимости от относительной глубины сосуда при различных методах вытяжки**

| Метод построения технологии глубокой вытяжки | Относительная глубина сосуда | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1,5 | 2-3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1.Вытяжка без утонения | 2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5 | 5-6 | 6 | 6-7 |
| 2.Вытяжка с утонением (протяжка) | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6 | 6-7 | 7 | 7-8 |
| 3.Комбинированная вытяжка через одну матрицу через две матрицы | 1<br>1 | 1<br>1 | 2<br>1 | 2<br>2 | 2<br>2 | 3<br>2 | 3<br>2 | 3<br>2 |

Данные таблицы составлены в результате обобщения существующих на заводах технологических процессов, расчетов примеров и таблиц коэффициентов вытяжки, приведенных в работах Л.А.Шофмана, В.П.Романовского, Э.Зибеля и Х.Вайсса, А.Н.Малова, К.Н.Бурцева, У.Баудера. Необходимо заметить, что данные по вытяжке с утонением стенки приведены лишь для сравнения, т.к. обычно этим методом изготавливаются изделия, у которых отношение толщины дна к средней толщине стенки больше 10, толщина стенки переменная по высоте, механические свойства вдоль стенки заданы в определенных пределах. Все эти требования влияют на число переходов указанного технологического процесса и в то же время не позволяют для таких изделий использовать технологию комбинированной вытяжки. Третья операция в технологическом процессе комбинированной вытяжки (табл. *1)* производится по схеме, близкой к протяжке.

Основными характеристиками для точного расчета числа переходов комбинированной вытяжки являются:

относительная глубина (высота) детали $\frac{H}{d}$, суммарный коэффициент утонения $m_S = \frac{S}{S_0}$ и суммарный коэффициент уменьшения диаметра $m_d = \frac{d}{D_0}$ (где S и $S_0$ - толщины стенки детали и исходного листа;d и $D_0$ средний диаметр детали и диаметр плоской заготовки).

Суммарный коэффициент утонения можно представить как произведение частных коэффициентов утонения по переходам:

$$m_S = \frac{S}{S_0} = m_{S1} \cdot m_{S2} \cdot \ldots \cdot m_{Sn} \quad . \tag{1}$$

Толщина исходного материала принимается с учетом минусового отклонения

$$S_0 = S_{íîì} \quad -(0{,}5 \div 0{,}7)\Delta, \tag{2}$$

где $S_{ном}$ - номинальное значение толщины листа в мм;

Δ - абсолютное значение минусового отклонения толщины листа в мм.

Пооперационные значения коэффициентов утонения принимаются по таблице 2, составленной на основе экспериментальных работ, проведенных на конических матрицах [4-6].

Суммарный коэффициент уменьшения диаметра определяется из условия равенства объема детали и заготовки:

$$m_d = \sqrt{\frac{1}{1+4\frac{H}{d}m_S}} \quad , \tag{3}$$

где H - глубина не обрезанной детали в мм; $H = H_0 + \Delta h$

$H_o$ - глубина обрезанной детали мм;

$\Delta h$ - припуск на обрезку, принимаемый в пределах 5 ч15% глубины [7]

Таблица 2. **Значение коэффициентов утонения**

| Материал | 1-я операция вытяжки | Последующие операции |
|---|---|---|
| Латунь (Л62, Л68, Л80) | 0,5-0,6 | 0,6-0,7 |
| Алюминий (А1, АД1М, АМЦаМ) | 0,6 | 0,6-0,7 |
| Сталь малоуглеродистая (08ВГ, 10) | 0,6-0,7 | 0,7 |
| Сталь нержавеющая типа 18-8 | 0,7 | 0,7-0,8 |
| Бронза берилливая БрБ2 | 0,6 | 0,7 |
| Никель (НП, Н1) | 0,6 | 0,7 |

Формула (3) применяется для деталей с малыми радиусами закруглений у дна (r < S ).

Для деталей с большим радиусом закругления суммарный коэффициент определяется:

$$m_d = \sqrt{\frac{1}{1+4m_S\frac{H-r}{d}+2{,}28\frac{r}{d}-0{,}56\left(\frac{r}{d}\right)^2}}\,. \qquad (4)$$

Для деталей, имеющих другие формы дна, аналогично получаются формулы для определения суммарного коэффициента изменения диаметра.

Рассчитанный таким образом суммарный коэффициент уменьшения диаметра используется для определения диаметра плоской заготовки

$$D_0 = \frac{d}{m_d}\,. \qquad (5)$$

Суммарный коэффициент уменьшения диаметра можно представить как произведение частных коэффициентов по переходам:

$$m_d = m_{d1}\cdot m_{d2}\cdot\ldots\cdot m_{dn}\,. \qquad (6)$$

Коэффициенты уменьшения диаметра на первом и последующих переходах принимаются такими же, как для вытяжки без утонения с учетом относительной толщины заготовки [8]. Опыты показывают, что применение коэффициентов утонения, указанных в таблице 2 не вызывает ухудшения коэффициентов уменьшения диаметра при комбинированной вытяжке.

Значения пооперационных коэффициентов в формулах (1), (6) следует выбирать в рекомендуемых пределах из условия минимального числа сомножителей. Индекс последнего коэффициента-сомножителя в правой части формул указывает число переходов вытяжки. Эти числа могут не совпадать. В этом случае путем изменения толщины исходного листа или стенки детали добиваются уменьшения числа переходов, требующихся по формуле (6).

При большой относительной глубине ($\frac{H}{d} \approx 8$) или большом соотношении толщины исходного листа и стенки значительно сокращается число переходов технологического процесса, если комбинированную вытяжку на одном или на всех переходах производить через две матрицы, используя имеющийся опыт вытяжки с утонением через две и более матрицы [9]. При этом коэффициенты утонения по переходам равны произведениям коэффициентов утонения на верхней и нижней матрицах, принятых по таблице 2.

Использование комбинированной вытяжки весьма эффективно и при изготовлении деталей неглубоких ($\frac{H}{d} \le 1{,}5$), требующих одного перехода вытяжки. При этом получается значительное повышение качества и точности детали и экономия материала по сравнению с вытяжкой без утонения [9] .

Размеры полуфабрикатов по переходам определяются по следующим простым соотношениям.

Толщина стенки на любом переходе рассчитывается по формуле:

$$S_n = S_{n-1} \cdot m_{Sn}, \tag{7}$$

где $S_n$ и $m_{Sn}$ - соответственно толщина стенки в мм и коэффициент утонения на рассматриваемом переходе вытяжки;

$S_{n-1}$ - толщина стенки (заготовки) на предыдущем переходе в мм.

В случае вытяжки через две матрицы:

$$\begin{aligned} S_n^B &= S_{n-1} \cdot m_{Sn}^B \\ S_n^H &= S_n^B \cdot m_{Sn}^H , \end{aligned} \tag{8}$$

где $S_n^B$; $m_{Sn}^B$; - соответственно толщина стенки в мм и коэффициент утонения на верхней матрице.

$S_n^H$; $m_{Sn}^H$; - то же на нижней матрице.

Средний диаметр любого перехода вытяжки определяется по формуле:

$$d_n = d_{n-1} \cdot m_{dn}, \tag{9}$$

где $d_n$; $m_{dn}$ - соответственно диаметр в мм и коэффициент уменьшения диаметра на рассматриваемом переходе;

$d_{n-1}$ - диаметр в мм на предыдущем переходе.

Глубина (высота) детали с малым радиусом закругления у дна ( $r \prec S_0$ ) на последнем переходе определяется из выражения для относительной глубины:

$$\frac{H}{d} = \frac{0{,}25}{m_S}\left(\frac{1}{m_d^2} - 1\right) \tag{10}$$

Глубина детали на последнем переходе с радиусом у дна, большим толщины листа ($r \succ S_0$) определяется:

$$\frac{H}{d} = \frac{1}{m_S}\left[0{,}25\left(\frac{1}{m_d^2} - 1\right) + 0{,}43\frac{r}{d} + 0{,}14\left(\frac{r}{d}\right)^2\right]. \tag{11}$$

Из формулы (11) путем подстановки эмпирической зависимости

$$r_n = \frac{d_n - d_{n-1}}{1{,}5}, \tag{12}$$

можно получить формулу для расчета относительной глубины полуфабриката на промежуточных переходах технологического процесса

$$\frac{H_n}{d_n} = \frac{1}{m_S}\left[0{,}25\left(\frac{1}{m_d^2}-1\right)+0{,}29(1-m_{dn+1})+0{,}06(1-m_{dn+1})^2\right]. \quad (13)$$

Слагаемым высшего порядка в квадратных скобках можно пренебречь:

$$\frac{H_n}{d_n} = \frac{1}{m_S}\left[0{,}25\left(\frac{1}{m_d^2}-1\right)+0{,}29(1-m_{dn+1})\right]. \quad (13а)$$

В приведенных формулах $m_s$ и $m_d$ суммарные коэффициенты для рассматриваемого перехода;

$m_{dn+1}$ - коэффициент последующего перехода,

$d_n$ и $d_{n+1}$ - средние диаметры полуфабрикатов рассматриваемого и последующего переходов.

По формулам (10) и (13) могут быть составлены графики относительной глубины деталей при различных комбинациях коэффициентов $m_s$ и $m_d$ .

На рисунках 2 и 3 показаны такие графики для деталей с малым и большим радиусом закругления у дна. Эти графики могут быть использованы для ускоренного определения глубины полуфабриката, например, при расчете длины вытяжного пуансона.

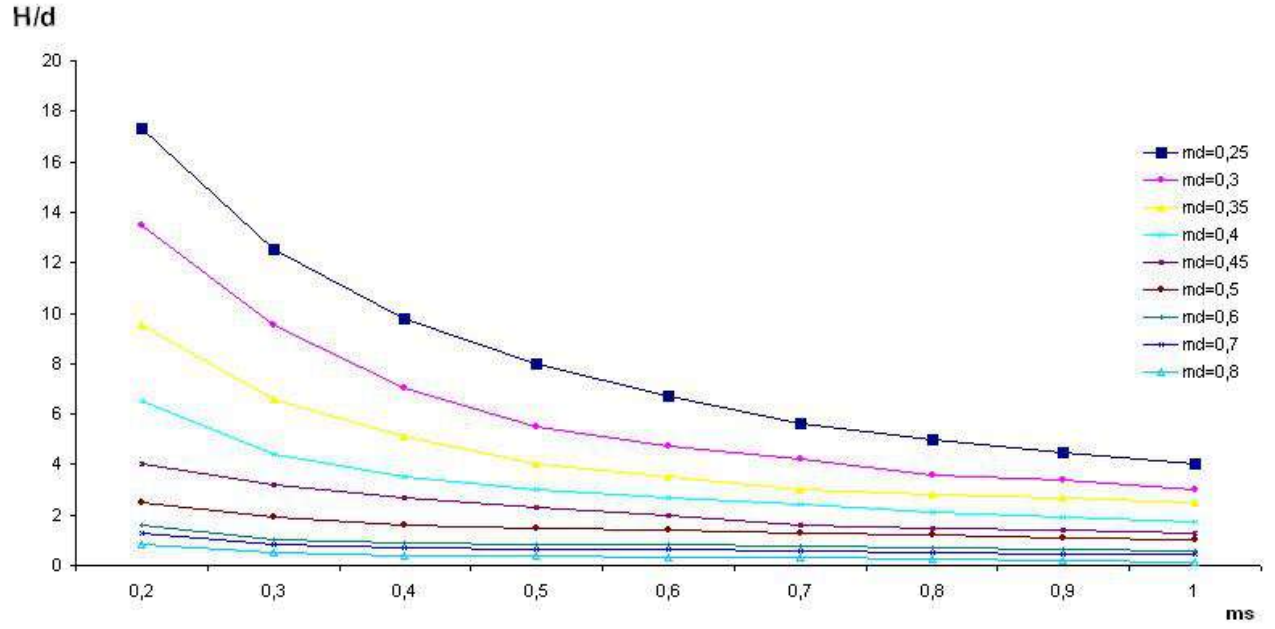



**Рис. 2.** График зависимости относительной глубины детали от коэффициента деформации (при r ≈ 0)

Для получения максимальной относительной глубины, предпочтительнее достигать определенной степени деформации за счет малых значений коэффициента уменьшения диаметра, а не за счет малых коэффициентов утонения.

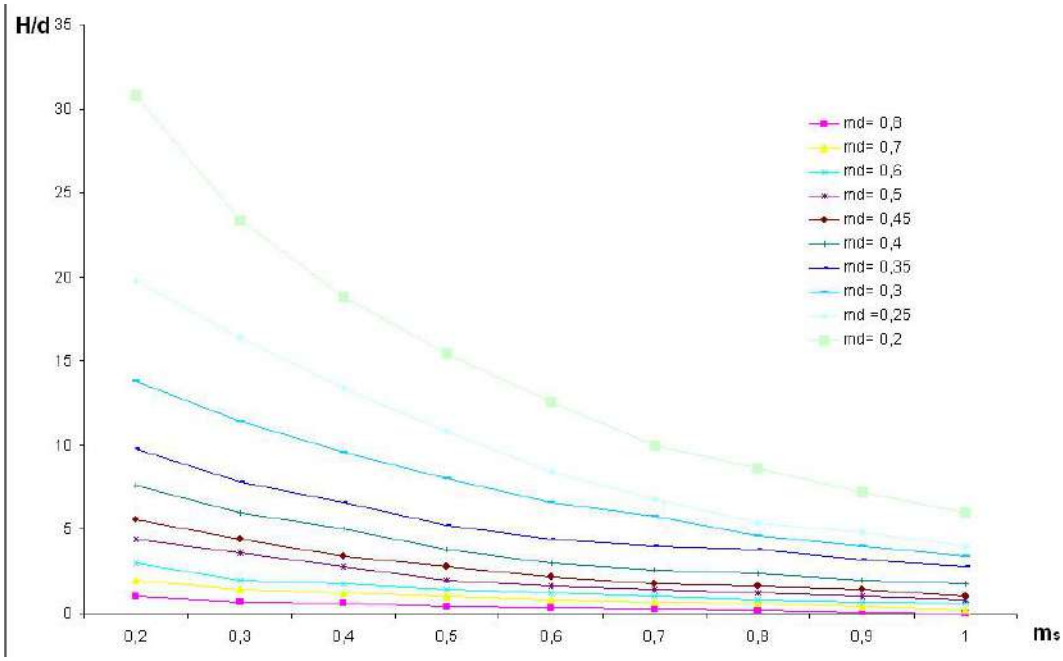



**Рис. 3.** График зависимости относительной глубины детали от коэффициентов деформации (при *r>S )*

Степень деформации рассчитывалась по формуле:

$$\psi = 1 - m_d \cdot m_S . \qquad (14)$$

Например, степень деформации ψ=70% может быть получена двумя различными комбинациями коэффициентов при $m_d$ =0,5 и $m_s$ =0,6 относительная глубина $\frac{H}{d}$= 1,25; при $m_d$ =0,6 и $m_s$ =0,5, $\frac{H}{d}$ =0,89. Или относительная глубина $\frac{H}{d}$≈1,1 может быть получена при $m_d$ =0,5 и $m_s$=0,7 со степенью деформации лишь 65%, в то время, как при $m_d$ =0,6 и $m_s$ =0,4 -степень деформации ψ=76%, а $\frac{H}{d}$≈ 1,1.

Выводы: при расчете технологического процесса комбинированной вытяжки для достижения наибольшей глубины полой детали на каждом переходе необходимо стремиться использовать максимальную деформацию по диаметральным размерам, а не по толщине. Утонения должны быть умеренными. Если же конструкция детали требует значительного утонения стенки, необходимо комбинированную вытяжку вести через две матрицы,

Распределение общего утонения между двумя матрицами позволяет получать на 30-35% большее утонение за один переход (например $m_{S1} = m_{S1}^{B} \cdot m_{S1}^{H} = 0,6 \cdot 0,7 = 0,42$), чем при вытяжке через одну матрицу, несмотря на повышение технологического усилия.

После выхода полуфабриката из верхней матрицы процесс в нижней матрице представляет собой чистую протяжку. При близком расположении матриц протяжка в нижней матрице будет на некотором участке происходить одновременно с комбинированным процессом в верхней.

Практика показывает, что необходимо, чтобы процесс в нижней матрице начинался до окончания вытяжки в верхней матрице, т.к. одновременная деформация заготовки в двух матрицах уменьшает возможности, отклонения (или изгиба) длинных вытяжных пуансонов малого сечения, что увеличивает точность вытягиваемых деталей [3].

ЛИТЕРАТУРА

1 Ренне И.П., Рогожин В.Н., Кузнецов В.П., Тутышкин Н.Д. Вытяжка с утонением стенки. Тула: ТПИ, 1970. - 141 с.

2 Аверкиев Ю. А. Технология холодной штамповки / Аверкиев Ю. А., Аверкиев А. Ю. - М.: Машиностроение, 1989. – 304с.

3 Валиев С.А. Комбинированная глубокая вытяжка листовых материалов. - М.: Машиностроение, 1973. - 176 с.

4. Валиев С.А., Яковлев С.С., Коротков В.А. Технология комбинированной вытяжки цилиндрических заготовок из анизотропного материала // Кузнечно-штамповочное производство. -1994. - № 12. - С. 6 - 8.

5. Безотосный Д.А. Силовые режимы вытяжки с утонением стенки двухслойных неупрочнующихся анизотропных материалов // Известия ТулГУ. Серия. Актуальные вопросы механики. Тула: Изд-во ТулГУ, - 2005. -Том 1. - Вып. 1.-С. 65-73.

6. Безотосный Д.А. Технологические параметры процесса вытяжки с утонением стенки двухслойных анизотропных материалов // XXXII Гагаринские чтения. Международная молодежная научная конференция. Тезисы докладов.- М.: МАТИ, 2006.-Том 1.-С. 182-183.

7. Малов А.Н. Технология листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1969.-568 с.

8. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке.- Л.: Машиностроение, 1979. - 520 с.

9. Шофман Л.А Теория и расчеты процессов листовой штамповки. – М.: Машиностроение,1974. - 136 с.

REFERENCES

1. Renne I.P., Rogozhin V.N., Kuznetsov V.P., Tutyshkin N.D. Vytyazhka s utoneniem stenki. Tula: TPI, 1970. - 141 s.

2. Averkiev YU.A. Tekhnologiya kholodnoy shtampovki / Averkiev YU.A., Averkiev A.YU. - M.: Mashinostroenie, 1989. – 304s.

3. Valiev S.A. Kombinirovannaya glubokaya vytyazhka listovykh materialov. M.: Mashinostroenie, 1973. – 176s.

4. Valiev S.A., Yakovlev S.S., Korotkov V.A. Tekhnologiya kombinirovannoy vytyazhki tsilindricheskikh zagotovok iz anizotropnogo materiala // Kuznechno-shtampovochnoe proizvodstvo. -1994. - № 12. - S. 6 – 8.

5. Bezotosnyy D.A. Silovye rezhimy vytyazhki s utoneniem stenki dvukhsloinykh neuprochnyayushchikhsya anizotropnykh materialov // Izvestiya TulGU. Seriya. Aktualnye voprosy mekhaniki. Tula: Izd-vo TulGU,- 2005. -Tom 1. - Vyp.1.-S. 65-73.

6. Bezotosnyy D.A. Tekhnologicheskie parametry protsessa vytyazhki s utoneniem stenki dvukhsloinykh anizotropnykh materialov // XXXII Gagariskie chteniya. Mezhdunarodnaya molodezhnaya konferentsiya. Tezisy dokladov. .- M.: MATI, 2006.-Tom 1.-S. 182-183.

7. Malov A.N. Tekhnologiya listovoy shtampovki. - M.: Mashinostroenie, 1969.-568 S.

8. Romanovskiy V.P. Spravochnik po kholodnoy shtampovke. - L.: Mashinostroenie, 1979.-520 S.

9. Shofman L.A. Teoriya i raschety protsessov listovoy shtampovki. - M.: Mashinostroenie, 1974.-136 S.

Орлова Е.П., Уразаев Д.

**Комбинирлеу кермелеудің екіоперациялы технологиясының есептеу әдісі**

**Түйіндеме.** Мақалада кермелеу әрекеттер бойынша дайындама өлшемін және әрекеттер санын есептеу қарастырылады**.** Мұнда көрсетілгендей, комбинирленген кермелеуде технологиялық процесті есептеу кезінде әр әрекетте іші қуыс тетіктің ең үлкен тереңдігіне ие болу үшін максималды деформациясын қалыңдығы бойынша емес, диаметралды өлшемдері бойынша қолданылуы қажет**.** Әртүрлі жіңішке коэффициенттердің комбинациялары кезінде және диаметрлердің азаюының қос коэффициентері тетіктердің салыстырмалы тереңдету графиктері құрылған, олар жартылай өнімнің тереңдігін жылдам анықтау үшін қолданылуы мүмкін.

Негізгі сөздер: қабырғаның жіңішкеруімен кермелеу, жіңішкеру коъффициенті, комбинирленген кермелеу, жартылай өңімнің салыстырмалы тереңдігі, диаметрді азайтудың қоскоэффициенті

Орлова Е.П., Уразаев Д.

**Методика расчета двухоперационной технологии комбинированной вытяжки**

**Резюме.** Рассматривается расчет числа переходов и размеров заготовок по переходам вытяжки. Показано, что при расчете технологического процесса комбинированной вытяжки для достижения наибольшей глубины полой детали на каждом переходе необходимо стремиться использовать максимальную деформацию по диаметральным размерам, а не по толщине. Составлены графики относительной глубины деталей при различных комбинациях коэффициентов утонения и суммарного коэффициента уменьшения диаметра, которые могут быть использованы для ускоренного определения глубины полуфабриката.

Ключевые слова: вытяжка с утонением стенки, коэффициент утонения, комбинированная вытяжка, относительная глубина полуфабриката, суммарный коэффициент уменьшения диаметра

Orlova E., Urazaev D.

**Design procedure of two-operational technology of the combined extract**

**Summary.** In article calculation of number of transitions and the sizes of preparations on extract transitions is considered. It is shown that at calculation of technological process of the combined extract for achievement of the greatest depth of a hollow detail on each transition it is necessary to aspire to use the maximum deformation on the diametrical sizes, instead of on a thickness. Schedules of relative depth of details are made at various combinations of factors утонения and total factor of reduction of diameter which can be used for the accelerated definition of depth of a half-finished product.

**Key words:** an extract with thinning walls, factor of thinning, the combined extract, relative depth of a half-finished product, total factor of reduction of diameter.

ӘОЖ: 621.311:331.42

**Ж.О. Жұмаділова, А.Қ. Тортбаева**
(Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, zhanar_85@mail.ru)

## ҚЫСЫММЕН ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН ЖАБДЫҚТАРДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ РЕГЛАМЕНТКЕ СӘЙКЕС РЕТТЕУ

**Аңдатпа.** Жұмыста қысыммен жұмыс істейтін жабдықтармен жұмыс істеу қауіпсіздігін қарастырдық. Қысымда жұмыс істейтін жабдықтардың техникалық регламентке сәйкес жұмыс істеуі, сонымен қатар компрессор жұмысын, жұмыс барысындағы сығылған ауа температурасы мен қажетті майлау майын таңдау, майлау майының тұтану температурасын анықтау бойынша есептеулер келтірілген.

**Кілт сөздер:** қысыммен жұмыс істейтін жабдықтар, майлау майы, қысым, сығылған ауа температурасы, майлау майының тұтану температурасы, компрессор, техникалық регламент.

Өндірістік орындарды қысымсыз жұмыс істейтін жабдықтармен ұсыну мүмкін. Өндіріс орындарының қай түрін алып қарасақ та, қысыммен жұмыс істейтін жабдықтар жеткілікті және қолданылу міндетті болып табылады. Өндіріс орындарында қолданылатын жабдықтардың жұмыскерлер мен қоршаған ортаға өзіндік қауіп-қатер төндіруі мүмкін. Атап айтатын болсақ артық қысым нәтижесінде жарылыс пен өрттің туындауы, өндірістің үздіксіз жұмыс істеуін тоқтауға да алып келеді.

Өндіріс орындарында қолданылатын қысыммен жұмыс істейтін жабдықтар ҚР Техникалық реттеу туралы Заңы негізінде бекітілген Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2009 жылғы 21 желтоқсандағы №2157 Қаулысымен бекітілген «Қысыммен жұмыс істейтін жабдықтың қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті негізінде жұмыс істеу керек.

Жалпы техникалық регламент:

1) 115$^{o}$С-ден жоғары температурадағы су немесе 0,07 МПа (0,7 кгс/см$^2$) қысым кезінде қайнау температурасынан асатын температура кезіндегі басқа улы емес, жарылыс, өрт қауіпсіз сұйықтықтар қысымымен жұмыс істейтін ыдыстарға;

2) 0,07 МПа (0,7 кгс/см$^2$) жоғары бу, газ немесе улы жарылыс өрт қауіпті сұйықтықтардың қысымында жұмыс істейтін ыдыстарға;

3) 0,07 МПа (0,7 кгс/см$^2$) жоғары қысымдағы сығылған, сұйытылған және ерітілген газдарды тасымалдауға және сақтауға, пайдалануға арналған баллондарға;

4) буларының қысымы 50$^{o}$С дейінгі температура кезінде 0,07 МПа (0,7 кгс/см$^2$) қысымнан асатын сығылған және сұйытылған газдарды тасымалдауға және сақтауға арналған цистерналар мен бөшкелерге;

5) қысымы 0,07 МПа (0,7 кгс/см$^2$) жоғары болғанда, оларды мерзімдік босату үшін берілетін, сығылған, сұйытылған газдарды, сұйықтықтар мен сусымалы денелерді тасымалдауға немесе сақтауға арналған цистерналар мен ыдыстарға;

6) барокамераларға қолданылады.

Сақтануды қажет ететін негізгі қауіпті факторлар (қатерлер):

1) қорғалмаған жылжымалы элементтер;

2) шу мен дірілдің жоғары деңгейі;

3) қысымның көтерілуі (жұмыс қысымы барынша көп жұмыс қысымынан аспауы);

4) өрт қауіпті және жарылыс қауіпті элементтер болып табылады [2].

Кеңінен қолданылатын қысыммен жұмыс істейтін жабдықтардың бірі компрессор болып табылады.

Компрессор – газды сығу үшін қолданылатын механизм. Компрессорда газдың қолданылуы өте кең: рефрижераторлы қондырғылардағы қолданылатын ауа хлорфторкөміртегі, метилхлорид, аммоний салқындатқыштары ретінде, ал өнеркәсіпте органикалық синтез ретінде қолданылатын сутегі, азот және т.б. газдар. Қысым шегі де кең 1-1000 кг/см$^3$. Берілген тапсырма мен қолдану мерзімін жақсартуға сәйкес компрессорды тиімді түрде қолдану үшін компрессордың мойын тіректері мен үйкелісті қабаттарды сәйкес майлау материалдарымен – компрессорлы майлармен майлаймыз. Ол салқындатқыш ретінде, сонымен қатар газдың бөлінуінің алдын алу, бөлшек аралықтарында үйкелісті азайту арқылы таттану мен металды бөлшектердің тозуының алдын алу ретінде қолдануға болады.

**Ішкі майлауға арналған май цилиндр, піспек, қақпақ және басқа да аймақтарға, сығылған газбен тікелей жанасатын орындарға жағылады, бұл сығылған газдың бөлінуінің алдын алу қызметін атқарады.**

Үйкелісті бөлшектердің жақсы сырғумен қамтамасыз ету үшін май сәйкесінше тұтқырлыққа ие болу керек. Жоғары температура мен қысымның, сонымен қатар жылулық және қышқылды ыдырау процесі әсерінен көміртегі шөгінділері пайда болады.

Компрессорды ішкі майлауға арналған май келесі талаптарға сай болу керек:

- сәйкес тұтқырлық дәрежесі болу қажет;
- қышқылдануға тұрақтылық қасиеті болу керек;
- карбонизацияға тұрақты болу керек;
- металды беттермен жақсы тұтасу керек;
- жемірілудің алдын алу қажет;
- сығылған газға тұрақтылықты сақтау керек.

Сыртқы майлауға арналған май мойынтірек, піспек шегелері, иінді білік аймақтарына ұсынылады.

Сыртқы майлауға арналған май қайталамалы режимде қолданылатын болғандықтан, ол қышқылдануға күшті тұрақтылыққа ие болу керек:

- тұтқырлықтың үлкен коэффициентіне;
- қышқылдануға жоғары тұрақтылықпен;
- жақсы су бөлу қасиеттерімен;
- таттанудың түзілуіне кедергілесу қасиеттеріне;
- аз көбік түзумен.

Компрессорлы майлардың тұтқырлығын таңдау көп жағдайда тәжірибелік жолдармен жүргізіледі, атап айтқанда келесі көрсеткіштермен цилиндр диаметрі, температура, пайда болатын қысым күші, айналым саны, қолданылатын газ және т.б.

Төменде піспекті ауалы компрессорларға арналған майлардың тұтқырлық сәйкестігі келтірілген.

1-кесте. **Компрессорға арналған майлардың сәйкес тұтқырлығы**

| Соңғы қысымы және сығу сатысының шамасы (кг/см$^3$) | Майлау түрі | Майлау тәсілі | Май тұтқырлығы (98.9ӘС-та, Ст) |
|---|---|---|---|
| 7 кг/см$^3$ төмен (1-2 сатысы) | ішкі | Тамшылы | 7-10 |
| | ішкі | Циркуляциялық бүрку | 7-10 |
| 7-50 кг/см$^3$ (1-3 саты) | ішкі | Тамшылы, қысыммен және күшпен майлау | 10-12 |
| | сыртқы | Циркуляциялық бүрку | 10-12 |
| 7-50 кг/см$^3$ (3-5 саты) | сыртқы | Қысыммен және күшпен майлау | 12-18 |
| | сыртқы | Циркуляция | 10-12 |

Төменгі параметрлі майларды қолдану кезінде майлы сүзгілерді (фильтр) бітеп тастайтын күю мен бықсу, ыс түзіледі, сол себептен оны үнемі алмастырып отыру керек.

Қолданылатын майдың сапасына, пайдалану шартына байланысты майдың алмастыру мерзімдері аздап ерекшеленеді. Майды алмастырудың шамалық нормалары 2-кесте көрсетілген.

2-кесте. **Майды алмастырудың шамалық нормалары**

| Шарты | Ішкі және сыртқы бөлшектерге арналған май | Сыртқы бөлшектерге арналған май |
|---|---|---|
| Қайта жөндеуден кейін немесе цилиндр, сүмбіні алмастырғаннан кейін (поршень) | Әрбір 100 сағатта бірінші толтырудан кейін 50 сағаттан кейін 1-2 рет алмастырылады | Әрбір 200-250 сағат сайын |
| Қарапайым жұмыстарда | Әрбір 500-1000 сағатта алмастырылады | Әрбір 2000-3000 сағат сайын |

Компрессор жабдықтарының жұмыс істеу режимі техникалық регламентке сәйкес болуы қажет. Өндіріс орындарында компрессорлы жабдықтарды қолданған кезде олардың тек қана қысымын бақылау ғана емес, сонымен қатар оған сәйкес майлау майларының қолдануы маңызды болып табылады. Жұмыста екі сатылы компрессорға сәйкес қажет май түрін анықтаймыз.

Қысымы $P_2$=1,5 МПа компрессор сығылған ауа өткізеді. Бастапқы (атмосфералық) қысым $P_1$=0,1 МПа, температурасы t=20$^0$C. Жұмыс барысындағы сығылған ауа температурасын анықтау және компрессорды майлауға қажетті май таңдаймыз.

**Шешуі:**

1.Сығылған ауа температурасы, К

$$T_2 = T_1 \cdot \left[\frac{(P_2 + 0.1)}{P_1}\right]^{\frac{(k-1)}{k}}$$

$$T_1 = t + 273 = 20 + 273 = 293K$$

$$T_2 = 293 \cdot \left[\frac{(1{,}5 + 0{,}1)}{0{,}1}\right]^{\frac{(1{,}4-1)}{1{,}4}} = 293 \cdot 16^{0{,}285} = 645{,}7$$

$T_1$- газ температурасы, К. $P_1$ қысымдағы (газдың бастапқы параметрлері). k=1,4.

2.Сығылған ауа температурасы, $^0$C

$$t_{сыг} = T_2 - 273 = 645{,}7 - 273 = 372{,}7^0 C$$

Компрессорға қажетті майлау майы сығылған ауа температурасынан жоғары 75$^0$C тұтану температурасына ие болу керек.

$$t_{тутану} = t_{сыг} + 75 = 372{,}7 + 75 = 447{,}7^0 C$$

Тұтану температурасы өте жоғары. Қысымы 1,5МПа сығылған ауаны алу үшін екі сатылы компрессор қолданамыз. Салқын сығылған ауа бірінші сатыдан кейін 20$^0$C дейін болады. 1ші және 2-ші сатыда компрессорды бірдей сығылу дәрежесімен аламыз:

$$\frac{(P_2 + 0{,}1)}{P_1 + 0{,}1} = 4$$

Онда 1-саты үшін компрессор қысымы:
$P_1$=0,1 МПа; $P_2$=0,3 МПа; $T_1$=20+273=293К
2-саты үшін
$P_1$=0,3 МПа; $P_2$=1,5 МПа; $T_1$=20+273=293К

$$\text{1-сатыда: } T_2 = T_1\left[\frac{(P_2+0{,}1)}{P_1}\right]^{\frac{(k-1)}{k}} = 293\cdot\left[\frac{(0{,}3+0{,}1)}{0{,}1}\right]^{0{,}285} = 293\cdot 4^{0{,}285} = 434{,}9K$$

$$\text{2-сатыда: } T_1 = 293\cdot\left[\frac{(1{,}5+0{,}1)}{0{,}1}\right]^{0{,}285} = 293\cdot 4^{0{,}285} = 434{,}9K$$

Сәйкесінше екі сатының температуралық режимі бірдей болып келеді.
Сығылған ауа температурасы, $^0$C

$$t_{сыг} = T_2 - 273 = 434{,}9 - 273 = 161{,}9^0 C$$

Майлау майының тұтану температурасы

$$t_{тутану} = t_{сыг} + 75 = 161{,}9 + 75 = 236{,}9^0 C$$

Тұтану температурасы 246$^0$C дейін болғанда, МС-20 майын таңдаймыз.

Егерде сығылған ауа қысымы 1,5МПа болса, онда екі сатылы компрессорды қолданамыз. Есептеулерде сәйкесінше екі саты бойынша жұмыс істейтін компрессордың сығылған ауа температурасы мен майлау майының тұтану температурасын анықтады. Соған сәйкес компрессор бөлшектерін майлауға қажетті май түрін таңдап алдық.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. ҚР Техникалық реттеу туралы Заңы, 9.11.2004 жылғы ҚР **№603-II қаулысымен бекітілген.**

2. Технический регламент "Требования к безопасности оборудования, работающего под давлением" РК. Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 декабря 2009 года № 2157.

3. Русак О.Н. Кондрасенко В.Я. Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Красноярск: ИПЦ МТУ, 2001. 431 с.

REFERENCES

1. Zakon o tehnicheskom regulirovanii Respubliki Kazahstan, № 603-II ustav, 9.11.2004g.

2. Tehnicheskij reglament "Trebovanija k bezopasnosti oborudovanija, rabotajushhego pod davleniem" RK. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 21 dekabrja 2009 goda № 2157.

3. Rusak O.N. Kondrasenko V.Ja. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti v tehnosfere. Krasnojarsk: IPC MTU, 2001. 431 s.

Жумадилова Ж.О., Тортбаева А.К.

**Регулирование сосудов, работающих под давлением в соответствии с техническим регламентом.**

**Резюме.** В работе рассмотрена безопасность сосудов, работающих под давлением. Приведены сосуды, работающие под давлением, в соответствии с техническим регламентом, а также работа компрессора, расчитаны сжатого воздуха и температура вспышки смазочного масла.

**Ключевые слова:** сосуды, работающие под давлением, смазочное масло, давление, температура сжатого воздуха, температура вспышки смазочного масла, компрессор, технический регламент.

Zhumadilova Zh.O., Tortbaeva A.K.

**Regulation of vessels working under pressure in accordance with the technical regulations.**

**Summary.** The paper deals with the safety of vessels operating under pressure. Listed vessels, working under pressure in accordance with the technical regulations, as well as the work of compressors, calculated compressed air temperature and point flash temperature of the lubricating oil.

**Key words:** vessels, working under pressure, lubricating oil, pressure, temperature of the compressed air, flash point of the lubricating oil, compressor, technical regulations.

ӘОЖ 622.341:624.137

**К. Сеитұлы**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазахстан Республикасы, konbai_s@mail.ru)

# ҮЙІНДІ ҚИЯБЕТТЕРІНДЕ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІҢ ДАМУЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ЖҮЙЕЛЕУ

**Түйіндеме:** Бүгінгі таңда тақталары көлбеу орналасқан кенорындарында бос тау жыныстарын ішкі үйінділеу жүйесін қолдану өте шектеулі. Аталған жағдай мұндай жүйе қолданысының күрделігімен ғана емес (игерудің бастапқы 10-12 жылдары, яғни, бірінші блокты қазу кезінде, үлкен шығын механизмі орын алады), сондай-ақ, аршу және бос тау жыныстарын үйінділеу процестерінің ішке үйінділеу процесіне өтуі қажетті деңгейде зерттелмеу және түсіндіру.

**Кілт сөздер:** Ішкі үйінді, үйіндінің тұрақтылығы, тау-кен техникалық факторлары, үйінді қия беті, жыныстарының физика-механикалық қасиеттері.

Біз бұл жұмыста тақталары көлбеу орналасқан кенорында игеріп жатқан карьердің қазылым кеңістігіндегі тұрғызылатын үйіндінің геометриялық формасы төңкерілген пирамида тәріздес болып келеді. Сол себепті, қабаттар жиегінің ұзындығы, жайпақ негізге орналасқан үйіндімен салыстырғанда, төменнен жоғары қарай үлкейеді. Төменгі қабаттарға төгудің тар жағдайларын ескере отырып, олардың қабылдау қабілеті жоғары орналасқан қабаттарды дамытуға тежеу болатынын ескеру қажет.

Көлбеу негізге орналасқан ішкі үйіндінің даму динамикасының моделі оның қабаттарының берілген параметрлерін (жұмыс алаңының ені, қабаттың биіктігі немесе белгісі, қиябеттің табиғи бұрышы), кенорнының тау-кен-геологиялық жағдайларын және үйіндінің тұрақты қиябет бұрышын ескеріп салынады [1].

Осындай күрделі мәселені үшөлшемді кеңістікте шешу үшін, шешімін тегіс есептер қатарына келуге мүмкіндік беретін, сандық модельдеу әдістемелері қолданылады.

Беткейлер, қиябеттер және үйінділер карьердің ашық динамикалық жүйесінің негізгі элементтері ретінде кеңістік пен уақытта өзгереді. Тау-кен жыныстары сілемінің жағдайы, 1-суретте көрсетілгендей, табиғи және техногендік факторларға байланысты.

Кенорны аймағының климаттық жағдайлары, қиябеттің тау-кен жыныстарының жағдайлары мен олардың тұрақтылығын анықтайтын, тау-кен жыныстарының ылғалдық режимін қалыптастырады және желден тозу процесінің дамуына жағдай жасайды. Әртүрлі литификациялық дәрежелі саз құрамды тау жыныстары атмосфералық және жерасты сулары негізінде ылғалдануға неғұрлым сезімтал. Карьер қиябеттерінің тұрақтылығы қиябет маңындағы жерасты сулары деңгейінің көтерілуінен, тау-кен жыныстарының сырғуға қарсылығының төмендеуінен, қиябет биіктігі мен оның тікжарлығының (крутизна) артуынан, сондай-ақ, карьер керпештері мен үйінділеріне түсетін қосымша салмақтардың өсуінен төмендейді [2].

Табиғи және техногендік сілемдердің жағдайы көп дәрежеде тау-кен техникалық факторлармен – карьер алабын ашу тәсілімен, қазу жүйесімен және жеке өндірістік процесстермен анықталады.

Беткейлік және үйінділік сілемдердің типтік сипаттау модельдерін жасағанда ескерілетін жағдайлар:

- кенорны аймағының геологиялық-құрылымдық позициясы;
- тау-кен жыныстарының тектоникалық жату жағдайлары;
- литологиялық-стратиграфиялық сипаттама;
- тау-кен жыныстарының физика-механикалық қасиеттерінің көрсеткіштері;
- кенорны аймағының гидрогеологиялық сипаттамасы;
- карьердің сызбадағы пішіні.

Келтірілген факторлар сілемнің деформациялануының механикалық моделін, қиябет тұрақтылығын есептеудің схемасын, сілемде мүмкін болатын деформация түрлерін, сілем жағдайы мен оған бағытталған әсерлерді бақылау әдістемелерін таңдауды анықтайды[3].




**1-сурет.** Карьерлерде тау-кен жыныстары сілемінің жағдайын анықтайтын факторлар

*Физика-географиялық және табиғи-геологиялық факторлар* карьерлерде қиябет кертпештері тұрақтылығын анықтауда маңызды рөль атқарады. Осы факторлар тобына мыналар кіреді: кенорны аймағының климаттық жағдайлары мен рельефі; тау-кен жыныстарының жату жағдайлары, кен-геологиялық қабат шегіндегі тау-кен жыныстарының заттық құрамы мен құрылымдық-текстуралық ерекшеліктері; табиғи және техногендік сілемдердің литологиялық құрамы.

Үйіндінің тұрақтылығына әсер ететін *табиғи-геологиялық факторлар* тобында мыналар аса маңызды болып табылады: 2-суретте көрсетілгендей, астыңғы негіздің рельефі және оның геологиялық құрылымы; жер беті ағысының ерекшеліктері; жауын-шашын түрлері мен саны.

Астыңғы негіздің үйінді қиябетіне қарай қисаюы оның тұрақтылығын төмендетеді, әсіресе үйіндінің астыңғы негізі немесе үйінді мен астыңғы негіз жанасуындағы тау-кен жыныстарының сырғуға қарысуы (сопротивление) үйінді жыныстарының сырғуға қарысуынан төмен болған жағдайда есеулі төмендейді. Сондай-ақ, жергілікті жердің рельефі жер беті ағыстарының қарқындылығын анықтайды. Жауын-шашын және ағып келетін сулармен толыға отырып, атмосфералық сулардың үйіндінің төменгі жиегіне жиналу жағдайында немесе су ағып шықпайтын ойыстарда үйінділердің орналасқан кезде үйінді жыныстары мен оның астыңғы негізі ылғалданады, тау-кен жыныстарының сырғуға қарысуы төмендейді, яғни, тұрақты үйінді қиябетінің биіктігі мен қиябет бұрышы азаяды.



**2-сурет.** Үйіндінің тұрақтылығына әсер ететін табиғи-геологиялық факторлар

Күзгі маусымда төгілетін үйінділерге түсетін жауын-шашын бөлігі үйіндіге сіңіп, қатты ылғалданған аймақтың пайда болуын туғызады. Атмосфералық сулардың сіңу тереңдігі құмды жыныстар үшін үлкен, ал сазды жыныстар үшін аз болатыны белгілі. Кесек қатты жыныстар үйіндісінде атмосфералық сулар астыңғы негізге дейін сіңеді. Төменгі температурада үйінді жыныстарлың біраз бөлігі біртіндеп мұздаған жағдайға өтеді. Мұздың пайда болуына байланысты үйінді жыныстарының байланысы күшейеді. Мұздың түзілу жылдамдығы мен көлемі жыныстар массасының ылғалдылығына, олардың кеуектілігіне, қуыстық ерітіндінің минералдық құрамына байланысты. Үйінді жыныстарының мұздау процесі кезінде төменгі еріген тау-кен жыныстары суы оларға ағып келеді. Судың келу мөлшері көп болған жағдайда үйінді жыныстарында ірі линза пішінді мұз қабатшалары пайда болады. Мұздың түзілуі кезінде, судың үлкеюіне байланысты, жыныстар массасының бастапқы құрылымы да бұзылады. Бұл факторлар үйіндіде әлсіреген беттердің пайда болуына және

еру кезінде үйінді жыныстары беріктігінің төмендеуіне ықпал етеді.

Көктем мезгілінде үйінді жыныстарының еруі қиябет беті мен кертпеш төбесінен басталады және белгілі бір уақыттан соң $h_0$ максимал тереңдікке жетеді. Бұл үйінді жыныстары беріктігінің еріген қабата күрт төмендеуіне әкеледі, себебі ылғалдың көп мөлшерде болуы, қопсыған құрылым мен үйіндінің әлі де ери қоймаған төменгі бөлігінде мұз құйыршықтарының болуы салдарынан мұндағы тау-кен жыныстары ағатын немесе ағуға жақын жағдайда болады.

Қыс мезгілінде үйінді жыныстарының мұздау тереңдігі ауаның температурасына, тау-кен жыныстарының сулық және жылуфизикалық қасиеттеріне, қар жабындысының қалыңдығы мен тығыздығына баланысты. Үйіндінің мұздау тереңдігін анықтау үшін А.В. Пашкевичтің қатқан саз бен құмды топырақ үшін алынған эмпирикалық формулаларды пайдалануға болады:

$$h_{қату}^{саз} = \left(2{,}3\sum T_M + 52\right), \text{ см}, \quad (1)$$

$$h_{қату}^{саз} = 1{,}2h_{қату}^{саз}, \text{ см}, \quad (2)$$

Мұндағы $\sum T_м$ —ортаайлық төменгі температуралардың қосындысы, градус.

Мұздаған саз жыныстары салмақ әсерінен ерігенде онда қуыстық қысым күшейе түседі, оның мәні еріп жатқан қатты мұздаған топырақ тығыздалуы (консолидация) жөнінде есепті шешу арқылы анықталады. Еру шекарасында жұқа қабаттағы қуыстық қысым сыртқы салмақтың толық мәніне жететінін және бұдан кейін (еру шекарасы төмендеген кезде) еру кезеңінің барлық еру аймағында тұрақты болатын белгілі бір деңгейге дейін төмендейтінін тәжірибелер көрсетеді.

Эксковаторлық үйіндіде жүргізілген бақылаулар мұздау-еру процестері үйіндіде осалданған беттердің пайда болуына әкеп соғатынын көрсетеді. Сондықтан, үйінді қиябеттерінің тұрақтылығы үйінділеу қадамы өскенде және үйінді биіктігі төмендегенде арттады.

*Климаттық факторлар* ішінде үйіндінің тұрақтылығына атмсфералық жауын-шашындар мен ауа температурасының өзгерістері ерекше әсер етеді. Атмосфералық сулар үйінді қиябетінің жыныстарын ылғалдандырады және сырғулар, құлаулар, суффозиялар және басқа да қолайсыз құбылыстардың пайда болып, дамуына ықпалын тигізеді. Үйінді жыныстарының ылғалдануы, суға толық қанығу аймақтарының үлкеюі және, осыған сәйкес, үйінді жыныстарының сырғуға қарысуының төмендеуі конустық кеңістікте және үйінді кертештері төбесіндегі басқа да ойыстарда жиналған атмосфералық сулардың сіңуі негізінен де туындайды[4].

Негізгі гидрогеологиялық факторларға мыналар жатады: сулы қабаттың жату тереңдігі, судың келуі, қарқыны, горизонттар арасында гидравликалық байланыстың болуы, сулы қабаттардың гидродинамикалық сипаттамалары. Гидрогеологиялық факторлар арқылы мына жағдайлар нақтыланады:

- ісінуге ықпал ететін, құм-сазды жыныстар қиябетінің беріктігін төмендететін және жергілікті деформациядануын болдыратын жерасты, жанбыр және еріген сулардың келуі;
- бөлек түйіршікті және құм-сазды жыныстар қиябетінің ағуына әкеп соғатын қиябет маңы сілемінде қозғалыстағы жерасты суларының гидродинамикалық қысымы;
- ұсақ бөлшектердің сыртқа шығарылуына жағдай жасайтын суффозия;
- карст жасалуына ықпал ететін тұзды құм-саз жыныстарының, карбонатты жыныстардың, галоидтардың сілтіленуі;
- карстық қуыстардың ашылуы немесе судың қозғалу режимінің бұзылуы (дренаж) нәтижесінде жерасты суларының кенеттен құйылуы.

*Инженерлік-геологиялық факторларға* сынамадағы тау-кен жыныстарының беріктігін, олардың тозуын және жарықшақтығын жатқызуға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Ракишев Б.Р. Приоритетные направления развития горных наук в Казахстане// Горный журнал Казахстана, - Алматы, -2013. - №1. – С.14-18.

2.B.R.Rakishev, O.S. Kovrov, Seituly K. Modeling slope stability of internal overburden dumps and quarry faces on equivalent materials// Progressive Technologies of Coal, Coalbed methane. And Ores. 2014 Taylor & Francis Grup, London, UK. P.427-432.

3.Shashenko A.H. Mechanics of mountain breeds : textbook for Institutions / of higher learning of A.H. Shashenko, V.P. Pustinko. - К.:Novi druk, 2004. - 400 p.

4. Ковров А.С. Оценка устойчивости естественных и искусственных породных откосов / А.Н. Шашенко, А.С. Ковров // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. трудов. – Д.: Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. - 2010. - Вып. 91. - С. 43-54.

5.Galperin A.M. Geomechanics of open mountain works / Galperin A.M.; Textbook for institutions of higher learning. - M.: Publishing house of the Moscow state mountain university, 2003. - 473 p.

6.Zisova A.A. Internal dump on the sloping founding and his receiving ability.GIAB, M. : 2004., p. 205-209.

7. « Multivariable analysis of stability of high internal dumps on the basis of numeral geomechanical models in the conditions of the hollow-sloping and sloping founding». Report on research work, Almaty, Kaz NTU, 2013.

Сеитулы К.

**Ранжирование факторов, влияющих на развитие геомеханических процессов в откосах отвалов**

**Резюме:** Необходимость использования выработанного пространства карьера для размещения вскрышных пород с экологической точки зрения не вызывает сомнения. Однако и на сегодняшний день применение систем с внутренним отвалообразованием на месторождениях с наклонным залеганием пластов весьма ограничено. Объясняется это как сложностью применения таких систем (достаточно затратный

механизм выемки именно в первые 10–12 лет, когда отрабатывается первоочередной блок) так и недостаточно исследованными процессами вскрытия и отвалообразования в период перехода на внутренний отвал.

**Ключевые слова:** Внутренний отвал, устойчивость отвал, горно-технически фактор, откос отвалов, физико-механических свойств пород.

Seituly K.

**Ranging of factors, influencing on development of geomechanical processes in slopes of dumps**

**Summary:** The use of space for the career of the overburden rocks from an environmental point of view. However, to date, the use of systems with internal storage capacity at oil fields with inclined layers of deposits is very limited. This is how the complexity of these systems (quite expensive excavation machinery in the first 10-12 years old, when is the primary unit) and insufficiently studied processes of opening and sailing education in the period of transition to the internal storage.

**Key words:** the Internal dump, stability is a dump, mining-technically factor, slope of dumps, physicist of mechanical properties of breeds.

УДК 553.981

**Ж.К. Шуханова., З.А. Ибрагимова**
(КазНТУ им.К. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, Shuhanovaz@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ БИТУМИНОЗНЫХ ПОРОД ПАРОГАЗОВЫМ СПОСОБОМ

**Аннотация:** Передача тепловой энергии пласту конвекцией заключается в нагнетании в скважину и переноса в пласте горячих теплоносителей, которые нагревают пористую среду [1]. Этим способом можно добиться ввода в пласт тепловой энергии в размерах, намного привышающих теплопроводные потоки. В то же время конвективный поток ограничивается приемистостью скважины и качеством нагнетаемого теплоносителя, но совершенно не зависит от условий теплопроводности пласта. В то же время конвективный поток ограничивается приемистостью скважины и качеством нагнетаемого теплоносителя, но совершенно не зависит от условий теплопроводности пласта.

**Ключевые слова:** битум, плавление, теплопередача, исследование.

Передачу тепла от одной части тела к другой или от одного тела к другому, находящемуся в соприкосновения с первым, обычно называют теплопроводностью. Аналитическая теория теплопроводности игнорирует молекулярное строение вещества, она рассматривается вещество не как совокупность отдельных дискретных частиц, а как сплошную среду-континуум. Такое модельное представление вещества может быть принято при решении задач распространения тепла, если размеры дифференциальных объемов достаточно между ними. Во всех расчетах и примерах тело предполагается однородным и примерах тело предполагается однородным и изотропным [2].

Всякое физическое явление, в том числе и процесс теплопередачи, происходит в пространстве и времени. Поэтому аналитическое исследование сводится к изучения физической величины-температуры, характерные для данного явления, такое как нахождению зависимости

$$T = f(x, y, z, \tau) \quad (1)$$

где $x, y, z$-пространственные координаты в декартовой системе, $\tau$-время.

Совокупность мгновенных значений температуры во всех точках изучаемого пространства называется температурным полем. Так как температура есть величина скалярная, то и температурное поле является скалярным полем. Различаются стационарное и нестационарное температурные поля.

Нестационарным температурным полем называется такое, температура которого изменяется не только в пространстве, но и с течением времени, или, как образно говорят «температура есть функция пространство и времени». Уравнение (1) есть математическая запись нестационарного поля.

Стационарным температурным полем называется такое поле, температура которого в любой его точке не изменяется во времени, такое является функцией только координат (установившееся состояние):

$$T = \Phi(x, y, z), \qquad \frac{\partial T}{\partial \tau} = 0 \tag{2}$$

В некоторых задачах нестационарное температурное поле переходит асимптотически в стационарное, когда $\tau \to \infty$.

Температурное поле, соответствующее управлению (1) или (2), является пространственным (трехмерным), так как Т есть функция трех координат. Если температура есть функция двух координат, то поле называется двухмерным:

$$T = F(x, y, z), \qquad \frac{\partial T}{\partial \tau} = 0$$

Если же температура есть функция одной координаты, то поле называется одномерным:

$$T = \varphi(x, z), \qquad \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial \tau} = 0$$

Примером одномерного температурного поля может служить поле неограниченной пластины (пластина, ширина и длина которой очень велики по сравнению с толщиной) при распространении тепла перпендикулярно к ее поверхности. Если точки поля, имеющие одинаковую температуру, соединить, то получится изотермическую поверхность. Пересечение изотермической поверхности плоскостью дает на этой плоскости семейство изотерм (линии, соответствующие одинаковой температуре [3]. Изотермические поверхности и изотермические линии не пересекаются между собой и при непрерывном поле не обрываются внутри него. Вдоль изотермы температура не изменяется, в любом другом направлении температура изменяется. Наибольший перепад температуры на единицу длины происходит в направлении нормали к изотермической поверхности. Возрастание температуры в направлении нормали к изотермической поверхности характеризуется градиентом температуры (grad T). Градиент температуры есть вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры,

$$grad\ T = 1_n \frac{\partial T}{\partial n} \tag{3}$$

где $1_n$-единичный вектор, направленный по нормами в сторону возрастания температуры, $\frac{\partial T}{\partial n}$ - производная температуры по направлению нормали *n* к изотермической поверхности. Следовательно, градиент температуры по нормали к изотермической поверхности. Составляющие градиента по осям декартовых координат равны соответствующим частным производным, так что

$$grad\ T = 1_x \frac{\partial T}{\partial x} + 1_y \frac{\partial T}{\partial y} + 1_z \frac{\partial T}{\partial z} \tag{4}$$

где $1_y$, $1_x$, $1_z$- ортогональные между собой векторы единичной длины, направленные по координатным осям. Это соотношение обусловлено тем обстоятельством, что любой вектор можно представить как векторную сумму трех векторов, направленных по координатным осям. Можно ввести понятие напряженности температурного поля по определению

$$E = -\ grad\ T \tag{5}$$

Вектор *E* называется вектором напряженности температурного поля.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крылов А.П., Глаговский М.М., Мирчинк М.Ф., Николаевский Н.М. «Научные основы разработки нефтяных месторождений», Гостоптехиздат 1948;
2. Лыков А.В., Теория теплопроводности. Москва «Высшая школа», 1967, стр.6-11.
3. Чекалюк Э.Б. «Термодинамика нефтяного пласта», Недра, 1965.

REFERENCES

1. Krilov A.P., Glagovskii M.M., Mirchinsk M.F., Nicolaevskii N.M. «Nauchnie osnovi razrabotki neftianih mestoroshdenii», Gostoptehizdat 1948;
2. Likov A.V., Teoria teploprovodnosti. Moskva «Vishai shkola», 1967, str.6-11.
3. Chekaliuk A.B. «Termodinamika neftinogo plasta», Nedra, 1965.

Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А.

**Бугазды тәсілмен битуминозды жыныстарды балқыту процесін зерттеу.**

**Түйіндеме.** Біріншімен жанасып отырған дененің бір бөлігінен екіншісіне немесе бір денеден екіншісіне жылудың берілуін әдетте жылу өткізгіштік деп атайды. Жылуөткізгіштің аналогиялық теориясы заттың молекулярлық құрылысын қабылдамайды, ол затты бөлек дискретті заттардың қосылысы ретінде емес, жазық континуум ортасы ретінде қарастырады. Заттың мұндай модельдік көрінісі егер дифференциалдық көлемдердің өлшемдері олардың арасында жеткілікті болған кезде жылуды тасымалдау тапсырмаларын шешу кезінде қабылдана алады. Барлық есептеулер мен мысалдарда дене біртекті және изотопты етіп көрсетіледі.

**Түйін сөздер:** битум, балқу, жылутасымалдағыш, зерттеу.

Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А.

**Исследование процесса плавления битуминозных пород парогазовым способом.**

**Резюме.** Передачу тепла от одной части тела к другой или от одного тела к другому, находящемуся в соприкосновения с первым, обычно называют теплопроводностью. Аналитическая теория теплопроводности игнорирует молекулярное строение вещества, она рассматривается вещество не как совокупность отдельных дискретных частиц, а как сплошную среду-континуум. Такое модельное представление вещества может быть принято при решении задач распространения тепла, если размеры дифференциальных объемов достаточно между ними. Во всех расчетах и примерах тело предполагается однородным и примерах тело предполагается однородным и изотропным.

**Ключевые слова:** битум, плавление, теплопередача, исследование.

Shukhanova ZH.K., Ibragimova Z.A.

**Research of process of melting of bituminous rocks in the paragas way.**

**Summary.** Transfer of heat from one part of a body to another or from one body to another, being in contacts with the first, usually is called heat conductivity. The analytical theory of heat conductivity ignores a molecular structure of substance, it is considered substance not as set of separate discrete particles, and as the continuous environment continuum. Such model representation of substance can be accepted at the solution of problems of distribution of heat if the sizes of differential volumes it is enough between them. In all calculations and examples the body is supposed uniform and examples the body is supposed uniform and isotropic.

**Key words:** bitumen, melting, heat transfer, research.

УДК 553.983

**Ж.К. Шуханова, З.А. Ибрагимова**
(КазНТУ им К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,
Shuhanovaz@mail.ru)

## РАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ И ВЫТЕСНИТЕЛЬ НЕФТИ

**Аннотация:** При вытеснении нефти в пористой среде пласта образуются граничные пленки с высоким поверхностным натяжением на границах раздела вода-нефть. В этом случае значительную роль играют капиллярные силы, особенно в пластах с низкой проницаемостью. Для преодоления этих сил требуются значительные дополнительные перепады давления, которые не всегда удается обеспечить.

**Ключевые слова:** нефть, теплоноситель, пласт, вытеснитель.

Эффективность теплового воздействия на нефтяной пласт в значительной степени зависит от правильности выбора рабочего агента, который должен способствовать быстрому перемещению горячей зоны в пласте и повышению нефтеотдачи пласта. Выбор теплоносителя-вытеснителя основывается на рациональном сочетании этих свойств. Скорость распространения горячей зоны может быть охарактеризована зависимостью:

$$U_T = \frac{k}{\mu}\left[\frac{\mu}{\mu_i}\frac{\Delta Q_{i1}}{\Delta Q_{n1}}\right]\frac{dp}{dr}, \quad (1)$$

где k-проницаемость пласта; μ- вязкость воды; $\mu_i$ -вязкость вытеснителя; $\Delta Q_{i1}$, $\Delta Q_{n1}$- прирост тепловой энергии в единицы объема теплоносителя и пласта при одинаковых изменениях температуры в *ккал/м*$^3$; $\frac{dp}{dr}$- перепад давления вдоль радиуса обрабатываемой части пласта в *кг/см*$^2$.

На основании зависимости скорости движения горячей зоны можно сравнить качество различных теплоносителей, применяемых для обработки пласта [1]. При заданных проницаемости пласта и перепаде давления скорость распространения горячей зоны, определяемая по формуле (1), зависит от значения коэффициента качества теплоносителя:

$$\lambda_i = \frac{\mu}{\mu_i}\frac{\Delta Q_{i1}}{\Delta Q_{n1}} \quad (2)$$

Где $\lambda_i$-безразмерный коэффициент, определяющей скорость распространение горячей зоны в пласте относительно скорости фильтрации воды в данных условиях.

Сравнивая коэффициенты $\lambda_i$ для различных вытеснителей, определяем их относительные теплоконвективные качества: чем выше коэффициент $\lambda_i$ , тем больше скорость распространения горячей зоны в пласте, тем выше темпы тепловой обработки пласта. Используя выражение (2), можно рассчитать коэффициенты качества теплоносителей, применяемых для обработки пласта. Коэффициенты различных теплоносителей для пласта, имеющего температуру T=25$^0$C, теплоемкость $c_п$=500 ккаль/м$^3\cdot{}^0$C и пористость m=20%.

Прирост теплосодержания в горячей зоне пласта рассчитываем по формуле:

$$\Delta Q_{n1} = c_i(T_i - T_0) + m\Delta Q_{i1} \quad (9)$$

Величина $\Delta Q_{n1}$ определяет расход тепловой энергии на обработку 1м$^3$ пласта при сплошном нагреве обрабатываемого участка пласта без учета теплопроводных утечек. В процессе эксплуатации нефтяных скважин часто происходит засорение призабойной зоне парафином. В результате этого производительность скважины резко снижается. Если призабойную зону прогреть, отложившийся в порах парафин начнет плавиться и приток нефти в скважину вновь увеличится. Подогрев призабойной зоны скважин осуществляют нагревателями различных конструкций: электронагревателями. Полезная мощность электронагревателей колеблется в пределах от 10 до 100 квт. Теплопроводной способность забойных газовых горелок обычно из-за ограниченности габаритов не превышает 1 млн. ккал/сутки, что соответствует мощности электронагревателя в 50 квт. Мощность дроссельных нагревателей в 2-3 раза больше, чем мощность забойных газовых

Максимальная эффективность прогревания призабойной зоны достигается при статическом равновесии жидкости. Характер тепловых процессов в пласте при нагнетании жидкости в скважину, обуславливается рядом факторов. К числу этих факторов относятся: интенсивный теплообмен между теплоносителем и скелетом пласта, вследствие большой площади взаимного контакта, наличие конвективного переноса тепла по направлению движения теплоносителя, возникновение тепловых эффектов. Кроме того, на тепловые процессы, происходящие в пласте, влияют сильное торможение тепловых эффектов, которое объясняется наличием большой инертной теплоемкости пористого тела пласта, и неизбежные тепловые потери как через кровлю, так и через подошву пласта.

Совокупность этих факторов учитывается решением дифференциального уравнения энергии потока жидкости в пористой среде пласта [2].

$$div\lambda gradT = c\frac{dT}{dt} + \lambda v gradi + myT\frac{ds}{dt} \quad (4)$$

где λ-теплопроводность пласта в ккал/м·ч·$^0$C; λ-объемный вес пласта в кг/м$^3$; *v*-скорость фильтрации в м/ч; *i*-энтальпия теплоносителя в ккал/кг; *s*-энтропия теплоносителя в ккал/кг·$^0$C; T-обсолютная температура в $^0$C.

Не все факторы учтенные в уравнении (4) имеют существенное значение для нагревания пласта. Например, эффект Джоуля-Томпсона и эффект адиабатического охлаждения практически не влияют на процесс, когда температура теплоносителя значительно выше температуры пласта. Допустимо также временно пренебречь тепловыми потерями. Тогда процесс нагревания пласта характеризуется более простым уравнением:

$$\frac{dT}{dt} = U_v \frac{dT}{dV} \tag{5}$$

Где $U_v$-объемная скорость конвективного переноса тепла в пласте м$^3$/ч; V-объем пласта в м$^3$.

Общие решение этого уравнения показывает, что имеющийся температурный профиль пласта в пространстве копирует изменения температуры теплоносителя во времени и перемещается в направлении нагнетаемого потока со скоростью конвективного переноса тепла:

$$U_v = \frac{C_i}{C_p} v_i \tag{6}$$

где $v$-объемная скорость фильтрации в м$^3$/ч.

С течение времени по пути прохождения теплоносителя температурный профиль медленно расплывается и температурные скачки сглаживаются [3]. Приобретенное пластом тепло одновременно теряется через кровлю и подошву пласта, и средняя температура пласта на фронте нагретой зоны постепенно понижается. Простой температурный профиль пласта формируется при нагнетании однородной жидкости с постоянной температурой. В случае фазовых изменений в пласте температурный профиль усложняется.

ЛИТЕРАТУРЫ

4. Крылов А.П., Глаговский М.М., Мирчинк М.Ф., Николаевский Н.М. «Научные основы разработки нефтяных месторождений», Гостоптехиздат 1948;
5. Чекалюк Э.Б. «Термодинамика нефтяного пласта», Недра, 1965.
6. Оганов К.А. «Основы теплового воздействия на нефтяной пласт», Москва 1967;

REFERENCES

4. Krilov A.P., Glagovskii M.M., Mirchinsk M.F., Nicolaevskii N.M. «Nauchnie osnovi razrabotki neftianih mestoroshdenii», Gostoptehizdat 1948;
5. Chekaliuk A.B. «Termodinamika neftinogo plasta», Nedra, 1965.
6. Oganov K.A. «Osnovi teplovogo vozdeistvia na neftinoi plast», Moskva 1967;

Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А

**Рациональді жылутасымалдағыш және мұнайды шегеру**

**Түйіндеме.** Қабатқа жылу әсерлердің барлық тәсілдері мұнайды жылжыту, балқыту шарттарымен туындайды, өйткені олар оның тұтқырлығын және құмды қабаттардың сыртқы беттерін алып тастай алады. Мұндай жағдайда мұнайдың жылжуына қысымның кіші өзгермелігі қажет етіледі. Жылу процесс әсерінің тиімділігі қабатты толығымен жылу алу коэффициентімен анықталады.

**Түйін сөздер:** мұнай, жылутасымалдағыш, қабат, шегеру.

Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А

**Рациональный теплоноситель и вытеснитель нефти**

**Резюме.** Все методы теплового воздействия на пласты создают условия подвижности нефти, так как они снижают ее вязкость и снимают пленки, которые обволакивают песчинки пород, слагающих пористую среду пласта. При таких условиях для движения нефти требуются меньшие перепады давления. Эффективность процесса теплового воздействия определяется коэффициентом охвата пласта процессом как по мощности, так и по площади.

**Ключевые слова:** нефть, теплоноситель, пласт, вытеснитель

Shukhanova ZH.K., Ibragimova Z.A.

**Rational heat carrier and displacer of oil**

**Summary.** All methods of thermal impact on layers create conditions of mobility of oil as they reduce its viscosity and remove films which envelop grains of sand of the breeds composing the porous environment of layer. Under such circumstances for the movement of oil smaller pressure differences are required. Efficiency of process of thermal influence is determined by layer coverage coefficient process both by power, and by the area.

**Key words:** oil, heat carrier, layer, displacer

ЖОК 669.431.2+669.332

**А.Р. Мамбеталиева, Т.С. Даулетбаков**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

## ТОТЫҚҚАН ПОЛИМЕТАЛДЫ ӨНЕРКӘСІПТІК ӨНІМДЕРДІ СУЛЬФИДТІ МАТЕРИАЛДАРМЕН ӨҢДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Түйіндеме**. Қорғасынды сульфидті концентраттар мен аралық өнімді және кешенді мыс – қорғасын – мырыш концентраттарын мырыш қоқысының төменгі қабатындағы балқымасын табиғи газбен үрлеу арқылы өңдеу әдістемесі мен аппараттары жасалды.

**Түйін сөздер:** полиметалдық шикізат, қож, қалпына келтіретін балқыту, штейн, табиғи газ

Минералды және отын-энергетикалық қорларды кешенді пайдаланудың көбеюі, жаңа қалдығы аз және қалдықсыз технологияларды жасау, бүкіл әлемдік экономиканың барлық түрдегі қорлары мен өндірістің қуатын толық пайдалану ғылыми-техникалық процесті дамытудың басты мәселесі болып табылады.

Түсті металлургиядағы бұл мәселе қолда барды жетілдіру және қарқындату негізінде ғана емес, сонымен бірге шикізаттарды кешенді пайдаланумен қатар жаңа технологиялық сұлбаны енгізу және әзірлеу болып саналады.

Бұл мәселе толығымен, кендер қорының үзіліссіз азаюына байланысты, ауыр түсті металдарды өндіруге де қатысты. Қорғасын металлургиясында қолданыстағы дәстүрлі сұлбалар, сульфидтік өнеркәсіп өнімдерінің бірнешеуін атап айтқанда, штейнді, шликерді алуды назарда ұстайды. Кәзіргі кезде бұл өнімдер мыс қорыту зауыттарында қайта өңделеді, мұнда қорғасын мен мырыштың көп бөлігі жоғалады. Бұл шикізат өте маңызды болып саналады.

Сонымен, штейннің құрамындағы мыстың мөлшері, %: мыс – 49–54; қорғасын– 18,9–26; мырыш – 1,5–3; күкірт – 19–22,4; шликерде: қорғасын – 52–70; мыс – 8–27; мырыш– 2,8–4,6; күкірт– 3,5–5,2;

мышьяк – 1,5–6,5; сурьма – 1,2–6,8 құрайды.

Бұдан басқа, шахталық балқыту шикіқұрамы ішінде мышьяк пен сурьма мөлшерінің жоғарылауы тотықсыздандырғыш атмосферасы шартында жеке өнім –шпейза пайда болады, оның құрамына төмендегілер кіреді,

% (масса бойынша): мышьяк – 2–24; сурьма – 1–6; темір– 8–58; қорғасын– 5–28; мыс – 1,2–14; күкірт– 1,5–3.

Мыстың, қорғасынның, мырыштың жоғары мөлшерлерін ескере отырып, сонымен қатар сурьманың болуы, мұндай өнеркәсіптік өнімдерді барлық бағалы құраушыларын кешенді алумен қайта өңдеуді талап етеді.

Минеральды шикізаттарды кешенді пайдалану бойынша келешегі бар әдістердің бірі, сулфидтерді сутегі немесе табиғи газбен тура тотықсыздандыру әдісі саналады [1, 2].

Балқыған сульфидті жүйелерді бұндай тотықсыздандырғыштармен тікелей өңдеу, металдарды әртүрлі өнімдерге таңдамалы шығарып алуға мүмкіндік береді. Онда, құрамында күрделі көпметалды қорғасын- мырышы бар матариалдарды өңдеу кезінде, қорғасын металл түрінде, мыс пен темір штейнге, ал мырыш – айдандыға өтеді.

Қорғасын және мырыш сульфидтерін тура тотықсыздандыру үшін, табиғи газды пайдалану өте тиімді, өйткені Қазақстанда оның қоры өте көп, және оны өндіру сутегіне қарағанда арзанға түседі.

Тәбиғи газдың негізгі компоненті – метан металдың сульфидімен келесі сұлба бойынша өзара әсерлеседі

$$CH_4 + 4MeS = 4Me + CS_2 + 2H_2S. \quad (1)$$

Бұдан басқа, метанның бір бөлігі және басқа көмірсутектері температураның әсерінен термиялық ыдырайды:

$$CH_4 = C + 2H_2. \quad (2)$$

Босаған көміртегі мен сутегіде сульфидпен келесі реакциялар бойынша өзара әсерлеседі:

$$2MeS + C = 2Me + CS_2\ , \quad (3)$$

$$MeS + H_2 = Me + H_2S. \quad (4)$$

Бұл бағытта көптеген ғылыми зерттеулер жүргізілуде. Сонымен, [1] жұмыста шахталық қорғасын балқымасының түйіршіктелген қожын шикіқұрамды табиғи газбен үрлеу арқылы өңдеу кезінде жоғары көрсеткіштерге қол жеткізілді.

Қорғасынды қара металға өткізу 1250ӘС температурада өңдегенде өткізу 94–96 %, мысты штейнге өткізу – 80 %, мырышты айдандыға өткізу -47–49 % құрады.

Мырышты айдандыға өткізудің салыстырмалы төмен көрсеткішті авторлар күкірттің жетіспеуімен түсндіреді, сондықтан шығатын газдағы күкіртсутегінің концентрациясы азаяды, бұл кері сульфидирленудің шарт-тын төмендетеді.

Біз қорғасынды сульфидті қорғасынды, штейндерді, шликерлерді және шпейзді шикіқұрамды табиғи газбен үрлеумен бірге өңдеу зерттелді. (кесте 1). Күкіртсутегінің түзілуін болдырмау мақсатында және бағалы компоненттерді өткізу үшін, шахталық қорғасынды балқымасына қож енгізілді.

Тәжірибелер электрпешінде балқыманың температурасы 1250–1270ӘС және табиғи газбен үрлеу ұзақтылығы 90–120 мин. аралығында орындалды.

1-кесте. **Балқытуға арналған бастапқы материалдың құрамы, %**

| Материал | Pb | Cu | Zn | Fe | S | CaO | $SiO_2$ | As | Sn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Концентрат | 42,8 | 3,1 | 14,5 | 8,3 | 19,2 | – | – | – | – |
| Штейн 1<br>**Штейн 2** | 24,1<br>19,2 | 49,3<br>52,4 | 1,5<br>2,8 | 2,3<br>1,5 | 18,8<br>18,9 | – | | – | – |
| Қож | 1,8 | 0,3 | 12,4 | 24,6 | – | 15,7 | 26,4 | – | – |
| Шликерлер | 59,8 | 12,2 | 4,1 | 3,8 | 4,3 | 0,1 | 0,4 | 4,7 | 3,2 |

2-кестеде штейнді, шликерлерді және түйіршіктелген қожды бірге өңдеудің тәжірибе нәтижелері келтірілген. Өңделетін шикіқұрамның құрамы төмендегідей, %: штейн – 40, шликерлер – 30, түйіршіктелген қож – 30.

2-кесте. **Штейнді, шликерлерді және түйіршіктелген қожды бірге өңдеудің тәжірибе нәтижелері**

| Штейннің құрамы | Өңдеу уақыты, мин | Тиеуден % өнімдердің шығымы | | | | Металды алу ,% | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Қара қорғасын | Штейн | Қож | Айдандылар | Қара қорғасын | Айдандыдағ қорғасын | штейндегі мыс | Айданды. мырыш |
| 1 | 60 | 30,6 | 23,4 | 35,6 | 8,7 | 88,4 | 0,5 | 94,2 | 94,2 |
| 1 | 90 | 29,2 | 24,3 | 35,8 | 9,3 | 90,8 | 0,9 | 95,2 | 95,1 |
| 2 | 60 | 28,3 | 24,6 | 36,7 | 8,9 | 89,5 | 1,2 | 95,8 | 94,7 |
| | 90 | 27,8 | 25,1 | 36,9 | 9,2 | 92,8 | 1,5 | 96,2 | 95,8 |

3-кестеде қорғасынды концентраттың, штейндердің, шликерлердің және түйіршіктелген қождар араласпаларын тура тотықсыздандыру нәтижелері келтірілген.

Шликерлерде және шпейзаларда күкірт мөлшерінің аз болуына байланысты, оның жетіспеуі қорғасынды концентрат шикіқұрамына қосылатын мөлшері есебінен толықтырылады, бұл оның құрамындағы күкірт есебінен қара қорғасынмен жоғалатын мысты төмендетуге мүмкіндік берді.

Демек, шикіқұрамдағы сульфидті қорғасынды концентраттың мөлшері 40 % болғанда, қара қорғасындағы мыстың мөлшері 0,88 % дейін төмендейді.

Өңделуге тиісті шикіқұрамның бастапқы құрамы келесідей: қорғасын концентраты 40 % , шликерлер 20 %, 15 % шпейза және түйіршіктелген қождар 25 %:

Пештің температурасы 1200–1250ӘС болғанда табиғи газбен 90 минут үрленді.

3-кесте. **Қорғасынды концентрат, штейндер, шликерлердің және түйіршіктелген қождар араласпаларын тура тотықсыздандыру нәтижелері.**

| Тиеуден өнімдердің шығымы,% | | | | Қорғасынның бөлінісуі, % | | | | Мыстың бөлінісуі, % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Қара қорғасын | Штейн | Қож | Айдандылар | Қара қорғасын | Штейн | Қож | Айдандылар | Штейн | Айдандылар |
| 50,3 | 10,2 | 29,6 | 9,7 | 93,4 | 1,5 | 2,1 | 3,4 | 83,4 | 7,1 |
| 50,8 | 10,4 | 29,2 | 9,2 | 94,1 | 1,6 | 1,9 | 3,2 | 84,7 | 6,5 |
| 51,5 | 11,3 | 28,5 | 8,6 | 94,7 | 1,3 | 1,8 | 2,7 | 85,9 | 6,8 |
| 50,6 | 10,8 | 28,1 | 8,5 | 93,8 | 1,5 | 1,9 | 2,8 | 85,0 | 6,6 |
| 51,2 | 11,1 | 28,3 | 8,1 | 95,0 | 1,4 | 1,7 | 2,5 | 86,2 | 7,0 |

Осы шарттарда мырыштың айдандыларға өтуі 74–76 %, ал сурьма мен мышьякты өткізу –88–90 % құрады.

Осылайша, алынған деректер құрамында қорғасыны бар сульфидті шикізаттарды табиғи газбен тікелей тотықсыздандыра қайта өңдеу негізінен мүмкін екендігін көрсетеді.

Қорғасынды, мысты және мырышты өнімдерге сәйкесінше жарамды бөлу таңдамалылығына қол жеткізілді.

Сонымен, қорғасынды қара металға 88–94 %, мысты штейнге өткізу – 86–96 % құрады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Онаев И.А., Спитченко В.С. Восстановление сульфидов. Алма-Ата: Наука, 1988. 141 с.
2. Алиханова А.С., Маймаков А.Т., Даулетбаков Т.С. Восстановление свинца и цинка из их сульфидов // Вестник КазНТУ. Алматы, 2003. № 2. С. 104-108.

REFERENCES

1. Онаев И.А., Spitchenko B.C. Restoration of sulfides. Alma-Ata: Science, 1988. 141 p.
2. Alikhanov AS, AT Maimak, Dauletbakov TS Recovery of lead and zinc from sulphides//Vestnik KazNTU. Almaty, 2003. № 2. pp 104-108.

Мамбеталиева А.Р., Даулетбаков Т.С.

**Технология переработки окисленных полиметаллических промпродуктов с сульфидными материалами.**

**Резюме.** В статье разработана методика и аппаратура по переработке свинцовых сульфидных концентратов и промпродуктов и коллективного медно-свинцово-цинкового концентрата в расплавах под слоем цинкового шлака с продувкой расплава природным газом.

**Ключевые слова:** полиметаллическое сырье, шлак, восстановительная плавка, штейн, природный газ

Mambetalieva A.R, Dauletbakov T.S.

**Technology for processing of oxidized polymetallic sulfide materials middlings**

**Summary.** The method and equipment have been developed for processing of lead sulfide concentrates and intermediate products and collective copper-lead-zinc concentrate in melts under a layer of zinc slag melt blowing natural gas.

**Key words:** polymetallic raw materials, slag, smelting reduction, matte, natural gas

УДК 533.6.001.8

**Қ.Е. Арыстанбаев[1], Г.О. Апсеметова[2], К.А. Махамбетов[1]**
([1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
[2]Шымкенсткий аграрный колледж
Қазақстан, Шымкент қаласы, erdesova@mail.ru)

## СПОСОБ ЗАЩИТЫ НАСОСОВ ОТ «СУХОГО ХОДА» НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Аннотация.** В данной статье предложен способ защиты погружных скважинных насосов от «сухого хода» с помощью реле уровня на базе программного обеспечения (ПО) Siemens Step 7 и WinCC flexible, приведена имитационная модель работы насосной станции по перекачке продуктивного раствора в цех переработки природного урана.

**Ключевые слова:** скважинный погружной насос, имитационная модель, продуктивный раствор, добыча урана.

Актуальность работы. Уран является одним из видов топлива для ядерной энергетики и рассматривается как стратегический материал для военных целей и обеспечения энергетической независимости страны.

Традиционный способ добычи заключается в извлечении руды из недр, ее дроблении и обработке для получения искомых минералов. В технологии подземного скважинного выщелачивания (ПСВ), также известного как добыча растворением, руда остается на месте залегания, и через нее прокачиваются жидкости для выщелачивания минералов из руды [1].

Совершенно очевидно, что возможности способа подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) еще далеко не раскрыты, применение его сегодня основано в первую очередь на сравнительно небольшом практическом опыте предыдущих лет. В статье предлагается разработать способ защиты насосов от «сухого хода» на основе современного программного обеспечения, который несомненно будет способствовать увеличению надежности работы насосов, снижению затрат, улучшению условий труда и повышению экологической безопасности при добыче урана.

Постановка задачи. На сегодняшний день на насосных станциях по перекачке продуктивного раствора в цех переработки природного урана, защита насосов от «сухого хода» срабатывает только при аварии по минимальному давлению. В связи с изложенным, в данной работе выявляется необходимость в разработке способа защиты насосов от «сухого хода» с помощью реле уровня на базе программного обеспечения (ПО) Siemens Step 7 и WinCC flexible, где параллельно следует выполнить работы по установке уровнемера на пескоотстойник.

Добыча урана методом подземного выщелачивания

Метод подземного скважинного выщелачивания является наиболее привлекательным способом добычи урана с точки зрения упрощенности технологических операций, рисунок 1. При данном методе не происходит изменения геологического состояния недр, так как не производится выемка горнорудной массы [1].

Общая поверхность земли, занимаемая полигоном подземного выщелачивания и перерабатывающим цехом для получения 500 метрических тонн U/год U3O8, в 3-4 раза меньше площади, занимаемой типичным гидрометаллургическим заводом на эту же производительность. В процессе скважинного выщелачивания в подвижное состояние в недрах переходит и выводится на поверхность менее 5% радиоактивных элементов по сравнению со 100% при традиционных способах добычи урана. Серная кислота при контакте с породой превращается в гипс, поэтому при данной технологии не остаётся в земле элементов, которых там нет. Небольшие размывы, которые могут иметь место, быстро устраняются, т.к. при утечках технология не работает. Здесь отпадает необходимость строительства хвостохранилищ для хранения отходов с высоким уровнем радиации. Есть маленькие пескоотстойники, которые после завершения добычи легко рекультивировать [2].

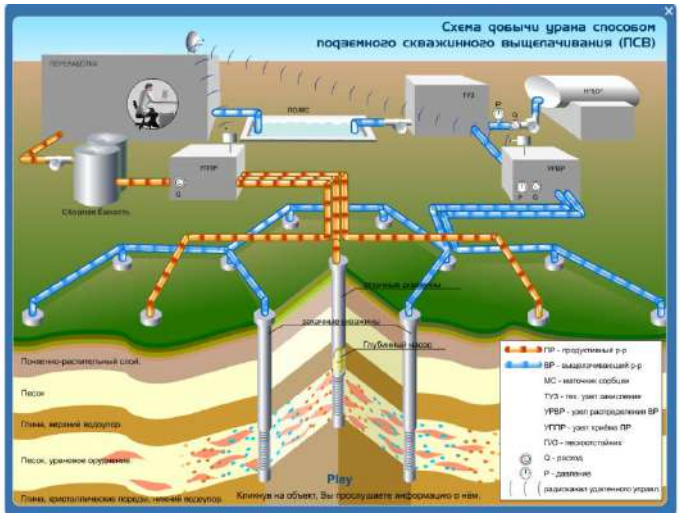



**Рис. 1.** Схема добычи урана способом подземного скважинного выщелачивания

Способы защиты насосов от «сухого хода». «Сухой ход», а именно работа насоса без жидкости, наравне с проблемой стабильного и качественного энергоснабжения, относится к наиболее частым причинам выхода из строя как насосной части, так и всего насоса в целом. Это, в равной степени, относится как к поверхностным, так и к погружным скважинным насосам.

Основные виды защиты от «сухого хода» следующие:

Поплавковый выключатель (поплавок) - достаточно недорогое и надежное средство в защите от «сухого хода» при перекачивании воды из емкостей или колодцев. Стоит отметить, что этот принцип защиты от "сухого хода" реализован практически во всех колодезных насосах различных производителей. Но, поплавок не лишен недостатков, в частности он не универсален, в скважине или сетевом трубопроводе его достаточно сложно установить. Следовательно необходимо искать другие виды защиты.

Реле давления с защитой по «сухому ходу». Данный метод используется на насосных станциях по перекачке продуктивного раствора в цех переработки природного урана. Это устройство

представляет собой обычное реле давления с дополнительной функцией размыкания контактов при падении давления ниже порогового уровня. Обычно этот уровень задается заводом-изготовителем на уровне 0.4 - 0.6 бар и регулировке не поддается. При нормальных условиях эксплуатации, давление в системе не может упасть ниже этих значений, поскольку все насосы, используемые для частных нужд, работают при значительно большем давлении (от 1 бар и выше). Снизиться до 0.4 - 0.6 бар давление может практически только в одном случае - если в насосе отсутствует жидкость. Нет жидкости - нет давления, и реле регистрируя «сухой ход» размыкает контакты, питающие насос. Заново запустить насос можно будет только вручную, предварительно установив и устранив причину возникновения «сухого хода». Насос же перед новым запуском опять придется заполнять водой.

Реле потока с функциями реле давления (прессконтроль). Многие производители предлагают использовать вместо гидробака и реле давления компактное устройство - так называемое "реле потока" (либо прессконтроль). Данное реле подает команду на включение насоса при падении давления в системе до 1.5 - 2.5 бар, в зависимости от настройки. Отключается же насос после прекращения водозабора, ввиду отсутствия протока жидкости через реле. Защита по «сухому ходу» осуществляется благодаря встроенному в реле датчику протока, который регистрирует фактический расход жидкости через реле. Отключение насоса происходит с короткой задержкой по времени, после регистрации сухого хода, что не влияет на работоспособность насоса. Кроме этого, прессконтроль выполняет и другие защитные функции, например, защита по току и напряжению. Основное преимущество прессконтроля - очень малые габариты и вес. Средний срок службы таких устройств не превышает 1 - 1.5 года.

Реле уровня представляет собой электронную плату, к которой подключается несколько датчиков (электродов). Обычно их три, один контрольный и два рабочих. Датчики подключаются к реле обычным одножильным электрическим проводом, и служат только лишь для подачи сигнала. Принцип следующий: датчики опускаются в скважину на разных уровнях и при опускании уровня воды ниже контрольного датчика, который должен располагаться немного выше уровня установки самого насоса, сигнал от него передается в реле уровня и подается команда на остановку насоса. После того, как вода поднимется выше контрольного датчика, насос автоматически запустится. Этот способ защиты является очень надежным, однако и немного более дорогим чем остальные. Также его возможно применять и в случае откачивания воды из емкостей. Само же реле уровня располагается в защищенном от влаги, месте.

В данной работе предлагается на базе программного обеспечения (ПО) Siemens Step 7 [3] и WinCC flexible автоматизировать работу насосной установки по перекачке продуктивного раствора с помощью реле уровня, рисунок 2.

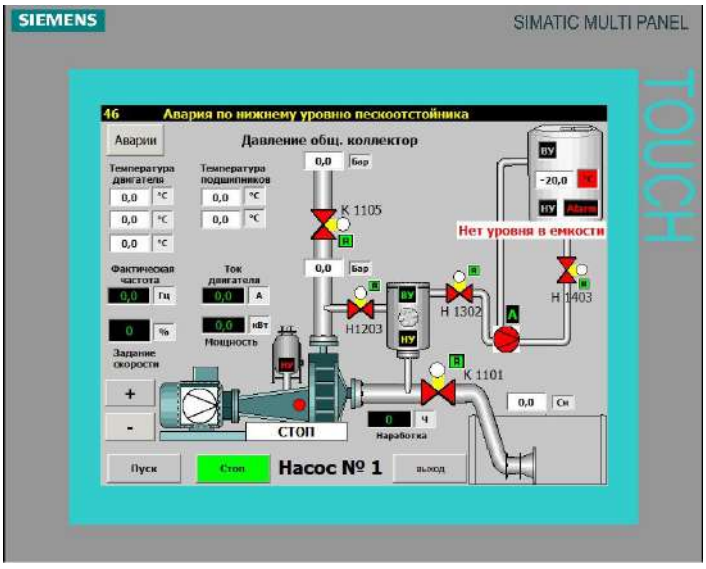



**Рис. 2.** Управление работой насоса по нижнему уровню в пескоотстойнике

На третьем рисунке представлена работа, проведенная по настройке и защите насоса, вакуумной системы и давления на общем коллекторе

Задачи исследований, которые могут быть решены основываясь на данную статью:

- на базе ПО Siemens Step 7 и WinCC flexible смоделировать имитационную модель работы погружными скважинными насосами;
- разработка системы автоматического регулирования остановом и пуском погружного скважинного насоса;
- разработка распределенных автоматизированных компьютерных систем типизации участков добычи и проектирования схем расположения и параметров технологических скважин;
- создание необходимой нормативной документации для автоматизированных систем типизации участков и проектирования их схем вскрытия.

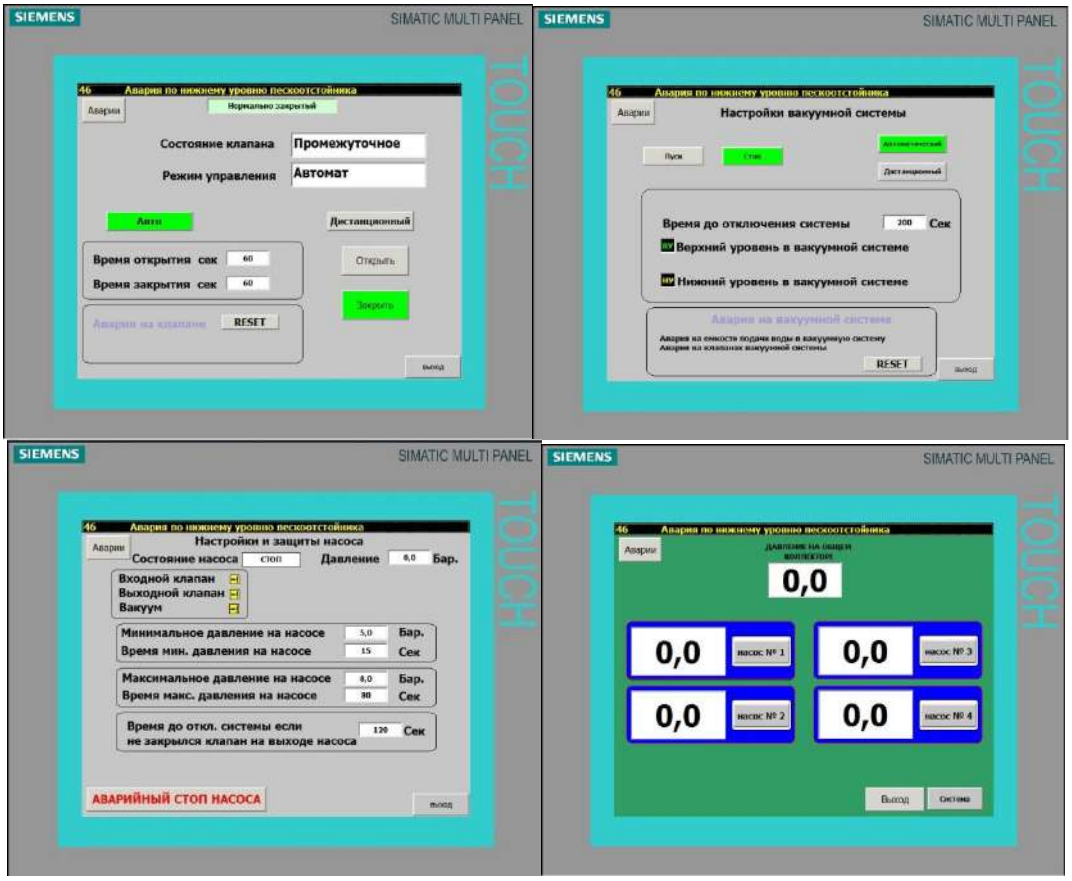



**Рис. 3.** Имитационная модель работы насосной станции

**Заключение.** Основные научные результаты, выводы и практические рекомендации сводятся к следующему.

1. Разработана мнемосхема автоматического пуска и остановки насоса по перекачке продуктивного раствора в цех переработки природного урана.
2. Разработана имитационная модель алгоритма защиты насосов от «сухого хода» с помощью реле уровня на базе программного обеспечения (ПО) Siemens Step 7 и WinCC flexible.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арене В.Ж. Скважинная добыча полезных ископаемых (геотехнология) М, - Недра. - 1986. - 279 с.
2. Underhill D.H. Analysis of Uranium Supply to 2050 // International Symposium on the Uranium Production Cycle and the Environment. Vienna, Austria, 2-6 October 2000, P. 15-40.
3. Ганс Бергер Автоматизация с помощью программы STEP 7 LAD и FBD. Издание 2-е переработанное: М. 2008, 605 с.

REFERENCES

1 Arena V.ZH. Borehole production of minerals(geotechnology) M, - Nedra. – 1986. – 279 p.

2 Underhill D.H. Analysis of Uranium Supply to 2050 // International Symposium on the Uranium Production Cycle and the Environment. Vienna, Austria, 2-6 October 2000, P. 15-40.

3 Gans Berger. Automation by means of the program STEP 7 LAD and FBD. Edition was revised: M. 2008, 605 p.

Арыстанбаев Қ.Е., Апсеметова Г.О., Махамбетов К.А.

**Заманауи бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде сорғыштарды «құрғақ жүрістен» қорғау тәсілі**

**Түйіндеме.** Осы мақалада Siemens Step 7 және WinCC flexible бағдарламалық қамтамасыз ету негізінде деңгей реленің көмегімен бұрғылау батырмалы сорғыштарды «құрғақ жүрістен» қорғау тәсілі ұсынылған, табиғи уранды қайта өндеу цехына өнімдік ерітінді қайта айдау сорғыш станцияның жұмыс істеу имитациялық моделі келтірілген.

**Кілттік сөздер:** бұрғылау батырмалы сорғыш, имитациялық моделі, өнімдік ерітінді, уран өндеуі.

Arystanbayev K., Apsemetova G., Makhambetov K.

**Way of protection of pumps against "the dry running" on the basis of the modern software**

**Summary.** In this article the way of protection of submersible borehole pumps against "the dry running" by means of the level relay on the basis of the software of Siemens Step 7 and WinCC flexible is offered, the imitating model of work of pump station on pumping of productive solution is given to shop of processing of natural uranium.

**Key words:** borehole submersible pump, imitating model, productive solution, uranium production.

ЖОК 622.882.064

**Т. Қалыбеков, Ы. Жақыпбек, Е.Қадылхан**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, moldir_09@mail.ru)

## МҰНАЙ-ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУДЕГІ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛИГОНДЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР ТӘСІЛДЕРІ

**Андатпа.** Мақалада мұнай және газ кенорындарын игеру кезіндегі геодинамикалық полигонды жобалаудың және геодезиялық өлшеулерді жүргізудің тәсілдері қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** геодинамикалық полигон, жобалау, деформация, жылжу, өлшеу, нивелирлеу.

Мұнай және газ кенорындарын игергенде жер қойнауынан кәсіпшіліктің өнімділігіне байланысты едәуір көлемде сұйық шығарылады. Осының себебінен жер қойнауындағы қалыптасқан кернеулік-деформациялық жай-күй кенорында өндіруші ұңғымалардың орналасуына қарай өзгеріске ұшырайды да, жер бетінің жылжуы пайда болады. Ұңғымалардан шығарылатын сұйық көлемдерінің әртүрлі болатындығынан кенорны аумағындағы жер бетінің жылжуы вертикал және горизонтал бағыттарда болуы мүмкін. Сол кезде болатын деформациялар әсері кенорнын игерудің жайғастыру нысандарына күтілмеген нұқсан келтіреді. Осындай келеңсіз жайттарды алдын ала біліп отыру мақсатымен мұнай және газ кенорындарын игеру барысында болатын деформацияларды зерделеу үшін геодинамикалық полигон құрылуы тиісті [1,2].

Мұнай және газ кенорындарын игерудегі жер бетінің жылжуын зерделеу мынадай мақсатта жүргізіледі:

- мұнай-газды өндіру қарқындылығының және кенорындарын ұзақ мерзімде игерудің жер бетінің вертикал және горизонтал жылжуына әсерін айқындау;
- кенорындарын игерудің зиянды әсерінен жұмыскерлер мен тұрғындардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету, жер қойнауы мен қоршаған табиғи ортаның нысандарын, кәсіпшіліктегі ғимараттар мен имараттарды қорғау;
- суқоймалардың тазалығын қамтамасыз ету, табиғи нысандардың мұнай өнімдерімен және химиялық реагенттерімен ластануын болдырмау;
- игерілетін қойнауқаттан жоғары немесе төмен орналасқан горизонттарды барлаудағы геологиялық карталар мен қималарды құруда вертикал жылжуларды есепке алу;

- кенорнын игерудің технологиялық жобалық құжаттамасын жасағанда жер бетінің жылжуын есепке алу;

- вертикал және горизонтал жылжулардың санды зерделенуін осы кенорнына ұқсас кенорындарында пландық-биіктік геодезиялық тораптарды құруда есепке алу және жоғары дәлдікті өлшеулердің әдістемесін жетілдіру.

Кенорнында геодинамикалық полигонды құруды ұйымдастыру үшін мынадай материалдардың болуы қажет:

- аэрофототүсірістің дешифрлеу, ғарыштық, геофизикалық және гравиметриялық түсірістердің мәліметтері бойынша құрылымдық элементтері бар кенорнының геологиялық картасы;

- қойнауқат таужыныстарының және жер бетіне дейінгі барлық жоғары орналасқан қойнауқат қалыңдығының геологиялық сипаттамалары бар профилдік сызықтар бойынша қималар:

- нақтылы қолданыстағы және жобалық ұңғымалардың сипаттамалары бар кенорнын игеру картасы;

- кенорнында сұйық-газдардың соңғы жылдар бойынша шығарылуы туралы мәліметтер, сондай-ақ кенорнын игеруден бастап ағымдағы қойнауқаттық қысымның сипаттамасы;

- масштабтары 1:2000 және 1:10000 кенорнын жайғастырудың маркшейдерлік пландары мен топографиялық карталары;

- мемлекеттік пландық және биіктік геодезиялық торапты енгізетін геодинамикалық полигон ауданының және жақын орналасқан аумақтың геодезиялық зерделенгендік масштабтары 1:10000-1:100000 топографиялық карталары.

Кенорындарында мұнайды өндірудегі жер бетінің жылжуын кешенді зерделеу мынадай жұмыстарды жүргізуді енгізеді:

- кенорнының геологиялық құрылымын зерделеу;

- кенорнының игеру параметрлерін зерделеу;

- гидрогеологиялық зерттеулер;

- кенорны игерілетін алаң аумағында геодинамикалық полигонды құру және жоғары дәлдікті геодзиялық бақылауларды жүргізу арқылы зерделенетін нүктелерде жылжудың горизонтал және вертикал векторлері құрауыштарын санды бағалау;

- кенорнынан сұйық-газды шығару нәтижесінде жер қойнауындағы динамикалық тепе-теңдіктің бұзылуы кезіндегі гравитациялық және магниттік өрістің өзгеру заңдылықтарын зерделеу;

- жер қойнауының және коллектор қаңқасының сындарлы кернеулерін зерделеу;

- атмосфералық қысымды, температураны, ауа ылғалдылығын, жел жылдамдылығын, жауын-шашынды және т.б. метеорологиялық бақылауларды жүргізу.

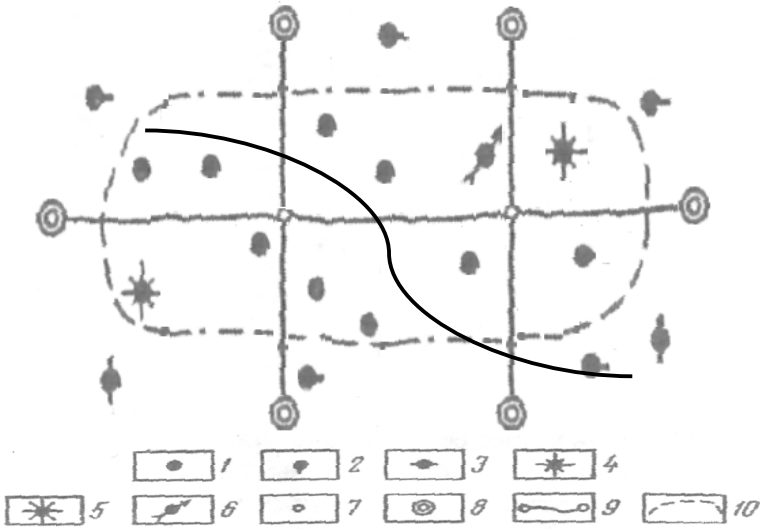
Геодинамикалық полигон зерделенетін кенорнында профилдік сызықтар түрінде салынады да, жер бетінде грунттық реперлермен және маркалармен бекітілген жүйе түрінде құрылады. Осы құрылған полигонда белгіленген жиілікте жоғары дәлдікті пландық-биіктік геодезиялық және басқа да бақылаулар түрлері жүргізіледі.

Негізгі профилдік сызық игерілетін шоғырдың созылымы бойынша қатпардың еркін бөлігі арқылы оның горизонтал жазықтықтағы топсасының проекциясымен беттесуі немесе тікелей жанында салынуы қажет. Осында негізгі профилдік сызықтың кенорнындағы кездесетін тектоникалық бұзылуларды тік бұрышқа жақындау бұрышпен қиып өткені өте маңызды болады. Сонымен қатар бір немесе бірнеше профилдік сызықтар шоғыр созылымына көлденең орналасуы тиісті, сонда олар шоғырдың еркін бөліктері, меридионалдық және ендік опырылулармен пайда болған жеке блоктар арқылы өтеді.

Басқа профилдік сызықтар тектоникалық бұзылулармен шектелген іргелес блоктардағы коммуникациялар бойымен де орналасады. Бақылаулар торабына профилдік сызықтардан 0,5 км қашықтықта орналасқан барлық істен шыққан ұңғымалар және профилдік сызықтан 0,2 км қашықтықтағы ескі тірек пункттері енгізілуі мүмкін. Жойылған ұңғымалардың кондуктор бетонына тасты белгілер бекітіледі. Бақылаулар белгісі үшін шегендеу құбырын пайдалануға рұқсат етілмейді.

Нивелирлеу сызығының тораптары қиылысатын профилдер жүйесі түрінде дамиды да, оның біреуі кенорнының созылымы бойында және бірнешеуі көлденең түрде орналасады (сурет 1). Осы профилдердің әрбір шетінде үш тірек реперлері салынады. Осы пункттерге сүйене отырып, зерделенетін деформациялар жоғары дәлдікті нивелирлеумен өлшенуіне байланысты кенорнын игеру

кезінде олардың орнының өзгермеуін қамтамасыз ету қажет. Осы талапты орындау үшін тірек реперлері кенорнының сыртқы нұсқасынан Н-2Н қашықтықта орналасуы қажет, мұндағы Н-кенорнындағы ең төменгі шоғыр қойнауқатының тереңдігі. Нивелирлеу пункттері жобаланған профилдер бойында қойнауқаттағы кернеулік-деформациялық жағдайға қарай бір-бірінен орташа есеппен 300-500 м, тектоникалық бұзылулардың екі жағында 100-200 м қашықтықта орналасады. Жоғары дәлдікті нивелирлеу профилдерінен 0,5-1,0 км қашықтықта орналасқан барлық жұмыс жасамайтын ұңғымалар нивелирлеу жүрістеріне енгізіледі.




**1-сурет.** Геодинамикалық полигонды құру және ұңғымаларды орналастыру сұлбасы:
1 – пайдаланудағы ұңғыма; 2 – пайдаланылмайтын ұңғыма; 3 – консервациядағы ұңғыма; 4 – айдайтын ұңғыма; 5 – айдауға жарамайтын ұңғыма; 6 – бақылау ұңғымасы; 7 – грунттық репер; 8 – тірек репер; 9 – нивелирлеу сызығы; 10 – кенорны нұсқасы.

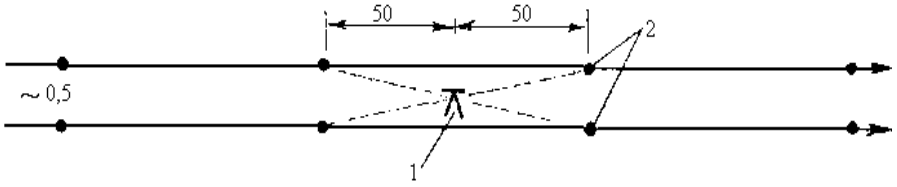
Мұнай және газ кенорындарын сәтсіз оқиғаларсыз игеруді қамтамасыз ету мақсатымен арнайы геодинамикалық полигонды ұйымдастыруда бақылаулардың көлемі мен нақтылы параметрлері игерілетін кенорынның пландағы мөлшеріне және жату тереңдігіне, әлеуеттік қауіптілік дәрежесіне және бірқатар басқа кездесетін факторларға байланысты болады. Геодинамикалық бақылаулардың әдеттегі жиынтығы игерілетін ауданның вертикал шөгуін және жер бетіндегі горизонтал деформацияларды кенорны аумағында және оған жақын орналасқан жерлерде мониторингтеуді қамтиды.

Геодинамикалық полигонда деформациялардың бар болуы мен параметрлерін куәландыратын ақиқат нәтижелерді алуда кенорнындағы жай жылжуларды байқап қана қоймай, осындай деформациялардың нәтижесінде пайда болатын кернеулерді де есептеуге мүмкіндік беретін заманауи математикалық аппаратты пайдалану қажет. Осында маңыздылығы аз емес мәселеге деформациялық үдерістердің уақыт мезгіліндегі дамуын болжау және ұңғымалардан газ-сұйық қоспаларын технологиялық картаға сәйкес шығаруды да зерделеу жатады. Мұнай-газ кенорындарын игеруде осындай ақпаратқа қол жеткізу кейде болатын келеңсіз жағдайларды басқару механизмін құруға және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге технологиялық сипаттағы қажетті шараларды жедел жүргізуге мүмкіндік тудырады.

Геодинамикалық полигондағы жоғары дәлдікті геодезиялық өлшеулерді жүргізу нәтижесінде шөгу сипатының, горизонтал қозғалыстың, көлбеуліктің, қисықтықтың, қисықтық радиустардың, горизонтал деформациялардың, жылжудың шектік бұрыштарының, өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс нысандарына кенорнын игерудің қауіпсіз тереңдігі үшін қауіпсіздік коэффициентінің санды бағалауын алады.

Мұнай және газ кенорындарын игергенде жер қыртысының шөгу себептері әсерін білу және үдерістің математикалық моделін құру үшін ықтималдық-статистикалық, корреляциялық және талдаудың басқа да әдістері пайдаланылады.

Геодинамикалық полигонның жобасы жасалынғаннан соң барлық жобаланған пункттер мен реперлер жер бетінде бекітіледі де, олардың пландық координаталары триангуляция немесе полигонометрия әдістерімен анықталады. Геодинамикалық полигондардағы реперлердің биіктігін анықтау негізінен жоғары дәлдікті нивелирлеудің 1 класымен орындалады. Нивелирлік жүрістің 1 класында нивелирлеудің оң және сол желісін құрайтын бір мезгілде екі жұп сүре (темір шеге) бойынша тура және кері бағыттарда (сурет 2) жүргізіледі.Тура және кері жүрістер реперлер арасында тек қана бір трасса бойымен салынады. Бақылауларды көрінушіліктің қолайлы жағдайында, рейка штрихтарының бейнелері анық және жайлы көрінетін кезде орындайды.




**2-сурет.** Станциядағы нивелирлеудің I класының өлшеу сұлбасы:
1 – нивелир; 2 – нивелирлік темір шегелер

Нивелирлеудің 1 класын қосарлану әдісін пайдалану арқылы ең жоғары дәлдікпен және мүмкіндігінше жүйелі қателіктерді жоюмен орындайды. Осы кезде көздеу сәулесінің ұзындығы 50 м, станциядағы нивелирден рейкаға дейінгі арақашықтықтың теңсіздігі 0,5 м артық емес, секциядағы жиналуы 1 м дейін, көздеу сәулесінің биіктігі жерден 0,8 м кем емес; көздеу сәулесінің ұзындығы 25 м және одан аз болса көздеу сәулесінің биіктігі жерден 0,5 м дейін азайтылуы мүмкін. Станциядағы тура жүрістегі бақылаулардың тізбектілігі – оң және сол желілер – тақ станцияда сұлбамен – $А_н – І_н – І_к - А_к$ ; жұп станцияда $І_н – А_н - А_к – І_к$ ; кері жүрісте тақ станцияларда $І_н – А_н - А_к – І_к$ , жұп станцияда– $І_н- А_н – А_к – І_к$. Мұндағы – $А_н$ – артқы рейкадағы негізгі шкала; $І_н$ – алдыңғы рейкадағы негізгі шкала; $І_к$ - алдыңғы рейкадағы қосымша шкала; $А_к$ - артқы рейкадағы қосымша шкала (кесте).

Тура жүрісте бақылауларды мынадай бағдарлама бойынша тақ станциялардағы есептеулерді артқы рейкадан, ал жұп станцияларда алдыңғы рейкадан бастайды.

| Станция | Нивелирлеудің оң желісі | Нивелирлеудің сол желісі |
|---|---|---|
| Тақ | $А_н$ $І_н$ $І_к$ $А_к$ | $А_н$ $І_н$ $І_к$ $А_к$ |
| Жұп | $І_н$ $А_н$ $А_к$ $І_к$ | $І_н$ $А_н$ $А_к$ $І_к$ |

Кері жүрісте бақылауларды тақ станциялардағы есептеулерді алдыңғы рейкадан, ал жұп станцияларда артқы рейкадан бастайды. Тура жүрістен кері жүріске өтерде рейкалардың орындарын ауыстырады.

Әрбір станциядағы нивелирлеуді алдымен оң желіде, сонан соң сол желіде орындайды. Белгіленген орында штативте нивелирді орнатады да, аспапты жұмыс жағдайына келтіреді. Содан соң бақылаушының басқаруымен рейкашылар рейкаларын оң жүріс бойындағы сүрелерге орнатады да, оларды деңгейлеуіш көмегімен тік жағдайға келтіріп, тіреуіш арқылы ұстап тұрады.

Мұнай және газ кенорындарын игеру кезінде геодинамикалық полигонды ұйымдастырғанда кенорнындағы геодинамикалық үдерістердің дамуы туралы мәліметтерді дер мезгілінде алуды қамтамасыз ету үшін мынадай талаптарды орындау қажет:

- кенорны мүмкіндігінше игерудің бастапқы кезеңінде болғаны дұрыс;
- геодинамикалық полигон құрылатын аудан бұрғылау, аэроғарыштық және сейсмикалық түсіру мәліметтері бойынша геологиялық құрылымы жағынан барынша зерделенген болуы қажет;
- кенорнын игеру мерзімі ұзақ уақыт болатын ірі мұнай, газ және сулы қабаттары бар кенорындары зерттелуге қамтылғаны жөн;
- геодинамикалық полигон құрылатын кенорны пайдаланылып жатқан кенорындарынан 10-15 км қашықтықта орналасуы қажет, сонда іргелес жатқан кенорнын игеру полигонның сыртқы геодезиялық тірек пункттеріне әсерін тигізбейді;
- кенорнын игерудің технологиялық сұлбасын, яғни қойнауқаттық қысымды ұстауды немесе жылулық әдістерді қолдануды ескеру керек;

- геодинамикалық үдерістердің дамуы туралы мәліметтерді дер кезінде алу үшін кенорны қарқынды игерілу жағдайында болуы қажет;

- мұнай және газ кенорындары аумағының геодинамикалық жағдайын болжауға арналған нысанды зерделеуді жер қойнауын пайдаланушының өкілдерімен бірігіп таңдау қажет.

Мұнай және газ кенорында геодинамикалық полигонды құру оны игерудің мынадай мәселелерін шешуге мүмкіндік туғызады:

- табиғи-техногендік геодинамикалық үдерістер мен таужыныстар сілеміндегі кернеулік жағдайдың кенорнын жайғастыру нысандары мен жүйелеріне әсерін бағалау;

- кенорны аумағында жоғары геодинамикалық жағдайы бар қауіпті жерлерді айқындау;

- ерекше геодинамикалық ауытқудың болжаулық белгілеулік жүйелерін жасау;

- өндірілетін қойнауқаттардан сұйықты шығару қарқындылығының жер қойнауы жағдайына тигізетін әсерін бағалау;

- кенорнын игеру кезінде болып жатқан геодинамикалық үдерістерді ескере отырып оның келешекте жайғастырылуын негіздеу;

Геодинамикалық полигонды ұйымдастырғанда ғылым мен техниканың дамуын ескере жоғары дәлдікті нивелирлеудің мынадай мәселелерін шешу қажет:

- игерілетін кенорны шегінде оның көлемін, шоғырлардың жату тереңдігін және геологиялық ерекшеліктерді ескерумен нивелирлік пункттердің орналастыру сұлбасын негіздеу;

- нивелирлік торап бойынша бақылау мезгілін және нивелирлеу дәлдігін белгілеу;

- әртүрлі қателіктер көздерін азайту мақсатымен станциядағы бақылау жүйелілігін айқындау;

- өлшеу нәтижелерін өңдеу және оларды тапсырушыға беру;

- игерілетін кенорнындағы жер бетінің вертикал және горизонтал жылжу сипатын қайталап нивелирлеу нәтижесінде талдау.

Кенорнының шекарасы сыртында орналасқан тірек пункттері арасында биіктікті бірыңғай жүйеде алу мақсатымен негізгі биіктік жүйесіне байланыстырып жоғары дәлдікті нивелирлеу жүргізіледі. Қайталап нивелирлеу нәтижесінде жер бетінің кеңістіктік-мерзімдік деформациясы туралы ақпаратты алуға болады. Жоғары дәлдікті нивелирлеу профилдері бойынша қайталап нивелирлеуді жүргізу былайша ұсынылады:

- кенорнындағы жер бетінің вертикал және горизонтал жылжуын бағалау – жылына 1 реттен кем емес;

- жергілікті жарылым белдемдеріндегі жер бетінің вертикал жылжуын егжей-тегжейлі кеңістіктік-мерзімдік зерделеу – жылына 4 реттен кем емес;

- геодинамикалық тәуекел белдеміндегі жергілікті жердің ерекше қарқынды ауытқуын зерделеу – ай сайын жүргізілуі тиісті.

Жоғары дәлдікті қайталап нивелирлеу тура және кері бағытта темір қазықшалар бойынша жүргізіледі. Нивелирлеуді жүргізу мезгілі қолайлы жағдайда көздеу сәулесі ұзындығын 65 м ұзартуға рұқсат етіледі. Қайталап жүргізілген нивелирлеулер нәтижесінде бақылау циклдары бір-бірімен салыстырылады да, жер бетінің вертикал және горизонтал жылжуының өзгеру графигі сызылады. Нивелирлеу нәтижелерін салыстыру арқасында жер беті жылжуының пайда болуы, дамуы және азаюы анықталады.

Осылайша геодинамикалық полигон зерделенетін кенорнында профилдік сызықтар түрінде салынған және жер бетінде грунттық реперлермен және маркалармен бекітілген жүйе болып саналады. Құрылған геодинамикалық полигонда қабылданған жиілікте жоғары дәлдікті пландық-биіктік геодезиялық өлшеулер, гравитациялық және магниттік өрістің өзгеру бақылаулары жүргізіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Методическое руководство по производству высокоточного нивелирования для прогноза геодинамического состояния территорий нефтегазовых месторождений / Е. Нусипов, М.М. Рахымбаев, Т. Калыбеков и др. –Алматы:комплекс, 2004. – 80 с.

2. Жаркимбаев Б.М., Калыбеков Т., Рысбеков К.Б. Маркшейдерия при разработке месторождений нефти и газа. –Алматы: КазНТУ, 2005. – 223 с.

REFERNCES

1. Methodological guidance for the production of high-precision leveling for forecasting geodynamic state territory oil and gas fields/ E. Nusipov, M.M. Rahymbaev, Kalybekov T. et al.-Almaty: complex, 2004. - 80 p.

2. Zharkimbaev B.M., Kalybekov T., Rysbekov K.B. Mine Surveying in the development of oil and gas fields. - Almaty: KazNTU, 2005. - 223 p.

Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Кадылхан Е.

**Способы проектирования геодинамического полигона и геодезических измерений при разработке нефтегазовых месторождений**

В статье рассмотрены способы проектирования геодинамического полигона и проведение геодезических измерений при разработке нефтяных и газовых месторождений.

**Ключевые слова:** геодинамический полигон, проектирование, деформация, сдвижение, измерение, нивелирование.

Kalybekov T., Zhakypbek Y., Kadilhan E.

**Methods for designing and geodynamic range of geodetic measurements in the development of oil and gas fields**

The article deals with how to design and conduct geodynamic range of geodetic measurements in the development of oil and gas fields.

**Key words:** geodynamic polygon design, deformation, Pinch, measuring, leveling.

ӘОЖ 6 21. 311 (075.8)

**А. Жамалов**, **А.Б. Скакова, Мәрзия, Қ.К. Тайтеленова**
(Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

## ТӘЖІРИБЕ ЖҮРГІЗУГЕ АРНАЛҒАН ЖЕЛ ЖӘНЕ КҮН ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ

**Андатпа.** Берілген мақалада тәжірибе жасауға арналған жел және күн қондырғыларының негізгі параметрлері есептелінді. Жалпы жел және күн қондырғыларымен таныстырылды. Жел арқылы электр энергиясын алудың және күн көмегімен үйді жылытудың тиімді жақтары көрсетілді. Үйді ыстық сумен және жылумен жабдықтаудың алғашқы әрекеттері көрсетілді. Үйдің эксперименттік көрсеткіштері келтірілді.

**Түйін сөздер:** Жел қондырғысы, күн коллекторы, генератор, амперметр, вольтметр. ваттметр, аккумулятор, термометр, жылу насосы.

Қазақтың сайын даласы күнге де, желге де, табиғат байлықтарына да бай. Жел станцияларын салу қажеттігі Қазақстан тәуелсіздік алғалы бері ақпарат құралдарында талай рет айтылып, қоғамдық ортада талқыланып жүрген өзекті мәселе. Болашақтың энергиясы тақырыбын таңдаған Қазақстан алдағы екі жылда баламалы және қайталанбалы қуат көздерін дамытудың орталығына айналмақ. Қазақстанда 2030 жылға дейін жел күшімен өндіретін электр энергиясы қуатын халық шаруашылығына қолданудың тиімді жолдары қарастырылуда. Қазақстанда жел күшімен алынатын электр энергиясы қуатын мол өндіруге болады. Жел энергиясының басқа энергия көздерінен экологиялық және экономикалық артықшылықтары көп. Жел энергетикасы қондырғыларының технологиясын жетілдіру арқылы оның тиімділігін арттыруға болады. Жел энергиясын тұрақты пайдалану үшін жел энергетикасы қондырғыларын басқа энергия көздерімен кешенді түрде ұштастыру қажет [1].

Қазақстанның 50 % аумағының орташа жел жылдамдығы 5-6 м/с құрайды, ал қалған аумағы 8 м/с және одан жоғары. Ол жел энергетиканың дамуына жақсы көрсеткіш. Жел энергияның техникалық пайдалану мүмкіндігі 3 млрд.кВт/сағ-қа тең.

Жел энергетикалық қондырғысының негізгі параметрлерін есептеу үшін тәжірибе жүргізуге арналған жел қондырғысымен жұмыс жасаймыз (1,а,ә-сурет). Жел қондырғысы генератор, аккумулятор, 3 жүктеме, қалақша, ваттметр, вольтметр, 2 амперметр, реостат, анемометр және т.б. құрылғылардан тұрады (2-сурет) [2].




а) ә)

**1-сурет.** Тәжірибе жүргізуге арналған жел қондырғысы



**2-сурет.** Жел қондырғысының негізгі параметрлері

Жел қондырғысының ең негізгі параметрі – жел жылдамдығы. Жел жылдамдығы артқан сайын жел қондырғысы соғұрлым көп энергияға ие болады. Сонымен қатар, Жел қондырғысының басты сипаттамаларының бірі оның қуаты. Біздің жел қондырғымыздың ең үлкен қуаты 300Вт-қа дейін жетеді. Кернеудің максималды көрсеткіші 15 В-ты құрайды. Осы көрсеткіштер арқылы жел қондырғының максималды ток күшін табуға болады.

$$P = U \cdot I; \qquad I = \frac{P}{U}. \tag{1}$$

$$I = \frac{300\text{Вт}}{15\text{В}} = 20\text{А}.$$

Тұтынушылардың кедергісін мына формуламен есептейміз:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{15\text{В}}{20\text{А}} = 0{,}75\text{Ом}. \tag{2}$$

Жел қондырғысында 6 жүктеме орналасқан. Әр жүктеменің кернеуі $U = 15\text{В}$, ал қуаты $P = 35\text{Вт}$-қа тең. Алты жүктеменің жалпы кернеуі $U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 + U_6 = 15 + 15 + 15 + 15 + 15 + 15 = 90\text{В}$-қа тең. Жалпы қуат $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 = 35 + 35 + 35 + 35 + 35 + 35 = 210\text{Вт}$.

500 кВт–тың жел қондырғысы 1 сағатта 15 м/с жел жылдамдығы кезінде 500 кВт энергия өндіреді. Ал біздің жел қондырғымыз 300 Вт-қа тең, сонда 1 сағатта 15 м/с жел жылдамдығы кезінде 300 Вт энергия өндіреді. Бұл дегеніміз қондырғы өзінде орналасқан алты жүктемені де толықтай электр энергиясымен қамтамасыз ете алады деген сөз [3].

Желдің механикалық энергиясын электр энергиясына айналдыратын машинаның тиімділігін сипаттайтын шама жел қондырғысының пайдалы әрекет коэффициенті (ПӘК-і). ПӘК-ті есептеу үшін жел қондырғысының 1 жылға өндірілген қуаты 1 жылдағы 8760 сағаттағы максимал қуатқа бөлуіміз керек. Мысалы, 600 кВт–тың турбаны 1 жылда 2 млн.кВт энергия өндірсе оның ПӘК-і:

$$\eta = (200000 \div 525600) \cdot 100\ \% = 38\ \%.$$

300 В қуаты бар, резервті қорек көзінен ұзақтығы 12 сағат, ПӘК 80% болғандағы аккумулятор тогының бәсеңдігін анықтаймыз:

$$I_{\text{акб.бәс.}} = \frac{\frac{P}{U}}{\eta} = A, \quad (3)$$

мұндағы, $I_{\text{акб.бәс.}}$ – аккумулятор батареясының бәсеңдеу тогы, А;

$P$ – қуат, Вт;

$U$ – Аккумулятор батареясының кернеуі, В;

$\eta$ – ПӘК, %.

$$I = \frac{\frac{500}{25}}{0.8} = 25A.$$

Аккумулятордың бәсеңдеу тогын есептеп алып, бар мәндерді қолданып аккумулятордың сыйымдылығын есептейміз

$$E = I \cdot H, \quad (4)$$

мұндағы, $E$ – аккумулятор батареясының сыйымдылығы ($A \cdot$ сағ);

$H$ – электр қамтамасыздандырудың резервті қорек көзінен тұтынушының жұмыс уақыты (сағ).

$E = 25 \cdot 12 = 300\,A \cdot$ сағ.

Жел қондырғысында орнатылған аккумулятор батареясының сыйымдылығы $E = 300\,A \cdot$ сағ-қа тең болды.

Тәжірибе жасауға арналған жел қондырғысының негізгі параметрлерін сипаттап және есептеп шығарылды. Жалпы жел энергетика қондырғысымен таныстырылды. Жел энергетика қондырғысы арқылы энергияны алудағы қажетті құрылғыларға таңдау жүргізіліп, оларға есептеулер жасалынды. Осы көрсеткіштер арқылы жел энергетикалық қондырғысының қаншалықты тиімді екенін білуге болады.

Күн жүйесі арқылы үйді жылумен қамтамасыз ететін қондырғының сұлбасын көрсетіп, негізгі параметрлерін есептейік (2, а, ә, б, в-сурет) [4].



а) ә) б) в)

**3-сурет.** Гелиожүйе құрылғылары

Үйдің жылу балансын анықтау ірі көрсеткіштерді есептеу арқылы жүзеге асады. Бастапқы деректер:

- Кәдімгі әйнек салынған терезе $k_1 = 1{,}2;$
- Жылу оқшаулайтын қабырға $k_2 = 0{,}85;$
- Терезе мен еден ауданының сәйкестілігі 10% құрайды ($k_3 = 0{,}8$);
- Сыртқы температура $10^0$ ($k_4 = 0{,}7$);
- Сыртқы қабырға $k_5 = 1{,}33$;
- Жылытатын үй-жай $k_6 = 0{,}82;$
- Биіктік 2,5м $(k_7 = 1{,}0);$
- Үй-жайдың ауданы 46 м$^2$.

Жылу шығынының (теплопотерь) мөлшері келесі өрнек бойынша анықталады:

$$Q_{mn} = q \cdot s \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7$$

мұндағы $q$ – жылу шығынының меншікті мөлшері ($60 - 80 \text{Вт/м}^2$);

$s$ – үй-жай ауданы ($\text{м}^2$);

$k$ – үй құрылысындағы жылу шығыны коэффициенті.

Онда

$$Q_m = 86 \cdot 46 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}33 \cdot 0{,}82 \cdot 1{,}0 = 2464{,}393 \text{ Вт.}$$

Гелиожүйенің жылулық қуаты Бристель жүйесіне тәуелділік пен ғимараттың жылулық шығынына байланысты:

$$P_k = (1{,}15 + 1{,}2)Q_m = (1{,}15 + 1{,}2) \cdot 2464{,}393 = 5791{,}3\text{Вт} = 5{,}8 \text{ кВт.}$$

Жылу жүктемесінің айлық көрсеткіші мынаған тең

$$Q_m^{\text{ай}} = P_k k_m h_c = 5791{,}3 \cdot 31 \cdot 24 = 4308744{,}72 \text{ Вт} \cdot \text{сағ} = 4308{,}74 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Мерзімдік жылу үшін жылу жүктемесінің жылдық мөлшері мынаған тең:

$$Q_m^{\text{жыл}} = Q_m^{\text{ай}} \cdot 12 = 51704{,}88 \text{ кВт} \cdot \text{сағ.}$$

Үйді жылу жүктемесімен жабдықтауға керекті күн коллекторының ауданы мынаған тең:

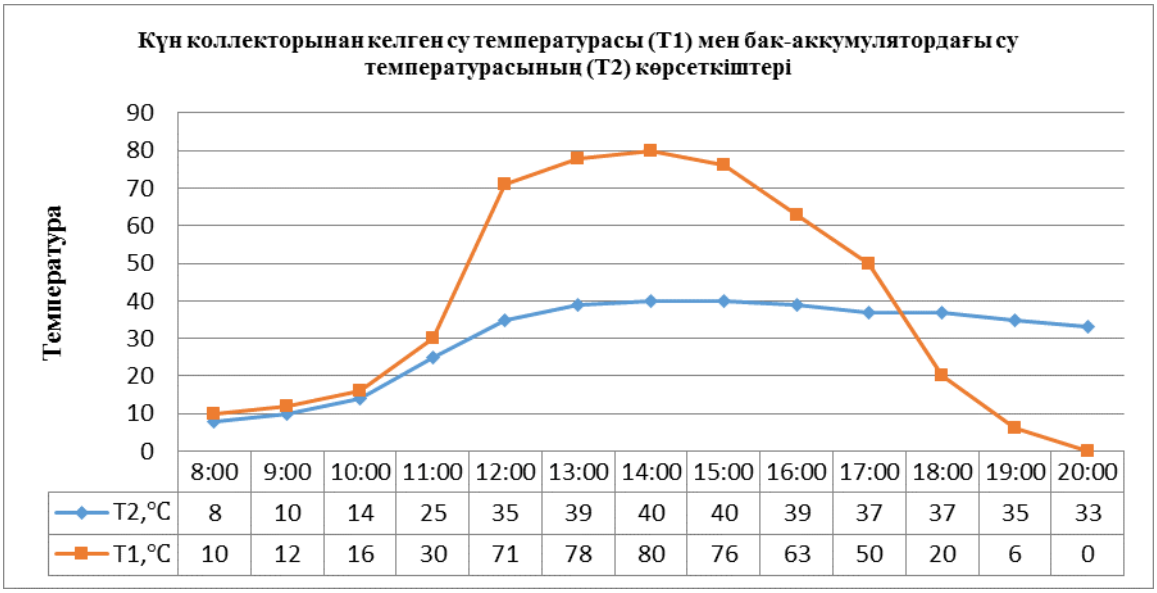
$$A_{ск} = \frac{Q_m^{\text{ай}}}{391{,}7} = \frac{4308{,}74}{391{,}7} = 11 \text{ м}^2.$$

Онда бак-аккумулятордың көлемі мынаған тең:

$$V_{\text{бак}} = 0{,}1A_{ск} = 0{,}1 \cdot 11 = 1{,}1 \text{ м}^3.$$

Күн энергиясы арқылы үйді жылумен қамтамасыз ететін қондырғының параметрлерін есептеп, график түрінде көрсетейк (1-график).

1-график




| | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T2,°C | 8 | 10 | 14 | 25 | 35 | 39 | 40 | 40 | 39 | 37 | 37 | 35 | 33 |
| T1,°C | 10 | 12 | 16 | 30 | 71 | 78 | 80 | 76 | 63 | 50 | 20 | 6 | 0 |

Күн энергиясын өз мақсатымыз үшін пайдаланудың болашағы зор. Ғалымдардың болжауынша 2050 жылға қарай Күн энергиясы адамзаттың электр энергиясына деген 20-25%-дай қажеттілігін өтей алады. Осындай тұжырымдар негізінде Күннен өндірілетін энергияның адамзат үшін сарқылмайтын байлық екендігіне әбден көз жеткізуге болады деп ойлаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Bauer, H. C., Alefeld, G.: Erhцhung der Wdrmekapazitdt von Heibwasserspeichern. Wdrme 83, 35-36 (1977).

2. Schwind, H.,et al.: Ьber die Verwendung von quergerippten Rohren in Latenwdrmespeichern. vt (Verfahrenstechnik) 12, 729-734 (1978).

3. European Wind Turbine Catalog. Thermie Programme Action //WE15 European Comission (DGXII). – Energy Centre Dynmark, 1994. - 64 p.

4. А.Жамалов, Е.С.Умбетов, М.М.Кунелбаев. Системы солнечного теплоснабжения. Монография. ТОО «Полиграфия-сервис и К⁰», Алматы. 2010.- С.180.

5. Жамалов А., Канапияева Ж., Скакова., Тайшикова А., Жакупова Д. Камбинированные солнечные системы теплоснабжения. «Сапалы білім беру мен ғылымды дамыту – заман талабы» атты халықаралық форум. 299-303 б. (2014).

REFERENCES

1. Bauer, H. C., Alefeld, G.: Erhцhung der Wdrmekapazitdt von Heibwasserspeichern. Wdrme 83, 35-36 (1977).

2. Schwind, H.,et al.: Ьber die Verwendung von quergerippten Rohren in Latenwdrmespeichern. vt (Verfahrenstechnik) 12, 729-734 (1978).

3. European Wind Turbine Catalog. Thermie Programme Action //WE15 European Comission (DGXII). – Energy Centre Dynmark, 1994. - 64 p.

4. Zhamalov A., Umbetov E.S., Kunelbaev M.M. Systems sunny heat of supply. Monograph. TOO «Polygraphy-service and К⁰»,Almaty. 2010.- С.180.

5. Zhamalov A., Kanapiaeva Zh., Skakova A., Taishikova A., Zhakupova D. Камбинированные солнечные системы теплоснабжения. 299-303 p. (2014).

Жамалов А., Скакова А.Б., Мәрзия, Тайтеленова Қ.К.

**Ветро и гелиоустановки для практического использования**

**Резюме.** В статье рассчитаны основные параметры ветро- и гелиоустановки для практического использования. Показаны полезные понятия энергии для ветро- и гелиоустановки. Показаны первые действия обеспечения энергией горячей водой и теплоснабжение здания. Рассчитаны экспериментальные показатели солнечного дома.

**Ключевые слова:** Ветроустановка, Солнечный коллектор, генератор, амперметр, вольтметр, ваттметр, аккумулятор, термометр, тепловой насос.

Zhamalov A., Skakova A.B., Marziya, Taitelenova K.K.

**Wind and sun options for practical the use**

**Summary.** In this article basic parameters are expected ветро and гелио options for practical the use. Became familiar mainly Wind and by sun options. The useful showed the concept of energies for Wind and sun options. The first are shown action providing of hot hydro powers and a supply is warm of building. The experimental indexes of sunny house are expected.

**Key words:** Winds setting, Sunny collector, generator, ampermeter, voltmeter, wattmeter, accumulation, thermometer, heat pump.

УДК. 621.365.2

**К.А. Утеулина, Г.К. Турлыбекова**
(КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

# ДИАГНОСТИКА ИОНИЗИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ ПО УШИРЕНИЮ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ВОДОРОДА

**Аннотация**. Произведенные расчеты показали, что профили полуширин спектральных линий, рассчитанные по методу Грина для однократной ионизации и наши расчеты для двукратноионизированной плазмы изменяются слабо. В пределах 10% величины полуширин спектральных линий α′ и α для $H_\beta$ совпадают. Концентрация электронов в двукратно ионизированной плазме дает завышенное значение в $\sqrt{2}$ раз по сравнению с методикой Грина для однократно ионизированного газа. Дан приближенный поправочный множитель, который позволяет использовать методику Грина по определению $N_e$для двукратно ионизированного газа с поправочным множителем.

**Ключевые слова:** Ионизированная плазма, полуширина спектральной линии, эффект Штарка, метод Грина, поправочный множитель.

Для получения достоверных данных о состоянии плазмы используют различные методы исследования. Способ определения концентрации электронов $N_e$ в плазме по профилю или полуширине спектральной линии хорошо известен и широко применяется в диагностике плазмы.Коэффициент пропорциональности определяется по теории.Ширина линии пропорциональна концентрации электронов $N_e$в первой степени - квадратичный эффект Штарка или в степени 2/3 - линейный штарк-эффект.Для линий водорода этот коэффициент рассчитан точно и погрешность определения $N_e$по ширине линии $H_\beta$составляет 5%.

Численные значения $N_e$ определяются по формуле:

$$N_e = C(N_e,T)\cdot \Delta\lambda_{1/2}^{3/2}, \qquad C(N_e,T) = 8\cdot 10^{12}\cdot \alpha_{1/2}^{2/3} \tag{1}$$

где $T$– температура,$\alpha_{1/2}$– полуширина спектральной линии рассчитываемого приведенногопрофиля,выраженная в нм на единицу напряженности электрического поля

$$\alpha = \frac{\Delta\lambda}{E_0},\ E = \frac{Ze}{r_0^2},\ r_0 = \left(\frac{3}{4\pi N}\right)^{1/3} \tag{2}$$

$e$– заряд электрона, $Z$ и $N$ заряд и концентрация возмущающих ионов.

Зависимость $N_e(\Delta\lambda_{1/2})$представлена в [1] для линии водорода $H_\beta$ в виде графика, при этом использован тот факт, что $\alpha^{1/2}$для $H_\beta$ слабо зависит от $N_e$ и $T$.

При более высоких температурах, когда плазма содержит в значительном количестве ионы с $Z$=2, необходимо произвести уточнение некоторых параметров излучения.

Для реальной плазмы необходимо определять полуширину спектральной линии, пользуясь приведенными профилями, рассчитанными с учетом взаимодействия ионов между собой и уширения электронами. Для расчета приведенного профиля $S(\lambda)$ необходимо знание распределения электрического микрополя $w(E)$, создаваемого ионами с зарядом $Z$=2, в нейтральной точке [2].

При совместном действии ионов и электронов, профиль спектральной линии $I(w)$ можно найти, зная функцию распределения микрополя $w(\frac{E}{E_0})$, константы сдвига в электрическом поле $C_{\beta\alpha}$, оператор электронного уширения $\gamma_{\alpha\beta}$штарковских компонент и матричные элементы перехода между штарковскими подуровнями. Если в операторе электронного уширения пренебречь недиагональными элементами, что справедливо для малых значений ширин, то выражение для приведенного профиля спектральной линии водорода S(λ˙) может быть записано в виде:

$$S(\alpha')d\alpha' = I(w)dw \tag{3}$$

$$S(\alpha') = \sum 1/\pi \sum B_k \frac{I_k}{C_k} \frac{j_k}{Z^{1/3}} \int_0^{\theta} \frac{W(E)d\left(\frac{E}{E_0}\right)}{\left(\frac{\alpha}{C} - \frac{E}{E_0 Z^{1/3}}\right)^2 + \left(\frac{r_k}{Z^{1/3}}\right)^2} \tag{4}$$

Относительные интенсивности $I_k$ и константы сдвига штарковских компонент берутся из [3]. Коэффициенты $B_к$находятся при решении из условия нормировки профиля:

$$\int S(\alpha')d\alpha' = \frac{1}{2} \tag{5}$$

Расчеты показали, что профили полуширин спектральных линий, рассчитанные по методу Грина для однократной ионизации и наши расчеты для двукратно ионизированной плазмы мало отличаются. В пределах 10% величины полуширин спектральных линий α′ и α для $H_\beta$ совпадают. Концентрация электронов в двукратно ионизированной плазме дает завышенное значение в $\sqrt{2}$ раз по сравнению с методомГрина для однократно ионизированного газа. Поправочный множитель может быть приближенно выражен как:

$$\frac{2R+1}{(R+1)^{1/2}} \tag{6}$$

где $R$–отношение концентраций вторых и первых ионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Визе Диагностика плазмы. Под ред. Р. Хаддистоуна и С. Леонардо, М.,Мир, 1967.
2. J.T.Brien,C.F.Hooper Jr/Phys/Revies A,2, 867,1998.
3. H. Grin.Astrophys.J.,132,883,2001.

REFERENCES

1. V. VizeDiagnosticaplazmy. R. Haddistoune, S. Leonardo, M., Mir, 1967.
2.J.T. Brien, C.F.HooperJr/Phys/ReviesA,2, 867, 1998.
3.H. Grin. Astrophys. J., 132,883, 2001.

Утеулина Қ.Ә., Тұрлыбекова Г.Қ.

**Сутегінің спектрлік сызықтарының кеңеюі бойынша иондалған плазманы талдау**

**Түйіндеме.** Екінші ретті зарядталған иондары бар плазмадағы сутегінің спектрлік сызықтарынан электрондық тығыздықты анықтау мүмкіндігі қарастырылады. Сондай-ақ, осындай плазмадағы электрлік микроөрістің таралуы есептелген. Сутегінің $H_\beta$сызығының профилі (пішіні) квазистатикалық жуықтауда шашыраған иондар мен электрондар үшін есептелген.

**Кілт сөздер:** Иондалған плазма, спектрлік сызықтың жартылай ені, Штарк эффектісі, Грин әдісі, түзеткіш көпмүшелік.

Утеулина К.А., Турлыбекова Г.К.

**Диагностика ионизированной плазмы по уширению спектральных линий водорода**

**Резюме.**Рассматривается возможность определения электронной плотности из линии (спектра) водорода в плазме, в котором содержится дважды заряженные ионы. Рассчитаны распределение электрического микрополя в плазме такого вида. Вычислены профили$H_\beta$ линии водорода в квазистатическом приближении для рассеянных ионов и для электронов.

**Ключевые слова:** Ионизированная плазма, полуширина спектральной линии, эффект Штарка, метод Грина, поправочный множитель.

Uteulina K.A., Turlybekova G.K.

**Diagnostics of the ionized plasma on broadening spectral lines of hydrogen**

**Summary.**The possibility of electron densitydetermination from hydrogen line broadening in a plasma containing doubly charged ions is considered. Electric microfield distributions in plasma of this kind are calculated. Reduced profiles of $H_\beta$ are calculated in guasistatic approximation for ion broadening and impact approximationfor electrons.

УДК 622.7

**М.Р. Шаутенов, В.В. Перегудов, И.Ю. Мотовилов**
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ РУДЫ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследований по гравитационному обогащению редкоземельной руды коры выветривания.

**Ключевые слова:** редкоземельная руда, гравитационное обогащение, класс крупности, дешламация, концентрат, хвосты, промпродукт, выход, извлечение, содержание.

С целью определения гравитационной обогатимости исследуемой руды одного из месторождений Казахстана был выполнен фракционный анализ машинных классов крупностью 2,5 – 0,315 мм и 0,315 – 0,10 мм. Анализ результатов исследований фракционного состава показал на возможность гравитационного обогащения данной руды [1].

Исследования по гравитационному обогащению редкоземельной руды коры выветривания проведены на пробах руды исходной крупности 80 – 0,0 мм.

Необходимая крупность руды для проведения опытов по гравитационному обогащению определенная предварительными исследованиями составила 2,5 мм. Для получения заданной крупности пробы руды, исходную руду крупностью 80 – 0,0 мм дробили и измельчали до крупности 2,5 мм. Схема разделки представлена на рисунке 1.

Согласно рисунку 1 полученный класс крупности исследуемой руды (2,5 – 0,0 мм) направлялся на дешламацию в аэрогидродешламаторе с целью отделения шламистой фракции 0,1 – 0,0 мм. Полученные два класса крупности 2,5–0,0 мм и 0,1–0,0 мм направлялись на опыты по гравитационному обогащению. Перед гравитационным обогащением исследуемая руда подвергалась дешламации по классу крупности 0,1 – 0,0 мм. Результаты дешламации представлены в таблице 1.

По результатам дешламации средневзвешенное содержание ∑ РЗЭ в исследуемой пробе руды составило 307,78 г/т (табл 1). Из таблицы видно, что основное количество ΣРЗЭ извлекается в класс крупности –0,1+0,0 мм (81,12 %) и в нем наблюдается повышенное содержание ΣРЗЭ по отношению к содержанию ΣРЗЭ в исходной руде в 1,73 раза (534,02 г/т).

Проведены исследования по гравитационному обогащению полученного класса 2,5–0,1 мм на разработанных нами лабораторном вибровинтовом сепараторе СВ-500 и виброцентробежном гидроконцентраторе.

Обогащение класса – 2,5 + 0,1 мм на вибровинтовом сепараторе осуществлялось при следующих параметрах: отношение Ж:Т = 3:1, амплитуда колебаний от 3 до 5 мм, частота колебаний 1500 мин $^{-1}$.

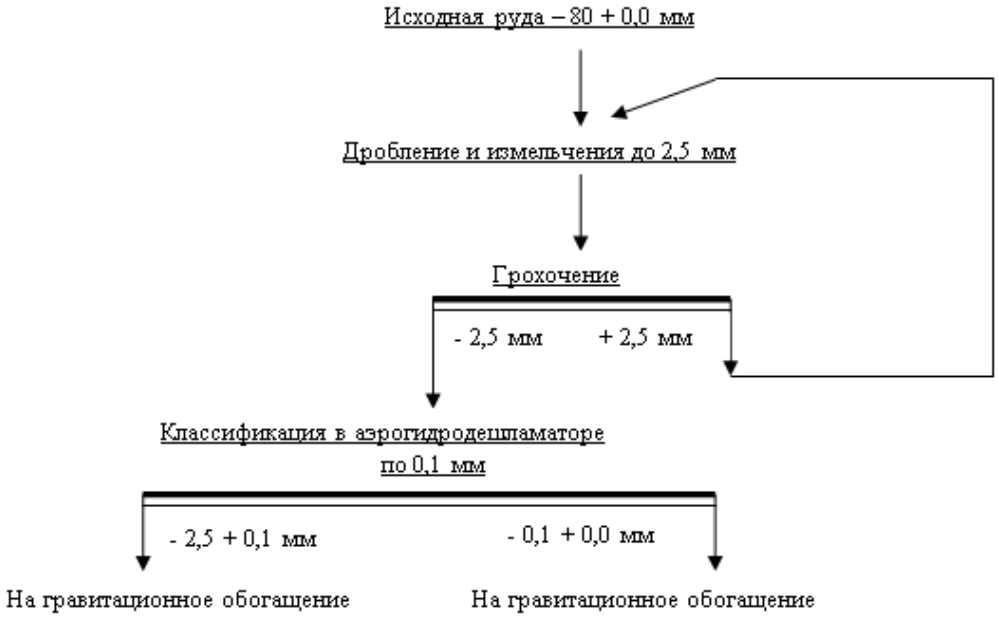



**Рис. 1.** Схема разделки пробы исходной руды

Таблица 1. **Результаты дешламации руды**

| Класс крупности, мм | Выход, % | Содержание ΣРЗЭ, г/т | Извлечение ΣРЗЭ, % |
|---|---|---|---|
| - 2,5 + 0,1 | 53,75 | 108,09 | 18,88 |
| - 0,1 + 0,0 | 41,25 | 534,02 | 81,12 |
| Руда | 100 | 307,78 | 100 |

Доводка концентрата вибровинтового сепаратора в виброцентробежном аппарате осуществлялась при следующих параметрах: отношение Ж:Т = 3:1, частота вращения рабочей чаши 500 об/мин.

Схема обогащения в гравитационных аппаратах представлена на рисунке 2, а технологические показатели, получаемые по схеме в таблице 2.




**Рис. 2.** Схема обогащения класса 2,5 – 0,1 мм

Таблица 2. **Результаты обогащения класса – 2,5 + 0,1 мм**

| Наименование продукта | Выход, % от | | Содержание ΣРЗЭ, % | Извлечение ΣРЗЭ, % от | |
|---|---|---|---|---|---|
| | класса | руды | | класса | руды |
| Концентрат | 7,00 | 3,76 | 640,68 | 41,47 | 7,83 |
| Промпродукт – 1 | 15,2 | 8,17 | 122,61 | 17,21 | 3,25 |
| Промпродукт – 2 | 17,45 | 9,48 | 95,15 | 15,36 | 2,90 |
| Общий промпродукт | 32,65 | 17,55 | 107,93 | 32,57 | 6,15 |
| Хвосты | 60,35 | 32,44 | 46,44 | 25,96 | 4,90 |
| Класс – 2,5 + 0,1 мм | 100 | 53,75 | 108,09 | 100,0 | 18,88 |
| Класс – 0,1 + 0,0 мм | - | 46,25 | 534,02 | - | 81,12 |
| Руда | - | 100,0 | 307,78 | - | 100,0 |

Анализ результатов укрупнено-лабораторных испытаний гравитационного обогащения класса крупности –2,5+0,1 мм (таблица 2) показывает возможность получения концентрата, двух пром/продуктов и хвостов обогащения.

Выход концентрата составил 3,76 % от руды (7,00 % от класса) с содержанием ∑ РЗЭ 640,68 г/т, при извлечении ∑ РЗЭ 7,83 % от руды (41,47 % от класса).

Выход промпродукта – 1 составил 8,17 % от руды (15,2 % от класса) с содержанием ∑ РЗЭ 122,61 г/т при извлечении ∑ РЗЭ 3,25 % от руды (17,21 % от класса). Выход промпродукта – 2 составил 9,48 % от руды (17,45 % от класса) с содержанием ∑ РЗЭ 95,15 г/т, при извлечении ∑ РЗЭ 2,90 % от руды (15,36 % от класса). Выход общего промпродукта (промпродукт – 1 плюс промпродукт – 2) составил 17,55 % от руды (32,65 % от класса) с содержанием ∑ РЗЭ 107,93 г/т, при общем извлечении ∑ РЗЭ 6,15 % от руды (32,57 % от класса).

Выход хвостов обогащения класса крупности –2,5+0,1 мм составил 32,44 % от руды (60,35 % от класса) с содержанием ∑ РЗЭ 46,44 г/т при извлечении ∑ РЗЭ 4,90 % от руды (25,96 % от класса).

С целью извлечения ∑ РЗЭ из тонких классов крупности (0,1 – 0, мм) исследуемой руды, проведены исследования по гравитационному обогащению с использованием виброцентробежного гидроконцентратора. Схема обогащения и результаты укрупнено-лабораторных испытаний представлены соответственно на рисунке 3 и в таблице 3.




**Рис. 3.** Схема обогащения класса 0,1 – 0,0 мм

Полученные результаты укрупнено-лабораторных испытаний гравитационного обогащения класса крупностью – 0,1 + 0,0 (таблица 3) показывают возможность получения концентрата и хвостов.

Так выход концентрата составил 11,05 % от руды (23,89 % от класса) с содержанием ∑ РЗЭ 1053,76 г/т, при извлечении ∑ РЗЭ 37,83 % от руды (46,63 % от класса).

Выход хвостов обогащения класса крупностью – 0,1 + 0,0 мм составил 35,2 % от руды (76,11 % от класса) с содержанием ∑ РЗЭ 378,53 г/т при извлечении ∑ РЗЭ 43,29 % от руды (53,37 % от класса). По содержанию ∑РЗЭ данные хвосты необходимо считать промпродуктом.

Полученные в ходе гравитационного обогащения промпродукты и хвосты могут быть сырьем для автоклавного сернокислотного выщелачивания с целью дополнительного извлечения ∑ РЗЭ из исследуемой руды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаутенов М.Р., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Акказина Н.Т. Исследование гравитационной обогатимости редкоземельной руды на основе фракционного анализа // Вестник КазНТУ. - №4. – 2013. – С 219-221.

REFERENCES

1. Shautenov M., Telkov Sh., Motovilov I., Akkazina N. The research of gravity enrichment of rare earth ores based on fractional analysis // Vestnik KazNTU. - №4. - 2013. - With 219-221.

Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Мотовилов И.Ю.

**Мөру қыртысындағы сирек жеркенінең гравитациялық концентрат алуды зерттеу**

**Түйіндеме.** Жұмыста мөру қыртысындағы сирек жеркенінің гравитациялық байытуын зерттеу нәтижелері келтірілген.

Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Мотовилов И.Ю.

**Исследования по получению гравитационного концентрата из редкоземельной руды коры выветривания**

**Резюме.** Исследования по получению гравитационного концентрата из редкоземельной руды коры выветривания.

Shautenov M., Peregudov V., Motovilov I.

**Research of the receiving the gravitational concentrate from the rare-earth ore of the bark of aeration**

**Summary.** Research of the receiving the gravitational concentrate from the rare-earth ore of the bark of aeration

УДК 662.99

**Б.С. Ахметов[1], П.Т. Харитонов[2], О.В. Киселева[1]**

([1]Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан
[2]Пензенский государственный университет, Россия)

## ОБРАТИМАЯ ГЕЛИОТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГОАККУМУЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ЖИДКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

**Аннотация**. В статье представлен вариант обратимой гелиотепловой системы на основе многофункциональных солнечных панелей (МСП) для эффективного круглосуточного поддержания благоприятного температурного режима в помещениях при резких перепадах дневной и ночной температур окружающей среды. В жаркое время дня МСП выполняют функцию охлаждающих защитных поверхностей за счет перехода жидкого теплоносителя в парообразное состояние. С понижением температуры через МСП прокачивается нагретый в жаркое время дня теплоноситель, отбирая энергию из теплового аккумулятора. Энергия в тепловом аккумуляторе накапливается при переходе теплоносителя из парообразного в жидкое состояние после прогона через компрессор.

**Ключевые слова:** энергия солнечной радиации, температурный режим, обратимая гелиотепловая энергоаккумулирующая система, многофункциональная солнечная панель, тепловой аккумулятор, жидкий теплоноситель, фазовый переход.

**Введение**. Резкие перепады дневной и ночной температур окружающей среды в местностях с резко континентальным климатом существенно усложняют процесс круглосуточного поддержания благоприятной температуры в жилых и производственных помещениях. При жаркой погоде помещения приходится зашторивать и использовать системы кондиционирования, а в ночное время зачастую необходим подогрев воздуха для сохранения благоприятной температуры. Традиционно используемые системы кондиционирования потребляют значительное количество электрической энергии и малоэффективны для открытых и протяженных помещений.

**Постановка задачи.** Авторами ведутся исследования вариантов реализации обратимойгелиотепловой энергоаккумулирующей системы (ГТЭС) на основе многофункциональных солнечных панелей (МСП), которая позволяет обеспечивать автоматическое поддержание необходимого температурного режима в помещениях географических местностей с резко

континентальным климатом [1-3]. Систему можно отнести к классу обратимых систем вследствие ее поочередной работы в режиме теплового насоса и системы обогрева помещения, причем в обоих режимах в качестве теплообменника используется многофункциональная солнечная панель, большая поверхность соприкосновения которой с окружающей средой обеспечивает эффективную взаимную теплопередачу.

Обратимость процесса отбора энергии окружающей среды в теплоноситель через поверхности МСП и последующей отдачи накопленной тепловой энергии в окружающую среду может быть обеспечена использованием фазового перехода жидкого теплоносителя в парообразное и наоборот, как это реализовано, например, в тепловых насосах. С середины прошлого века они успешно используются в США и Европе для отопления помещений [4]. Причём во многих городах работают сотни крупных сооружений, обладающих мощностью на уровне средней ТЭЦ. Например, уже сегодня тепловые насосы обеспечивают теплом Стокгольм, используя в качестве низкопотенциального источника Балтийское море со среднегодовой температурой воды всего +8 ӘС. В Швеции тепловые насосы обеспечивают половину всего тепла, в США — 37%, в России же — 0,1% (данных по Казахстану найти, к сожалению, не удалось) [5]. По прогнозам мирового энергетического комитета (МИРЭК), к 2020 году в развитых странах доля отопления и горячего водоснабжения с помощью тепловых насосов составит не менее 75 % [6].

**Вариант реализации ГТЭС.** На рисунке 1 приведен предлагаемый вариант структуры обратимой гелиотепловой энергоаккумулирующей системы. Термин «обратимый», как мы упоминали выше, отражает возможность работы системы в режиме теплового насоса и в режиме обогрева помещения, причем и в том и в другом режимах используется один и тот же теплообменник с окружающей средой – МСП.

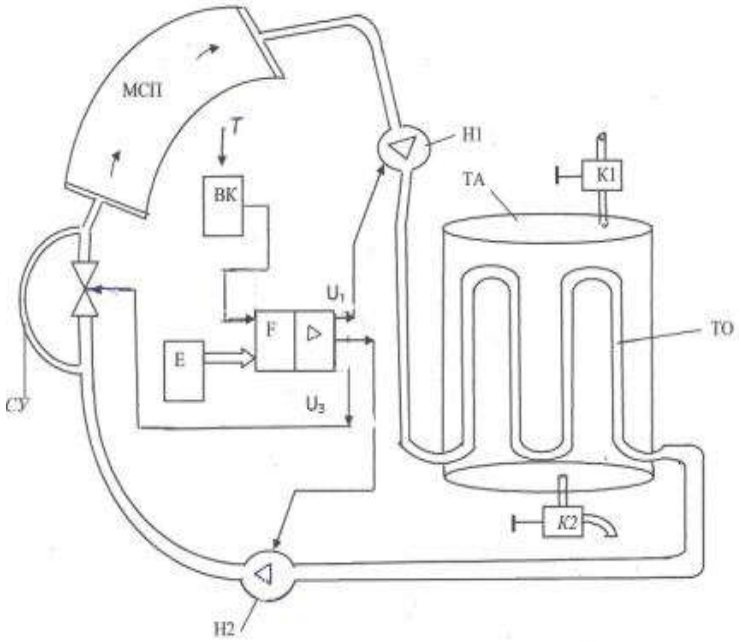



**Рис.1.** Структура обратимой гелиотепловой системы на основе МСП

По структуре система аналогична гелиотепловой энергоаккумулирующей системе ГТЭС [2], в которой энергия солнечной радиации преобразуется с помощью МСП в тепловую и накапливается в тепловом аккумуляторе (ТА). Ключевым функциональным элементом предлагаемой гелиотепловой системы является МСП, включенная в контур циркуляции жидкого теплоносителя в составе насоса и теплового аккумулятора.

В систему также введен дополнительный насос-компрессор Н1 повышенной производительности и сужающее устройство (СУ), за счет которых при попадании жидкого теплоносителя в МСП обеспечивается его фазовый переход в парообразное состояние. Этот переход обусловлен резким понижением абсолютного давления в МСП после СУ и понижением при этом температуры парообразования жидкого теплоносителя. В процессе парообразования жидкого

теплоносителя имеет место аномальное поглощение поверхностями МСП тепловой энергии из окружающей среды при практически неизменной температуре.

Достоинством МСП по сравнению с традиционными гелиотепловыми панелями является возможность двухстороннего поглощения и отдачи тепловой энергии через поверхности МСП при их использовании в качестве поглотителей и излучателей тепловой энергии соответственно.

Гелиотепловая система, представленная на рисунке 1, может функционировать в трех режимах:

а) Нормальный режим РН – температура Т воздуха в помещении находится в пределах $T_в \geq T \geq T_н$, где $T_в$ и $T_н$ – соответственно верхнее и нижнее значения благоприятной температуры воздуха в помещении;

б) Режим отбора и накопления РОН – отбор энергии солнечной радиации и окружающего воздуха с поверхностей МСП и ее накопление в тепловом аккумуляторе ТА при $T>T_в$;

в) Режим РП – подогрев воздуха в помещении тепловой энергией, накопленной в ТА при $T<T_н$ и излучаемой МСП.

Автоматическое управление режимами работы системы обеспечивается с помощью микропроцессорного формирователя F с тремя мощными выходами U1, U2 и U3. Ко входу формирователя F подключены датчик ВК температуры Т воздуха в помещении и задатчик Е нижнего $T_н$ и верхнего $T_в$ значений благоприятной температуры в помещении. Формирование управляющих воздействий U1, U2 и U3 в устройстве F осуществляется в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1. **Формирование управляющих воздействий U1, U2 и U3**

| Температура / Состояние управляющих воздействий | *Режим **РН*** $T_в \geq T \geq T_н$ | *Режим **РОН*** $T>T_в$ | *Режим **РП*** $T<T_н$ |
|---|---|---|---|
| U1 | 0 | 1 | 0 |
| U2 | 0 | 1 | 1 |
| U3 | 0 | 0 | 1 |

В режиме РН все элементы управления (кроме датчика ВК и формирователя F) обесточены, жидкий теплоноситель в контуре теплообмена практически не циркулирует и энергопотребление системы от источника электрического питания незначительно. Температура воздуха в помещении находится в благоприятной зоне.

В режиме РОН при повышении температуры Т воздуха в помещении выше $T_в$ включаются насосы Н1 и Н2, электромагнитный клапан ЭК перекрыт – давление в МСП минимально из-за протекания жидкого теплоносителя через сужающее устройство СУ. Теплоноситель после СУ переходит в парообразное состояние и его температура резко снижается в соответствии с законом Шарля для замкнутой системы $P/T = const$.

В установившемся режиме внутренние полости МСП можно считать условно замкнутой системой, поскольку ее объем V постоянен, как и интегральная масса жидкого теплоносителя в этом объеме. Для нормальной работы гелиотепловой системы в этом режиме обязательно выполнение условия: $T_0<Tc$, где $T_0$ – температура фазового перехода теплоносителя из жидкого состояния в парообразное, а $T_c$ – температура окружающей среды.

Охлажденные до температуры $T_0$ наружные поверхности МСП интенсивно поглощают тепловую энергию из воздуха как снаружи, так и внутри помещения, понижая тем самым температуру Т в помещении. За счет работы насоса-компрессора Н1 давление на его выходе значительно превышает атмосферное, в результате чего пар в теплообменнике (ТО) конденсируется, а температура резко повышается. При переходе теплоносителя из парообразного состояния в жидкое теплообменник ТО отдает тепловую энергию в заполненный водой резервуар теплового аккумулятора ТА. За счет наличия крана К2 горячая вода из ТА может использоваться для технических нужд, а через кран К1 производится пополнение запаса воды в резервуаре.

Возможна модификация с помощью микропроцессорного формирователя F режима РОН для форсированного накопления тепловой энергии в ТА до момента понижения температуры Т воздуха в помещении до минимального благоприятного значения $T_н$.

Фактически в режиме РОН система выполняет функции теплового насоса, отбирающего тепловую энергию окружающей среды снаружи МСП и воздуха внутри помещения.

При понижении температуры $T<T_н$ система управления переходит в режим РП– параллельно сужающему устройству СУ открывается проходное сечение электромагнитного клапана ЭК и нагретый в режиме РОН жидкий теплоноситель прокачивается насосом Н2 из теплообменника ТО в МСП. Насос Н1 в этом режиме обесточен. Обеспечивается подогрев воздуха в помещении от поверхностей МСП до благоприятной температуры.

**Процессы фазового перехода в ГТЭС.** Рассмотрим детально физические процессы в гелиотепловой системе в режиме РОН. На рисунке 2 изображена диаграмма работы обратимой тепловой машины, именуемая циклом Карно по имени его автора – французского инженера 19 века [7].

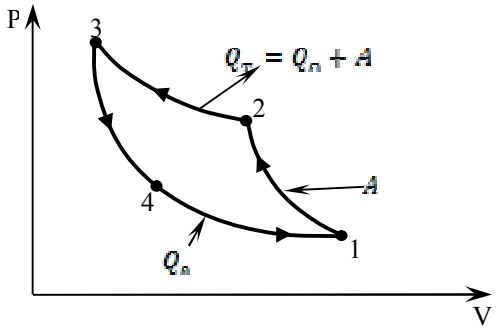



**Рис. 2.** Цикл Карно для идеального теплового насоса

Цикл Карно состоит из двух изотермических и двух адиабатных процессов:

- адиабатического сжатия паров с помощью насоса-компрессора Н1 (кривая 1–2);
- изотермической конденсации паров в трубке, соединяющей выход Н1 со входом теплообменника ТО (кривая 2–3);
- адиабатического расширения жидкости в МСП с переходом теплоносителя в парообразное состояние (кривая 3–4);
- изотермического парообразования теплоносителя в МСП (кривая 4–1).

Цикл Карно является двухтемпературным, то есть, теплообмен происходит между двумя источниками:

- холодным источником (испарителем), который при температуре $T_2$ поглощает теплоту $Q_0$ из окружающей среды;
- горячим источником (теплообменником), который при температуре Т1 отдаёт теплоту тепловой аккумулятор ТА.

Эффективность $k_T$ процесса накопления тепловой энергии в ТА может быть определена как отношение:

$$k_T = \frac{Q_T}{A} = \frac{Q_0 + A}{A},$$

где А – работа, затраченная на сжатие жидкого теплоносителя.

Другая форма представления $k_T$:

$$k_T = \frac{1}{\eta} = \frac{T_1}{T_1 - T_2},$$

позволяет определить эффективность процесса по значениям температур $T_1$ и $T_2$. Например при $T_1$= 333 К и $T_2$ = 283 К имеем $k_T$= 6,66, то есть, получим примерно шестикратный вывод тепловой энергии в ТА по сравнению с затратами энергии на обеспечение процесса прямого и обратного фазового перехода и транспортирование теплоносителя от МСП до теплообменника ТО.

Существенное влияние на эффективность отбора тепловой энергии из окружающей среды оказывает коэффициент адиабатического расширения теплоносителя при переходе из жидкого состояния в парообразное. У разных жидкостей этот коэффициент различен. Вода обладает максимальным коэффициентом адиабатического расширения при переходе из жидкого состояния в парообразное. Плотность водяного пара изменяется от 0,01 кг/м$^3$ при остаточном давлении 10 мБар до 2,669 кг/м$^3$ при давлении 5 Бар [8]. Соответственно изменение объема определенной массы воды при переходе в пар составит 2,669/0,01 = 266,9 раз. К тому же вода обладает наибольшей удельной теплоемкостью в жидком состоянии среди всех известных на земном шаре веществ: q = 4.32 кДж•кг•$^0$С или 1 ккал•кг•$^0$С. Теплота парообразования и конденсации $Q_п$ одного килограмма воды составляет около $Q_п$ = 2368 ккал•кг (превышает 500 ккал•кг) [9].

На рисунке 3 представлена графическая зависимость температуры кипения воды от абсолютного давления над водной поверхностью [10].

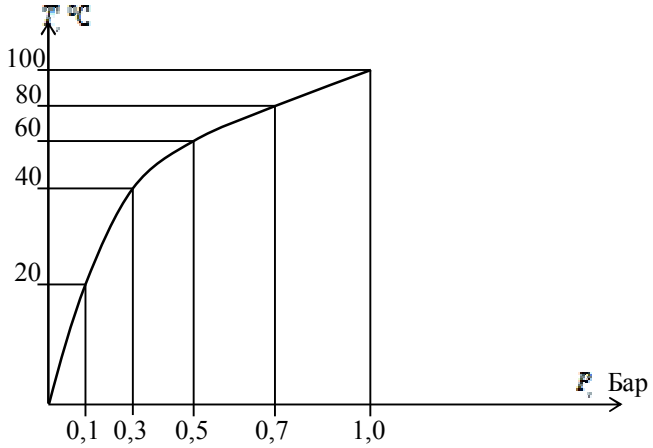



**Рис. 3.** Зависимость температуры парообразования воды от абсолютного давления

Оставаясь в процессе фазового перехода неизменной, температура фазового перехода у чистой воды при нормальном атмосферном давлении составляет 100 $^0$С и лежит в пределах от 7$^0$С при остаточном давлении 10мБар до 275 $^0$С при давлении 60 Бар. При смешивании воды с этиленгликолем наблюдается существенное снижение температуры фазового перехода смеси, пропорциональное процентному соотношению этиленгликоля в водном растворе к чистой воде [11].

На рисунке 4 показана диаграмма рабочего цикла реального теплового насоса без привязки к масштабу (для воды эта диаграмма будет достаточно широкой по горизонтали) [12]. Поскольку процесс адиабатического расширения водяного пара будет происходить во внутренних каналах МСП, все обширные наружные поверхности МСП окажутся достаточно холодными для интенсивного отбора тепловой энергии из окружающей среды.

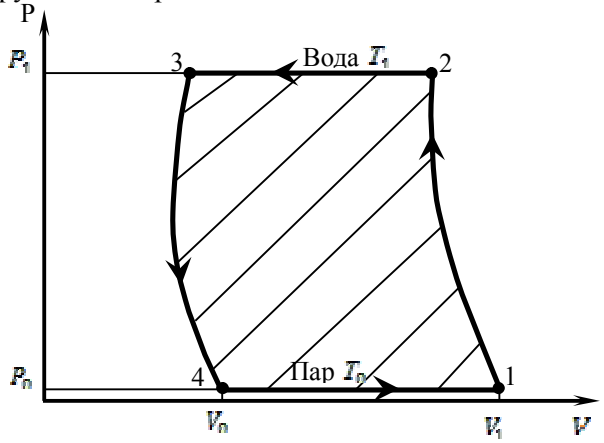



**Рис. 4.** Рабочий цикл реального теплового насоса (масштаб не соблюден).

Учитывая общедоступность и уникальные свойства воды, а также возможность обеспечения температуры кипения смеси «вода-этиленгликоль» от 273 К и выше при абсолютном давлении от 10мБар, есть все основания отнести воду к наиболее перспективным вариантам жидкого теплоносителя применительно к обратимым ГТЭС.

**Оценочный расчет характеристик ГТЭС.** Выполним расчет характеристик гелиотепловой обратимой системы для помещения с полезной площадью МСП $S_п$ =40 м$^2$, температуры окружающей среды от 253К до 333К, температуры парообразования $T_0$ = 280К и температуры $T_1$ = 340К в теплообменнике ТО.

1. С учетом максимального благоприятствования процессу фотосинтеза для растений в помещении, выберем светло-зеленый или светло-желтый цвет жидкого теплоносителя или используем сотовый поликарбонат этого цвета с коэффициентом $\gamma$ = 0,25 отбора энергии из падающего потока солнечной радиации.

2. Оценим удельную мощность тепловой энергии$E_{уд}$, отбираемой из потока солнечной радиации, воздействующего на наружные поверхности МСП по формуле:

$E_{уд} = E_{ср} \cdot \gamma$,

где $\gamma$ – коэффициент отбора энергии из падающего потока солнечной радиации; $E_{ср} = (E_{мах} - E_{мин})/2$ – усредненное значение мощности потока солнечной радиации на 1 м$^2$поверхности, ортогональной потокув светлое время суток.

При известных, например, для Казахстана $E_{мах}$=1380 Вт (ясный летний солнечный день) и$E_{мин}$ = 80 Вт ( пасмурный день), имеем $E_{ср}$ = 650 Вт на 1 м$^2$ ортогональной потоку поверхности [13]. Для светло-желтой окраски МСП имеем $\gamma$ = 0,25. Тогда $E_{уд}$ = 650 • 0,25 =162,5 Вт на 1 м$^2$ полезной площади МСП.

3. Оценим среднечасовой лимит тепловой энергии $E_c$, отбираемой с полезной площади 40 м$^2$ поверхностей МСП из потока солнечной радиации:

$Q_c \geq S_п \cdot E_{уд} = 40 \cdot 162,5 = 6,5$ кВт.

4. Поверхности МСП, обращенные внутрь теплицы, обеспечат дополнительный отбор тепловой энергии из воздуха, значение которой можно оценить по формуле:

$Q_в = k_т \cdot A$ ,

где $k_т$ - эффективность ГТЭС как теплового насоса; $A = (p_1 - p_0) \cdot 10^5 \cdot (V_0 - V_1)$ – работа, затраченная насосом Н1 на повышение абсолютного давления от $p_0$ до $p_1$, в Дж;$p_0$ и $p_1$ – абсолютное давление в МСП и в теплообменнике соответственно (на входе и выходе насоса Н1 соответственно), в Па; $V_0$ и $V_1$ – соответственно объем насыщенного пара в МСП и объем воды, сконденсированной из порции пара, заполнившей внутренние полости МСП в м$^3$.

Формула работы А получена как произведение сторон рабочего цикла реального теплового насоса (см.рисунок 4). При $k_т = T_1 / (T_1 - T_0)$ = 340 /(340-280) = 5,66 (примем с учетом неучтенных потерь $k_т$ =5) и $V_0$ =0,3 м$^3$ ( для 40 м$^2$ полезной площади МСП из 8 мм сотового поликарбоната), с учетом изменения объема определенной массы воды при переходе в пар близкое к 266,9, определим массу порции воды $m_0$, полученной из насыщенного пара, сконденсированного из объема $V_0$ =0,3 м$^3$ :

$m_0 = (V_0 /266,9) \cdot \xi_в = (0,3/266,9) \times 1 = 0,00112$ кг,

где $\xi_в$–удельная плотность воды. При известной теплоте парообразования и конденсации $Q_п$ одного килограмма воды $Q_п$ = 2368 ккал•кг**,** получим

$Q_в = m_0 \cdot Q_п = 0,00112 \times 2368 = 2,652$ккал.

Приняв время совершения одного рабочего цикла ГТЭС как $t_ц$= 10 секунд –это время полного обмена порции насыщенного пара в МСП, можем определить количество тепловой энергии, поглощенной МСП изнутри помещения в течение часа:

$Q_ч = Q_в \cdot (t_ч / t_ц) = 2,652 \times 3600 / 10 = 954,72$ккал.

5. Общая тепловая энергия $Q_{общ}$, отбираемая МСП из окружающей среды для аккумуляции в ТА, может быть определена по формуле:

$Q_{общ} = Q_c + Q_ч$.

6. С учетом того, что 1 ккал = 0.001163 kWh, получим:

$Q_{общ}$= 6,5 / 0,001163 + 900 / 4,1868= 5588,9 + 954,72 = 6543,7 ккал в час.

7. Приняв максимальное время отбора энергии $Q_{общ}$в ТА $t_{мах}$ = 7 часов в течение суток, определим необходимую емкость теплового аккумулятора, наполненного водой:

$$V_{та} \geq Q_{общ} \cdot t_{мах} / (T_1 - T_н) = 6543,7 \cdot 7 / (340 - 280) = 763,4 \text{ литра.}$$

Примем $V_{та} \geq$ 765 литров. Формула требуемого объема $V_{та}$ получена, исходя из потребности закачки в ТА 100% энергии окружающей среды, поглощенной МСП. При обозначенных значениях $T_1$ = 340К, $T_0$ = 280К в качестве теплоносителя возможно использование воды с добавлением этиленгликоля для понижения температур кипения и предотвращения замерзания теплоносителя в зимнее время.

8. Максимальное количество тепловой энергии, накопленное в ТА, можно определить по формуле:

$$Q_{мах} = Q_{общ} \cdot t_{мах} = 6543,7 \cdot 7 = 45805,9 \text{ ккал.}$$

9. Оценим среднечасовой ресурс $Q_c$ тепловой энергии на подогрев воздуха в помещении, приняв время ежесуточного подогрева $t_c$= 10 часов: $Q_c = Q_{мах} / t_c$ 45805,9 / 10 = 4580,6 ккал/час, что эквивалентно затратам электрической энергии на поддержание комфортной температуры в объеме:

$$E_п = Q_c \cdot \zeta = 4580,6 \text{ x } 0.001163 = 5,32 \text{ кВт в час,}$$

где $\zeta$ = 0.001163 – коэффициент перевода ккал в кВт. В данном случае выполнена предусмотренная СНиП норма затрат энергии на поддержание благоприятной температуры в жилом помещения от 1 кВт на 10м$^2$ площади помещения [14].

10. При оснащении предложенной системой помещений с полезной площадью более 40 м$^2$ целесообразно использовать модульный принцип построения системы с обслуживанием каждым модулем от 40 м$^2$ до 60 м$^2$ полезной площади помещения. Модульный принцип позволит существенно повысить живучесть системы в целом, снизить затраты электроэнергии, а также затраты на приобретение, прокладку и обслуживание соединительных трубопроводов системы. Кроме того, имеется возможность обеспечить в каждом модуле, оснащенном разделительными шторами, разных технологических режимов поддержания комфортной температуры.

11. С учетом определенного ранее значения $k_т$ = 5 эффективности ГТЭС как теплового насоса, находим рекомендуемую электрическую мощность $P_э$, потребляемую на функционирование системы по известному [12] соотношению:

$$P_э \geq Q_c / k_т = 6,5 / 5 = 1,3 \text{ кВт.}$$

12. Выберем в качестве насоса-компрессора Н1 (см. рисунок 1) компрессор FubadAIRMasterKit мощностью 1,8 кВт [15], а в качестве Н2 – насос 145313 от стиральной машины Indesit [16] мощностью 60 Вт.

Результаты проведенного расчета подтверждают возможность реализации предложенной обратимой ГТЭС на основе МСП с использованием энергии фазового перехода жидкого теплоносителя для поддержания комфортной температуры в протяженных помещениях.

**Варианты применения ГТЭС на основе МСП**. Возможность оснащения предложенной системой протяженных помещений (галерей, переходов, коридоров и т.д.) открывает перспективу развития нового направления систем кондиционирования – построения модифицированных систем чиллер-фанкойл [17] – централизованных, многозональных систем кондиционирования воздуха, в которых теплоносителем между центральной охлаждающей машиной (чиллером) и локальными теплообменниками (узлами охлаждения воздуха, фанкойлами) служит охлаждённая жидкость, циркулирующая под относительно низким давлением — обыкновенная вода (в тропическом климате) или водный раствор этиленгликоля (в умеренном и холодном климате). Вместо длинномерных трубок качестве распределенных теплообменников в модифицированных системах этого типа будут использованы МСП, выполняющие функции как теплообменников, так и декоративного экстерьера помещений.

Бесперебойное электрическое питание освещения помещений и исполнительных устройств обратимой ГТЭС целесообразно обеспечить от системы бесперебойного электропитания в составе фотоэлектрических панелей, автоматического зарядного устройства и электрического аккумулятора. На рисунке 5 представлен вариант автономной системы электропитания для гелиосистемы в составе фотоэлектрических панелей ФЭП 1 и ФЭП 2, автоматического зарядного устройства АЗУ и электрического аккумулятора АКК.

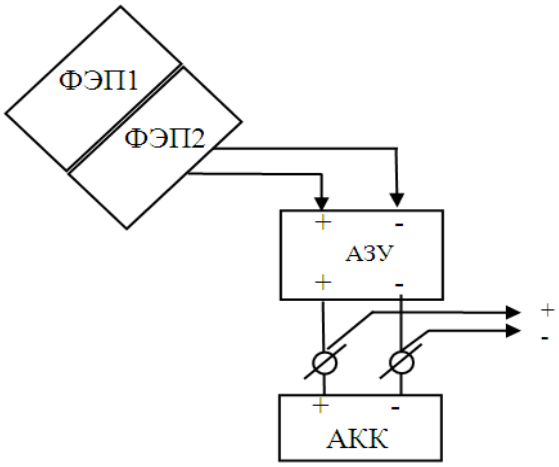



**Рис. 5.** Вариант автономной системы бесперебойного электрического питания для гелиосистемы

Исполнительные элементы Н1, Н2 и ЭК в гелиосистеме могут быть выбраны с напряжением питания 24 V, а в качестве ФЭП 1 и ФЭП 2 использовать, например, серийные солнечные панели МОНО – 200 – 24 V [18], включенные параллельно.

Общие удельные затраты на оснащение предложенной гелиотепловой системой с экстерьером помещений из поликарбоната составят около 50 USD (10 000 тенге) на 1 м$^2$ полезной площади. При оснащении предложенной ГТЭС теплицы, например, затраты на приобретение, установку и обслуживание системы будут возвращены в течение 2 лет стоимостью выращенной в ней продукции.

Следует отметить, что при использовании в предложенной ГТЭС известного способа регулирования светопропускания [19] возможна реализация функции «немеханических штор» в помещениях, в экстерьере которых использованы МСП.

**Возможные риски и варианты минимизации их последствий**. Ограничением широкого применения предложенной ГТЭС для отопления помещений является обратная зависимость коэффициента энергетической эффективности от разницы температур между теплообменником (потребителем) $T_1$ и источником теплоты (температура парообразования теплоносителя $T_0$). Это накладывает определённые ограничения на использование систем типа «воздух –вода». Реальные значения коэффициента эффективности $k_T$ современных тепловых насосов составляют порядка $k_T$ =2.0 при температуре источника −20 ЭС, и порядка $k_T$ =4.0 при температуре источника +7 ЭС. Это приводит к тому, что для обеспечения заданного температурного режима потребителя при низких температурах воздуха необходимо использовать оборудование со значительной избыточной мощностью, что сопряжено с нерациональным использованием капиталовложений (впрочем, это касается и любых других источников тепловой энергии). Применительно к ГТЭС как варианту кондиционирования благоприятной температуры в местностях с резко континентальным климатом, возможно достижение достаточно высокого коэффициента энергетической эффективности. Например, при $T_1$ = 340 К и $T_0$ = 280К $k_T$= 5,66, то есть, затраты электрической энергии на обеспечение работы электрической части ГТЭС с учетом ее коэффициента энергетической эффективности не превысят 20% от накопленной в ТА тепловой энергии.

При сравнительно высоких энергетической эффективности и технологичности изготовления МСП, а также приемлемых затратах на реализацию предложенной ГТЭС, следует обратить внимание на высокие требования по обеспечению герметичности всего контура циркуляции жидкого теплоносителя и особенно всех полостей МСП. При разгерметизации какого-либо участка МСП этот участок должен быть локализован и исключен из контура циркуляции до полного восстановления герметичности в гидросистеме. Минимизации этого риска способствует модульный принцип наращивания ГТЭС. Кроме того, возможно использование в МСП сотового поликарбоната с защитным наружным слоем повышенной механической стойкости.

**Выводы.**

1. Вариант обратимой гелиотепловой энергаккумулирующей системы на основе МСП с использованием энергии фазового перехода жидкого теплоносителя позволяет поддерживать комфортные условия в помещениях при значительных перепадах дневной и ночной температур окружающей среды.

2. Вследствие двухстороннего теплообмена между МСП и окружающим воздухом предложенный вариант гелиотепловой системы отличается повышенной энергетической эффективностью.

3. Для помещений с большой полезной площадью, а также протяженных помещений (галерей, переходов и т.д.) предпочтителен модульный принцип наращивания гелиотепловой системы.

4. С учетом сравнительно высокой приемлемой температуры парообразования в ГТЭС возможно использование в качестве жидкого теплоносителя обыкновенной воды с добавлением этиленгликоля.

5. ГТЭС на основе МСП может служить основой для проектирования и широкого применения модифицированных фанкойл-систем поддержания комфортной температуры в коридорах, галереях, переходах и других открытых и протяженных помещениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по НИР № 757.ПЦФ.АЭ.14.1 Разработка энерго-эффективных технологий на основе альтернативных источников энергии на 2014-2016 годы. – Алматы: КазНТУ имени К.И.Сатпаева, 2014. – 365с.

2. Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Бейсембекова Р.Н., Тохтарбаева Н.А. Гелиотепловая энергосистема. Инновационный патент KZ №27346, опубл. 16.09.2013, бюлл. №9.

3. Самарина И.Э., Харитонов П.Т. Многофункциональная солнечная панель. Патент RU №108574 от 20.09.2011 г. на полезную модель.

4. Энергосбережение и отопление. Тепловые насосы. Сайт: http://mymanor.ru

5. А. В. Спиридонов, И. Л. Шубин**.** Тепловые насосы. Ж. «Строй ПРОФИ», №3, 2012. Сайт: www.teplonasos.by

6. Преимущества отопления тепловыми насосами. Сайт: www.remostroy.com

7. Базаров, И. П. Термодинамика / И. П. Базаров. — М. : Высшая школа, 1983.

8. Давление и плотность насыщенного водяного пара. Сайт: www.schoot-physics.opb.ru

9. Удельная теплота испарения (парообразования) воды. Сайт: www.cryocatalog.ru

10. Зависимость температуры кипения воды от давления. Сайт: www.calc.ru

11. Теплоносители на основе этиленгликоля. Сайт: www.teplonositeli.ru

12. Гелясин А.Е. Тепловой насос — холодильник наоборот // Фізіка: проблемы выкладання. – 2009. – № 2. – С. 44-50.

13. Потенциал солнечной энергетики в Казахстане. Сайт: www.energypartner.kz

14. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция, кондиционирование.

15. Каталог компрессорного оборудования. Сайт: www.market.yandex.ru

16. Насосы для стиральных машин Indesit. Сайт: www.a-star.ru

17. Фанкойл-системы. Сайт: https://ru.wikipedia.org

18. Солнечные панели. Сайт: www.invertor.ru

19. Вишникин Л.Б., Харитонов П.Т. Способ, устройство и магнитная ловушка для регулирования энергоэффективности и светопропускания солнечного коллектора с жидким теплоносителем. Патент RU №2395043 от 20.07.2010 г.

REFERENCES

1. Otchet po NIR № 757.PTsF.AE.14.1 Razrabotka energo-effektivnykh tekhnologiy na osnove al'ternativnykh istochnikov energii na 2014-2016 gody. – Almaty: KazNTU imeni K.I.Satpaeva, 2014. – 365s.

2. Akhmetov B.S., Kharitonov P.T., Beysembekova R.N., Tokhtarbaeva N.A. Gelioteplovaya energosistema. Innovatsionnyy patent KZ №27346, opubl. 16.09.2013, byull. №9.

3. Samarina I.E., Kharitonov P.T. Mnogofunktsional'naya solnechnaya panel'. Patent RU №108574 ot 20.09.2011 g. na poleznuyu model'.

4. Energosberezhenie i otoplenie. Teplovye nasosy. Sayt: http://mymanor.ru

5. A. V. Spiridonov, I. L. Shubin. Teplovye nasosy. Zh. «Stroy PROFI», №3, 2012. Sayt: www.teplonasos.by

6. Preimushchestva otopleniya teplovymi nasosami. Sayt: www.remostroy.com

7. Bazarov, I. P. Termodinamika / I. P. Bazarov. — M. : Vysshaya shkola, 1983.

8. Davlenie i plotnost' nasyshchennogo vodyanogo para. Sayt: www.choot-physics.opb.ru

9. Udel'naya teplota ispareniya (paroobrazovaniya) vody. Sayt: www.cryocatalog/ru
10. Zavisimost' temperatury kipeniya vody ot davleniya. Sayt: www.calc.ru
11. Teplonositeli na osnove etilenglikolya. Sayt: www.teplonositeli.ru
11. Gelyasin A.E. Teplovoy nasos — kholodil'nik naoborot // Fizika: problemy vykladannya. – 2009. – № 2. – S. 44-50.
12. Potentsial solnechnoy energetiki v Kazakhstane. Sayt: www.energypartner.kz
13. SNiP 2.04.05-91. Otoplenie, ventilyatsiya, konditsionirovanie.
14. Katalog kompressornogo oborudovaniya. Sayt: www.market-yandex.ru
15. Nasosy dlya stiral'nykh mashin Indesit. Sayt: www.a-star.ru
17. Fankoyl-sistemy. Sayt: https://ru.wikipedia.org
18. Solnechnye paneli. Sayt: www.invertor.ru
19. Vishnikin L.B., Kharitonov P.T. Sposob, ustroystvo i magnitnaya lovushka dlya regulirovaniya energoeffektivnosti i svetopropuskaniya solnechnogo kollektora s zhidkim teplonositelem. Patent RU №2395043 ot 20.07.2010 g.

Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Киселева О.В.

**Сұйық жылу өткізгіштің фазалық ауысу энергиясын қолданушы геолиожылулық қайтымды энергожинақтаушы жүйе**

**Аңдатпа**. Мақалада қоршаған ортаның күндізгі және тунгі температурасының бөлмелерде күрт төмендеуі кезінде қолайлы температураны тиімді ұстап тұру үшін көп функциональді күн батареялары негізінде жасалған қайтымды геолиожылулық жүйенің үлгісі көрсетілген.

**Түйін сөз**. Күн радиациясының энергиясы, температура ережесі, қайтымды гелиожылулық энергожиынтықтаушы жүйе, жылу аккумуляторы сұйық жылу өткізгіш, фазалық ауысы.

Akhmetov B.S., Kharitonov P.T., Kisseleva O.V.

**Reversible solar energy accumulation system using the energy of the heat transfer fluid phase transition**

**Summary.** The paper presents a reversible option solar system based on multi-functional solar panels for effective round the clock maintenance of favorable temperature in rooms with high changes in day and night temperatures of the environment.

**Key words**. Energy of solar radiation, temperature, reversible solar energy storage system, multi-function solar panel, heat storage, heat transfer fluid phase transition.

УДК 697.113

**О.Ю. Пяк, Т.О. Сейдалиев**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, Stalgat73@mail.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ СИЛЬФОНОВ В УПЛОТНИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**Аннотация.** В статье рассмотрена модернизация уплотнений арматуры путем использования сильфонов новой конструкции.

**Ключевые слова:** арматура, утечка, герметичность, узел, модернизация, сильфон, уплотнение, характеристика, испытание.

Одной из важнейших функций трубопроводной арматуры является недопущение утечек во внешнюю среду. В последние десятилетия, в связи с обострением экологических проблем, проблема внешних утечек стала особенно актуальной. В большинстве конструкций арматуры герметичность по отношению к внешней среде обеспечивается с помощью различных технологий уплотнения штока. Существует множество вариантов конструкций узла уплотнения штока, и общеизвестно, что самой надежной среди них является сильфонная. Причем постоянное повышение экологических норм и требований во всем мире позволяет предположить, что применение сильфонной арматуры будет только расширяться.

Сильфонный узел выглядит очень просто, его принцип работы очевиден. Конструкция сильфонного уплотнения арматуры не претерпевала каких-либо существенных изменений многие десятилетия. Но простота сильфонного узла обманчива. На самом деле сильфон - это весьма

наукоемкая деталь. Застой конструктива уплотнительных сильфонных узлов арматуры отчасти связан отсутствием каких-либо серьезных современных академических разработок по упругим чувствительным элементам. Основные изыскания по данному направлению сводятся к некоторым диссертационным исследованиям [1, 2, 3], отражающим весьма глубокие частности деформации тонкостенных оболочек. В то же время, сегодня актуальна необходимость в серьезной модернизации арматуры в сторону улучшения ее эксплуатационных характеристик.

Чтобы обеспечить мощный толчок к модернизации трубопроводной арматуры, мы предлагаем идею замены привычного нам многослойного цельнотянутого сильфона в арматуре на сварной пластинчатый сильфон, который обладает рядом качественных преимуществ по сравнению с последним. Уникальность характеристик пластинчатого сильфона обусловлена формой гофр, ведь каждая его гофра представляет собой кольцевые мембраны заданного профиля, последовательно соединенные между собой сваркой по наружному и внутреннему диаметрам (рис. 1).

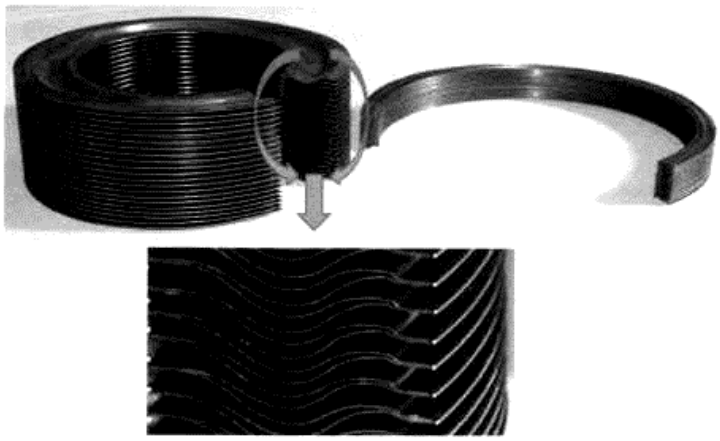


**Рис. 1.** Пластинчатый сильфон

Что же нам даст пластинчатый сильфон, примененный в трубопроводной арматуре сильфонного типа? Это - продление срока службы арматуры за счет увеличения циклопрочности сильфонного узла, что достигается более равномерным распределением деформационной нагрузки на профилированную гофру, не говоря уже о том, что пластинчатый сильфон обладает наименьшей жесткостью. Арматура, в которой в качестве уплотнительного элемента применен пластинчатый сильфон, приобретет различные преимущества: компактность, малогабаритность, повышенный ресурс циклопрочности на открытие/закрытие, существенное снижение нагрузки на привод ввиду уменьшения жесткости сильфона.

Чем же обусловлен ряд существенных преимуществ, таких как: больший рабочий ход, высокий ресурс работы, меньший разброс и показатель жесткости пластинчатых сильфонов перед цельнотянутыми? Они обеспечены профилированием каждой гофры (рис. 2), благодаря чему мы добиваемся равномерного «размазывания» деформации по всей длине ее профиля.

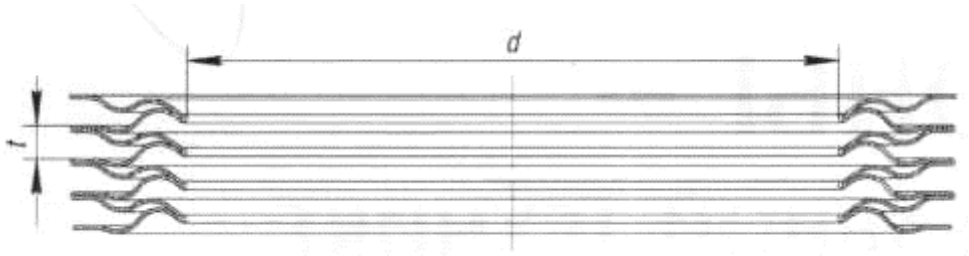



**Рис. 2.** Профиль гофры пластинчатого сильфона

На ОАО «Саранский приборостроительный завод» было разработано и освоено несколько видов пластинчатых сильфонов, с опытными образцами которых была проведена серия испытаний, включая ресурсные. Следует отметить, что данной работе предшествовали теоретические изыскания, направленные на поиск математических зависимостей, позволяющих с достаточной точностью спроектировать профилированную гофру пластинчатого сильфона по заданным свойствам конструируемого сильфона. Результатами этой работы явились данные, указывающие на превосходство пластинчатых сильфонов по отношению к цельнотянутым по многим параметрам. Кратко представим результаты опытно-экспериментальных работ по освоенным пластинчатым сильфонам (табл.).

При прочностном расчете на стадии проектирования всех указанных выше пластинчатых сильфонов использовались математические зависимости и методики Андреевой /I.E. и Королева В.И. [4, 5], которые полностью подтвердились по результатам нашей экспериментальной деятельности.

Из вышеизложенного ясно, что если сравнивать технические характеристики представленных пластинчатых сильфонов и цельнотянутых сильфонов по ГОСТ 21744-83, то можно сделать следующие выводы. На единицу длины пластинчатый сильфон в сравнении с тянутым обладает в 3 раза большим рабочим ходом и в 2 раза меньшей жесткостью, при этом циклопрочность пластинчатого сильфона достигает 120000 и более циклов, в то время как цельнотянутого -лишь 12000 (табл. 1). В то же время, можно заметить, что рабочее давление пластинчатых сильфонов весьма мало, это обусловлено их однослойностью. Попытки изготовления многослойных пластинчатых сильфонов давно предпринимаются различными предприятиями, но пока они безрезультатны, поэтому на данном этапе мы рассматриваем применение пластинчатых сильфонов только в арматуре с рабочим давлением до 1,6 Мпа [6,7].

Таблица 1.

| Обозначение Пластинчатого сильфона | Шаг гофры, мм (t, рис. 2) | Материал сильфона | Рабочий ход одного гофра, мм | Внутренний диаметр, мм (d, рис. 2) | Фактическая циклопрочность сильфона при доверительной вероятности безотказной работы 0,95 | Рабочее давление, МПа | Жесткость одного гофра, кгс/мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28-10-0,2 | 1,5 | 12Х18Н10Т | 0,4 | 18 | 120 000 | 1,6 | 14 |
| 29-10-0,1 | 1,3 | 20Х13 | 0,5 | 18 | 300 000 | 0,6 | 2,6 |
| 35-30-0,1 | 1 | 20Х13 | 0,5 | 18,5 | 10 000 000 | 0,40 | 2,1 |
| 51-10-0,2 | 1,9 | 12Х18Н10Т | 0,7 | 38 | 120 000 | 0,7 | 4,5 |
| 51-10-0,1 | 1,8 | 20Х13 | 0,8 | 38 | 120 000 | 0,2 | 2,7 |

ЛИТЕРАТУРА

1 . Виктор А.М. Торцовые уплотнения валов. Машиностроение ISBN 978-5-217-03383-6; 2008. – С. 125.

2 . Зерщиков К.Ю., Семенов Ю.В. Исследование эксплуатационных характеристик резиновых колец во фторопластовой оболочке. // ТПА 2009 г. №2. С. 83-84.

3 . Остаточная деформация сжатия комбинированных резино-фторопластовых уплотнений. / Зерщиков К.Ю., Семенов Ю.В., Талби Е.В., Кузахметова Е.К. // ТПА 2012 г. №4. С. 56-58.

4 . Лобачева А.М. Упругие чувствительные элементы микромеханических приборов(динамика и надежность): Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург, 2007. -16 с

5 . Кокшаров Д.Н. Динамика упругих чувствительных элементов датчиков систем управления: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург, 2007. -16 с.

6. Кокшаров Д.Н., Спасский Н.В. Современное состояние и перспективы развития упругих чувствительных элементов // Вестник II межвузовской конференции молодых ученых. Сборник трудов Второй межвузовской конференции молодых ученых 28 - 31 марта 2005 года / Под ред. В.Л. Ткалич. - Том 2. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005. - С. 155-159.

7. Кокшаров Д.Н., Валентик Н.Н., Когай Н.В. Параметры качества рабочих поверхностей упругих чувствительных элементов с регулярным микрорельефом // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. Выпуск 29. I сессия научной школы «Информационная безопасность, проектирование, технология элементов и узлов компьютерных систем» / Гл. ред. д.т.н., профессор Н.В. Васильев. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. - С. 247-251.

REFERENCES

1. Viktor A.M. Torzcovie uplotnenia valov. Mashinostroenie ISBN 978-5-217-03383-6; 2008. – S. 125.

2. Zershikov K.Y., Semenov Y.V. Issledovanie ikspluatazhionnih harakteristik rezinovih kolezh vo ftoroplastovoi obolochke. // TPA 2009 г. №2. S. 83-84.

3. Ostatochnaia deformazhiai szhatia kombinirovannih rezino-ftoroplastovih uplotnenii. / Zershikov K.Y., Semenov Y.V., Talbi E.V., Kuzahmetova E.K. // TPA 2012 г. №4. S. 56-58.

4. Lobacheva A.M. Uprugie chuvstvitelnie ilementi mikromehanicheskih priborov (dinamika i nadezhnost): Avtoreferat dissertazhii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tehnicheskih nauk, Sankt-Peterburg, 2007. – S. 16

5. Koksharov D.N. Dinamika uprugih chuvctvitelnih ilementov datchikov sistem upravlenia: Avtoreferat dissertazhii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tehnicheskih nauk, Sankt-Peterburg, 2007.- S.16.

6. Koksharov D.N., Spasskii N.V. Sovremennoe sostoianie i perspektivi razvitia uprugih chuvstvitelnih ilementov // Vestnik II mezhvuzovskoi konferenzhii molodih uchenih. Sbornik трудов Второй межвузовской конференции молодых ученых 28 - 31 марта 2005 года / Под редd V.L. Tkalich. - Tom 2. - SPb.: SPbGU ITMO, 2005. - S.155-159.

7. Koksharov D.N., Valentik N.N., Kogai N.V. Parametri kachestva rabochih poverhnostei uprugih chuvstvitelnih ilementov s reguliarnim mikroreliefom // Nauchno-tehnicheskii vestnik SPbGU ITMO. Vipusk 29. I sessia nauchnoi shkoli «Informazhionnaia bezopasnost, proektirovanie, tehnologia ilementov i uzlov kompiyternih sistem» / Gl. red. d.t.n., professor N.V. Vasiliев. - SPb.: SPbGU ITMO, 2006. - S. 247-251.

Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

**Тығыздамалар техникасында тілімшелі сильфондарды қолдану**

**Түйіндеме.** Сильфонды тығыздамаларды модернизациялау нәтижесінде ұзақ мерзімді қызметке, ықшамдылыққа, жетекке түсітен жүктеменің төмендеуіне қол жеткен.

**Негізгі сөздер:** арматура (су жабдығы), ысырап, тұмшалық, түйін, модернизациялау (жаңалау), сильфон, тығыздама, сипаттама, сынақ.

Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

**Применение пластинчатых сильфонов в уплотнительной технике**

**Резюме.** В результате модернизации сильфонных уплотнителей достигнута продолжительность срока службы, компактность, снижения нагрузки на привод.

**Ключевые слова:** арматура, утечка, герметичность, узел, модернизация, сильфон, уплотнение, характеристика, испытание.

Pyak O.U. Seydaliev T.O.

**The use of bellows in the seal plate technique**

**Summary.** As a result of the modernization of bellows seals achieved durability, compactness, reducing the load on the drive.

**Key words:** valves, leak tightness, assembly, modernization, bellows seal, characteristic, test.

УДК 628.1

**К.М. Касенов, О.Ю. Пяк, Т.О. Сейдалиев**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, Stalgat73@mail.ru)

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Аннотация.** В статье освещены вопросы использования беспроводных сетей в различных отраслях промышленности.

**Ключевые слова:** Сети, системы, затраты, эффект, нагнетание, скважина, линия, технология, площадка, датчик.

Бурный рост микропроцессорных технологий, постоянное снижение стоимости беспроводных решений и повышение их эксплуатационных параметров позволяют отказаться от проводов и проводных сетей в системах контроля, диагностики и обмена информацией. Промышленные компании во всем мире оценили преимущества инновационной технологии и внедряют беспроводные решения с огромной скоростью. Если в сентябре 2012 г. суммарное время наработки беспроводных систем Smart Wireless составляло 1 млрд. часов, то к концу 2013 года цифра увеличилась вдвое.

Беспроводные сети отличаются более гибкой архитектурой, требуют меньших затрат при их установке и обслуживании. Важным аспектом является стандартизация протокола передачи данных, что делает измерительную систему открытой и совместимой с изделиями других производителей [1].

Затраты на традиционное проводное подключение типичного проекта автоматизации, включая стоимость дополнительного оборудования и трудозатраты человека, повышают стоимость любого проекта автоматизации, вне зависимости от его типа и размеров. Развитие беспроводных технологий раскрывает перед конечными пользователями ряд жизненно важных в условиях конкурентной борьбы преимуществ:

• сокращение сроков запуска оборудования, поскольку нет необходимости в прокладке кабельных трасс;

• получение доступа к той информации, которую ранее невозможно было получить вообще, либо доступ к которой требовал больших вложений;

• возможность добавления новых точек измерения без значительных трудозатрат.

Предприятия Казахстана по достоинству оценили простоту, надежность и экономичность беспроводных решений. Самые ощутимые преимущества получили промышленные компании, имеющие удаленные и многочисленные объекты, такие как кусты скважин, удаленные насосные станции, труднодоступную, но важную запорную арматуру, вращающиеся печи обжига [2].

Эффект от внедрения беспроводных технологий заметен в таких приложениях как: диагностика запорной арматуры, вибро-диагностика вращающегося оборудования, обнаружение засорений фильтров. Более того, применение беспроводных решений помогает снизить трудоемкость выполнения ряда документов на стадии проекта из-за отсутствия необходимости в прокладке кабельных связей.

Одним из недавних проектов, реализованных в Казахстане, стало успешное применение беспроводных технологий на нефтегазовом месторождении Узень, разрабатываемым АО "Озенмунайгаз". С внедрением технологии предприятию удалось повысить безопасность, улучшить и облегчить условия работы обслуживающего персонала, повысить дебит скважин при этом снизить эксплуатационные расходы на них, сократив затраты на обслуживание скважин на 65% [3].

Нагнетание воды в скважину является обычным процессом при добыче нефти, при этом из-за недозакачки воды объем добытой нефти сокращается. До внедрения для замеров расхода и давления воды операторы были вынуждены лично осматривать нагнетательные скважины кустовой площадки (рис.1) [4]. Пока оператор не приедет на площадку, определить неполадки было невозможно. Из-за отсутствия контроля на трубопроводе поддержания пластового давления (ППД), его разрывы определялись несвоевременно, что приводило к существенным денежным потерям в виде платы за воду, недозакачке воды в нагнетательные скважины, и, как следствие, недополученной прибыли за нефть.

Для постоянного удаленного мониторинга н своевременного определения возникающих неполадок на трубопроводе ППД оптимальным вариантом стали бы оперативные узлы учета, установленные близко к устью скважной [5]. Расстояние от насосной станции, где есть электроснабжение, и до нагнетательных скважин составляет от 500 метров до 1 км, а до диспетчерского пункта - 3 км. Из-за больших расстояний, проведение электропроводки и линий было не рационально.

В качестве оперативных узлов учета и решения проблемы управления процессами закачки воды компания Emerson предложила решение на базе беспроводной технологии Smart Wireless. Оно позволяет дистанционно контролировать расход и давление воды на нагнетательных скважинах с передачей информации в диспетчерские пункты ППД по радиоканалу [6].

На каждой скважине ППД были установлены беспроводные датчики давления Rosemount 305IS и расходомеры на базе стабилизирующей диафрагмы, информация с которых передается по беспроводному протоколу WirelessHART на шлюз 1420. Через радиомодем информация со шлюза передается в систему верхнего уровня в диспетчерский пункт, расположенный в трех километрах от шлюза [7].

Таким образом, к оператору своевременно и в удобном виде поступает информация о технологических режимах закачки и состоянии оборудования, что позволило компании оперативно управлять процессами закачки воды в пласт. Оптимизация процесса помогла предприятию более чем на половину снизить эксплуатационные расходы на обслуживание скважин. Что также важно, вместе с этим улучшились условия работы обслуживающего персонала, поскольку присутствие специалистов на объекте уже не требовалось [8].

Специалисты компании получили возможность оперативно определять возникающие аварии и неполадки, создавать условия для быстрейшей их ликвидации. Во многом такие задачи были уникальными качествами беспроводной технологии. Расскажем подробнее о данных преимуществах.

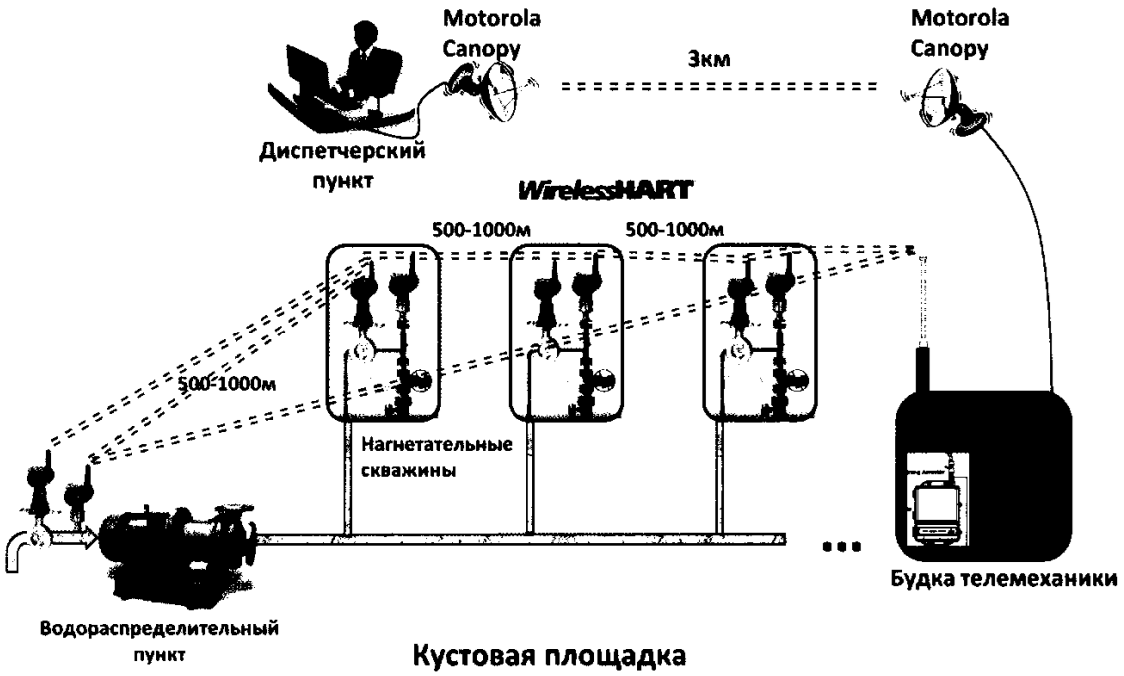



**Рис. 1.** Нагнетательная скважина кустовой площадки

Сеть на основе ячеистой топологии надежна, энергоэффективна, обладает большой пропускной способностью. Беспроводные сети Smart Wireless самоорганизующиеся (Selforganazing), то есть способны обнаруживать новые сетевые узлы и включать их в существующую сетевую структуру без вмешательства человека. Высокая надежность обеспечивается наличием резервных маршрутов передачи данных: при выводе одного из датчиков из эксплуатации данные будут передаваться в обход по резервному пути. Использование нескольких альтернативных маршрутов повышает

пропускную способность сети. Экономия энергопотребления достигается уменьшением мощности сигналов, передающих данные через большее число узлов, разделенных меньшими расстояниями.

Кроме того, сеть из нескольких ячеек обладает свойством самовосстановления (Self-healing) - способностью выявлять и исправлять неисправности в работе сетевых узлов и связей между узлами без вмешательства человека. Данное свойство системы может быть основано на проверке качества линии связи. В такой сети доставка данных может никак не координироваться из центра, а осуществляться по принципу "взаимовыручка соседей".

Работоспособность. Беспроводные приборы обеспечивают превосходную дальность -до 1000 метров. Каждый датчик оснащен собственной антенной и независимым источником электропитания для поддержания работоспособности в течение длительного времени [9].

Энергоэффективность. Все беспроводные приборы Smart Wireless поддерживают интеллектуальную технологию SmartPower, которая позволяет сократить потребление энергии и продлить срок службы источника электропитания до 10 лет. Все модули питания являются искробезопасными, то есть их можно применять на опасных участках производства.

Простота эксплуатации. Решения устанавливаются так же, как и традиционные проводные, поэтому специального обучения персонала не требуется. Это позволяет быстро решать возникающие задачи без привлечения дополнительных ресурсов. Ну и конечно, все беспроводные приборы Smart Wireless сертифицированы в Казахстане.

Разумный подход

Беспроводные решения - это экономичный и разумный подход к автоматизации процессов, отвечающий промышленным требованиям с помощью простой, надежной и защищенной беспроводной технологии передачи данных. Их эффективность доказана на примере зарубежных и отечественных производств.

Проекты на основе беспроводных решений позволяют компаниям оптимизировать и повышать эффективность управления процессами на объектах, улучшать технико-экономические показатели за счет расширения полноты состава и качества выполнения функций контроля с применением современных технических средств. Более того, они повышают безопасность работы персонала и надёжность оборудования.

С каждым годом популярность беспроводных решений увеличивается. Передовые предприятия Казахстана все больше доверяют таким инновационным решениям и активно внедряют их на своих площадках. Уже сейчас реализуются проекты по созданию беспроводной сети в масштабах всего предприятия, в том числе и для одной из крупнейших нефтедобывающих компаний в Казахстане. В будущем тенденция к распространению беспроводных технологий не только на отдельные объекты, но и на все производства, сохранится и будет только усиливаться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таненбаум Э. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2005. С 992.
2. Барановская Т.П., Лойко В.И. Архитектура компьютерных систем и сетей. М.: Финансы и статистика, 2003 – С. 256.
3. Олифер В. Г., Олифер Н. А., Компьютерные сети. Москва, 2007. – С. 167.
4. Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи. Москва: Техносфера, 2004. – С. 168.
5. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Москва: Техносфера, 2005. – С. 592.
6. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – С. 1104.
7. Сергеев, А. П., "Офисные локальные сети. Самоучитель"- М.: "Вильямс", 2003. – С. 320.
8. Рошан, Педжман, Лиэри, Джонатан "Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11": Пер. англ. - М.: "Вильямс", 2004. – С. 304.
9. Ю.А.Кулаков, Г.М.Луцкий ”Компьютерные сети” М. – К. “Юниор”, 2008. – С. 384.

REFERENCES

1. Tanenbaum A. Kompiuternie seti. SPb.: Piter, 2005. S 992.
2. Baranovskaia T.P., Loiko B.I. Arhitektura kompiyternih sistem i setei. M.: Finansi i statistika, 2003 – S. 256.
3. Olifer V. G., Olifer N. A., Kompiuternie seti. Moskva, 2007. – S. 167.
4. Shahnovich I. Sovremennie tehnologii besprovodnoi sviazi. Moskva: Tehnosfera, 2004. – S. 168.

5. Vichnevsckii V.M., Liahov A.I., Portnoi S.L., Chahnovich I.V. Chirokopolosnie besprovodnie seti peredachi informaczii. Moskva: Tehnosfera, 2005. – S. 592.
6. Skliar B. Czifrovaia sviaz. Teoreticheskie osnovi i prakticheskoe primenenie, 2-e izdanie.: Per. s angl. – M.: Izdatelskii dom “Viliaяms”, 2003. – S. 1104.
7. Serteev, A. P., "Ofisnie lokalnie seti. Samouchitel"- M.: "Viliams", 2003. – S. 320.
8. Rochan, Pedzhman, Liari, Dzhonatan "Ocnovi postroenia besprovodnix lokalnih setei standarta 802.11": Per. angl. - M.: "Viliams", 2004. – S. 304.
9. Y.A.Kulakov, G.M.Luzckii ”Kompiyternie seti” M. – K. “Ynior”, 2008. – S. 384.

Касенов К.М. Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

**Сымсыз технологияларды қолдану тиімділігі**

**Түйіндеме.** Өндірістің түрлі салаларында сымсыз технологияларды қолдануда тиімділікке қол жеткен.

**Негізгі сөздер:** Желілер, жүйелер, шығындар, әсер, айдау, ұнғыма, сызық, технология, ауданша, датчик.

Касенов К.М. Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

**Эффективность использования беспроводных технологий**

**Резюме.** Достигнута эффективность использования беспроводных технологий в различных отраслях промышленности.

**Ключевые слова:** Сети, системы, затраты, эффект, нагнетание, скважина, линия, технология, площадка, датчик.

Kasenov K.M. Pyak O.U. Seydaliev T.O.

**Efficiency of use of wireless technologies**

**Summary.** Efficiency of use of wireless technologies in various industries is reached.

**Key words:** Networks, systems, expenses, effect, forcing, well, line, technology, platform, sensor.

УДК 54.052+664.33

**Г.Ж. Бимбетова, Б.А. Сакыбаев, К.С. Надиров, С.А. Сакибаева**
**М.К. Жантасов, А.К. Орынбасаров, А.У. Джусенов**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан)

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА АДГЕЗИОННОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ ТРЕХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕФТЕПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

**Аннотация.** Разработан состав промежуточного слоя с повышенной адгезионной способностью для трехслойного покрытия труб. Данный состав обеспечивает расширение спектра смол, применяемых для получения полимерных антикоррозионных композиций, снижение расхода дорогих компонентов, улучшение экологической обстановки при приготовлении композиции и работе с ней.

**Ключевые слова:** полимерный адгезионный подслой, коррозинная стойкость, адгезия, полиэтилен низкой плотности, сэвилен, госсиполовая смола, вермикулит вспученный.

Полимерный адгезионный подслой является промежуточным слоем в конструкции трехслойного покрытия труб. Его функции состоят в обеспечении сцепления (адгезии) между наружным полиэтиленовым слоем и внутренним эпоксидным слоем. Как известно, адгезия покрытия с подложкой является одним из основных параметров, определяющих качество изделий и их надежность [1]. Адгезия также влияет на стоимость изготавливаемых изделий, т.к. низкая адгезионная прочность обычно обнаруживается только на заключительных технологических операциях.

Полиолефины относятся к числу тех полимеров, которые плохо совмещаются не только с полярными полимерами, но и с полимерами этого класса. Проводимые исследования по получению полимерных композиционных материалов однозначно свидетельствуют об отсутствии совместимости даже среди однотипных полимеров. Актуальной стратегией оптимизации композиций является целенаправленный поиск сверхаддитивных (синергических) эффектов [2].

Нами предпринята попытка создания промежуточного слоя с повышенной адгезионной способностью; поставленная при этом техническая задача – это повышение сдвигающего напряжения при отрыве адгезионного состава промежуточного слоя от внутреннего слоя - праймера и от слоя композита, образующего внешний слой, с низкой поверхностной энергией. Существенное влияние отдельных компонентов материала покрытия на его механические и физико-химические свойства заставляет подбирать состав материала покрытия применительно к конкретным условиям эксплуатации нефтегазопровода. Этим объясняется, в частности, многообразие лакокрасочных и полимерных материалов, используемых для наружного покрытия нефтегазопроводов, каждый из которых имеет определенное целевое назначение. В настоящее время разработано большое число адгезионных композиций на основе сополимера этилена с винилацетатом. Однако они характеризуются недостаточно высокой адгезионной прочностью к металлам при сдвиге и отслаивании, а также высоким содержанием природных смол (35-55 мас.%). Целью наших исследований является повышение механических характеристик композиции, адгезионной способности покрытия, расширение спектра применяемых смол для получения полимерных антикоррозионных композиций, снижение расхода дорогих компонентов, улучшение экологической обстановки при приготовлении композиции и работе с ней. Применение разработанного состава в противокоррозионных покрытиях позволяет повысить надежность соединения изолирующего полимера и изолируемого металлического материала благодаря высоким адгезионным свойствам композиции при достаточно низкой температуре нагрева металлического материала (120-140ºС). Указанный технический результат достигается тем, что композиция имеет состав мас.%: полиэтилен низкой плотности - 69-78, сополимер этилена с винилацетатом (сэвилен, СЭВА) марки 11104-030 - 7-9; госсиполовая смола ОСТ 1-114-73 – 10-15, вермикулит вспученный по ГОСТ 12865-67 (0,6) – 5-7.




Состав, мас.%: 1- сополимер этилена с винилацетатом – 62 – 90, тальк - 1-10, γ-аминопропилэтоксисилан - 1-5, канифоль - 5-20, слюда - 1-3 (прототип); 2 - полиэтилен низкой плотности - 78, сополимер этилена с винилацетатом – 7; госсиполовая смола– 15; 3 - полиэтилен низкой плотности - 78, сополимер этилена с винилацетатом - 15; вермикулит вспученный – 7; 4 - полиэтилен низкой плотности - 78, сополимер этилена с винилацетатом - 7; госсиполовая смола– 10, вермикулит вспученный по– 5.

**Рис. 1.** Влияние состава композиций на величину адгезии к стали

На рисунке 1 показано влияние состава новых композиций на величину адгезии к стали в сравнении с данными прототипа [3]. Новым в композиции является: использование госсиполовой смолы, обеспечивающей стабилизацию полиэтилена за счет содержания госсипола и повышение механических характеристик композиции, и минерального наполнителя - вермикулита вспученного, способствующего усилению взаимодействия полимерной матрицы со сталью. Также, по сравнению с прототипом, содержание более дорогого компонента - сэвилена - снижено с 62- 90 масс. % до 7-9%. Высокие технические характеристики заявляемой композиции можно объяснить за счет возникновения синергетического эффекта между госсиполовой смолой и вермикулитом вспученным, т.к. по отдельности эти компоненты композиции дают минимальный эффект, равно как и применение других минеральных наполнителей, типа талька, слюды.

Известно, что один из способов повышения эффективности действия компонентов связан с явлением синергизма, при котором смесь двух или более соединений при заданной суммарной концентрации влияет на процесс дольше или изменяет его скорость сильнее, чем каждый из компонентов смеси, взятый в

отдельности, в концентрации, равной сумме концентраций смеси. Поверхность вермикулита имеет повышенную дефектность, и это предопределяет наличие активных центров на поверхности наполнителя, способных к образованию физических связей типа водородных с полимерной матрицей: полиэтилен + СЭВА. Таким образом, вермикулит упрочняет композицию, повышает ее теплостойкость. В госсиполовой смоле содержится от 52 до 64 % сырых ЖК и их производных, остальная часть - продукты конденсации и полимеризации госсипола и его превращений. Существование госсипола в виде трех таутомерных форм — нафтил-альдегидной, или основной, нафталон-карбинольной и нафталин-лактольной [4] – предполагает образование не менее 4 внутримолекулярных циклов: двух пятичленных OH…OH (1,1') и двух шестичленных OH...O=C (2,2'). Вследствие этого химическое строение госсипола предопределяет его активность как синергетика. Синергетическое действие госсипола обусловлено также присутствием четырех гидроксильных групп в положении 6,6' и 7,7'. Альдегидные группы в молекуле госсипола усиливают этот эффект.

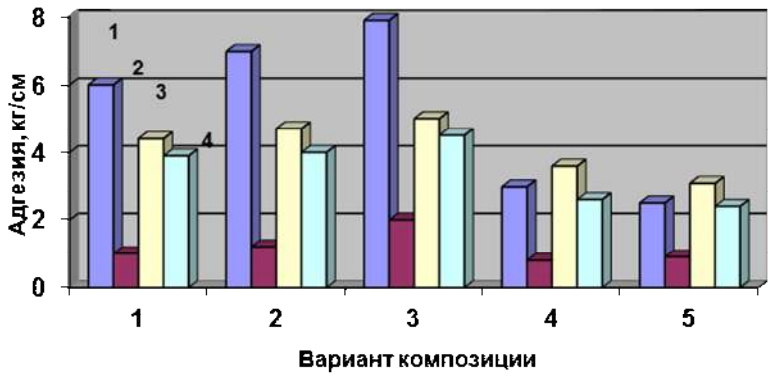
В таблице 1 приведены конкретные количественные примеры приготовления композиции, для этих составов определены исходная адгезия к стали и адгезия покрытия к стали после 1000 ч. испытаний в воде при температурах: 20Ғ5ӘС и 60Ғ3ӘС, рисунок 2 характеризует величину адгезии, которая определяется этим составом.

Таблица 1. **Примеры состава композиции**

| Компоненты композиции | Номер примера и состав, масс % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Полиэтилен низкой плотности | 69 | 73 | 78 | 60 | 85 |
| Сэвилен | 9 | 8 | 7 | 11 | 5 |
| Госсиполовая смола | 15 | 13 | 10 | 17 | 8 |
| Вермикулит вспученный | 7 | 6 | 5 | 12 | 2 |

Известно, что многие модификаторы химически взаимодействуют с наполнителем и матрицей, поэтому их лучше вводить во время переработки, например, во время экструзии. Применение метода экструзии обеспечивает важные преимущества, которые заключаются в совмещении в одном экструдере ряда процессов: диспергирования, перемешивания, гомогенизации, термической обработки (охлаждения) и т.д. и в непрерывности и высокой производительности процесса. Приготовление композиции осуществляется следующим образом. Смешение ведут в экструдере при нагревании до 110-120$^{o}$С, куда первоначально подают расплавленные полиэтилен, сэвилен, затем добавляют вермикулит вспученный и госсиполовую смолу. По мере продвижения композиции к зоне выгрузки экструдера происходит ее смешение и нагрев. После получения гомогенной смеси происходит ее выгрузка из экструдера при температуре 130 - 140 $^{o}$С.

В таблице 2 приведены свойства полученных композиций, нанесенных на стальные трубы диаметром 820 мм (марка стали СТ17Г1С(К-52), ГОСТ 20295-85), проверенные в условиях повышенной влажности в сильнокислых средах.




Температура 1,3 - 20Ғ5ӘС; 2,4 - 60Ғ3 ӘС; 1,2 – исходная адгезия, 3,4 - адгезия после 1000 ч. испытаний в воде.
**Рис. 2.** Влияние состава композиции на величину адгезии к стали

Таблица 2. **Данные испытаний адгезионной композиции**

| Основные показатели свойств покрытий | Номер примера | | | | | | Норма по ГОСТ Р 51 164 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Прототип | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1. Исходная адгезия к стали, кг/см, при температурах испытаний:<br>20Ғ5 ӘС<br>60Ғ3 ӘС | <br>5,0<br>1,0 | <br>6,0<br>1,0 | <br>7,0<br>1,2 | <br>8,3<br>2,0 | <br>3,0<br>0,8 | <br>2,5<br>0,9 | <br>От 3,5 до 5,0<br>От 0,9 до 1,2 |
| 2. Адгезия покрытия к стали, кг/см, после 1000 ч. испытаний в воде при температурах:<br>20Ғ5 ӘС<br>60Ғ3 ӘС | <br>3,5<br>3,3 | <br>4,4<br>3,9 | <br>4,7<br>4,0 | <br>5,0<br>4,5 | <br>3,6<br>2,6 | <br>3,1<br>2,4 | <br>От 3,0 до 3,5<br>От 3,0 до 3,5 |
| 3. Площадь катодного отслаивания, $см^2$, после испытаний при температурах:<br>20Ғ5 ӘС<br>40Ғ3 ӘС<br>60Ғ3 ӘС | <br>3,0<br>4,0<br>6,5 | <br>2,0<br>3,5<br>5,5 | <br>2,0<br>2,5<br>4,5 | <br>3,0<br>3,5<br>5,5 | <br>9,0<br>12,5<br>13,5 | <br>6,0<br>8,5<br>13,5 | <br>Менее 5,0<br>Менее 10,0<br>Менее 15,0 |
| 4. Ударная прочность, Дж/мм толщины покрытия, при 20 ӘС | 4,0 | 5,5 | 5,8 | 5,4 | 4,0 | 3,1 | 5,0 |
| 5. Стойкость к растрескиванию под напряжением, час | 1100 | 1200 | 1320 | 1300 | 800 | 600 | Не менее 1000 |
| 6. Коррозионная стойкость (набухание в грунтовых водах),% начальная через 60 суток | <br>0,21<br>0,29 | <br>0,16<br>0,18 | <br>0,09<br>0,12 | <br>0,14<br>0,10 | <br>0,21<br>0,22 | <br>0,19<br>0,22 | - |

Оптимальное соотношение компонентов наблюдается для состава №3, при этом допустимы изменения концентраций в заявленных пределах (пример №1 и №2), но температура расплава на выходе из экструдера должна составлять 130 - 140 ºС. При повышении содержания сэвилена выше 9 мас % и понижении меньше 7 масс.% снижаются все показатели. При повышении содержания госсиполовой смолы выше 15% снижает все прочностные свойства композиции, кроме того композиция долгое время не отвердевает, а снижение менее 10% значительно уменьшает адгезию и температуру хрупкости. Введение в полимер госсиполовой смолы облегчает достижение контакта между адгезивом и субстратом, снижаются остаточные напряжения, но в тоже время ухудшаются прочностные свойства композита. Повышение содержания вермикулита более 7% снижает температуру хрупкости, а уменьшение концентрации ниже 5% снижает адгезию к металлу и коррозионную стойкость. Следует отметить, что при адгезии полимера к металлу роль химической природы адгезива оказывается решающей. Причем важно, чтобы адгезив не просто содержал в определенном количестве полярные группы, а чтобы эти группы обладали способностью вступать в интенсивное взаимодействие с поверхностными группами субстрата, например, выполняли роль доноров электронов. Кроме того, различные химические связи могут возникать между поверхностью металла, покрытой гидратированной окисной пленкой, и функциональными группами полимеров и госсипола.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет осуществить эффективную защиту нефтепроводов, которые эксплуатируются в условиях большой влажности, при этом разработанная композиция обеспечивает использование дешевого местного сырья (в том числе отходов, ухудшающих экологическую обстановку) с одновременным повышением механических характеристик, коррозионной стойкости и адгезионной способности полученного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1 Адгезионная способность пленок / А.А. Углов, Л.М. Анищенко, С.Е. Кузнецов. - М.: Радио и связь. -1987.- 104 с.

2 Кахраманлы Ю.Н. Несовместимые полимерные смеси и композиционные материалы на их основе. - Баку: ЭЛМ. - 2013. - 152 с.

3 Адгезионная композиция. Патент России № 2139312; C09J123/08, C09J123/08, C09J193:04, опубл. 10.10.99.

4 Глушенкова А.И., Назарова И.П. Госсипол, его производные и их использовние.- Ташкент: Фам. - 1993.

REFERENCES

1 Adgezionnaya sposobnost plenok / A.A. Uglov, L.M. Anishchenko, S.E. Kuznetsov. - M.: Radio i svyaz. -1987.- 104 s.

2 Kakhramanly Yu.N. Nesovmestimye polimernye smesi i kompozitsionnye mate-rialy na ikh osnove.- Baku: ELM. - 2013. - 152 s.

3 Adgezionnaya kompozitsiya. Patent Rossii № 2139312; C09J123/08, C09J123/08, C09J193:04, opubl. 10.10.99.

4 Glushenkova A.I., Nazarova I.P. Gossipol, ego proizvodnye i ikh ispolzovaniye.- Tashkent: Fam. - 1993.

Бимбетова Г.Ж., Сакыбаев Б.А.,Надиров К.С., Сакибаева С.А.
Жантасов М.К., Орынбасаров А.К.,Джусенов А.У.

**Мұнайқұбырларды коррозиядан қорғау үшін үшқабатты аралық қаптама жабынды адгезиялық құрамын әзірлеу**

**Түйіндеме.** Құбырларды үш қабатты қаптама жабындыда қолдануға арналған адгезиялық қабілеттілігі жоғары аралық қабат құрамы өңделді. Берілген құрам шайырдың коррозияға қарсы полимерлік композиция алуда қолдану аймағын кеңейтеді, бағасы қымбат компоненттерге шығынды төмендетеді, композицияны дайындаудағы экологиялық жағдайды жақсартуды қамтамасыздандырады.

**Кілттік сөздер:** Полимерлік адгезиялық қабат, коррозияға тұрақтылық, адгезия, төмен тығыздықтағы полиэтилен, сэвилен, госсиполды шайыр, кеуектелген вермикулит.

Bimbetova G.Zh., Sakibayev B.A., Nadirov K.S., Sakibayev S.A.
Zhantasov M.K., Orinbasarov A.K., Dzhusenov A.U.

**Development of an adhesive intermediate layer of three-layer coating to protect the pipeline from corrosion**

**Summary.** The intermediate layer’s composition with enhanceable adhesive ability for the three-layered coverage of pipes is worked out. This composition provides expansion of spectrum resins applied for the receipt of polymeric anticorrosive compositions, reducing charges of expensive components, improvement an ecological situation during the composition’s preparation and working with it.

**Key words:** polymeric adhesive sublayr, corrosion resistance, adhesion, low density polyethylene, sevilene, gossypol resin expanded vermiculite.

УДК 620.18

**А.Б.Телешева, А.Т.Турдалиев, Е.В. Чумаков, А.Е. Удербаева,**
**А.Б. Әлімбетов, Тусупкалиева Э.К.**
(КазНТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА АД31 ПРИ ЛИТЬЕ

**Аннотация.** На сегодняшний день алюминиевые сплавы по своему использованию вышли на второе место после сплавов на основе железа. По этой причине исследования их физико-механических характеристик в широком диапазоне температур, нагрузок и других специфических условий приобретает все большее значение.

**Ключевые слова**:алюминиевые сплавы, механические свойства, литье.

Благодаря уникальному набору свойств изделия из алюминиевых сплавов широко применяются в различных областях промышленности, при этом значительная доля полуфабрикатов приходится на

прессованную продукцию. «Качество», получаемой в процессе выплавки структуры определяет все дальнейшее поведение материала в процессе изготовления металлоизделия и его эксплуатации. По этой причине поиск путей получения сплава с оптимальными для производства и эксплуатации физико-механическими свойствами является актуальной задачей.

Сплавы АД31, АДЗЗ, АВ по повышенной пластичности и коррозионной стойкости системы А1—Mg—Si упрочняются по единому режиму: температура нагрева под закалку 520—530 ЭС, температура искусственного старения 1С0— 170 ЭС, время выдержки 10—12 ч. Для высоконагруженных деталей, работающих в условиях переменных нагрузок, старение проводят при 150— 160ЭС. Для достижения максимальной прочности старение полуфабрикатов следует проводить не позднее чем через 1 ч после закалки, иначе наблюдается снижение $o_в$ и $o_{0,2}$ на 30—50 МПа. Сплав АД31 применяется для деталей невысокой прочности, от которых требуется хорошая коррозионная стойкость и декоративный вид, работающих в интервале температур —70-50 ЭС. Сплав применяется для отделки кабин самолетов и вертолетов с различными цветовыми покрытиями. Используется в строительстве для дверных рам, оконных переплетов, эскалаторов, а также в автомобильной, легкой и мебельной промышленности. [1].

Промышленным методом получения слитков всех деформируемых алюминиевых сплавов в настоящее время является непрерывное литье. Вопросы кристаллизации и структуры слитков, полученных этим методом, подробно рассматривались работах [2].

Сплавы системы Al-Zn-Mg и Al-Mg-Si имеют относительно невысокие литейные свойства [22]. Объемная доля неравновесных эвтектик в них мала, и даже при малых скоростях литья существует тенденция к усадочной пористости. Из-за широкого интервала кристаллизации эти сплавы склонны к образованию горячих трещин, особенно сильнолегированные и имеющие большие отношения Zn/Mg или Si/Mg. Добавки меди увеличивают горячеломкость. Другие элементы в тех количествах, в каких они обычно входят в состав, заметного влияния на литейные свойства не оказывают [3].

Экспериментальные плавки велись при разных режимах охлаждения. На первом этапе приготовленный материал разогревался до температуры плавления с последующим перегревом расплава до температуры 750°С. Скорость нагрева составляла 20 – 25 град/мин. Разливка расплава проводилась в специальные тигли. Масса отливок не превышала 730 грамм. После разливки и кристаллизации получались бруски с размерами 22х22х190 мм$^3$. Из них приготавливались образцы для механических испытаний. Из каждой отливки приготавливали по 8 образцов. После токарной обработки и шлифовки поверхности рабочей части проводился визуальный и с помощью оптического микроскопа контроль, по результатам которого отбирались образцы в количестве 3 – 5 штук для механических испытаний.

В результате испытаний получали серии диаграмм растяжения. Из литературных источников[4-7] известно, что для получения мелкозернистой структуры необходимо создавать условия, когда скорость кристаллизации будет максимальной. В этом случае получаем сплав с низкими прочностными характеристиками, но высокой пластичностью. Но в то же время, высокие скорости охлаждения приводят к появлению больших градиентов температур между внешними и внутренними слоями кристаллизуемого сплава. Они, в свою очередь, являются причиной создания в материале больших внутренних напряжений, которые сказываются на процессах старения и гомогенизации. В данном случае был выбран вариант, когда скорость охлаждения изменялась в интервале 118 – 2,5 град/мин. В настоящих экспериментах время кристаллизации считалось от момента начала охлаждения до достижения комнатной температуры в сердцевинной части заготовки. После кристаллизации из полученных слитков приготавливались образцы для механических испытаний.

Полученная экспериментальным путем серия диаграмм растяжения позволила рассчитать численные значения механических характеристик: предела текучести, временного сопротивления, ресурса пластичности. Результаты таких расчетов представлены в таблице 1. В данноq таблице результаты под номемерами 1 – 8 получены на образцах плавки № 1, под номерами 9 – 11 плавки № 2, под номерами 12 – 14 плавки № 3.

Таблица 1. **Кратковременные механические свойства алюминиевого сплава АД31 после кристаллизации с разной скоростью охлаждения**

| № п.п. | V, град/мин | $\sigma_{02}$, МПа | $\sigma_в$, МПа | δ, % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 118 | 82,0 | 130,1 | 14,1 |
| 2 | 89 | 82,6 | 130,2 | 11,6 |
| 3 | 64 | 85,3 | 130,9 | 10,2 |
| 4 | 36 | 89,2 | 133,1 | 9,3 |
| 5 | 31 | 90,3 | 133,7 | 9,2 |
| 6 | 20 | 93,7 | 135,3 | 8,9 |
| 7 | 8 | 98,3 | 137,8 | 8,7 |
| 8 | 2.5 | 100,8 | 139,7 | 8,6 |
| 9 | 11 | 96,9 | 137,8 | 8,7 |
| 10 | 25 | 92,0 | 134,5 | 9,1 |
| 11 | 81 | 83,5 | 130,3 | 11,1 |
| 12 | 17 | 94,1 | 135,7 | 8,7 |
| 13 | 46 | 88,3 | 132,3 | 9,4 |
| 14 | 53 | 87,3 | 131,4 | 10 |

Наиболее удобной формой анализа экспериментальных результатов является их представление в графическом виде (рисунки 1, 2 и 3).

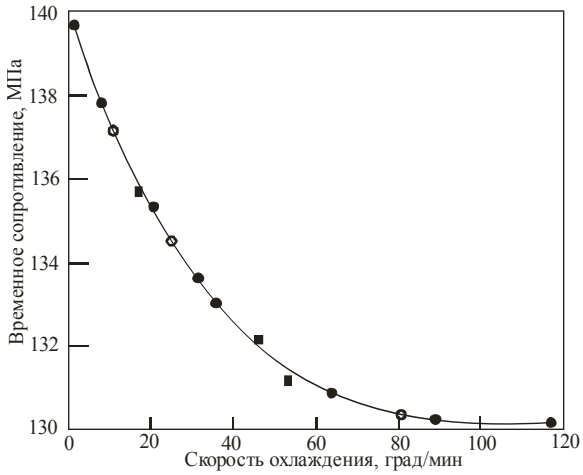



**Рис. 1.** Зависимость временного сопротивления от скорости охлаждения сплава АД31 при кристаллизации (разными значками отмечены разные партии образцов)

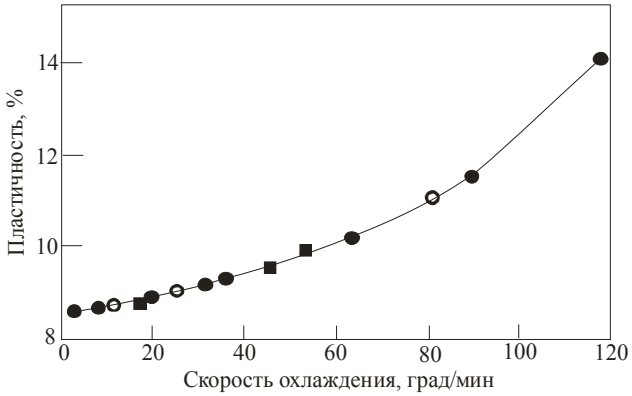



**Рис. 2.** Зависимость ресурса пластичности от скорости охлаждения сплава АД31 при кристаллизации (разными значками отмечены разные партии образцов)

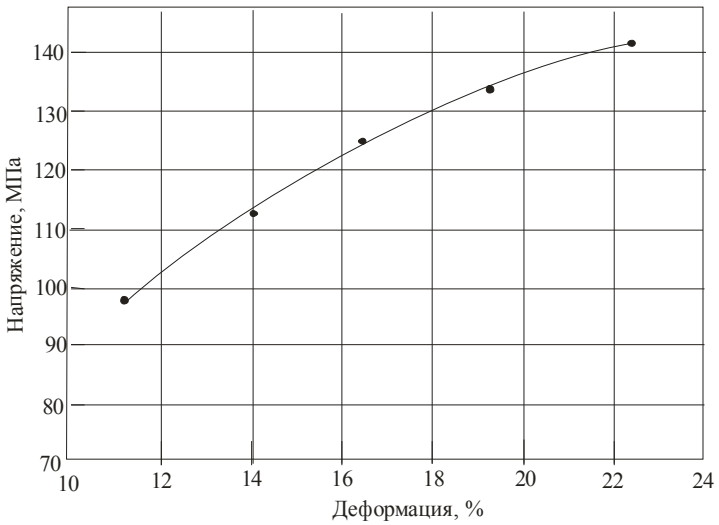



**Рис. 3.** Зависимость напряжения от величины деформации образцов из алюминиевого сплава АД31 (температура испытания 20°С)

Все три графика нелинейны. Обращает на себя внимание, что экспериментальные точки хорошо укладываются на линии, анализ которых может оказать существенную помощь в установлении вида зависимости и написании алгебраического уравнения, отражающего взаимосвязь исследуемых параметров.

Рост пластичности с одновременным снижением предела текучести и временного сопротивления на полученных зависимостях может быть объяснен тем, что с увеличением скорости охлаждения зеренная структура измельчается, приводя к наблюдаемому поведению исследованных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/alu/AD31 (28.01.2015)
2. Елагин В.И., Захаров В.В., Дриц А.М. Структура и свойства сплавов системы Al-Zn-Mg. М.: Металлургия, 1982. - 224 с.
3. Добаткин В.И. Слитки алюминиевых сплавов. - Свердловск: Металлургия, 1960. - 175 с. ил.
4. Фридляндер И.Н. Алюминиевые деформируемые конструкционные сплавы. М.: Металлургия, 1979. - 208 с.
5. Елагин В.И., Захаров В.В., Дриц А.М. Структура и свойства сплавов системы Al-Zn-Mg. М.: Металлургия, 1982. - 224 с.
6. United States Patent Offise, 3,743,549, July 3,1973.
7. Di Russo E., Conservo M., Gatto F. Markus H./Met. Traus., 1993. – Vol. 4, № 4. - P. 1133 – 1144.

REFERENCES

1. http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/alu/AD31 (28.01.2015)
2. Elagin V.I., Zaharov V.V., Drits A.M. Struktura i svoystva splavov sistemyi Al-Zn-Mg. M.: Metallurgiya, 1982. - 224 s.
3. Dobatkin V.I. Slitki alyuminievyih splavov. - Sverdlovsk: Metallurgiya, 1960. - 175 s. il.
4. Fridlyander I.N. Alyuminievyie deformiruemyie konstruktsionnyie splavyi. M.: Metallurgiya, 1979. - 208 s.
5. Elagin V.I., Zaharov V.V., Drits A.M. Struktura i svoystva splavov sistemyi Al-Zn-Mg. M.: Metallurgiya, 1982. - 224 s.
6. United States Patent Offise, 3,743,549, July 3,1973.
7. Di Russo E., Conservo M., Gatto F. Markus H./Met. Traus., 1993. – Vol. 4, # 4. - P. 1133 – 1144.

Телешева А.Б.,Турдалиев А.Т.,Чумаков Е.В., Удербаева А.Е.,Әлімбетов А.Б., Тусупкалиева Э.К.
**Ад 31 қорытпасын құю кезіндегі суыту режимдерінің механикалық қасиеттеріне әсері**
**Түйіндеме.** Бүгінгі таңда алюминий коспасынан жасалған материалдар темір негізіндегі материалдардан кейін қолданылуы жағынана екінші орынға шығып отыр. Сондықтан, олардың физико-механикалық қасиеттерін температуралардың, жуктемелердің, және басқа да спецификалық шарттардың кең ауқымында зерттеу маңызы жағынан жоғары болып тұр.
**Түйін сөздер**: алюминий қорытпалары, механикалық сипаттамалар, құю

Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Чумаков Е.В., Удербаева А.Е., Әлімбетов А.Б., Тусупкалиева Э.К.
**Влияние режимов охлаждения на механические свойства сплава ад31 при литье**
**Резюме.** На сегодняшний день алюминиевые сплавы по своему использованию вышли на второе место после сплавов на основе железа. По этой причине исследования их физико-механических характеристик в широком диапазоне температур, нагрузок и других специфических условий приобретает все большее значение.
**Ключевые слова**:алюминиевые сплавы, механические свойства, литье.

Telesheva A.B., Turdalyev A.T., Chumakov Ye. V., Uderbayeva A.E., Alymbetov A.B., Tusupkalyeva E.K.
**The influence of cooling on mechanical properties of alloys in casting ad31**
**Summary.** Today aluminum alloys on the use came to the second place after alloys on the basis of iron. For this reason of research of their physicomechanical characteristics in the wide range of temperatures, loadings and other specific conditions gains the increasing value.
**Key words:** aluminum alloys, mechanical properties, molding

УДК 621.865.8

**[1]К.С. Иванов, [2]Б.Т. Шингисов**
([1]Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Казахстан, *ivanov_greek@mail.ru,*
[2]Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан, *beibit_tumen@mail.ru)*

## АДАПТИВНАЯ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

**Аннотация.** Механическая система с двумя степенями свободы и с одним входом обладает эффектом силовой адаптации. Гидравлическую систему с двумя степенями свободы и с одним входом можно считать вариантом механической системы. В работе доказано, что гидравлическая система с двумя степенями свободы, имеющая один вход и наложенную дифференциальную связь, также обладает эффектом силовой адаптации.
**Ключевые слова:** механика, гидравлика, адаптация, система управления.

### Введение

Адаптивное управление системой состоит в приспособлении системы к внешним параметрам. Адаптивная система управления – это, например, система управления автоматической коробкой передач автомобиля. Эта система управления обеспечивает при постоянной мощности двигателя переменную скорость движения автомобиля в зависимости от внешней нагрузки. Существующая автоматическая коробка передач содержит гидротрансформатор, ступенчатую коробку передач и механизм переключения передач. Система управления автоматической коробкой передач (коробка-автомат), которая обеспечивает переключение передач, является чрезвычайно сложной, громоздкой и не вполне адекватной условиям движения.

В последнее время появились простые не переключаемые автоматические коробки передачи, в которых используется зубчатый механизм с двумя степенями свободы [1, 2, 3, 4]. Автоматическая механическая коробка передач представляет собой зубчатый механизм с двумя степенями свободы (зубчатый вариатор). Зубчатый вариатор содержит замкнутый контур из взаимодействующих зубчатых колес, который может обеспечить адаптивное управление коробкой передач. Теория зубчатого вариатора с постоянным зацеплением зубчатых колес представлена в работах [5, 6, 7]. Исследования показали, что замкнутый контур из зубчатых колес образует управляющую адаптивную механическую систему. Общие принципы действия адаптивной механической системы с замкнутым контуром очевидно могут иметь место и в других системах (гидравлической,

электрической и пр.). *Настоящая работа посвящена разработке общих принципов управляющей адаптивной системы управления с замкнутым контуром.*

Теоретические исследования для механической системы с двумя степенями свободы и с одним входом [1, 2, 3] свидетельствуют о том, что замкнутый механический контур передачи накладывает дополнительную дифференциальную связь на относительное движение звеньев. Это приводит к определимости механической системы и к появлению новых свойств такой системы. Механическая система с двумя степенями свободы и с наложенной дифференциальной связью обладает эффектом силовой адаптации. Наглядное представление о работе передачи дает анимационная модель передачи, размещенная на сайте http://www.madbass.narod.ru.

Любую иную систему аналогичной структуры с двумя степенями свободы и с одним входом (например, гидравлическую) можно считать одним из вариантов механической системы. Следовательно, любая иная система с двумя степенями свободы, имеющая один вход и замкнутый контур, также обладает эффектом силовой адаптации.

Цель настоящей работы проанализировать теоретические закономерности системы с двумя степенями свободы на примере гидравлической системы, доказать существование эффекта адаптации для такой системы и определить общие принципы создания адаптивной системы управления. Эффект адаптации системы можно сформулировать так: при постоянном содержании системы (например, мощности) один из переменных выходных параметров (например, скорость) является обратно пропорциональным другому переменному параметру (например, силе). Исследования выполнены на основе законов механики и гидравлики.

## 1 Механическая адаптивная система управления

Зубчатая БРП в виде дифференциального зубчатого механизма с двумя степенями свободы представлена на рис. 1.

Механизм содержит стойку 0, входное звено $H_1$, входной сателлит 2, блок центральных колес 1-4, блок эпициклических (кольцевых) колес 3-6, выходной сателлит 5 и выходное звено $H_2$. Зубчатые колеса образуют четырехзвенный замкнутый контур 1-2-3-6-5-4. Размеры зубчатых колес 1, 2, 3, 4, 5, 6 определяются соответствующими радиусами $r_i \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$. Радиусы водил $r_{H1} = r_1 + r_2$, $r_{H2} = r_4 + r_5$. Справа от механизма представлена картина скоростей $V_i \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ звеньев механизма. Линейные скорости $V_i$ выражаются через угловые скорости $\omega_i$ по формуле $V_i = \omega_i r_i$. Линейные скорости водил $V_{Hi} = \omega_{Hi} r_{Hi}$, $i = 1, 2$.

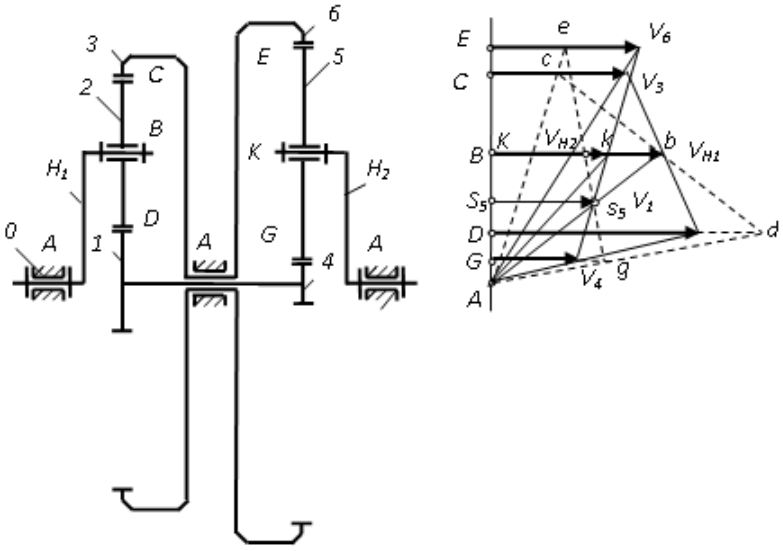



**Рис. 1.** Зубчатый дифференциальный механизм и картина его скоростей

Начальная картина скоростей показана сплошными линиями. Промежуточная картина скоростей показана пунктирными линиями.

Доказано, что при постоянной угловой скорости входного водила мгновенный центр $s_5$ вращения сателлита 5 будет занимать неизменное положение на линии $Ab$ угловой скорости входного водила.

Постоянный размер $y = BS_5$ определяется по формуле $y = r_5 \dfrac{r_1 r_6 - r_3 r_4}{r_1 r_6 + r_3 r_4}$.

По заданным моментам сил ($M_{H1}, M_{H2}$) на водилах $H_1$ и $H_2$ определим реакции в кинематических парах. Со стороны водил $H_1$ и $H_2$ на сателлиты 2 и 5 замкнутого контура передаются реакции $R_{H1} = M_{H1} / r_{H1}$, $R_{H2} = M_{H2} / r_{H2}$.

На сателлит 5 действует реакция $R_{H2}$ в точке $K$ и реакции $R_{45} = R_{65} = R_{H2} / 2 = M_{H2} / 2r_{H2}$ в точках $G$ и $E$. Аналогично на сателлит 2 действует реакция $R_{H1}$ в точке $B$ и реакции $R_{12} = R_{32} = R_{H1} / 2 = M_{H1} / 2r_{H1}$ в точках $D$ и $C$. Условие равновесия сателлита 5 представим в виде равенства нулю моментов относительно неподвижного мгновенного центра скоростей $S_{50}$

$$R_{45} \cdot GS_{50} + R_{65} \cdot ES_{50} = R_{H2} \cdot KS_{50}. \quad (1)$$

Условие равновесия сателлита 2 ($S_{20}$ на рис. 2 не показан)

$$R_{12} \cdot DS_{20} + R_{32} \cdot CS_{20} = R_{H1} \cdot BS_{20}. \quad (2)$$

Умножим уравнение (1) на $\omega_5$. С учетом $\omega_5 \cdot GS_{50} = V_4$, $\omega_5 \cdot ES_{50} = V_6$, $\omega_5 \cdot KS_{50} = V_{H2}$ получим

$$R_{45} \cdot V_4 + R_{65} \cdot V_6 = R_{H2} \cdot V_{H2}. \quad (3)$$

Умножим уравнение (2) на $\omega_2$. С учетом $\omega_2 \cdot DS_{20} = V_1$, $\omega_2 \cdot CS_{20} = V_3$, $\omega_2 \cdot BS_{20} = V_{H1}$ получим

$$R_{12} \cdot V_1 + R_{32} \cdot V_3 = R_{H1} \cdot V_{H1}. \quad (4)$$

Сложим уравнения (3) и (4)

$$R_{12} \cdot V_1 + R_{32} \cdot V_3 + R_{45} \cdot V_4 + R_{65} \cdot V_6 = R_{H1} \cdot V_{H1} + R_{H2} \cdot V_{H2}. \quad (5)$$

Сумма работ (или мощностей) внутренних сил замкнутого контура равна нулю $R_{12} \cdot V_1 + R_{32} \cdot V_3 + R_{45} \cdot V_4 + R_{65} \cdot V_6 = 0$. Из уравнения (5) следует, что сумма работ внешних сил замкнутого контура также равна нулю $R_{H1} \cdot V_{H1} + R_{H2} \cdot V_{H2} = 0$. Или

$$M_{H1} \cdot \omega_{H1} + M_{H2} \cdot \omega_{H2} = 0. \quad (6)$$

То есть сумма мощностей внешних сил равна нулю. Это означает, что вся рассматриваемая кинематическая цепь находится в равновесии. С учетом знаков

$$\omega_{H2} = \frac{M_{H1} \cdot \omega_{H1}}{M_{H2}}. \quad (7)$$

Формула (7) выражает эффект силовой адаптации. При заданных постоянных параметрах $M_{H1}$ и $\omega_{H1}$ входной мощности выходная угловая скорость $\omega_{H2}$ обратно пропорциональна заданному переменному выходному моменту сопротивления $M_{H2}$.

### 2 Гидравлическая адаптивная система управления

Адаптивная гидравлическая система представлена на рис. 2.

Система содержит входной резервуар $A$, выходной резервуар $B$, входной поршень 1, промежуточные блоки поршней 2-4 и 3-5 и выходной поршень 6. Поршни 1, 2, 3 размещены во

входном резервуаре $A$. Поршни 4, 5, 6 размещены в выходном резервуаре $B$. Обозначим $S_i$ $i = 1...6$ - площади поршней. $V_i$ $i = 1...6$ - скорости движения поршней.

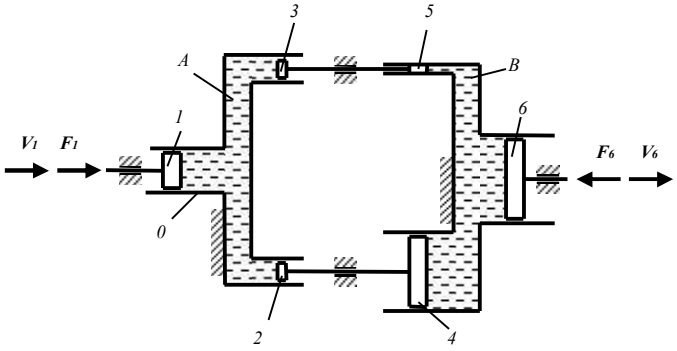



**Рис. 2.** Адаптивная гидравлическая система

Блоки поршней 2-4 и 3-5 вместе с резервуарами $A$ и $B$ создают управляющую структуру в виде замкнутого гидравлического контура, размещенного между входным поршнем 1 и выходным поршнем 6.

На входном поршне действует движущая сила $F_1$. На выходном поршне действует сила сопротивления $F_6 = p_6 \cdot S_6$.

Во время работы сила $F_1$ на входном поршне 1 создает во входном цилиндре давление $p_1 = F_1 / S_1$ и перемещает блоки поршней 2-4 и 3-5. Поршни 4 и 5 создают в выходном цилиндре давление $p_6 = F_6 / S_6$ и перемещают выходной поршень 6.

Замкнутый гидравлический контур обеспечивает адаптацию системы.

### 3 Взаимосвязь параметров

Расход жидкости в цилиндрах $A$ и $B$

$S_1 \cdot V_1 + S_2 \cdot V_2 = S_3 \cdot V_3$.

$S_5 \cdot V_3 = S_6 \cdot V_6 + S_4 \cdot V_2$.

или

$$S_1 \cdot V_1 = S_3 \cdot V_3 - S_2 \cdot V_2. \quad (1)$$

$$S_6 \cdot V_6 = S_5 \cdot V_3 - S_4 \cdot V_2. \quad (2)$$

Умножим уравнение (1) на $p_1$ и уравнение (2) на $p_6$. С учетом $p \cdot S = F$ получим

$$F_1 \cdot V_1 = F_3 \cdot V_3 - F_2 \cdot V_2. \quad (3)$$

$$F_6 \cdot V_6 = F_5 \cdot V_3 - F_4 \cdot V_2. \quad (4)$$

Вычтем уравнение (4) из уравнения (3), получим

$$F_1 \cdot V_1 - F_6 \cdot V_6 = F_3 \cdot V_3 - F_2 \cdot V_2 - F_5 \cdot V_3 + F_4 \cdot V_2.$$

Или

$$F_1 \cdot V_1 - F_6 \cdot V_6 = (F_3 - F_5) \cdot V_3 - (F_2 - F_4) \cdot V_2. \quad (5)$$

Левая часть уравнения (5) представляет собой алгебраическую сумму мощностей внешних сил. Правая часть уравнения (5) представляет собой алгебраическую сумму мощностей внутренних сил. Если гидравлическая система находится в равновесии, то согласно принципу возможных перемещений сумма мощностей внешних сил равна нулю. Следовательно, и сумма мощностей внутренних сил также равна нулю. Таким образом, имеет место следующая закономерность: при наличии в гидравлической системе замкнутого контура сумма мощностей внутренних сил равна нулю.

Приравнивая нулю левую часть уравнения (5), получим

$$F_1 \cdot V_1 = F_6 \cdot V_6 . \quad (6)$$

Уравнение (6) позволяет определить выходную скорость по заданной постоянной входной мощности $P_1 = F_1 \cdot V_1$ и заданной переменной выходной силе сопротивления

$$V_6 = F_1 \cdot V_1 / F_6 . \quad (7)$$

Уравнение (7) определяет оператор адаптивного управления гидравлической системой. При произвольном задании одного выходного параметра другой выходной параметр принимает автоматически соответствующее значение.

Уравнение (7) определяет связь выходного кинематического параметра с выходным силовым параметром. Такая связь имеет место только в гидравлической системе с замкнутым контуром. Гидравлическая система с замкнутым контуром ранее никогда не рассматривалась.

Из уравнения (5) следует, что сумма мощностей внутренних сил равна нулю

$$(F_3 - F_5) \cdot V_3 - (F_2 - F_4) \cdot V_2 = 0 . \quad (8)$$

Обозначим $F_{35} = F_3 - F_5$ - полная сила на поршне 3 – 5, $F_{24} = F_2 - F_4$ - полная сила на поршне 2 – 4. Тогда получим

$$F_{35} \cdot V_3 = F_{24} \cdot V_2 . \quad (9)$$

Уравнение (9) представляет собой уравнение внутренней циркулирующей энергии. Внутренние силы $F_{35}, F_{24}$ в общем случае (при $V_3 \neq V_2$) не равны между собой, однако равновесие выполняется по принципу возможных перемещений. Условие равновесия статики $F_{35} = F_{24}$ выполняется в частном случае при $V_3 = V_2$, когда отсутствует относительное перемещение поршней 3-5 и 2-4.

Внутренние скорости $V_3, V_2$ поршней 3-5 и 2-4 определим, решая систему уравнений (1-3), (2-4) при известных значениях $V_1, V_6$ .

Из уравнения (6) следует $S_1 \cdot p_1 \cdot V_1 - S_6 \cdot p_6 \cdot V_6 = 0$ . Отсюда получим связь между давлениями в цилиндрах А и В

$$p_1 = \frac{S_6 \cdot V_6}{S_1 \cdot V_1} \cdot p_6 . \quad (10)$$

*Числовой пример*

Дано: $F_1 = 20\ H, V_1 = 2\ м/с, F_6 = 80\ H$ , $S_1 = 20\ см^2, S_6 = 40\ см^2$ .

Определить: $V_6, p_1, p_6$ .

1) $V_6 = F_1 \cdot V_1 / F_6 = 20 \cdot 2/80 = 0.5 м/с$ .

2) $p_1 = F_1 / S_1 = 20/20 = 1\ H/см^2$ .

3) $p_6 = F_6 / S_6 = 80/40 = 2\ H/см^2$ .

4) Проверка уравнения (10)

$$p_1 = \frac{S_6 \cdot V_6}{S_1 \cdot V_1} \cdot p_6 . \quad 1 = \frac{40 \cdot 0.5}{20 \cdot 2} \cdot 2 .$$

**4 Взаимосвязь параметров адаптивной гидравлической системы**

Каждый элемент гидравлической системы (поршень) характеризуется двумя параметрами $F = p \cdot S$ - сила и $V$ - скорость движения. Произведение параметров определяет содержание элемента системы (передаваемую мощность) $P = F \cdot V$.

Входное состояние (статус) системы характеризуется постоянными входными параметрами $F_1$ и $V_1$. Выходное состояние системы характеризуется переменными выходными параметрами $F_2$ и $V_2$.

Мощность на входе $P_1 = F_1 \cdot V_1$. Мощность на выходе $P_6 = F_6 \cdot V_6$. Мощность на входе и на выходе одинакова $P_1 = P_6$. То есть

$$F_1 \cdot V_1 = F_6 \cdot V_6. \quad (3)$$

Адаптивное управление системой обеспечивает гидравлический замкнутый контур, обеспечивающий взаимосвязь внешних и внутренних расходов жидкости.

Взаимосвязь расходов жидкости во входном цилиндре

$$S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2 + S_3 \cdot V_3 \ . \quad (4)$$

Взаимосвязь расходов жидкости в выходном цилиндре

$$S_6 \cdot V_6 = S_4 \cdot V_2 + S_5 \cdot V_3 \ . \quad (5)$$

Умножим уравнение (4) на $p_1$, а уравнение (5) на $p_6$ получим

$$F_1 \cdot V_1 = F_2 \cdot V_2 + F_3 \cdot V_3. \quad (6)$$

$$F_6 \cdot V_6 = F_4 \cdot V_2 + F_5 \cdot V_3. \quad (7)$$

Вычтем из уравнения (6) уравнение (7). С учетом уравнения (3) получим

$$(F_2 - F_4) \cdot V_2 + (F_3 - F_5) \cdot V_3 = 0. \quad (8)$$

То есть сумма внутренних мощностей на поршнях 2-4 и 3-5 равна нулю.

Уравнение (8) характеризует существование дополнительной связи в системе с двумя степенями свободы, имеющей замкнутый контур. Эта дополнительная связь представляет собой управляющую функцию. Для существования управляющей функции уравнение (8) должно иметь определимость всех параметров. Докажем наличие определимости.

Площади всех поршней являются заданными. Давления в цилиндрах определяются через внешние действующие силы

Должны быть найдены и скорости всех поршней.

Содержание системы на входе (расход жидкости) является постоянным и заданным. Выходные параметры системы являются переменными. Адаптация системы состоит в том, что по одному заданному выходному параметру определяется другой выходной параметр. Из уравнения (3) следует

$$V_6 = S_1 \cdot V_1 / S_6. \quad (7)$$

При известных скоростях входа и выхода $V_1, V_6$ можно определить промежуточные скорости $V_2, V_3$. Для этого представим систему уравнений (4), (5) в следующем виде

$$V_1 = S_2 \cdot V_2 / S_1 + S_3 \cdot V_3 / S_1 \ . \quad (8)$$

$$V_6 = S_4 \cdot V_2 / S_6 + S_5 \cdot V_3 / S_6 \ . \quad (9)$$

Решая систему уравнений (8), (9), определим промежуточные скорости $V_2, V_3$.

Таким образом, уравнение (6) является определимым и характеризует существование управляющей функции. Управляющей функцией является уравнение (7).

Однако уравнение (7), как упоминалось ранее, требует конструктивного изменения площади выходного поршня. Этого можно избежать, если использовать параметры давления в цилиндрах $p_1$, $p_6$.

Умножим уравнение (4) на $p_1$, а уравнение (5) на $p_6$. С учетом $p_1 \cdot S_i = F_i \ i = 1, 2, 3, \ \ p_6 \cdot S_j = F_j, j = 4, 5, \ p_6 \cdot S_6 = R_6$ получим

$$F_1 \cdot V_1 = F_2 \cdot V_2 + F_3 \cdot V_3 . \quad (10)$$

$$R_6 \cdot V_6 = F_4 \cdot V_4 + F_5 \cdot V_5 . \quad (11)$$

Управляющей функцией является уравнение (7). Управляющую функцию адаптивной гидравлической системы можно сформулировать следующим образом: при заданных постоянных входных параметрах системы (площадь входного поршня $S_1$ и скорость движения входного поршня $V_1$) скорость выходного поршня $V_6$ находится в обратной пропорциональной зависимости от площади выходного поршня.

Умножим уравнение (3) на давление $p_2$. С учетом $p_2 s_1 V_1 = N_1$ (где $N_1$ – входная мощность) получим связь параметров по принципу возможных перемещений

$N_1 + R_4 V_4 = F_3 V_3$. (4)

Вычтем из уравнения (4) уравнение (2), получим

$N_1 = R_6 V_6$. (5)

Из формулы (5) следует

$V_6 = N_1 / R_6$. (6)

Это означает, что выходной поршень 6 движется со скоростью, обратно пропорциональной силе сопротивления движению. То есть имеет место силовая адаптация гидравлической системы к переменной выходной нагрузке при постоянной входной мощности. Иначе говоря, при постоянной входной мощности, подводимой к входному поршню, выходной поршень движется со скоростью, обратно пропорциональной силе сопротивления его движению.

**5 Общая адаптивная система управления**

Предметом исследования является адаптивная система, которая характеризуется двумя параметрами $F$ и $V$. Произведение параметров определяет содержание системы $P = F \cdot V$.

Например, система передачи мощности характеризуется двумя параметрами: $F$ - сила и $V$ - скорость. Произведение параметров определяет содержание системы – мощность $P = F \cdot V$.

Входное состояние (статус) системы характеризуется постоянными входными параметрами $F_1$ и $V_1$. Выходное состояние системы характеризуется переменными выходными параметрами $F_2$ и $V_2$.

Содержание системы на входе $P_1 = F_1 \cdot V_1$. Содержание системы на выходе $P_2 = F_2 \cdot V_2$. Содержание системы на входе и на выходе одинаково $P_1 = P_2$. То есть

$$F_1 \cdot V_1 = F_2 \cdot V_2 . \quad (1)$$

Адаптивное управление системой формулируется следующим образом. При заданном содержании системы один из выходных параметров определяется через другой выходной параметр по формуле, полученной из уравнения (1)

$$V_2 = F_1 \cdot V_1 / F_2 . \quad (2)$$

Уравнение (2) определяет адаптацию системы. Например, для механической системы выходная скорость движения рабочего органа обратно пропорциональна выходной нагрузке на рабочем органе.

Модель адаптивной системы можно представить в виде резервуара с двумя поршнями. $p$ - давление в резервуаре. Входной поршень имеет площадь $S_1$ и движется со скоростью $V_1$ под действием движущей силы $F_1 = p \cdot S_1$. Выходной поршень имеет площадь $S_2$ и движется со скоростью $V_2$, преодолевая силу сопротивления $F_2 = p \cdot S_2$. Содержание системы – это передаваемая мощность. При этом входные параметры $F_1$ и $V_1$ постоянны, а выходные параметры $F_2$ и $V_2$ являются переменными. Для этого следовало бы обеспечить конструктивное изменение площади выходного поршня.

Однако представляется возможным создать адаптивную систему с помощью введения в нее некоторой управляющей структуры, не изменяющей ее конструкцию в процессе регулирования.

**Заключение**

Таким образом, анализ взаимодействия параметров гидравлической системы с двумя степенями свободы подтверждает возможность создания в ней дифференциальной связи и существование эффекта силовой адаптации в гидравлике. Найденные закономерности позволяют создавать адаптивные гидравлические механизмы. Несомненно, что гидравлические адаптивные системы найдут широкое применение в современной технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов К.С. Передача с автоматически регулируемой скоростью. Предварительный патент республики Казахстан № 3208 от 15.03.1996.

2. Иванов К.С. Адаптивная зубчатая передача (варианты). Предварительный патент РК №14477 от 13.04.2004.

3. Иванов К.С., Ярославцева Е.К. Способ автоматического и непрерывного изменения крутящего момента и скорости вращения выходного вала в зависимости от сопротивления движению и устройство для его осуществления. Патент России RU № 2398989. 10.09.2010. 10 с.

4. K. S. Ivanov, E.K. Yaroslavceva. Almaty, KAZ - Owners of the registered sample. The name - Device of automatic and continuous change of a twisting moment – and changes of a corrected speed of output shaft depending on a tractive resistance. The deed on registration of the registered sample № 20 2012 101 273.1. Day of Registration 02.05.2012. The German patent and firm establishment. Federal Republic Germany. 2012. 12 p.

5. Ivanov K.S. Discovery of the Force Adaptation Effect. Proceedings of the 11th World Congress in Mechanism and Machine Science. V. 2. April 1 - 4, 2004, Tianjin, China. – P. 581 - 585.

6. Ivanov K.S. The simplest automatic transfer box. // WCE 2010. World Congress on Engineering 2010 (ICME) London, UK. 2010. - P. 1179 – 1184.

7. Иванов К.С. Теоретические основы зубчатой бесступенчато регулируемой передачи. Теория механизмов и машин. Периодический научно-методический журнал. №2 (16). 2010.

REFERENCES

1. Ivanov K.S. Peredacha s avtomaticheskу reguliyruemoy skorostiu. Predvaritelny patent respubliky Kazakhstan № 3208 ot 15.03.1996.

2. Ivanov K.S. Adaptivnaya zubshataya peredacha (varianty). Predvaritelny patent RK №14477 ot 13.04.2004.

3. K. S. Ivanov, E.K. Yaroslavceva. Sposov avtomatisheskogo i nepreryvnogo izmenenya krutyashego momenta i skorosty vrashenya vyhoodnogo vala v zavisimosty ot soprotivlenya dvijenyu i ustroistvo dlya ego osushestvlenya. Patent Rossi RU № 2398989. 10.09.2010. 10s.

4. K. S. Ivanov, E.K. Yaroslavceva. Almaty, KAZ - Owners of the registered sample. The name - Device of automatic and continuous change of a twisting moment – and changes of a corrected speed of output shaft depending on a tractive resistance. The deed on registration of the registered sample № 20 2012 101 273.1. Day of Registration 02.05.2012. The German patent and firm establishment. Federal Republic Germany. 2012. 12 p.

5. Ivanov K.S. Discovery of the Force Adaptation Effect. Proceedings of the 11th World Congress in Mechanism and Machine Science. V. 2. April 1 - 4, 2004, Tianjin, China. – P. 581 - 585.

6. Ivanov K.S. The simplest automatic transfer box. // WCE 2010. World Congress on Engineering 2010 (ICME) London, UK. 2010. - P. 1179 – 1184.

7. Ivanov K.S. Teoreticheskye osnovy zubchatoy besstupenchato reguliruemoy peredachy. Teorya mechanizmov i mashin. Periodichesky nauchno-metodychesky jurnal. №2 (16). 2010. Том 8. Sankt-Peterburgsky gosudaestvenni politechnichesky universytet. С. 36 – 48.

Иванов К.С., Шингисов Б.Т.

**Бейімделген екі параметрлі басқару жүйесі**

**Түйіндеме.** Екі еркіндік дәрежелі және бір кірісті механикалық жүйелер күштік бейімделу эффектісіне ие болады. Екі еркіндік дәрежелі және бір кірісті гидравликалық жүйелерді осы механикалық жүйелердің нұсқасы десе болады. Жұмыста келтірілген дифференциальды байланыстардың және екі еркіндік дәрежелі және бір кірісті гидравликлық жүйелердің де күштік бейімделу эффектісіне ие екендігі дәлелденді.

**Түйін сөз:** механика, гидравлика, күштік бейімделу, басқару жүйелері.

K.S. Ivanov, B.T. Shingissov

**Adaptive two- parametrical control system**

**Summary.** The mechanical system with two degrees of freedom and with one entrance has effect of power adaptation. The hydraulic system with two degrees of freedom and with one entrance can be considered as option of mechanical system. In work it is proved that the hydraulic system with two degrees of freedom having one entrance and the imposed differential communication also has effect of power adaptation.

**Key words:** mechanics, hydraulics, adaptation, control system

УДК 622.276

**К.К. Нугуманов, Н. Исагулов**
(Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, Don_Nuguman@mail.ru)

## НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В КОНСТРУКЦИЯХ БУРОВЫХ ПОРШНЕЙ

**Аннотация.** Рассматриваются новые возможности в совершенствовании элементов конструкции поршней буровых насосов в контексте дальнейшего совершенствования работоспособности буровых насосов, так как от них зависит качество проведения технологических операций и эффективность последующей эксплуатации нефтяных и газовых скважин**.** Поскольку практически доступными методами не достигается полной очистки циркулирующей в гидравлическом тракте буровой установки промывочной жидкости от взвешенных твердых частиц горной породы, они проникают вместе с жидкостью на поверхность трения, перекатываются по ней или шаржируют поверхность эластичных поршневых колец и интенсифицируют изнашивание цилиндра бурового насоса при прямолинейном реверсивном движении в нем поршня.

В этой связи совершенствование конструктивных элементов бурового поршня с целью увеличения долговечности его работы остается актуальной.

**Ключевые слова:** поршень, цилиндровая втулка, буровой насос, гидравлическая часть.

Работоспособность буровых насосов определяют сменные детали гидравлической части оборудования такие, как поршни, цилиндровые втулки, клапаны, уплотнения. Работа этих деталей в абразивосодержащих и агрессивных рабочих средах при высоком давлении снижает и без того крайне низкий их технический ресурс. Как показывает практика буровых работ, в экстремальных условиях эксплуатации срок службы деталей гидравлической части может иногда составлять не более 40…80 ч[1]. Быстрая замена вышедших из строя деталей требует наличия резервного насоса, значительных материальных и трудовых затрат с применением тяжелого ручного труда в экологически неблагоприятных условиях. Поэтому обеспечение требуемой долговечности узлов и деталей гидравлической части является одной из основных задач при проектировании насосов.

Одним из ответственных элементов гидравлической части насосов является поршневая группа. Это узел, создающий необходимое давление при перекачке жидкости. Поршень и втулка цилиндровая работают в среде слабоагрессивной и высокоабразивной жидкости. При работе на поршень действуют большое давление $P_{max}$ = 200…350кг/см$^2$ и силы трения. Температура в рабочая зоне до 85ºС. Манжета поршня работает в паре с поверхностью втулки с шероховатостью поверхности Ra 0,16...0,32мкм.

Поскольку практически доступными методами не достигается полной очистки циркулирующей в гидравлическом тракте буровой установки промывочной жидкости от взвешенных твердых частиц горной породы, они проникают вместе с жидкостью на поверхность трения, перекатываются по ней или шаржируют поверхность эластичных поршневых колец и интенсифицируют изнашивание цилиндра бурового насоса при прямолинейном реверсивном движении в нем поршня ( рисунок 1).

В этой связи совершенствование конструктивных элементов бурового поршня с целью увеличения долговечности его работы остается актуальной, а новые технические решения в этом направлении исследовании представляют большой интерес.

Остановимся на нескольких конструкциях представляющихся нам наиболее перспективными. Например, известен буровой поршневой насос одностороннего действия с гидравлической частью,

включающей цилиндровую втулки размещенный внутри нее поршень, установленный на штоке, который получает возвратно- поступательное движение от кривошипно-шатунного механизма приводной части ***(Патент РФ № 23 15893, МПК F04B 15/02 ,опуб. 27.01.2008)***. Для подачи в зону трения смазывающее охлаждающей жидкости (СОЖ) насос имеет гибкий шланг и штуцер соединенный радиальным сверлением с каналом вдоль оси штока. Непосредственно за штуцером установлен мощный эластичный отбойник перекачиваемой жидкости ( Проект фирмы OPI Inc., OPI 350WS ,1998).

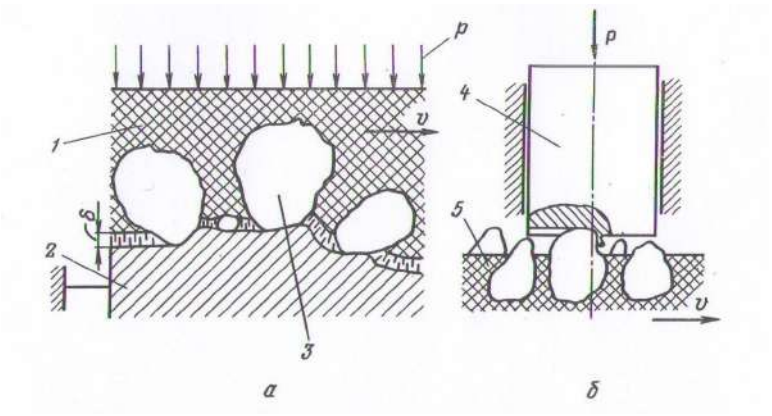



**Рис. 1.** Схема взаимодействия твердых частиц с поверхностью поршня:
а - зерен горной породы, шаржирующих эластичный уплотнительный материал, в узле трения на насосе;
б - зерен корунда, закрепленных в абразивном круге, на испытательной машине; 1 - резиновое поршневое кольцо; 2 - стенка цилиндра; 3 - зерно кварца; 4 - образец материала цилиндра; 5 - абразивный круг; б - толщина слоя граничной смазки ; р - давление на резину; Р - нагрузка на образец; v - направление скорости носителя твердых частиц

Как считают эксперты недостатком этого насоса является трудоемкость в обслуживании, большое количество деталей и времени, затрачиваемого на смену цилиндровой втулки и поршня, а габарит насоса по длине утяжеляет его по массе.

Представляет интерес так же буровой поршневой насос одностороннего действия, (в соответствии с рисунком 2. )имеющий гидравлическую часть с цилиндровой втулкой и помещенным внутрь нее поршнем. Поршень закреплен на штоке, совершающем возвратно-поступательное перемещение. Насос снабжен системой подачи СОЖ, включающей штуцер с гибким шлангом для подачи этой жидкости по каналу вдоль оси штока на поверхность трения цилиндровой втулки и поршня. Штуцер с гибким шлангом установлен на штоке и соединен радиальным отверстием с осевым каналом. На штоке также установлен эластичный отбойник перекачиваемой жидкости, выполненный в виде охватывающей радиальное отверстие самоуплотняющейся манжеты, в которую вмонтирован штуцер (Патент РФ № 2315893, МПК F04B 15/02 , опуб. 27.01.2008).

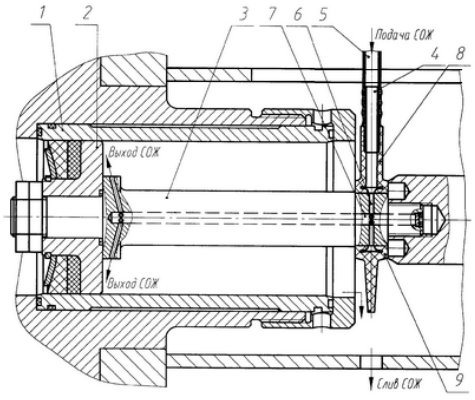



**Рис. 2**. Патент РФ № 2315893

На рисунке 3 представлен общий вид такого бурового насоса одностороннего действия в продольном разрезе;

Буровой поршневой насос одностороннего действия содержит гидравлическую часть с цилиндрической втулкой 1 и размещенным внутри нее поршнем 2. Поршень 2 закреплен на штоке 3, имеющим возможность совершать возвратно-поступательное движение, получаемое от кривошипно–шатунного механизма приводной части (не показана). Насос так же снабжен системой подачи СОЖ на поверхность трения цилиндровой втулки 1 и поршня 2 ,включающей установленный на штоке 3 штуцер 4 для подачи СОЖ с гибким шлангом 5, соединенный радиальным отверстием 6 с каналом 7 вдоль линии штока 3. На последнем размещен эластичный отбойник 8 перекачиваемой жидкости для исключения возможности ее попадания и СОЖ в приводную часть, а штуцер 4 вмонтирован в эластичный отбойник 8, выполненный в виде самоуплотняющейся манжеты 9 охватывающей радиальное отверстие 6.

Недостатком конструкции насоса является выход СОЖ на поверхность трения цилиндровой втулки и поршня после последнего. Это влечет обедненное смазывание поршня, и том числе сто уплотнительного кольцевого элемента, их рабочая поверхность при таких условиях греется, оперативно истирается под воздействием абразивных частиц перекачиваемого бурового раствора. Замена утративших функциональное назначение деталей связана с простоем бурения, приводит к нарушению технологического процесса и падению эффективности бурения.

Более совершенная конструкция поршня предложена в следующем изобретении представленном казахстанском инновационном патенте

KZ №25687.

Техническим результатом, который может быть получен при осуществлении изобретения, является улучшение воздействия СОЖ в рабочей зоне цилиндровой втулки и поршня, снижение вероятности нарушения технологического процесса бурения из-за ремонта насоса, повышение срока его эксплуатации, ввиду чего - сокращение затрат труда и времени на техобслуживание, а также расширен функциональных возможностей за счет самоочистки поверхности трения от абразива.

Указанный технический результат достигается тем, что в буровом поршневом насосе одностороннего действия, содержащем гидравлическую часть с цилиндровой втулкой размещенным внутри нее поршнем, закреплены на штоке, имеющим возможность совершать возвратно-поступательное движение, снабжение эластичным отбойником перекачиваемой жидкое в виде самоуплотняющейся манжеты, систем подачи смазывающее - охлаждающей жидкое (СОЖ) на поверхность трения цилиндровой втулка и поршня, включающей установленный на штуцер с гибким шлангом для подачи СОЖ каналу вдоль оси штока, соединенному радиальным отверстием со штуцером, который вмонтирован отбойник в виде самоуплотняющейся манжет охватывающей радиальное отверстие, цилиндровой втулке перед поршнем расположен соосно и упруго с ним связан с возможным образования накопительной камеры дисков распылитель СОЖ, по периферии которое расположены отверстия, скошенные к цилиндровой втулке, а обод выполнен с заострением взаимодействующим с ее внутренней поверхности каналом со стороны поршня имеет открытое на местное расширение под шаровой отключения или подключения к накопительной камеры, при чем шаровой клапан связан пружинящим элементом с распылителем.

Буровой поршневой насос одностороннего действия содержит (в соответствии с рисунком 3.) гидравлическую часть цилиндрической втулкой 1 и размещенным нее поршнем 2. Поршень 2 закреплен на шток имеющим возможность совершать возвратно-поступательное движение, получаемое кривошипно-шатунного механизмом. Насос так же снабжен систем подачи СОЖ на поверхность трения цилиндре втулки I и поршня 2 включающей установлен на штоке 3 штуцер 4 для подачи СОЖ с гиб шлангом 5, соединенный радиальным отверстие с каналом 7 вдоль линии штока 3, размещен эластичный отбойник 8 перекачивающий жидкости для исключения возможности попадания и СОЖ в приводную часть, а штуцер вмонтирован в эластичный отбойник выполненный в виде самоуплотняющейся манжеты охватывающей радиальное отверстие 6.

Канал 7 в границах поршня 2 имеет открытое наружу местное наружу местное расширение 10 под установленного в нем шаровой клапан 11. Перед пори оснащенном уплотнительным кольцом 12 цилиндровой втулке 1 соосно расположен диск распылитель (в соответствии с рисунком 3.3) СОЖ 13 посредством периферийных отверстий 14, равномерно размещенных окружности скосом к цилиндровой втулке 1.

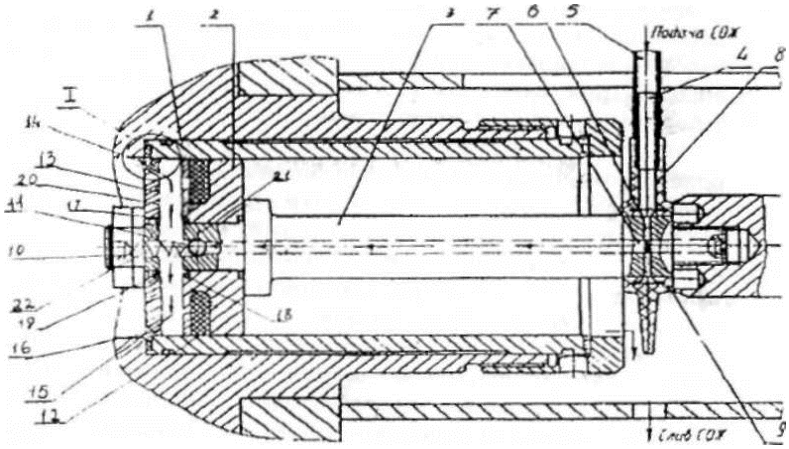



**Рис. 3.** Поршень бурового насоса по патенту KZ №25687

По мере возвратно- поступательного продвижения очистного элемента 15, как его , так и смывающего воздействия высокоскоростных струй СОЖ, истекающих из отверстий 14 на внутреннюю поверхность 16 цилиндровой втулки 1, обеспечивается освобождения указанной поверхности 16 от осадка частиц абразива, неизбежного в процессе перекачки известным способом бурового раствора.

Такая обработка существенно снижает интенсивность изнашивания контактных поверхностей, влечет повышение ресурса работы насоса.

Недостатком данной конструкции поршня, как нам кажется, нужно считать трудоемкость и сложность изготовления или другими словами его технологичность.

Также представляет большой интерес еще одно техническое решение по совершенствованию конструкции бурового поршня, по заявке на изобретение KZ №27300

Техническим результатом, который может быть получен при осуществлении изобретения, является улучшение очистки от осадка частиц абразива в рабочей зоне цилиндровой втулки и поршня, снижение вероятности нарушения технологического процесса бурения из-за ремонта насоса, повышение срока его эксплуатации, ввиду чего – сокращение затрат труда и времени на техобслуживание.

Указанный технический результат достигается тем, что в буровом поршневом насосе одностороннего действия, содержащего гидравлическую часть с цилиндровой втулкой и размещенным внутри нее поршнем, закрепленным на штоке, имеющим возможность совершать возвратно – поступательное движение, в цилиндровой втулке на хвостовике штока перед рабочей стороной поршня установлена крыльчатка с возможностью совершать вращательное движение на напорной стороне насоса, а концевая часть каждой лопасти крыльчатки снабжена упругими очистными элементами, взаимодействующими с внутренней поверхностью цилиндровой втулки.

На рисунке 4 представлен в продольном разрезе общий вид бурового поршневого насоса одностороннего действия при ходе поршня вправо; на рисунке 5 – то же, при ходе поршня влево.

Буровой поршневой насос одностороннего действия содержит гидравлическую часть с цилиндровой втулкой 1 и размещенным внутри нее поршнем 2. Поршень закреплен на штоке 3, имеющим возможность совершать возвратно – поступательное движение, получаемое от кривошипно – шатунного механизма приводной части (не показан). На хвостовике 4 штока перед рабочей стороной 5 поршня установлена крыльчатка 6 с возможностью совершать вращательное движение на напорной стороне насоса. Концевая часть каждой лопасти 7 крыльчатки снабжена съемными

упругими очистными элементами 8, взаимодействующими с внутренней поверхностью 9 цилиндровой втулки. Насос также оснащен двумя регулирующими клапанами – всасывающим 10 и нагнетательным 11.

Буровой поршневой насос одностороннего действия работает следующим образом.

При получении от кривошипно – шатунного механизма движения шток 3 выдвигается из цилиндровой втулки 1, увлекая крыльчатку 6 и поршень 2, который перемещаясь вправо в сторону увлечения объема цилиндровой втулки, образует разреженное пространство. При этом нагнетательный клапан 11 закрыт, а всасывающий клапан 10 открыт, через него под действием атмосферного давления происходит всасывание перекачиваемой жидкости.

При ходе поршня и крыльчатки влево всасывающий клапан закрыт, а нагнетательный клапан открыт и через него в процессе нагнетания перекачиваемая жидкость вытесняется из цилиндровой втулки с энергией, достаточной для преодоления всех видов сопротивления на напорной стороне насоса.

Поршневой насос обеспечивает большой напор движущейся жидкости, энергия которой передается крыльчатке, вращая ее лопасти 7. Что предопределяет ометание упругими очистными элементами 8 внутренней поверхности 9 цилиндровой втулки, освобождая от осадка шлама.

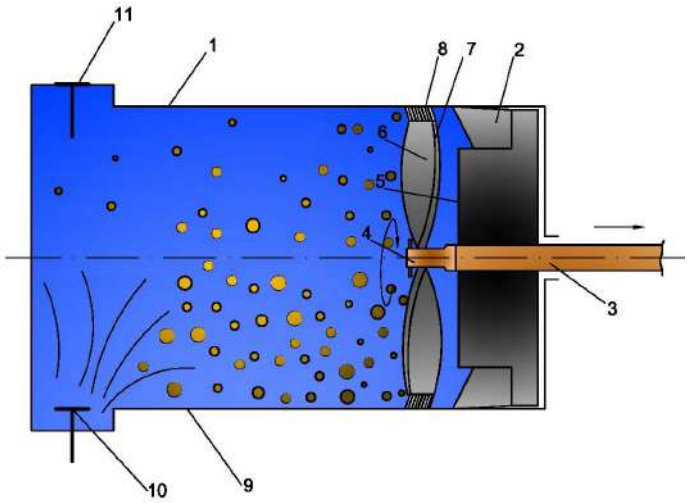



**Рис. 4.** Схема работы бурового поршневого насоса одностороннего действия (при ходе поршня вправо)

Такая обработка снижает подверженность износу чувствительных к механическим примесям деталей и узлов гидравлической части насоса, что уменьшает изнашивание контактных поверхностей, влечет повышение ресурса работы поршня и насоса в целом.

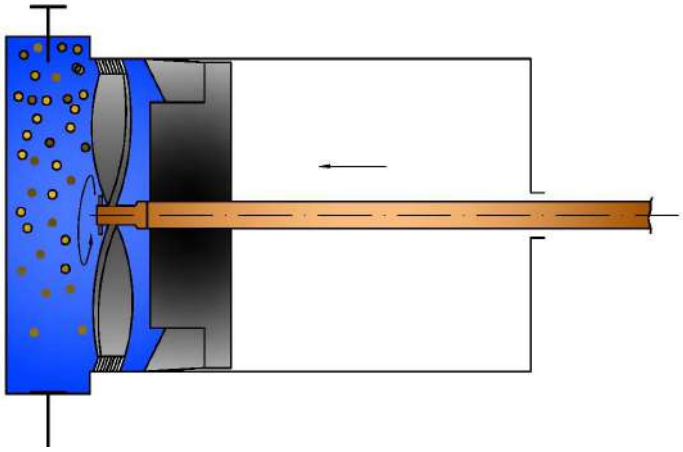


**Рис. 5.** Схема работы бурового поршневого насоса одностороннего действия (при ходе поршня влево).

Таким образом, в результате проведенного анализа нами установлены перспективные инновационные решения в совершенствовании конструкции поршней, для буровых поршневых насосов одностороннего действия, которые могут быть рекомендованы для практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев С.Г. Надежность нефтепромыслового оборудования.- М.: Недра 1987. – 264с
2. Патент РФ № 2315893, МПК F04B 15/02 , опуб. 27.01.2008.
3. ПатентKZ №25687 МПК F04B 15/02,E21B17/00 опубл16.04. 2012

REFERENCES

1. Babaev S.G. Reliability oil and gas equipment.- M .: Nedra, 1987. – 264p
2. Patent RU #2315893, MPK F04B 15/02, publ. 27-01-2008.
3. Patent KZ #25687 MPK F04B 15/02 E21B17 / 00 opubl.6.04. 2012

Нугуманов К.К., Исагулов Н.М.

**Бұрғылық поршендердің конструкцияларындағы жаңа техникалық шешімдер**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада бұрғылық сораптың поршеннің конструкциялық элементтерінің жетілдіруінің жаңа мүмкіндіктері қарастырылған, себебі оған мұнай және газ ұңғымалардың пайдаланудың тиімділігі және технологиялық операциялардың жүруінің сапасы тәуелді. Сондықтан тәжірибе жүзінде белгілі тәсілдермен бұрғылық қондырғының гидравликалық бөлігінде шаю сұйықтығымен кеннің қатты бөліктері толық шығарылмайды, олар сұйықтықпен бірге тежелу беттеріне енеді, олар поршеннің эластикалық беттерінде қозғалып және бұрғылық сорап цилиндірінің тежелуіне әкеледі.

**Негізгі сөздер:** поршень, цилиндрлі втулка, бұрғылық сорап, гидравликалық бөлігі.

Nugumanov K.K., Isagulov N.M.

**New technical solutions in the construction of drilling pistons**

**Summary**. The article deals with new opportunities to improve the structural elements mud pump in the context of further improving the efficiency of mud pumps, as they determine the quality of the manufacturing operations and the effectiveness of the subsequent operation of oil and gas wells. Since virtually no available methods complete purification is achieved in a hydraulic path of the circulating drilling rig wash liquid from solid particles suspended rock they penetrate together with the liquid on the surface of the friction roll or a scratch on its surface, and the elastic piston ring wear is intensified in the mud pump cylinder rectilinear reversible movement of the piston therein. In this regard, the improvement of the structural elements of the drilling of the piston in order to increase the longevity of his work remains relevant.

**Key words:** piston, cylinder liners, mud pump, hydraulic part

УДК 621.248

**[1]А. Бараев, [2]Н.К. Аширбаев, [1]А. Баймишева**
([1]Южно-Казахстанский государственный педагогический институт,
[2]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, ank_56@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ «ТОРМОЗНАЯ ЛЕНТА – ПОВЕРХНОСТЬ ШКИВА»

**Аннотация.** Исследуется процесс нагрева фрикционного элемента на основе решения задачи распространения тепла по толщине тормозной ленты. Решается уравнение теплопроводности с помощью разрывных функции, позволяющее получить решение через специальные функции. Определены собственные функции и числа. Определена так же температура шкивов в произвольный момент времени торможения. При малой толщине фрикционного элемента произведены расчеты и построены графики зависимости средней температуры фрикционного элемента от времени для различных чисел оборота шкива и значений коэффициента внутреннего теплообмена.

**Ключевые слова:** фрикционный элемент, лебедка, вращение, тормоз, колодка, работа, тепло.

Энергия движущейся колонны труб и вращающихся масс лебедки в процессе торможения переходит в тепловую энергию и вызывает нагрев тормоза. При чрезмерном нагреве нарушается нормальная работа тормоза, снижается долговечность его шкивов и фрикционных колодок. Поэтому определение теплообменных процессов является одним из необходимых задач в бурении скважин.

Ниже исследуется процесс нагрева фрикционного элемента на основе решения задачи распространения тепла по толщине тормозной ленты. Обозначим через $T(r,t)$ температуру в произвольном сечении ленты в момент времени $t>0$, которая удовлетворяет уравнению теплопроводности [1]

$$\lambda(\frac{\partial^2 \dot{O}}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r})-\alpha_0(T-T_0)=c\rho\frac{\partial T}{\partial t}. \quad (1)$$

Уравнение (1) решаем при следующих граничных и начальных условиях:

$$\lambda\frac{\partial T}{\partial r}=\alpha(T-T_c) \qquad \text{при } r=R_H\ , \quad (2)$$

$$\lambda\frac{\partial T}{\partial r}=-q(t) \qquad \text{при } r=R_B\ , \quad (3)$$

$$T=T_0 \qquad \text{при } t=0\ , \quad (4)$$

где $\lambda$ - коэффициент теплопроводности ($вт/м.K$), $\alpha_0$ - коэффициент теплообмена, определяющий внутренние потери тепла в материале фрикционного элемента ($вт/м^3K$), $c$ - теплоемкость материала элемента ($дж/кг.K$), $\rho$ - его плотность ($кг/м^3$), $\alpha$ – коэффициент теплообмена стального покрытия (оболочки) с колодочным слоем ($вт/м^3K$), $T_0$ - температура внешней среды, $q(t)=W(t)/R_H\varphi_0 L$, $R_H$ и $R_B$ - наружный и внутренний радиусы фрикционного элемента, $\varphi_0$ - угол обхвата элементом барабана лебедки ( *радиан* ), $L$ - его длина, $T_c$ - температура стальной оболочки. Температура стальной оболочки $T_c$ удовлетворяет уравнению

$$c_0\rho_0 h_0\frac{dT_c}{dt}=\alpha[T(R_H,t)-T_c]+\alpha_{\acute{a}}(T_0-T_c),$$

где $c_0, \rho_0$ - соответственно теплоемкость ($дж/кг.K$) и плотность ($кг/м^3$) стальной оболочки, $\alpha_в$ - коэффициент теплообмена стального покрытия (оболочки) с внешней средой (воздухом) ($вт/м^3K$), $h_0$ - толщина оболочки ($м$).

Вводя разрыв вторых производных по координате $r$ в точках $r=R_B$ и $r=R_H$, записываем уравнение ( 1) через эти разрывные производные

$$\lambda(\frac{\partial^2 \dot{O}}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r})-\alpha_0(T-T_0)+q(t)\delta(r-R_B)-\alpha(T-T_c)\delta(R_i-r)=c\rho\frac{\partial T}{\partial t}. \quad (5)$$

Тогда граничные условия (2) - (3) записываются в виде

$$\frac{\partial T}{\partial r}=0 \text{ при } r=R_H-0\,, \qquad \frac{\partial T}{\partial r}=0 \text{ при } r=R_B+0\,. \quad (6)$$

Вводим новые функции $\overline{T}=T-T_0$, $\overline{T}_c=T_c-T_0$, которые удовлетворяют уравнениям

$$\lambda(\frac{\partial^2 \overline{T}}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial \overline{T}}{\partial r})-\alpha_0\overline{T}+q(t)\delta(r-R_B)+\alpha(\overline{T}_c-\overline{T})\delta(R_H-r)=c\rho\frac{\partial \overline{T}}{\partial t}\ , \quad (7)$$

$$c_0\rho_0 h_0\frac{d\overline{T}_c}{dt}=\alpha[\overline{T}(R_H,t)-\overline{T}_c]-\alpha_{\acute{a}}\overline{T}_c. \quad (8)$$

Решение уравнения (7) получим методом Фурье [1-3], согласно которому рассмотрим однородное уравнение

$$\lambda(\frac{\partial^2 \overline{T}}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial \overline{T}}{\partial r})-\alpha_0\overline{T}=c\rho\frac{\partial \overline{T}}{\partial t}$$

и его решение представим в виде ряда

$$\overline{T} = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(r) V_n(t), \tag{9}$$

где функции $X_n(r)$ являются решением уравнения ($\gamma_n$ - собственные числа):

$$X_n'' + \frac{1}{r} X_n' = -\gamma_n^2 X_n \tag{10}$$

и удовлетворяющего, согласно (6), однородным граничным условиям

$$X_n'(r) = 0 \text{ при } r = R_H \text{ и } r = R_{\hat{A}}. \tag{11}$$

Решение уравнения (10) представим через функции Бесселя

$$X_n = A_n J_0(\gamma_n r) + B_n Y_0(\gamma_n r) ,$$

где $J_0(z)$ и $Y_0(z)$ - соответственно функции Бесселя первого и второго рода нулевого порядка. Пользуясь условиями (11), составим уравнение для определения собственных чисел $\gamma_n$

$$J_1(\gamma_n R_H) Y_1(\gamma_n R_B) - J_1(\gamma_n R_B) Y_1(\gamma_n R_H) = 0 ,$$

где $J_1(z) = -J_0'(z)$, $Y_1 = -Y_0'(z)$ - соответственно функции Бесселя первого и второго рода первого порядка.

Функции $X_n(r)$ удовлетворяют условию ортогональности [1]

$$\int_{R_B}^{R_H} r X_n(r) X_k(r) dr = 0 \text{ при } n \neq k. \tag{12}$$

С учетом (12) функции $X_n(r)$ представим в виде

$$X_n = Y_1(\gamma_n R_{\hat{i}}) J_0(\gamma_n r) - J_1(\gamma_n R_{\hat{i}}) Y_0(\gamma_n r).$$

Подставим теперь решение (9) в уравнение (7) с учетом (10), получаем

$$\sum_{n=1}^{\infty} [V_n' + a^2(\gamma_n^2 + \overline{\alpha}_0) V_n] X_n(r) = \overline{q}(t) a^2 \delta(r - R_B) + \overline{\alpha}[\overline{T}_c - \overline{T}(R_H, t)] \delta(R_H - r),$$

где $\overline{\alpha}_0 = \alpha_0 / \lambda$, $\overline{q} = q / \lambda$, $\overline{\alpha} = \alpha / \lambda$.

Умножаем правую и левую часть последнего уравнения на функции $rX_k(r)$ и интегрируем по переменной $r$ от $R_B$ до $R_H$, с учетом условия ортогональности (12), получаем

$$V_n' + a^2(\gamma_n^2 + \overline{\alpha}_0) V_n = \{\overline{q}(t) a^2 R_{\hat{A}} X_n(\gamma_n R_{\hat{A}}) + \alpha[\overline{T}_c - \sum_{i=1}^{\infty} V_i(t) X_i(R_H]\} / \|X_n\|, \tag{13}$$

здесь $\|X_n\| = \int_{R_H}^{R_B} r X_n^2(r) dr$ - норма собственных функций. ..... (14)

Уравнение (8) с учетом (11) перепишем в виде

$$c_0 \rho_0 h_0 \frac{d\overline{T}_c}{dt} = \alpha[\sum_{i=1}^{\infty} V_i(t) X_i(R_H) - \overline{T}_c] - \alpha_{\hat{a}} \overline{T}_c. \tag{15}$$

Выражения (13) и (15) совместно образуют систему бесконечных дифференциальных уравнений первого порядка для определения функций $V_i(t)$ ($i = 1,2,3...$) и $\overline{T}_c$. Эта система интегрируется методом усечения при начальных нулевых условиях.

Если отсутствует теплообмен с внешней средой, то следует полагать $\alpha = 0$.

Тогда решение уравнение (13) при нулевых начальных условиях с учетом (14) имеет вид

$$V_n = \frac{R_{\hat{A}} X_n(R_{\hat{A}} \gamma_n)}{\|X_n\|} \int_0^t \overline{q}(\tau) \exp[-a^2(\gamma_n^2 + \overline{\alpha}_0)(t - \tau)] d\tau.$$

Таким образом, окончательное выражение для температуры фрикционного элемента можно получить в виде

$$T = T_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{R_À X_n(R_À\gamma_n) X_n(r\gamma_n)}{\|X_n\|} \int_0^t \overline{q}(\tau)\exp[-a^2(\gamma_n^2 + \overline{\alpha}_0)(t-\tau)]d\tau. \qquad (16)$$

Из формул (13) - (16) видно, что решение поставленной краевой математической задачи выражается через специальные функции, которые создают некоторые трудности при выполнении расчетов.

Рассмотрим фрикционный элемент малой толщины, т.е. предполагаем $(R_H - R_B)/L << 1$, ($L$ - длина элемента). Введем среднюю температуру по толщине элемента по формуле:

$$T_{cp} = \frac{2}{R_н^2 - R_B^2} \int_{R_H}^{R_B} rT(r,t)dt$$

и уравнение (15) приведем к виду

$$c\rho \frac{dT_{ñð}}{dt} + \alpha_0(T_{ñð} - T_0) = \frac{2R_À q(t)}{R_Í^2 - R_À^2}.$$

Решение этого уравнения с начальным условием $T = T_0$ при $t = 0$ имеет вид

$$T_{cð} = T_0 + \frac{2a^2 R_À}{R_Í^2 - R_À^2} \int_0^t \overline{q}(\tau)\exp[-a^2\overline{\alpha}_0(t-\tau)]d\tau.$$

На рисунке 1 представлены зависимости средней температуры фрикционного элемента $T_{cp}$ $(K)$ от времени при различных чисел оборота шкива $n(об/мин)$ и значений коэффициента внутреннего теплообмена $\alpha_0(вт/см^3 K)$. В расчетах принято: $T_0 = 293K$ $\lambda = 0.6$ $вт/м.K$, $c = 1500$ $дж/кг.K$, $\rho = 2600kã/ì^3$, $M_{T.СП} = 35.3 \cdot 10^3 H \cdot м$, $t_T = 2сек$, $R_H = 0.4м$, $R_B = 0.35м$, $L = 0.25м$, $\varphi_0 = 4.71радиан$. Из анализа кривых следует, что наличие внутреннего теплообмена приводит к быстрому снижению температуры фрикционного элемента. При этом с ростом параметра $\alpha_0$ время достижения максимальной температуры смещается в левую сторону, т.е. наибольший нагрев элемента происходит за время приблизительно равное времени торможения. С ростом числа оборотов шкива перед началом торможения средняя температура фрикционного слоя также увеличивается. Так, например, при $n = 100об/мин$ максимальная температура равна 600 $K$, а при $n = 300об/мин$ – 1200 $Ê$.

$n = 300об/мин$ $n = 200об/мин$ $n = 100об/мин$

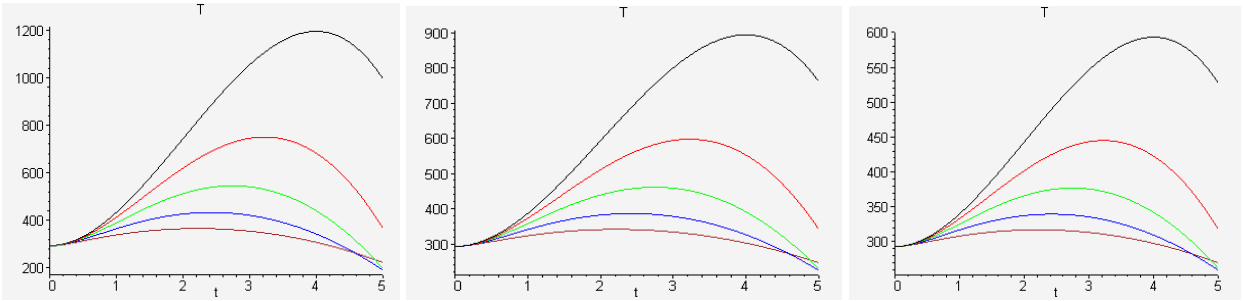



**Рис. 1.** Зависимости средней температуры $T_{cp}$ $(K)$ от времени $t(сек)$ для различных значений коэффициента внутреннего теплообмена $\alpha_0(вт/см^3 K)$

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов Н.А., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Мир, 1977. – 376 с.

2. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. – М.: Мир, 2003.– 496 с.

3. Будак Б.Н., Самарский А.А., Тихонов Н.А. Сборник задач по математической физике. – М.: Мир, 1956. – 681 с.

REFERENCES

1. Tikhonov N. A., Samarskii A.A. Equations of mathematical physics. – M.: World, 1977. – 376 p.

2. Zarubeen V.S. Mathematical modeling in equipment. – M.: World, 2003. – 496 p.

3. Budak B.N., Samarskii A.A., Tikhonov N. A. Collection of tasks in mathematical physics. – M.: World, 1956. – 681 p.

Бараев А., Аширбаев Н.К., Баймишева А.

**«Тежеуіш лента-шкив беті» жүйесіндегі жылу алмасу процесін зерттеу**

**Түйіндеме.** Тежеуіш лентасының қалыңдығы бойымен жылу таралу есебін шешу негізінде фрикционды элементтің қызу процесі зерттелінеді. Шешімі арнайы функциялармен өрнектелетін үзілісті функциялар көмегімен жылу өткізгіштік теңдеуі шешіледі. Меншікті функциялар мен меншікті мәндері анықталған. Бұған қосымша, шкивтің тежелуінің кез келген уақыт мезетіндегі температурасы да анықталған. Қалындығы аз жағдайдағы фрикционды элемент үшін есептеулер жүргізілген және фрикционды элементтің орта температурасының шкивтің әртүрлі айналу санынан және ішкі жылу алмасудың мәндерінің коэффициентінен уақыт бойынша тәуелділігінің графиктері тұрғызылған.

**Кілттік сөздер:** фрикционды элемент, шығыр, айналу, тежеуіш, қалып, жұмыс, жылу.

Baraev A., Ashirbayev N.K., Baimisheva A.

**Research of heatexchange processes in "brake tape-the pulley surface" system**

**Summary.** Process of heating of a frictional element on the basis of the solution of a problem of distribution of heat on thickness of a brake tape is investigated. The heat conductivity equation by means of explosive functions, the decision allowing to receive through special functions is solved. Own functions and own numbers are defined. Also temperature of pulleys in any timepoint of braking is determined. At a small thickness of a frictional element calculations are made and schedules of dependence of average temperature of a frictional element from time for various numbers of a turn of a pulley and values of coefficient of internal heat exchange are constructed.

**Key words:** frictional element, winch, rotation, brake, block, work, heat.

УДК 622.248

**[1]А. Бараев, [2]Н.К. Аширбаев, [1]А. Баймишева**

([1]Южно-Казахстанский государственный педагогический институт,
[2]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, ank_56@mail.ru)

# МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ И ЕЁ ОТВОДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СПУСКОПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИИ

**Аннотация.** Определено количество тепла в момент остановки барабана и температура нагрева шкива при торможении. Определена так же температура шкивов в произвольный момент времени торможения. На основе полученных результатов учитывается продолжительность нагрева и охлаждения тормозных шкивов, обусловленную технологией спускоподъемных операций. Рассматриваемый метод теплового расчета не претендует на получение точных результатов и используется для предварительных оценок теплового режима ленточного тормоза буровых лебедок. Более достоверные результаты могут быть получены на основе модельных и натурных испытаний. В связи с этим изучение влияния отдельных параметров расчета на температурное состояние ленточного тормоза буровых лебедок позволяет сформировать рекомендации по обеспечению их работоспособности.

**Ключевые слова:** теплота, температура, тормозной шкив, метод, буровая лебедка.

Во многих областях техники имеют дело с теплом, которое генерируется при контактном взаимодействии находящихся в относительном движении двух твердых тел [1-5]. Такие явления

встречаются, например, на движущейся колонны труб и вращающихся масс лебедок при выполнении спускоподъемных операциях [2]. Энергия движущейся колонны труб и вращающихся масс лебедки в процессе торможения переходит в тепловую энергию и вызывает нагрев тормоза. При чрезмерном нагреве нарушается нормальная работа тормоза, снижается долговечность его шкивов и фрикционных колодок. Вследствие неравномерного распределения температуры в сечениях шкива возникают термические напряжения. Многократные повторные термические напряжения приводят к термической усталости, сходной с механической усталостью. Трещины, образующиеся в результате термической усталости, приводят к постепенному разрушению тормозных шкивов, и может быть причиной катастрофических ситуаций. Поэтому нагрев тормозных шкивов должен быть ограничен температурой, не вызывающей чрезмерных термических напряжений и одновременно не допускающей нарушения условий нормальной работы фрикционной пары. Для этого необходимо обеспечить достаточное охлаждение шкивов, вращающихся масс и изменением потенциальной энергии колонны труб:

$$W = [(G + G_T)s + \frac{(G + G_T)\upsilon^2}{2g} + \frac{I_\delta \omega^2}{2}]\eta,$$

где s - путь торможения, м; $\upsilon$-скорость поступательно движущихся масс, м/с; $\omega = 2\upsilon i_{TC} / D_{cp}$ - угловая скорость барабана лебедки, $c^{-1}$**;** з - к.п.д. подъемного механизма, учитывающий потери на преодоление сопротивлений в талевом механизме, опорах и передачах подъемного вала.

В практических расчетах работу единичного торможения за весь период удобно определять по формуле:

$$W = \int_0^t M_{T.CП} \omega dt, \qquad 0 < t < t_T \qquad (1)$$

где $\omega$ - угловая скорость барабана, $c^{-1}$, $t_T$ - время торможения. Если обозначить через $\varepsilon = const = -\omega_н / t_T = -\pi n / 30 t_T$ угловое ускорение барабана за период торможения, то имеем

$$\omega = \frac{\omega_i}{t_T}(t_T - t).$$

При равномерном торможении момент сопротивления при спуске определяем по формуле [1]

$$M_{T.СП} = \frac{(G + G_T)D_{CP}}{2\mathrm{i}_{\mathrm{T.C}}}\eta_{TM.C} + \frac{G_б D^2 n}{375 t_T} + \frac{(G + G_T)D_{CP} n}{375 i_{TC}^2 t_T}\eta_{T.C.}$$

Подставляя значение угловой скорости в выражение (1), после интегрирования получаем

$$W = \omega_i M_{Ò.Ñ\ddot{I}} [t_T^2 - (t_T - t)^2] / 2.t_T. \qquad (2)$$

Количество тепла достигает максимального значения в момент остановки барабана и будет равно:

$$W_{\max} = \omega_i M_{T.C\ddot{I}}\, t_T.$$

Из формулы следует, что возникающее при торможении количество теплоты увеличивается с возрастанием запаса кинетической энергии движущихся масс. Одновременно с повышением запаса торможения возрастает доля потенциальной энергии спускаемого груза, затрачиваемая на трение и нагрев фрикционной пары.

Если пренебречь отдачей теплоты в окружающую среду в период торможения, то температуру нагрева шкива в результате торможения можно определить из формулы

$$W = mC(T - T_H),$$

где $m$ — масса тормозных шкивов, кг; С — удельная теплоемкость материала шкивов (для стали С— 500 Дж/ (кг·К); $T_Н$ и $T_К$ — абсолютные начальная и текущая температуры шкива, К.

Согласно формуле, температура шкивов в произвольный момент времени торможения имеет вид

$$T = T_{ì} + \frac{\omega_{ì} M_{T.Ñ\ddot{I}} [t_T^2 - (t_T - t)^2]}{2 t_T m C}. \quad (3)$$

Теплота, накопившаяся за время торможения, отводится от тормоза лучеиспусканием и конвективным теплообменом с окружающей средой

$$W_{ОХЛ} = W_K + W_Л,$$

где $W_K$ и $W_Л$ количество теплоты, отводимой в окружающую среду соответственно конвекцией и лучеиспусканием.

Изменение количества тепла, отводимого конвекцией, по времени подчиняется закону Ньютона

$$\frac{dW_0}{dt} = \alpha(F_1 + F_2)(T_1 - T_2), \quad (4)$$

где б = 5,8ч8,7 Вт/ (м$^2$- К) коэффициент теплопередачи, характеризующий условия теплообмена между поверхностью и окружающей средой; $F_1$ — площадь цилиндрической поверхности тормозных шкивов, не закрытая тормозными колодками, м$^2$, $F_2$ -площадь боковых поверхностей тормозных шкивов, м$^2$; $T_1$ —допускаемая температура нагрева для выбранной фрикционной пары, К; $T_2$ —температура окружающей среды, К. При вращении шкива коэффициент теплопередачи возрастает [2]:

$$\alpha_1 = 7.15 \upsilon_{Ø}^{0,78},$$

где $\upsilon_ш$ - скорость поверхности охлаждения шкива, м/с.

Так как х=щR, то количество теплоты, отводимой от боковых поверхностей шкивов, будет увеличиваться пропорционально диаметру их элементарных кольцевых участков. Подставляя выражение $T$ из (3) в (4), и произведя интегрирования с начальным условием $W_0 = 0$ при $t = t_0$ ($t_0$ - время начала охлаждения поверхности шкива), получаем

$$W_0 = \alpha(F_1 + F_2)\{(T_{ì} - T_2)(t - t_0) + \frac{\omega_{ì} M_{T.Ñ\ddot{I}}}{6 t_T m C}[3t_T^2(t - t_0) + (t_T - t)^3 - (t_T - t_0)^3]\}. \quad (5)$$

На основании уравнения лучистого теплообмена

$$W_Л = \left(C_1 F_1 t_{ОХЛ} + C_2 F_2 t_{ОХЛ}\right)\left[\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4\right], \quad (6)$$

где $\tilde{N}_1$ = 1,5 Вт/ (м$^2$· К$^4$) — постоянная (коэффициент) излучения от полированной поверхности: $\tilde{N}_2$ =5 Вт/(м$^2$· К$^4$) — то же, для матовой поверхности; $t_{охл}$ — время охлаждения, с; $T_1$ максимально допускаемая абсолютная температура нагрева для выбранной фрикционной пары (К); $T_2$ — абсолютная температура окружающей среды (К). При рассмотрении теплового режима ленточного тормоза буровых лебедок необходимо учитывать продолжительность нагрева и охлаждения тормозных шкивов, обусловленную технологией спускоподъемных операций.

В основу теплового расчета ленточного тормоза буровых лебедок положено уравнение теплового баланса

$$W = W_{ОХЛ} = W_Л + W_K. \quad (7)$$

При этом принимаются следующие основные допущения:

– в период торможения тепло поглощается тормозными шкивами и не происходит отдачи тепла во внешнюю среду;

– температура всей поверхности шкива принимается одинаковой и влияние температурного градиента не учитывается;

– разность температур шкивов и внешней среды за период охлаждения принимается постоянной.

Сравнивая количество теплоты, поглощаемое тормозом за одно торможение (5) при экстремальном режиме спуска (M и n — максимальные), с количеством теплоты, одновременно отводимым лучеиспусканием (6) и конвекцией (7), можно установить, достаточна ли площадь

поверхностей охлаждения тормозных шкивов. Если условие (7) не соблюдается и $n > 1$, то необходимо увеличить отвод тепла путем снижения трения поверхностей шкивов, либо искусственным их охлаждением. Отвод тепла с поверхности трения может быть улучшен при изготовлении тормозных шкивов из материалов, обладающих высокой теплопроводностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы. Учебник для вузов. – М.: Недра,1988. –501 с.

2. Винницкий М.М. Рациональное управление спускоподъемными операциями. – М.: Недра, 1987. –252 с.

3. Евтушенко А., Толстой-Сенкевич Ю. Распределение тепла в трибосистеме вращающееся кольцо – неподвижный стержень // Инженерно-физический журнал. – 2001. – Т. 80. – №.1. – С. 128-135.

4. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия.– М.: Мир, 1989. – 381с.

5. Рапилбекова Н.С., Каримбаев Т.Д., Бариев М.Б., Бараев А.Б. Генерация тепла при контакте стержня и вращающегося диска//Международная научно-практическая конференция: Актуальные проблемы применения инновационных технологии в народном хозяйстве и в сфере образования. – Шымкент, 2011. – Т.1. – С. 207-211.

REFERENCES

1. Bagramov R.A. Drilling machines and systems. Textbook for high schools. - M .: Nedra, 1988. -501 p.

2. Vinnitskii M.M. Good governance tripping. - M .: Nedra, 1987. -252 p.

3. Yevtushenko A., Tolstoi-Senkevich U. Heat distribution in tribosystem rotating ring - stationary rod // Journal of Engineering Physics. - 2001. - V. 80. - №.1. – P. 128-135.

4. Johnson K. Mechanics contact vzaimodeystviya.- M .: Mir, 1989. – 381p.

5. Rapilbekova N.S., Karimbayev T.D., Bariev M.B., Baraev A.B. Generation of heat when exposed rod and rotating disk // International Scientific and Practical Conference: Actual problems of the application of innovative technologies in the economy and in education. - Shymkent, 2011. - Vol.1. - P. 207-211.

Бараев А., Аширбаев Н.К., Баймишева А.

**Төмендету-көтеру амалдарын орындаудағы жылу мөлшерін есептеу және оны бұру әдістері**

**Түйіндеме.** Барабанның тоқтауы кезіндегі жылу мөлшері және тежелуі мезгіліндегі шкивтің қызуының температурасы анықталған. Онан бөлек кез келген тежелу мезгіліндегі шкивтің температурасы да анықталған. Осы алынған нәтижелердің негізінде төмендету-көтеру амалдары технологиясының серттігінен (шарттастығынан) тежелу шкивінің қызуының және суынуының ұзақтығы ескерілген. Қарастырылған жылу есептеу әдісі кесімді (нақты) нәтижелерді алуға таласпайды (үміттенбейді) және бұрғылау шығырының ленталы тежелуінің жылу режимін алдын-ала бағалауда қолданылады. Бұдан нақтырақ нәтижелер модельді және жаратылысты тәжірибелер (сынаулар) негізінде алынуы мүмкін. Сондықтан, кейбір жеке параметрлердің бұрғылау шығырының ленталы тежелуінің температуралық ахуалына әсерін зерттеу олардың жұмыс істеу қабілеттілігін қамтамасыз ету кепілдемесін қалыптастырады (жетілдіреді).

**Кілттік сөздер:** жылу, температура, тежегіш шкив, әдіс, бұрғылау шығыры.

Baraev A., Ashirbayev N.K., Baimisheva A.

**Methods of calculating the amount of heat and its removal when performing tripping**

**Summary.** Determined heat quantity at the time of stop of the drum and the pulley, the heating temperature during braking. Is defined as the temperature pulleys at an arbitrary time braking. On the basis of the results taken into account the duration of the heating and cooling of the brake pulleys due to technology tripping. This method for calculating the heat does not purport to obtain accurate results and is used for preliminary assessments of the thermal regime of drawworks band brake. More reliable results can be obtained on the basis of the model and full-scale tests. In this regard, the study of the influence of individual parameters based on the thermal state band brake drawworks allows to generate recommendations to ensure their efficiency.

**Key words:** heat, temperature, pulley brake, the method, drawworks.

УДК 655.262

[1,2]Ахметова А.Е., [1,2]Емелхан А.Б., [1,2]Тарасов Д.А., [1,2]Тягунов А.Г., [1]Турлыбаева Б.Ж.
([1]Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, ainur_a_91@mail.ru,
[2]ФГАУВПО«Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Россия, Екатеринбург, Мира-32, 620002, E-mail: datarasov@yandex.ru)

# ОБОСНОВАНИЕ И ВЫВОД ФОРМУЛЫ СКОРОСТИ ЧТЕНИЯ

**Аннотация.** Для оценки качества восприятия текстовой информации предложена формула расчета средней скорости чтения текста на русском языке. В качестве независимых переменных использованы следующие пространственный характеристик текста:средняя ширина символа количеству строк на одной полосе используемого шрифта, средняя количество букв в слове, слов в строке, длина строки, межстрочный интервал. Учтены результаты исследований окуломоторный активности при чтении текстов на английском и немецком языках, высказано предложение о влиянии языковой специфики на константы в формуле. Показаны пути уточнения формулы и направления проверки ее применимости.

**Ключевые слова:**скорость чтения, текст, фиксации движения глаз, саккады (микродвижения глаз в процессе визуального восприятия).

Форма подачи текстовой информации влияет на степень ее усвоения. Эстетические характеристики текста, отношение читателя и его настроение при чтении также влияют на скорость чтения и восприятие информации из текста [1].

Зрительная форма и содержание читаемого текста описываются большим количеством признаков, влияющих на окуломоторную активность читателя, что создает трудности при интерпретации экспериментальных данных и построении общих моделей чтения [2] и рассмотрения внетекстовых факторов, в том числе, типографики и пространственных характеристик текстовой информации. До настоящего времени в литературе отсутствует единое мнение о влиянии пространственных характеристик на восприятие текстовой информации.

Цель настоящей работы — вывод формулы скорости чтения как функции набора пространственных характеристик текстовой информации в конкретном полиграфическом исполнении, исходя из особенностей окуломоторной активности читателя.

## Анализ состояния проблемы

Одним из основных критериев качества восприятия текстовой информации является скорость чтения. Впервые скорость чтения как показатель удобочитаемости была предложена А. Вебером [3]. Е.А. Тейлор [4] изучил различные методики оценки удобочитаемости и установил, что для скорости чтения характерен большой индивидуальный разброс.

В [5] показано отсутствие влияния длины строки на понимание и обнаружено, что при использовании текста кеглем 12 пт скорость чтения растет вместе с увеличением количества символов в строке, при этом респонденты, участвовавшие в экспериментах, предпочитали более короткую строку.

Начертание отдельных символов шрифта и их пространственные характеристики являются существенным фактором, влияющим на чтение. Строчные буквы определяют скорость чтения.

М.А. Тинкер показал, что оптимальный межстрочный интервал зависит от длины строки, типа и размера шрифта. Чем длиннее строка, тем больший межстрочный интервал требуется для разборчивости текста [6]. Более крупные кегли требуют большего пространства между строками.

М.Я. Гешевым и А.И. Колосовым было проведено исследование влияния пространственных характеристик текстов на их удобочитаемость [7]. В результате был сделан вывод, что оптимальное значение межсловного пробела и межстрочного интервала постоянно и не зависит от кегля и формата строки. Оптимальное значение кегля шрифта и формата строки тем меньше, чем больше удобочитаемость шрифта.

В.В. Капелев и Е.В. Каширкина [8] предложили методику учета величины межстрочного интервала для книжных изданий в пределах рекомендуемого интервала 1.1–1.2 с учетом допустимой длины строки и величины полей изданий на основе требований нормативной документации. Они предположили, что межстрочный интервал пропорционален длине строки.

Таким образом, величина межстрочного интервала представляется функцией нескольких переменных, зависящих от размера шрифта, параметров гарнитуры шрифта, символьного состава текста и формата полосы набора.

В ряде работ по исследованиям читабельности и удобочитаемости показаны различия пространственных характеристик текстов на русском и иностранных языках, выявляющие предикторы скорости чтения и особенности восприятия текстовой информации [9].

Важным пространственным параметром, влияющим на скорость чтения, является «визуальный промежуток» (*visualspan*) — количество смежных букв, которые могут быть распознаны во время фиксации (без движения глаз). Скорость чтения снижается с его уменьшением, при этом она пропорциональна средней длине саккады. Размер визуального промежутка, измеренный в количестве букв при небольшом изменении размера букв остается приблизительно одинаковым. Скорость чтения в периферической области поля зрения (до 20Ə по горизонтали) приблизительно равна скорости чтения в центральной области поля зрения, что можно связать с лексическим анализом читаемого текста на основе опыта респондента, участвующего в исследовании [10].

Временные параметры чтения в основном определяются саккадами и фиксациями. Детально движение глаз при чтении проанализировано, например, в работах [11]. Амплитуда саккад обычно не превышает 200'. Максимальная скорость саккады 450Ə/с, ее продолжительность – 0.07 с [12]. Минимальное необходимое время фиксации, достаточное для узнавания слова, составляет около 0.05 с [13]. Установлено, что при чтении около 20–30% слов взглядом не фиксируются. Обычно это предлоги, союзы, артикли и короткие (две–четыре буквы) слова. Длинные или незнакомые слова обычно требуют множественных фиксаций [14]. Пробелы между словами не фиксируются, но при их отсутствии возникают трудности чтения. Около 10–15% времени, затраченного на чтение, занимают регрессивные саккады, обычно связанные с ошибками чтения и/или понимания. В [15] показано, что количество и амплитуда саккад являются линейными функциями длины слова. Средняя длительность фиксаций составляет 0.250 с. Она практически не зависит от длины слова и имеет большой индивидуальный разброс. Установлено, что более длиннаясаккада ведет к более длительному времени последующей фиксации.

Анализ литературы демонстрирует существенный разброс в результатах исследований процесса чтения и влияния пространственных характеристик текста на его восприятие. Очевидно, это связано, в том числе, с отсутствием единого исследовательского подхода. До сих пор в литературе отсутствуют описания попыток вывода какой-либо универсальной зависимости скорости чтения от набора пространственных характеристик текста. В то же время в них отмечается хорошая изученность и согласованность результатов исследований окуломоторной активности человека при чтении.

**Вывод формулы скорости чтения**

Анализ литературы показал, что скорость чтения зависит лишь от нескольких факторов, описывающих пространственную структуру текста. Скорость чтения всего текста без учета фактора усталости читателя, очевидно, пропорциональна скорости чтения одной строки и количеству строк на одной полосе. Среднее время чтения строки $t_{стр}$ можно вычислить, как сумму времен саккад$t_с$, фиксаций $t_ф$ и обратного перескока на следующую строку $t_о$ (1).

$$t_{стр} = t_с + t_ф + t_о . \quad (1)$$

Среднее время, приходящееся на саккады при чтении строки текста зависит от среднего количества слов в строке $n$, от средней длины слова, т.е. средней ширины символа используемого шрифта $w$, и среднего количества букв в слове $m$. По данным [17], средняя амплитуда саккады$A$ прямо пропорциональна среднему количеству букв в слове (2). Константа $B$ = 1.17 согласно экспериментальным данным для немецкого языка и приведенному в [17].

$$A = B \times m. \quad (2)$$

Время, приходящееся на среднюю единичную саккаду$t_{сед}$:

$$t_{сед} = \frac{B}{C} \times m \times w, \quad (3)$$

Скорость саккады$C$ варьируется и составляет в среднем 400Э/с. На расстоянии чтения (0.4 м) это эквивалентно 0.336 м/с, поэтому отношение $B/C$ можно принять равным 1.17/0.336 = 3.48. Формула (3) примет вид (3*).

$$t_{сед} = 3.48 \times m \times w \quad (3^*)$$

Время, приходящееся на все саккады в строке $t_c$, определяется по (4).

$$t_c = t_{сед} \times n \quad (4)$$

Время фиксации в среднем составляет 250 мс, однако эта величина может иметь существенный разброс в зависимости от сложности читаемого текста и индивидуальных особенностей читателя. В частности, минимальным временем для распознавания слова в английском языке считается 0.05 с. В первом приближении можно считать время фиксации константой $D$, равной 0.25 с. Фиксации происходят между саккадами и, очевидно, зависят от среднего количества слов в строке. Время, приходящееся на фиксации в строке $t_ф$, вычисляется по формуле (5)

$$t_ф = D \times n. \quad (5)$$

Время обратного перескока $t_o$, очевидно, равно отношению его длины к его скорости, которую можно считать равной скорости саккады$C$ = 0.336 м/с. Длина обратного перескока будет равна гипотенузе треугольника, катеты которого равны длине строки $l$ и межстрочному интервалу $p$. Время $t_o$ вычисляется по формуле

$$t_o = \frac{\sqrt{l^2 + p^2}}{C}. \quad (6)$$

Подставив значения $t_c$, $t_ф$, $t_o$ из формул (3–6) в формулу (1), получим среднее время чтения одной строки текста $t_{стр}$

$$t_{стр} = \frac{B}{C} \times m \times w \times n + D \times n + \frac{\sqrt{l^2 + p^2}}{C}. \quad (7)$$

Скорость $S$ чтения текста, состоящего из $N$ букв и $M$ строк, рассчитывается по формуле

$$S = \frac{N}{M \times t_{стр}}. \quad (8)$$

**Выводы и заключение**

Обоснование формулы скорости чтения проводилось на экспериментальных данных для английских и немецких текстов. Экспериментальных данных по результатам аналогичных исследований для русских текстов не обнаружено. Языковая специфика может повлиять на значения коэффициентов предложенной формулы. В настоящее время авторы готовят к публикации ряд материалов по результатам измерений скорости чтения текстов на русском языке.

Предполагается, что для русского языка длина саккады, рассчитанная по формуле (2), может иметь другую зависимость от количества букв в слове. Среднее время фиксации 0.250 сдля русского языка также может иметь иное значение. В формуле (7) не учтен фактор сложности текста. Предполагается, что скорость чтения зависит от смысловой сложности текста, но вид этой зависимости требует дополнительного изучения.

В исследованиях чтения текста, как в междисциплинарной области, необходимо учитывать научные данные о окуломоторной активности читателей, сведения из офтальмологии и психофизики. Для проверки применимости предложенной формулы и ее коррекции авторы намерены спланировать и провести серию экспериментов по измерению времен чтения текстов с различными пространственными характеристиками на большой выборке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Larson K., Hazlett R.L., Chaparro B.S., Picard R.W. Measuring the Aesthetics of Reading. People and computers XX: Engage: proceedings of HCI 2006, the 20nd British HCI Group annual conference, Liverpool John Moores University, UK: British Computer Society. / Bryan-Kinns N., Blandford A., Curzon P., Nigay L. (Eds.) 2007, XV, P.282. 41–56.

2.Rayner K., Pollatsek A. Eye movement control during reading: Evidence for direct control. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1981.№ 12.Vol.33. Issue 4.P. 351–373.

3. Weber A.UeberdieAugenuntersuchungen in den hoherenschulenzu Darmstadt. Abtheilung fur Gesunheitspflege. Marz, 1881.41 s.

4. Taylor E.A.The Fundamental Reading Skill.Journal of Developmental Reading. 1958. 4. Vol. 1. P.21–30 .

5. Dyson M.C., Kipping G.J. The effects of line length and method of movement on patterns of reading from screen // Visible Language. 1998. № 2(32). P. 150–181.

6.Tinker M.A. Bases for effective reading. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1965. P.136.

7. Гешев М.Я., Колосов А.И. Влияние некоторых технологических факторов набора на удобочитаемость текстов / Научные труды по технологии полиграфического производства. Моск. полигр. ин-т. — М.:1973. — С.18–21

8. Капелев В.В., Каширкина Е.В. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела . 2006 . №3. С.45–52.

9. Тарасов Д.А., Сергеев А.П., Корнилова Ю.И. // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2013. №2. С.81–88.

10. Legge G.E., Ahn S.J., Klitz T.S., Luebker A. Psychophysicsofreading. XVI. The Visual spans innormal and low vision //Vision Research.1997. № 14.Vol.37. P.1999–2010.

11. Yang S.N., McConkie G.W. Saccadic generation during reading: are words necessary? // European Journal of Cognitive Psychology, 2004. № 1–2. Vol.16. P. 226–261.

12. Барабанщиков В.А.Окуломоторные структуры восприятия. М.: Институт психологии РАН, 1997. 384 с.

13. Ishida T., Ikeda M. Temporal properties of information extraction in reading studied by a text mask replacement technique. //Journal of the Optical Society A: Optics and lmage Science. 1989. № 6(10). P. 1624–1632.

14. Just M.A., Carpenter P.A.The Psychology of Reading and Language Comprehension. Boston, MA: AUyn and Bacon, 1987. P.518.

15. MacKeben M., Trauzettel-Klosinski S., Reinhard J., Dьrrwдchter U., Adler M., Klosinski G. Eye movement control during single-word reading in dyslexics // Journal of Vision. 2004. № 4. P. 388–402.

REFERENCES

1. Larson K., Hazlett R.L., Chaparro B.S., Picard R.W. Measuring the Aesthetics of Reading. People and computers XX: Engage: proceedings of HCI 2006, the 20nd British HCI Group annual conference, Liverpool John Moores University, UK: British Computer Society. / Bryan-Kinns N., Blandford A., Curzon P., Nigay L. (Eds.) 2007, XV, P.282. 41–56.

2.Rayner K., Pollatsek A. Eye movement control during reading: Evidence for direct control. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1981.№ 12.Vol.33. Issue 4.P. 351–373.

3. Weber A.UeberdieAugenuntersuchungen in den hoherenschulenzu Darmstadt. Abtheilung fur Gesunheitspflege. Marz, 1881.41 s.

4. Taylor E.A.The Fundamental Reading Skill.Journal of Developmental Reading. 1958. 4. Vol. 1. P.21–30 .

5. Dyson M.C., Kipping G.J. The effects of line length and method of movement on patterns of reading from screen // Visible Language. 1998. № 2(32). P. 150–181.

6.Tinker M.A. Bases for effective reading. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1965. P.136.

7. Geshev M.Ya., Kolosov A.I. Bliyanie nekotoryh tehnologicheskih faktorov na udubochitaemost tekstov /Nauchnye Trudy po tehnologii poligragicheskogo proizvodstva. M.:1973. — S.18–21

8. Kapelev V.V., Kachirkina E.V. //Izvestiyavysshihuchebnyhzavedenii.2006 .№3.S.45–52

9. Tarasov D.A., Sergeev A.P., KornilovaYu.I. Interlinyazhkak factor skorostichteniyanaprimerebumazhnyh I web-tekstov //Izvestiyavysshihuchebnyhzavadenii. Problemypoligrafii I izdatalskogodela. 2013. № 2. — S. 81–88.

10. Legge G.E., Ahn S.J., Klitz T.S., Luebker A. Psychophysicsofreading. XVI. The Visual spans innormal and low vision //Vision Research.1997. № 14.Vol.37. P.1999–2010.

11. Yang S.N., McConkie G.W. Saccadic generation during reading: are words necessary? // European Journal of Cognitive Psychology, 2004. № 1–2. Vol.16. P. 226–261.

12. Barabanshilov V.A. Okulomotornyestrukturyvospriyatiya. M.: Institutpsihologii RAN, 1997. 384 s.

13. Ishida T., Ikeda M. Temporal properties of information extraction in reading studied by a text mask replacement technique. //Journal of the Optical Society A: Optics and lmage Science. 1989. № 6(10). P. 1624–1632.

14. Just M.A., Carpenter P.A.The Psychology of Reading and Language Comprehension. Boston, MA: AUyn and Bacon, 1987. P.518.

15. MacKeben M., Trauzettel-Klosinski S., Reinhard J., Dьrrwdchter U., Adler M., Klosinski G. Eye movement control during single-word reading in dyslexics // Journal of Vision. 2004. № 4. P. 388–402.

Ахметова А.Е., Емелхан А.Б., Тарасов Д.А., Тягунов А.Г., Тұрлыбаева Б.Ж.

**Оқу жылдамдығының формуласын шығару және негіздеу**

**Түйіндеме:** Мәтіндік ақпаратты қабылдаудың сапасын бағалау үшін орсы тіліндегі мәтіндерді оқу жылдамдығының орташа жылдамдығын есептеуге арналған формула ұсынылды. Мәтнідердіңтәуелсіз өзгеріссіз көрсеткіштері үшін келесідей кеңістіктік сипаттамалар қолданылды: сөздегі орташа әріптер саны, бір жолдағы сөз саны, жол ұзындығы. Формуланы қолдану бағыты тексерілді.

**Түйін сөздер:** оқу жылдамдығы, мәтін, көз қозғалысын тіркеу, саккада.

Ахметова А.Е., Емелхан А.Б., Тарасов Д.А., Тягунов А.Г., Турлыбаева Б.Ж.

**Обоснование и вывод формулы скорости чтения**

**Резюме:**Для оценки качества восприятия текстовой информации предложена формула расчета средней скорости чтения текста на русском языке. В качестве независимых переменных использованы следующие пространственный характеристик текста:средняя ширина символа количеству строк на одной полосе используемого шрифта, средняя количество букв в слове, слов в строке, длина строки, межстрочный интервал. Учтены результаты исследований окуломоторный активности при чтении текстов на английском и немецком языках, высказано предложение о влиянии языковой специфики на константы в формуле. Показаны пути уточнения формулы и направления проверки ее применимости.

**Ключевые слова:**скорость чтения, текст, фиксации движения глаз, саккады (микродвижения глаз в процессе визуального восприятия).

Akhmetova A.E.,Yemelkhan A.B., Tarasov D.A., Tyagunov A.G.,Turlybaeva B.Zh.

**Justification and conclusion of a formula of speed or reading the next information based on the accounting of spatial characteristics**

**Summary:**The formula of assessment of the average reading speed of texts written in Russian is performed. The independent variables used are the spatial characteristics of the text: the average character width of the font used, the average number of letters in a word, the average number of words per line, size of line spacing. The important spatial parameter influencing reading speed is "the visual interval" (visual span) — quantity of adjacent letters which can be distinguished during fixing (without the movement of eyes). Speed of reading depends only on several factors describing spatial structure of the text.

Speed of reading all text is proportional to the speed of reading one line and quantity of lines on one strip. The ways of further refinement of the formula are shown.

**Key words:** text, spatial characteristics of the type page, reading speed, saccades (micromotion of eyes in the process of visual perception), fixations.

УДК 513.3

**[1]А.Ж. Ордабекова, [2]Р.К. Шингисова**
([1]АО «МУИТ» [2]КазНТУ имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

## ОБ ОДНОМ ПРИМЕРЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3d ОБЪЕКТА В AutoCAD.

**Резюме.**Данная статья, освещая роль дисциплины «Начертательная геометрия и компьютерная графика» в подготовке бакалавров в высших учебных заведениях, раскрывает возможности применяемой программы AutoCAD. В статье приведен пример визуализации 3dобъекта с созданием естественного и искусственного освещения детали.

**Ключевые слова:**3d модель, объект, визуализация, компьютерная графика.

Создание новых технических объектов, графическое представление инновационных проектов связано с выполнением технических чертежей. При этом для глубокого понимания технических чертежей инженер любой специальности должен иметь пространственное воображение. Развитию пространственного воображения как раз и способствует изучение дисциплины «НГиКГ». Начертательная геометрия изучает методы геометрического моделирования пространства, является базой для автоматизированного решения задач прикладной геометрии, построения 3d модели объекта.

В данной дисциплине изложены фундаментальные основы выполнения чертежей как носителя графической информации. В настоящее время, с учетом требований государственного стандарта образования в Республике Казахстан в технических вузах ведется комплексное изучение дисциплин «Начертательная геометрия», «Компьютерная графика». Но наиболее распространенной является компьютерная графика, которая является составной частью при преподавании дисциплины «Начертательная геометрия». Компьютерная графика представляет большой практический интерес, так как исследователи имеют возможность получения реалистичных изображений. Развитие компьютерной графики определяется потребностями пользователей и достижениями в областипрограммного обеспечения.

При изучении компьютерной графики доступными для восприятия студентов методами формируются геометро-графическая грамотность, способность логического мышления, закладываются знания основ автоматизированного проектирования, повышается способность к решению инженерных задач. Данные знания позволяют в дальнейшем реализовать чертежно-графическую модель предметов реального мира.

Сегодня от специалистов различного профиля требуется знание многих компьютерных программ, в том числе и графических. Представление графической информации возможно при помощи различных программ. Развитию творческого мышления способствует изучение бакалаврами таких программ, как AutoCad, 3dMax, Компас. Программа AutoCad является наиболее распространенной при изучении курса «Компьютерная графика». Сегодня в мире зарегистрированных пользователей этой системы насчитывается свыше 5 млн.Возможности данной программы широко освещены специалистами в данной области.

Программа AutoCAD в соответствиисо своим функциональным назначением призвана автоматизироватьпроцессы разработки. СистемаAutoCAD относится к классу САПР - CAD (ComputerAidedDesign). ComputerAidedDesign- общепринятое международноеобозначение систем для разработки моделей объектов и подготовки конструкторской документации.

Для полномасштабного трехмерного моделирования и разработки предназначенытакие специализированные программные продукты как AutodeskInventor,AutodeskArchitecturalDesktopи др., полностью совместимые cAutoCAD[2].Программа позволяет визуализировать выполненные изображения.

На текущий момент разработано множество алгоритмов визуализации. Рассмотрим процесс выполнения визуализации на примере создания 3d модели объекта.Задача заключается в построении детали с созданием естественного «солнечного» освещения и искусственного источника света.

Предварительно построив 3dмодель по заданным проекциям, подготовим модель к рендерингу в программе AutoCad. Далее пошагово покажем построение.

Переходим на вкладку «Поверхность». Инструментом «Плоская поверхность» создаем плоский объект, который необходим для отображения теней «на земле».На рисунке 1. продемонстрирован данный объект.

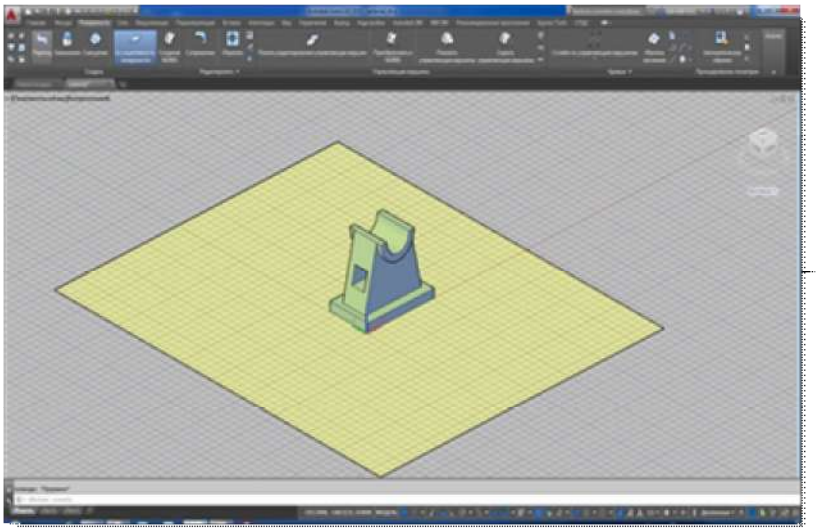


**Рис. 1.** Модель для создания освещения

Следующим шагом является команда: «перевести вид модели в вид «реалистичный». Далее открываем во вкладке «Визуализация» инструмент «Обозреватель материалов» и выбираем материал длядвух объектов:самой детали и поверхности «земли».

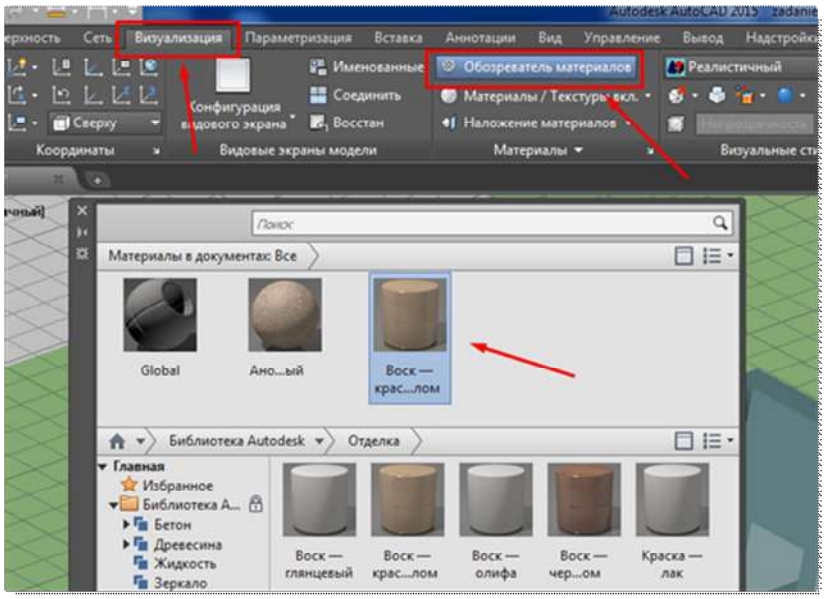



**Рис. 2.** Обозреватель материалов

Выделяем объекты: деталь и поверхность «земли» и назначаем им материал.

Далее, выбрав на «Видовом Кубе» вид «Перспектива», активируем на ленте «Полные тени» и включаем «Небесный фон и освещение»

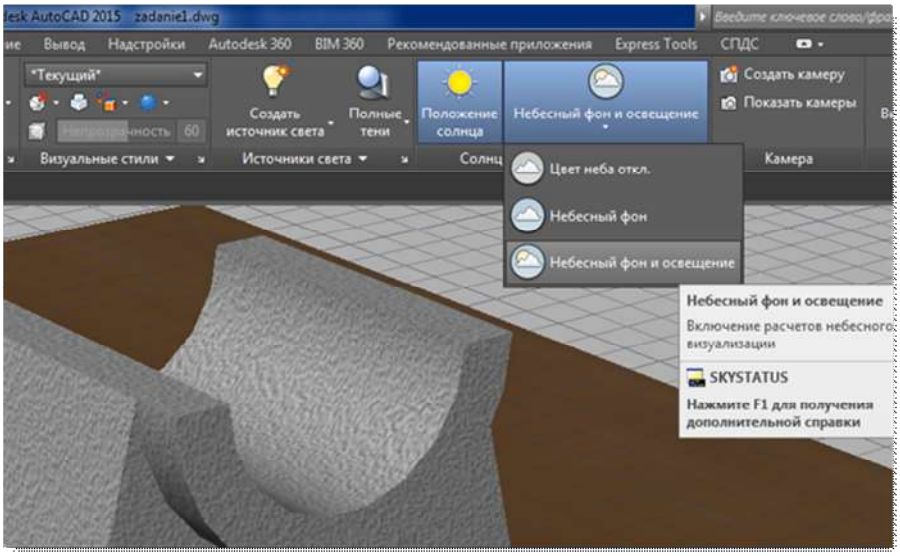



**Рис. 3.** Фрагмент включения опции «Небесный фон и освещение»

Активируя «Небесный фон и освещение» и «Положение солнца», можно выставить дату и время – это необходимо для положения теней. Для удобства при выполнении рендеринга, модель можно расположить в необходимом ракурсе для визуализации. Можно выставить разрешение. Наиболее оптимальным является «Средний» режим для предварительного рендеринга. Далее желательно выставить качество «Презентационное» и запустить финальную визуализацию. Полученный результат продемонстрирован на рисунке 4.



**Рис. 4.** Деталь с естественным «солнечным» освещением

На следующем рисунке показано создание модели с искусственным освещением. Для этого надо создать два искусственных источников света и разместить их на некотором расстоянии от поверхности земли.

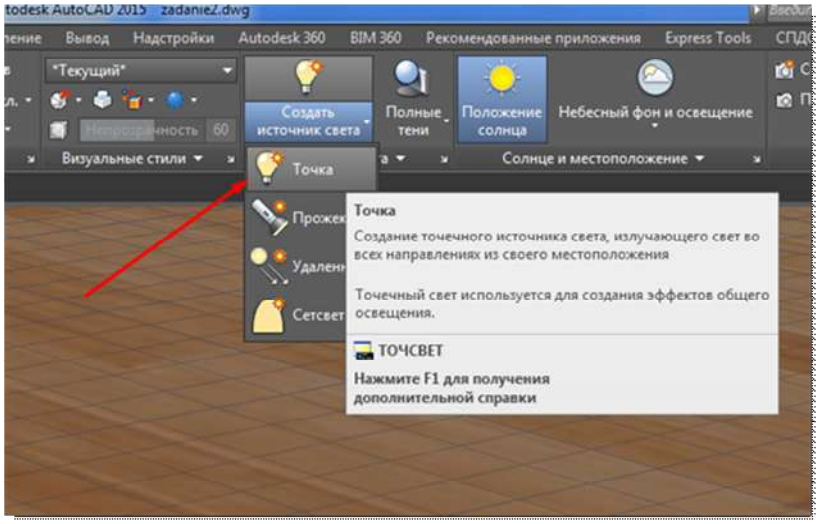



**Рис. 5.** Фрагмент создания источника света.

На рисунке 6 продемонстрирована выполненная визуализация с искусственным источником света.

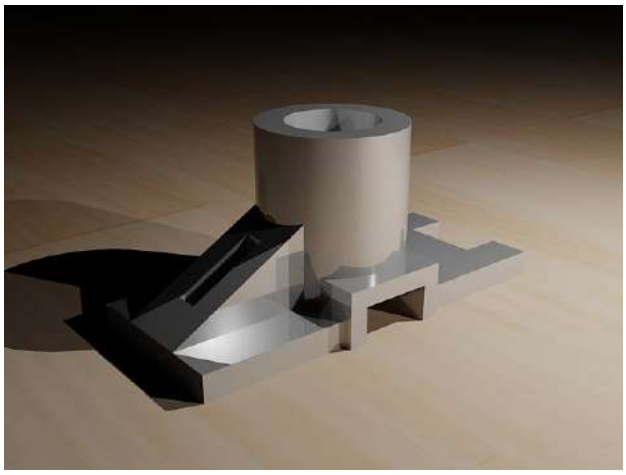


**Рис. 6.** Деталь с искусственным источником света.

На примере построения трехмерных объектов было продемонстрировано применение естественного и искусственного освещений.Данные построения наглядно раскрывают весь спектр возможностей применения визуализации в программе AutoCAD.Благодаря данной программе исключается рутинность и трудоемкость подготовки чертежей, улучшается качество выполняемых графических работ. Студенты имеют возможность для творческого роста и реализации индивидуальных проектов.

Таким образом, можно с уверенность сказать, что сегодняшние студенты ориентируются в современных компьютерных технологиях, знают основы построения сложных геометрических форм, правила выполнения чертежей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ордабекова А.Ж.Роль преподавания начертательной геометрии для инженерных специальностей в условиях компьютерных технологий. //Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование–важнейший фактор развития современного общества»//- Караганды, 2014г.-С.317-319.

2. Жарков Н.В.,Прокди Р. Г.,Финков М. В.AutoCAD 2012. - СПб: Наука и Техника, 2012. -624 с.

Ордабекова А.Ж., Шингисова Р.К.

**Autocad-та 3Dобъекттімүсіндеуін (визуализациясы) орындаудың мысал туралы мақала**

**Андатпа.** Бұл мақала, жоғарғы оқу орнындағы бакалаврларды дайындаудағы «Сызбагеометриясы мен компьютерлік графика» пәннің рөлін баяндап, қолданылатын AutoCAD бағдарламасының мүмкіндігін ашады. Мақалада, 3Dобъектті, шынайы мен жалған жарықтандыру бөлшектерін, мүсіндеу мысалы келтірілген.

**Түйін сөздер:** 3d қалып, нысан, визуализация, компьютерлік графика.

Ordabekova A.Zh., Shingisova R.K.

**An example of the rendering 3d object in AutoCAD.**

**Summary.**This article, showing the role of discipline "Descriptive Geometry and Computer Graphics" in the preparation of bachelors in higher education institutions, opens the opportunity of applying AutoCAD program. This article includes an example of 3d rendering of the object with the creation of natural and artificial lighting details.

**Key words:** 3d model, object, visualization, computer graphics.

УДК 621.311.1

**Ш.К. Шоколакова,**
(Алматинский университет энергетики и связи
Алматы, Shinara.shokolakova@mail.ru)

## МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ НЭС КАЗАХСТАНА НА БАЗЕ WAMS ТЕХНОЛОГИЙ

**Аннотация.** Глобальная система мониторинга режимов электрических сетей – Wide Area Monitoring Systems (WAMS) является инструментом по визуализации параметров режима, генерации и передачи электрической мощности с дискретностью 20 мс. Синхронизированные векторные измерения в темпе процесса с высокой точностью позволяют отслеживать изменения параметров энергосистемы в реальном времени. Внедрение данной системы в электрических сетях НЭС Казахстана позволит контролировать переток мощности по основным транзитам 500 кВ АО «KEGOC», что повысит наблюдаемость, надежность и управляемость потокораспределения в нормальных и послеаварийных режимах.

**Ключевые слова:** WAMS, НЭС, Национальный диспетчерский центр, переток, мощность, надежность.

В настоящее время система WAMS и ее подсистемы WACS (Wide Area Control System), а также элементы WAPS (Wide Area Protection System) нашли широкое применение в странах дальнего зарубежья: это Дания, Шотландия, Англия, Исландия, Турция, Германия, Швейцария, Хорватия, Австрия, Финляндия, Соединенные Штаты Америки, Колумбия, Мексика, Австралия и Китайская Народная Республика [1,2,3,4,5]. Основными функционалами системы WAMS являются:

- Обнаружение разности фазовых углов;
- Обнаружение колебаний мощности;
- Обнаружение стабильности напряжения;
- Обнаружение на основе температурного мониторинга;
- Обнаружение превышения/снижения относительно уставок.

Важным выводом из опыта внедрения систем WAMS в странах Ближнего и Дальнего зарубежья является то, что данные системы практически имеют одинаковый по функционалу состав приложений мониторинга, различия наблюдаются только при особенностях введения режима связанные с ВИЭ, локализацией аварий и т.д. Отсутствует понимания статической устойчивости и связанное с ним понимание предотвращение аварийных режимов т.к ЛЭП Европы и других стран короткие, наличие крупных источников генерации через короткие расстояния снимают эту проблему в принципе.

В настоящее время для электрических сетей АО «KEGOC» особенно остро стоит проблема максимального использования пропускной способности транзита 500кВ «Север-Юг». По данным источника [9] за 2014 год превышение аварийно-допустимого перетока в 1300 МВт (ограничение по стат. устойчивости) составило 1 225 ч, что свидетельствует о недоиспользовании транзитного потенциала, а также росту нагрузок в Южной зоне. В работе [6,7,8] показано, что в южных регионах Республики Казахстан дефицит мощности в 2015 году возрастет до 1 346 МВт, а в 2020 году до 1704

МВт. Ввод новых генерирующих мощностей не смогут в полном объеме обеспечить покрытие энергопотребления бурно развивающихся областей юга страны. В этой связи, очевидно, что помимо нового сетевого строительства, данная проблема должна решаться в дополнении с новыми методами контролирования потокораспределением на базе новых технологий.

Одним из новых направлений по контролированию и управлению потокораспределения в магистральных и транзитных электрических сетях является система WAMS (Wide Area Monitoring Systems).

Типовая архитектура WAMS представлена на рисунке – 1, которая состоит из PMU (Phasor measurement unit) для измерений параметров режима (U,I, δ) со скоростью 20 мс, передача синхронизированных измерений по каналам связи в центр сбора информации PDC, обработка и визуализация полученных измерений с использованием специальных приложение программного обеспечения верхнего уровня, для контроля и управления режимами энергопередачи в НДЦ СО[5] .

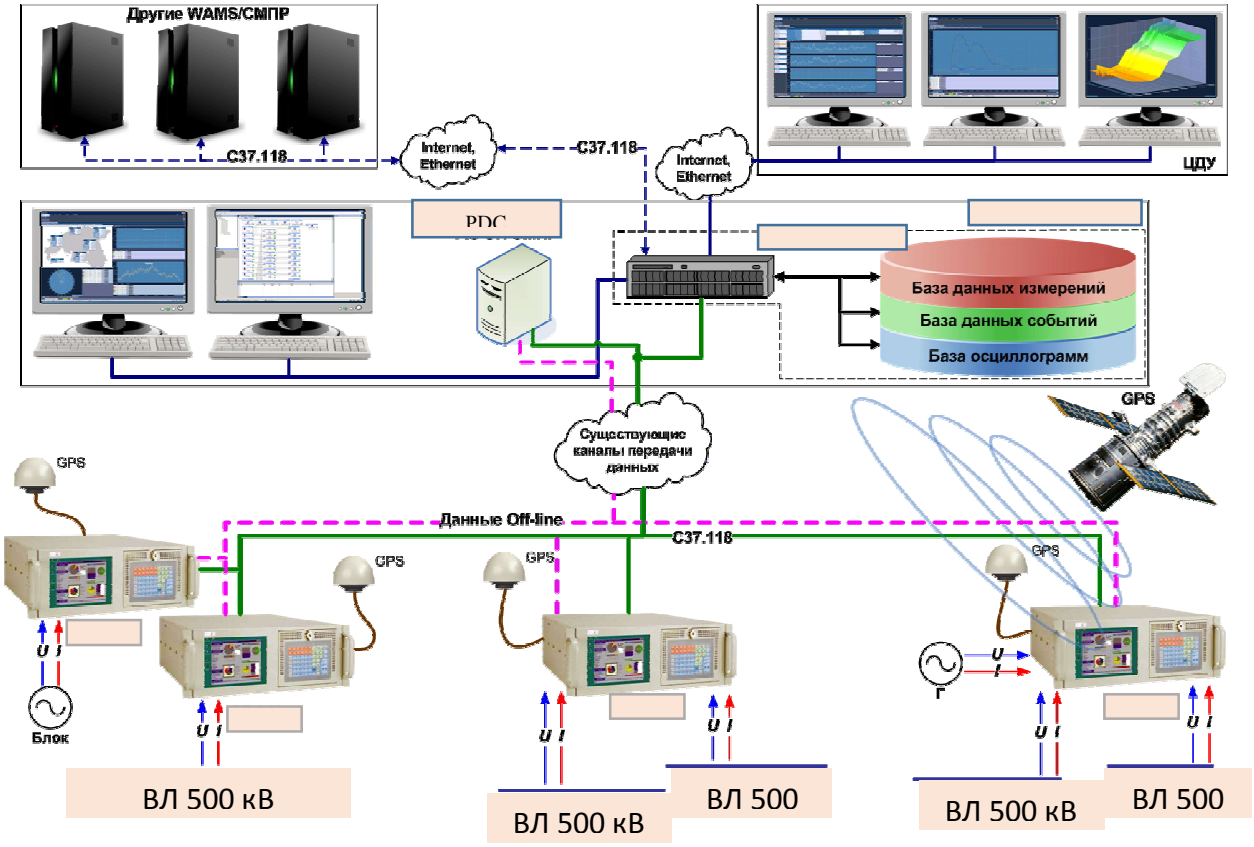



**Рис. 1.** Типовая структура организации системы WAMS

Система WAMS состоит из двух уровней нижний и верхний. К нижнему уровню относится PMU, PDC, каналообразующая аппаратура, система передачи данных, система метки времени GPS.

Верхний уровень охватывает только сервер (сервера) с инсталлированными программными обеспечением синхронно функционирующие с устройствами PMU, PDC, для визуализации, мониторинга и хранения данных в реальном времени. Верхний уровень - информационной платформы, необходим для анализа и управления статической и динамической устойчивостью транзита 500 кВ в темпе реального времени и в режимах планового и ретроспективного исследования.

Отличительной особенностью систем WAMS от других аппратных комплексов является то, что данные об изменения параметров режима поступают синхронно с единой меткой времени по средсвтом спутниковой связи GPS.

В связи с этим появляется возможность использования системы WAMS для электрических сетей НЭС Казахстана с целью максимального использования пропускной способности ее транзитов

500 кВ. Для достижения поставленной цели предлагается контролировать запас статическую устойчивость по средствам измерения взаимного угла между двумя концами транзита 500 кВ. На рисунке 2 приведен данный подход для транзита 500 кВ «Север-Юг».

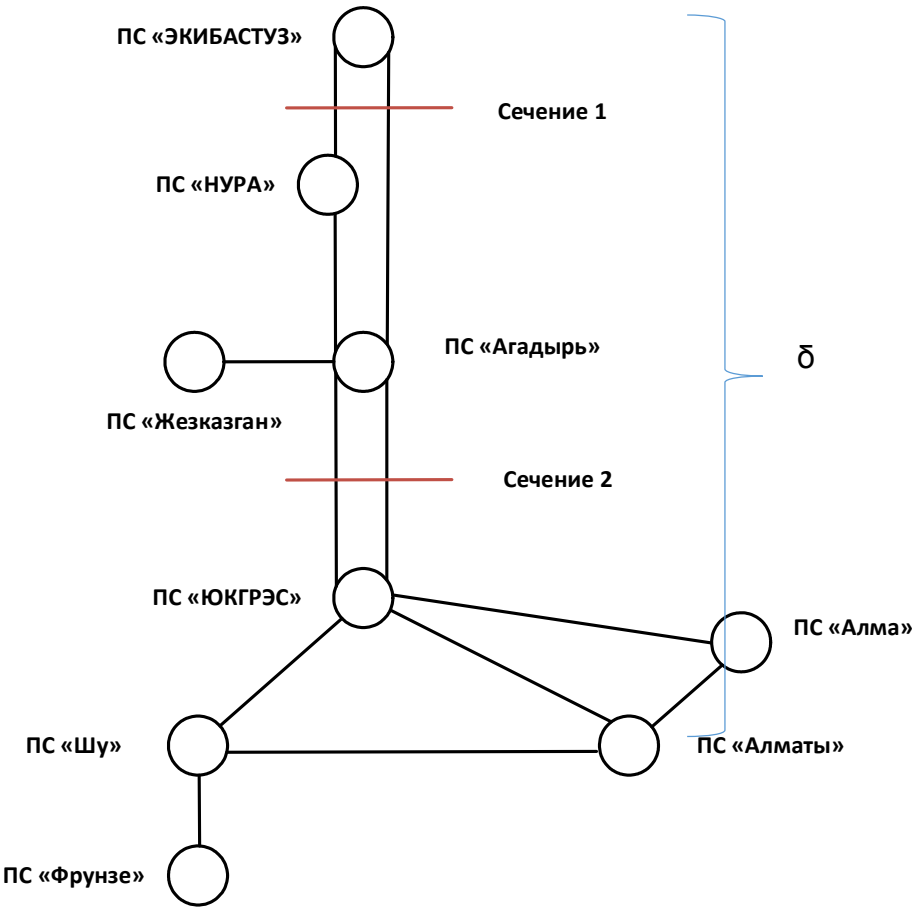



**Рис. 2.** Расчетная схема по определению устойчивости с использованием взаимного угла

Контроль запаса устойчивости определяется в режиме реального времени на основе измерения фазных углов напряжения в контролируемых узлах от устройств PMU обеспечивающие векторные синхронизированные измерения параметров режима с единой меткой времени.

Граница области устойчивости или условия прогнозирования момента нарушения устойчивости будет определяться с использованием специального алгоритма, связанный с поиском границы устойчивости в темпе процесса. В соответствии с определением границы области устойчивости как некоторой поверхности υ, координаты взаимных углов можно построить как некоторую область устойчивых режимов внутри этой поверхности. Аналитическое представление этой поверхности в простейшем случае при измерении взаимного угла выражается в виде кривой:

$$v = \frac{\partial p}{\partial \delta} = \frac{EU}{X}\cos\delta = A_1\cos\delta \qquad (1)$$

Эта зависимость функции $v$ от угла аналогична зависимость потенциальной части некоторой функции Ляпунова.

Область устойчивости и текущее состояние системы в аналитической форме представляется в некоторой функции от координат системы и параметров схемы.

При использовании известной функции Ляпунова для устойчивых состояний выполняется следующее условие.

$$v_t \leq v_{гр} \qquad (2)$$

или $\Delta\upsilon/\Delta\delta>0$ (3)

При выполнении численных расчетов нарушения статической устойчивости определяются предельными режимами работ системы и предельными значениями перетоков по контролируемым сечениям.

Для решения данной аналитической задачи предлагается внедрить Пилотный проект системы WAMS на транзите 500кВ «Север-Юг».

Для схемы транзита Север-Юг выполнены расчеты устойчивости с целью определения параметров предельных режимов: в координатах контролируемых перетоков по сечениям и взаимным углам Результаты расчетов по определению предельных углов для транзита свидетельствуют, что эти углы достаточно точно отражают моменты нарушения статической устойчивости во всех режимах увеличения перетоков мощности по транзиту.

В таблице 1 - приведены результаты расчетов статической устойчивости, с определением значений перетоков по сечениям и взаимных углов между севером и югом транзита, при постоянном отборе на Жезказганском энергоузле (двухмашинная модель).

Таблица 2.2.1. **Предельные значения взаимных углов между ПС Экибастузская – ПС Алматы для различных схем транзита Север-Юг**

| № | Наименование схемы | Взаимный угол между Севером и Югом (предельный) градусы | Переток по сечению 1 | Переток по сечению 2 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Нормальная схема | 90,5 | 1820 | 1488 |
| 2 | Отключение одной ВЛ Нура-Агадырь | 89,5 | 1457 | 1077 |
| 3 | Отключение одной ВЛ Агадырь-ЮКГРЭС_ | 89,6 | 1444 | 1148 |
| 4 | Отключение одной ВЛ ЮКГРЭС-Алматы | 87,3 | 1706 | 1390 |

| | | |
|---|---|---|
| Сечение -1 | ВЛ-500кВ | ЭГРЭС -НУРА |
| | ВЛ-500кВ | ЭК-1150-Агадырь |
| Сечение -2 | ВЛ-500кВ | Агадырь-ЮКГРЭС |
| | ВЛ-500кВ | Агадырь-ЮКГРЭС |

Как видно из таблицы, критические значения или предельные значения уровня статической устойчивости в координатах взаимных углов практически не меняются от схемы сети, когда как эти показатели в координатах перетоков существенно зависят от схемы и от точки контроля перетоков (в данном случае возникает необходимость контролировать два сечения).

В следующей таблице приведены аналогичные расчеты, при различных значения отбора мощности на Жезказганском узле, т.е система представлена как трехмашинная модель .

Таблица 2. **Предельные значения взаимных углов между ПС Экибастузская – ПС Алматы для различных схем транзита Север-Юг**

| № | Наименование схемы | Взаимный угол между Севером и Югом (предельный) градусы | Переток по сечению 1 | Переток по сечению 2 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Исходный режим | 90,5 | 1820 | 1488 |
| 2 | Отбор на Жезкаган (100 МВт) | 84,1 | 1457 | 1077 |
| 3 | Отбор на Жезкаган (200 МВт) | 79,5 | 1444 | 1148 |
| 4 | Отбор на Жезкаган (300 МВт) | 71,6 | 1706 | 1390 |

Выполненные расчеты показывают, что контролирование перетока мощности по транзиту «Север-Юг» с использование измерений угла между ПС «Экибастузская 1150» и ПС «Алматы» позволяет сохранить устойчивость при малых изменений разности углов.

Таким образом, для реализации нового метода по определению устойчивости и построения систем мониторинга запасов устойчивости в режиме реального времени с использованием измерения угла требуется установка устройств PMU вдоль транзита «Север-Юг».

На рисунке 3 приведено построение архитектуры WAMS для транзита 500 кВ «Север-Юг» АО «KEGOC».

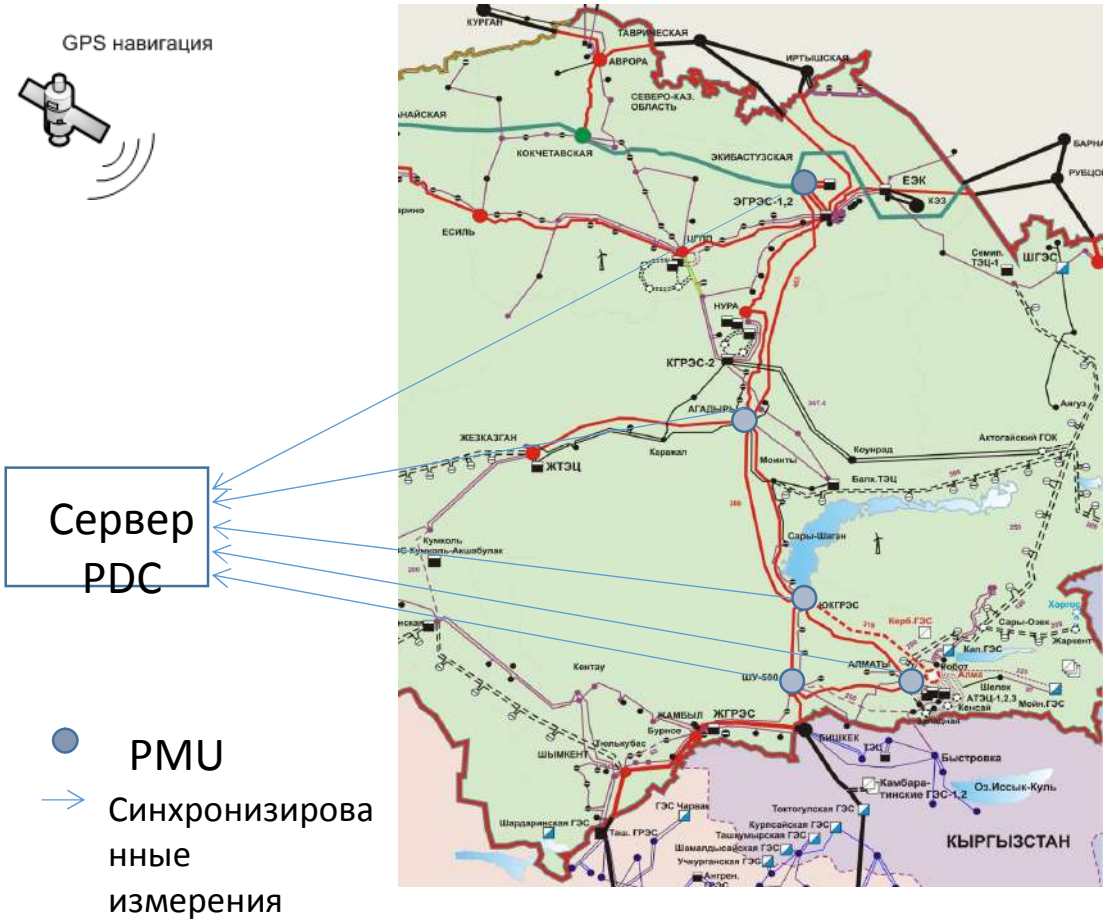



**Рис. 3.** Внедрение системы WAMS НЭС Казахстана на базе WAMS.

Полнофункциональная система WAMS отвечающая требованиям измерения в режиме on-line и модели устойчивости по двухмашинной и трехмашинной схеме может реализована по следующим 5 точкам контроля транзита «Север-Юг»:

ПС «Экибастузская»;
ПС «Агадырь»;
ПС «ЮКГРЭС»;
ПС «Шу»;
ПС «Алматы».

Полученные синхронизированные данные будут обрабатываться на сервере PDC, а также иметь возможность для визуализации и контролю по всем функционалам приложения ПО WAMS.

Внедрение системы WAMS по транзиту 500кВ «Север-Юг» позволяет решать следующие задачи мониторинга устойчивости и управления режимами НЭС Казахстана:

- оценка уровня устойчивости на основе контроля состояния системы в координатах взаимных углов по данным синхронизированных измерений. При этом границы областей устойчивости возможно определить в режиме Off-line;
- обеспечение наблюдаемости системы с целью оценки состояния и формирования модели ЭЭС в контуре управления. При этом границы области устойчивости определяются в режиме On-line.

Основные задачи при реализации Пилотного проекта WAMS по транзиту 500кВ «Север-Юг» должны включать следующий объем работ:

1) Размещение PMU на подстанциях и ПТК WAMS в управляющих центрах АО «KEGOC» в точках и в количестве, необходимом и достаточном для решения задачи оценки устойчивости транзита 500 кВ «Север – Юг»;

2) Подключение устройств PMU и ПТК к каналообразующим средствам и проверка тестовых сообщений;

3) Поставка и настройка *системы синхронизированных векторных измерений* (ССВИ) верхнего уровня - информационной платформы (ИП), необходимой для анализа и оценки статической устойчивости транзита 500 кВ «Север – Юг» KEGOC в темпе реального времени и в режимах планового и ретроспективного исследования;

4) Поставка и настройка ПО для выявления нарушения устойчивости по углу, мониторинг оценки устойчивости по данным ССВИ;

5) Составление расчетной модели по транзиту «Север-Юг» для контроля устойчивости с использованием синхронизированных векторных измерений.

**Заключение**

Обзор внедренных систем WAMS в странах ближнего и дальнего зарубежья показывает эффективность их реализации, которая направлена на повышение надежности и «живучести» крупных энергосистем 330-500кВ. Создание системы мониторинга режимами НЭС Казахстана по транзиту Север-Юг на базе WAMS технологий обеспечит максимальное использование пропускной способности сети, повысит надежность и эффективность работы за счет перехода к контролю устойчивости в координатах угол /напряжение. Создание системы мониторинга режимами НЭС Казахстана, требует приобретения и разработки принципиально новых технических средств, программного и математического обеспечения. Для наблюдаемости в реальном времени для транзита «Север-Юг» данная система должна охватывать 5 ПС 500кВ.

ЛИТЕРАТУРА

1) Презентация Филиала ОАО «СО-ЕЭС» ОДУ Урала /«Назначение и принципы работы СМПР. Развитие СМПР»/ Москва 2012 год/;

2) Презентация компании Ртсофт /«Предложения по разработке и внедрению Автоматических систем мультирежимного управления в ЕЭС России»/ г. Москва 2013 год/;

3) Презентация компании ABB / «Wide Area Monitoring Systems»/ г.Баден Швейцария 2014 год;

4) Jorge Cardenas,Alberto Lypez de Vicaspre,Andrea Lypez, Juan Ruiz GE Digital Energy, Fatih Koksal, Hayrettin Aycin TEIAS Turkey, Francesco Iliceto, IEEE Fellow Rome University “La Sapienza”Rome, Italy / Multilin Implementation of a Special Protection System (SPS) in the Interconnection between the Turkish and ENTSO-E Power Systems to counteract propagation of Major Disturbances/ Packworld 27 – 30 June 2011, Dublin Ireland/;

5) Я. Килтер Elering ОЬ, Эстония, А. Голощапов ООО «ПАРМА» Россия Б. Махковец ELPROS d.o.o. Словения / Система мониторинга переходных режимов Эстонии – создание и опыт эксплуатации/ Cigre Росийский национальный комитет г.Санкт-Петербург 30 мая –3 июня 2011 г./;

6) Схема развития НЭС Казахстана до 2020 года.www. kegoc.kz;

7) АУЭС, научно-исследовательская работа на тему: «Исследование эффективности автоматического управления пропускной способностью ЛЭП 220-500-1150 кВ НЭС Казахстана с разработкой алгоритмов управления для обеспечения устойчивости».- г.Алматы, 2013;

8) Соколов С.Е, Тохтибакиев К.К, Саухимов А.А, Нурутдинова А.Т. /Повышение пропускной способности транзита «Север-Юг» с использованием управляемых статических компенсаторов/ Вестник АУЭС 2014 г. №1;

9) АУЭС научно-исследовательская работа на тему: «Разработка проекта адаптивной системы управления режимами НЭС Казахстана на базе WAMS», г.Алматы 2014 год.

REFERENCES

1) Branch of «SO-EES» UCC JCS Presentation / «Appointment and princip work WAMS. Develop WAMS/ Moscow 2012;

2) Rtsoft company Presentation /« Proposal of Development and Implementation Automatic system multi mode control in EEG Russia »/ / Moscow 2013 /;

3) ABB company Presentation / «Wide Area Monitoring Systems»/Baden, Switzerland 2014 год;

4) Jorge Cardenas, Alberto Lypez de Vicaspre ,Andrea Lypez, Juan Ruiz GE Digital Energy, Fatih Koksal, Hayrettin Aycin TEIAS Turkey, Francesco Iliceto, IEEE Fellow Rome University "La Sapienza"Rome, Italy / Multilin Implementation of a Special Protection System (SPS) in the Interconnection between the Turkish and ENTSO-E Power Systems to counteract propagation of Major Disturbances/ Packworld 27 – 30 June 2011, Dublin Ireland/;

5) J.Kilter, Elering OЬ, Estonia, A. Goloshapov «Parma» Russia,B. Makovec ELPROS d.o.o. Slovenia / WAMS Estonia – create and experience / Cigre Russia's committee S.Peterburg 30 may –3 june 2011./;

6) Scheme of development NEG Kazakhstan until 2020.www. kegoc.kz;

7) AUES,scientific work / «Investigation of effective automatical control of line 220-500-1150 kV NEG Kazakhstan capacity with development algoritm to stability»/.Almaty, 2013/;

8) Sokolov S.E, Tokhtibakyev K.K, Saukhimov A.A, Nurutdinova A.T. / Increase of basic lines North-South capacity with using control statically compensator /. Herald AUES 2014 г. №1;

9) AUES,scientific work:/ «Development project of systems adaptive control mode of NEG Kazakhstan on base WAMS technology»/ Almaty 2014/ .

Шоколакова Ш.К.

**WAMS технология қолдаумен Қазақстан ҰЭЖ режімдердін мониторинг жасау**

**Түйіндеме:** Осы жұмыста қалыпты және апптық режімдерді мониторинг үшін WAMS жүйені Қазақстан ҰЭЖ электір желілеріне енгізу алдынала зерттеу көрсетілген.

Тұрақтылық төзімінді бақылау WAMS технологияның жабдықтардың қолдаумен «Солтүстік-Онтүстік» 500кВ транзиттің екі аяғының аралағында өзара бұрыштың өлшеумен ұсынылады.

**Тірек сөздер:** WAMS, ҰЭЖ, Ұлтық диспетчерлік орталығы, ағын, қуат, сенімділік.

Шоколакова Ш.К.

**Мониторинг режимов НЭС Казахстана на базе WAMS технологий**

**Резюме:** В работе приводятся предварительные исследования по внедрению системы WAMS в электрических сетях НЭС Казахстана для мониторинга нормальных и послеаварийных режимов. При этом контролировать запас статическую устойчивость предлагается путем измерения взаимного угла между двумя концами транзита 500 кВ «Север-Юг» с использование средств WAMS технологий.

**Ключевые слова:** WAMS, НЭС, Национальный диспетчерский центр, переток, мощность, надежность.

Ш.К. Шоколакова.

**Monitoring of mode NEG of Kazakhstan on base WAMS technology**

**Резюме:** The paper presents an investigation of implementation WAMS system in electrical grid of NEG of Kazakhstan for monitoring normal and after emergency mode. Offered control of reserve statically stability by use mutual angel between two ends transit stream 500 kV Nord-South on based WAMS technology.

**Ключевые слова:** WAMS, NEG, National control center, stream, power, reliability.

УДК 57-072

**Л.Ш. Черикбаева, М.Ж. Болысханова, А.Ж. Бурлибаев, Ж. Е. Темірбекова**
(Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазахстан Республикасы
lyailya_sh@mail.ru)

## АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН БИЗНЕСТЕ ҚОЛДАНУ

**Аңдатпа**. Қазіргі таңда Қазахстанда бизнес жүйесі даму үстінде. Оның әрине Қазақстан экономикасының дамуына аса маңызы зор. Бұл мақалада автоматтандырыған басқару жүйесін (АБЖ) бизнес жүйесіне енгізу және бұл жүйені бизнесте енгізудегі тиімділіктері қарастырылған. Сонымен қатар, автоматтандырылған басқару жүйесін жасаудағы негізгі программалық қосымшалар мен қосымшаларды орнатудағы негізгі талаптары да қарастырылған.

**Кілттік сөздер:** Программа, автоматтандыру, бизнес, жүйе, компьютер.

Ақпарат басқарудың негізі және кәсіпорындардың өзара ішкі және сыртқы өзара қарым қатынастарын толықтай анықтайды. Жұмыс орындарында компьютерлердің пайда болуы интеграцияланған жүйелердің қолданылуына жаңа мүмкіндіктер ашты. Даму үстіндегі бизнес ақырындап интеграцияланған автоматтандырылған басқару жүйесіне (АБЖ) қарай ауыса бастайды.

Программалық өнімдер үнемі даму, өсу үстінде, бұл да бизнес, және осы секторда жұмыс жасайтын компаниялар басқа бизнес саласы сияқты кірістердің көбірек болуына ұмтылады.

**Автоматтандырылған басқару жүйесі (АБЖ) -** бұл басқару объектілерін қолдауға және жақсартуға арналған техникалық және программалық құрылымдардың кешені.

Қазіргі таңда ақпаратты басқару жүйесін енгізу келесі салаларда кеңінен жүргізілуде: жеке сауда, өнеркәсіптік орындарында, банктік сферада, логистика, авто бекеттерде және т.б.

Шағын және орта бизнестік кәсіпорындарда АБЖ қолдануда келесі негізгі өзара әрекеттесу тізбегі сақталынады: негізі - нарықтық орта және кәсіпорын туралы ақпараттар; ары қарай иерархия бойынша: мақсаты - стратегиясы - құрылымы мен технологиясы.

Ақпаратты басқару жүйесі басқарудың стратегиялық құралы және кәсіпорынның негізгі стратегиясына бағынады. Егер автоматтандыруды кеңірек қарастыратын болсақ, қағазда есеп берулер жасағаннан қарағанда электрондық түрде есеп берулер жасаған кәсіпорын үшін тиімдірек болар еді. Бұл ретте негізгі мақсат басқару жүйесі - маркетинктік ақпараттарды, жоспарлауды және бақылауды тиімді жән ыңғайлы ету.

Ақпаратты басқару жүйесін өңдеудің негізгі этабы - бизнес-процестерді алгоритмдеу болып табылады. АБЖ-нің бизнестің әртүрлі жүйелерінде қолданудың мысалы ретінде "Жылжымайтын мүлік агенттігін" алуға болады. "Жылжымайтын мүлік агенттігі" жылжымайтын мүлік агенттік менеджерінің жұмысын автоматтандыру үшін арналған. Жүйеде пәтерлер, үйлер, кеңселер және тағы да басқа мүліктер туралы анықтамаларды енгізуге, сонымен қатар енгізілген ақпараттарды өзгертуге, өшіруге және қандайда бір критерилері бойынша сұраныстар жасауға мүмкіндік береді. Шығарылған тізімнен өзіңізге ұнаған пәтер туралы толық ақпаратты алуға болады. Сонымен қатар мүмкін болатын есеп берулерді экранға және баспға шығару мүмкіндіктері бар. Автоматтандыруда заманауи жылжымайтын мүлік агенттіктері басшыларының алдына қойылған негізгі міндеттері - мүліктер бойынша барлық операцияларды толық басқару және заманауи талдау әдістерін қолдану осы жүйе арқылы анықталады.

Сауда кәсіпорындарының жұмысын автоматтандыру кешені сатушылар мен сатып алушыларға есеп берулер жүргізуге, сонымен қатар барлық кәсіпорындардың қызметкерлігінің қорытындылары туралы оперативті және объективті ақпараттарды автоматты режимде алуға мүмкіндік береді.

Программалық кешеннің архитектурасы және оның функцианалдық жинақтылығы оларды кез-келген форматтағы фирмалар мен дүкендерде қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар сауданы және қоймада қалған тауарды нақты уақыт жүйесінде бақылау мүмкіндігі бар.

Жоғарыда келтірілген программалық кешен Windows XP, Windows 7 операциялық жүйелерінде қолданылады және қолданушы компьютеріне орнатуда ешқандай қиындықтар туғызбайды. Программалық кешендерді жасауда Microsoft SQL Server немесе Oracle негізіндегі релияциялық деректер қорын пайдалануға болады. Себебі мұндай жүйелерде деректерді жергілікті және алыстатылған желілерде пайдалану мүмкіндігі бар.

Бұл жүйенің клиенттік бөлімін жасауда C# немесе Java программалары қазіргі кезде кеңінен қолданылады. Жақсы жоспарланған және түсінікті интерфейс қолданылушыларға қателік жасауға мүмкіндік бермейді.

Қазақстан республикасындағы жыл сайын даму үстіндегі кәсіпкерлік қызметкерлік осыған ұқсас программалық кешендерді құру қажеттілігін артыруда. Осыған орай бірінші жоспарға ақпаратты басқару жүйесінің тұрақтылығы, тиімділігі қойылады.

Заманауи бизнесті басқару – қаржылық және басқа да бизнес-ақпараттардың шектелген уақыт аралығында үлкен көлемі негізіндегі маңызды басқаруды қажет ететін күрделі процес. Дамыған компаниялар осы күнде басқару есептерін шешуге мүмкіндік беретін ақпараттық жүйелерді қолданады. Әртүрлі автоматтандырылған жүйелер негізіндегі концепциялар қатарлары жасап шығарыла бастады: қажетті материалдарды жоспарлау, кәсіпорындық ресурстарды жоспарлау (MRP II), кәсіпорындар ресурстарын басқару (ERP), клиенттермен өзара қарым қатынасты басқару (CRM), бизнес тиімділіктерін басқару (BPM). Транзакциалық (ERP, CRM, SCM) жүйелері бизнес процестерді автоматтандыруға, оларды бақылап отыруға, еңбек және материалдық ресурстарындағы қажеттіліктерді жоспарлауды автоматтандыру, маркетинг және сату процестерін автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Сондықтан кәсіпорындардың стратегиялық бағыттарында айқындалған мақсаттық факторларға негізделген сыртқы және ішкі көрсеткіштер жиынын қолданушы теңестірілген модельдерді өңдеу қажет.

Кәсіпорындардың негізгі қызметкерліктерінің тиімді автоматтандырылған басқару жүйесінің негізгі сипаттамаларына төмендегі тізімде келтірілгендерді алуға болады:

- оның икемді құрылымы;
- ақпаратты өңдеу уақытына бағытталған талдау жүргізу;
- өңделінген мәліметтердің экономикалық қауіпсіздігі;
- есеп берулерді құру;
- жоспарлау мүмкіндігінің болуы;

Жоғарыда көрсетілген сипаттамалар сыртқы экономикалық қызметкерлікке қатысты кәсіпорынның автоматтандыру жүйесінің бөлігі болуы керек. Қорытындылай келсек басқару жүйесін құруда келесі критерилер есепке алынуы керек:

- сыртқы экономикалық қызметкерлікті (СЭҚ) жоспарлау
- СЭҚ тиімділігін есептеу
- келісім шарттар жасау
- берілген критерилері бойынша нәтижелерді талдау және есептеу.

Сыртқы экономикалық қызметкерлік барлық кәсіпорындық қызметкерліктердің құрамдас бөлігі болып табылғандықтан автоматтандыру ортақ операциялық деңгейде орындалуы мүмкін. Сондықтан сыртқы экономикалық қызметкерлікті автоматтандыру жүйесі және қолданылған программалар осы қызметкерлікті құрушы кәсіпорынның типіне байланысты.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. *Архангельский А.Я.* Программирование в C++ Builder 6.0 .-М.: Бином, 2004. 1152 с.
2. *Рейсдорф К.., Хендерсон К.*. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно М.: 2003. –700 с.
3. *Логистик&система.* М.: Актион-пресс– 2005. - №4. С. 42-52. - №5. С. 56-51.
4. С.Б. Дубовиченко, Т.А. Шмыгалева. WEB- программирование. Основы языка JavaScript. Том 2. Алматы. «Қазақ университеті».2011. 233 с.
7. Черикбаева Л.Ш., Шмыгалева Т.А. Клиент-серверные приложения. Алматы. Қазақ университеті. 2011. 95 с.

REFERENCES

*1. Arhangelsky A.Y.* Programming in C ++ Builder 6.0 .-M.: Binom, 2004. 1152 p. Posled B.C. Borland C++ Builder 6. Database Application Development –Dia soft, 2003-320.p
*2. Reisford K.., Henderson K.*. Borland C++ Builder. Teach Yourself M.: 2003. – 700 p.
*3. Logistics&systems.* M.: Action-press– 2005. - №4. p. 42-52. - №5. C. 56-51.
*4.* S.B. Dubovishenco, T.A. Shmygaleva. WEB- programming. Almaty. Kazakh universiteti 2011.2011. 233 c.
*5.* Sherykbaeva L.Sh., Shmygaleva T.A. Client-server applications. Almaty. Kazakh universiteti 2011. 95 p.

Черикбаева Л.Ш., Болысханова М.Ж., Бурлибаев А.Ж., Темірбекова Ж. Е.

**Автоматтандырылған басқару жүйесін бизнесте қолдану**

**Түйіндеме.** Мақалада автоматты басқару жүйесінің бизнес жүйесіне енгізудегі негізгі артықшылықтары көрсетілген. Қазіргі заманғы бизнес жүйесінің қарқынды, сәтті дамуы үшін автоматтандырылған бизнес жүйесінің аса қажет екендігі, олардың тығыз байланыста екендігі қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** Программа, автоматтандыру, бизнес, жүйе, компьютер.

Черикбаева Л.Ш., Болысханова М.Ж., Бурлибаев А.Ж., Темирбекова Ж. Е.

**Автоматизированные системы управления в бизнесе**

**Резюме.** В статье отражены ключевые аспекты автоматизированных систем управления в бизнесе. В настоящее время интенсивное развитие автоматизированных систем управления в бизнесе, гибкое развитие является актуальным и важным для бизнеса, в статье также рассматривается взаимосвязь ключевых аспектов внедрения АСУ в бизнес.

**Негізгі сөздер:** Программа, автоматтандыру, бизнес, жүйе, компьютер.

Cherykbaeva L.Sh., Bolyshanova M. J., Burlybaev A. Zh., Temyrbekova Zh. E.

**Automated control systems in business**

**Summary.** In this paper is shown key aspects for ACS management systems in business. Nowadays widely spread and ACS development plays an important role and is very actual issue for business, in paper also presented ACS key aspects relations due it's implementation into business.

**Key words:** Program, automated control, business, system, computer.

УДК 637.525

**Ш.А. Абжанова, Н.Қ. Абильмажинова, А.М. Таева, Р.Б. Мухтарханова, Н. Жүсіп**
(Алматы технологиялық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

## ЖЫЛҚЫ ЕТІНЕН ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТТАР ЖАСАУДА ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНДІ ПАЙДАЛАНУ

**Тұжырым.** Мақалада жартылай ет өнімдерін өндіруде сақтау мерзімін ұзарту, тағамдық құндылығын жоғарлату үшін қолданылған дигидрокверцетин препаратын қолданған кездегі жылқы еттіндегі pH, микроқұрылымды, серпімділік өзгерістері көрсетілген.

**Түйін сөздер:** дигидрокверцитин, жылқы еті, микроқұрылым, серпімділік.

**Кіріспе.**

Соңғы жылдары ет өнімдері өндірісінде сақтау мерзімін ұзарту және өнімнің тағамдық құндылығын жоғарылату мақсатында дегидрокверцитин (ДКВ) пайдалану маңызды орын алды. Құнды функционалды-технологиялық және биологиялық қасиеттеріне сәйкес, құрамында ДКВ бар ет шикізатынан тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары өнім алуға, сақтау мерзімін ұзартуға мүмкіндік алады.

Етті қайта өңдеу барысында өзіне тән түсін, иісі мен дәмін келтіретін, құрамында ДКВ-ны фаршқа қосып тұздау маңызды орын алады. Шұжық өнімдері үшін көп функционалды қоспа ретінде натрий нитритімен тұздау тиімді. Ол ет өнімдерінің түсі мен дәміне және бактерицидтік қасиет көрсетеді. Фаршты pH-на байланысты дәстүрлі технологиямен тұздау барысында фаршта натрий нитритінің қосылған мөлшеріне байланысты бос нитрит түрінде 5-70% дейін болуы мүмкін.

Зерттеу бойынша тұздау барысында натрий нитритінің өзгерісіне байланысты ДКВ ет жүйесінің pH-ын өзгертуі мүмкін.

**Зерттеу түрлері және әдістемелері.**

Ет және ет өнімдерінің pH мәнін анықтау. Сутегі иондарының концентрациясы сандық 5170 (ПНР) pH-метрмен сулы соруға SAgP-201W құрамалы электродты батыру көмегімен және 5123 (ПНР) мен 'Ultra-X' портативті pH-метр көмегімен потенциометриялық әдісі арқылы анықталды.

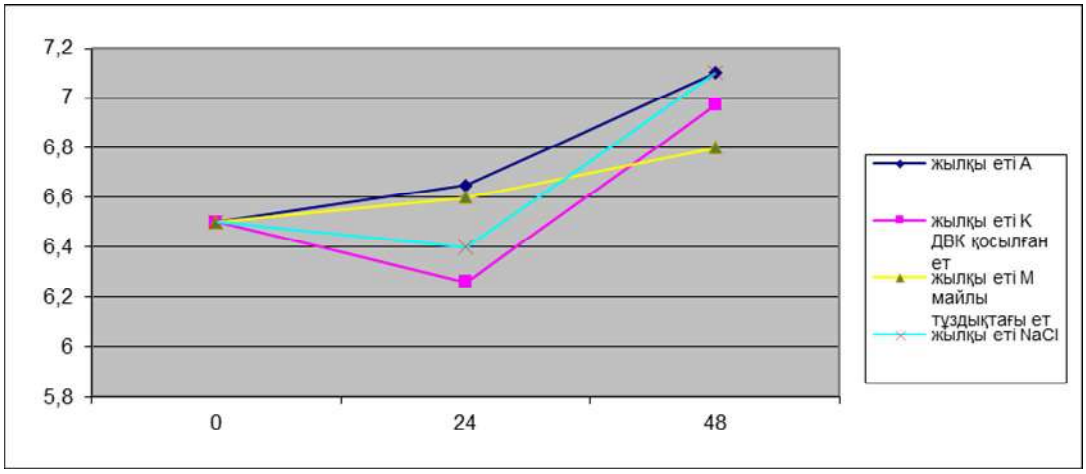
Бұлшық еттің микроқұрылымдық зерттеулері. Гистологиялық зерттеу әдісі технологиялық өңдеу кезінде ет өзгерісінің жалпы көрінісінің маңызды толықтырмасы болып табылады. 1,5x5x0,5 мм өлшемдегі ет үлгілерін нейтралды формалиннің 20 %-тік су ерітіндісінде фиксациялады, содан кейін олардан целлоидті блоктарды жасап, гематоксилин эозинмен боялатын қалыңдығы 7-10 мкм кесінділер дайындады.

Ет реологиясын анықтау. Өнімнің деформациясы структурометр аспабында анықталады.

**Нәтижелері және талқылау.**

Дайын өнімдердің сапасына әсер ететін маңызды процестің бірі етті тұздау болып табылады. Тұздау нәтижесінде ингредиенттер ұлпаға ене отырып, ферментативтік жүйелерге ықпал етеді және бұлшықет ақуыздарының физико-химиялық қасиеттерін өзгертеді. Көптеген зерттеушілердің ойынша бастапқы шикізаттың pH өнімдердің технологиялық көрсеткішіне және оның шығымына ықпалын тигізеді. pH-ң төмен мәні бұлшықет талшығына натрий хлоридтің тез енуіне және түстің түзілу процесінің қарқынды жүруіне себеп болады. pH мәні жоғары тұздалған еттің жуандығындағы тұз концентрациясы жиі төмен болады, осы салдарынан ылғал сіңіру баяулайды.

Экспериментте салқындатылған 1 категориялы жылқы еті қолданылды. Ет фаршының құрамында – 90 % майсыз бұлшықет ұлпасы, 10 % май-шикізаты және 10-24% тұздық болды. ДКВ 200 мкг және натрий нитриті – 7,5 мкг тең болды. Тәжірибеде ДКВ мен калий йодидін тұздалған жылқы еті фаршына әр түрлі сатыда қостық. Келесі суретте жылқы фаршындағы pH өзгерістері көрсетілген.



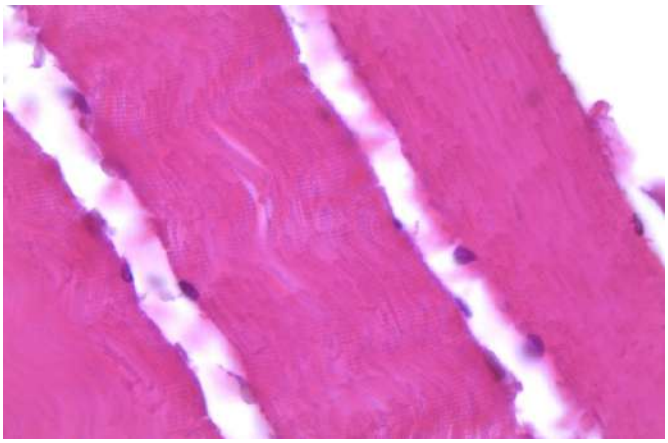

**1-сурет.** Жылқы етіне ДКВ қосу арқылы pH мәнінің өзгерісі

Тұздалған жылқы фаршының бақылау үлгілерімен салыстырғандаДВК қосып өңдеу ылғал байланыстыру қабілетінің 24 сағатта төмендеуіне әкеледі және 48 сағатта жоғарылайды.Өңдеу процесінде бақылау үлгілердің pH мәні 6,2-ге төмендейді, ал 48 сағатта 7,0 –ге көтеріледі. Яғни жылқы фаршына ДВК қосып өнім жасау мүмкіндігін пайдалануға болады деген тұжырым аламыз.

Тұздау процессінде еттің сапалық көрсеткіші жоғарылайды. Натрий хлоридінің жылқы фаршындағы биохимиялық және физико – химиялық өзгерістеріне бастапқы шикізаттық тұздау сәтіне дейінгі кезеңге тәуелді.

Келесі кезекте жылқы етінің кесу микроскопиялық бақылау үлгілері анықталған. Ет (бұлшықеттері) кесектеріндегі бұлшықет талшықтары түзу, ісінген және бір-біріне жабысқан (2-сурет).

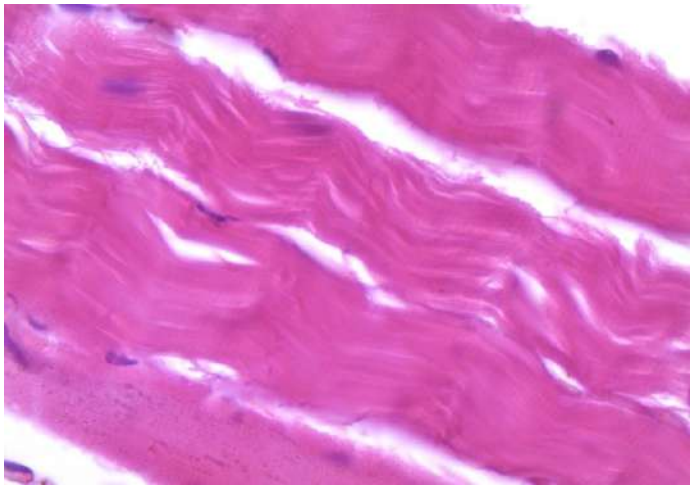
Сондай-ақ, кейбір ет талшықтарының бөлшектерінде айқын сақталуы мүмкін.Бұлшықет талшықтарының деструкциясының дәрежесі өте жоғары және ол фрагментация кезінде микрожарылыс түрінде кездеседі.Бұл кездегі бұлшықет талшығының белгіленген аумақта талшық ет соңы кей аумақта көрнексіз ыдырауы аса маңызды емес. Сарколемма саркоплазмадан өте жиі алшақтанған.Клеткалық ядро бұлшықет талшығының перифериясы бойынша орналасқан және овал немесе домалақ формаға ие.



**2-сурет.** Бақылау өнімінің микроқұрылымы

Май ұлпасының жалпы архитектоникасы сақталынған,технологиялық өңдеу нәтижесінде микроқұрылым деструкцияның бірқалыпты белгілерімен сипатталады,ал липоциттердің бұзылуы шектеулі ғана.Бұлшықетаралық май ұлпасаның құрамы аса маңызды емес.

Байланыстырушы ұлпаның микроқұрамындағы элементтердің өзгеруі,оның(коллаген талшықтарының) құрамына кіретін коллаген талшықтарының бірқалыпты ісінуімен түсіндіріледі. Бұлшықет талшықтары мен байланыстырушы ұлпаның элемент аралығында ұсақ дәнді белоктық массаның кейбір мөлшері кездеседі (3-сурет).



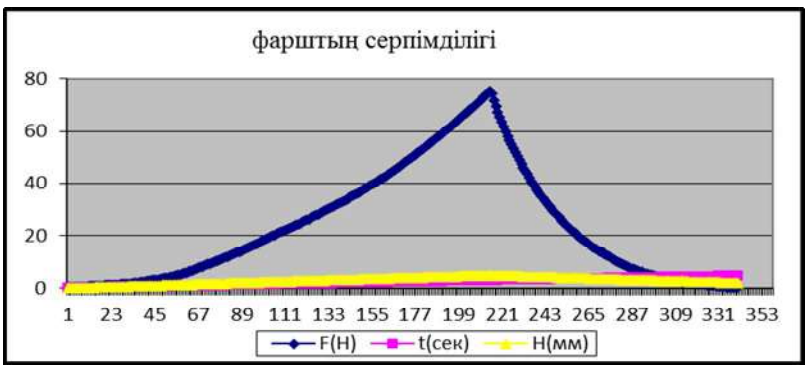
**3-сурет.** ДКВ қосылған жылқы етінің микроқұрылымы

Қорытындылайкеле,жылқы етіне ДКВқосылған кездегі бұлшықет ұлпасының микроқұрылымы келесідей сипатталады: бұлшықет талшықтары сәл домалақ формада.Ядро өзінің овал формасын сақтайды,бірақ шикізатқа қарағанда, боялуы нашар жүреді.Еттің пісіп –жетілуі кезінде және келесідей термиялық өңдеуден соң,құрылымдық талшықтардан ұсақ дәнді белоктың масса түзіледі,ал ол өзара компоненттердің арасында орналасады.

Май ұлпасы липоциттердің жиі бұзылуымен және ұлпаның жалпы фрагменттік сақтау кезіндегі май тамшыларын түзу қабілетімен сипатталады.

Байланыстырушы ұлпаның каркасының бұлшық құрылымдық өзгеруі,бақылау үлгісіндегі етке қарағанда, коллаген талшықтарының ісінуінде маңыздырақ.Бұлшықет талшықтарының және байланыстырушы ұлпаның арасында органолептикалық және механикалық сипаттамаларын жақсартатын белгілі мөлшерде белоктық массаның бар болатындығы анықталған.

Қоңдылығына байланысты еттің беріктік қасиеттерінің өзгеруіне тұздау ықпалының салыстырмалы зерттеулері бұлшық ет ақуыздарының гидратациясы мен өңдеудің қарқынды әдістерін қолданып, тұздау барысында пайда болатын ет нәзіктілігінің арасындағы тікелей тәуелділікке нұсқау жасайды. Тұздауда ет консистенциясын жақсартуда ұлпа құрылымының өзгеруі сөзсіз маңызды болып табылады.




**4-сурет.** ДКВ қосылған жылқы фаршының серпімділігі

Жылқы фаршын ДКВ қосып, циклдық механикалық өңдегенде еттің нәзіктігін жоғарлатты, бұл әдістің оң әсерін көрсетеді.

Диаграммада көрсетілгендей, максималды күш t=333 сек уақытында жетеді. Жүктемені алғаннан кейін серпімді-иілімді үлгі бастапқы қалпына келеді. Бұл фактор өндірістегі технологиялық процестің әр түрлі этаптарында қолданылуы мүмкін.

Тәжірибелік зерттеулердің нәтижелерін ескере отырып, ет технологиясының маңызды өндірістік процестерінің бірін қарқындатуды – жылқы етін тұздауды – ДКВ және өңделетін биожүйелерге физикалық әсер етулерді қолданып іске асыруға болады, ол пайдалы биологиялық заттардың тез үлестірілуі мен түзілуіне әкеледі.

Осындай оңтайлы жол еттің бастапқы құрылымына, құрамына және қасиетіне орынды әсер етеді, бұл тұздауда әбден ұстау процесін қарқындатумен қатар дайын өнімдегі дәм мен хош иісті заттардың, қанықпаған май қышқылдардың, витаминдердің және басқа тез қорытылатын пайдалы қосылыстардың қалаулы деңгейінің жинақталуын қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Узаков Я.М., Рскелдиев Б.А., Байболова Л.К. Биотехнологические основы создания мясных продуктов повышенной питательной ценности. – Алматы, КазгосИНТИ, 2004, 84 с.

2.Узаков Я.М., Рскелдиев Б.А., Байболова Л.К. Пищевая ценность мяса. – Алматы, КазгосИНТИ, 2004, 44 с.

3.ХвыляС.И., КузнецоваТ.Г., АвиловВ.В. Практическое применение гистологических методов анализа. Мяснаяпромышленность, 1994, № 6, с. 9-11.

4.Узаков, Я.М., Диханбаева, Ф.Т., Буцик, В.А., Абжанова, Ш.А. Химическая и биологическая ценность баранины и конины // Мясная индустрия,2008. -№11.-С.25-26.

5.Аскинази, А.И., Радченко, Л.М., Шелаева, Е.А. Оценка антиоксидантнойактивности вкусоароматических добавок для пищевых продуктов // Разработка процессовполучения комбинированных продуктов питания: Тез.докл. Всесоюз.Науч.-техн. Конф. -М., 1988. - С.328-329.

Абжанова Ш.А., Абильмажинова Н.К., Таева А.М., Мухтарханова Р.Б., Жүсіп Н.,

**Жылқы етінен жартылай фабрикаттар жасауда дегидрокверцетинді пайдалану**

**Тұжырым.** Мақалада жылқы етінен жасалған жартылай ет өнімдерінің сақтау мерзімін ұзарту, тағамдық құндылығын жоғарлату үшін дегидрокверцетин препараты пайдаланылғаны және препараттың өнімнің активті қышқылдығына, микроқұрылымына, серпімділігіне әсері көрсетілген.

**Түйін сөздер:** дегидрокверцитин, жылқы еті, микроқұрылым, серпімділік.

Абжанова Ш.А., Абильмажинова Н.К., Таева А.М., Мухтарханова Р.Б., Жусіп Н.,

**Использование дегидрокверцетина в полуфабрикатах из мяса конины**

**Резюме.** В статье приведены данные по применению дегидрокверцетина для продления срока хранения и улушения пищевой ценности полуфабрикатов из мяса конины. Применение данного препарата приводит к измененииию pH, микроструктуры, упругости продукции.

**Ключевые слова:** дегидрокверцетин, мясо конины, микроструктура, упругость.

Abzhanova Sh., Abilmazhinova N., Taeva A., Mukhtarkhanova R., Zhusip N.

**Using degidrokvertsetina in the semis of horse meat**

**Summary.** The article presents data on the use degidrokvertsetina for extending the shelf life and nutritional value ulusheniya semi-finished meat horsemeat. The use of this drug leads to izmeneniiyu pH, microstructure, elasticity of production.

**Key words:** degidrokvertsetin, horse meat, microstructure, elasticity.

УДК 622.691.4.052

**Б.К. Құмар, С.Т. Абдрахманов, А.К. Утебаева**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

# АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ НАДЕЖНОСТИ ГПА

**Аннотация.** Статья содержит данные по техническим характеристикам ГПА, а также виды отказов и периоды функционирование технической системы, связь характера отказов с периодами функционирования оборудования.

**Ключевые слова:** газоперекачивающий агрегат, виды отказов, классификация отказов ГПА, основные периоды функционирования оборудования.

Анализ литературных источников позволяет выделить то, что до последнего времени исследования в области повышения эксплуатационной надежности ГПА носили ограниченный характер и сводились в основном к решению отдельных частных задач по разработке упрощенных методов контроля и испытаний применительно к отдельным типам ГПА.

Исследование методов оценки технического состояния ГПА, основанного на комплексных факторах и параметрах работы агрегата. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

• систематизировать неисправности ГПА и проанализировать причины их возникновения;

• проанализировать методы исследования текущего технического состояния ГПА в период эксплуатации;

• исследовать методы оценки технического состояния ГПА и на основе этого, выявить основные аспекты повышения эффективности системы ТО и Р ГПА.

Отказы никогда не возникают мгновенно - всегда прослеживается некоторый конечный промежуток времени между причиной и следствием. Отказ возникает в случае, если вызвавшая его причина (или причины) не устранена за некоторый промежуток времени, в течение которого возможно предотвращение возникновения опасной ситуации, при условии, что опасность однозначно определена. Поэтому, методы исследования технического состояния агрегатов (техническая диагностика) базируются на поэлементной классификации отказов, которая является основой установления истинной причины выхода из строя оборудования.

Отказы, в соответствии со своей физической природой, могут характеризоваться как [2,3,5]:

• связанные с разрушением деталей и их поверхностей - поломки, различные виды повреждений и износа, коррозия, старение;

• не связанные с разрушениями - недостаточная вязкость масла, облитерация каналов подачи топлива и смазки, ослабление резьбовых, прессовых и т.д. соединений, нарушение регулировки узлов, дисбаланс. В соответствии с этим, отказы устраняют заменой деталей или комплектов, регулированием или очисткой.

По возможности дальнейшего использования изделий отказы различают:

- полные, исключающие возможность работы изделия до их устранения;

- частичные, при наличии которых изделие может использоваться с неполной мощностью или на пониженной скорости.

По характеру возникновения отказы определяются как: быстроразвивающиеся (аварийные) и постепенные (износ, старение, загрязнения и т.д).

При всем своем многообразии, в зависимости от вызвавших их причин, отказы можно подразделить на три группы [1,2,6]:

• первая группа - конструкционные отказы, являющиеся следствием: дефектов конструкции, погрешностей технологии производства и эксплуатационно-технической документации. Они одинаковы для всех других экземпляров данной системы или же для некоторой группы изделий. При обнаружении отказов этой группы на отдельных экземплярах могут приниматься решения о проведении доработок на остальных экземплярах или же выполнении мероприятий, исключающих появление подобного вида отказов;

• вторая группа - производственные отказы, которые вызваны случайным разбросом или ограниченностью сроков службы комплектующих элементов, случайными неблагоприятными сочетаниями разбросов параметров отдельных элементов в пределах установленных допусков, случайными неблагоприятными сочетаниями режимов работы или условиями эксплуатации и т.д. Характерной особенностью отказов данной группы является то, что они вызываются зачастую не повторяющимися для разных экземпляров системы причинами. Обнаружение отказов второй группы на одном экземпляре данной системы не дает оснований делать заключение о ненадежности остальных;

• третья группа - неизбежно-эксплуатационные отказы, происходящие в результате износа подвижных сопряжении и рабочих органов под влиянием сил трения или вследствие долговременного воздействия пульсирующих и знакопеременных нагрузок (силовых и температурных), коррозии.

При проектировании оборудования практически ни одно подвижное соединение (сопряжение) не проверяют на износостойкость и далеко не всегда используются наиболее эффективные средства снижения износа, учитывающие конкретные условия работы. Разрушения при износе имеют кумулятивный характер и являются результатом последовательного и многократного накопления повреждений. Отказы могут возникать также вследствие взаимодействия жидкостей и газов с поверхностями твердых тел - в процессе трения формируется «третье тело», что существенно изменяет молекулярную составляющую трения.

Все отказы, вне зависимости от принадлежности к той или иной группе, классифицируются по принципу [2,4]:

- первичные отказы;
- вторичные отказы;
- ошибочные команды.

Первичный отказ элемента определяют как нерабочее состояние, причиной которого является сам элемент, и необходимо выполнить некоторый объем ремонтных работ для возвращения его в рабочее состояние. Первичные отказы происходят при входных воздействиях, значения которых находятся в пределах, лежащих в расчетном диапазоне, а причины отказов обусловлены естественным старением элементов (например, «появление трещины в корпусной детали в результате естественного старения»).

Вторичный отказ подобен первичному, за исключением того, что сам элемент не является причиной отказа [2]. Эти отказы появляются из-за воздействия предыдущих или текущих избыточных напряжений на элементы, которые могут быть вызваны любым видом нагрузок (или их комплексом), действующих на систему. Примером может служить сигнал «срабатывание системы защиты при повышенной вибрации подшипника», то есть подача сигнала защиты системы при превышении предельных значений функциональных параметров.

Ошибочные команды интерпретируются как элемент, находящийся в нерабочем состоянии из-за неправильного сигнала управления или помехи, при этом, как правило, для возвращения элемента в рабочее состояние ремонт не требуется.

Для оценки надежности системы и достоверности определения ее действительного технического состояния следует рассмотреть такое важное понятие как дефект - повреждение (нарушение целостности, сплошности, или нарушение правильности регулировки узлов и агрегатов) не приведшее к потере работоспособности оборудования. Обычно любому отказу предшествуют развивающиеся дефекты и неисправности. Поиск дефекта заключается в указании с определенной степенью точности его местоположения в объекте (и) или прогнозирование его развития на установленном отрезке времени эксплуатации агрегата. Сложность этого поиска в том, что каждый элемент, участвуя в рабочем процессе, испытывает воздействие со стороны соседних элементов. Степень этого воздействия обусловлена структурой системы и процесс поиска дефектов неизбежно должен прослеживать эту взаимосвязь. Анализ причин возникновения отказов в период эксплуатации, а так же классификация отказов по группам, являются важнейшими этапами исследования надежности технических систем и их своевременной диагностики.

Основные периоды функционирования оборудования

В целях правильной классификации типа отказов и оценки возможности их возникновения следует различать три периода функционирования оборудования [2,7,8]:

• период приработки- обычно происходит при работе агрегата на холостом ходу с постепеннымнагружением для предотвращения повреждений в начальный период работы. Этот период характеризуется повышенной интенсивностью отказов, с его окончанием связывают срок гарантийного обслуживания;

• период нормальной эксплуатации - интенсивность отказов снижается, стабилизируется и изменяется во времени незначительно. Время появления отказа не связывают с предыдущей наработкой изделия;

• период интенсивного износа элементов системыхарактеризуется увеличением общего количества отказов.

Опыт эксплуатации показывает, что изменение интенсивности отказовфункционально связанных элементов по времени для большинства узлов и агрегатов носит характер кривой [2,9] изображенной на рисунке 1.

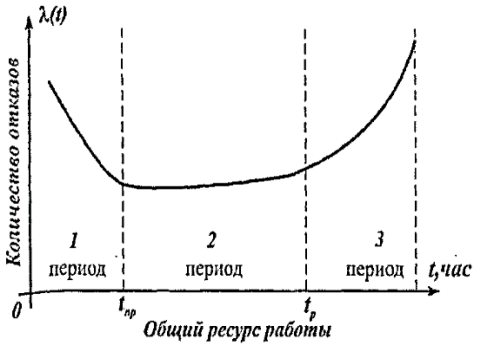



**Рис. 1.** Зависимость интенсивности отказов от времени эксплуатации

Для выявления и устранения дефектов в первом периоде проводят приемосдаточные испытания. Ресурс изделия назначают от окончания первого периода до окончания третьего. Считается, что замена изношенных деталей новыми, целесообразна только во втором периоде, так как профилактическая замена узлов и элементов в третьем периоде снижает общий уровень надежности изделия [2]. В этой связи ставится задача соотнесения видов отказов с периодами работы оборудования, которые, в зависимости от типа машины, могут считаться довольно стабильными. Вследствие этого возникает необходимость оценить количественную сторону появления той или иной группы отказов в установленный период функционирования системы.

Каждый период эксплуатации характеризуется определенными проявлениями видов отказов первой, второй и третьей групп. В начале периода приработки системы преобладают отказы первой группы, а с течением времени, по мере накопления информации об отказах и проведении мероприятий по их устранению в конце этого периода они практически достигают своего минимума. В период нормальной эксплуатации преобладают отказы второй и третьей групп, а в начале третьего периода снова появляются отказы первой группы, обусловленные износом элементов и системы в целом. Во временном промежутке этого периода удельный вес отказов первой и третьей групп увеличивается [2,11].

Помимо воздействий со стороны функционально связанных элементов, некоторые системы компрессорной установки подвергаются воздействию внешних факторов и управляющих команд [2,3]. Влияние внешних воздействий обычно может проявляться, например, для турбоагрегата, в разбросе плотности и состава компонентов топливного или перекачиваемого газа, давлений на входе в камеры сгорания (турбокомпрессоры) или камеры сжатия (центробежные нагнетатели), геометрических параметров конструкции (действие разноразмерности в пределах установленных допусков), гидравлических характеристик маслосистем, магистралей и газовых трактов и т.д.

Степень влияния отказов элементов на работоспособность всей системы в целом выражают с помощью структурной схемы надежности. Статистика отказов является до настоящего времени основным источником информации для суждения о надежности изделия. Это сигнал обратной связи, дающий представление (с большим запозданием) о том, насколько конструкция, технология, условия эксплуатации и технология проведения ремонтных операций обеспечивают желаемые показатели надежности. Для ГПА одним из основных критериев надежности является его безотказная работа в течение установленного периода времени во всем диапазоне режимов работы. Наибольшую опасность для ГПА представляют внезапные отказы, в результате которых разрушается механическая часть агрегата и теряется его работоспособность. Возникает необходимость аварийной остановки ГПА для уменьшения последствий разрушений и безопасности персонала КС [12].

Возникновение отказов, как правило, связано с первичной неисправностью конструктивного или эксплуатационного характера и постепенным накоплением повреждений, ухудшающих работоспособность агрегата. Однако, существует и постепенное накопление изменений, вызывающих в какой-то момент релаксацию, воспринимаемую техническим персоналом как мгновенное повреждение. Наибольший интерес при исследовании надежности агрегатов представляют мгновенные и износные отказы. Знание характера распределения, а также видов износных отказов крайне необходимо для научного обоснования сроков проведения объема планово-предупредительных работ на станциях. Правильная организация планово-предупредительного ремонта в значительной мере способствует снижению числа отказов в период нормальной эксплуатации. В промежутках между планово-предупредительными работами проявляются внезапные и лишь частично износные отказы, обусловленные интенсивным износом, превышающим нормативные пределы. В период нормальной эксплуатации отказы являются следствием несовершенства отдельных конструктивных элементов или резкого изменения режимов эксплуатации. Поскольку они носят случайных характер и не могут быть полностью устранены, то при оценке надежности КС основное внимание уделяется учету именно этого вида отказов. Внезапные отказы отдельных деталей агрегата, как правило, между собой независимы.

Основные комплексные показатели надежности агрегатов свидетельствуют о том, что применяемые на КС ГПА эксплуатируются при оптимальных условиях и выполнены на достаточно высоком конструкторско-технологическом уровне, т.к.:

коэффициент готовности 1,00

коэффициент технического использования 0,85

коэффициент загрузки 0,46

При исследовании механического состояния деталей агрегата для удобства анализа причин возникновения аварийных ситуаций агрегаты подразделяют на механическую часть и систему автоматики. Такое условное деление позволяет объективно изучить виды аварий.

Следует отметить, что основными причинами отказов агрегатов являются:

- нарушения в электроснабжении;
- функциональные неисправности, представляющие наибольший интерес для их детального анализа. К ним относятся дефекты лопаточного аппарата и ротора газовой турбины (40-50%), камеры сгорания (25%), подшипников (6%), лабиринтовых уплотнений (4%) и оставшихся вспомогательных устройств;
- нарушения в работе КИП и А. Дефекты электронных мостов и потенциометров (59%).

Функциональные неисправности условно можно разделить на две группы:

- конструктивные дефекты, т.е. нарушения в технологии изготовления оборудования и узлов агрегата - около 80%;
- эксплуатационные неисправности - около 10% от всех причин отказов агрегатов.

Таким образом, для сокращения множества внезапных отказов в период нормальной эксплуатации ГПА необходимо создать системы контроля технического состояния для распознавания неисправностей на ранней стадии их развития, путем внедрения расширенных средств диагностики, а также повысить общую культуру эксплуатации и получения информации о показателях надежности энергетического оборудования КС.

Для осуществления процесса распознавания неисправностей необходимо все неисправные состояния соответствующим образом классифицировать и описать их признаки. Количество классов

зависит от того, насколько достоверно и полно описаны все неисправные состояния, имеющие ясно выраженные признаки в виде характерного изменения параметров рабочего процесса.

Неисправности ГПА можно классифицировать по следующим признакам.

- Принадлежность к отдельным узлам.
- Влияние на работоспособность:

а)неисправности, приводящие к снижению ресурса узлов и детали;

б)неисправности, приводящие к изменению характеристик функционирования.

-Описывающие их признаки:

а)неисправности, диагностические параметры которых определяются прямым измерением;

б)неисправности, диагностируемые;

в)неисправности, оцениваемые по условиям, приводящим к их возникновению, определяются по косвенным признакам.

Перечень возможных неисправностей ГПА в процентном состоянии представлен в таблице 1.2 [3].

Элементы и узлы отдельно ГТД по возникновением неисправностей располагаются в следующей последовательности по убывающей частоте:

- рабочие лопатки, ротор, направляющие лопатки и диафрагма турбины;
- подшипники;
- камера сгорания и газоходы горячих газов;
- рабочие лопатки и ротор компрессора; направляющие лопатки компрессора;
- теплообменники и выходные газоходы;
- корпус и уплотнения;
- вспомогательные устройства и системы;
- фундамент и прочие [3].
-

Таблица 1.2. **Перечень эксплуатационных неисправностей ГПА компрессорных станций**

| № п/п | Наименование неисправности | Число неисправностей от общего количества, % |
|---|---|---|
| 1 | Рабочие и направляющие лопатки ОК | 7,1 |
| 2 | Направляющие и рабочие лопатки ТВД | 9,4 |
| 3 | Рабочие и направляющие лопатки ТНД | 2,2 |
| 4 | Ротор турбокомпрессора | 1,8 |
| 5 | Ротор ТНД | 4,8 |
| 6 | Ротор ЦБН | 8,3 |
| 7 | Рабочее колесо ЦБН | 1,3 |
| 8 | Вкладыши подшипников | 32,3 |
| 9 | Колодки подшипников | 15,7 |
| 10 | Торцевые уплотнения ЦБН | 12,3 |
| 11 | Элементы камеры сгорания | 4,8 |

Рассмотрев более подробно причины возникновения основных неисправностей, пути их выявления и устранения, можно сделать выводы о значимости основных параметров характеризующих возникновение и развитие неисправного состояния агрегата.

Лопатки ОК выходят из строя по следующим причинам:

- динамические напряжения из-за усилий со стороны потока циклового воздуха и центробежных сил (от массы), действующих на всех режимах работы ГТД;
- низкая конструктивная надежность лопаточного аппарата;
- плохое состояние поверхности, нарушение посадки лопаток;
- нарушение технологии изготовления.

Разрушение лопаток приводит к нарушению устойчивой работы ОК и всего агрегата в целом. Очень редко, но случаются разрушения пазов лопаток с их выбросом в проточную часть, что приводит к крупнейшим поломкам [10,11].

Как правило, разрушение лопаток начинается с образования усталостных трещин, которые возникают в основном на выходных кромках и реже на входных. Признаками разрушения

металлических деталей компрессора при оценке технического состояния лопаточного аппарата являются вкрапления, риски, задиры, обломы. Отклонения от технологии изготовления приводят к нарушению частотных характеристик лопаток как ротора, так и статора, а следовательно, к расширению диапазона резонансных режимов лопаток, что может служить причиной образования трещин. К образованию трещин также может приводить срыв потока с появлением на концах лопаток вихрей, из-за которых возникают колебания лопаток, причем формы колебаний могут быть изгибно-крутильными или пластинчатыми в зависимости от частот резонансных колебаний. В связи с этим при оценке состояния лопаток в качестве диагностического параметра рассматривается не только максимальное напряжение $\sigma_{max}$, но и амплитуда напряжений $a_{max}/a_{min}$[10].

Основные причины, влияющие на разброс напряжения в пределах проточной части ОК, носят конструктивно-производственный и эксплуатационный характер.

К конструктивно-производственным относятся случайные отклонения в геометрии профиля, в технологии изготовления, регулирования, к эксплуатационным - неравномерность воздушного потока при отклонениях рабочих режимов, различная наработка отдельных лопаток, а следовательно, и их разный износ. Очень часто разрушения лопаток происходят вследствие эрозионного износа, причем он тем больше, чем больше концентрация пыли. На износ также влияет взаимное расположение направляющих и рабочих лопаток ротора и статора и характер механических примесей. Причем больше всего этому виду износа подвержены входная и выходная кромка, верхняя часть рабочих лопаток и лопатки направляющего аппарата.

Разрушение лопаток ОК связано с высоким уровнем динамических нагрузок, вызванных потоками циклового воздуха и неустойчивостью работы ОК.

При постоянной частоте вращения и неустойчивой работе наблюдается уменьшение расхода циклового воздуха и увеличение степени повышения давления. Причинами возникновения неустойчивости работы компрессора являются следующие эксплуатационные факторы:

- повышение сопротивления всасывающего тракта вследствие загрязнения фильтров;
- эрозионный износ лопаток, трещины и обрыв направляющих и рабочих лопаток, что ухудшает КПД компрессора $\eta_{ок}$неудовлетворительное состояние проточной части из-за загрязнения лопаточного аппарата, т. е. увеличение сопротивления $\delta_{ок}$***[11].***

Потеря устойчивости, помпаж проявляются в повышении температуры перед турбиной $T_2$**,**уменьшении частоты вращения $n$**,**повышении расхода топливного газа $M_m$**,** а также в повышении уровня вибрации ротора турбокомпрессора и всего агрегата.

Неисправности дисков турбин возникают из-за неправильной их сборки, низкого качества поковок и механической обработки, коррозии поверхности, плохого контроля диска после его изготовления и из-за перегрева во время работы.

Состояние диска и лопаток турбины связано с воздействием высоких температур, вызывающих прогары и коробление в корпусе турбин, трещины в дисках ротора турбины, трещины и обрыв рабочих и сопловых лопаток, что связано с изменением политропического коэффициента полезного действия турбины $\eta_m$и площади соплового аппарата $F_c$.К основным неисправностям относятся также рост утечек в газовоздушном тракте высокого давления вследствие разрушения лабиринтных уплотнений, а также загрязнения газовоздушного тракта и изменения его геометрии, что связано с изменением гидравлического сопротивления $\delta_{вз}$[13].

Основные неисправности камеры сгорания, встречающиеся в эксплуатации:

- трещины и прогар жаровых труб термического происхождения вследствие нагарообразования на стенах труб и рабочих форсунок, что связано с неполным сгоранием топлива, характеризующимся $N_{кс}$**,**и вызывает значительную неравномерность температурного поля перед турбиной высокого давления;
- загрязнение фильтров и закоксованность горелок, сказывающееся на уменьшении расхода топливного газа и изменении температуры рабочего тела после камеры сгорания.

Разрушения в камере сгорания могут явиться причиной вторичных разрушений лопаток и дисков турбины.

Подшипники опор ротора могут выйти из строя, если использовался материал с дефектами, нарушались технологии изготовления и монтажа детали и узлов опор, условие работы подшипника,

происходил срыв масляного клина или наблюдалась хотя бы кратковременная неподача масла в опору, все указанные причины приводят к усталостным режимам.

Одними из основных причин выхода из строя подшипников опор являются изменение зазоров и посадок и неподача масла. Зазор изменяется вследствие температурных перепадов при пуске двигателя в условиях низких температур, проворачивания колец на валу или корпусе из-за нарушений технологии сборки. При неподаче масла к подвижным частям подшипника возможны оплавления поверхности сепаратора и его гнезда, при недостаточной подаче смазки или ее периодическом нарушении беговые дорожки имеют приработанную, гладко укатанную поверхность с завальцо-ванными краями, а наплавленный слой имеет гладкую поверхность и равномерную толщину на всей окружности беговых дорожек. В этом случае происходит повышение температуры поверхностей тел качения, в результате чего зазор уменьшается и может произойти заклинивание и скольжение по беговой дорожке. Это приводит к оплавлению материала тел качения и его налипанию на беговые дорожки, материал колец подвергается усиленному износу, оплавляются и изнашиваются гнезда под тела качения. Как показывает опыт эксплуатации, в первую очередь разрушается подшипник средней опоры, который расположен в зоне более высоких температур. Передние и задние подшипники, как правило, разрушаются при работе турбины длительное время в условиях недостаточной подачи масла. Разрушение средней опоры приводит к смещению ротора в осевом направлении, выбору зазора между деталями ротора и корпуса, в результате чего происходит интенсивное изнашивание деталей ротора и корпуса и возникает резкое торможение ротора из-за задевания его лопаток за лопатки направляющего аппарата с последующим помпажем и заклиниванием ротора. Ротор ГТУ может подвергаться повреждениям при работе на критических режимах вследствие возникновения высокого уровня вибрации при резонансах. Это может привести к появлению трещин на силовых стойках элементов корпуса, одностороннему износу опор, разрушению сепараторов подшипников, деформации вала, заклиниванию ротора и др [13].

Ухудшение состояния регенератора связано с повышением сопротивления тракта низкого давления, а также с ростом утечек рабочего тела через неплотности теплообменных поверхностей.

Работоспособность нагнетателя определяется устойчивостью работы, надежностью уплотнения «масло-газ», упорного подшипника, состоянием проточной части. Аэродинамические нагрузки, возникающие при неустойчивой работе, передаются на элементы рабочего колеса и опорные подшипники, вызывая их разрушение, что обусловливает увеличение момента сопротивления, рост уровня вибрации ротора силовой турбины. Разрушение подшипников характеризуется ростом температуры смазки подшипника.

Неисправности в системах КИП и А, смазки, регулирование, охлаждение, подача топливного газа также являются причинами аварийных ситуаций и отказа оборудования.

Основной дефект ротора ТВД - повышенное торцевое биение, приводящее к неуравновешенности ротора, а следовательно, к повышенной вибрации. Этот дефект возникает главным образом на роторах, имевших его раньше и отремонтированных на заводе. Таким образом, вторичное появление торцевого биения объясняется неудовлетворительной технологией восстановительных работ. Первоначальное торцевое биение возникает в результате действия переменных сил при задевании лопаток [12].

В процессе длительной эксплуатации происходит постепенное ухудшение физических и механических свойств материала, нарушение соединений отдельных узлов и деталей, рост статических, динамических, термических напряжений в элементах агрегатов. Возникают процессы старения, износа, коробления, растрескивания материалов. Отдельные узлы и детали приходят в неисправное состояние. Хотя в целом агрегат продолжает сохранять работоспособность, такое состояние определяется как постепенный отказ. Возникновение постепенных отказов связано с длительностью работы агрегатов и проявляется в ухудшении технических показателей этих агрегатов [13].

Отрицательные последствия постепенных отказов заключаются в снижении мощностей и КПД ГПА, увеличении затрат на восстановление его работоспособности, создании предпосылок для появления аварийных ситуаций. Для ГПА наибольшую опасность представляют внезапные отказы, в результате которых разрушается механическая часть агрегата и теряется его работоспособность.

Возникает необходимость аварийной остановки ГПА для уменьшения последствий разрушений и для безопасности персонала КС.

К наиболее напряженным элементам агрегатов относятся: ОК, турбина, нагнетатель и камера сгорания. Их детали работают в условиях действия высоких статических, динамических и тепловых нагрузок и определяют надежность механической части агрегатов в целом. Надежность ОК определяется главным образом надежностью лопаточного аппарата. Основную нагрузку на лопаточный аппарат ОК создают динамические усилия со стороны потока циклового воздуха и центробежные силы от собственного веса, которые действуют постоянно при всех режимах работы ГПА.

Надежность турбины определяется работоспособностью диска ТВД и аппарата лопаток, которые подвержены действию различных нагрузок. Наиболее благоприятным по температуре режимом для диска ТВД является пусковой. В момент пуска возникают повышенные термические напряжения, которые в сочетании с напряжениями от центробежных сил могут значительно ухудшить состояние узла посадки диска на вал и привести к перегрузке штифтов.

Наиболее опасный режим для лопаток турбины - аварийная остановка агрегата, когда отключается камера сгорания и резко снижается температура потока. При этом вследствие значительной неравномерности температурного поля возникают высокие напряжения растяжения, складывающиеся с напряжением от центробежных сил.

Надежность нагнетателя определяется работоспособностью колеса, уплотнения «масло-газ» и упорного подшипника. Колеса нагнетателей при работе нагружены центробежными силами собственного веса и силами аэродинамического характера, влияние которых зависит от объемной производительности. При малых расходах и высоких степенях сжатия возможна неустойчивая работа нагнетателя, при которой на колесо со стороны потока газа действуют значительные переменные усилия. Происходит резкое колебание давления и расхода газа. Неустойчивая работа нагнетателя, т. е. помпажный режим, может возникнуть из-за увеличения сопротивления на входе или выходе из нагнетателя и т. д.

Работоспособность торцевого уплотнения зависит от перепада давления и сжатия пружины, частоты и температуры масла, вибрации ротора.

Работоспособность камеры сгорания оказывает существенное влияние на надежность ГПА, так как повреждение ее элементов приводит к вынужденным остановкам, а неудовлетворительная организация горения снижает долговечность лопаток турбины. Основные элементы камеры сгорания (жаровая труба, экран, смеситель, фронтовое устройство и пламеперекидной патрубок) работают при высоких температурах и подвержены влиянию пульсаций потока продуктов сгорания [13].

К важному фактору, определяющему работоспособность ГПА, относится уровень вибрации опорных систем ОК и турбины. Вибрация подшипников нагнетателя не является показательной характеристикой действующих усилий, поскольку корпус имеет несоизмеримо более высокую жесткость и массу по сравнению с ротором, и поэтому изменение вибрационного состояния ротора практически не меняет уровень вибрации его подшипников.

1. Произведен анализ причин возникновения отказов в период эксплуатации, а так же классификация отказов по группам, которые являются важнейшими этапами исследования надежности технических систем и их своевременной диагностики.

2. Для сокращения множества внезапных отказов в период нормальной эксплуатации ГПА необходимо создать системы контроля технического состояния для распознавания неисправностей на ранней стадии их развития, путем внедрения расширенных средств диагностики, а также повысить общую культуру эксплуатации и получения информации о показателях надежности энергетического оборудования КС.

На основе существующей информации об отказах ГПА проанализированы причины их возникновения в период эксплуатации, а так же произведена классификация и ранжирование неисправностей ГПА по группам, которые являются важнейшими этапами исследования надежности технических систем и их своевременной диагностики.Исследованы и систематизированы все основные методы и способы контроля технического состояния ГПА. Произведен анализ динамических методов диагностики ГПА, позволяющий утверждать о необходимости разработки расширенных методов идентификации неисправностей на ранней стадии их развития с

использованием средств параметрической и виброакустической диагностики.Исследованы методы оценки работоспособности ГПА, основанные на идентификации возможных неисправностей и прогнозировании остаточного ресурса, что дает возможность перейти от стратегии планово-предупредительного ремонта (не полностью удовлетворяет задачи надежной транспортировки газа) к эксплуатации агрегатов по их фактическому техническому состоянию. Но использование системы ТО и Р по техническому состоянию на базе диагностики для всего оборудования компрессорной станции экономически нецелесообразно, в связи с чем система должна быть смешанной: для систем и оборудования, которые по соображениям безотказной работы всей КС не могут быть допущены к эксплуатации до отказа, - по техническому состоянию; для остального оборудования - система планово-предупредительного ремонта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Р.А., Березина Л.Г., Телегин Л.Г., и др. Сооружение и ремонт газонефтепроводов, газохранилищ и нефтебаз. Учебник для вузов. -М.:Недра, 1987. - 271с.

2. Кунина П.С, Павленко П.П.. Диагностика газоперекачивающих агрегатов с центробежными нагнетателями. Ростов-на-Дону, изд-во РГУ, 2001. - 362 с.

3. Микаэлян Э.А. Эксплуатация газотурбинных газоперекачивающих аппаратов компрессорных станций, газопроводов. М.: Недра. 1994. -304 с.

4. Микаэлян Э.А. Техническое обслуживание газотурбинных газоперекачивающих агрегатов. Методология, исследования, анализ, практика. РГУ нефти и газа им. Губкина И.Н. 1998. - 318 с.

5. Васильев Ю.Н., Бесклетный М.Е., Игуменцов Е.А., Хризестен В.Е. Вибрационный контроль технического состояния газотурбинных и газоперекачивающих агрегатов. М.: Недра. 1987. -197с.

6. Червонный А.А., Лукьяненко В.И., Котин Л.В. Надёжность сложных систем. М.: Машиностроение. 1976. -288с.

7. Зарицкий СП. Диагностика газоперекачивающих агрегатов газотурбинными приводами. М.: Недра. 1987. -198 с.

8. Кудашев Э.Р. Идентификация неисправностей газоперекачивающего агрегата методом «слабых резонансов» / Э.Р. Кудашев, В.А. Иванов, А.С. Семенов // Сб. науч. тр. «Мегапаскаль. Выпуск 1». - Тюмень: ТюмГНГУ, 2005.-С. 57-61.

9. Боев Б.В., Бугровский В.В., Вершинин М.П. и др. Идентификация и диагностика в информационно-управляющих системах аэрокосмической отрасли. М.: Наука, 1988. -157 с.

10. Березин В.Л., Бобрицкий Н.В. Сооружение насосных и компрессорных станций: Учебник для вузов. - М.: Недра, 1985. - 288 с.

11. Васильев Ю.Н., Бесклетный М.Е., Игуменцев Е.А. и др. Вибрационный контроль технического состояния газотурбинных газоперекачивающих агрегатов - М.: Недра, 1987. - 197 с.

12. Ерёмин Н.В., Степанов О.А., Яковлев Е.И. Компрессорные станции магистральных газопроводов (надежность и качество) - СПб.: Недра, 1995. - 336 с.

13. Антонова Е.О., Иванов И.А., Степанов О.А., Чекардовский М.Н. Мониторинг силовых агрегатов на компрессорных станциях - СПб.: Недра, 1998. - 216 с.

REFERENCES

1. RA Aliev, Berezina LG, Telegin LG, and others. The construction and repair of pipelines, gas storage facilities and tank farms. Textbook for high schools. -M.: Nedra, 1987. – 271p.

2. Kunin PS, PP Pavlenko .. Diagnostic gas compressor units with centrifugal superchargers. Rostov-on-Don, Rostov State University Publishing House, 2001. - 362 p.

3. Mikaelian EA Operation of gas turbine gas pumping units of compressor stations, gas pipelines. M .: Nedra. 1994. -304 p.

4. Mikaelian EA Maintenance of gas turbine gas compressor units. Methodology, research, analysis, and practice. State University of Oil and Gas. Gubkin IN 1998. - 318 p.

5. Vasiliev YN, Beskletny ME, Igumentsev EA, Hrizesten VE Vibration control of a technical condition of gas turbine and gas compressor units. M .: Nedra. 1987. - 197 p.

6. Hearts AA, Lukyanenko VI, Kotin LV Reliability of complex systems. M .: Mechanical engineering. 1976. - 288p.

7. Zaritsky SP. Diagnosis of gas pumping units turbine drives. M .: Nedra. 1987. -198 p.

8. Kudashev ER Identifying faults pumping unit by "weak resonances" / ER Kudashev, VA Ivanov, AS Semenov // Proc. scientific. tr. "Megapascals. Issue 1 ". - Tyumen: TSOGU, 2005. 57-61 p.

9. Boev BV, Bugrovsky VV Vershinin MP et al. Identification and diagnostics information and control systems of the aerospace industry. M .: Nauka, 1988. -157 p.

10. Berezin VL, Bobritskaya NV Construction of pump and compressor stations: Textbook for universities. - M .: Nedra, 1985. - 288 p.

11. Vasiliev YN, Beskletny ME, EA Igumentsev et al. Vibration control of a technical condition of gas turbine gas compressor units - M .: Nedra, 1987. - 197 p.

12. Eremin, NV Stepanov OA, Yakovlev EI Compressor stations of main gas pipelines (reliability and quality) - SPb .: Nedra, 1995. - 336 p.

13. Antonov E.O., Ivanov IA, Stepanov OA, Chekardovsky MN Monitoring power units at compressor stations - SPb .: Nedra, 1998. - 216 p.

Құмар Б.К., Абдрахманов С.Т., Утебаева А.К.

**Газ айдау агрегатының сенімділік критерийлерінің сараптамасы**

**Түйіндеме.** Мақалада газ айдау агрегатының техникалық мінездемесі. Сонымен қатар, істен шығу түрлері және техникалық жүйенің қызмет ету периоды, істен шығу сипатының құрылғының жұмыс істеу айналымымен байланысы.

**Кілттік сөздер:** газ айдау агрегаты, істен шығу түрлері, газ айдау агрегатының істен шығуларының классификациясы, құрылғының негізгі жұмыс істеу айналымы .

Kumar B.K., Abdrakhmanov S.T., Utebayeva A.K.

**Analysis of reliability criteria pumping unit**

**Summary.** This article contains information on the technical characteristics GPA, as well as failure modes and periods of operation of the technical system, the nature of the connection failure with the periods of operation of the equipment.

**Key words:** gas compressor unit, failure modes, failure classification pumping unit, the main periods of operation of the equipment.

УДК 622.276; 622.279

**Н.Г. Дарибаева, О.Ж. Байдельдина, Б.М. Нуранбаева**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

## АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СБОРА, ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

**Аннотация:** Анализ результатов теоретических и промысловых исследований показал, что основные методы повышения эффективности сбора, подготовки и транспортировки высоковязких нефтей направлены на снижение содержания парафина в нефти. Применение их во много раз облегчает эти технологические процессы и улучшает товарные качества нефти.

**Ключевые слова:** высоковязкая нефть, методы, эффективность, сбор, подготовка, транспортировка.

В Казахстане ежегодно добывается более 70 % нефти с высоким содержанием парафинов. Добыча и транспортировка таких нефтей ставит перед нефтяниками ряд сложных технических проблем. Вопросы добычи нефти и ее последующей переработки тесно связаны друг с другом через химический состав нефти и ее физические свойства. Концентрирование парафинов, асфальтенов и смол приводит к увеличению плотности и вязкости нефти. В связи с истощением запасов легких нефтей в мире возрос интерес к трудноизвлекаемым, тяжелым, парафинистым нефтям.

Отложения парафинов на поверхности нефтепромыслового оборудования являются одним из серьезных осложнений при эксплуатации скважин и трубопроводного транспорта. Парафиновые отложения уменьшают полезное сечение насосно-компрессорных труб и, следовательно, значительно осложняют добычу и транспортировку нефти, увеличивают расход электроэнергии при механизированном способе добычи, приводят к повышенному износу оборудования. К парафинистым относят нефти (ПН) с содержанием парафинов более 6 % [1,2].

Одним из важнейших факторов, влияющих на условия добычи и перекачки нефти по нефтепроводам и дальнейшего ее хранения, является компонентный состав нефти, который

обусловливает ее физико-химические и реологические свойства. На рисунке 1 видно, что в мировом масштабе большими ресурсами ПН обладают Россия, Казахстан и Китай [3-5].

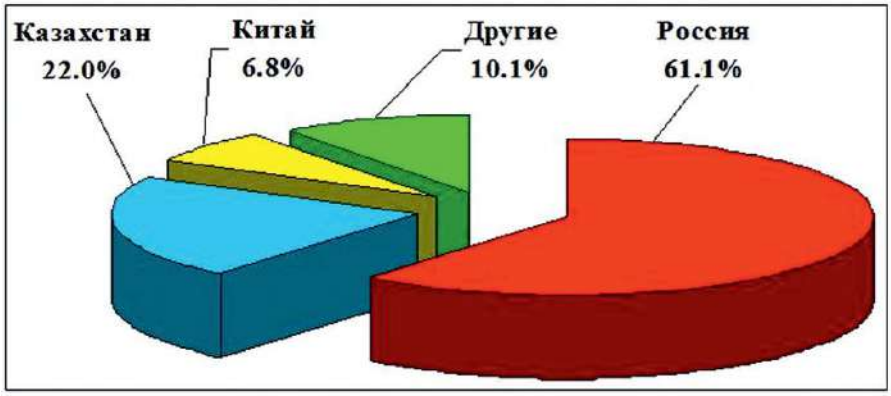



**Рис.1.** Распределение ресурсов парафинистых нефтей по странам мира

В среднем парафинистые нефти Казахстана, по сравнению с российскими и китайскими, наиболее тяжелые и вязкие, содержат больше всего парафинов, смол и асфальтенов и меньше всего дизельных фракций. Это требует увеличения затрат энергии при транспортировке и хранении.

Поэтому на месторождениях Казахстана, в продукции которых содержатся асфальто-смолистые вещества и парафины, существует проблема сбора и транспортировки этой продукции. Чем больше содержание парафина и ниже температура нефти, тем больше увеличивается ее вязкость и тем меньше ее текучесть. Так, нефть с содержанием парафина 8 % уже при температуре около 273К теряет свою подвижность. Перекачка такой нефти в зимнее время по магистральным трубопроводам затруднительна, особенно если она проводится периодически.

При охлаждении такой нефти увеличивается ее вязкость, а следовательно, повышается давление перекачки или же понижается пропускная способность. При дальнейшем охлаждении нефть может образовать парафиновые пробки и вызвать серьезное повреждение, в результате чего нефтепровод надолго выводится из строя. Освобождение нефтепровода от застывшей нефти - тяжелая операция, на выполнение которой требуются длительное время и большие затраты труда. Поскольку большинство месторождений Казахстана имеют высокопарафинистую нефть, методы, применяемые на одном из месторождений, могут применяться и для других месторождений.

В настоящее время разрабатываются новые методы борьбы с парафиноотложениями, которые успешно применяются на практике. Изучение химического состава нефти месторождения Кумколь позволило разработать гидроциклонную нефтеловушку для очистки нефтепровода «Кумколь-Арыскум-Жосалы» [6].

Трехкомпонентная гидросмесь (вода+нефтяные примеси+шламы) под давлением входит в гидроциклон 1 по патрубку 2 тангенциально (рис.2). Под действием центробежной силы инерции исходная смесь разделяется на три составляющие элементы: твердая фаза направляется в сторону шламового патрубка 3, промежуточный продукт (вода+нефтяные примеси) – в сливной патрубок 4, а концентрировыанные нефтяные продукты по входному патрубку 8 нагнетается в минигидроциклон 5. Здесь гидросмесь состоящая из воды и нефтяных продуктов разделяется на два по принципу центробежнего классификатора: очищенная вода и обогащенные нефтяные продукты. Очищенная вода выходит из водосливного продукта 7, а обогащенные нефтяные продукты из нефтесливной трубы 6.

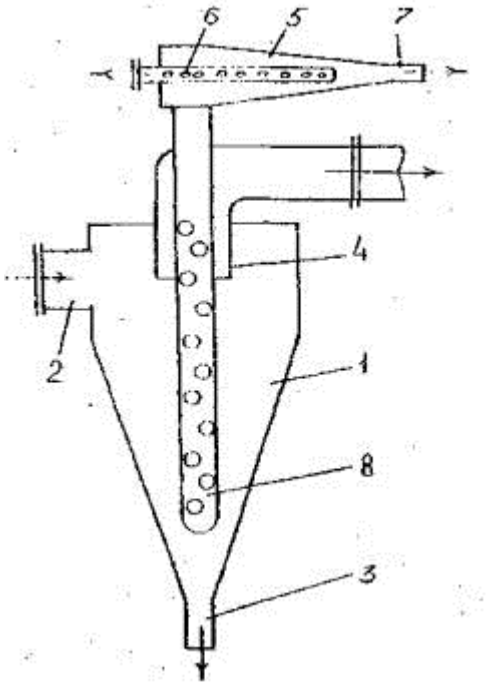



**Рис.2.** Гидроциклонная нефтеловушка

Предлагаемая гидроциклонная нефтеловушка обладает перед существующими большим преимуществом: извлечение из трехкомпонентной исходной гидросмеси нефтяных примесей высокой концентрации.

Достаточно эффективной считается существующая технология очистки и удаления парафинов с помощью установки «Шторм УКМ НП», которые применяются в нефтедобывающей промышленности для удаления парафина с внутренней поверхности насосно-компрессорных труб, нефтескважин и нефтепроводов.

**В установках «ШТОРМ УКМ НП» используется радиочастотный принцип воздействия на парафины в совокупности с применением редкоземельных материалов с особыми характеристиками,** на основе которых создан высокочастотный индуктор. **Совершенно новый высокотехнологичный индуктор** позволяет повысить и усилить воздействие на парафины, что довольно качественно и эффективно позволяет защитить и очистить от парафина нефтепромысловое оборудование [7].

В Институте химии нефти СО РАН создана технология для частичного удаления из нефти парафинов, смол и асфальтенов сжиженным природным газом и предназначена для применения в нефтедобывающей отрасли при подготовке нефти к трубопроводному транспорту.

Предлагаемая технология, позволяет снизить содержание в нефти парафинов на 50 %, преимущественно высокомолекулярных смол и асфальтенов - на 60 %. В результате частичного удаления высокомолекулярных соединений снижаются на 20-25 $^0$С температура застывания нефти и почти вдвое вязкость нефти [8].

Применение технологии очистки нефти сжиженным природным газом позволит значительно снизить затраты на транспортировку нефти по трубопроводу, получить более качественную товарную нефть, повысить ее стоимость. Данная технология позволяет проводить глубокую депарафинизацию непосредственно на нефтепромысле или другом объекте, связанным с перемещением нефти, с использованием специальной установки.

Объём и технологические параметры оборудования определяются, исходя из заказанной производственной мощности установки депарафинизации нефти по сырью (нефть) и концентрации твердых углеводородов и смол в сырье.

Несмотря на высокую стоимость химических реагентов, они получили широкое распространение. Они эффективно снижают содержание парафинов и улучшают товарные качества нефти. К тому же присадки не только удаляют отложения парафинов, но и препятствуют их

отложению на стенках трубопровода. Разработана новая присадка комплексного действия для парафинистых нефтей на основе отходов нефте - и лесоперерабатывающей промышленности [9].

Основными достоинствами при использовании присадки являются следующие моменты:

- обладает депрессорным эффектом;
- обладает ингибирующими свойствами;
- обладает антикоррозионными свойствами;
- обладает хорошими моющими свойствами, что приводит к восстановлению эффективного диаметра трубы и уменьшению потерь давления на трение при фиксированной скорости прокачивания.

Присадка представляет собой жидкий продукт, экологически безопасна, выпускается в промышленных масшабах.

Лидирующее положение среди депрессорных присадок для *перекачки высокопарафинистой нефти* в настоящее время занимают добавки на основе сополимеров этилена, имеющие молекулярную массу 20000 - 22000 при содержании звеньев винилацетата 25 - 27 %, которые являются доступным и дешевым нефтехимическим сырьем, а также сополимеры алкил (мет) акрилатов. Для обеспечения работы магистрального трубопровода при *перекачке высокопарафинистой нефти* достаточно обработать депрессорной присадкой ее объем один раз, например, на головной насосной станции.

Применение присадки ДН-1 в нефтепроводном транспорте позволяет вести *перекачку высокопарафинистых нефтей* при более низких температурах и значительно повышает надежность пуска нефтепровода после длительных остановок перекачки [10].

Помимо содержания АСПО в нефти, сбор и транспортировку скважинной продукции осложняет ее высокая вязкость. Поэтому в настоящее время также разрабатываются новые методы снижения вязкости нефти. Вязкость нефти можно уменьшить, применив под давлением диметиловый эфир (ДМЭ), в качестве растворителя. Он позволяет получить необходимую вязкость и сократить перепад давления в трубопроводе. Кроме того, получение ДМЭ на нефтеперерабатывающем заводе проще в отличие от других растворителей.

Вязкость является важным физическим параметром сырой нефти, и она тесно связана со всеми процессами производства и транспортировки, особенно для тяжелой нефти.

Применение присадки «ВИОЛ» даёт возможность более гибко использовать сеть трубопроводов, восполнять объем поставок после вынужденного простоя, а также экономить энергозатраты на перекачку. «Виол» представляет собой 10-12%-ный раствор полимера в бензине, имеет углеводородную природу и его добавление никак не сказывается на качестве нефти [10].

Применение присадки ВИОЛ позволяет: увеличить пропускную способность нефтепровода, снизить перепад давления на рабочем участке трубы, что способствует повышению надежности трубопровода, проводить перекачку с отключенными промежуточными станциями и насосными агрегатами.

Особенно выгодно применение присадок на трубопроводах переменного сечения. Введение полимера в узких местах может повысить общую производительность нефтепровода на 20 - 30 %. Вообще, чем меньше диаметр нефтепровода, тем эффективней применение присадки. 20-25%-ное снижение гидродинамического сопротивления нефти достигается при концентрации полимера в потоке всего 7-10 граммов на 1 тонну нефти. Цена на 40% ниже зарубежных аналогов.

Традиционными способами увеличения производительности трубопровода являются строительство лупингов, параллельной нитки трубопровода или дополнительных насосных станций. Все они сопряжены с большими капитальными затратами. Применение присадок типа "Виол" является альтернативным и более дешёвым решением проблемы.

Анализ результатов теоретических и промысловых исследований показал, что основные методы повышения эффективности сбора, подготовки и транспортировки парафинистых нефтей направлены на снижение содержания парафина в нефти. Применение их во много раз облегчает эти технологические процессы и улучшает их товарные качества.

Перекачка высокопарафинистых нефтей с маловязкими нефтями в каждом случае требует специальных исследований для установления оптимальной температуры смешения, а также связана с дополнительными работами по транспортировке, нагреву и смешению нефтей и ухудшает их сортировку.

Повысить пропускную способность трубопроводов можно снижением вязкости нефти. Для этого используют растворители и присадки. Применение депрессорных присадок не требует больших дополнительных капитальных затрат и, при достаточно широком освоении производства присадок, может быть экономически выгодным по сравнению с другими способами *перекачки высокопарафинистых нефтей*. Эти все методы можно применять на казахстанских месторождениях, чтобы повысить эффективность транспортировки нефтепродуктов.

Химические способы борьбы с парафиноотложениями имеют некоторые преимущества, так как они обладают комплексным воздействием. Присадки предотвращают отложения парафина, удаляют их со стенок трубопровода, и некоторые из них служат ингибитором коррозии. Применение депрессаторов позволяет снизить не только энергозатраты на перекачку, но и существенно сократить капитальные расходы, так как при их применении сокращается число насосных и тепловых (подогрев, практически по длине трассы трубопроводов не требуются) станций. Все это позволит существенно снизить зависимость от падающей цены на нефть в мире и сохранить высокую эффективность нефтедобычи в Казахстане с учетом сложного состава нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Насыров А.М. и др. Способы борьбы с отложениями парафина. М.: ВНИИОЭНГ, 1991. 44 с.
2. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. М.: ООО «Недра - Бизнесцентр», 2000. 653 с.
3. Ильин А.Н., Полищук Ю.М., Ященко И.Г. Высокопарафинистые нефти: закономерности пространственных и временных изменений их свойств // Нефтегазовое дело. 2007. http://www.ogbus.ru /authors/Iliin/Iliin_1.pdf
4. Ященко И.Г. Физико-химические свойства трудноизвлекаемых нефтей в зависимости от содержания парафинов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2010. № 6. С. 39–48.
5. Ященко И.Г. Свойства трудноизвлекаемых нефтей в зависимости от содержания парафинов // Нефть и газ. 2008. № 6 (48). С. 50-60.
6. http://www.rusnauka.com/32_PVMN_2011/Chimia/6_97745.doc.htm
7. http://mpk-vnp.com/parafin.html
8. http://www.ipc.tsc.ru
9. http://www.ipc.tsc.ru/proekts/2/4/
10. http://www.ngpedia.ru/id248576p1.html

Дарибаева Н.Г., Ж.Байдельдина О., Нуранбаева Б.М.

**Тұтқырлығы жоғары мұнайды жинау, дайындау және тасымалдау жүйесінің тиімділігін көтеру әдістерін талдау және бағалау**

**Түйіндеме:** Мұнай құрамындағы парафиннің құрамының төмендеуіне тұтқырлығы жоғары мұнайды жинау, дайындау және тасымалдауда тиімділігін жоғарлату әдістерінің негіздеріне теориялық және өнеркәсіптік зерттеулер нәтижелеріне талдау. Мұнайдың тауарлық сапасын және тиімділігін жақсартады, сонымен қатар осы технологиялық үрдіс оларды көп есе жеңілдетуде қолданылады.

**Кілттік сөздер:** тұтқырлығы жоғары мұнай, әдістер, тиімділік, жинау, дайындау, тасымалдау.

Дарибаева Н.Г., Байдельдина О.Ж., Нуранбаева Б.М.

**Анализ и оценка методов повышения эффективности систем сбора, подготовки и транспортировки высоковязкой нефти**

**Аннотация:** Анализ результатов теоретических и промысловых исследований показал, что основные методы повышения эффективности сбора, подготовки и транспортировки, высоковязких нефтей направлены на снижение содержания парафина в нефти. Применение их во много раз облегчает эти технологические процессы и улучшает их товарные качества.

**Ключевые слова:** высоковязкая нефть, методы, эффективность, сбор, подготовка, транспортировка.

Daribaeva N.G., Baideldina O.J., Nuranbaeva B.M.

**Analysis and evaluation of methods for improving the effectiveness of systems of collection and transport of paraffin oil**

**Summary:** Analysis of the results of theoretical and field studies showed that the main methods of increasing the efficiency of gathering, treatment and transportation of high-viscosity oils aimed at reducing the content of wax in oil. Use them many times facilitates these processes and improves product quality.

**Key words:** high-viscosity oil, methods, efficiency, collecting, preparation, transportation.

УДК 665.622

**К.С. Надиров, М.К. Жантасов, Г.Ж. Бимбетова, А.К. Орынбасаров, Н.А. Бесбаева, К. Абдрахманов**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан)

# ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ ПУТЕМ КОМПАУНДИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ

**Аннотация.** Предпринята попытка обоснования принципов создания новых деэмульгаторов комплексного действия на основе деэмульгаторов серии «Госсильван» путем компаундирования поверхностно-активных веществ различного строения.

**Ключевые слова:** «Госсильван», деэмульгатор, наномодификации, композиции, ПАВ, синергетический эффект, треугольник Гиббса - Розебома.

В качестве исходных компонентов для создания высокоэффективных композиционных деэмульгаторов могут быть использованы различные ПАВ, часто синергетические эффекты в деэмульгирующей активности проявляют бинарные смеси ПАВ. Они, как правило, устанавливаются в первую очередь и относительно хорошо изучены [1-4]. Однако, еще больших синергетических эффектов можно ожидать в тернарных смесях ПАВ. Нами при создании композиционных деэмульгаторов применялись различные методы проектирования их состава, обязательным условием являлось использование оксиэтилированных жирных кислот (ОКЖК) госсиполовой смолы в качестве основного компонента.

Основной целью данного исследования являлось получение исходной информации для разработки технологии получения композиционных деэмульгаторов на основе ОКЖК госсиполовой смолы для обезвоживания нефти Кумкольского месторождения.

Ранее нами были разработаны составы на основе ОКЖК госсиполовой смолы - деэмульгаторы серии «Госсильван 1-3», которые при испытаниях проявили свойства достаточно эффективных деэмульгаторов [5-7]. Однако к современным деэмульгаторам предъявляются более жесткие требования: они должны обладать максимально высокой деэмульгирующей активностью, быть биологически легко разлагаемы, нетоксичными, дешевыми, доступными; не должны обладать бактерицидной активностью (от которой зависит эффективность биологической очистки сточных вод) и корродировать металлы. Поэтому в последние десятилетия стали разрабатываться композиции, в состав которых входит несколько индивидуальных соединений, в смеси проявляющих синергетический эффект. В состав композиции могут быть включены ПАВ со свойствами смачивателя, диспергатора, коагулянта.

При проведении исследований для разработки новых составов выбирали реагенты сравнения, которые уже показали себя как эффективные в промысловых условиях. Во всех тестах использовали товарные формы реагентов (в случае применения реагентов) без разбавления или индивидуальные соединения. Основное количество исследованных ПАВ отличались по классу соединений, по гидрофильно - липофильному балансу, по средней молекулярной массе, температуре помутнения 1%-ных водных растворов и другим показателям. В предварительном эксперименте некоторые их них самостоятельно показали удовлетворительную деэмульгирующую активность. Эти растворы были выбраны для приготовления смесевых композиций деэмульгаторов. В отдельных случаях использовали не ПАВ, а соединения, способствующие возникновению синергетического эффекта. Смесевые трех компонентные составы исследовали на треугольнике Гиббса - Розебома [8]. Вершины равностороннего треугольника соответствовали 50%- ным растворам А, В и С. При этом выполнялось нормировочное соотношение А +В +С =1 под А, В и С использовались массовые доли (от единицы) их 50%- ных растворов в тройной смеси. Стороны треугольника соответствовали трем бинарным смесям АВ, АС и ВС. Точки внутри треугольника соответствовали трехкомпонентным системам. Деэмульгирующая активность химреагентов оценивается обычно как на образцах

эмульсий с отдельных объектов, так и на смесевых эмульсиях, составленных в пропорциях, соответствующих реальным. Перед приготовлением трехкомпонентных деэмульгирующих композиций, представляющих собой смесь ПАВ, выбирали план их приготовления с использованием стандартной библиотеки планов пакета Statgraphics Plus [9] или Statistica [10]. Кроме того, была использована методика оценки качества новых смесей по модельному показателю – «комплексное свойство». В качестве оценки «комплексного свойства» использовали условную величину - сумму, которая была составлена из баллов по следующим показателям качества деэмульгатора: деэмульгирующая активность – 10 баллов, биологическая разлагаемость – 5 баллов, токсичность – 3 балла: (токсичный - 0, нетоксичный - 3), стоимость – 5 баллов (0 - дорогой, 5 – дешевый), доступность сырья – 3 балла; бактерицидная активность – 3 балла (высокая активность – 0 баллов), коррозионная агрессивность – 3 балла (высокая агрессивность – 0 баллов). По такой градации «комплексное свойство» меняется от 0 баллов до 32 баллов для деэмульгатора с наиболее ценным набором свойств. Было проанализированы и математически обработаны результаты свыше 1000 вариантов составов композиционного деэмульгатора, включающих ПАВ или другие соединения различного назначения. В таблице 1 приведена информация об изменении «комплексного свойства» некоторых составов, которая послужила основой для выбора компонентов новых составов композиционных деэмульгаторов и последующей оптимизации составов.

Используя предложенные методики, путем последовательного улучшения «комплексного свойства» деэмульгатора «Госсильван 3» за счет введения в его состав новых компонентов нами созданы два новых состава для обезвоживания, обессоливания и улучшения реологических свойств нефти, которые при проведении полупромышленных испытаний проявили высокую эффективность.

Таблица 1. **Примеры изменения «комплексного свойства» композиционных деэмульгаторов на основе ОКЖК**

| Компоненты (дополнительно к ОКЖК) | | | | | | | Метод Гиббса – Розебома | Баллы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| нафтенат натрия | цетилтриметиламмоний хлорид | полиуретан | госсиполовая смола | оксиалкилированный этилендиамин | соль карбоксиметило-ксиэтилированного изононилфенола | кластеры наноразмерного оксида алюминия | | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | 19 |
| - | - | - | + | - | - | - | - | 21 |
| - | - | + | + | - | - | - | + | 22 |
| - | + | - | + | - | - | - | + | 22 |
| - | - | - | + | + | + | - | - | 20 |
| + | - | + | + | - | - | - | - | 25 |
| + | - | - | - | - | + | - | + | 25 |
| + | - | - | + | - | - | - | + | 25 |
| + | - | - | + | - | - | + | - | 29 |
| - | + | - | - | - | + | - | + | 29 |

Данные исследования проводились благодаря финансированию Комитета науки Министерства образования и науки РК.

ЛИТЕРАТУРА

1 Абайылданов Б.К., Абдели Д.Ж., Нурабаев Б.К., Ескожиева А.Б., Тусупкалиев Е.А. Оптимизация составов композиций для обезвоживания и обессоливания амбарной нефти./ Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы. - 2010. - № 5. - С. 153-157.

2 Новые химические реагенты для обезвоживания и обессоливания высокопарафинистых нефтей: Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы нефтегазового комплекса Казахстана» / Бойко Г.И., Любченко Н.П., Маймаков Т.П., Шайхутдинов Е.М., Оразбекулы Е., Сабдалиева М.К. – Актау. - 2011. - С. 483-487.

3 Поверхностно-активные вещества и композиции. Справочник / Под ред. М.Ю. Плетнева. - М.: ООО "Фирма Клавель", 2002. - 768 с.

4 Фазулзянов Р.Р., Елпидинский А.А., Гречухина А.А. Исследование деэмульгирующих и поверхностных свойств композиционных реагентов для нефтепромыслов / Вестник Казанского технол. универ. - №10. - 2011. - С. 169 - 172.

5 Надиров К.С., Бимбетова Г.Ж., Байботаева А.Д., Нурашев Н.Х. Получение наномодифицированного деэмульгатора методом компаундирования поверхностно-активных веществ различного строения. Материалы 6-ой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и инновации современного общества. – Астрахань. - 2014. – С. 347-354.

6 Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Ерменов С.М., Жусупалиев М.А., Отарбаев Н.Ш. Оксиэтилирование жирных кислот гудронов хлопкового масла для получения ПАВ деэмульгирующего действия. Материали за X Международна научна практична конференция «Найновите научни постижения-2014», Т. 33. Технологии. – София.: «БялГРАД-БГ» ООД. - 2014. - С. 69-74.

7 Надиров К.С. и др. Деэмульгатор для обезвоживания и обессоливания сырой нефти. Инновац. патент (19) KZ (13)A4(11)26788. Бюл. № 4. опубл. 15.04. 2013.

8 Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство. Уч. пособ. / Под ред. Б.П. Никольского. – Л.: Химия, 1987. – 880 с.

9 Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах.- С-Пб: Питер, 1997. – 240 с.

10 Боровиков В. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – Питер: СПб. - 2001. – 656 с.

REFERENCES

1 Abaiyldanov B.K., Abdeli D.Zh., Nurabaev B.K., Eskozhieva A.B., Tusupkaliev E.A. Optimizacija sostavov kompozicii dlja obezvozhivanija i obessolivanija ambarnoi nefti./ Vestnik KazNTU im. K.I. Satpaeva. – Almaty. - 2010. - № 5. - S. 153-157.

2 Novye himicheskie reagenty dlja obezvozhivanija i obessolivanija vysokoparafinistyh neftei: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii «Sovremennye problemy neftegazovogo kompleksa Kazahstana» / Boiko G.I., Lyubchenko N.P., Maimakov T.P., Shaihutdinov E.M., Orazbekuly E., Sabdalieva M.K. – Aktau. - 2011. - S. 483-487.

3 Poverhnostno-aktivnye veshestva i kompozicii. Spravochnik / Pod red. M.Yu. Pletneva. - M.: OOO "Firma Klavel", 2002. - 768 s.

4 Fazulzjanov R.R., Elpidinskii A.A., Grechuhina A.A. Issledovanie deyemulgiruyushih i poverhnostnyh svoistv kompozicionnyh reagentov dlja neftepromyslov / Vestnik Kazanskogo tehnol. univer. - №10. - 2011. - S. 169 - 172.

5 Nadirov K.S., Bimbetova G.Zh., Baibotaeva A.D., Nurashev N.H. Poluchenie nanomodificirovannogo deyemulgatora metodom kompaundirovanija poverhnostno-aktivnyh veshestv razlichnogo stroenija. Materialy 6-oi Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Problemy i innovacii sovremennogo obshestva. – Astrahan. - 2014. – S. 347-354.

6 Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Ermenov S.M., Zhusupaliev M.A., Otarbaev N.SH. Oksiyetilirovanie zhirnyh kislot gudronov hlopkovogo masla dlja poluchenija PAV deyemul'giruyushego deistvija. Materiali za H Mezhdunarodna nauchna praktichna konferencija «Nainovite nauchni postizhenija-2014», T. 33. Tehnologii. – Sofija.: «BjalGRAD-BG» OOD. - 2014. - S. 69-74.

7 Nadirov K.S i dr. Deyemulgator dlja obezvozhivanija i obessolivanija syroi nefti. Innovac. patent (19) KZ (13)A4(11)26788. Byul. № 4. opubl. 15.04. 2013.

8 Fizicheskaja himija. Teoreticheskoe i prakticheskoe rukovodstvo. Uch. posob. / Pod red. B.P. Nikolskogo. – L.: Himija, 1987. – 880 s.

9 Dyuk V. Obrabotka dannyh na PK v primerah.- S-Pb: Piter, 1997. – 240 s.

10 Borovikov V. Statistica: iskusstvo analiza dannyh na komp'yutere. Dlja professionalov. – Piter: SPb. - 2001. – 656 s.

Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Орынбасаров А.К., Бесбаева Н.А., Абдрахманов К.

**Әртүрлі құрылымды беттік-активті заттарды компаундау жолы арқылы кешенді әсердегі жаңа деэмульгаторларды құру принциптерін негіздеу**

**Түйіндеме.** Әртүрлі құрылымды беттік-активті заттарды компаундау жолы арқылы «Госсильван» сериясындағы деэмульгаторлар негізінде кешенді әсердегі жаңа деэмульгаторларды құру принциптерін негіздеуге сынақтар жүргізілді.

**Кілттік сөздер:** «Госсильван», деэмульгатор, нанотүрлендіругіштер, композициялар, БАЗ, синергетикалық эффект, Гиббс – Розебом үшбұрышы.

Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Orinbasarov A.K., Besbaeva N.A., Abdrahmanov K.

**Justification principles of new demulsifiers complex action by compounding surfactants with different structures**

**Summary** Attempt was made to justify the principles of new demulsifiers complex action based demulsifiers series "Gossilvan" by compounding surfactants with different structures.

**Key words**: "Gossilvan", demulsifier, nanomodifikatsii, composition, surfactant, a synergistic effect of the Gibbs - Rozeboma triangle.

УДК 004.056

**С.Т. Аманжолова, А.У. Калижанова, А.А. Шайкулова, Т.Ш. Мырзахан, А. Козбакова**
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева.
Алматы, Республика Казахстан, tleuzhan.94@gmail.com)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ТОПОЛОГИЙ В СОСТАВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** Статья посвящена *исследованию сетевых топологий, входящих в состав распределенных компьютерных систем.* В общем случае распределенная компьютерная система (РКС) представляет собой множество сосредоточенных КС, связанных в единую систему с помощью коммуникационной подсистемы.

**Ключевые слова:** распределенная компьютерная система, топология распределенных вычислительных систем, коммуникационной подсистемы.

Распределенная Компьютерная система (РКС) – это совокупность множества независимых и распределенных компьютеров или терминалов, объединенных в единую систему для расчета сложных и трудоемких задач. Все машины данной системы автономны и могут быть устроены как распределенные вычислительные системы, распределенные системы обработки данных, распределенные телекоммуникационные системы и распределенные информационно-вычислительные системы. С точки зрения используемых топологий, в составе РКС может встречатся большинство известных нам сетевых топологий: Звезда, Кольцо, Шина.

При построении сети по шинной схеме каждый компьютер присоединяется к общему кабелю, на концах которого устанавливаются терминаторы.

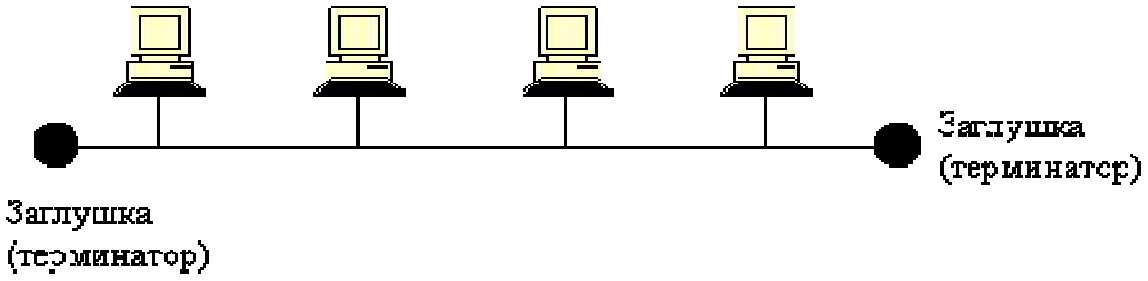



**Рис. 1.** Пример топологии шина.

Сигнал проходит по сети через все компьютеры, отражаясь от конечных терминаторов.

Шина проводит сигнал из одного конца сети к другому, при этом каждая рабочая станция проверяет адрес послания, и, если он совпадает с адресом рабочей станции, она его принимает. Если же адрес не совпадает, сигнал уходит по линии дальше. Если одна из подключённых машин не работает, это не сказывается на работе сети в целом, однако если соединения любой из подключенных машин м нарушается из-за повреждения контакта в разъёме или обрыва кабеля, неисправности терминатора, то весь сегмент сети (участок кабеля между двумя терминаторами) теряет целостность, что приводит к нарушению функционирования всей сети.

Топология Кольцо, представляет собой последовательное соединение компьютеров, когда последний соединён с первым. Сигнал проходит по кольцу от компьютера к компьютеру в одном направлении. Каждый компьютер работает как повторитель, усиливая сигнал и передавая его дальше. Поскольку сигнал проходит через каждый компьютер, сбой одного из них приводит к нарушению работы всей сети.

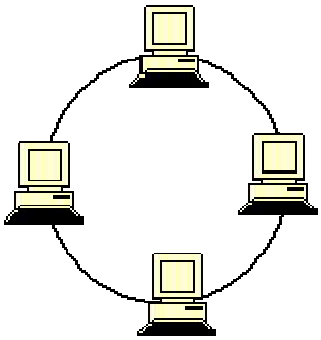
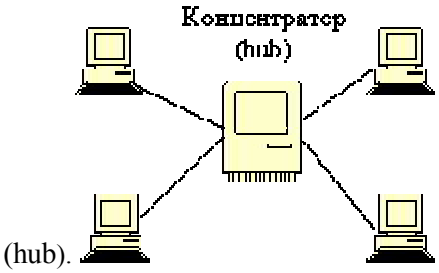


**Рис. 2.** Пример топологии кольцо.

Топология «Звезда» - схема соединения, при которой каждый компьютер подсоединяется к сети при помощи отдельного соединительного кабеля. Один конец кабеля соединяется с гнездом сетевого адаптера, другой подсоединяется к центральному устройству, называемому концентратором.




(hub).

**Рис. 3.** Пример топологии звезда.

Устанавливать сеть топологии «Звезда» легко и недорого. Число узлов, которые можно подключить к концентратору, определяется возможным количеством портов самого концентратора, однако имеются ограничения по числу узлов (максимум 1024). Рабочая группа, созданная по данной схеме может функционировать независимо или может быть связана с другими рабочими группами.

Помимо известных топологий, Распределенная компьютерная система должна обладать несколькими важными свойствами, в числе которых прозрачность, открытость, масштабируемость.

Важная задача, выполнение которой обеспечивает прозрачность, состоит в том чтобы нивелировать факт распределения программных и аппаратных ресурсов по множеству компьютеров. Распределенная компьютерная система представляется пользователям как единая совокупность, т.е. она является *прозрачной*(*transparent*) .

Концепция прозрачности затрагивает различные вопросы функционирования распределенных систем. Основные аспекты функционирования распределенной вычислительной системы указаны в таблице 1.

Таблица 1.

| Аспект прозрачности | Описание |
|---|---|
| Доступ | Скрывается разница в представлении данных и доступе к ресурсам |
| Местоположение | Скрывается местоположение ресурса |
| Перенос | Скрывается факт перемещения ресурса в другое место |
| Смена местоположения | Скрывается факт перемещения ресурса в процессе обработки в другое место |
| Репликация | Скрывает факт репликации ресурса |
| Параллельный доступ | Скрывается факт возможного совместного использования |
| Отказ | Скрывает отказ и восстановление ресурса |
| Сохранность | Скрывается, хранится ресурс (программный) на диске или находится в оперативной памяти |

Рассмотрим архитектуру распределенной компьютерной системы более подробно. В первом приближении РКС – это системы находится на различных территориально разрозненных узлах. Структура системы строится по принципам сетевых технологий. Подсистема передачи информации в распределенной компьютерной системе включает в себя следующие компоненты:

- коммутационные модули;
- каналы связи;
- концентраторы;
- межсетевые шлюзы.

*Коммутационные модули* предназначены для передачи входящих пакетов к другому КМ в соответствии с маршрутом передачи . *Каналы связи* соединяют узлы в сети. У каналов могут быть различные скорости передачи данных. Концентраторы используются для компоновки информации с целью ее передачи по каналам связи. Межсетевые шлюзы и мосты используются для связи в компьютерной сети или ее территориально разрозненных сегментов.

В соответствии с назначением РКС может быть выделено три подсистемы:

- пользовательская подсистема;
- подсистема управления;
- коммуникационная подсистема.

*Пользовательская* подсистема содержит в себе компьютерные системы пользователей и предназначается для обработки, хранения и передачи информации.

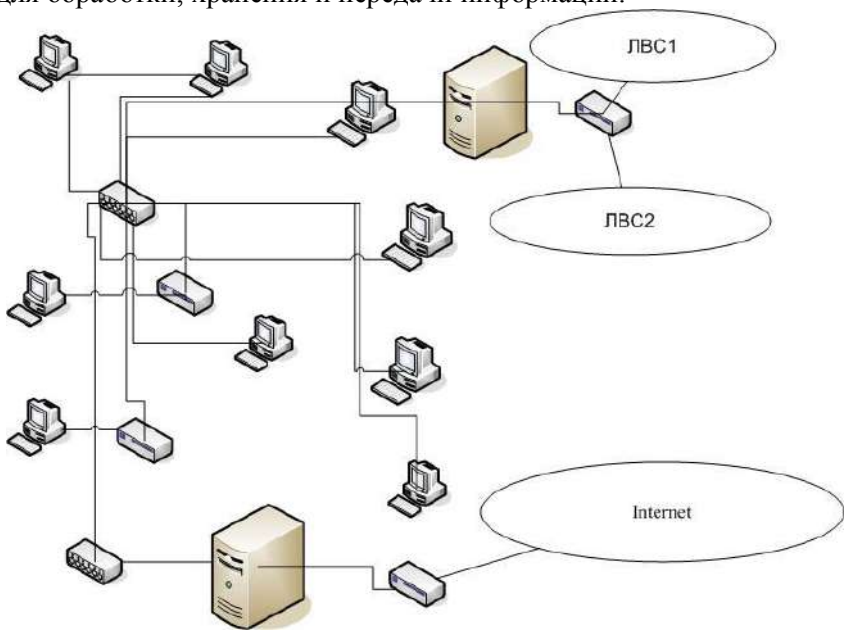



**Рис.4.** Сегмент распределенной компьютерной системы

*Подсистема управления* играет роль связующего звена РКС в единую систему, в которой взаимодействие элементов производится по единым правилам. Она обеспечивает взаимодействие элементов системы путем сбора и анализа служебной информации и воздействие на элементы с целью создания оптимальных условий для функционирования всей сети в целом.

*Коммуникационная подсистема* делает возможной передачу информации в сети, позволяя управлять РКС.

Топология "звезда" на сегодняшний день стала основной при построении локальных сетей. Это произошло благодаря ее многочисленным достоинствам:

- выход из строя одной рабочей станции или повреждение ее кабеля не отражается на работе всей сети в целом;
- отличная масштабируемость: для подключения новой рабочей станции достаточно проложить от коммутатора отдельный кабель;
- легкий поиск и устранение неисправностей и обрывов в сети;
- высокая производительность;
- простота настройки и администрирования;
- в сеть легко встраивается дополнительное оборудование.

Однако, как и любая топология, "звезда" не лишена недостатков:

- выход из строя центрального коммутатора обернется неработоспособностью всей сети;
- дополнительные затраты на сетевое оборудование – устройство, к которому будут подключены все компьютеры сети (коммутатор);
- число рабочих станций ограничено количеством портов в центральном коммутаторе.

***Звезда*** – самая распространенная топология для проводных и беспроводных сетей. Примером звездообразной топологии является сеть с кабелем типа витая пара, и коммутатором в качестве центрального устройства. Именно такие сети встречаются в большинстве организаций.

Для оптимизации и синхронихации работы распределенных компонентов системы, необходимо провести анализ задачи управления функциональностью РКС. Среди эксплуатационных задач рассмотрим задачу обеспечения функциональности, т.е. задачу управления функциональностью РКС.

Уровень функциональность РКС определяется набором свойств:

- надежностью (H), достаточной для обеспечение непрерывности решения прикладной задачи,
- защищенностью внутренних ресурсов (N),
- безопасностью (Q),
- корректностью (K),
- производительностью функционирования РКС (G),
- наблюдаемостью РКС (Нб),
- управляемостью РКС (Уп),
- устойчивостью РКС (Ус),
- сходимостью процесса управления РКС (Сх) и эффективностью функционирования РКС (Эф).

Количество и величина выполнения каждого свойства определяет уровень функциональности РКС. Причем эти свойства относится как отдельным компонентам, так и системе в целом.

Задачу, направленную максимальное выполнения требования по всем свойствам функциональности РКС назовем максимальной задачи функциональностью РКС. Эти требования назовем мета-требованиями (МТ) к выполнению прикладной задачи.

Однако, одновременное достижения высокого уровня выполнения всех перечисленных свойств является сложной задачей. Поэтому при решении задач функциональности на практике максимальная задача редуцируется. Один из вариантов редукции задачи функциональности РКС такова.

**Определение 1.** РКС обладает функциональностью для решения текущей актуальной прикладной задачи $\forall Zdi \in ZD$ в малом, если она обладает свойствами $\Psi=(H, N, Q, K, G)$, достаточной для полного решения задачи $\forall Zdi \in ZD$ в течение времени ее жизни $(t_i^S, t_i^F)$.

Предполагается, что свойства измеримы в определенной метрике и шкалы измерения.

Уровень выполнения каждого свойства характеризуется показателем $\Psi=(P_H, P_N, P_Q, P_K, P_G)$.

Отсюда, для решения каждой задачи Zdi требуется, чтобы РКС обладал минимальными уровнями функциональности по каждому свойству:

$$Zdi \rightarrow \Psi^{H}(Zdi)=(P^{H}_{H}(Zdi), P^{H}_{N}(Zdi), P^{H}_{Q}(Zdi), P^{H}_{K}(Zdi), P^{H}_{G}(Zdi)).$$

**Определение 2.** Для задачи Zdi требованием к выполнению Ψ(Zdi) являются МТ (мета-требования) задачи Zdi, а КТ являются качественными требованиями.

В момент t величина показателя функциональностиΨ определяется:

$$\Psi(t) = F(H(t), N(t), Q(t), K(t), G(t)) = \alpha_1 H(t)+\alpha_2 N(t)+\alpha_3 Q(t)+\alpha_4 K(t)+\alpha_5 G(t),$$

где $\Sigma\alpha_i = 1$, величина $\alpha_i$ определяется, исходя из мета-требований.

**Определение 3.** РКС функциональна для актуальной задачи, если уровень ее функциональности соответствует требованием МТ во все времена ее жизненного цикла.

В ходе выполнения вычислительных процессов 1) меняется величина МТ, 2) меняется уровень функциональности РКС из-за случайных факторов. Поэтому для установления нужного уровня функциональности и его

стабилизации имеется ресурс, как в самой РКС, так и извне.

Отсюда, исходя из МТ, указанной в задании прикладной задачи, вытекает задача управления функциональностью РКС на основе имеющихся функциональных ресурсов.

Исходя из состава МТ структуру функциональности РКС в момент времени t определим таким образом

$$\Psi(t) = F(H(t), N(t), Q(t), K(t), G(t)),=F(\{\Psi i(t): i=1,5\}),$$

где

Ψ(t) – текущий показатель функциональности,

H(t) – показатель надежности,

N(t) – показатель защищенности,

Q(t) – показатель безопасности,

K(t) – показатель корректности,

G(t) – показатель производительности.

Формулировку задачи управления функциональности РКС (ZF) осуществим, сначала установив компоненты состояний РКС, различные комбинации которых порождают различные проявления и соответственно формулировку задачи управления функциональностью РКС. Статус и форма включения этих компонентов в состав задачи зависит от их способов измерения, а также от граничных условий пространства функционирования РКС, охваченного данной задачей. Граничные условия настоящей задачи формируются другими задачами эксплуатационного периода РКС.

Исходя из предположения, что остальные компоненты формируются другими задачами эксплуатации, выделим следующий состав компонентов, комбинация (IZ) которых определяет различные проявления задачи управления функциональностью РКС:

$$IZ=\{MP(t), ZD(t), ВП(t), C(t), \xi(t), PC(t), CZ(t), MT(t), KT(t), \Psi(t), \Psi R(t), W(t)\},$$

где:

MP(t) – модель РКС для задачи функциональности;

ZD(t) – множества прикладных задач, решаемые в интервале времени ($t^S$, $t^F$) на РКС:

$ZD=\{Zd_1, Zd_2, \ldots, Zdi, \ldots, Zd_n\}$;

$t^S$ – стартовое время,

$t^F$ – финальное время;

ВП(t) - граф-модель вычислительных процессов (ВП) задач ZD и Zdi;

C(t) – контролируемое состояние РКС;

ξ(t) – инцидент, возникший на РКС;

PC(t) – патологические процессы, возникаемые на РКС по причине ξ(t);

CZ(t) – целевое состояние функционирования РКС, $CZ(t)=<CZ_j\ CK(CZ_j)>$, $CZ_j$ – идентификатор экземпляра CZ(t), $CK(CZ_j)$ – характеристики;

Ψ(t), ΨR(t), W(t)– уровень функциональности и функциональные ресурсы, критерии функциональности, где ΨR(t), имеет характеристики: ΨR(t) – характеристики функциональных ресурсов:

$$\Psi R(t)=<\tau(t), Q(t)\ Dc(t), Th(t), Ng(t)>,$$

где:

τ(t) – длительность существования, Q(t) – объем, Dc(t) - доступность, Th(t) – технологичность;

W(t)=(Wi(t): i=1,5) – общие и частные критерии: надежности, защищенности, безопасности, корректности, производительности РКС.

Плановые процессы, включая ВП, выполняемые на РКС и патологические процессы совместно создают текущие состояния РКС, которые представляются C(t).

Время жизни прикладной задачи

$$ZD\rightarrow\{Zd_1,Zd_2,\ldots,Zdi,\ldots,Zd_n\}$$

задается по каждой Zdi интервалом ($t_i^S$, $t_i^F$), где: $t_i^S$, $t_i^F$ – стартовое и финальное время Zdi.

Процесс решения задача функциональностиZF состоит из несколько этапов. Вес периоды жизни задачи ZF состоят из следующих ключевых моментов: до наступления инцидента ($t_{n-}$), момент наступления инцидента ($t_n$), после наступления инцидента ($t_{n+}$).

Задача управления функциональностью РКС (ZF) возникает, когда нарушаются требования и условия к решению ZD. Причинами такого нарушения являются:

1) нарушение нормального режима функционирования и работы РКС в результате возникновения инцидента;

2) изменение состава МТ;

3) недостаточность запаса ΨY(t).

Предполагаем, что задача ZF по причине возникновения случай 1, т.е по причине инцидента.

Теоретически возможно три варианта идентификации состояния в формулировке задачи ZF через определения: инцидента ξ(t), состояние-последствие PC(t), вызванное инцидентом ξ(t), нарушения условия выполнения МТ(t) и КТ. В формулировке принимаем вариантом идентификация ξ(t) через PC(t), проявляемые на состояниях элементов РКС. Задачу ZF сформулируем на основе компонентов (1.1) таким образом:

1. Пусть начальное состояние и условия РКС задачи IZ таковы:

- состояние задается в виде C(t) = C(t), или $C(t)=\{C^i(t)\}$;
- для задачи существует три момента времени: $t_{n-}$, $t_n$, $t_{n+}$;
- пусть начальное состояние КИС в момент $t_{n-}=t$ состояния таково $C(t)\in CZ$, при этом $W^c = <w_1^c,w_2^c,\ldots,w_i^c,\ldots,w_n^c>$. Назовем его до инцидентное состояние;
- запас ресурсов: ΨR(t).

2. Пусть в момент $t_n=t$ обнаружен факт $C(t)\notin CZ$, который соответствует тому, что:

$$\exists w_i\in W\Rightarrow(w_i(t)<w_i^c),$$

где $w_i\in W$ = {T(Нп), T(Оп), T(Пл), T(Тч), T(Эф)}.

Тогда:

1) По состояниям РКС за отрезок времени ($t_{n+}$, $t'_{n+}$), снятые через каждый интервал времени:

$$\tau_1: <C(t_n+\tau_1), C(t_n+2\tau_1), \ldots, C(t_n+k\tau_1), \ldots, C(t_n+m\tau_1)>.$$

в момент времени $t'_{n+}$ необходимо установить наличие патологии PC(t) и его характеристики:

$$\chi(PC(t)) = (\chi^P{}_1,\chi^P{}_2,\ldots,\chi^P{}_i,\ldots,\chi^P{}_n) \text{ при } (t'_{n+}-t_n)\rightarrow\min.$$

2) По характеристикам

$$\chi(PC(t)) = (\chi^P{}_1,\chi^P{}_2,\ldots,\chi^P{}_i,\ldots,\chi^P{}_n)$$

необходимо идентифицировать тип и экземпляр ξ(t) в момент времени $t''_{n+}$ при

$$(t''_{n+}-t'_{n+})\rightarrow\min.$$

3) На основе <ξ(t), ΨR(t)> принимается такой новое целевое состояние $CZ^{н}$ (новое), которое обеспечивает выполнения условия:

$$(Mт_i - w_i) \rightarrow \min,\ i=1,n.$$

4) Установить на РКС $CZ^{н}$, при котором следует минимизировать затраты: времени, ресурсов, стоимость

$$\Delta\psi_i \rightarrow \min:\ i=1,n.$$

5) Определить такие управляющие решения U, обеспечивающие установление на РКС выбранного состояния $CZ^{н}$.

6) На основе $(C(t)\in CZ^{ОК}, U, CZ^{н})$ в момент времени $t'''_{n+}$ установить такое состояние КИС $C^{н}(t'''_{n+})$, для которого выполняются условия:

$$C^{н}(t'''_{n+})\in CZ^{н}, U,)\ и q_i \rightarrow \min,\ i=1,n.$$

Одним из критериев является минимизация затрат времени на перевод РКС из текущего состояния в область выбранного целевого состояния, которого представим так:

$$q_i=(t'''_{n+} - t''_{n+})\rightarrow \min,$$

где $CZ^{ОК}$ – окружение CZ, $CZ\subseteq CZ^{ОК}$, $t'''_{n+}$ - момент времени установления нового состояния $Z^{ОК}$.

Из состава компонентов IZ для реализации задачи могут быть использованы различные компоненты с различной комбинацией. Например, для периода времени $(t_{n-}, t_n)$ текущие состояния для задачи могут задаваться таким образом:

$$C(t)\rightarrow<MP(t), ВП(t), \xi(t), PC(t), \Psi Y(t)>,\ C(t)\rightarrow<ВП(t), \xi(t), PC(t)>,\ C(t)\rightarrow<\xi(t), PC(t)>.$$

При этом в качестве прогнозного состояния могут выступать различные комбинации состава компонентов из IZ, например:

$C^{пр}(t)\rightarrow<MP(t), ZD(t), ВП(t), C(t), \xi(t), PC(t), CZ(t), \Psi R(t), MT(t), КТ(t), W(t)>,$
$C^{пр}(t)\rightarrow<C(t), \xi(t), PC(t), CZ(t), \Psi R(t), MT(t), КТ(t), W(t)>,$
$C^{пр}(t)\rightarrow< PC(t), CZ(t), \Psi R(t), MT(t), КТ(t), W(t)>.$

Выбор того или иного варианта представления состояния РКС зависит от особенностей свойства РКС, от стратегии и цели управления и от требования к полноте процессов управления РКС.

Состояния РКС определяются совокупностью состояний отдельных модулей, каждый из которых выполняет определенные операции общего ВП. Состояние модуля Mi операции Опі ВП определяется РКС таким образом:

$$C(t) = <A_1, A_2, A_3, A_4>,$$

где:

$A_1$ - идентификационный код модуля, выполняющий операции $Оп_i\in ВП$;

$A_2$ - значения рабочих параметров;

$A_3$ - значение тестовых параметров; $A_4$ - параметры, характеризующие функциональность (Н, З, Б, К, П), вычисляемые по моделям/формулам зависимости функциональности.

По результатам анализа поведения природы и функциональности РКС сформулирована задача оперативного управления (не оперативное управление – это планирование, например ресурсов) функциональность РКС. Помимо задачи управления функциональностью, определение топологий также поможет оптимизировать задачи, решаемые с помощью РКС.

**Заключение**

Топология сети указывает не только на физическое расположение компьютеров, как часто считают, но, что гораздо важнее, на характер связей между ними, особенности распространения информации, сигналов по сети. Именно характер связей определяет степень отказоустойчивости сети, требуемую сложность сетевой аппаратуры, наиболее подходящий метод управления обменом,

возможные типы сред передачи (каналов связи), допустимый размер сети (длина линий связи и количество абонентов) необходимость электрического согласования и многое другое. Более того, физическое расположение компьютеров, соединяемых сетью, почти не влияет на выбор топологии. Как бы ни были расположены компьютеры, их можно соединить с помощью любой заранее выбранной топологии.

Сеть с любой физической топологией, логической топологией, топологией управления обменом может считаться звездой в смысле информационной топологии, если она построена на основе одного сервера и нескольких клиентов, общающихся только с этим сервером. Точно так же любая сеть может быть названа шиной в информационном смысле, если она построена из компьютеров, являющихся одновременно как серверами, так и клиентами. Такая сеть будет мало чувствительна к отказам отдельных компьютеров.

Топология локальной сети является одним из самых критичных факторов, влияющих на производительность. В случае необходимости четыре основные топологии (коммутируемую, звездообразную, кольцевую и шинную) можно комбинировать произвольным образом. Возможные комбинации не ограничены рассмотренными в этой дипломной работе. Большинство современных технологий локальных сетей не только приветствуют, но даже обязывают использовать творческий подход. Очень важно разбираться в преимуществах и недостатках топологий, влияющих на производительность сети. Кроме того, следует учитывать и такие казалось бы необъективные факторы, как расположение рабочих станций в здании, пригодность кабеля, а также даже тип и способ проводки.

В конечном счете основным критерием выбора удачной топологии являются требования пользователей к производительности. Такие факторы, как стоимость, предполагаемая модернизация и ограничения существующих технологий, играют второстепенную роль.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюхов Ю. В. Некоторые аспекты информационной безопасности в распределенной компьютерной системе. — 2011. — №2. Т.1. — С. 60-62.

2. Э. Таненбаум. Распределенные системы: принципы и парадигмы. – СПб: Питер, 2003.– 877 с.

3. Модели и методы проектирования локальных вычислительных сетей: Учебное пособие/ Сарыпбеков Ж.С., Трумов А.Ч., Курманов Б.К. – Алма-Ата: КазПТИ, 1989. 106 с.

4. https://ru.wikipedia.org

5. http://kom-seti.narod.ru/index.files/4.htm

6. Analysis and Localization of Performance Degradation Incidents of Distributed Computer Systems. Ускенбаева Р.К.,Аманжолова С.Т. , Хасенова Г.И., Темирболатова Т.Т. //Proceeding of the International Scientific-Practical Conference "SMART-GOVERNMENT". Астана, 2014. С. 75-81

7. Анализ и локализация инцидентов снижения работоспособности Распределенных Вычислительных Систем. Ускенбаева Р.К., Аманжолова С.Т., Темирболатова Т.Т. // ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА «ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ», ПОСВЯЩЕННОГО 80-ЛЕТИЮ КАЗНТУ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА . Алматы, 2014. С. 342-348

Аманжолова С.Т., Қалижанова А.У., Шайқұлова А.Ә., Мырзахан Т.Ш., Қозбакова А.

**Үлестірілген компьютерлік жүйелер құрамындағы желілік топологияларды зерттеу**

**Түйіндеме.** Мақала үлестірілген компьютерлік жүйелер құрамындағы желілік топологияларды зерттеуге арналған. Жалпы үлестірілген компьютерлік жүйелер (ҮКЖ) коммуникациялық жүйелер көмегімен бірегей жүйеге қосылған көптеген өзара жиналған КЖ болып саналады.

**Кілттік сөздер:** үлестірілген компьютерлік жүйе , үлестірілген есептеу жүйелерінің топологиясы , коммуникациялық жүйелер.

Аманжолова С.Т., Калижанова А.У., Шайкулова А.А., Тлеужан М.Ш., Козбакова А.

**Исследование сетевых топологий в составе распределенных компьютерных систем**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию сетевых топологий входящих в состав распределенных компьютерных систем. В общем случае распределенная компьютерная система (РКС) представляет собой множество сосредоточенных КС, связанных в единую систему с помощью коммуникационной подсистемы.

**Ключевые слова:** распределенная компьютерная система, топология распределенных вычислительных систем, коммуникационной подсистемы.

Amanzholova S.T., Kalizhanova A.U., Shaikulova A.A., Myrzakhan T.Sh., Kozbakova A.

**Research network topology included in the distributed computer systems**

**Summary.** The article researches the network topologies are part of distributed computing systems. In general, a distributed computer system (DCS) is a set of focused coherent states associated into a single system using a communication subsystem.

**Key words :** distributed computing system , the topology of distributed computing systems, communication subsystem.

УДК 691.553.2

**Ж. А. Исаева**
(Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева, Казахстан, Алматы
Институт архитектуры и строительство имени Т. К. Басенова, Казахстан, Алматы
issajan08@gmail.com)

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫЕ ГИПСОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Аннотация.** «Композиционный материал», характеризует название нового класса искусственно полученных материалов, при создании которых используются ранее известные в технике принципы упрочнения и сочетания разнородных материалов для получения качественно новых свойств. В данной статье рассмотрены проблемы связанные с прочностью на изгиб и сдвиг, рассмотрены такие проблемы как армирование композиционных гипсовых вяжущих путем добавления специальных волокон для предания прочности гипсовому материалу.

**Ключевые слова:** гипс, композиционный материал, вяжущие, дисперсное армирование, волокна.

Одним из путей радикального улучшения свойств материалов, в том числе строительных, является получение композиционного материала. Известно, что термин «композиционный материал», характеризует название нового класса искусственно полученных материалов, при создании которых используются ранее известные в технике принципы упрочнения и сочетания разнородных материалов для получения качественно новых свойств.

Гипсовым материалам, особенно пористой структуры, присуще хрупкость, невысокая ударопрочность, повышение которых может быть достигнуто армированием их минеральными и органическими волокнами.

Работами, проведенными Порратт Н.И [1], Довом Н.Ф. [2] установлено, что для получения высокопрочных композиций необходимо выполнение следующих условий:

- достаточное для принятия на себя доли нагрузки количество одинаково высокопрочных волокон;
- сохранение значительной части прочности волокон в технологическом процессе;
- хорошее сцепление волокна с матрицей и наиболее плотное их соприкосновение;
- равномерное распределение волокон по всему объему матрицы при исключении непосредственного соприкосновения их друг с другом;
- химическая инертность матрицы по отношению к волокнам;
- более высокий модуль упругости волокон по сравнению с матрицей.

Кроме того желательно, чтобы матрица имела достаточно высокую прочность на сдвиг, а при наличии возможности следует стремиться к ориентированному распределению волокон в матрице.

В работах Гурриха Л.Х [3] отмечается, что повышение объемного содержания волокон до оптимального уровня, приводящее к увеличению прочности материала на растяжение, относится в основном к статической прочности. Наряду с этим указывается, что даже при относительно низком объемном содержании волокнистой арматуры в бетоне могут быть существенно улучшены такие его механические показатели, как ударная прочность, сопротивление распространению трещин.

Крок А.В. и Браунман Ф.Х [4] подчеркивают, что объемная доля волокна в композиции должна быть достаточно большой, для того, чтобы доля нагрузки, воспринимаемая волокном, была как можно более существенной. Однако, если содержание волокна в материале превышает некоторый уровень, то это может привести и к ухудшению свойств материала вследствие того, что вяжущее

вещество не в состоянии пропитать пучки волокон. В результате этого сцепление волокон с матрицей уменьшается, в композиции могут образоваться пустоты.

Макданелс В.С. [4] и другие рассматривают четыре стадии деформации при работе армированных волокнами конструкционных материалов:

1 – упругая деформация волокон и матрицы;

2 - упругая деформация волокон и пластическая деформация матрицы;

3 - пластическая деформация волокон и матрицы;

4 – разрушение композиции.

Модуль упругости композиции на первой стадии определяется из «правила смеси»

$$E_c = E_f \cdot V_f + E_m \cdot V_m \quad (1)$$

где: $E_m$и $E_f$ - соответственно модуль упругости матрицы и волокон;

$V_m$– объемная доля матрицы;

$V_f$- объемная доля волокна.

Во второй стадии кривая деформирования матрицы уже не линейна, и модуль упругости композиции вычисляют в каждой точке кривой по формуле:

$$E_c = E_f \cdot V_f + (\alpha \cdot \delta_m / \alpha \cdot E_m) \cdot \varepsilon_f \cdot V_m \quad (2)$$

где: $(\alpha \cdot \delta_m / \alpha \cdot E_m) \cdot \varepsilon_f$– тангенс угла наклона деформационной кривой матрицы при деформации;

$\delta_m$- напряжение в матрице.

Введенные с учетом этих соображений аналитические зависимости для определения $E_c$относятся прежде всего к тем случаям, когда композиция включает достаточно пластичную матрицу, способную воспринимать совместно с армирующим ее волокнами сравнительно большие напряжения без образования трещин.

При пластичных волокнах в третьей стадии модуль упругости композиции выражают так же, как для модуля упругости композиции во второй стадии. Данные принципы работы с учетом соответствующих корректив могут быть распространены и на композиции с матрицей на основе бетонных и гипсовых материалов. Следует полагать, что при дисперсном армировании гипсовой сравнительно хрупкой матрицы высокопрочными и высокомодульными волокнами, имеющими, как правило, более высокие, чем гипсовый камень, значения предельных деформаций при растяжении, третьей стадии при действии кратковременных загружений не наблюдается.

Представляет интерес последовательность разрушения композиции и взаимосвязь между прочностью волокон и прочностью композиционного материала. Парратт Н.И. и Дов Н.Ф [1, 2] отмечают, что простейшая модель разрушения композиции, основанная на предположении, что во всей композиции существует одинаковая деформация и что по достижении разрушающей нагрузки разрываются только волокна, не лишена недостатков, хотя и позволяет использовать «правила смеси». Это объясняется тем, что наиболее перспективные для создания композиционных материалов высокопрочные и высокомодульные волокна обычно обладают свойствами хрупкого разрушения и присущим для таких материалов статистическим распределением дефектов. При растяжении композиционного материала ***разрыв*** волокна произойдет в точке одного из значительных дефектов, после чего в прилежащем к месту разрушения объеме материала напряжения существенным образом перераспределяются.

В настоящее время за рубежом, как правило, используют три вида армирующих волокнистых материалов [5, 6]: волокна (фибры) в виде коротких отрезков тонкой стальной проволоки, стеклянные волокна и волокна на основе полипропилена. Эти материалы различаются по своим свойствам, поэтому к решению вопросов их применения в качестве арматуры необходимо подходить дифференцированно.

Международным симпозиумом еще в 1971 году предложено разделение волокна на два типа: низкомодульные (нейлоновые, полиэтиленовые, полипропиленовые) с характерным для них большим относительным удлинением при разрыве и высокомодульные (стальные, стеклянные, углеродистые)

[5, 7]. По мнению Шверца *С. [8]* в первом случае приармировании следует ожидать в основном повышения ударной вязкости бетона, а во втором - может быть достигнуто также увеличение прочности бетона при растяжении, его жесткости и сопротивления динамическим воздействиям.

Повышение прочности бетона при растяжении при введении в них волокон Ромуальди Г.В. и его сотрудники [9] объясняют прежде всего тем, что волокна сдерживают образование трещин. На основании теоретических и экспериментальных исследований ими было установлено, что при равномерном распределении армирующего материала в матрице (бетоне) эффективность работы композиции обратно пропорциональна корню квадратному их среднего расстояния между геометрическими центрами волокон. Это уравнение характеризует уровень напряжения предопределяющий возможность распространения трещин в бетоне за пределы зоны, ограниченной соседними волокнами.

Самараем М.А. и Елфером Р.Х. [10] изучалось влияние волокон на развитие трещин при усадке железобетонных изделий. Результаты испытания свидетельствуют о том, что наличие волокна вблизи арматуры может значительно уменьшить растрескивание бетона и тем самым повысить допускаемые напряжения в арматуре. При этом среднее расстояние между их геометрическими центрами может быть выражено в виде:

$$S = 13.8d\sqrt{1/\rho} \qquad (3)$$

где: d- диаметр волокнистой арматуры;

ρ - объемное содержание волокон, %.

Найдено, что увеличение прочности бетона при растяжении становится ощутимым при расстоянии между волокнами менее 1,25см. [11]. В более поздних работах, выполненных под руководством Мекки Д.Е. [12] предложено другое более точное, по мнению авторов, выражение для определения шага между волокнами

$$S = 3\sqrt{V_f/\rho} \qquad (4)$$

где: V - объем одного волокна.

Предлагаются также другие значения показателей эффективности работыволокна в направлении действующих усилий при направленном и дисперсном армировании матрицы. Учитывая недостаточность объема опытных данных и характеризующих непосредственную долю участия волокон в каждом из направлений при их дисперсном рассредоточении в объеме бетона, указанные показатели эффективности работы требуют дальнейших уточнений.

Испытания, проведенные Таттерсалом Г., Давека Р., Краткием И.,Вимерсом Г. [13, 14] показали, что, несмотря на развитую поверхность тонких стальных волокон, адгезионная связь между ними и бетоном оказывается недостаточной и разрушение материала при этом происходит вследствие преодоления сил сцепления на границе между волокнами и бетоном, причем напряжения в волокнах в этот момент могут значительно уступать предельным значениям их прочности.

Как уже отмечалось [6, 15], важным фактором для оценки конечных свойств композиционных материалов является степень их объемного армирования. При малом содержании волокон подобные материалы могут разрушиться при весьма низких напряжениях. Здесь необходимо принимать во внимание, что бетонные материалы имеют меньшую величину предельной деформации при растяжении (около 0,02%) по сравнению со стеклом (2%), сталью (3-4%) и пропиленом (10%). Естественно, что прежде всего в бетонной матрице образуются трещины, и волокна, перекрывающие трещины, должны принимать при этом всю нагрузку на себя. По оценке журнала «Современные композиционные материалы» [16] и Гурриха Л. [6] армирование считается эффективным в том

случае, когда волокна способны самостоятельно нести нагрузку, которую воспринимал раствор или бетон до появления трещин. Необходимее для этого количество волокон называют оптимальным или критическим. При содержании волокнистой арматуры в материале ниже оптимального уровня повышения прочности материала при растяжении ожидать не следует.

Хьюджео Е. [15] полагает, что «критическая» доля волокон в бетонном материале может быть определена из соотношения

$$\rho m = E - \rho f - (m-1)\cdot \rho m \quad (5)$$

где: ρm- напряжение в бетоне (матрице);

ρf- эффективная предельная прочность волокон (фибр);

m - отношение модулей упругости.

Как видно, критическая доля волокон возрастает с увеличением и при одинаковых значениях эффективной предельной прочности она выше для более упругих волокон.

Особенно большое влияние на технологический процесс изготовления системы бетон-волокно оказывает длина волокон. С точки зрения зарубежных специалистов Батоона Г. [12], Гурриха Л.Н., Адамса М. [6] оптимальным является отношение l/d = 100-150. Для свободно ориентированных в бетоне стальных проволок и стеклянных волокон «критическое» их содержание должно быть не менее 1,5%. Предельное содержание стальных волокон, которое удается ввести в бетонную матрицу при дисперсном армировании и обычных способах перемешивания составляет 2-3%. Кроме низкого предельного содержания в бетонной матрице использование стальных волокон ограничивается также недостаточностью их адгезионной связи с бетоном, относительным удлинением при растяжении, не позволяющим им стягивать края трещин при значительном раскрытии, условиями эксплуатации.

Все указанные факторы, экономические соображения поставили задачи поисков другого вида арматуры - неметаллической.

Заслуживают внимания попытки применения для армирования бетонов волокон из полипропилена и других синтетических волокон. В работе Шваме Р. [17] подчеркивается, что если стальные волокна приводят к ощутимому упрочнению бетонных материалов, то волокна из нейлона и полипропилена, не обеспечивая заметного эффекта с точки зрения повышения прочности бетона на растяжение и изгиб, придают ему в то же время более высокую ударную прочность, и повышают трещиностойкость материала. В этом отношении лучшие результаты были получены на бетонах с содержанием полипропиленовых волокон 0,15-0,25% по массе (0,4-0,65% по объему) при их длине 10-100мм.

Почти все синтетические волокна обладают низкой прочностью при разрыве, большим коэффициентом удлинения, незначительными жаростойкостью и адгезией к цементу, очень низким модулем упругости. Относительно высоким модулем упругости – 1710-5100 МПа в зависимости от номера нити - обладает полипропилен, чтовероятно и обусловило выбор этого материала как армирующего. Однако полипропилен обладает по сравнению со стальной проволокой еще более низким сцеплением с бетоном. Поэтому армирование осуществляется скрученными волокнами, наготовленными из плоских ленточек - фибриллированных планок, имеющих продольные прорези, придающие планке сетчатую структуру. При такой форме волокон цементный или гипсовый раствор, проникая через прорези пленки, усиливает механическую связь этих материалов, т.к. пленка получается как бы заанкеренной самим бетоном.

Неорганические вяжущие обладают относительно высокой прочностью при сжатии (до 100 МПа) и малыми прочностями при растяжении (3-5 МПа) и изгибе (5-10 МПа). Следует отметить, что прочность при изгибе определяется прочностью при растяжении, поскольку при изгибе в материале растянутая зона образуется наряду со сжатой и разрушение происходит в результате разрушения

растянутой зоны. Армирование вяжущих материалов волокнами позволяет повысить прочность цементного камня при растяжении и изгибе на 50-240%.

Предложены и разрабатываются два различных способа армирования бетонных матери алов стеклянным волокном - дисперсное и направленное.

Когда волокна ориентированы в бетонной матрице произвольно, следует учитывать, что определенная их часть не принимает участияв сопротивлении трещинообразованию. «Критическое» содержание волокон в этом случае, как отмечается в работе [15] должно быть принято в 2,47 раза больше по сравнению с соответствующим содержанием однонаправленных волокон. Однако дисперсно армированные бетоны более технологичны и характеризуются изотропностьюсвойств.

Ханом С.П. и Рангеном Б. [18] выведена формула для определения прочности композиции (дисперсное армирование) в зависимости от объемного содержания волокон Vf % отношения l/d (l/d соответственно длина и диаметр волокон):

$$\delta c = A\delta m(1-Vf) + BVfl/d \qquad (6)$$

где: δm- критическое напряжение для матрицы;

А и В - константы, определяемые экспериментально с учетом характера изменения прочности материала в зависимости от изменения процента армирования и отношения.

Максимальное значение константы А равно единице. Коистанта В обусловлена величиной сцепления волокон с матрицей и характеромразмещения волокон в материале. Чем выше уровень сцепления между волокнами и бетоном и чем строже направленность (ориентация)волокна в матрице, тем выше значение константы В, которая выражается в тех же единицах, что инапряжение (МПа).

Оценивая состояние вопроса в рассматриваемой области, можно выделить три различных по своему характеру технологических приема,которые применяются при изготовлении бетонных смесей, включающих арматуру в виде волокон. При использовании относительно коротких волокон для армирования бетонов (дисперсное армирование) наиболее приемлемым считается способ непосредственного перемешивания волокон с бетонной смесью и распыление (торкретирование). Приперемешивании применяются отрезки нитей длиной до 50 мм (в основном двухмерное распределение волокон), причем формование и обработка бетонной смеси в этом случае могут производиться либо методом прессования и вакуумирования, либо методой центрифугирования, что обеспечивает удаление из бетона избыточной воды.

Два следующих технологических приема относятся к армированию бетонов сравнительно длинными волокнами: пучками нитей, лентами, тканями, холстами, матами. Как правило, армирование длинными (непрерывными нитями) осуществляется с направленной ориентацией по отношению к действующим усилиям. Такой прием приводит Каплан М.Ф. [19]. Он находит применение как при введения стеклянных, стальных, так и углеродистых волокон. При армировании бетонов непрерывными волокнами используются либо метод закладки армирующего материала, либо метод погружения в бетонную матрицу. Эти методы осуществляются большей частью вручную. Армирование здесь может быть одно- и двухмерным. В ряде случаев нити (ленты) наматываются на сердечник параллельными рядами с одновременным (или последующим) набрызгом цементного теста (раствора) или навиваются на заранее отформованное изделие.

Описанные технологические приемы армирования используются для получения конструкционных бетонов, так и для изготовления теплоизоляционных легких материалов.

Высокоиндустриальным материалом для производства самых различных строительных элементов можно назвать гипсовые вяжущие вследствие его несложной технологии производства, легкости формования из него изделий, быстрого схватывания и твердения, достаточной прочности, небольшой массы.

Широкое применение в строительстве сборных конструкций и деталей, изготавливаемых из гипсового вяжущего, поставило перед исследователями задачи улучшить такие физико-механические свойства гипсовых изделий, как прочность при растяжении, изгибе, ударе.

Опыт армирования металлической арматурой гипсовых изделий показал, что стальные волокна, используемые для армирования цементных бетонов, подвергаются интенсивной коррозии в среде твердеющего гипсового камня. Разработаны способы увеличения защитного действия. Испытанные варианты защиты располагаются следующим образом: травление стали и нейтрализация поверхности, добавка 2% K2SiO3, горячее цинкование, добавка 2% NaNO2, защитные лакокрасочные покрытия.

Однако указанные способы защиты арматуры усложняют технологию и снижают технико-экономические показатели производства изделий на основе гипсобетона. Поэтому для армирования гипсового материала, учитывая опыт армирования цементного камня, стало использоваться стекловолокно. Модуль упругости стекловолокна в среднем в 5 раз больше по сравнению с модулем упругости гипсовых образцов. Это предопределяет реальные возможности применения стеклянных волокон в качестве эффективного армирующего материала для гипсовой матрицы.

Английскими исследователями было установлено, что максимальное увеличение прочности при изгибе (на 250%) достигается введением 5% стекложгута. Дальнейшее увеличение содержания стекложгута в гипсовом вяжущем вызывает падение прочности при изгибе. Рост прочности при растяжении (30%) был отмечен при введении в гипсовое вяжущее 9-10% стекложгута. Сопротивление удару возрастает с увеличением содержания стекложгута и составляет на каждый 1% добавки около 250%.

Французскими исследователями максимальная прочность при изгибе была получена при содержании 0,9-1% стекложгута от массы вяжущего. Рост прочности при изгибе при применении стекложгута длиной 6 мм составил 45%, а при применении стекложгута длиной 12,5-25 мм – 100% от прочности неармированных образцов.

Польские исследователи получили максимальное возрастание прочности при изгибе (на 250% по сравнению с прочностью контрольных неармированных гипсовых образцов) при введении 8% стекложгута и В/Г=0,8. При этом прочность при сжатии также достигла максимального значения, увеличиваясь на 15%.

Результаты польских исследователей не совпали с результатами французских, но оказались близкими к результатам английских исследователей, полученным при испытании прочности при изгибе армированных стекложгутом образцов. Однако по прочности образцов при сжатии получены различные результаты. С увеличением количества вводимого стекложгута английские исследователи наблюдали падение прочности армированного гипсового материала, а польские исследователи - незначительное возрастание прочности. Причина этого заключается, вероятно, в различной технологии изготовления образцов и различных методах их испытаний.

Проведенные в СССР исследования показали, что количество волокна не влияет на величину модуля деформации при сжатии, на прочность при сжатии линейно снижается при увеличении содержания стекловолокна, а ударная вязкость при этом существенно увеличивается.

Как считает Дамс Э. [20], в определенных условиях при совмещении разнородных материалов может быть достигнут эффект, равнозначный созданию нового материала, со свойствами качественно и количественно отличающимися от свойств каждого из составляющих его компонентов. Исследования указанных авторов показали, что лист из гипсового вяжущего, армированным стекловолокном, по прочности стал сравним с листом из асбестоцемента: прочность при изгибе 3500-5000 фунт/дюйм (21-31МПа) и 4000 фунт/дюйм (24,5 МПа) соответственно, прочность на разрыв 1800-1500 фунт/дюйм и 2000 фунт/дюйм (12 МПа) соответственно, а прочность армированного гипсового листа в 10 раз больше асбестоцементного.

В Германии под названием «глагит» выпускаются строительные детали на основе гипсового вяжущего, армированные грубым щелочным стекловолокном. Из «глагита» изготовляются звукоизоляционные плиты, легкие перегородки, облицовочные листы, подвесные потолки. Нашли применение в строительстве облегченные трехслойные плиты с внешними, достаточно тонкими слоями из гипсового вяжущего, армированного стекловолокном и внутреннего слоя из органического материала - сотопласта. Такие плиты рекомендуется использовать для подвесных потолков, перегородок.

Для получения трубчатых строительных элементов используется суспензии пониженной влажности, содержащие сульфат кальция, поливинилацетат и мочевино-формальдегидную смолу, которыми пропитывается стекловолокнистый войлок с последующей присыпкой его полуводным гипсовым вяжущим или природным ангидридом. Обработанный таким образом стекловолокнистый войлок наматывается на сердечник. В стадии обработки полуводное гипсовое вяжущее переходит в двугидрат.

Гипсовые материалы в Англии применяются для изготовления двухслойных оболочек потолков и перекрытий, в плоских однослойных пустотелых перегородках. Проведенные английскими исследователями огневые испытания гипсовых плит, армированных стекловолокном, показали, что гипс после пребывания в испытательной камере в течение 1 ч полностью дегидратировался, однако армирующее его стекловолокно придавало изделию целостность и препятствовало проникновению пламени.

В КазНТУ имени К. И. Сатпаева разрабатываются технологии и исследованию свойств композиционных гипсовых материалов. Кроме дисперсного армирования ведутся исследования по получению композиционных материалов на основе многофазных вяжущих, смеси полуводного и двуводного дигидрата, механохимической активации. При проведении теоретических и экспериментальных изысканий используются основы теории композиционных материалов развитые в работах зарубежных и отечественных ученых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Parrat H.U. Rulber and plaster age, 1960.
2. Dow N.F. Space Scienees laboratoru general elxctric Co., Space Mechanics Memo 102, gan., 1960.
3. Mc. Gurruch L.H., Adams M.A., G. Fibres in cement and concrete , “Concrete”, 1973, 7, №4, 51-53.
4. Characteristics of fibers and what tirey do for concrete, “Concrete Constraction”, 1974, 19, №3, 107-109.
5. Fiber Reinforced Concrete, SP-44 American Concret Institute, Detroit, 1974, “ACY Gournal”, 1975. 72, №7, 370-371.
6. Mc. Gurruch L.H., Adams M.A., G. Fibres in cement and concrete , “Concrete”, 1973, 7, №4, 51-53.
7. Symposium on properties of Fiber Reinfirced Concrete, Symposium on the bekarrour of Concrete Under Jemperature Extermes. “ACY gournal”, 1974, №16 118-10.
8. Schwarq S. Glasfaserbeton,.”Betonwerk”. Zertig “teiltechnik”, 1974, 40 №4, 294-296.
9. Romualdy G.R., Mandel G.A. Zensile strength of Concrete affected by uniformly distributed and closely spased dengihs of wire Rcinforcement. “ACY gournal”, 1964, 61, №6, 657-670.
10. Samarai M.A. and Elvery R.H. The lfruence of fibres upon crack development in reinforeed concrete subject to uniaxial jension. “Magasine of concrete research”, 1974, №89, 203-211.
11. Реферативная информация. Промышленность материалов и местных вяжущих. –М.:ВНИИЭСМ, вып.9, -1974.-с.21-23.
12. Batason G.B.State – the art Reportion Fiber Reinforced Concrete, Reported by ASY Comitee 544. “ASY gournal”, 1973, 70, №11, 729-744.
13. Iattersall G.H/ Urbanourig C.R. Bond strength in steel – fibre – reinforced concrete. “Magasgine of conerete rosearch”, 1974, 26, №87, 105-113.
14. Kratky F., Janik J., Vodicka G. vigtuseni betonu tenkymi draty. “Pogemni snarby”, 1974, №10, 339-344.
15. Fibrous Concrete in the USA and UK. “Precast Concrete”, 1972, №10, 613-616.
16. Современные композиционные материалы. - М. -Мир.1970.
17. Saamy R.G. Fibree – reinforced concrete mechanies properties and applications. “Credion concrete journal”, 1974, 48, №1, 7-16.
18. Skan S.P., Rangan B. Fiber Reinforced Concrete Peoperties. “ACY gournal”, 1971, 68, №2, 126-135.

19. Kaplan M.F. Strains and stresses of concrete at cnitation of crecing and hcar failure. “ACU gournal”, 1963, 60, №7, 863-877.

20. Дамс Э. Гипсовые строительные элементы, армированные стеклово- локном в зоне растяжения. 1962.-17с.

Исаева Ж. А.

**Композиттікдисперсия-күшейтілген гипсматериалдар**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада гипскомпозициялық материалдарына тән негізгі мәселелеріне арналған түрлі ғалымдардың зерттеу жұмыстары сипатталған. Сылақ жарықтар бар бетонды қоспалары мен ерітінділері және проблема жарықтар толық болмауы мүмкін емес. Бірақ ол сол арқылы бетон және гипс материал беріктігі арттыру, жаңа талшықтар енгізу арқылы сызаттар пайда болуын тежейді. Олар құрамын матрицада күшейту материалдың біркелкі бөлу (нақты) өнімділігі талшықтарының геометриялық орталықтарының арасындағы орташа қашықтық квадрат түбірін кері пропорционал екендігін тапты теориялық және кспериментік зерттеулер негізінде.

**Түйін сөздер:** гипс, композициялық материал, байланыстырғыш заттар, бөлшектердің нығайту, талшықты.

**Исаева Ж.А.**

**Композиционные дисперсно-армированные гипсовые материалы**

**Резюме.** В настоящей статье проводится анализ и исследования различных ученых, посвященные основным проблемам, которые характерны для композиционных гипсовых материалов. Актуальной проблемой при работе как и с бетонными смесями, так и с гипсовыми растворами является образование трещин, нельзя избежать полного отсутствия трещин, но можно сдерживать появление новых трещин путем введении волокон, тем самым повышая прочность бетона и гипсового материала. На основании теоретических и экспериментальных исследований ими было установлено, что при равномерном распределении армирующего материала в матрице (бетоне) эффективность работы композиции обратно пропорциональна корню квадратному их среднего расстояния между геометрическими центрами волокон.

**Ключевые слова:** гипс, композиционный материал, вяжущие, дисперсное армирование, волокна.

**Issayeva Zh. A.**

**Compositedispersion-reinforced gypsummaterials**

**Summary.**This article analyzes and studies of various scientists dedicated to the basic problems that are characteristic of gypsum composite materials.Urgent problemwhen workingwithandasconcrete mixturesandsolutionswith plastercrackingisimpossibleto avoid the completeabsenceof cracks,but it canrestrainoccurrenceof cracksbythe introductionof newfibers, thereby enhancing the strength of concreteandgypsummaterial.Based ontheoreticaland experimental studiesthey have foundthata uniform distribution ofthe reinforcing materialin the matrix (concrete) performanceof the compositionis inversely proportionalto the square rootofthe average distancebetween thegeometric centers of thefibers.

**Key words:** gypsum, composite material, binders, particulatereinforcement, fiber.

УДК 539.216; 620.3

**[1]Б.А. Байтимбетова, [2]Ю.А. Рябикин**

([1]Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева,
[2]Физико-технический институт, Алматы, Республика Казахстан)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ НА ГРАФИТ

**Аннотация.** В статье рассмотрено химическое взаимодействие органического растворителя бензола с графитом в ультразвуковом поле, приводящее к разрушению слабых углеродных связей между графитовыми плоскостями. Ультразвуковое поле способствует более эффективному разрушению ван-дер-Ваальсовских связей. В работе приведена методика получения графеновых структур и исследования структурных особенностей методами спектроскопии комбинационного рассеяния света, сканирующей растровой микроскопии и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения. Приводятся результаты исследований полученных образцов по этой методике и их обсуждения.

**Ключевые слова**: графен, ультразвуковое поле, органические растворители и графитовые плоскости.

**Введение**

Графен перспективный материал при решении ряда проблем в области наноэлектроники, а также при создании высокоэффективных накопителей водорода в водородной энергетике [1-3]. Как механические, так и электрические свойства графеновых комплексов существенно зависят от деталей их структуры на наноуровне, которые, в свою очередь, определяются способом получения этого материала. Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме по получению графена.

Известен способ получения графена в условиях научной лаборатории, который основан на механическом отщеплении или отшелушивании отдельных слоев графита. Он позволяет получать качественные образцы графена с высокой подвижностью носителей. К недостаткам этого способа можно отнести тот факт, что образцы графена имеют малые размеры и получаются ручным способом, что ограничивает его использование для масштабного производства графена, необходимого для развития соответствующих областей наноэлектроники [4]. В предлагаемой методике по получению графена путем ультразвуковой обработки чистого графита с использованием ароматических углеводородов этот недостаток устраняется.

Известен также способ получения графена, который основан на интеркалировании порошка графита концентрированной серной кислотой с последующим окислением под воздействием $KMnO_4$ и $H_2O_2$ [5]. Недостаток способа заключается в длинной цепочке формирования графеновых структур, при этом для получения чистых образцов графена необходимо проводить его восстановление под действием спиртов при высоких температурах и давлении порядка 50-150 атмосфер в течение длительного времени. Это усложняет процесс получения чистого графена и удорожает его стоимость. Следует также отметить длительность процесса получения графена этим методом.

В другом способе проводится низкотемпературный синтез графена путем внедрения аммиакатов натрия в графит [6]. Данный метод обеспечивает сохранение структуры монослоев исходного графита, а также исключает процессы окисления. При выдержке поликристаллического графита в растворе натрия в жидком аммиаке при температуре около $-30^0$C происходит интенсивное поглощение аммиакатов натрия графитом, сопровождающееся тепловым эффектом и многократным увеличением объема исходного графита. При этой реакции аммиаката натрия сольватированные электроны внедряются в межслоевое пространства графита, образуя соединения внедрения. Образование интеркалата графита осуществляется только при совместном действии этих двух компонентов. Образовавшееся соединение энергично взаимодействует с водой с большим выделением тепла и газообразных продуктов. Созданное газообразными продуктами давление расщепляет структуры графита в конечном счете на графеновые листы. Из этого следует отнести использование низких температур, а также большой период времени, необходимый для перехода полученного продукта из аморфной фазы в кристаллическую.

Предлагаемая методика получения графена с использованием ароматических углеводородов в ультразвуковой обработке графита в значительной мере устраняют недостатки их получения описанными методами.

Целью настоящей работы является получение графеновых структур путем воздействия бензола и некоторых других растворителей, неиспользуемых ранее другими авторами, на графитовые структуры для расслоения их плоскостей спайности и использования ультразвукового поля для усиления эффекта расслоения.

**Методика эксперимента**

В качестве растворителя был взят бензол как наиболее предпочтительный в предположении химического разрушения наиболее слабых связей между слоями в графитовых структурах. В тигелек загружался порошкообразный графит высокой чистоты и заливался бензолом. Затем тигелек устанавливался с помощью сетчатого держателя в ультразвуковой ванне Elmasonik 100H, частота облучения генератора ультразвука составляет 37кГц, мощность – 150Вт, объем ванны -9,5л. Воздействие ультразвука на графит с бензолом усиливает эффект расслоения графита. Облучение исходных образцов проводилось в течение 5 мин, 10 мин и 120 минут.

Структурные исследования проводились на электронном микроскопе JEM-100CX с разрешением по линиям 2 Е фирмы JEOL (Япония) и на н**изковакуумном растровом электронном микроскопе с системой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа Jeol JSM-6490 LA.** В качестве эффективного метода экспериментального исследования полученного материала

хорошо себя зарекомендовал метод комбинационного рассеяния света (КРС), позволяющий определять не только числом слоёв, но также взаимное расположение слоёв в графеновой структуре. Полученные структуры исследовались на приборе MT-MDT Ntegra Spectra при комнатной температуре. Спектры возбуждались полупроводниковым лазером (λ=473 нм).

**Результаты и обсуждение**

Рамановская спектроскопия дает большую информацию о колебательных свойствах и структуре ближнего порядка углеродных материалов, являющиеся полезным источником информации об исследуемых материалах. Известно, что комбинационное рассеяние упорядоченного графита состоит из двух полос вблизи 1582 $см^{-1}$ (так называемая полоса G) и 42 $см^{-1}$, соответствующих двум типам решеточных колебаний симметрии $E_{2g}$ в плоскостях графеновых слоев с $sp^2$ – гибридизированными валентными связями [7-10].

В таблице приведены результаты КРС спектров полученных образцов с бензолом в ультразвуковом поле. В таблице $I_G$ и $I_{2D}$ интенсивности спектров линии G (графита) и 2D (графеновых структур).

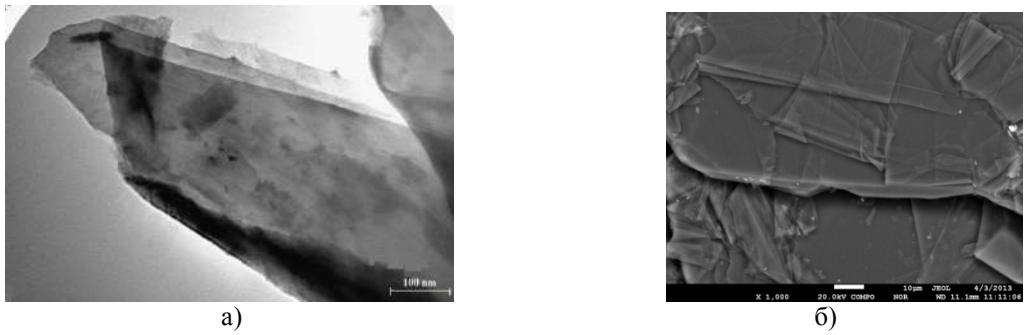
**Таблица 1** Параметры рамановских спектров исследованных образцов

| № | Образец | G-линия | | 2D-линия | | $I_{2D}/I_G$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Время обработки ультразвуком, минут | ω, $см^{-1}$ | Ширина на полувысоте, $см^{-1}$ | ω, $см^{-1}$ | Ширина на полувысоте, $см^{-1}$ | |
| 1 | 10 | 1588 | 32 | 2741 | 42 | 0,41 |
| 2 | 20 | 1580 | 28 | 2755 | 47 | 0,57 |
| 3 | 120 | 1581 | 23 | 2752 | 50 | 0,63 |

Как следует из таблицы с увеличением времени обработки графита с бензолом ультразвуковым полем происходит увеличение числа графеновых структур.

На рисунках 1-4 представлены результаты исследования этих образцов на просвечивающем электронном микроскопе высокого разрешения (ПЭМ) и сканирующем растровом микроскопе (СРМ). На рисунке 1 показана трехслойная структура, которой соответствует меньшая величина пика рамановского рассеяния в области 2D таб.1.

В образце, обработанном ультразвуком 10 мин начинается распад структуры (рис.1а). В частицах, снятых ПЭМ снимках при больших увеличениях, видны отдельные плоскости, часть пластинок изогнута. На снимках сканирующего микроскопа, кроме параллельных пластинок, а также видны пластинки с загнутыми краями (рис. 1б).



а) б)

**Рис. 1.** Снимки ПЭМ (а) и СРМ (б) образца, обработанного 10 мин.

На рисунке 2 представлен элементный состав образца, обработанного 10 минут ультразвуком на чистый графит в бензоле. Образец состоит в основном из углерода, наличие в спектре меди отражает состав материала сетки при приготовлении и снятии спектров по условиям ПЭМ. Также в

образце наблюдается железо, кремний и алюминий в небольшом количестве за счет зольности исходного графита.

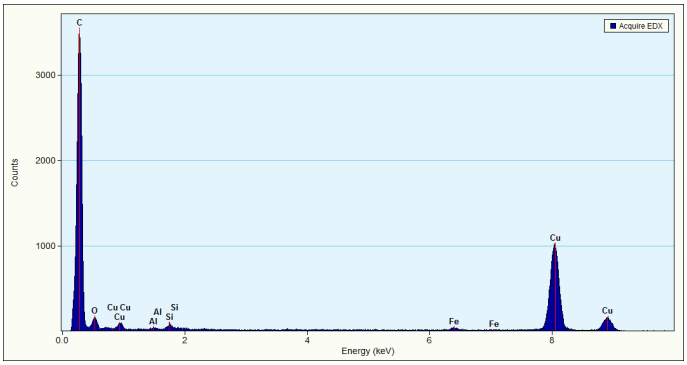



**Рис. 2.** Элементный состав образца, обработанного 10 мин.

В материале образца, обработанном ультразвуком 20 мин, на снимках ПЭМ видны муаровые полосы [11], которые соответствуют наложению нескольких пластинок, содержащих собственную структуру и кристаллических доменов (рис.2-3).

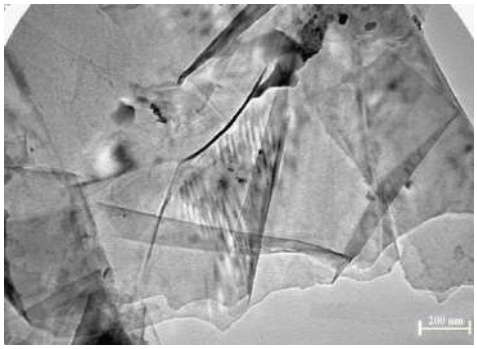


**Рис. 3.** Снимки ПЭМ образца, обработанного 20 мин

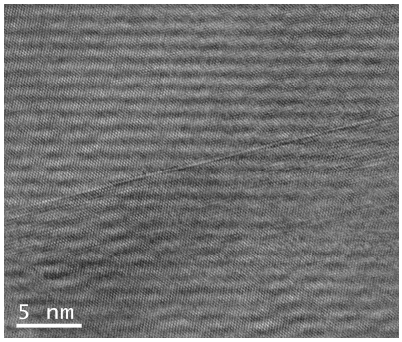



**Рис. 4.** Микрофотография высокого разрешения муаровых полос образца, обработанного 20 мин.

Пластинки могут быть немного развернуты относительно друг на друга. Таким образом, показано, что в образцах существуют отдельные пластинки, не связанные структурно. Это объясняется тем, что процессы структурирования плоскости ускоряются при ультразвуковой обработке. Встречаются перпендикулярно расположенные пластинки, с видимым размером около 1-2 мкм. ПЭМ снимках образцов, обработанных ультразвуком 120 мин видны разрыхленные границы частиц (рис.4).

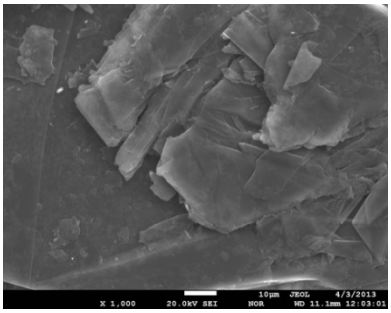


**Рис. 5.** Снимок СРМ образца, обработанного 120 мин.

Некоторые углеродные частицы имеют округлые формы (от 20 нанометров и выше). Снимки сканирующего растрового микроскопа свидетельствуют о наличии слоистых структур, а также встречаются расщепленные удлинённые частицы (рис.4).

ПЭМ ВР является мощным инструментом для определения кристаллической структуры отдельного зерна. В большинстве случаев на изображении высокого разрешения наблюдается периодический полосчатый контраст, который может дать детальную информацию об ориентировке кристалла во всех образцах рис.5.

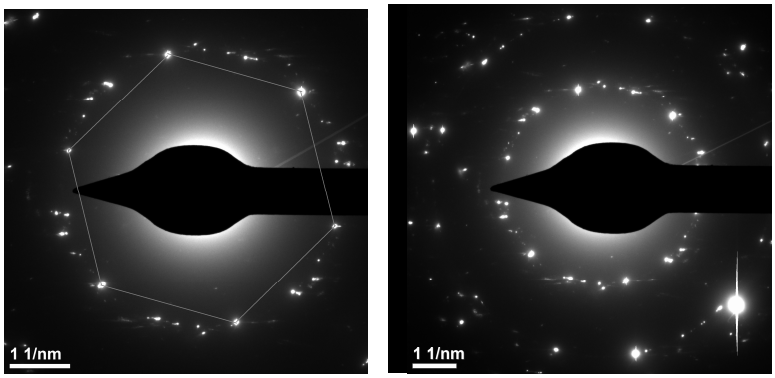



**Рис. 6.** Снимки электронной дифракции на ПЭМ образцов, обработанного ультразвуковым полем

Значения углов между плоскостями и межплоскостных расстояний являются неопровержимыми доказательствами кристаллита с гексагональной структурой образца, обработанных ультразвуковым полем во всех образцах. В образцах присутствуют поликристаллические домены углерода рисунок 6.

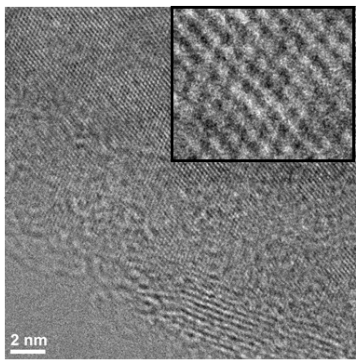



**Рис. 6.** Микрофотография высокого разрешения образца, обработанного ультразвуковым полем

ПЭМ изображения показывают регулярное расположение углеродных структурных образований рис.6.

Профиль поверхности пластинки нанографита вдоль линии сканирования в образцах показывает, что поверхность нанографита неоднородна, разница высот поверхности составляет около 10 нм, что соответствует высоте ступенек, обычно наблюдаемых на поверхности компактного графита. Можно предположить, что в таких пластинках содержится от 3 до 5 графеновых слоев.

**Заключение**

В статье проанализирована новая методика получения графеновых структур при воздействий на графит с бензолом ультразвукового поля. Экспериментальные результаты показали, что с увеличением времени обработки графита с бензолом ультразвуковым полем происходит увеличение числа графеновых структур. Данная методика получения графена имеют ряд преимуществ по

сравнению с другими известными методами получения графена. К ним относится простата метода, экономия времени эксперимента, отсутствие окисления, и соответственно необходимости восстановления этих образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Geim A.K., Novoselov K.S. The rise of graphene. //Nature Materials. 2007. -V6 (3). -P. 183–191.

2. Ткачев С.В., Буслаева Е.Ю., Губин С.П. Графен – новый углеродный наноматериал //Неорганические материалы, 2011, том 47, № 1, с. 5–14

3. Андриевский Р.А. Водород в наноструктурах //Успехи физических наук, -2007№ -Т177. -№7.-С.721-735

4. Патент WO 2012/166001 A1, кл. B82B3/00, B82Y40/00, C01B31/02. Способ получения графена. Губин С.П., Чеглоков А.В., Буслаева Е.Ю., Ткачев С.В.

5. Письма в ЖТФ. -Т.37, -№12. -2011. -С.44-49. Низкотемпературный способ получения графена. Новиков В.П., Крик С.А.

6. Байтимбетова Б.А., Верменичев Б.М. Способ получения графена. //Патент 2013/0559.1

7. Reich S., Thomsen Ch. Raman spectroscopy of graphite // Phil. Trans. the Royal Society London A, 2004, -P. 2271-2288.

8. Ferrari A.C. Raman spectroscopy of graphene and graphite: Disorder, electron–phonon coupling, doping and nonadiabatic effects // Solid State Communications. -2007. –V.143. –P.47–57.

9. Ni Zh., Wang Y., Yu T., Shen Z. Raman Spectroscopy and Imaging of Graphene //Nano Res. -2008. -№1. -P.273-291.

10. Luican A., Li Guohong, Reina A., Kong J., Nair R. R., Novoselov K.S., Geim A.K., Andrei E.Y. Single-layer behavior and its breakdown in twisted graphene layers // Phys. Rev. Lett., -2011, -Issue 106, -126802-4.

11. Китайгородский А.И. Рентгеноструктурный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. М.-Л:. Гос. изд-во тех.-теор. Литературы, -1952. -588 с.

REFERENCES

1. Geim A.K., Novoselov K.S. The rise of graphene. //Nature Materials. 2007. -V6 (3). -P. 183–191.

2. Tkachev C.V., Buslaeva E.Yu., Gubin S.P. Graphene- – novyi uglerodi nanomaterial //Neorganicheskie materialy, 2011, -Tom 47, № 1, -S. 5–14

3. Andrievskii R.A. Vodorod v nanostrukturach //Uspechi chimicheskich nauk, -2007№ -T177. -№7.-S.721-735

4. Patent WO 2012/166001 A1, кл. B82B3/00, B82Y40/00, C01B31/02. Sposob poluchenya graphena. Gubin S.P., Cheglokov A.V., Buslaeva E.Yu., Tkachev C.V.

5. Novikov V.P., Krik S.A. Niskotemperaturnyi Низкотемпературный sposob poluchenya graphena //Pisma v JTF. -T.37, -№12. -2011. -S.44-49.

6. Baitimbetova B.A., Vermenichev B.M. Sposob poluchenya graphena. // Patent 2013/0559.1

7. Reich S., Thomsen Ch. Raman spectroscopy of graphite // Phil. Trans. the Royal Society London A, 2004, -P. 2271-2288.

8. Ferrari A.C. Raman spectroscopy of graphene and graphite: Disorder, electron–phonon coupling, doping and nonadiabatic effects // Solid State Communications. -2007. –V.143. –P.47–57.

9. Ni Zh., Wang Y., Yu T., Shen Z. Raman Spectroscopy and Imaging of Graphene //Nano Res. -2008. -№1. -P.273-291.

10. Luican A., Li Guohong, Reina A., Kong J., Nair R. R., Novoselov K.S., Geim A.K., Andrei E.Y. Single-layer behavior and its breakdown in twisted graphene layers // Phys. Rev. Lett., -2011, -Issue 106, -126802-4.

11. Kitaigorodskii A.I. Rentgenostrukturny analis melkokristallicheshkich I amorfnych tel. M.-L:. Gos. Isd. tech.-teor. Literatury, -1952. -588 s.

Байтімбетова Б.А., Рябикин Ю.А.

**Графитке ультрадыбыс өрісінде әсер ету арқылы түзілген графен құрылымдарын зерттеу**

**Түйіндеме.** Ультрадыбыс өрісінде графит жазықтықтары арасындағы әлсіз көміртекті байланыстарды үзуге әкеліп соғатын органикалық бензол еріткіші мен графиттің химиялық әсерлесуі қарастырылған. Ультрадыбыс өрісі ван дер Ваальс байланыстарын эффективті үзуге барынша ықпалын тигізеді. Жұмыста графен құрылымдарын алу әдісі мен рұқсаттылғы жоғарғы сәуле түсіру электронды микроскопы, сканерлі растр микроскопы мен жарықтың комбинациялық шашырау спектроскопы әдістерімен оның құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу. Осы әдіспен алынған үлгілердің нәтижелерін зерттеу мен талқылау келтірілген.

**Түйін сөздер:** графен, ультрадыбыс өрісі, органикалық еріткіштер және графит жазықтығы.

Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю.А.

**Исследование графеновых структур, образующегося при воздействии ультразвукового поля на графит**

**Резюме.** В статье рассмотрено химическое взаимодействие органического растворителя бензола с графитом в ультразвуковом поле, приводящее к разрушению слабых углеродных связей между графитовыми плоскостями. Ультразвуковое поле способствует более эффективному разрушению ван-дер-Ваальсовских связей. В работе приведена методика получения графеновых структур и исследования структурных особенностей методами спектроскопии комбинационного рассеяния света, сканирующей растровой микроскопии и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения. This paper gives that the results of investigation obtained samples by this technique and discuss them.

- графен, ультразвуковое поле, органические растворители и графитовые плоскости.

Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A,

**Investigation graphene structures formed under the influence of ultrasonic field on graphite**

**Summary.** The article shows the chemical interaction of the organic solvent of benzene on the graphite in an ultrasonic field, which leads to the destruction of the weak carbon bonds between the graphite planes. Ultrasound field contributes to more efficient destruction of the van der Waals linkages. The paper describes a method of obtaining graphene structures and studies the structural features of the methods of Raman spectroscopy, scanning microscopy, scanning and transmission electron microscopy, high-resolution. This paper gives that the results of investigation obtained samples by this technique and discuss them.

**Key words:** graphene ultrasound field, organic solvents and graphite plane.

УДК 621.382.822

**З.Ж. Жанабаев, М.К. Ибраимов, Е. Сагидолда**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

## РЕЗОНАНСНЫЕ ТУННЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНКАХ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ

**Аннотация**. Пленки пористого кремния получены электрохимическим травлением. Морфология пленок, изученная сканирующим зондовым микроскопом, показывает наличие самоподобных структур на разных масштабах от сотен нанометров до микрона.Вольтамперная характеристика нанопленок имеет несколько минимумов в отличие от известного эффекта отрицательного сопротивления туннельных диодов. Предложено новое понятие «нелинейный фрактал» для теоретического описания результатов эксперимента

**Ключевые слова:** пористый кремний, нанопленки, отрицательное сопротивление, туннельный эффект, нелинейный фрактал.

**Введение.** Пористый кремний является перспективным материалом наноэлектроники, фотоники, оптоэлектроники и других направлений новых технологий[1]. Пленка пористого кремния может состоять из набора вертикальных нитеобразных структур (квантовых нитей). В этом случае можно получить условия максимального поглощения фотонов в пористой пленке с целью повышения эффективности солнечных элементов[2]. Для детального понимания оптических явлений в нанопленках необходимо знать физические основы электрических явлений. Электрические свойства нанопленоксами по себе могут иметь непосредственные практические приложения. Например, нанопленки пористого кремния могут использоваться, наряду с полупроводниковыми диодами, для получения хаотических, широкополосных, высокочастотных колебаний в электронных схемах.

Иерархические структуры нанопленок создают множество потенциальных барьеров электрического поля. Известны теоретические и экспериментальные исследования процессов туннелирования электронов в многобарьерных структурах– сверхрешетках заданными регулярными формами распределения потенциала[3]. При этом отмечается, что процесс туннелирования является также резонансным: через потенциальный барьер проходят электроны, энергия которых близка к собственным квантовым энергетическим уровням барьера. Если структура барьеров не строго упорядочена, например, фрактальна, то собственные энергетические уровни неизвестны,

резонансный эффект трудно выделить. Это необходимо для оценки интенсивности пропускания электронов барьером.

С этой целью представляет интерес исследование процесса туннелирования электронов в нанопленках с фрактальной, кластерной структурой, где структура потенциального барьера является сложной. Целью настоящей работы является исследование электрических свойств нанопленки пористого кремния.

**Экспериментальная установка.** Тонкие пленки пористого кремния были получены методом электрохимического травления в электролите в соотношении $HF:C_2H_5OH$ - 1:1,5(рис.1). Для получения наибольшей и равномерной пористости был использован n-слой кремния, где концентрация составляла $10^{19}$ $см^{-3}$.

Морфология пористой пленки, полученная сканирующей зондовой микроскопией сильно неоднородная. Нитеобразные выступы на поверхности пленки имеют толщину порядка 100 нм. Длина нитей зависит от времени травления. Для удобства электрических измерений мы выбрали время травления около 5с, соответственно максимальная длина нитей достигает около 0.5 мкм.

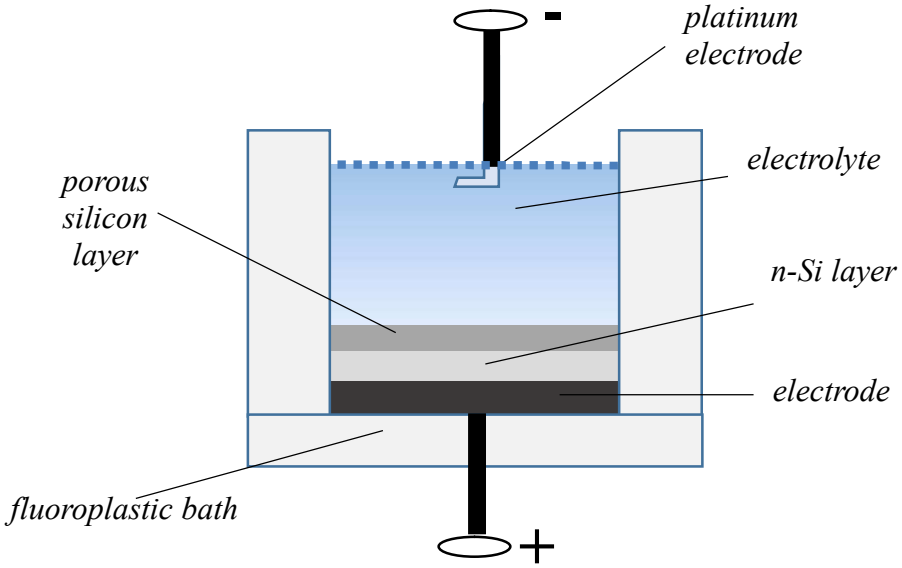



**Рис.1.** Электролитическая ячейка для получения тонких пленок пористого кремния.

В результате мы получили наноразмерные пленки с выступами, расположенные перпендикулярно к *n*-слою. Металлические контакты, нанесенные к *n*-слою и пористой поверхности(рис.2) позволяют получить вольтамперную характеристику пористого кремния. На пленку подавалось напряжение в интервале от *-7В* до *7В*с шагом *0,1В* с помощью прибораTwo-WireCurrent-VoltageAnalyzer универсальной станции NIELVISII$^+$.

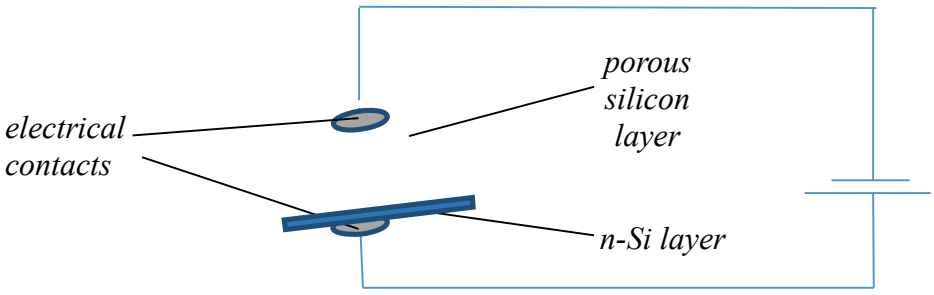



**Рис.2.** Схема контактов для получения вольтамперноихарактеристикипористого кремния.

**Результаты эксперимента.** На рисунке 3 показано изменение силы тока *I*, проходящего через набор нанонитей кремния, по напряжению*V*, поданному к противоположным поверхностям тонкой пленки.

Вольтамперная характеристика зависит от того, как подано напряжение: с последовательным возрастанием его абсолютного значения, или с убыванием. После прохождения тока, сила которого порядка *0,5 мА*, структура и свойства нанопленки меняются, в частности, увеличивается ее электрическое сопротивление. В результате при повторной подаче напряжения той же абсолютной величины сила тока будет меньше, чем в первоначальном случае. Сказанное видно из рисунка 3, который получен при подаче напряжения от-*7В* до *+7В* с шагом *0,9В*. Такая закономерность наблюдается при неоднократных измерениях(всего 10).После установления равновесной температуры первоначальные электрические свойства нанопленки могут восстановиться, однако после длительного времени поверхность пленки из-за окисления опять может менять электрические свойства.

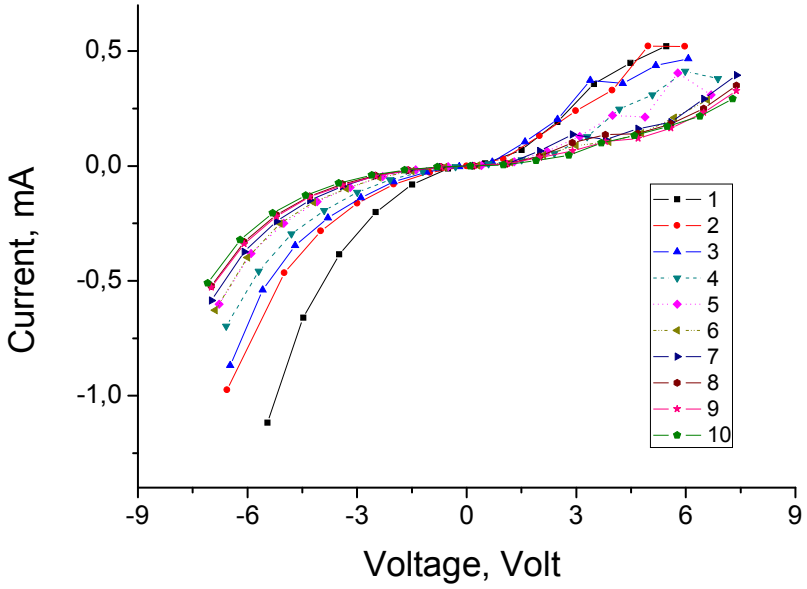



**Рис.3.** Вольтамперные характеристики пленок пористого кремния в направлении *InGa-nSi-porSi-InGa*.

Следующей особенностью вольтамперной характеристики нанонитей является убывание силы тока с возрастанием напряжения в нескольких локальных областях (рис.3). Такой эффект описываетсявведением понятия отрицательного сопротивления, физическая суть которого заключается в резонансном туннелировании электронов через потенциальный барьер. В отличие от результатов современных исследований наноструктур [3,4] нанопленки кремния (одного вещества) содержат несколько потенциальных барьеров, в результате чего наблюдается осцилляция вольтамперной характеристики. Обычно многобарьерное туннелирование электронов наблюдается в гетеропереходах.

Многобарьерность в кремниевых нанопленках исчезает после прохождения тока значительной силы, так как их структура несколько выравнивается. Этот результат показывает, что потенциальные барьеры в кремниевых нанопленках образованы не контактными переходами, а неравновесным распределениям носителей зарядов в самой пленке. Действительно, если ток при U<0 (рис.3) считать обратным током, то он не является малым как в *p/n* переходе, наоборот, I(U<0)>I(U>0). Некоторая асимметрия на рисунке 4, видимо, связано с тем, что подача U>0, к *n*-слою, где концентрация электронов больше, чем на другом контакте пленки, притягивают электроны и способствует возрастанию силы тока.

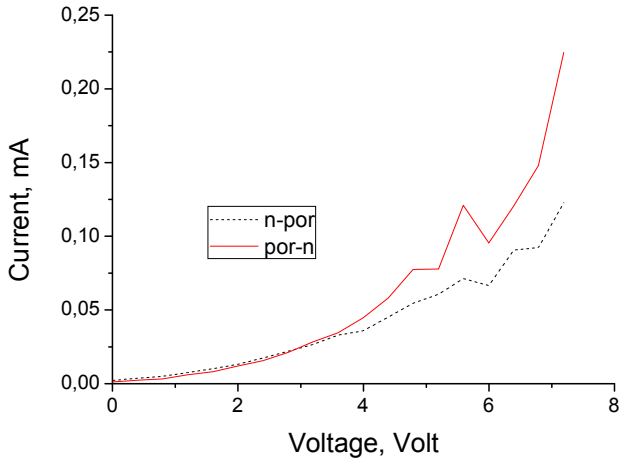



**Рис.4.** ВАХ при разной полярности от 0В до 7В.

Многобарьерные резонансные туннельные эффекты более четко проявляются, если представить вольтамперную характеристику в относительных переменных $I/I_1$, $U/U_1$,где$I_1$,$U_1$– сила тока и напряжение, соответствующие первому максимуму кривой $I=I(V)$(рис.5).

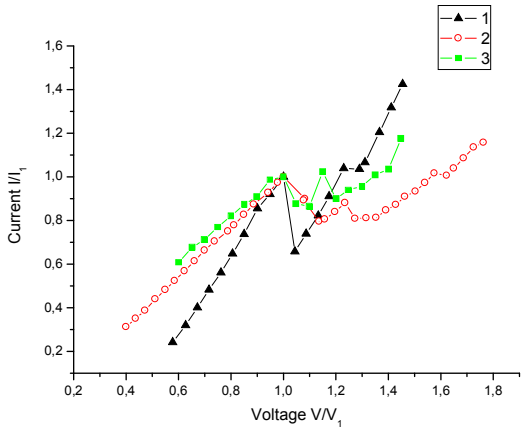



**Рис.5.** Вольтамперные характеристики, в относительных переменных. $I_1$, $V_1$ – сила тока и напряжение, соответствующие первому пику. $V_1$: 1-1,706, 2-2,077V, 3–1,515V; $I_1$: 1-13,765mA, 2-6,267mA, 3-0,029mA.

.

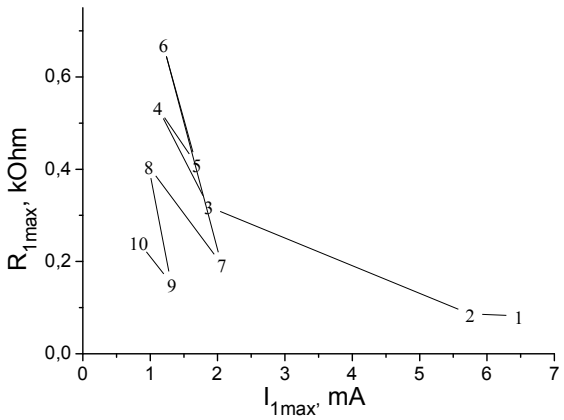



**Рис.7.** Изменение абсолютного значения дифференциального сопротивлениянанопленки в точке первого максимума тока. Цифры соответствуют номеру опыта по измерению силы тока, проходящего через одну пленку.

Величины $I_1$, $U_1$ позволяют также оценить абсолютное значение дифференциального сопротивления $R=R_1$в некоторой характерной точке $I_1$, $U_1$:

$$R_1^{-1} = \lim_{\Delta U \to 0} \left|\frac{\Delta I}{\Delta U}\right|_{U_1} = \frac{I_1}{U_1}. \quad (1)$$

Рисунок 7 показывает сильнонелинейную зависимость $R_1=R_1(I_1)$: электрическое сопротивление нанонитей резко меняется в зависимости от силы тока, проходящего через нее.

**Обсуждение результатов.** Мы обсудим возможные объяснения экспериментально полученных новых эффектов на основе универсальных физических закономерностей.

Наличие множества потенциальных барьеров в наноразмерных нитях кремния можно объяснить их неоднородной, кластерной структурой. Недавние эксперименты [5] показывают наличие внутренних структур квантовых нитей. Эти структуры имеют различные пространственные масштабы с неоднородным распределением электронов. Структуры разного масштаба и геометрической формы создают различные потенциальные барьеры движению электронов. В квантоворазмерных наноструктурах электроны могут принимать дискретные значения энергии, поэтому реализуются резонансные многобарьерные туннельные эффекты.

Сильная зависимость электрического сопротивления нанонитей от силы тока является проявлением общего свойства нелинейных объектов, свойства которых зависят от процессов, происходящих в них. Структура самих нитей, как и морфология поверхности пленки имеет иерархическое (фрактальное) строение. В принципе даже скольугодно слабый ток может вызвать изменение мелкомасштабной структуры нанонитей. Количественное описание таких сильнонелинейных явлений возможно путем использования понятия нелинейный фрактал, у которого минимальный размер дискретных структур зависит от величины самой измеряемой фрактальной меры[6,7].

**Заключение**

Многобарьерность резонансного туннелирования электронов в наноразмерных нитях гомогенного материала (кремния) может значительно расширить возможности имеющихся технологий наноэлектроники, основанных на использовании гетеропереходов. Полученные в этой работе сведения о нелинейных электрических свойствах нанонитей позволяют адекватно описывать оптические явления в солнечных элементах с антиотражающей пористой поверхностью. Проявление отрицательного дифференциального сопротивления нанонитей в более широком интервале энергии электронов позволяет реализовать широкополосные генераторы хаоса на высоких частотах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Foll, H., Christophersen, M., Carstensen, J. &Hasse, G. Formation and application of porous silicon, *Materials Science and Engineering R*, **2002**, Vol. 39, pp. 93.

2. Cullis, AG.,Canham, LT. &Calcott, PDJ. The structural and luminescence properties of porous silicon, *J App Phys*, **1997**, Vol 82, No 3, pp 909-965.

3. Britnell, L. et al. Resonant tunnelling and negative differential conductance in graphene transistors. Nat. Commun. **2013** 4:1794 doi: 10.1038/ncomms2817.

4. MaoXiang Wang, ,JianHua Yu1, ChengXiu Sun, Light emission characteristics and negative resistance phenomenon of Si-based metal/insulator/semiconductor tunnel junction. *Applied Surface Science*, **2000**, Vol. 161, Issues 1–2, 1, Pages 9–13.

5. V. Sivakov, F. Voigt, B. Hoffmann, Viktor, und S. Christianse, „Wet - Chemically Etched Silicon Nanowire Architectures: Formation and Properties“, in Nanowires - Fundamental Research, A. Hashim, Hrsg. InTech, 2011.

6. ZhanabaevZ.Zh.,GrevtsevaT.Yu. Physical Fractal Phenomena in Nanostructured Semiconductors // Reviews in Theoretical Science. – 2014. – Vol. 2, No 3. – P.211-259.

7. Z. Zh. Zhanabaev, E.T.Kozhagulov. A generic model for scale-invariant neural networks. *Journal of Neuroscience and Neuroengineering*, **2013**, Vol.2, No.3, pp. 267-271.

REFERENCES

1. Foll, H., Christophersen, M., Carstensen, J. &Hasse, G. Formation and application of porous silicon, *Materials Science and Engineering R*, **2002**, Vol. 39, pp. 93.

2. Cullis, AG.,Canham, LT. &Calcott, PDJ. The structural and luminescence properties of porous silicon, *J App Phys*, **1997**, Vol 82, No 3, pp 909-965.

3. Britnell, L. et al. Resonant tunnelling and negative differential conductance in graphene transistors. Nat. Commun. **2013** 4:1794 doi: 10.1038/ncomms2817.

4. MaoXiang Wang, „JianHua Yu1, ChengXiu Sun, Light emission characteristics and negative resistance phenomenon of Si-based metal/insulator/semiconductor tunnel junction. *Applied Surface Science*, **2000**, Vol. 161, Issues 1–2, 1, Pages 9–13.

5. V. Sivakov, F. Voigt, B. Hoffmann, Viktor, und S. Christianse, „Wet - Chemically Etched Silicon Nanowire Architectures: Formation and Properties“, in Nanowires - Fundamental Research, A. Hashim, Hrsg. InTech, 2011.

6. ZhanabaevZ.Zh.,GrevtsevaT.Yu. Physical Fractal Phenomena in Nanostructured Semiconductors // Reviews in Theoretical Science. – 2014. – Vol. 2, No 3. – P.211-259.

7. Z. Zh. Zhanabaev, E.T.Kozhagulov. A generic model for scale-invariant neural networks. *Journal of Neuroscience and Neuroengineering*, **2013**, Vol.2, No.3, pp. 267-271.

Жанабаев З.Ж., Ибраимов М.К., Сагидолда Е.

**Наноөлшемді кеуекті кремний қабыршақтарындағы резонанстық туннельдік эффектілер**

**Түйіндеме**. Электрхимиялық еріту әдісі арқылы кеуекті кремний қабыршақтары алынды. Сканерлеуші зондтық микроскоппен зерттелген қабыршақтың морфологиясы әр түрлі масштабта жүздеген нанометрден микронға дейін өзіне өзі ұқсайтын құрылымдар бар екенін көрсетті. Наноқабыршақтардың вольтамперлік қасиеттері белгілі туннелдік диодтағы кері кедергіге қарағанда бірнеше минимумге ие. Алынған тәжірибелік нәтижелерді теориялық тұрғыдан сипаттау үшін жаңа «бейсызық фрактал» ұғымы еңгізілді.

**Түйінді сөздер:**кеуекті кремний, наноқабыршақтар, кері кедергі, туннельдік эффект, бейсызық фрактал.

Zhanabaev Z.Zh., Ibraimov M.K., Sagidolda Y.

**Resonance Tunneling Effect in Nanoscale Porous Silicon Films**

**Summary**.Porous silicon films have been prepared by electrochemical etching. Morphology of the films has been studied by scanning probe microscope characterized by presence of self-similar structures with different scales from hundreds of nanometers to microns. Current-Voltage characteristic of nanofilms has several minima in contrast to the well-known effect of negative resistance in tunnel diodes. For theoretical description of the experimental results we suggest a new concept of "non-linear fractal".

**Key words**: porous silicon, nanofilms, negative resistance, tunneling effect, non-linear fractal.

УДК 621.865.8

**[1]G. Balbayev, [2]B. Shingissov, [2]Sh. Kurmanalieva**

([1]Almaty University of Power Engineering and Telecommunication, Kazakhstan,e-mail:gani_b@mail.ru
[2]Kazakh National Technical University named after K.I. Satpaev, Kazakhstan,e-mail: beibit_tumen@mail.ru)

## DESIGN AND CHARACTERISTICS OF A PLANETARY GEARBOX FOR WIND TURBINES

**Abstract.** The work describes new design and characteristics of a planetary gearbox with two degrees of freedom that can change ratio according to the applied load to the output shaft. 3D CAD model has been proposed in order to investigate the operation feasibility of the proposed design solution. A dynamic model has been developed in ADAMS software. Simulation tests have been worked out.

**Key words:**Gearbox,Planetary Gearbox, Design.

### Introduction

Gearboxes are used in many fields, for example wind turbines, conveyors, bridges and many otherapplications. Gearboxes also are used in differential drives of final drives of tractors and heavy machineries.The efficiency of gear trains depends on many factors such as the type and profile of teeth profile, contact stresses, number and type of bearings. These factors have been studied with recent approches in [1, 4, 11 and 14]. Planetary gear transmissions are commonly used in applications where a large speed reduction is required as pointed out in [9 and 13]. Several design solutions have been proposed in the

literature, like for example in [2, 6 and 15]. For example a cam-based infinitely variable transmission can be used for continuously variable transmission, which can also achieve any transmission ratio, [1 and 6]. This mechanism consists of two main parts, namely a cam mechanism and a planetary gear set. Cam-based CVT (continuously variable mechanism) can be more complex than others, [6]. In the case of a speed reducer,a gearbox with conical gears consists of 8 conical gears. Two of them are horizontal and 6 pinions are located vertically. Each pairs of pinions are locked together. But in this mechanism design in order to obtain any speed ratios it is necessary to change value of pinion or horizontal gear, [15]. Open issues can be still identified in the efficiency smoothly changing reduction ratio depending on the external load tooutput shaft.This paper describes a design of a new planetary transmission with two degrees of freedom. The main purpose of this newplanetary transmission with two degrees of freedom is related to the capability at adapting the operation to variable loading conditions by preserving efficiency and input-output load ratio.

Basic design of this gearbox are presented in [1,7 and 8] and this work gives further developments in the efficiency of planetary transmission. The proposed design solution provides a motion of output link with a speed that is inversely proportional to shaft loading. These features are suitable for using the proposed design in practical applications such as differential planetary gearbox in transmissions for vehicles, metal cutting tools, wind turbines and other transmission applications needing smooth control of ratio reduction but adaptation to a variable load. A proper dynamic model has been developed in MSC ADAMS software to provide information on the feasibility of the proposed design solution. Simulation tests have been carried out and results are discussed for validating the proposed design and characterizing its operation.

## 1 Characteristics of a New Planetary Gearbox

The proposed new design of a planetary gearboxcan beas aCVT with a planetary gear set.This mechanism has two mobile planetary gear sets. The special operation features can be recognized in smoothly changing reduction ratio depending on applied load to the output shaft.

Referring to Fig.1 the new planetary transmission is conceived with two degrees of freedom with a mechanism consisting of an input carrier $H_1$, an output carrier $H_2$, central (sun) gears 1 and 4, which are fixed on a shaft, satellites 2 and 5, central internal gears 3 and 6 which are fixed together. Gears 2-3-6-5-4-1 form a closed mechanical chain with a differential operation. Carrier $H_1$ transfers input driving force to the closed mechanical chain and carrier $H_2$ transfers output resistance force. Motion starts at fixed output carrier with one degree of freedom. At this time satellite 5 is the output link. To transmit motion from input carrier $H_1$ to output carrier $H_2$ satellite 5 must be locked and this can be obtained thanks also to friction at gear contacts.This is the peculiarity of the proposed system.

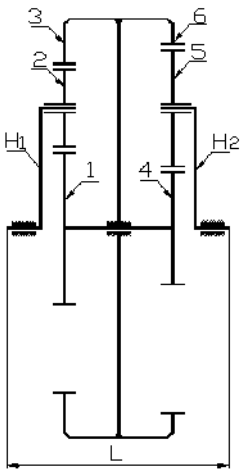



**Figure 1.** A kinematicscheme for anew planetarygearbox with design parameters

The input carrier $H_1$ moves gear 2 that pushes both gears 1 and 3 that transmit different forces to gears 6 and 4 correspondingly. Thus, gear 5 moves by different forces coming from its contacts with gears 6 and 4, and therefore carrier $H_2$ moves. In addition the mechanism will be able to work with two degrees of freedom because of the possibility of activating a second degree of freedom when satellite 5 will be unlocked by

overcoming frictions at gear teeth contacts. Because of its functioning this mechanism can be applied as gearbox of cars, metal cutting machines and where is necessary smoothly to change reduction ratio of transmissions. This mechanism can start movement without using additional device, when force can overcome friction on the satellites. This planetary transmission can change reduction ratiolike CVT as depending on an external load of output carrier.

A kinematic characterization of the mechanism can be expressed as function of parameters of external torques on the carriers $M_{H1}$, $M_{H2}$ and input angular velocity $\omega_{H1}$. Referring to Fig.1, thekinematicrelations among the angular velocities of the gears with $z_1$, $z_2$, $z_3$, $z_4$, $z_5$, $z_6$ teeth can be expressed in the form

$$\frac{\omega_1 - \omega_{H1}}{\omega_3 - \omega_{H1}} = u_{13}^{(H1)} \tag{1}$$

$$\frac{\omega_1 - \omega_{H2}}{\omega_3 - \omega_{H2}} = u_{46}^{(H2)} \tag{2}$$

Where

$$u_{13}^{(H1)} = -\frac{z_3}{z_1}$$

$$u_{46}^{(H2)} = -\frac{z_6}{z_4} \tag{3}$$

$$\omega_{H2} = M_{H1}\omega_{H1} / M_{H2} \tag{4}$$

From Eqs. (1) and (2) angular velocities $\omega_3$, $\omega_1$ of gears 3 and 1can be obtained as

$$\omega_3 = \frac{(u_{13}^{(H1)} - 1)\omega_{H1} - (u_{46}^{(H2)} - 1)\omega_{H2}}{u_{13}^{(H1)} - u_{46}^{(H2)}} \tag{5}$$

$$\omega_1 = u_{13}^{(H1)}(\omega_3 - \omega_{H1}) + \omega_{H1} \tag{6}$$

A numerical examplecan be carried out for an application for a wind turbine. Assuming from wind flow$\omega_{H1}$=100 rpm and $M_{H1}$ = 15 Nm; $M_{H2}$ = 14 Nm, (Fig.1),the output and intermediate angular velocities $\omega_{H2}$, $\omega_1$, $\omega_3$ and internal forces can be computed with the proposed model through Eqs. (1) to (6) by considering $\omega_4 = \omega_1$, $\omega_6 = \omega_3$. From Eq. (4) angular velocity of output carrier is computed as $\omega_{H2}$ = 75 rpm. From Eqs. (5) and (6) angular velocities of gears 1 and 3 are computed as $\omega_1$=250 rpm and $\omega_3$=50 rpm, respectively.

## 2 A CAD design

A CAD design of a gearbox with planetary gear set has been worked out in SolidWorks software. Fig.2 shows an exploded CAD design of planetary gearbox with the following main components, referring to Fig.1: 1-output carrier; 2-bearing; 3-output satellite; 4- spindle of output satellite; 5-bearing; 6-bearing of internal gears; 7-gearshuft; 8-sun gear; 9-epicyclic gears; 10-input satellite; 11-spindle of input satellite; 12-input carrier.

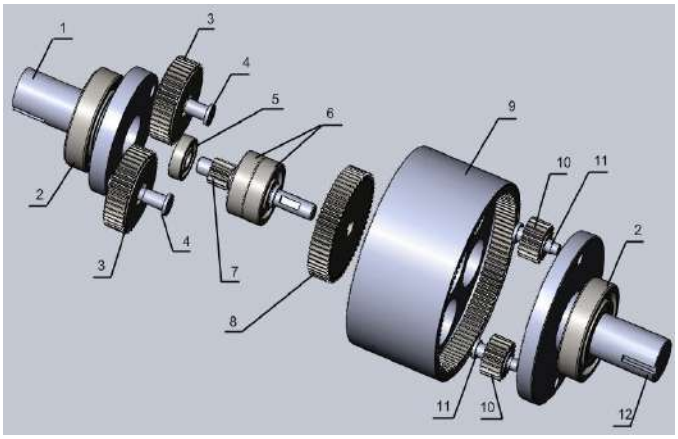



**Figure 2.** A CAD exploded assembly of a new gearbox design

The proposed planetary transmission consists of a mechanical planetary gear set without additional devices such as torque converters or electronic parts. General design characteristics have been selected for practical applications of the transmission, like for example, in wind turbine installations. A wind turbine installation can be identified, for example, by referring to a small wind turbine of 10 kW power and with average wind speeds of 10-30 m/s Fig.3.



**Figure 3.** Wind turbine installation

### 3 Numerical results

Simulation results of the planetary gearbox has been obtained by using ADAMS software. The ADAMS model of the proposed planetary gearbox is presented in Fig.4. Input values such as angular velocity, input and output torque, stiffness, dumping coefficients, and friction forces have been defined accordingly as listed in Table 1. Input angular velocity and torque have been set as a constant values of 200 rpm and 30 Nm. Output torque is variable. All gears are spur gears with module 0.5 mm. Friction coefficient of gears has been set as equal to 0.2 by referring to a contact of steep surfaces. Table 1 summarizes main other parameters that have been assumed by referring to feasible values for a real case of study considering material,penetration depth and force exponent.

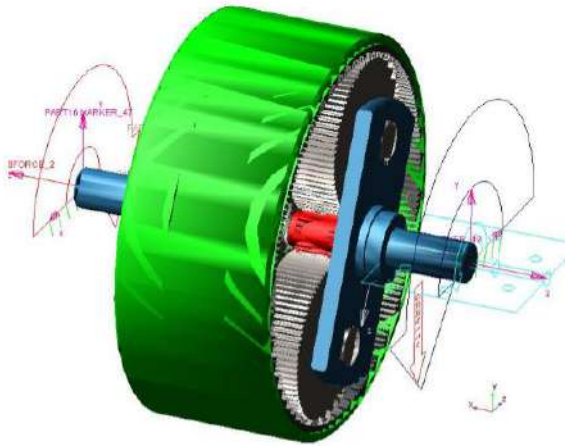


**Figure 4.** ADAMS model of planetary gearbox

**Table1** Input parameters for simulation

| Parameter | Value | Units |
|---|---|---|
| Inputangularvelocity | 200 | rpm |
| Inputtorque | 30 | Nm |
| Outputangularvelocity | Plots | rpm |
| Outputtorque | Variable (14-15) | Nm |
| Damping | 20 | N*sec/mm |
| Young'smodulus | 2.07 E+005 | N/mm**2 |
| Density | 7.801 E-006 | kg/mm**3 |
| Penetrationdepth | 0.2 | mm |
| Forceexponent | 1.9 | |

Preliminary tests have been carried out by considering a constant input speed as 200 rpm and torque as 30 Nm and variable output torque as 14-15 Nm.The output torque is prescribed by the alternative suitable operation then, they have been verified that the output speed, in accordance with the expected smooth variable transmission ratio and the constant output power. Examples of the results that have been obtained are reported in the plots of Figs.5 to 9. Angular velocities of the input and output epicyclic internal gears are presented in Fig. 5. The epicyclic internal gears rotate with the same speed approximately of108 rpm. Fig. 6shows the plots of the computed angular velocities of the sun gears. The input and output sun gears rotate with same speeds. Angular velocities of the input and output planet gears are presented in Fig.7. Angular velocity of the input planet gear approximately is 250 rpm. Angular velocity of the output planet gear approximately is 125 rpm. Fig. 8 shows the plots of the computed torques of the epicyclic internal gears.Torque reaches 32 Nm at 2.5 second, afterthis time the system works properly with approximately value of 29 Nm.Fig. 9 shows the plot of the computed torques of the sun gears and torque valueapproximately is75 Nm.

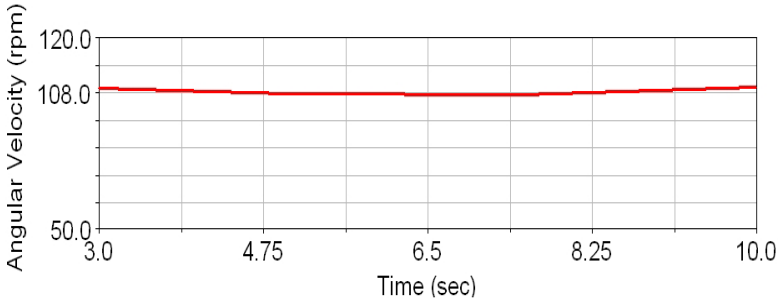



**Figure 5.** Computed plot of theangular speed of the input and output internal gears

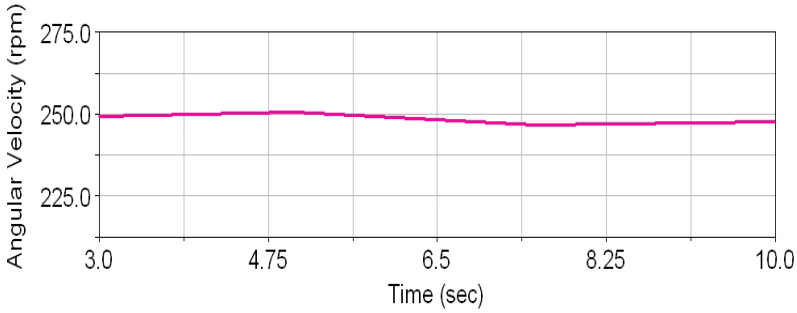



**Figure 6.** Computed plot of the angular speed of thesun gears

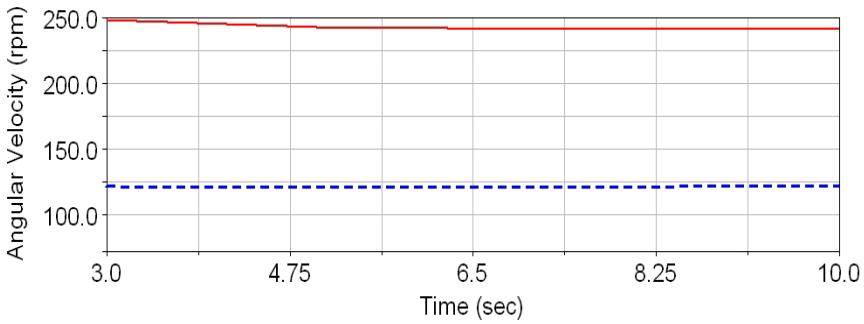



**Figure 7.** Computed plot of the angular speedof the input (continuous line) and output (dot line) planet gears

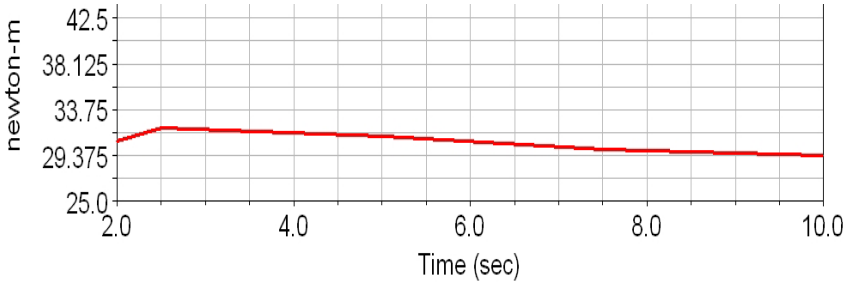



**Figure 8.** Computed plot of the torque of the internal gears

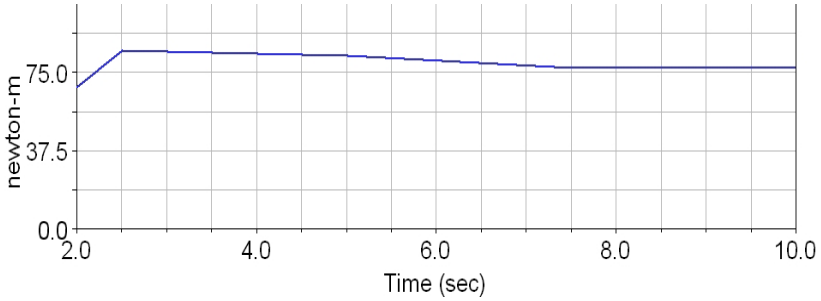



**Figure 9.** Computed plot of the torque of the sun gears

## Conclusion

Proposed planetary gearbox with two degrees of freedom has been studied from aspects of mechanical design and kinematic modeling. A newdesign and CAD model of a planetary gearbox have been proposed in order to adapt the operation to variable loading. Design of the planetary gearbox is shown in kinematic scheme. The formulated equations are tested by numerical examples. A proper dynamic model and simulations have been carried out in ADAMS environment. Simulation results show that the proposed planetary gearbox has suitably constant output values both in terms of speed and torque.

REFERENCES

1. Balbayev G., Ceccarelli M., Carbone G., Design and Numerical Characterization of a New Planetary Transmission, International Journal of Innovative Technology and Research, Volume 2, No. 1, pp. 735-739, 2014.

2. Carbone, G., Mangialardi L., BonsenB., Tursi C., Veenhuizen P.A. CVT dynamics: Theory andExperiments.*Mechanism and Machine Theory*42(1) pp.409-428, 2007.

3. CrockettJ. S.Shiftless continuously-aligning transmission. Patent of USA 4,932,928, Cl. F16H47/08U.S.Cl. 475/51; 475/47.1990.

4. Fetvaci C.Definition of involute spur gear profiles generated by gear-typesharper cutters. *Mechanics Based Design of Structures and Machines* 38(4) pp. 481-492, 2010.

5. Harries J.Power transmission system comprising two sets of epicyclical gears. Patent ofGreatBritain GB2238090 (A). 1991.

6. Derek F.L., Dennis W. H.The Operation and Kinematic Analysis of a Novel Cam-basedInfinitely Variable Transmission. *ASME 2006 International Design EngineeringTechnical Conferences andInformation in engineering conferenc*e(3): pp.1-6, 2006.

7. Ivanov K.Design of Toothed Continuously Variable Transmission in the Form of GearVariator.*Balkan Journal of Mechanical Transmissions (BJMT).*2(1) pp.11-20, 2012.

8. Ivanov K.*ForceAdaptation of Two-Mobile Gear Mechanisms.*Almaty: Kazgos INTIPublications,(in Russian).2001.

9. Kaharman A., Ding, H.A Methodology to Predict Surface Wear of Planetary Gears under Dynamic Conditions.*Mechanics Based Design of Structures and Machines,* 38: pp. 493-515.2010.

10. Levai Z.Structure and Analysis of Planetary Gear Trains.*Journal Mechanisms*: pp.131-148, 1968.

11. Muni D. V., Muthuveerappan, G. A comprehensive study on the asymmetric internal spur gear drives through direct and conventional gear design. *Mechanics Based Design of Structures and Machines* 37(4): pp. 431-461, 2009.

12. Niguchi N., Hirata K.Transmission Torque Analysis of a Novel Magnetic PlanetaryGearEmploying 3-D FEM.*IEEE Transactions on Magnetics* 48(2): pp. 1043-1046, 2012.

13. Patel P.Design and Analysis of Differential Gearbox.*Report, U.V. Patelcolliege of Engineering,* Kherva:*Ganpat University*, 2009.

14. ThirumuruganR., Muthuveerappan G.Critical loading points for maximum fillet and contact stresses in normal and high contact ratio spur gears based on load sharing ratio. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*39(1): pp. 118-141, 2011.

15. YaghoubiM.,Mohtasebi S. (2010). Design and Simulation of a New Bevel Multi-Speed Gearbox for Automatic Gearboxes.*ScienceJournalReportandOpinion*, 2: pp.1-7, 2010.

Балбаев Г.К., Шингисов Б.Т., Курманалиева Ш.М.

**Жел қондырғыға арналған планетарлық беріліс қорабын жобалау және сандық сипаттау**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыс сыртқы қолданбалы жүктемеге сәйкес беру коэффициентін реттеу үшін пайдаланылуы мүмкін планетарлық беріліс қорабын сипаттайды. Планетарлық берілістің 3D CAD моделі ұсынылған жобалық шешімді пайдалану орындылығын қарастыру үшін ұсынылды. Дұрыс динамикалық моделі ADAMS бағдарламалық шеңберінде әзірленді. Модельдеу сынақтар жүргізілді және нәтижесі талқыланды.

**Кілттік сөз:** берілістер, планетарлық берілістер, дизайн.

Балбаев Г.К., Шингисов Б.Т., Курманалиева Ш.М.

**Разработка и численная проверка планетарной коробки передач для ветроустановки**

**Резюме.** Статье описывается дизайн и характеристики новой планетарной коробки передач для ветроустановки, которые могут быть использованы для изменения передаточных чисел передачи в соответствии с внешней нагрузки. Подробная 3D-модель была предложена для того, чтобы исследовать операции целесообразность предлагаемого проектного решения. Собственно динамическая модель была разработана в рамках программного обеспечения Адамс.Были проведены виртуальные испытания и получены результаты.

**Ключевые слова:** планетарные передачи, дизайн.

УДК 622. 243

**А.Мусанов**
(Казахский национальный технический университет им.К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан)

## АЛМАЗНЫЕ РАСШИРИТЕЛИ

**Аннотация.** В статье приведены недостатки существующих алмазных расширителей, описание конструкций расширителей, позволяющих повысить эффективность алмазного бурения.

**Ключевые слова:** алмазные коронки, алмазные расширители, подрезные алмазы.

Алмазные расширители служат для предупреждения сужения ствола скважины в результате износа подрезных алмазов коронки. Это особенно проявляется при бурении в твердых абразивных породах.

При бурении осадочных пород средней твердости с промывкой скважины высоковязкими глинистыми растворами на стенках скважины откладывается плотная глинистая корка толщиной более 1 мм. При алмазном бурении, которое не дает существенной разработки скважины по диаметру, сужение диаметра скважины может привести к осложнениям, связанным с прихватом колонкового снаряда, деформацией алмазных коронок при выполнении спускоподъемных операции и повышениям гидравлических сопротивлении для промывочной жидкости.

Поэтому для предотвращения уменьшения диаметра скважины в процессе бурения и обеспечения соответствующего зазора между стенками скважины и колонковой трубой применяются различные расширители.

Необходимость калибровочных расширителей при алмазном бурении объясняется также и тем, что алмазную коронку невыгодно армировать большим количеством подрезных алмазов. Одновременно выполняя роль стабилизатора, расширитель способствует повышению износостойкости буровых коронок и колонковых труб, используемых совместно с ним.

При бурении одинарными колонковыми снарядами применяются расширители РСА (расширитель секторный алмазный). Он представляет собой стальной цилиндр, на наружной поверхности которого в продольных пазах закреплены металлокерамические штабики. Рабочая поверхность штабиков армирована алмазами зернистостью 20-30 шт/карат. Корпус расширителядля присоединения к коронке и колонковой трубе снабжается резьбами.

Исследования показывают, что правильное использование расширителей обеспечивает увеличение стойкости алмазных коронок, уменьшение расхода алмазов в среднем 1,5-2,0 раза. Стабилизация работы бурового снаряда позволяет поддерживать высокую частоту вращения, что позволяет повысить производительность бурения. Сокращается объем работ и время на чистое бурение. Исключаются специфические для бурения без расширителей аварии, связанные с заклиниванием и повреждением коронок в зауженной части скважины.

Очень часто применяются расширители «полосчатого» (штабикового) типа конструкции ВИТР РМВ-1 и РМВ-2, в которых алмазосодержащие штабики впаяны в специальные пазы корпуса расширителя[ 1]. Между штабиками выфрезерованы пазы, служащие для прохода промывочной жидкости. На цилиндрической части корпуса имеются отверстия под короночный ключ.

Расширители РКВ-1 и РКВ-2 отличаются от расширителей штабикового типа тем, что алмазами армируется твердосплавное кольцо, расположенное на нижней части расширителя.

Диаметр расширителей по сравнению с диаметром соответствующей коронки делается несколько большим. Расстояние между алмазами двух противоположных штабиков выполняется на 0,4 мм больше, чем диаметр коронки.

Недостатками существующих алмазных расширителей является зависимость их срока службы от износа алмазосодержащих штабиков или колец.

В настоящее время оптимальное отношение отрабатываемых алмазных коронок и расширителей равно 10:1. Иногда буровики это отношение доводят до 50:1, что без сомнения снижает ресурс работоспособности алмазных коронок.

Для устранения этого недостатка существующих алмазных расширителей на кафедре технологии и техники бурения скважины Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева совместно со шведской фирмой АтласКопко разработана конструкция алмазного расширителя со съемным кольцом [ 2 ].

В конструкции этого расширителя алмазосодержащие штабики впаяны в гнезда съемного кольца и по мере износа кольцо можно заменить. Корпус расширителя используется многократно.

На рисунке 1 приведен общий вид алмазного расширителя. Алмазный расширитель состоит из корпуса 1 и съемного кольца 2 салмазосодержащими штабиками 3.Съемное кольцо 2 установлено с возможностью совместного вращения с корпусом, благодаря выступов 4, входящих в углубления 5 корпуса. В съемном кольце предусмотрены пазы, в которые впаяны алмазосодержащие штабики. Конструкция расширителя позволяет заменить изношенное алмазосодержащее кольцо, сохранив корпус для многократного использования.

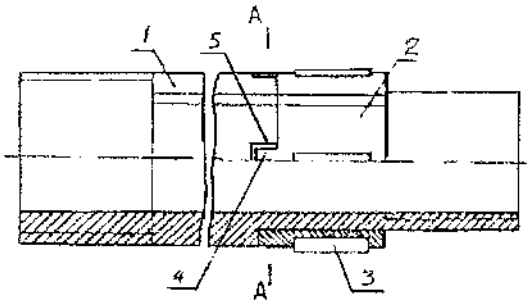



**Рис.1.** Общий вид алмазного расширителя:
1–корпус расширителя; 2 – съемное кольцо; 3 – алмазосодержащий штабик;
4 – выступы съемного кольца; 5 – углубления корпуса.

Замена съемного кольца выполняется очень легко. Для этого отворачивается коронка и снимается отработанное кольцо и надевается новое кольцо. Завернув коронку можно продолжить бурение.

Такая конструкция расширителя позволяет намного увеличить срок службы расширителей, алмазных коронок, что обеспечит повышение производительности буровых работ.

Недостатком всех существующих расширителей является неоднородный износ алмазосодержащих штабиков по длине (рисунок 2). Визуальный осмотр множества алмазных расширителей показывает, что изнашивается в основном нижний конец алмазосодержащих штабиков с образованием конусной поверхности без зерен алмазов, что приведет к остановке процесса расширения. В верхней части расширителя зерна алмазов остаются нетронутыми. Такой износ обусловлен тем, что зерна алмазов расположены в теле штабиков в один слой (рис. 3). После износа самого нижнего алмазного зерна образуется конусная поверхность, которая препятствует дальнейшему продвижению бурового инструмента вниз.



**Рис.2.** Вид износа алмазного расширителя

Чтобы получить положительный результат необходимо выполнять алмазосодержащие штабики импрегнированными.

При этом шихта, из которого изготавливается штабик , смешивается с мелкими зернами алмазов. В результате зерна алмазов равномерно размещаются по всему объему тела штабика (рис.4).

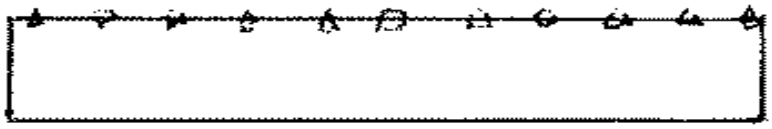


**Рис.3.** Штабик с алмазными зернами в один слой

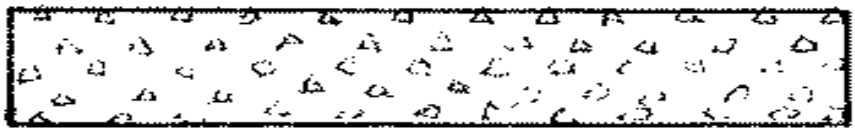


**Рис.4.** Штабик с импрегнированными алмазами

При бурении скважины из-за износа подрезных алмазов коронки диаметр скважины уменьшается. Функции восстановления диаметра скважины выполняет расширитель. При износе нижнего конца штабика разрушение суженой части скважины происходит алмазными зернами, обнажающимися из тела штабика. Такое расположение зерен алмазов позволит увеличить срок службы расширителя, так как процесс расширения будет происходить до тех пор пока не произойдет полный износ алмазосодержащего штабика по всей длине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по алмазному бурению геологоразведочных скважин. Л., «Недра», Ленинградское отделение,1975.

2. Мусанов А, Шалбай А. Алмазный расширитель. Предварительный патент Республики Казахстан № 13334 бюл. № 8 от15.08.2003.

Мусанов А.

**Алмазды кеңейткіштер**.

**Түйіндеме.** Мақалада қолданылып жүрген алмазды кеңейткіштердің кемшіліктері келтірілген, алмазбен бұрғылаудың тиімділігін арттыратын жаңа алмазды кеңейткіштердің конструкциялары сипатталған.

**Түйінді сөздер:** алмазды коронкалар, алмазды кеңейткіштер, кемерлегіш алмаздар.

Mussanov A.

**Diamond reamers.**

**Summary.** Disadvantage of the existing diamond reamers, the description of designs of the reamers allowing to increase efficiency of diamond drilling are given in article.

**Key words:** diamond core bits, diamond reamers, cutting diamonds.

УДК 539.216

**[1]Б.А. Байтимбетова, [2]Б.А. Аканаев, Б. Дуаметулы, [1]Б.Д. Сарсембаева**
([1]Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева,
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С СИСТЕМОЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ПОЛУЧЕННЫХ В АТМОСФЕРЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

**Аннотация.** В статье рассмотрено дисперсия и развязки электромагнитных волн с системой углеродных нанотрубок**,** полученных, в атмосфере паров ароматических углеводородов. Расчетным путем показано что, в углеродных нанотрубках согласно дисперсионным соотношениям возможна не только развязка электромагнитных волн в прямом и обратном направлениях, но и активный прием, преобразование и передача сигнала через углеродные наносистемы.

**Ключевые слова** – нанотрубка, электромагнитные волны, дисперсия, развязка и показатель преломления.

## Введение

Известно, что углеродные нанокомпозиты используется для защиты от электромагнитного излучения как элементов, окружающих генераторы электромагнитных волн, так и электронного оборудования, чувствительного к внешним электромагнитным полям. Защитный материал наносится непосредственно на поверхность экранируемого объекта или предварительно расплавляется, формируется в виде листа и прессуется для образования нужной формы. Традиционные композиционные материалы, используемые для этих целей, включают матрицу, в которой диспергированы металлические проводящие волокна, сплавленные друг с другом и придающим композиту электропроводные свойства. Но они могут обеспечить защиту лишь от низкочастотных электромагнитных волн и не защищают объект от высокочастотного излучения. Модифицирование композита углеродными наноструктурами (нанотрубками и нанонитями) позволяют устранить этот недостаток. В последние годы нанотрубки стали одним из самых обсуждаемых материалов для применения в различных областях науки и техники [1-5]. Развитие СВЧ-устройств радиоэлектроники и энергетики, мощных энергетических установок приводит к тому, что возникающее при их работе электромагнитное излучение на частотах высших типов гармоник создает значительные помехи радиоэлектронной аппаратуре, работающей в СВЧ – области, и спутниковой связи. В связи с этим, проблема уменьшения помех и электромагнитной совместимости устройств становится актуальной [6].

Целью статьи является взаимодействие электромагнитного излучения с нанотрубчатой средой, полученных в атмосфере паров ароматических углеводородов методом магнетронного распыления графита на подложке из нержавеющей стали.

## Методика эксперимента

Углеродные нанотрубки получены простейшим, экологическим чистым, модифицированным методом магнетронного реактивного распыления графита в возгоняемых парах ароматических углеводородов [7]. При наличии ароматических углеводородов давление в камере составляло $5 \cdot 10^{-3}$ Торр, после напуска аргона давление в рабочей камере установили $6 \cdot 10^{-2}$ Торр, распыление материала производилось при токе 150мА и напряжении 200-300В рис.1.

В качестве подложек использовался нержавеющая сталь Х18Н10Т. Подложки крепились на дюралевом столике, на расстоянии 3–5 см над мишенью. Напыление проводилось в течение 40 минут. Микроскопические исследования выполнены на сканирующем атомно-силовом микроскопе (АСМ) MT-MDT Integra Prima.

**Результаты и обсуждение**

Проведен анализ зависимости проводимости углеродных нанотрубок от их радиуса на основе полученных нами экспериментальных данных (рис.1). На рисунке 1 видны углеродные нанотрубки образующие в процессе напыления пленки. Отчетливо видны углеродные трубки длиной около 80нм, диаметром от 10 нм и выше. Плотность упаковки нанотрубок на поверхности образца составляет около 4-5 нанотрубок на 1 мк. Микрографические изображений представляет собой лес нанотрубок строго вертикальными к поверхности подложки.

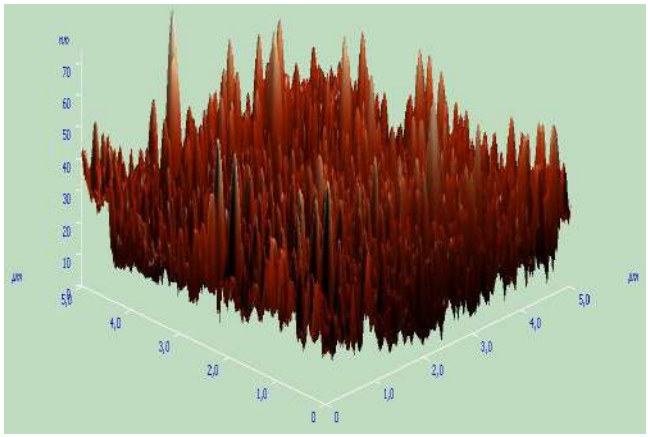



**Рис. 1.** АСМ изображения углеродных нанотрубок, полученных методом магнетронного распыления графита на подложке из нержавеющей стали

**Результаты и обсуждение**

Рассмотрена задача дисперсии и развязки электромагнитных волн с углеродных нанотрубок. Такая задача возникает при анализе качества полученных нанотрубок для целей покрытия, например, фюзеляжа летательных аппаратов - «невидимок».

Кристаллы в ряде электромагнитных процессов могут быть представлены набором атомных цепочек, нанотрубок и наноструктур. Изолированная заряженная частица излучает электромагнитные волны. Поэтому заряд, совершающий под действием падающего света установившиеся колебания, испускает электромагнитное излучение.

При большом числе зарядов каждый из них находится под действием электрического поля. Каждый колеблющийся заряд испускает волны, распространяющиеся в данной среде.

Быстрая заряженная частица при движении в кристалле под малым углом к одной из кристаллографических осей (оси Z) последовательно взаимодействует с различными цепочками атомов кристалла, расположенными параллельно оси Z. При столкновении с каждой цепочкой атомов углеродных нанотрубок в этом случае существенны корреляции между последовательными столкновениями частицы с атомами цепочки. Корреляции приводят к тому, что движение частицы в поле цепочки атомов определяется в основном непрерывным потенциалом цепочки атомов–потенциалом цепочки, усредненным вдоль ее оси Z. В результате возникает задача о взаимодействии электромагнитных волн в цилиндрически симметричном потенциале нити. При этом вся цепочка атомов выступает как единый объект [8].

Углеродные нанотрубки благодаря их микроскопическим размерам обладают ярко выраженными квантовыми свойствами. В частности, квантовомеханические расчеты показывают, что волновая функция электрона в нанотрубке должна быть суперпозицией двух колебаний с близкими длинами волн, причем сложение мод должно приводить к пространственным биениям в распределении электронной плотности. Если длина волны каждой из мод примерно равна расстоянию между соседними атомами углерода, то масштаб биений охватывает сразу несколько атомов.

Так как движение атомов углеродных нанотрубок всегда можно разложить на два взаимно перпендикулярные колебания, то достаточно рассмотреть лишь линейный осциллятор. Чтобы

определить с классической точки зрения поглощение и диэлектрическую постоянную, связанную с колебаниями заряда, необходимо решить уравнение движения осциллятора в поле при определенных краевых условиях.

Пусть OZ ось совпадает с осью матриц, содержащие углеродные нанотрубки, состоящих из цепочки атомов. В том же направлении распространяется электромагнитная волна $\vec{E}$. Таким образом, уравнение движения *n* - го осциллятора в цепочке имеет вид:

$$m\,\ddot{\vec{r}}_n + m\omega_0^2\vec{r}_n - \chi\left[\left(\vec{r}_{n+1} - \vec{r}_n\right) + \left(\vec{r}_{n-1} - \vec{r}_n\right)\right] = q\vec{E}_n \qquad (1)$$

где *m*- удельная масса цепочки, q-заряд цепочки, χ- упругая константа цепочки нанотрубок, $\omega_0$– собственная круговая частота атомов углеродных нанотрубок, $\omega$– круговая частота колебаний поля $\vec{E}$.

Каждый атом состоит из частицы с массой $m$ и зарядом $q$ , связанной с упругой силой, пропорционально смещению, с более тяжелым ядром, заряд которого равен по величине и противоположен по знаку заряду q.

Предполагаем, что у атома нет ни постоянного, ни наведенного полями магнитного момента. Поэтому намагничение равно нулю и каждая частица ведет себя как некая фиктивная средняя частица. Это означает, что каждая частица находится под действием силы электрического поля, и атом ведет себя как гармонический осциллятор, а всю твердую структуру можно представить, как систему гармонических осцилляторов.

Энергия электромагнитного излучения поглощается, когда выполняется (1)

Переходя к дипольному моменту единицы объема, перепишем уравнение (1) в виде:

$$\ddot{\vec{P}}_n + \omega_0^2\vec{P}_n - \frac{\chi}{m}\left[\left(\vec{P}_{n+1} - \vec{P}_n\right) + \left(\vec{P}_{n-1} - \vec{P}_n\right)\right] = \frac{e^2}{mV_0}\vec{E}_n \qquad (2)$$

где- $\vec{P}_n = \frac{q\,\vec{r}_n}{V_0}$ -дипольный момент единицы объема.

Если считать длину электромагнитной волны $\lambda$, распространяющейся по углеродной нанотрубке, намного больше периода цепочки нанотрубки, то удельные дипольные моменты $\vec{P}_n$ являются медленно меняющимися функциями. Тогда уравнение (5.2) можно представить в виде:

$$\ddot{\vec{P}}(r) + \omega_0^2\vec{P}(z) - qa^2\frac{d^2\vec{P}(z)}{dz^2} = \frac{e^2}{mV_0}\vec{E}(z) \qquad (3)$$

где $a$ - период цепочки.

Рассмотрим сначала одномерную модель кристалла углеродной нанотрубки- цепочку из n одинаковых атомов, у которых крайние атомы жестко связаны с подложкой и неподвижны. Считая, что вначале нанотрубка не облучается электромагнитным полем:

$$\ddot{\vec{P}} + \omega_0^2\vec{P}_n = \frac{q}{m}\left[\left(\vec{P}_{n+1} - \vec{P}_n\right) + \left(\vec{P}_{n-1} - \vec{P}_n\right)\right] = \frac{q}{m}\left(\vec{P}_{n+1} - 2\vec{P}_n + \vec{P}_{n-1}\right) \qquad (4)$$

найдем собственные колебания системы. Будем искать решение в виде стоячей волны

$$r_n = A \sin kz \sin \omega t , \quad (5)$$

где k=2π/λ, z=na- координата n-го атома (n=0,1,2…. n –1)

Каждая гармоническая составляющая суперпозиции определяют свою собственную гармоническую стоячую волну с волновым числом.

В таком виде решение автоматически удовлетворяет граничному условию $r_0=0$.

Граничное условие для другого конца цепочки $r_{n-1}=0$, будет удовлетворено, если $\sin ka(n-1)=0$. Отсюда получим спектр собственных значений волнового числа $k$:

$$k_i = \frac{\pi_i}{a(n-1)} \quad (6)$$

где $a$ – диаметр нанотрубок, $i=1,2,\ldots,(n-2)$ (при $i=0$ и $n-1$ значение $\sin kz=0$, т.е. решение вообще не допускает движения).

Таким образом, смещение n-го атома можно представить в виде суперпозиции стоячих волн вида

$$r_{ni} = A_i \sin(k_i na) \sin \omega_i t) \quad (7)$$

Подставив выражение $r_{ni}$ в уравнение движения, найдем

$$\omega_i = 2\sqrt{q/m} \sin\left(k_i a/2\right) \quad (8)$$

где $\omega$ – круговая частота колебаний поля $\vec{E}$.

Отсюда видно, что число различных колебаний равно числу возможных значений волнового числа $k_i$, т.е. $n-2$, или, другими словами, числу колебательных степеней свободы рассматриваемой цепочки:

$$\omega_{\max} = 2\omega/m , \ \lambda_{\min} = 2a \quad (9)$$

$$\pi_{дл} = a\sqrt{\chi/m} , \ V_{дл}/V_{кор} = \pi/2 \quad (10)$$

При взаимодействии такой нанотрубки с электромагнитным полем уравнение (3) необходимо решить совместно с уравнением Максвелла для волны электрического поля:

$$\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \vec{P}}{\varepsilon_0 c^2 \partial t^2} \quad (11)$$

Ищем решение системы уравнение (5.3), (5.11) в виде:

$$\vec{P} = \frac{1}{2}\vec{P}_0 e^{-i(\omega t - kz)} + к.с. \quad (12)$$

$$\vec{E} = \frac{1}{2}\vec{E}_0 e^{-i(\omega t - kz)} + к.с. \quad (13)$$

Подставляя формулы (5.12) в уравнения (5.3) и (5.11) получаем:

$$\frac{\omega^2}{c^2} - k^2 = -\frac{\alpha}{\omega_0^2 + q/m\, k^2 a^2} \tag{14}$$

где $\alpha = \dfrac{\omega_0^2 e^2}{\varepsilon_0 m c^2 V_0}$

Отсюда:

$$k = \pm\left(\frac{\gamma \cdot \omega^2/c^2 - \omega_0^2 + \omega^2 \pm \sqrt{\gamma\,\omega^2/c^2 - (\omega_0^2 + \omega^2)^2 + 4\alpha\gamma}}{2\gamma}\right)^{1/2} \tag{15}$$

$$\gamma = qa^2/m$$

Таким образом, при данной частоте существует четыре волновых числа (и следовательно, 4-показателя преломления, связанного с $k$ соотношением:

$$n = c/\omega\, k \tag{16}$$

где *n*- показатель преломления, *c*- скорость света, *k*- волновой вектор *ω*- круговая частота колебаний поля $\vec{E}$.

Показано, что две волны движутся в одном направлении, две –с теми же значениями показателей преломления движутся в противоположном. Итак, в одном и том же направлении при фиксированной частоте даже в изотропной среде могут распространяться волны с разными показателями преломления рисунок 2. Это важно в средах типа нанотрубок, характеризующихся так называемой пространственной дисперсией, когда диэлектрическая проницаемость зависит не только от частоты, но и от волнового вектора [9-10].

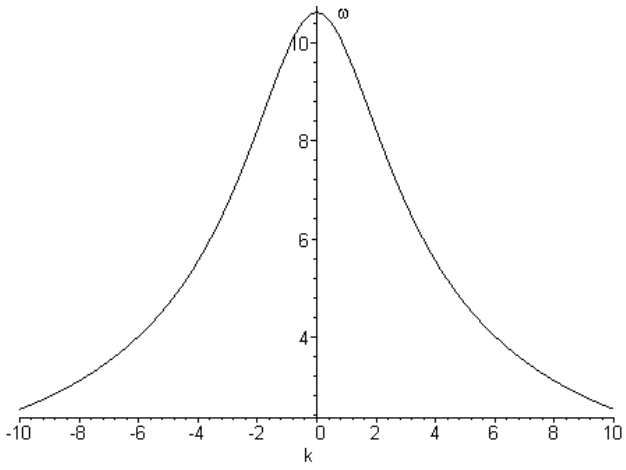



**Рис. 2**. Зависимость резонансной частоты $\omega$ от волнового вектора *k*

**Заключение**

Анализ показывает, что в углеродных нанотрубках согласно дисперсионным соотношениям возможна не только развязка электромагнитных волн в прямом и обратном направлениях, но и активный прием, преобразование и передача сигнала через углеродные наносистемы. Такие системы найдут применение как при создании дисплеев на основе углеродных нанотрубок, так и элементов объемных параллельных процессоров.

Причем обе эти системы могут быть совмещены в одном узле в виде тонкого свернутого листа. Для использования такого суперкомпьютера достаточно развернуть этот лист- экран-компьютер. При использовании углеродных наносистем ожидается появление электронных устройств, быстродействие и разрешение которых допускает моделирование любых процессов в реальном масштабе времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елецкий А.В. Углеродные нанотрубки// УФН -1997 -V.167. -№.9. -С.945-972.

2. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки: строение, свойства, применения. // М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. -293с.

3. Kosiak M. et al. Superconductivity in ropes of single-walled carbon nanotubes.// Phys. Rev. Lett. –2001. – V.86. –P. 2416–2419.

4. Tang Z.K. et al. Ultra-small single walled carbon nanotubes and their superconductivity properties. // Synthetic Met. –2003. –V.133-134. –P.689-693.

5 Елецкий А.В. // Перспективы применения углеродных нанотрубок. Российские нанотехнологии. – Т.2. – № 5-6. – 2007. – С. 6-17.

6. Сусляев В.И., Кузнецов В.Л., Мазов И.Н., Журавлев В.А., Кулешов Г.Е. Электромагнитный отклик от композиционного материала на основе многостенных угл

родных нанотрубок //Доклады ТУСУРа -№2 (22), -1 часть, -2010. –С. 56-58

7. Байтимбетова Б.А., Верменичев Б.М. Способ получения углеродных наноструктур путем магнетронного реактивного распыления графита в возгоняемых парах ароматических углеводородов //Патент 2013/0803.1

8. Ахиезер А.И., Шульга Н.Ф. Электродинамика высоких энергий в веществе. -М.:Наука, 1993. -344 с.

9. Борисенко В.Е. Наноэлектроника – основа информационных систем XXI века // Сор. образ. жур. – 1997. -№5. –С. 100-104.

10.Аканаев Б.А., Байтимбетова Б.А., Манабаев Н. Аномальная магнитная восприимчивость и поглощение электромагнитного излучения углеродными нанотрубками // Вестник КазНУ. Сер. Физ. -2003. -№2(15). -С. 75-80.

LITERATURA

1. Eletskii A.V. Uglerodnye nanotrubki //UFN -1997 -V.167. -N.9. -P.945-972.

2. Dyachkov P.N. Uglerodnye nanotrubki: stroenie, cvoistva, primeneniya. // M.:BINOM. Laborotora snanii, 2006. -293s.

3. Kosiak M. et al. Superconductivity in ropes of single-walled carbon nanotubes.// Phys. Rev. Lett. –2001. – V.86. –P. 2416–2419.

4. Tang Z.K. et al. Ultra-small single walled carbon nanotubes and their superconductivity properties. // Synthetic Met. –2003. –V.133-134. –P.689-693.

5 Eletzski A.V. //Perspektvi primenenya uglerodnih nanotrubok. Rossickie nanotechnology. -2007. -T. 2. № 5-6. C. 6-17.

6. Suslyaev V.I., Kuznetsov V.L., Mazov I.N., Juravlev V.A., Kuleschov G.E. Electromagnitny otklik ot kompozitsionnogo materiala na osnove mnogostennych uglerodnye nanotrubki //Doklady TUSURa -№2 (22), -1 chast, -2010. –S. 56-58

7. Baitimbetova B.A., Vermenichev B.M. Sposob poluchenya uglerodnih nanostructur putem magnetronnogo reaktivnogo raspilenya graphite v voztgonyaiemih parah uglevodorodov //Patent. 2013/0803.1.

8. Achizer A.I., Xhulga N.F. Electrodinamika vysokich energii v vechestve. -M.:Nauka, 1993. -344 s.

9. Borisenko V.E. Nanoelectrinika – osnova informazionnych system XXI veka // Sor. obraz. jur. – 1997. -№5. –S. 100-104.

10.Akanaev B.A., Baitimbetova B.A., Manabaev N. Anomalnaya magnitnaya vosprimcgivost I poglachenie electromagnitnogo izluchenya uglerodnymi nanotrubkami // Vestnik KazNU. Ser. Физ. -2003. -№2(15). -S. 75-80.

Байтімбетова Б.А., Ақанаев Б.А., Дуаметұлы Б, Сәрсембаева Б.Д.

**Ароматикалық көмірсутектер атмосферасында алынған көміртекті нанотүтікшелі жүйенің электромагниттік сәулеленумен әсерлесуі**

**Түйіндеме.** Мақалада ароматикалық көмірсутектер буы атмосферасында алынған көміртекті нанотүтікшелі жүйенің электромагниттік сәулеленумен әсерлесуі қарастырылған. Көміртекті нанотүтікшелерде дисперсиялық қатынасқа сай бір немес кері бағытта электромагниттік толқындар түйіні ғана активті қабылдауы емес, көміртекті наножүйелер арқылы сигналдар түрлендіріледі және өтеді.

**Түйін сөздер** – нанотүтікше, электромагниттік толқындар, түйін және сыну көрсеткіш.

Байтимбетова Б.А., Аканаев Б.А., Дуаметулы Б, Сарсембаева Б.Д.

**Взаимодействие электромагнитного излучения с системой углеродных нанотрубок, полученных в атмосфере ароматических углеводородов**

**Аннотация.** В статье рассмотрено дисперсия и развязки электромагнитных волн с системой углеродных нанотрубок**,** полученных, в атмосфере паров ароматических углеводородов. Расчетным путем показано что, в углеродных нанотрубках согласно дисперсионным соотношениям возможна не только развязка электромагнитных волн в прямом и обратном направлениях, но и активный прием, преобразование и передача сигнала через углеродные наносистемы.

**Ключевые слова** – нанотрубка, электромагнитные волны, дисперсия, развязка и показатель преломления.

Baitimbetova B.A., Akanaev B.A., Duametuly B, Sarsembaeva B.D.

**Interaction of electromagnetic radiation with a system of carbon nanotubes produced in an atmosphere of aromatic hydrocarbons**

**Summary.** The article reviewes the dispersion and decoupling of electromagnetic waves with a system of carbon nanotubes produced in an atmosphere of a vapor of aromatic hydrocarbons. One of the more significant findings to emerge from this study is carbon nanotubes that according to the dispersion relations can not only denouement of electromagnetic waves in forward and reverse directions, but also an active reception, conversion and signal transmission through carbon nanosystems.

**Key words** - nanotube, electromagnetic waves, dispersion, isolation and refractive index.

УДК 622.054

**В.Г. Голубев, К.С. Надиров, М.К. Жантасов, Г.Ж. Бимбетова,**
**Х.А. Аширбаев, К.С. Затыбеков**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ НЕФТЯНОГО КЕРНА КУМКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАСТВОРАМИ НПАВ

**Аннотация**. В данной работе на основании экспериментальных исследований представлены результаты определения краевого угла смачивания нефтяного керна Кумкольского месторождения растворами НПАВ. Приведена зависимость краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Кумкольского месторождения растворами НПАВ от концентрации НПАВ на границе раздела «нефть - водный раствор НПАВ». Определено, что с увеличением концентрации НПАВ в пластовой воде наблюдается значительное снижение значения краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна

**Ключевые слова**: экспериментальные исследования, краевой угол смачивания, концентрация НПАВ, нефтяной керн.

В процессе вытеснения нефти поверхностно-активные вещества оказывают влияние на следующие взаимосвязанные факторы [1-12]:

- межфазное натяжение на границе нефть - вода и поверхностное натяжение на границах вода - порода и нефть - порода, обусловленное их адсорбцией на этих поверхностях раздела фаз;

- отношение подвижностей вытесняемого и вытесняющего флюидов (за счет уменьшения вязкости нефти или подвижности вытесняющего агента);

- перераспределение находящихся в пласте нефти, воды и газ с целью консолидации запасов нефти.

Кроме того, действие поверхностно-активных веществ проявляется в изменении избирательного смачивания поверхности породы водой и нефтью, разрыве и отмывании с поверхности пород пленки нефти, стабилизации дисперсии нефти в воде, приросте коэффициентов вытеснения нефти водной фазой при принудительном вытеснении и при капиллярной пропитке, в повышении относительных фазовых проницаемостей пористых сред.

Исследования по определению краевого угла смачивания нефтяного керна Кумкольского месторождения растворами НПАВ проводили методом растекающейся капли по методике [13-17].

Исследования проводили на естественных образцах керна Кумкольского месторождения. Фильтрационно-емкостные характеристики образцов керна приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Фильтрационно-емкостные характеристики образцов керна**

| № п.п | Характеристика | Образец керна месторождения Кумколь |
|---|---|---|
| 1 | Тип коллектора | песчаники и алевролиты |
| 2 | Длина, см | 100 |
| 3 | Диаметр,см | 50 |
| 4 | Открытая пористость, % | до 25 |
| 5 | Проницаемость, мкм$^2$ | до 5,880 |
| 6 | Коэффициент нефтенасыщенности д.е. | 0,58-0,71 |

Перед проведением исследований образцы керна помощью отжимной центрифуги промывались спирто-бензольной смесью (соотношение 1:2) и дистиллированной водой.

После этого образцы керна помещались в термошкаф при температуре 105 ºС и высушивались до достижения постоянной массы.

Для моделирования нефтенасыщенного коллектора со связанной водой модель элемента пласта вакуумировалась, насыщалась моделью пластовой воды, и по этой воде определялась проницаемость модели элемента пласта.

Затем модель пластовой воды вытеснялась из трубки тока нефтью с постоянным расходом до достижения неснижаемой остаточной водонасыщенности.

В экспериментах использовались реагенты НПАВ трех марок - ОП-10, Неопол АФ 9-6С и Сульфанол.

Концентрацию добавок НПАВ в пластовой воде варьировали в пределах 0,25-0,2% масс.

Исследования проводили при температуре 50 $^oC$, что соответствует пластовой температуре данного месторождения.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице 2 и на рисунке 1.

На основании результатов проведенных экспериментов можно заключить, что обработка поверхности нефтяного керна растворами НПАВ приводит к существенной гидрофилизации его поверхности.

Последнее явление может быть объяснено действием поверхностно-активных веществ, резко снижающих поверхностное натяжение на границе нефть – раствор НПАВ, повышая смачиваемость нефти.

Из рисунка 1 видно, что значение краевого угла смачивания зависит от концентрации НПАВ в растворе пластовой воды и вида применяемого реагента.

С увеличением концентрации НПАВ в пластовой воде наблюдается значительное снижение значения краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна.

Так гидрофобная поверхность модели керна насыщенного нефтью, с краевым углом смачивания пластовой водой более 105$^o$, после обработки поверхности керна 0,25% масс. раствором ОП-10, становится гидрофильной, а значение краевого угла смачивания, в условиях проведенного эксперимента составляет 75$^o$ линия 1, рис. 1.

Если при концентрации ОП-10 – 0,25% масс., значение краевого угла смачивания составляет 75$^o$, то при концентрации 2,0% масс., значение краевого угла смачивания составляет 63,5$^o$, линия 1, рис. 1.

Таблица 2. **Результаты экспериментов по определению краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Кумкольского месторождения различными растворами НПАВ**

| №№ п/п | Концентрация НПАВ, %, масс. | Температура раствора НПАВ, $^0$C | Параметры капли раствора | | cos θ | Краевой угол смачивания θ, град. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Диаметр, мм | Высота, мм | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Используемый реагент НПАВ - Сульфанол | | | | | | |
| 1 | 0,25 | 50 | 2,4 | 1,04 | 0,1391 | 82 |
| 2 | 0,5 | 50 | 2,3 | 0,91 | 0,2266 | 76,9 |
| 3 | 1,0 | 50 | 2,6 | 0,97 | 0,2823 | 73,6 |
| 4 | 1,5 | 50 | 2,4 | 0,891 | 0,2890 | 73,2 |
| 5 | 2,0 | 50 | 2,7 | 0,891 | 0,2890 | 73,2 |
| Используемый реагент НПАВ – Неопол АФ 9-6С | | | | | | |
| 6 | 0,25 | 50 | 2,5 | 1,021 | 0,1993 | 78,5 |
| 7 | 0,5 | 50 | 2,35 | 0,86 | 0,3007 | 72,5 |
| 8 | 1,0 | 50 | 2,6 | 0,91 | 0,3420 | 70 |
| 9 | 1,5 | 50 | 2,4 | 0,825 | 0,3583 | 69 |
| 10 | 2,0 | 50 | 2,5 | 0,825 | 0,3583 | 69 |
| Используемый реагент НПАВ – ОП-10 | | | | | | |
| 11 | 0,25 | 50 | 2,40 | 0,92 | 0,2588 | 75 |
| 12 | 0,5 | 50 | 2,3 | 0,765 | 0,3859 | 67,3 |
| 13 | 1,0 | 50 | 2,6 | 0,826 | 0,4241 | 64,9 |
| 14 | 1,5 | 50 | 2,7 | 0,743 | 0,4383 | 64 |
| 15 | 2,0 | 50 | 2,5 | 0,773 | 0,4461 | 63,5 |

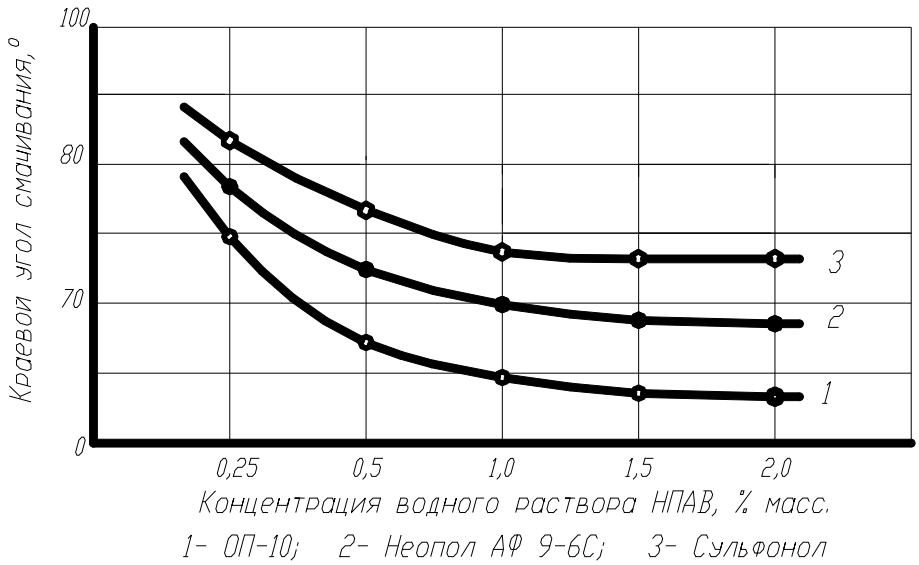



**Рис. 1.** Зависимость краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Кумкольского месторождения растворами НПАВ, от концентрации НПАВ

Аналогичная зависимость влияния концентрации НПАВ на значение краевого угла смачивания наблюдается при использовании реагентов Неопол АФ 9-6С и Сульфанола, линии 2, 3.

При этом следует отметить, что наилучшая эффективность достигается при использовании реагента ОП-10, что возможно связано с физико-химическими свойствами применяемых реагентов.

Таким образом, в представленной работе проведены исследования по определению, зависимости краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Кумкольского месторождения

от концентрации и вида используемого реагента НПАВ. Установлена взаимосвязь зависимости изменения межфазного натяжения на границе раздела «нефть - водный раствор НПАВ» и значения краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна водным раствор НПАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бабалян Г.А. Физико-химические основы применения поверхностно-активных веществ при разработке нефтяных пластов / Г.А. Бабалян, И.И. Кравченко, И.Л. Мархасин, Г.В. Рудаков – М.: Гостоптехиздат, 1962. – 283 с.

2 Бабалян, Г.А. Применение ПАВ для увеличения нефтеотдачи пластов / Г.А. Бабалян и др. // Нефтяное хозяйство. –№ 7. - 1976. – С. 7–16.

3 Хусаинов Р.Р., Обоснование комбинированной технологии повышения нефтеотдачи пластов с применением поверхностно-активных веществ и плазменно-импульсной технологии. Дис. ... канд. техн. наук: 25.00.17. – Санкт-Петербург, 2014.-146 с.

4 Ленченкова Л. Е., Повышение эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов нефти физико-химическими методами. Автореферат дис…докт. тех. наук. 25.00.17. Уфа, 2002 г. 49 с.

5 Курдабаев М., Повышение эффективности работы нефтедобывающих скважин на основе использования смесей многофункциональных водорастворимых композиций ПАВ и полимеров. Автореферат дис....канд. тех. наук. 25.00.17. Москва, 2011. - 22 с.

6 Кудашева Ф.Х., Бадикова А.Д., Мусина А.М., Муталлов И.Ю. Составы для нефтевытеснения на основе отходов нефтехимии//Нефтегазовое дело. Электронный научный журнал. Выпуск 1. - 2010. - 6 с.

7 Усманова Ф.М. Механизм действия щелочи на нефть и выбор условий щелочного заводнения нефтяного месторождения. Дис…. канд. техн. наук.05.15.06. М., 1984. - 121 с.

8 Ибатуллин Р.Р. Результаты и перспективы методов увеличения нефтеотдачи в ОАО «Татнефть» / Р.Р. Ибатуллин и др. // Нефтяное хозяйство. –№5. – 2002. – С. 74 –76.

9 ГОСТ Р 50097-92 Вещества поверхностно-активные. Определение межфазного натяжения. Метод объема капли.

10 Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. Под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. М.: Химия. - 1986. - 216 с.

11 ГОСТ 26450.0-85 «Породы горные. Общие требования к отбору и подготовке проб для определения коллекторских свойств».

12 ОСТ 39-195-86 «Нефть. Метод определения коэффициента вытеснения нефти водой в лабораторных условиях».

13 ГОСТ 26450.1-85 «Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением».

14 Злобин А.А., Юшков И.Р. О механизме структурной перестройки нефтей в поровом объеме пород-коллекторов // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – № 5. – 2010. –С. 45–52.

15 Эбзеева О.Р., Злобин А.А. Анализ свойств граничных слоев нефти после заводнения пластов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – № 2. – 2012. – С. 87–94.

16 Хижняк Г.П., Амиров А.М., Мошева А.М., Мелехин С.В., Чижов Д.Б. Влияние смачиваемости на коэффициент вытеснения нефти. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 6. – С. 54–63.

17 Михайлов Н.Н., Семенова Н.А., Сечина Л.С. Микроструктурная смачиваемость и ее влияние на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов. – М.: Нефтегаз International, 2009. – С. 8–11.

REFERENCES

1 Babaljan G.A. Fiziko-himicheskie osnovy primenenija poverhnostno-aktivnyh veshestv pri razrabotke neftjanyh plastov / G.A. Babaljan, I.I. Kravchenko, I.L. Marhasin, G.V. Rudakov – M.: Gostoptehizdat, 1962. – 283 s.

2 Babaljan, G.A. Primenenie PAV dlja uvelichenija nefteotdachi plastov / G.A. Babaljan i dr. // Neftjanoe hozjaistvo. –№ 7. - 1976. – S. 7–16.

3 Husainov R.R., Obosnovanie kombinirovannoi tehnologii povyshenija nefteotdachi plastov s primeneniem poverhnostno-aktivnyh veshestv i plazmenno-impulsnoi tehnologii. Dis. ... kand. tehn. nauk: 25.00.17. – Sankt-Peterburg, 2014.-146 s.

4 Lenchenkova L. E., Povyshenie yeffektivnosti vyrabotki trudnoizvlekaemyh zapasov nefti fiziko-himicheskimi metodami. Avtoreferat dis…dokt. teh. nauk. 25.00.17. Ufa, 2002. - 49 s.

5 Kurdabaev M., Povyshenie yeffektivnosti raboty neftedobyvayushih skvazhin na osnove ispolzovanija smesei mnogofunkcional'nyh vodorastvorimyh kompozicii PAV i polimerov. Avtoreferat dis....kand. teh. nauk. 25.00.17. Moskva, 2011 g. 22 s.

6 Kudasheva F.H., Badikova A.D., Musina A.M., Mutallov I.YU. Sostavy dlja neftevytesnenija na osnove othodov neftehimii//Neftegazovoe delo. Yelektronnyi nauchnyi zhurnal. Vypusk 1. - 2010. - 6 s.

7 Usmanova F.M. Mehanizm deistvija shelochi na neft i vybor uslovii shelochnogo zavodnenija neftjanogo mestorozhdenija. Dis…. kand. tehn. nauk.05.15.06. M., 1984. - 121 s.

8 Ibatullin R.R. Rezul'taty i perspektivy metodov uvelichenija nefteotdachi v OAO «Tatneft» / R.R. Ibatullin i dr. // Neftjanoe hozjaistvo. – №5. – 2002. – S. 74 –76.

9 GOST R 50097-92 Veshestva poverhnostno-aktivnye. Opredelenie mezhfaznogo natjazhenija. Metod obema kapli.

10 Laboratornye raboty i zadachi po kolloidnoi himii. Pod red. Yu.G. Frolova i A.S. Grodskogo. M.: Himija. - 1986. - 216 s.

11 GOST 26450.0-85 «Porody gornye. Obshie trebovanija k otboru i podgotovke prob dlja opredelenija kollektorskih svoistv».

12 OST 39-195-86 «Neft. Metod opredelenija koyefficienta vytesnenija nefti vodoi v laboratornyh uslovijah».

13 GOST 26450.1-85 «Porody gornye. Metod opredelenija koyefficienta otkrytoi poristosti zhidkostenasysheniem».

14 Zlobin A.A., Yushkov I.R. O mehanizme strukturnoi perestroiki neftei v porovom obeme porod-kollektorov // Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. Geologija, geoinformacionnye sistemy, gorno-neftjanoe delo. – № 5. – 2010. – S. 45–52.

15 Yebzeeva O.R., Zlobin A.A. Analiz svoistv granichnyh sloev nefti posle zavodnenija plastov. Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo. – № 2. – 2012. – S. 87–94.

16 Hizhnjak G.P., Amirov A.M., Mosheva A.M., Melehin S.V., Chizhov D.B. Vlijanie smachivaemosti na koyefficient vytesnenija nefti. Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatelskogo politehnicheskogo universiteta. Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo. – 2013. – № 6. – S. 54–63.

17 Mihailov N.N., Semenova N.A., Sechina L.S. Mikrostrukturnaja smachivaemost i ee vlijanie na filtracionno-emkostnye svoistva produktivnyh plastov. – M.: Neftegaz International, 2009. – S. 8–11.

Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж.
Аширбаев Х., Затыбеков К.С.

**Құмкөл кен орынының мұнай керның ТБАЗ ерітінділерімен ылғалдану шегінің бұрышын анықтау**

**Түйіндеме**. Берілген жұмыста Құмкөл кенорынының мұнайын ТБАЗ ерітінділерімен ылғалдану шегінің бұрышын анықтау негізінде тәжірибе бойынша алынған нәтижелері келтірілген. Құмкөл кенорынының мұнай керның бетін «мұнай-ТБАЗ сулы ерітіндісі» бөлу шегінің ТБАЗ ерітінділерімен ТБАЗ концентрациясына ылғалдану шегінің бұрыш тәуелділігі көрсетілді. Қабатты судағы ТБАЗ концентрациясын жоғарлату арқылы мұнай керны бетінің ылғалдану шегінің бұрыштық мәні едәуір төмендейтіні байқалады.

**Түйін сөздер:** тәжірибелік зерттеулер, ылғалдандыру шегінің бұрышы, ТБАЗ концентрациясы, мұнай керны.

Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh.
Ashirbayev H., Zatybekov K.S.

**Determination of the contact angle of the oil core Kumkol field solutions of nonionic surfactant**

**Summary.** In this paper, based on the results of experimental studies determining the contact angle of the oil core Kumkol field solutions of nonionic surfactant. Shows the dependence of the contact angle of the surface of the oil core Kumkol field solutions of nonionic surfactant concentration of nonionic surfactant at the interface of the "oil - aqueous solution of nonionic surfactant." Determined that with increasing concentration of nonionic surfactant in the water reservoir there is a significant decrease in value of the contact angle of the surface of the oil core.

**Key words:**: experimental studies, the contact angle, the concentration of nonionic surfactant, an oil core.

УДК 622.054

**В.Г. Голубев, К.С. Надиров, М.К. Жантасов, Г.Ж. Бимбетова**
**Х.А. Аширбаев, К.С. Затыбеков**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан)

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ НЕФТЯНОГО КЕРНА АРЫСКУМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАСТВОРАМИ НПАВ

**Аннотация**. В данной работе на основании экспериментальных исследований представлены результаты определения краевого угла смачивания нефтяного керна Арыскумского месторождения растворами НПАВ. Приведена зависимость краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Арыскумского месторождения растворами НПАВ от концентрации НПАВ ана границе раздела «нефть - водный раствор НПАВ». Определено, что с увеличением концентрации НПАВ в пластовой воде наблюдается значительное снижение значения краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна

**Ключевые слова**: экспериментальные исследования, краевой угол смачивания, концентрация НПАВ, нефтяной керн.

Физико-химические методы повышения нефтеотдачи применяются для дополнительного извлечения нефти из сильно истощенных, заводненных нефтеносных пластов с рассеянной, нерегулярной нефтенасыщенностью [1-15].

Объектами применения являются залежи с низкой вязкостью нефти (не более 10 мПа·с), низкой соленостью воды, продуктивные пласты представлены карбонатными коллекторами с низкой проницаемостью. Особенно эффективными данные методы являются для тех пластов, которые характеризуются слабой гидродинамической связью и резкой неоднородностью.

Исследования по определению краевого угла смачивания нефтяного керна Арыскумского месторождения растворами НПАВ проводили методом растекающейся капли по методике [16-17].

Исследования, как и в предыдущей серии опытов проводили на естественных образцах керна Арыскумского месторождения.

Фильтрационно-емкостные характеристики образцов керна приведены в табл 1.

В экспериментах также использовались реагенты НПАВ трех марок - ОП-10, Неопол АФ 9-6С и Сульфанол.

Таблица 1. **Фильтрационно-емкостные характеристики образцов керна**

| № п.п | Характеристика | Образец керна месторождения Арыскум |
|---|---|---|
| 1 | Тип коллектора | песчаники и алевролиты |
| 2 | Длина, см | 100 |
| 3 | Диаметр,см | 50 |
| 4 | Открытая пористость, % | до15 |
| 5 | Проницаемость, мкм$^2$ | до 0,054 |
| 6 | Коэффициент нефтенасыщенности д.е. | 0,66 |

Концентрацию добавок НПАВ в пластовой воде варьировали в пределах 0,25-0,2% масс.

Исследования проводили при температуре 50 $^oC$, что соответствует пластовой температуре данного месторождения.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице 2 и на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что значение краевого угла смачивания зависит от концентрации НПАВ в растворе пластовой воды и вида применяемого реагента.

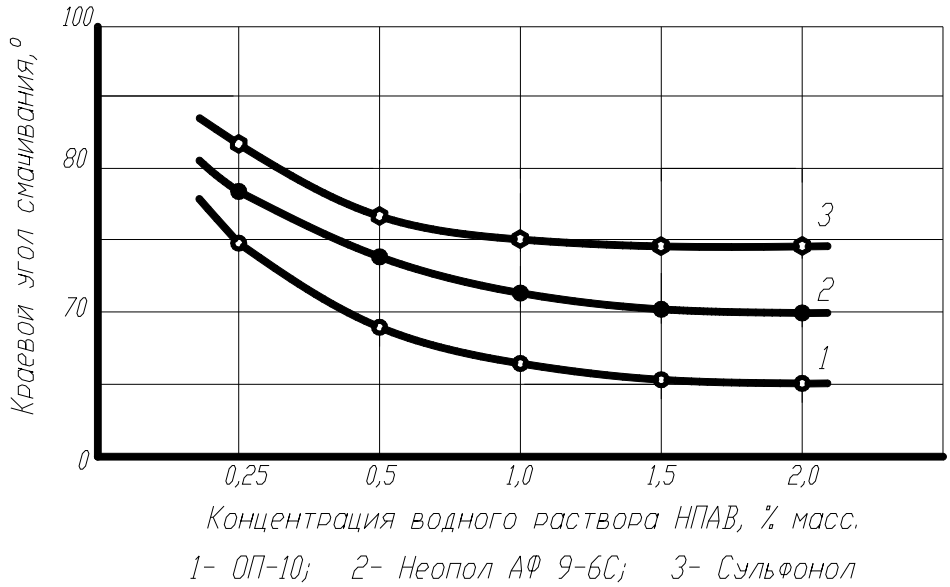



**Рис. 1.** Зависимость краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Арыскумского месторождения растворами НПАВ, от концентрации НПАВ

С увеличением концентрации НПАВ в пластовой воде наблюдается значительное снижение значения краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна.

Результаты исследований смачивания нефтяного керна растворами, различных НПАВ согласуются с результатами исследований влияния концентрации различных НПАВ в растворе пластовой воды на межфазное натяжения на границе раздела нефть – раствор НПАВ.

Анализ результатов исследований подтверждает существующую закономерность - снижение межфазного натяжения на границе раздела нефть - раствор НПАВ, приводит снижению значения краевого угла смачивания на границе поверхность нефтяного керна – раствор НПАВ.

Таким образом, в представленной работе проведены исследования по определению, зависимости краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Кумкольского месторождения от концентрации и вида используемого реагента НПАВ. Установлена взаимосвязь зависимости изменения межфазного натяжения на границе раздела «нефть - водный раствор НПАВ» и значения краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна водным раствор НПАВ.

Таблица 2. **Результаты экспериментов по определению краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна Арыскумского месторождения различными растворами НПАВ**

| №№ п/п | Концентрация НПАВ, %, масс | Температура раствора НПАВ, $^0$C | Параметры капли раствора | | cos θ | Краевой угол смачивания θ, град. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Диаметр, мм | Высота, мм | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Используемый реагент НПАВ - Сульфанол | | | | | | |
| 1 | 0,25 | 50 | 2,4 | 1,04 | 0,1391 | 82 |
| 2 | 0,5 | 50 | 2,5 | 0,99 | 0,2283 | 76,8 |
| 3 | 1,0 | 50 | 2,6 | 0,997 | 0,2588 | 75 |
| 4 | 1,5 | 50 | 2,4 | 0,912 | 0,2672 | 74,5 |
| 5 | 2,0 | 50 | 2,7 | 1,02 | 0,2672 | 74,5 |
| Используемый реагент НПАВ – Неопол АФ 9-6С | | | | | | |
| 6 | 0,25 | 50 | 2,5 | 1,02 | 0,1942 | 78,8 |
| 7 | 0,5 | 50 | 2,35 | 0,885 | 0,2756 | 74 |
| 8 | 1,0 | 50 | 2,6 | 0,935 | 0,3173 | 71,5 |
| 9 | 1,5 | 50 | 2,4 | 0,841 | 0,3411 | 70,05 |
| 10 | 2,0 | 50 | 2,5 | 0,875 | 0,3420 | 70 |

| Используемый реагент НПАВ – ОП-10 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 0,25 | 50 | 2,40 | 0,919 | 0,2605 | 74,9 |
| 12 | 0,5 | 50 | 2,3 | 0,79 | 0,3583 | 69 |
| 13 | 1,0 | 50 | 2,6 | 0,852 | 0,3987 | 66,5 |
| 14 | 1,5 | 50 | 2,7 | 0,86 | 0,4218 | 65,05 |
| 15 | 2,0 | 50 | 2,5 | 0,796 | 0,4226 | 65 |

Учитывая положительное влияние на снижение поверхностного натяжения и краевой угол смачивания, используемых реагентов НПАВ, целесообразным будет проведение исследований по определению коэффициентов вытеснения нефти из модели нефтяного пласта растворами этих реагентов в пластовой воде.

В связи с чем, дальнейшие серии опытов направлены на экспериментальные исследования по определению влияния на коэффициент вытеснения нефти из моделей нефтяного пласта растворами НПАВ марок - ОП-10, Неопол АФ 9-6С и Сульфанол в пластовой воде месторождений Кумколь и Арыскум.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бабалян Г.А. Физико-химические основы применения поверхностно–активных веществ при разработке нефтяных пластов / Г.А. Бабалян, И.И. Кравченко, И.Л. Мархасин, Г.В. Рудаков – М.: Гостоптехиздат, 1962. – 283 с.

2 Бабалян Г.А. Применение ПАВ для увеличения нефтеотдачи пластов / Г.А. Бабалян и др. // Нефтяное хозяйство. – № 7. – 1976. – С. 7–16.

3 Хусаинов Р.Р. Обоснование комбинированной технологии повышения нефтеотдачи пластов с применением поверхностно-активных веществ и плазменно-импульсной технологии. Дис. ... канд. техн. наук: 25.00.17. – Санкт-Петербург, 2014.-146 с.

4 Ленченкова Л.Е., Повышение эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов нефти физико-химическими методами. Автореферат дис…докт. тех. наук. 25.00.17. Уфа, 2002. - 49 с.

5 Курдабаев М. Повышение эффективности работы нефтедобывающих скважин на основе использования смесей многофункциональных водорастворимых композиций ПАВ и полимеров. Автореферат дис....канд. тех. наук. 25.00.17. Москва, 2011. - 22 с.

6 Кудашева Ф.Х., Бадикова А.Д., Мусина А.М., Муталлов И.Ю. Составы для нефтевытеснения на основе отходов нефтехимии // Нефтегазовое дело. Электронный научный журнал. Выпуск 1. - 2010. - 6 с.

7 Усманова Ф.М., Механизм действия щелочи на нефть и выбор условий щелочного заводнения нефтяного месторождения. Дис…. канд. техн. наук.05.15.06. М., 1984. - 121 с.

8 Ибатуллин Р.Р. Результаты и перспективы методов увеличения нефтеотдачи в ОАО «Татнефть» / Р.Р. Ибатуллин и др. // Нефтяное хозяйство. – №5.– 2002. – С. 74–76.

9 ГОСТ Р 50097-92 Вещества поверхностно-активные. Определение межфазного натяжения. Метод объема капли.

10 Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. Под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. М.: Химия. - 1986. - 216 с.

11 ГОСТ 26450.0-85 «Породы горные. Общие требования к отбору и подготовке проб для определения коллекторских свойств».

12 ОСТ 39-195-86 «Нефть. Метод определения коэффициента вытеснения нефти водой в лабораторных условиях».

13 ГОСТ 26450.1-85 «Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением».

14 Злобин А.А., Юшков И.Р. О механизме структурной перестройки нефтей в поровом объеме пород-коллекторов // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – № 5. – 2010. – С. 45–52.

15. Эбзеева О.Р., Злобин А.А. Анализ свойств граничных слоев нефти после заводнения пластов. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 2. – С. 87–94.

16 Хижняк Г.П., Амиров А.М., Мошева А.М., Мелехин С.В., Чижов Д.Б. Влияние смачиваемости на коэффициент вытеснения нефти. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – № 6. – 2013. –С. 54–63.

17 Михайлов Н.Н., Семенова Н.А., Сечина Л.С. Микроструктурная смачиваемость и ее влияние на фильтрационно-емкостные свойства продуктивных пластов. – М.: Нефтегаз International, 2009. – С. 8–11.

REFERENCES

1 Babaljan G.A. Fiziko-himicheskie osnovy primenenija poverhnostno-aktivnyh veshestv pri razrabotke neftjanyh plastov / G.A. Babaljan, I.I. Kravchenko, I.L. Marhasin, G.V. Rudakov – M.: Gostoptehizdat, 1962. – 283 s.

2 Babaljan G.A. Primenenie PAV dlja uvelichenija nefteotdachi plastov / G.A. Babaljan i dr. // Neftjanoe hozjaistvo. – № 7. – 1976. – S. 7–16.

3 Husainov R.R. Obosnovanie kombinirovannoi tehnologii povyshenija nefteotdachi plastov s primeneniem poverhnostno-aktivnyh veshestv i plazmenno-impul'snoi tehnologii. Dis. ... kand. tehn. nauk: 25.00.17. – Sankt-Peterburg, 2014.-146 s.

4 Lenchenkova L.E., Povyshenie yeffektivnosti vyrabotki trudnoizvlekaemyh zapasov nefti fiziko-himicheskimi metodami. Avtoreferat dis…dokt. teh. nauk. 25.00.17. Ufa, 2002. - 49 s.

5 Kurdabaev M. Povyshenie yeffektivnosti raboty neftedobyvayushih skvazhin na osnove ispolzovanija smesei mnogofunkcionalnyh vodorastvorimyh kompozicii PAV i polimerov. Avtoreferat dis....kand. teh. nauk. 25.00.17. Moskva, 2011. - 22 s.

6 Kudasheva F.H., Badikova A.D., Musina A.M., Mutallov I.YU. Costavy dlja neftevytesnenija na osnove othodov neftehimii // Neftegazovoe delo. Yelektronnyi nauchnyi zhurnal. Vypusk 1. - 2010. - 6 s.

7 Usmanova F.M., Mehanizm deistvija shelochi na neft i vybor uslovii shelochnogo zavodnenija neftjanogo mestorozhdenija. Dis…. kand. tehn. nauk.05.15.06. M., 1984. - 121 s.

8 Ibatullin R.R. Rezultaty i perspektivy metodov uvelichenija nefteotdachi v OAO «Tatneft» / R.R. Ibatullin i dr. // Neftjanoe hozjaistvo. – №5.– 2002. – S. 74–76.

9 GOST R 50097-92 Veshestva poverhnostno-aktivnye. Opredelenie mezhfaznogo natjazhenija. Metod obema kapli.

10 Laboratornye raboty i zadachi po kolloidnoi himii. Pod red. YU.G. Frolova i A.S. Grodskogo. M.: Himija. - 1986. - 216 s.

11 GOST 26450.0-85 «Porody gornye. Obshie trebovanija k otboru i podgotovke prob dlja opredelenija kollektorskih svoistv».

12 OST 39-195-86 «Neft. Metod opredelenija koyefficienta vytesnenija nefti vodoi v laboratornyh uslovijah».

13 GOST 26450.1-85 «Porody gornye. Metod opredelenija koyefficienta otkrytoi poristosti zhidkostenasysheniem».

14 Zlobin A.A., Yushkov I.R. O mehanizme strukturnoi perestroiki neftei v porovom obeme porod-kollektorov // Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. Geologija, geoinformacionnye sistemy, gorno-neftjanoe delo. – № 5. – 2010. – S. 45–52.

15. Yebzeeva O.R., Zlobin A.A. Analiz svoistv granichnyh sloev nefti posle zavodnenija plastov. Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatelskogo politehnicheskogo universiteta. Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo. – 2012. – № 2. – S. 87–94.

16 Hizhnjak G.P., Amirov A.M., Mosheva A.M., Melehin S.V., Chizhov D.B. Vlijanie smachivaemosti na koyefficient vytesnenija nefti. Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatelskogo politehnicheskogo universiteta. Geologija. Neftegazovoe i gornoe delo. – № 6. – 2013. –S. 54–63.

17 Mihailov N.N., Semenova N.A., Sechina L.S. Mikrostrukturnaja smachivaemost i ee vlijanie na filtracionno-emkostnye svoistva produktivnyh plastov. – M.: Neftegaz International, 2009. – S. 8–11.

Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х., Затыбеков К.С.

**Арысқұм кен орынының мұнай керның ТБАЗ ерітінділерімен ылғалдану шегінің бұрышын анықтау**

**Түйіндеме**. Берілген жұмыста Арысқұм кенорынының мұнайын ТБАЗ ерітінділерімен ылғалдану шегінің бұрышын анықтау негізінде тәжірибе бойынша алынған нәтижелері келтірілген. Арысқұм кенорынының мұнай кенорнының бетін «мұнай-ТБАЗ сулы ерітіндісі» бөлу шегінің ТБАЗ ерітінділерімен ТБАЗ концентрациясына ылғалдану шегінің бұрыш тәуелділігі көрсетілді. Қабатты судағы ТБАЗ концентрациясын жоғарлату арқылы мұнай керны бетінің ылғалдану шегінің бұрыштық мәні едәуір төмендейтіні байқалады.

**Түйін сөздер:** тәжірибелік зерттеулер, ылғалдандыру шегінің бұрышы, ТБАЗ концентрациясы, мұнай керны.

Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Ashirbayev H., Zatybekov K.S.

**Determination of the contact angle of oil field Aryskum core solutions of nonionic surfactant**

**Summary.** In this paper, based on the results of experimental studies determining the contact angle of oil field Aryskum core solutions of nonionic surfactant. Shows the dependence of the contact angle of the surface of the oil core Aryskum field solutions of nonionic surfactant concentration of nonionic surfactant at the interface of the "oil - aqueous solution of nonionic surfactant." Determined that with increasing concentration of nonionic surfactant in the water reservoir there is a significant decrease in value of the contact angle of the surface of the oil core

**Key words:** experimental studies, the contact angle, the concentration of nonionic surfactant, an oil core.

УДК 004

**К. Мукапил, Г. Бекетова, Н. Жұманғалиева, В. Төлемісова**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, kaiyrkhan@mail.ru)

# АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУДЫҢ БИОМЕТРИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

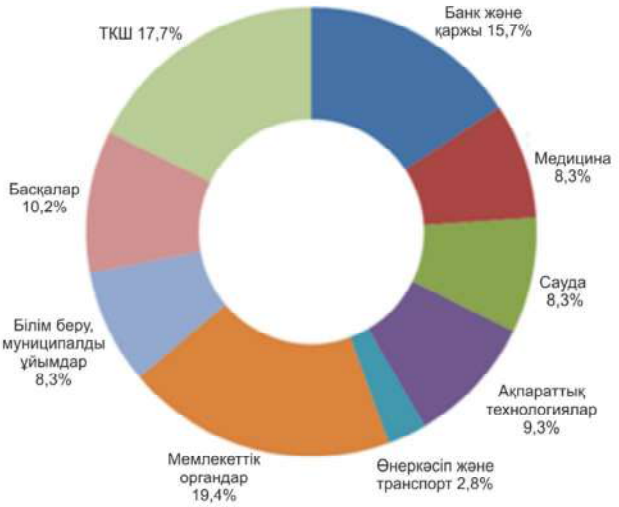
**Аңдатпа.** Бұл мақалада ақпаратты қорғаудың биометриялық әдістері қарастырылған. Адамның биометриясын қолданатын аутентификация құралдарының классификациясы келтірілген. Тұлға аутентификациясының таратылған әдістерінің жетістіктері мен кемшіліктерінің салыстырмалы талдауы беріледі. Мұнда «анық емес экстракторлар» және биометрия-код нейрожелілік түрлендіргіштерін қолдану арқылы ақпаратты қорғау технологиялары тереңірек сипатталған.

Бірінші әдіс бойынша, анық емес контейнерлердің қалыптасуы мен қолданылуы қарастырылған, сонымен қатар тұлғаның анық емес биометриялық мәліметтерін кодқа түрлендіру құрылымдық сызбасы келтірілген.

Екінші әдіс бойынша, биометрия-нейрожелілік аутентификацияның жалпы құрылымдық жүйесі сипатталған, жүйеде ақпаратты өңдеу сызбасы бейнеленген, сонымен бірге жасанды нейрондық желіні оқыту және оқытудан кейінгі жүйені тестілеуге көбірек назар аударылған.

**Кілттік сөздер:** биометрия, биометриялық сәйкестендіру, аутентификацияның биометриялық жүйелері, биометриялық технологиялар, ақпаратты қорғау, нейрондық желі.

**Кіріспе.** Қазіргі кезде ұйымдардың көптеген бөлігі электронды құжат айналымына өтуде. Мәліметтерді орталықтандырылған және таратылған сақтау қолданылады. Электронды үкіметтің қызметтерін қолдануда азаматтардың белсенділігі байқалды. Бұның барлығы, бір жағынан, ақпарат көлемінің көбеюіне, сонымен бірге оның құпиялылығына алып келеді. Ал басқа тұрғыдан қарағанда бұл құпия ақпараттарға енуге тырысатын потенциалды бұзушылар өсуде. Сондықтан Интернет желісінен таралатын ұйымдар мен азаматтардың ақпараттарын сенімді сақтау мәселелері өзекті болып отыр [1-3].




**1-сурет.** Әр түрлі құрылымдардағы мәліметтердің жариялануы

Өкінішке орай, осы кезге дейін Интернет иесіз, өзіне деген сенімділігі төмен жасырын орта болып келеді. Бұл бір жағынан, түрлі алаяқтарға арналған орта болып табылады, ал басқа жағынан, қарапайым азаматтардың электронды үкіметке деген сенімін кетіреді.

1-суретте түрлі құрылымдарда әлем бойынша ақпараттардың ресми жариялануына мониторинг жүргізетін және сарапшылардың түсініктемелері бар ақпараттардың жайылуының тіркелген жағдайларына статистикалық талдау қосатын жыл сайынғы аналитикалық есепті шығаратын

InfoWatch аналитикалық орталығының мәліметтері келтірілген [4]. Мысалы, әлемде тек медициналық мекемелердің жазығынан 54,1 миллион жазбаның беделі түскен.

Сондықтан, бір жағынан Интернет қызметтерін қолдануы кезінде азаматтардың сенімді сәйкестендіруін кепілді қамтамасыз ететін, ал басқа жағынан оған деген сенімділікті жоғары деңгейде қамтамасыз ететін жаңа технологияларды құру қажет.

**Тұлға аутентификациясының әдістері.** Қазіргі кезде тұлғаны сәйкестендірудің үш әдісі қолданылады [5]:

−меншік бойынша – кілт, паспорт, смарт-карта секілді физикалық мәндер;

−мәндері бойынша – құпия сақталатын және тек бір ғана адам білетін ақпараттар, мысалы құпиясөз;

−биометриялық параметрлері бойынша – тұлғаның физиологиялық немесе мінез-құлықтық сипаттамалары. Бұл адамдарды бір-бірінен айырып тануға мүмкіндік беретін адам денесінің ағзалары мен мүшелерінің жеке ерекшеліктері немесе нақты адамға тән іс-әрекет.

Қазір ақпараттық жүйелерге ену кезінде тұлғаны аутентификациялаудың негізгі әдісі құпиясөздік қорғау болып табылады. Құпиясөздік қорғаудың негізгі мәселесі пайдаланушылардың көпшілігі кез келген символдардан тұратын ұзын құпиясөздерді есте сақтай алмауында. Сондықтан, ереже бойынша, 5-8 символдан тұратын құпиясөздер қолданылады. Құпиясөздерді іріктеу шабуылынан қорғау беріктігі құпиясөз символы кездейсоқ болатын жағдайда іріктеу әрекеті $10^{10}$-$10^{16}$ құрайды.

Pentium 4-3 ГГц стандартты компьютері бір секунд ішінде құпиясөздің $10^7$ нұсқасын таңдайды. Бұл құпиясөз хэш-функциясының аутентификация жүйесінен зиянкес адам шамамен 12 минут (5 символдан тұратын құпиясөз үшін $10^{10}$ нұсқасын таңдап), бір күн (6 символдан тұратын құпиясөз үшін $10^{12}$ нұсқасын таңдап), үш ай (7 символдан тұратын құпиясөз үшін $10^{14}$ нұсқасын таңдап), 21 жыл (8 символдан тұратын құпиясөз үшін $10^{16}$ нұсқасын таңдап) ішінде қажетті құпиясөзді іріктеп алатындығын білдіреді.

Құпиясөздің кездейсоқ символдарын есте сақтау қиындығына байланысты пайдаланушылар құпиясөз ретінде өз ана тіліндегі сөзді қолдануға тырысады. Осындай кезде құпиясөздік қорғау беріктігінің төмендеуі байқалады. 8 символдан тұратын сөз үшін беріктік әрекеттің тек $10^5$ ғана құрайды, мұндай құпиясөзді іріктеп таңдау қазіргі кездегі машиналық уақытта бірнеше минуттарды ғана алады.

Құпиясөздік қорғаудың проблемасы оны теру кезіндегі құпиясөздің иесіздігінде. Бұл мәселені шешудің бірден бір жолы құпиясөз ретінде сол адамның биометриялық параметрлерін қолдану болып табылады. Биометриялық параметрлер физиологиялық және мінез-құлықтық болып бөлінеді, сонымен қатар оның практикалық қолданылуы мүмкін емес басқа да қасиеттерге ие болады[5]:

*Жалпылық:* әр адам биометриялық сипаттамаға ие.

*Бірегейлік:* толығымен бірдей биометриялық сипаты бар екі адам болмайды.

*Тұрақтылық:* биометриялық сипаттамалар уақыт бойынша тұрақты болу қажет.

*Өлшемділік:* биометриялық сипаттамалар қандай да бір физикалық есептеуіш құралымен өлшенуі керек.

Сонымен бірге маңызды қасиеті ретінде *жарамдылық* танылады. Ол қандай да бір нақты биометриялық сипаттамаға аз байланысты, дегенмен оның тіркелуінсіз биометриялық жүйелерді тиімді қолданудың толық сипатын құруға болмайды. Жоғарыда көрсетілген қасиеттердің қосындысы қорғаудың биометриялық жүйесінің тиімділігін анықтайды [5, 6].

Қазіргі кезде барлық осы қасиеттерді үйлестіретін биометриялық параметрлер жоқ, әсіресе жарамдылықты алар болсақ. Сондықтан биометриялық аутентификацияның кез келген әдісі көптеген мәмілелердің нәтижесі болып табылады [5, 6].

**Тұлға аутентификациясының биометриялық әдістері.** Қазіргі таңдағы адам биометриясын қолданатын аутентификация құралдарын оның статикалық және динамикалық сипаттамаларын ескере отырып, үш бөлікке бөлуге болады [5, 6, 8-18].

Біріншіге туғанынан берілген тұлғаның статикалық (өзгермейтін) бейнесіне талдау арқылы құрылған биометриялық жүйенің үлкен тобы жатады. Статикалық биометрияның негізгі артықшылығы пайдаланушының оның психофизиологиялық жағдайынан тәуелсіздігі,

пайдаланушылардың биометриялық сипаттамаларын тіркеуге аз уақыттың жұмсалуы, биометриялық бейнені іріктеудің $10^2$-нен $10^{13}$-не дейінгі әрекетінің жоғарғы беріктілігі болып табылады [5].

Тұлғаның статикалық биометриялық сипаттамаларын талдаудың көптеген механизмдері бар, олардың ішінде төмендегі көрсетілгендерді қарастырамыз:

– Көз қан тамырларын талдау. Әдістің мағынасы көз қарашығы арқылы көздің ішкі торларын сканерлеу болып табылады. Пайдаланушы тіркейтін құрылғыға 1-1,5 см ара-қашықтықта көзін жақындату қажет. Көз торының суреті 400 нүктеде өлшенеді.

Жетістігі. Қазіргі кезде сәйкестендіру әдістерінің ең сенімдісі болып табылады. Сандий ұлттық зертханасы мәліметтері бойынша бірінші текті қатесі 0,4 %-ды құрайды. Екінші текті қатесі көрсетілмеген.

Кемшіліктері. Статистикалық мәліметтерге қарағанда пайдаланушылардың 80-90% ғана тіркеу рәсімін бірінші реттен жүргізе алады.

Көз торлары арқылы тану құрылғысы 4000 долларлық қымбат құрылғылардың бірі болып табылады. Сонымен бірге бұл әдісте тіркеу рәсімі қиын болып табылады [5, 8].

Бұндай жүйелердің өндірісімен Iridian Technologies, Inc (АҚШ), Visionics FaceIt (АҚШ), Panasonic (CIS) OY (Жапония) компаниялары айналысады.

Қазіргі таңда биометриялық құрылғылардың осы типіне арналған жақсы дайындалған арнайы шабуыл туралы ақпарат жоқ;

– Бет-әлпет геометриясының дербес ерекшеліктері. Әдістің мағынасы бет-әлпет геометриясының дербес ерекшеліктерін ескере отырып екі- немесе үш өлшемді электронды бейнелерді құру болып табылады [5, 8].

Екі өлшемді электронды бейнелер нақты бір тұлғаға қатысты белгілі код түрінде биометриялық мәліметтер жиыны және оларды өңдеу негізінде құрылады.

Кемшіліктері. Сәйкестендіру сенімді емес және муляж-суреттерді жасау қиын техникалық мәселе емес.

Үш өлшемді бейнені құру тану проблемасының адами көрінісіне жақын. Жүйе бет-әлпеттің өзгергіштігі, яғни жасы, мұрт немесе сақалының, көзілдірігінің болуы сияқты факторлар жағынан қарағанда өзі үйретуші жүйе болып табылады.

Жетістігі. Нақпішін (муляж) жасаудың қиындығы. Бұндай жүйені тек бет-түпнұсқаның үшөлшемді геометриясын нақты беретін көлемді бетперде ғана алдай алады [5, 8].

Бейнеконференцияны жүргізуге арналған бейнекамералар бағасы 20-дан 200 долларға дейін тұрады.

Осындай жүйелерді өндіруде FaceKey TMCorporation (АҚШ), Iritech Inc. (АҚШ), Identix Inc. (АҚШ), AcSys Biometrics (АҚШ), A4Vision (Швейцария) Cognitec Systems GmbH (Германия), ZN Vision Technologies AG (Германия), Vicar Vision (Голландия) компаниялары мамандандырылған.

– Қол саусақтарының папиллярлы суреті. Әдістің мағынасы пайдаланушы саусақтарының бірінің папилярлы бейнесінің арнайы құрылғы көмегімен және оны қордағы көптеген шаблондармен салыстыру арқылы тіркеу болып табылады [5-8, 11-13].

Жетістігі. Аутентификацияның ең бұқаралық жүйелері – биометриялық сәйкестендірудің өндірілген жүйелерінің жалпы санының 52% астамы. Өндірушілер бағасы бойынша бірінші текті қателігі ≈ 2%, ал екінші текті қателігі 0,0001% деңгейінде.

Кемшіліктері. Нақпішін (муляж) жасау мүмкіндігі [5, 8].

Бұндай класс биометриялық жүйесінің құны төмендеуде және қазіргі таңда 60 тан 300 дейінгі долларды құрайды [5].

Негізгі өндіруші-компаниялар: АҚШ – ATMEL, DigitalPersona Inc., Cross Match Technologies, Ethentica by Security First Corp., BioLink Technologies, Iridian Technologies Inc., Identix Inc., Sagem Morpho, Veridicom, Infineon, BioScrypt, SecuGen Corporation, Швейцария – Biometric Security AG, Швеция – Precise Biometrics, Венгрия – Guardware Systems Ltd., Ресей – ЦентрИнвест Софт SCANTI-RUS, "Системы Папилон".

Екінші бөлікке тұлғаның динамикалық биометриялық бейнелерін: атап айтсақ, дауысын, жазбалық қолтаңбасын, пернетақталық қолтаңбасын талдау негізінде құрылған биометриялық өнімдердің тобы жатады.

– Жазбалық қолтаңбасы және оны танып білу динамикасы бойынша сәйкестендіру. Әдістің мағынасы – автор өзі күнделікті жаттығу барысында жасап және бекітетін қолтаңбасы бойынша сәйкестендіру. Қолтаңбаның формасы бойынша әріптің классикалық жазылуынан қосымша элементтер түрінде (әріптердің әшекейлеп қойылуы, қайтарылуы, мөрлеп салынуы) айтарлықтай айырмашылығы болуы керек [5, 14, 15, 19].

Қолтаңба бойынша мәліметтерді өңдеудің екі тәсілі болады: үлгімен қарапайым салыстыру және динамикалық аутентификация [5, 8, 14, 15]. Бірінші тәсіл қарапайым, бірақ сенімсіз, себебі қойылған қолтаңбаны деректер қорында сақталған географиялық үлгілермен салыстыруға негізделген. Қазіргі кездегі танымал ықтимал сипаттамалары бойынша техникалық шешімдер сарапшылар жұмысының статистикасынан айтарлықтай нашар. Дәл осы себеп бойынша ғана өндіргіш-фирмалар автордың қолтаңбасының статикалық бейнесі бойынша авторды сәйкестендіру үшін бірінші және екінші текті қателер туралы статистикалық мәліметтерді бермейді.

Жетістігі. Қолданудағы қарапайымдылығы және қолжетімділігі.

Динамикалық сәйкестендірудің екінші тәсілі тым күрделі есептеулерді қажет етеді және қолтаңба процесінің параметрлерін, яғни түрлі бөліктердегі қол қимылының жылдамдығын, қысым күшін және қолтаңбаның әртүрлі кезеңдердегі ұзақтығын нақты уақытта белгілеп бекітуге мүмкіндік береді.

Жетістігі:

Динамикалық қолтаңбаны қолдан жасау қиын. Іс жүзінде қолтаңба иесінің қол қимылының динамикасын ешкім айнытпай көшіріп сала алмайды, себебі бұл дағдылар адамда айтарлықтай ұзақ уақыт ішінде өңделеді және көпке дейін өзгермес тұрақты болып қалады.

Талаптарға қолайлысы қазіргі таңда бірінші текті қателігі – 0,01.

Визуалды бақылаудан қорғау кескіндік планшетте, коммуникатордың немесе қалталық дербес компьютердің сенсорлық экранында жасырын енгізілуі режимінде берілетін қолтаңбаның жазылу бейнесі.

Аутентификацияның қолжетімді рәсімі. Электронды перосы бар стандартты графикалық планшетті қолданатын пайдаланушы өзінің қарапайым қолтаңбасын жазады, ал жүйе қозғалыс параметрлерін оқиды және оны деректер қорына алдын ала енгізілгендермен салыстырады. Қолтаңба бейнесінің биометриялық үлгімен сәйкес келген кезінде жүйе қол қойылған құжатқа мына ақпараттарды тіркейді: пайдаланушының аты-жөні, электронды поштасының мекен-жайы, қызметі, ағымдағы уақыт пен мерзімді, қозғалыс динамикасының көптеген сипаттамаларынан тұратын қолтаңба үлгісінің параметрлерін және т.б. Бұл ақпараттар шифрленеді, содан оған бақылау сомасы есептеледі, және кейін осының барлығы биометриялық белгіні бейнелей отырып қайта шифрленеді. Жүйені баптау үшін қайта тіркелген пайдаланушы бестен он ретке дейін құжатқа қол қою рәсімін орындайды, бұл орташаландырылған көрсеткішті және сенімді интервалды алуға мүмкіндік береді. Алғаш рет осы технологияны PenOp компаниясы қолданды.

Төмен баға және жүзеге асырылуының қарапайымдылығы. Кескіндік планшеттер құны төмендейді және қазіргі кезде олар 40-тан 70-ке дейін долларды құрайды. Барлық коммуникаторлар мен қалталық компьютерлердің сенсорлық экранда жазбаны енгізу мүмкіндігіне ие.

Кемшіліктері:

Екінші текті қате ықтималдығы – жеке қосымшалар үшін 0,01-ке тең, бұл үлкен шамада қолайсыз. Осы қатені төмендету үшін құпиясөз – биометриялық сөзін жаңғырту динамикасы бойынша сәйкестендіруді қолданады. Автор құпиясөз және оның жазылу ерекшеліктерін жасырын сақтайды. Бұл жағдайда негізгісі болып биометрия емес, пайдаланушы құпиясы – құпиясөз болып табылады. Құпиясөз – естілетін сөздің ұзақтығын жоғарылатумен екінші текті қатенің ықтималдығын азайтуға болады.

Қолтаңбаны динамикалық енгізу параметрлерінің адамның психофизиологиялық жағдайы мен оның қолтаңбасының тұрақтылығына тәуелділігі.

Қазіргі уақытта осындай жүйелерді өндірумен PenOp, Cybersign, Communication Intelligence Corporation компаниялары айналысады.

– Пернетақталық қолтаңба бойынша тұлғаны аутентификациялау. Әдіс мағынасы – екі қолдың барлық саусақтары ақпаратын пернетақталық енгізу бойынша тұлғаны сәйкестендіру. Тек осы шарттың орындалуы кезінде ғана әр адамда өзінің бірегей пернетақталық қолтаңбасы пайда болады.

Құпиясөздік сөзді енгізу кезінде биометриялық жүйе әр пернені басу уақытын және келесі пернені басу мен алдыңғы пернені жіберу арасындағы уақыт интервалын белгілейді [5, 19].

– Биометриялық аутентификацияның осы технологиясының ең маңызды сипаттамасы құпиялық сөздің ұзындығы болып табылады. Тәжірибе құпиялық сөз тез жатталатындай және перненің 21 ден 42 дейінгі басылуын құрайтындығын көрсетеді. Құпиялық сөздің жинақталуы кезінде кейбір сөздіктерден алынған мағынасы бар сөздер қолданылады. Классикалық құпиясөзге қарағанда, ұзын құпиясөздік сөйлемді теру кезінде бір немесе екі символдардан қате жіберуге болады, бұл құпиясөздік сөйлемнің статикалық іріктеуге беріктілігін төмендетеді, бірақ бірінші түрдегі қате ықтималдығын айтарлықтай төмендетеді.

Құпиясөздік сөйлемді енгізудің биометриялық үлгісі математикалық күтілуді және бақылау параметрлерінің дисперсиясын есептеумен алынады. Есептеу кезінде аса маңыздысы болып нормадан ауытқыған шығарылымы бар үйретуші іріктеудің ерекшелігі табылады [5].

Кемшіліктері. Қарапайым пайдаланушылардың, ережеге сай, тұлғаны сәйкестендіру үшін айтарлықтай орнықты пернетақталық қолтаңбалары жоқ, сондықтан биометриялық аутентификацияның мұндай тәсілі пайдаланушылардың басым көпшілігі үшін жарамсыздау болып келеді.

Net Nanny Software International компаниясы BioPassword деп аталатын бағдарламалық өнімді шығарады, бұл өнім мәтінді енгізу динамикасын талдауды міндеттейтін қарапайым құпиясөздік жүйелердің қорғау қасиеттерін кеңейтеді.

Осындай биометриялық жүйелер өндірілуі мен өрлеуіне мамандандырылған компаниялар: Cyber-SIGN Incorporated (АҚШ), Communication Intelligence Corporation (АҚШ), BioPassword Security Software, Inc. (АҚШ).

– Дауыс ерекшеліктері бойынша тұлғаны аутентификациялау. Дауыс ерекшеліктері бойынша тұлғаны аутентификациялау әдісі сөз сигналдарының жиілік әдістері мен сызықтық болжағыштарында құрылады.

Жиілік әдіс негізіне дауыстың түрлі тембральды реңктері және жиілік спектр бойынша айтылған сөйлем қуатының таралуының жеке біркелкі еместігі қойылған [5, 15, 19]. Құрылғының бұл класы үшін базалық процедура сигналдарды тар жолдық сүзгілеу болып табылады.

Жиілік әдістің кемшілігі. Ызың дауыстарға сәйкес $A_к(t)$ қисық фрагменттері шешім қабылдау жүргізілетін мәліметтерден шығарылуы қажет, себебі олардың тіркелуі тек сәйкестендіру сапасын нашарлатады.

Сөз сигналдарының сызықтық болжағыштары бар сәйкестендіру жүйелері сигналдардың уақыттық сипатталуын қолданады. Сызықтық болжау әдісі бойынша сөздерді кодтау негізіне сөздік сигналдың толқындық құрылымы қойылған, дауыстыларды айту кезінде жақсы бақыланады. Сызықтық болжау әдісі көршілес толқындардың кейбір сызықтық сандық сүзгілеудің айналымдық процесімен дыбыстық бумаға жуықтауына құрылған. Бастапқы сигнал белгіленген ұзындықты (әдетте 20 мс) талдаудың жеке интервалдарына бөлінеді. Содан талдау интервалының ішіндегі дыбыс типін анықтау жүзеге асырылады. Егер интервал ішінде шулы бөлік орналасса, онда тек оның қуаттық параметрлері $A_0(t)$ анықталады. Егер интервал ішінде үндестік фрагмент жоқ болса, онда сигнал сызықтық болжағыш коэффициентін беру жолымен және сызықтық болжағыштың шығысына ауыспалы процестерді қоздырушы негізгі тон импульстарының периодын беру жолымен қосымша сипатталады.

Рекурсивті құрылымды сызықтық болжағыштарды қолданудың негізгі кемшілігі кері байланыстың болуынан әлеуетті тұрақсыздық болып табылады.

Есепті шешудің тағы бір амалы болып рекурсивті емес құрылымы бар орнықты сызықтық болжағыштарды қолдану саналады. Бұл жағдайда оның $\{a_1, a_2, a_3, \ldots, a_k\}$ коэффициенттері $h(t)$ импульсті ауыспалы функциясын қайталайды, бірақ $h(t)$ импульсті ауыспалы функциясын нақты сипаттау үшін коэффициенттер саны айтарлықтай көбееді. Сызықтық болжағыштың коэффициентінің векторы сызықтық теңдеулер жүйесінің шешуінсіз тікелей дыбыстық толқындар параметрлерінен алынуы мүмкін, дегенмен бұл үшін негізгі тон импульстері кезеңдерін және сызықтық болжағыштар кірісіне негізгі тон импульстерінің келу сәтін білу қажет. Негізгі тонды қоздыру импульстерінің келу уақыт шағының бастапқы жақындауы нөлдік деңгейдің сол жақ қиылысуы импульс модулі бойынша максимальды ретінде табылуы мүмкін.

Алдын ала өңдеудің қолданатын процедураларының типіне тәуелсіз құпиясөздік сөйлемді бақылау және оларды өңдеу бірізді интервалдарына бөлшектеуден кейін тұлғалардың дауыс ерекшеліктерінің сипаттамасын $T_0(t)$, $A_0(t)$ өзіндік функциялары және $\{a_1(t), a_2(t), a_3(t),\ldots, a_k(t)\}$ сызықтық болжағыштар коэффициенттері функциясы жүйелері түрінде алады. Барлық осы мәліметтердің елеулі даралылығы болады, бірақ олар жеке фонемаларға дұрыс фрагменттелуі керек және уақыт пен амплитуданың бірегей масштабына дұрыс келтірілуі керек.

Дауыс бойынша тұлғаны аутентификациялау жүйесі оқыту кезінде құпиясөздік сөйлемді бірнеше рет айтуды талдайды және тіркелетін пайдаланушы үшін $T_0(t)$, $A_0(t)$, $a_1(t),\ldots, a_k(t)$ функциясының неғұрлым қытымал мәнін анықтай отырып биометриялық эталон құрады.

Жетістігі. Дауыс бойынша аутентификациялау адамдар үшін дәстүрлі болып табылады және психологиялық жек көрушілікті тудырмайды. Жекелеген азаматтар үшін дауыс бойынша сәйкестендіру тұлғаны танудың негізгі әдісі болып табылады [5, 15].

Дауыс бойынша аутентификациялаудың биометриялық жүйелерінің кемшілігі ретінде құпиясөздік сөйлемді құпияда сақтау қиын екендігін көрсету қажет. Акустикалық тындаудың қазіргі заманғы құралдары құпиясөздік сөйлемнің рұқсатсыз көшірмесін жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Сандия ұлттық зертханасының (АҚШ) тәуелсіз тестілеуінің мәліметтері бойынша бірінші және екінші текті қателер дауыстық жүйе үшін 2-ден 1% дейін құрайды [5]. Бұл технология динамикалық параметрлер бойынша көп қолданыстағы ретінде қарастырылады.

Бұндай жүйелерді өңдеумен және дамытумен T-Netix (АҚШ), Lone Wolf Software (АҚШ), Veritel (АҚШ), ITT Nuance (АҚШ), SPIRIT Corp. (Ресей) айналысады.

Қазіргі таңда тұлғаны дауысы бойынша аутентификациялаудың биометриялық жүйелері аутентификацияның ұқсас жүйелерінен қолтаңба динамикасы бойынша әлсіздеу. Құпиясөздік сөйлемдер құпиясы биометриялық параметрлерінің бірегейлігінен күштірек болып отыр. Дауыспен жеткізілген құпиясөздік сөйлемді құпия сақтау қиындау.

Динамикалық биометрияның жоғарыда сипатталған үш әдістері жақсы меңгерілген болып табылады. Бұл әдістер уақыт өте келе қазіргі кезде зерттелініп жатқан басқа да әдістермен толықтырылуы мүмкін:

– тұлғаның жүрісі бойынша аутентификациялау әдісі, жүріс бұл адамның тұрақты мінезінің бірі [5];

– ерін қимылы бойынша сәйкестендіру әдісі. Ерін қимылы бойынша аутентификациясының да, сөйлеушіні тану әдісі секілді, тану параметрлері болады: мәтінмен белгіленген, мәтінге тәуелді және мәтінге тәуелді емес. Бұл салада зерттеуді "Biold" компаниясы жүргізеді. Әдістің жетістігі сөйлеушінің сәйкестендіруі мен бет-әлпет геометриясы бойынша тану болып табылады. Сөз бен бейненің кез келген келісілмеуі жаңғырту шабуылының белгісі болып табылады [5];

– көз қимылының бірегейлігі бойынша сәйкестендіру әдісі. ID-U Biometrics (Израиль) компаниясы өндірген жүйе аса жеке кескін болып табылатын адам көзінің қимылының бірегей үлгілерін қадағалайды [5]. Жүйе компьютермен және көз қимылын қадағалайтын бейнекамерамен жұмыс жасайды. Адам экрандағы символ қозғалысын көзімен бақылау керек, осы кезде қимыл траекториясы кездейсоқ тәртіппен таңдалады, бұл бүкіл жүйенің қауіпсіздігін жоғарылатады. Камера арқылы алынған мәліметтер адам тұлғасының нақты сәйкестендіруін жүргізетін деректер қорына енгізілген қимылдар негізінде мамандандырылған бағдарламалық қамсыздандыруда өңделеді. Бұл жүйе сыртқы тітіркендіргішке бірегей реакцияны қолданатын ең бірінші биометриялық сәйкестендіру жүйесі болып табылады. Жүйе жетістігі жай компьютер мен камераны қолдануы арқасында оның қарапайымдылығы және арзандығы болып табылады.

Үшінші түрге статикалық және динамикалық сипаттамаларды бірмезгілде қолдана алатын, адамның бірнеше биометриялық параметрлерін қолданатын биометриялық жүйелерді жатқызамыз. Мысалы, саусақ таңбасы, көздің сыртқы мөлдір қабығы және қолтаңбалық құпиясөз бойынша бірмезгілде тануды қолдану аутентификация жүйесі.

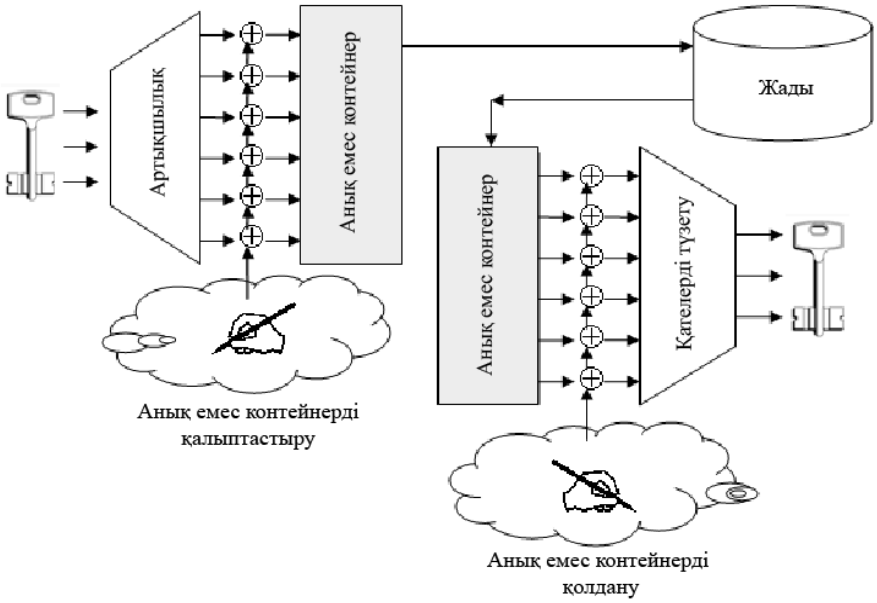
Мультибиометриялық жүйені құрудың негізгі мақсаты жалған қолжетімділік ықтималдығын төмендету болып табылады.

**Тұлға биометриясын қолданып тұлғаны сәйкестендіру және ақпаратты қорғау технологиялары.** Қазіргі таңда тұлғалардың анық емес биометриялық бейнелерін толық кілт немесе ұзын құпиясөзге түрлендіру бойынша зерттеулермен Ресейде, Қазақстанда, Белорусияда, АҚШ-та,

Канадада, Еуро одақ елдерінде және Оңтүстік Кореяда айналысады. Биометрияның кодқа түрлендіргіштерінің барлығы «анық емес экстракторлар» және биометрия-код нейрожелілік түрлендіргіштерге бөлінеді [20-25]. «Анық емес экстракторлар» технологиясының дамуына негізгі үлес қосқандар АҚШ, Канада, Еуро одақ елдері және Оңтүстік Кореяның зерттеулері болды. Биометрия-код нейрожелілік түрлендіргіштер Ресей, Белорусия және Қазақстан зерттеулерінің күшімен өңделуде. Бұл екі технология арасындағы айырмашылық үздіксіз биометриялық мәліметтерді кванттаушы жағдайында болып отыр.

**Анық емес экстракторлар.** АҚШ-та, Канадада, Еуро одақ елдерінде және Оңтүстік Кореяда сәйкестендіру мәселесін шешу үшін анық емес жиындар аппаратын қолдану ұсынылады. «Анық емес экстракторлардың» негізгі жетістігі ағылшын тілді криптографиялық қоғамдасдық оларды қорғаудың жоғарғы деңгейінде және қарапайымдылығында деп санады. «Анық емес экстракторлардың» мәліметтерді қорғау принциптері 2-суретте бейнеленген [25].

«Шикі» био-кодтарды қорғау үшін жасырын кілт қолданылды. Бұл кілт артық өздігінен жөнделетін кодты жабады. Бұл қателерді тауып және жөндеуге қабілетті кез келген классикалық код болуы мүмкін. Әдетте БЧХ (Боуз-Чоудхури-Хоквингема) кодтары қолданылады және осылайша жасырын кілттің кодынан 10 рет ұзынырақ гамманы алады. Содан кейін «шикі» био-код гаммасымен жабады, бұдан «анық емес контейнерге» қол жеткізеді. «Анық емес контейнерді» аутентификация құралдарының жадында сақтайды. АҚШ-та мұндай әдіс неғұрлым қауіпсіз болып есептеледі, және технологияның осы саласы шетелдерде белсенді дамып отыр. «Анық емес экстракторлар» конструкциясы ағылшын тілді шығарылымдарда, осы технологиялық бағыттың орыс тілді зерттеулерінде [17, 18] берілген.




**2-сурет.** Анық емес контейнерлердің құрылуы және қолданылуы

«Анық емес контейнер» аутентификация процесінде жадыдан шығарып және оның мәліметтерін енгізілген және цифрланған биометриялық бейнелері бар екі модуль бойынша орналастырады. Осыдан кейін екі био-кодтан берілетін қателерді құрайтын криптографиялық кілттің артық өздігінен жөнделетін коды қалпына келтіріледі. Егер өздігінен жөнделетін кодтың жөндеуші қабілетінен мұндай қателер аз болса, онда олар түзетіледі.

Ұсынылған ақпаратты өңдеу сызбасы 3-суретте көрсетілген.



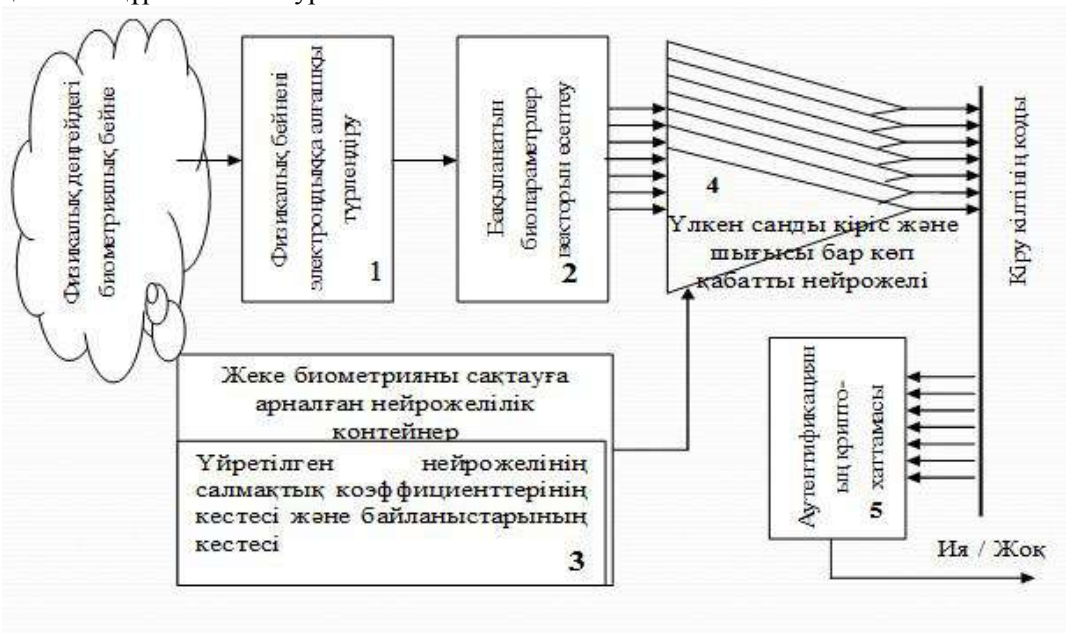

**3-сурет.** Тұлғаның анық емес биометриялық мәліметтерін кодқа түрлендірудің құрылымдық сызбасы

Бұл түрлендірудің кейбір қауіпсіз сызбасын қолданудан басталады. Түрлендіруді жүзеге асыратын жиындар айырмасын беру қажет. Егер кіріс биометриялық әсерлер эталондық жиындардан өте ерекшеленбейтін болса, онда анық емес түрлендіру олардың қауіпсіз жағдайында ғана жүзеге асырылады.

**Биометрия-нейрожелілік аутентификация.** Қазақстанда, Ресейде және Белорусияда жүргізілген зерттеулер соңғы уақыттарда қазіргі биометриялық технологиялар жасанды нейрондық желілерді қолдану есебінен күшеюі мүмкін екендігін көрсетті [19, 21]. Олар мәліметтердің көбеюін үздіксіз формада жүзеге асырады және әдетте барлық кіріс қателерді жөндеуге екі реттік артықтық қажет, яғни 512 кіріс биопараметрлерін нейрондық желі 256 бит шығыс кодына қатесіз түрлендіреді.

Биометриялық қасиеттерді алу тұрғысынан нейрожелілік түрлендіргіштер «анық емес экстракторлардан» әрқашан да жақсырақ. Бұл тезиске ешкім қарсы болмайды. Бұл 50% қатесі бар биометриялық мәліметтер мысалынан оңай көрсетіледі. 50% көп қатені өздігінен жөндеуші код түзей алмайды, нейрондық желілер бұл мәселені егер артықтылық үш есе болса тез шешеді (кіріс шығыстан үш есе көп болса).

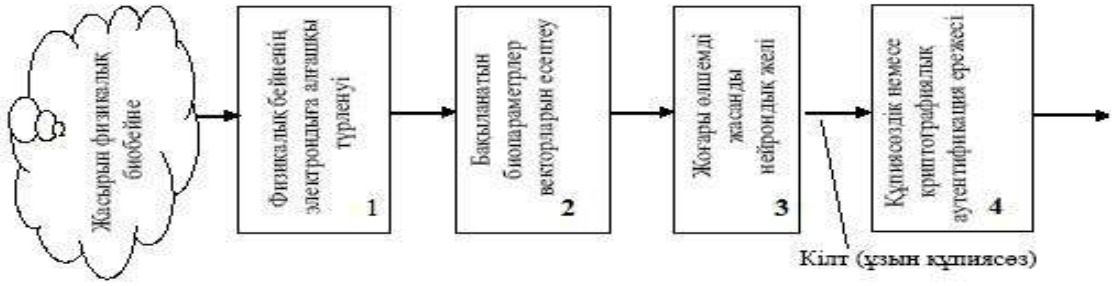
*Үлкен нейрондық желілерді қолдануға көшу* «жақсы» биометриялық мәліметтермен қатар «жаман» биометриялық мәліметтер және «өте жаман» биометриялық мәліметтер бар екендігін ескеруге мүмкіндік береді. Сонымен бірге қолданылатын биометриялық мәліметтер «жаман» болған сайын, жасанды нейрондар желілері көп бола түседі. Биометрия-нейрожелілік аутентификация жүйесінің жалпы құрылымы 4-суретте бейнеленген.




**4-сурет.** Биометрия-нейрожелілік аутентификация жүйесінің жалпы құрылымы

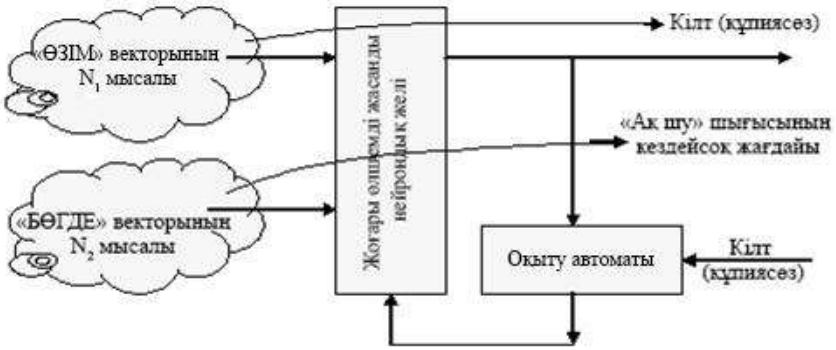
Мұнда осындай есептерді шешу үшін жасанды нейрондық желілердің төмен өлшемдісі жарамсыз екендігін ескерген жөн [21, 22].

Кіріс биометриялық бейнелерді шығыс ұзын құпиясөзге (кілт) түрлену процесін 5-суреттегі сызба түрінде көрсетуге болады [26].




**5-сурет.** Биометрия-нейрожелілік аутентификация жүйесінде ақпараттарды өңдеудің жалпы құрылымы

Биометриялық параметрлері векторларын кілт кодына нейрожелілік түрлендіргішті оқыту сызбасы 6-суретте көрсетілген [21, 26].

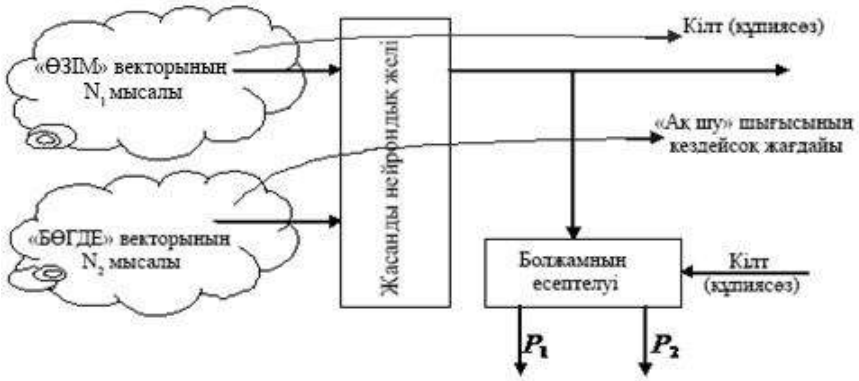



**6-сурет.** Биометриялық параметрлері векторларын кілт кодына нейрожелілік түрлендіргішті оқыту схемасы

Жасанды нейрондық желілерді оқыту автоматты түрде жүзеге асырылу қажет, пайдаланушының өзінің ұзын құпиясөзіне нұксан келмеуіне кепілі болуы қажет.

Оқыту кезінде жасанды нейрондық желілердің салмақтық коэффициенттері былай іріктелу қажет: жасанды нейрондық желі кірісінде «Өзім» векторының элементі пайда болған кезінде жасанды нейрондық желі шығысында ұзын құпиясөз (кілт) пайда болу қажет. Жасанды нейронды желі кірісінде «Бөгде» векторының элементі пайда болған кезінде жасанды нейронды желі шығысында «ақ шу» пайда болу қажет. Оқыту «Өзім» және «Бөгде» бейнелерінің кезекпен көрсетілуі арқылы жүзеге асырылады.

Жасанды нейрондық желілерді оқыту үшін оқытудың тез алгоритмдері өңделді [20, 21, 26]. Олардың ерекшеліктері жасанды нейрондық желілердің нейрондарын оқыту болып табылады. Мұнда тек есептің сызықтық бөліктері шешіледі. Табылған нейрожелілік сызықтық шешімдердің сызықтық емес түрленуі жасанды нейрондардың сызықтық емес элементтерінің параметрлерін оңтайландыруға алдын ала құрылған кестесі бойынша жүзеге асыру ұсынылған.




**7-сурет.** Оқытудан кейінгі биометриялы-нейрожелілік аутентификация жүйесін тестілеудің құрылымдық схемасы

Бұл жағдайда жасанды нейрондық желілерді оқытудың қиындығы квадратты болады. Есептеу қиындығы ковариационды матрицаны беру арқылы тиімді салмақтық коэффициенттерді анықтау алгоритмінің тез әрекет етуі бойынша үшінші дережеліктен жоғарыламайды.

Биометрия-нейрожелілік аутентификация жүйелерін оқытудан кейін оқыту сапасын тексеру қажет. $P_1$ бірінші текті қателік ықтималдығы және $P_2$ екінші текті қателік ықтималдығы бағаланады.

Пайдаланушы оны оқудан кейінгі биометриялық аутентификацияның нақты берілуіне шабуылға беріктілік бағамын білуі қажет. Тестілеу $N_1$ – «Өзім» бейнесі векторының тестілік мысалын және $N_2$ – «Бөгде» бейнесі векторының тестілік мысалын қолдана отырып жүзеге асырылады. Тестілеудің құрылымдық сызбасы 7-суретте көрсетілген [26].

ӘДЕБИЕТЕР

1. Ахметов Б.С., Алисов В.А., Вятчанинов С.Е. Нейросетевая мультибиометрическая аутентификация личности гражданина в системе электронного правительства // В сборнике трудов Международного симпозиума «Надежность и качество – 2012». – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – Т.1. – С. 227-229.

2. Akhmetov B., Doszhanova A., Ivanov A., Kartbayev T. and Malygin A. Biometric Technology in Securing the Internet Using Large Neural Network Technology // WorldAcademy of Science, Engineering and Technology. – Singapore, 2013, july. – Issue 79. – P. 129-138 // http://www.waset.org.

3. Akhmetov B.S., Ivanov A.I., Kartbayev T.S., Malygin A.Yu., Mukapil K. Biometric Dynamic Personality Authentication in Open Information Space. // International Journal of Computer technology and Applications. – India, 2013 – Vol. 4, Issue 5. – P. 846-855.

4. Материалы сайта Группы компаний InfoWatch // http://www.infowatch.ru/analytics.

5. Руд Б. Руководство по биометрии. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-2-2005. Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Данные изображения отпечатка пальца – контрольные точки. – М.: Стандартинформ, 2006. - Ч.2. – 42 с.

7. Иванов А.И., Фунтиков Д.А., Агафонов С.Л. Прогнозирование уровня защищенности, обеспечиваемого папиллярным рисунком отпечатка пальца // Современные технологии безопасности. – 2005. – №3(14). – С. 36-37.

8. Кухарев Г.А. Биометрические системы: методы и средства идентификации личности человека. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.

9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-6-2006. Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Данные изображения радужной оболочки глаза. – М.: Стандартинформ, 2007. Ч.6. – 28 с.

10. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-5-2006. Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Ч.5. Данные изображения лица. – М.: Стандартинформ, 2006. – 42 с.

11. Фунтиков Д.А. Крупкин А.Ю. Особенности использования термочувствительных сканеров отпечатков пальцев // Современные технологии безопасности. – 2005. – №1(12). – С. 34-36.

12. ISO/IEC 1.37.19794.2 Biometric Data Interchange Format-Part 2: Finger Minutiae // http://www.incits.org/tc_home/m1htm/docs.

13. ISO/IEC 1.37.19794.3 Biometric Data Interchange Format-Part 3: Finger Pattern // http://www.incits.org/tc_home/m1htm/docs.

14. Иванов А.И.,СорокинИ.А., Кологоров В.А. Масштабирование сигналов в системах биометрической аутентификации по динамике подписи // Новые промышленные технологии. – 1998. – №6. – С. 37-41.

15. Иванов А.И. Нейросетевые технологии биометрической аутентификации пользователей открытых систем: дис.док. техн. наук: 05.13.01. – Пенза, 2002. – 383 с.

16. ИвановА.И. Идентификация человека по особенностям его голоса // Современные технологии безопасности. – 2003. – №3. – С. 25-28.

17. Чморра А.Л. Маскировка ключа с помощью биометрии // Проблемы передачи информации. – 2011. – № 2(47). – С. 128-143.

18. Ушмаев О.В., Кузнецов В.В. Алгоритмы защищенной верификации на основе бинарного представления топологии отпечатка пальцев // Информатика и ее применения. – 2012. – №6(1). – С. 132-140.

19. Иванов А.И. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2000. – 156 с.

20. Волчихин В.И. Нейросетевая защита персональных биометрических данных. – М.: Радиотехника, 2012. – 210 с.

21. Волчихин В.И., Иванов А.И., Фунтиков В.А. Быстрые алгоритмы обучения нейросетевых механизмов биометрико-криптографической защиты информации. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2005. – 273 с.

22. Ахметов Б.С., Волчихин В.И., Иванов А.И., Малыгин А.Ю. Алгоритмы тестирования биометрико-нейросетевых механизмов защиты информации. – Алматы: Изд-во КазНТУ им. Сатпаева, 2013. – 152 с.

23. Иванов А.И. Нейросетевые алгоритмы биометрической идентификации личности. Научная серия «Нейрокомпьютеры и их применение». – М.: Радиотехника, 2004. – Книга 15. – 143 с.

24. Ахметов Б.С., Надеев Д.Н., Фунтиков В.А., Иванов А.И., Малыгин А.Ю. Оценка рисков высоконадежной биометрии. – Алматы: КазНТУ, 2014. – 123 с.

25. Ахметов Б.С., Иванов А.И., Фунтиков В.А., Безяев А.В., Малыгина Е.А. Технология использования больших нейронных сетей для преобразования нечетких биометрических данных в код ключа доступа. – Алматы: КазНТУ, 2014. – 144с.

26. ГОСТ Р 15.011-96 Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения.

REFERENCES

1. Akhmetov B.S., Alisov V.A., Vyatchaninov S.E. Neyrosetevaya mul'tibiometricheskaya autentifikatsiya lichnosti grazhdanina v sisteme elektronnogo pravitel'stva // V sbornike trudov Mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost' i kachestvo – 2012». – Penza: Izd-vo PGU, 2012. – T.1. – S. 227-229.

2. Akhmetov B., Doszhanova A., Ivanov A., Kartbayev T. and Malygin A. Biometric Technology in Securing the Internet Using Large Neural Network Technology // WorldAcademy of Science, Engineering and Technology. – Singapore, 2013, july. – Issue 79. – P. 129-138 // http://www.waset.org.

3. Akhmetov B.S., Ivanov A.I., Kartbayev T.S., Malygin A.Yu., Mukapil K. Biometric Dynamic Personality Authentication in Open Information Space. // International Journal of Computer technology and Applications. – India, 2013 – Vol. 4, Issue 5. – P. 846-855.

4. Materialy sayta Gruppy kompaniy InfoWatch // http://www.infowatch.ru/analytics.

5. Rud B. Rukovodstvo po biometrii. – M.: Tekhnosfera, 2007. – 368 s.

6. GOST R ISO/MEK 19794-2-2005. Avtomaticheskaya identifikatsiya. Identifikatsiya biometricheskaya. Formaty obmena biometricheskimi dannymi. Dannye izobrazheniya otpechatka pal'tsa kontrol'nye tochki. – M.: Standartinform, 2006. – Ch.2. – 42 s.

7. Ivanov A.I., Funtikov D.A., Agafonov S.L. Prognozirovanie urovnya zashchishchennosti, obespechivaemogo papillyarnym risunkom otpechatka pal'tsa // Sovremennye tekhnologii bezopasnosti. – 2005. – №3(14). – S. 36-37.

8. Kukharev G.A. Biometricheskie sistemy: metody i sredstva identifikatsii lichnosti cheloveka. – SPb.: Politekhnika, 2001. – 240 s.

9. GOST R ISO/MEK 19794-6-2006. Avtomaticheskaya identifikatsiya. Identifikatsiya biometricheskaya. Formaty obmena biometricheskimi dannymi. Dannye izobrazheniya raduzhnoy obolochki glaza. – M.: Standartinform, 2007. Ch.6. – 28 s.

10. GOST R ISO/MEK 19794-5-2006. Avtomaticheskaya identifikatsiya. Identifikatsiya biometricheskaya. Formaty obmena biometricheskimi dannymi. Ch.5. Dannye izobrazheniya litsa. – M.: Standartinform, 2006. – 42 s.

11. Funtikov D.A. Krupkin A.Yu. Osobennosti ispol'zovaniya termochuvstvitel'nykh skanerov otpechatkov pal'tsev // Sovremennye tekhnologii bezopasnosti. – 2005. – №1(12). – S. 34-36.

12. ISO/IEC 1.37.19794.2 Biometric Data Interchange Format-Part 2: Finger Minutiae // http://www.incits.org/tc_home/m1htm/docs.

13. ISO/IEC 1.37.19794.3 Biometric Data Interchange Format-Part 3: Finger Pattern // http://www.incits.org/tc_home/m1htm/docs.

14. Ivanov A.I.,SorokinI.A., Kologorov V.A. Masshtabirovanie signalov v sistemakh biometricheskoy autentifikatsii po dinamike podpisi // Novye promyshlennye tekhnologii. – 1998. – №6. – S. 37-41.

15. Ivanov A.I. Neyrosetevye tekhnologii biometricheskoy autentifikatsii pol'zovateley otkrytykh sistem: dis.dok. tekhn. nauk: 05.13.01. - Penza, 2002. - 383 s.

16. IvanovA.I. Identifikatsiya cheloveka po osobennostyam ego golosa // Sovremennye tekhnologii bezopasnosti. – 2003. – №3. – S. 25-28.

17. Chmorra A.L. Maskirovka klyucha s pomoshch'yu biometrii // Problemy peredachi informatsii. – 2011. – № 2(47). – S. 128-143.

18. Ushmaev O.V., Kuznetsov V.V. Algoritmy zashchishchennoy verifikatsii na osnove binarnogo predstavleniya topologii otpechatka pal'tsev // Informatika i ee primeneniya. – 2012. – №6(1). – S. 132-140.

19. Ivanov A.I. Biometricheskaya identifikatsiya lichnosti po dinamike podsoznatel'nykh dvizheniy. – Penza: Izd-vo PGU, 2000. – 156 s.

20. Volchikhin V.I. Neyrosetevaya zashchita personal'nykh biometricheskikh dannykh. – M.: Radiotekhnika, 2012. – 210 s.

21. Volchikhin V.I., Ivanov A.I., Funtikov V.A. Bystrye algoritmy obucheniya neyrosetevykh mekhanizmov biometriko-kriptograficheskoy zashchity informatsii. – Penza: Izd-vo PGU, 2005. – 273 s.

22. Akhmetov B.S., Volchikhin V.I., Ivanov A.I., Malygin A.Yu. Algoritmy testirovaniya biometriko-neyrosetevykh mekhanizmov zashchity informatsii. – Almaty: Izd-vo KazNTU im. Satpaeva, 2013. – 152 s.

23. Ivanov A.I. Neyrosetevye algoritmy biometricheskoy identifikatsii lichnosti. Nauchnaya seriya «Neyrokomp'yutery i ikh primenenie». – M.: Radiotekhnika, 2004. – Kniga 15. – 143 s.

24. Akhmetov B.S., Nadeev D.N., Funtikov V.A., Ivanov A.I., Malygin A.Yu. Otsenka riskov vysokonadezhnoy biometrii. – Almaty: KazNTU, 2014. – 123 s.

25. Akhmetov B.S., Ivanov A.I., Funtikov V.A., Bezyaev A.V., Malygina E.A. Tekhnologiya ispol'zovaniya bol'shikh neyronnykh setey dlya preobrazovaniya nechetkikh biometricheskikh dannykh v kod klyucha dostupa. – Almaty: KazNTU, 2014. – 144 s.

26. GOST R 15.011-96 Sistema razrabotki i postanovki produktsii na proizvodstvo. Patentnye issledovaniya. Soderzhanie i poryadok provedeniya.

Мукапил К., Бекетова Г., Жумангалиева Н., Тулемисова В.

**Биометрические методы защиты информации**

**Резюме.** В данной статье рассмотрены биометрические методы защиты информации. Приведена классификация средств аутентификации, использующие биометрию человека. Дается сравнительный анализ преимуществ и недостатков распространенных методов аутентификации личности. Подробно описаны технологии защиты информации с использованием «нечетких экстракторов» и высокоразмерных нейросетевых преобразователей биометрия-код. По первому методу, рассмотрен принцип формирования и использования нечетких контейнеров, приведена структурная схема преобразования нечетких биометрических данных личности в код. По второму методу, описана общая структура системы биометрико-нейросетевой аутентификации, дана схема обработки информации в системе, а также акцентировано внимание на автомате обучения искусственной нейронной сети и тестировании системы после обучения.

**Ключевые слова:** биометрия, биометрическая идентификация, биометрические системы аутентификации, биометрические технологии, защита информации, нейронная сеть.

**Mukapil K., Beketova G., Zhumangalieva N., Tulemisova V.**

**Biometric methods of information security**

**Summary.** This article describes the biometric methods of information security. A classification of means of authentication using biometrics person. A comparative analysis of the advantages and disadvantages of common methods of identity authentication. Described in detail the technology of information security using "fuzzy extractors" and higher dimensional neural network converters biometrics code. In the first method, we consider the principle of the formation and use of fuzzy containers shows a block diagram of the fuzzy transformation of biometric data of the individual in the code. In the second method, a general structure of a neural network-biometrics authentication is a diagram of an information processing system, as well as focus on machine learning artificial neural network and system testing after training.

**Key words:** biometrics, biometric identification, biometric authentication systems, biometric technology, information security, the neural network.

Draft: 04.73: 04.08.5

**[1]G.A. Shangytbayeva, [2]A.A. Zhumagulova, [3]N.K. Shangytbayev**
([1]Kazakh National Technical University named after K.I.Satpayev, Almaty, Kazakhstan
[2]K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan
[3]Polytechnic College of Aktobe, Aktobe, Kazakhstan, gul_janet@mail.ru)

# METHODS AND MODELS OF DETECTION OF DISTRIBUTED NETWORK ATTACKS "DENIAL OF SERVICE"

**Abstract.** The article presents an approach to detection of the distributed network attacks to refusal in service, the offered method increases efficiency of use of the calculated resource of a computer network at the big distributed network attacks to “Denial of Service”.

In an analysis result of classification of “Denial of Service” attacks offered the formalized mathematical models. They allow to define a level of influence of indexes of attacks to a computer network. These structured formalized mathematical models allow to consider structure of a network on the basis of big percent of a measure of influence of each type of attack. It gives the chance effectively of protection an information system taking into account information on threats, based on classification of information threats, characteristic for “Denial of Service” attacks.

**Key words:** information security, attacks, threats, network attacks, “Denial of Service”.

## Introduction

Denial of Service or "DoS attack" are one of types of network attacks, are intended "to flood" target networks or cars with a large number of a useless traffic, so that overload the attacked machine. The main essence of DoS of attack to make the services working at the target car (for example, the website, the DNS server and so forth) temporarily inaccessible to alleged users. DDoS attacks are usually carried out on a web server on which there are vital services, such as bank services, electronic commerce, processing of personal information, credit cards.

The widespread DoS option of the attack known as DDoS (Distributed Denial of Service — the distributed refusal in service) attack, became very popular in recent years as it is very powerful and difficult to detected attacks.

DoS attack takes one place of an origin, and attack of DDoS comes from several IP addresses distributed on several networks [1-3].

## DoS and DDoS–attacks

The most common type of Denial of Service attack involves flooding the target resource with external communication requests. This overload prevents the resource from responding to legitimate traffic, or slows its response so significantly that it is rendered effectively unavailable.

Resources targeted in a DoS attack can be a specific computer, a port or service on the targeted system, an entire network, a component of a given network any system component. DoS attacks may also target human–system communications (e.g. disabling an alarm or printer), or human–response systems (e.g. disabling an important technician's phone or laptop).

DoS attacks can also target tangible system resources, such as computational resources (bandwidth, disk space, processor time); configuration information (routing information, etc.); state information (for example, unsolicited TCP session resetting). Moreover, a DoS attack can be designed to: execute malware that maxes out the processor, preventing usage; trigger errors in machine microcode or sequencing of instructions, forcing the computer into an unstable state; exploit operating system vulnerabilities to sap system resources; crash the operating system altogether.

DDoS – is the acronym for Distributed Denial of Service. DDoS is Denial of Service network resource resulting in multiple distributed (i.e. originating from different Internet access points) requests.

DoS attack, denial–of–service attack, is an explicit attempt to make a computer resource unavailable by either injecting a computer virus or flooding the network with useless traffic. This means that one computer and one internet connection is used to flood a server with packets (TCP / UDP). The point of such a Denial of Service attack is to overload the targeted server’s bandwidth and other resources. This will make the server inaccessible to others, thereby blocking the website or whatever else is hosted there.

Unlike DoS–attacks (“Denial of Service") from DDoS attack (“Distributed Denial of Service”) is that in this case overload occurs as a result of requests from any particular internet site. In the case of a much more complex and sophisticated DDoS–attack can be completely disrupted any resource – from small information site to large online store or mail servers. During the attack on the site server – the "victim" received millions of requests from users, which leads to its overload and therefore unreachable.

In most respects it is similar to a DoS attack but the results are much, much different. Instead of one computer and one internet connection the DDoS attack utilises many computers and many connections. The computers behind such an attack are often distributed around the whole world and will be part of what is known as a botnet. The main difference between a DDoS attack vs a DoS attack, therefore, is that the target server will be overload by hundreds or even thousands of requests in the case of the former as opposed to just one attacker in the case of the latter.

Therefore it is much, much harder for a server to withstand a DDoS attack as opposed to the simpler DoS incursion. Do not process a large number of requests, the server first starts just slowly and then stops completely. Inquiries most often have smart and senseless character that even more complicates operation of the server.

DDoS–attack – the distributed attack like refusal in service which is one of the most widespread and dangerous network attacks.

As a result of attack is broken service of lawful users, networks, systems and other resources is completely blocked. As a result of the attack is broken or blocked completely legitimate service users, networks, systems and other resources.

D DoS is a type of DoS attack where multiple compromised systems — which are usually infected with a Trojan — are used to target a single system causing a Denial of Service (DoS) attack. Victims of a DDoS attack consist of both the end targeted system and all systems maliciously used and controlled by the hacker in the distributed attack.

DDoS attack, the incoming traffic flooding the victim originates from many different sources – potentially hundreds of thousands or more. This effectively makes it impossible to stop the attack simply by blocking a single IP address; plus, it is very difficult to distinguish legitimate user traffic from attack traffic when spread across so many points of origin [4-5].

The majority of DDoS–attacks use vulnerabilities in the main Internet Protocol (TCP/IP), namely, a method of processing a query systems SYN.

Allocate two main types of attacks which cause refusal in service.

As a result of carrying out attack of the first type, work of all system or a network stops. The hacker sends to system data or packages which she doesn't expect, and it leads to a stop of system or to its reset.

The second type of DDoS–attacks leads to overflow system or a local network using the vast amount of information that can’t be processed.

DDoS–attack consists in the continuous appeal to the site from many computers which are located in different parts of the world. In most cases these computers are infected with viruses which are operated by swindlers is centralized and eaten in the botnet. Computers which enter in botnet, send to spams, participating, thus, in DDoS–attacks.

How does DDoS works shown in the following diagram (Figure 1).

Unlike the attack DoS, where an attacker uses to attack a single computer or network to attack a target, DDoS attack proceeds from the numerous computers and servers which are previously infected, belonging to usually various networks. Since As the attacker uses computers and servers from different networks, and even different countries, the incoming traffic, at first, does not cause suspicion among security services, since it is difficult to detect.

The distributed attack "refusal in service" overloads a target network or system. The idea of attack, consists in use of different sources (demons) for attack, and "owners" for management. The most known utilities of the DDoS organization (Distributed Denial of Service) – this Tribal Flood Network (TFN), TFN2K, Trinoo and Stacheldraht.

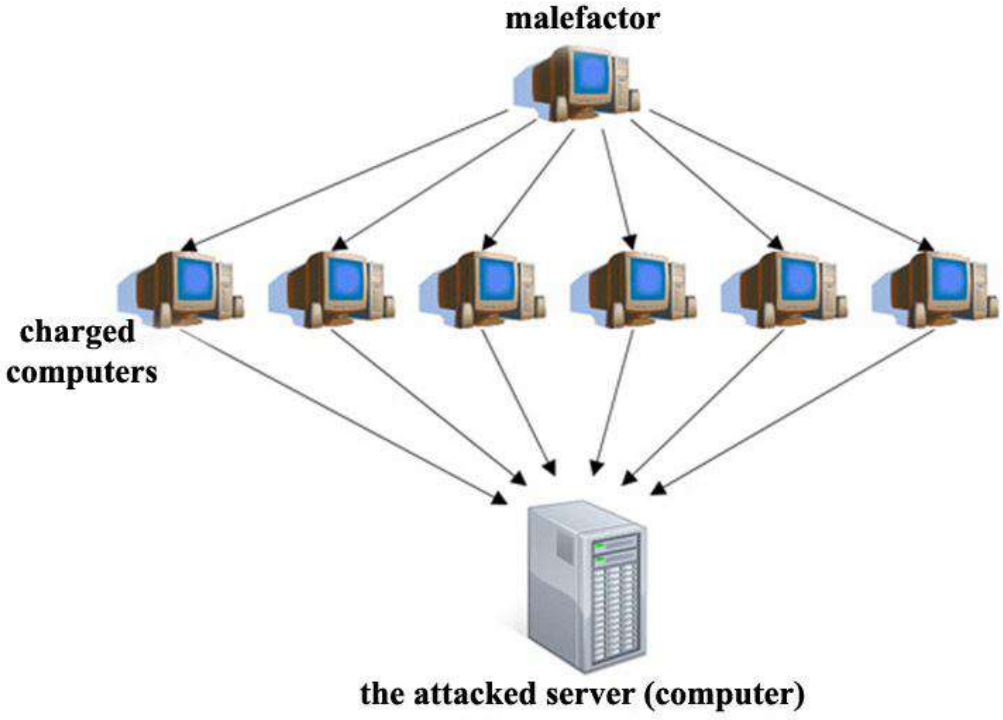



**Figure 1.** The distributed DDoS attack

Figure 2 shows an example of an organization DDoS.

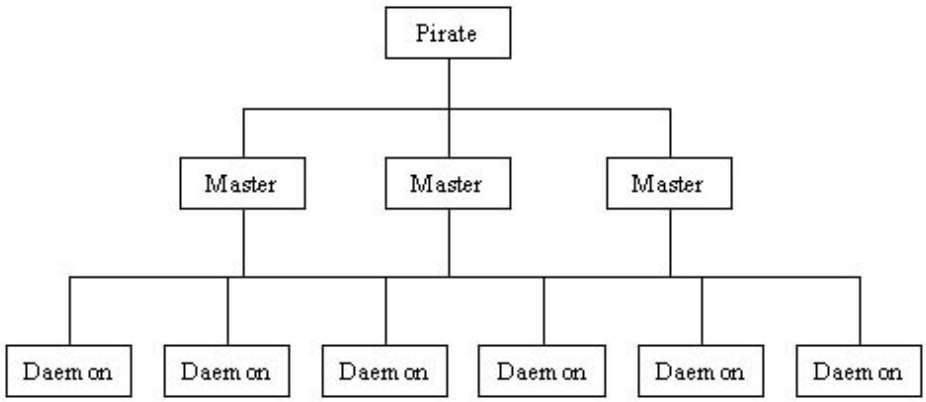



**Figure 2.** The distributed attack " Denial of Service"

The malefactor uses "Boss" (masters) for management of sources. Obviously, he needs to connect (TCP) to the "host" to configure and prepare the attack. "Owners" only send commands to the sources via UDP. Without the "masters", an attacker would have to establish a connection with each of the sources. Thus, the origin of the attack could be easily detected, and its implementation would last longer.

Each source communicates with the "owner" of specific messages. Depending on the used utilities, communication can be with use of the mechanism of authorization and/or enciphering. For installation of sources and "owners", the malefactor uses known vulnerabilities (overflow of the buffer of such services as RPC, FTP, etc.). The attack itself is a SYN–flood or Smurf and leads to a Denial of Service target network or system [6-7].

**Detection of network attacks of type "Denial of Service"**

Traditional mechanisms Detection of security of firewalls and signature systems of detection of invasions aren't effective means for the detection of low–active network attacks such as "Denial of Service» (DDoS–attacks) and protection against them.

The fundamental prerequisite for detection of attacks is creation of control characteristics of traffic at work network in regular conditions followed by a search of anomalies in traffic patterns (deviation from the control characteristics).

To detect anomalies may apply statistical criteria (standard deviation, chi–square, deviation from the standard normal distribution, significant increase entropy etc.) clustering, a method of detection of a point of transition, the spectral analysis, etc. Each of the specified methods has certain merits and demerits and isn't universal for detection of all types of network attacks. Often enough to calculate the parameters of data streams in computer networks use mathematical models in the form of queuing networks.

In this paper, for the detection of DDoS–attacks provided a method for estimating the probability of loss of any application during its passage through the networks of mass service.

Because attacks of applied level to various network services occur independently within each service for modeling nodes possible to use single–channel system of mass service with turn of length of m.

Considering separate knot of networks of mass service, it is possible to assume that all network in general and the chosen knot in particular function in the stationary mode. From the outside arrives the Poisson flow of applications with parameter λ. The knot contains one device of service of applications for which a given intensity μ their processings. After processing the application leaves knot. If during receipt of the application servicing the device is occupied with processing of other application, the entering application stands in line. If the application arrives and the turn is completely filled, the application is lost [8-10].

Let for knots of a network is set the vector of intensive of the entering flows of applications from the outside $\overrightarrow{\lambda}$, vector of intensive processing of applications $\overrightarrow{\mu}$ and matrix probabilities of transition applications P. In work is offered an iterative procedure for calculating the vector of intensities $\overrightarrow{\rho}$ entering the nodes of the original network of flows (the total flux from the outside and from other nodes) and adjusted of matrixs of probabilities of transitions of applications $\widetilde{P}$. Proceeding from need of an assessment of probability of losses of applications in network is offered the technique of creation of the chain of Markov with discrete time corresponding to a way of any application on knots. To do this, enter the shaded state of the chain, i.e. ordered pair of numbers (i; d), where i corresponds to number of knot in which there is a application (changes ranging from 1 to J) and d – quantity of the taken places in turn of knot (changes ranging from to $m_i$ +1). Condition (i; $m_i$ + 1) corresponds to a crowded queue at node i. The initial distribution of this chain $\widehat{p}$ can be calculated as

$$\widehat{p}\{(i,d)\} = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^{J}\lambda_j}\frac{\frac{\rho_i^{d-1}}{\mu_i^{d-1}}\left(1-\frac{\rho_i}{\mu_i}\right)}{1-\frac{\rho_i^{m_i}}{\mu_i^{m_i}}}.$$

In addition, are entered two additional states (S) and (F). The first corresponds to successful processing of the application, and the second – loss of the application. The initial probabilities of these states are zero. Next, is defined the matrix of probabilities of transitions $\widehat{P}$ of Markov's chain corresponding to a way of any application on knots. States (S) and (F) aren't reported. Chain, having got to one of these states, already out of it comes out.

The probability of transition from state (i; d) to the state (j; w) it is possible to calculate on a formula

$$p\{(i,d) \rightarrow j,w)\} = \widetilde{p_{ij}} \frac{\frac{\rho_j^{w-1}}{\mu_j^{w-1}}\left(1-\frac{\rho_j}{\mu_j}\right)}{1-\frac{\rho_j^{m_j}}{\mu_j^{m_j}}},$$

where $\widetilde{p_{ij}}$ – elements of the corrected matrix of probabilities of transitions of applications.

$\widetilde{P}$ correction is necessary as the matrix of P is established for networks of mass service without loss of applications.

The probability of successful processing of the application in knot is equal

$$p\{(i,d) \rightarrow S)\} = \widetilde{p_i}^*,$$

where $\widetilde{p_i}^*$ – probability of successful processing of the application in node i (after which the application leaves the network); she is found during iterative procedure on the basis of matrix P and

$$p_i^* = 1 - \sum_{k=1}^{J} p_{ik}.$$

If the application is in the crowded turn, the probability of its loss (transition of a chain to a state (F)) is equal

$$p\{(i,m_i+1) \rightarrow F)\} = 1.$$

All other probabilities are equal to zero.

For an assessment of probability of loss of the application at a stationary operating mode of a network it is necessary to calculate the member of a vector $\widehat{p}^{(k)}\{(F)\}$, corresponding to at state (F) on k a step of the set Markov's chain, where

$$\widehat{p}^{(k)} = \widehat{p} \cdot (\widehat{P})^k.$$

Installation of parameter k happens to the help of additional iterative procedure.

By results of calculation it is calculated $\widehat{p}_N^{(k)}$ – probability of that on k step of the set Markov's chain the application still is in a network, i.e. isn't lost and not processed completely:

$$\widehat{p}_N^{(k)} = 1 - \widehat{p}^{(k)}\{(F)\} - \widehat{p}^{(k)}\{(S)\}.$$

If as a result of calculations $\widehat{p}_N^{(k)}$ exceeds some beforehand the set accuracy, k increases and calculation repeats until the set accuracy of the specified probability is reached.

**Conclusion**

On the basis of the presented technique developed the architecture and constructed program realization of system of detection of DDoS–attacks. The developed technique allows to obtain an adequate assessment of the frequency of losses in the network applications if the queuing network is in the stationary mode. At emergence DDoS–attack knots of networks of mass service leave the stationary mode for some time then set the stationary mode with other parameters. For the period of transition between the modes the technique is inapplicable. As transition time between the modes depends on topology of a network and parameters of knots, the assessment of efficiency of the developed of technique and its comparative analysis with other approaches represents a separate task.

REFERENCES

1. URL: http://www.cisco.com/web/RU/netsol/ns480/whitepapers.html. Предотвращение атак с распределенным отказом в обслуживании (DDoS). Date of treatment: 20.09.2014.

2. URL: http://arduinokit.ru/computers/administration–of–computers/chto–takoe–otkaz–v–obsluzhivanii–DoS–dDoS.html. Date of treatment: 22.12.2014.

3. Dean D. An algebraic approach to IP traceback / D. Dean, M. Franklin, A. Stubblefield // In Network and Distributed System Security Symposium (NDSS). – 2001. – pp. 3–12.

4. Goodrich M. T. Efficient packet marking for large–scale IP traceback / M. T. Goodrich // In 9th ACM Conf. on Computer and Communications Security (CCS). – 2002. – pp. 117–126.

5. Goodrich M. T. Implementation of an authenticated dictionary with skip lists and commutative hashing / M. T. Goodrich, R. Tamassia, A. Schwerin // In Proc. 2001 DARPA Information Survivability Conference and Exposition. – 2001. – Vol. 2. – pp. 68–82.

6. Li Muh., Li Min., and Jiang X. DDoS attacks detection model and its application // WSEAS Trans. Computers. 2008. V. 7. No. 8. pp. 1159–1168.

7. Wang H., Zhang D., and Shin K. G. Detecting SYN flooding attacks // Proc. IEEE INFOCOM'2002. New York City, –2002. pp. 1530–1539.

8. Hussain A., Heidemann J., and Papadopoulos C. A framework for classifying Denial of Service attacks // Proc. ACM SIGCOMM. Karlsruhe, Germany, –2003. pp. 99–110.

9. Szczerba EV, MV Szczerba Development of the system architecture of distributed detection of network attacks such as " Denial of Service" // Scientific Herald of Omsk. Ser. Devices, machines and technologies. –2012. № 3 (113). C. 280–283.

10.Szczerba EV Volkov DA Development of the system architecture of distributed detection of network attacks such as " Denial of Service" // Applied discrete mathematics. Application. –2013. C. 68–70.

Шангытбаева Г.А., Жумагулова А.А., Шангитбаев Н.К

**"Қызмет көрсетуден бас тарту" бөлісті желілік шабуылдарды анықтау үлгілері мен әдістері**

**Түйіндеме.** Мақалада бөлісті желілік шабуылдарды анықтау әдіс-тәсілдері қарастырылған. Ұсынылып отырған әдіс көмегімен өте көлемді «Қызмет көрсетуден бас тарту» бөлісті желілік шабуылдарда компьютерлік желі қорларын есептеу тиімділіктерін жоғарылатуға мүмкіндік береді. «Қызмет көрсетуден бас тарту» бөлісті желілік шабуылдарын топтастыру нәтижесінде қалыптастырылған математикалық үлгілер ұсынылды. Олардың көмегімен кеомпьютерлік желілердегі шабуылдар көрсеткіштеріне әсер ету дәрежелерін анықтауға болады. Беріліп отырған құрылымды қалыптасқан математикалық үлгілер әрбір шабуыл көрсеткіштеріне әсер ету дәрежелері үлкен шамада болған жағдайда желі құрылымын есепке алуға мүмкіндік туғызады. Бұл ақпараттарға туындайтын қауіп қатерлерді есепке ала отырып, ақпараттық жүйелерді қорғауды тиімді жобалауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** ақпараттық қауіпсіздік, шабуылдар, қауіп–қатерлер, желілік шабуылдар, "қызмет көрсетуден бас тарту".

Шангытбаева Г.А., Жумагулова А.А., Шангитбаев Н.К.

**Методы и модели обнаружения распределенных сетевых атак "Отказ в обслуживании"**

**Резюме.** Статья представляет собой подход к обнаружению распределенных сетевых атак на отказ в обслуживании, предложенный метод повышает эффективность использования расчетной ресурса компьютерной сети в крупных распределенных сетевых атак "отказ в обслуживании". В результате анализа классификации атак "отказ в обслуживании" предложены формализованные математические модели. Они позволяют определить степень влияния показателей атак на компьютерную сеть. Данные структурированные формализованные математические модели позволяют учитывать структуру сети на основе большого процента меры влияния каждого вида атаки. Это дает возможность эффективно спроектировать защиту информационную систему с учетом информации об угрозах, основываясь на классификации информационных угроз, характерных для атак "отказ в обслуживании".

**Ключевые слова:** информационная безопасность, атаки, угрозы, сетевые атаки, "отказ в обслуживании".

УДК 004.74.76.2

**[1]А.К. Шайханова, [2]Е.А. Оспанов, [3]Н.П. Карпинский**
([1]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы
[2]Государственный университет имени Шакарима города Семей, Казахстан, г. Семей
[3]Техническо-гуманитарная академия г.Бельско-Бяла, Польша)

# МЕТОДЫ МОДУЛЯРНОГО ЭКСПОНЕНЦИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

**Аннотация.** Для безопасной эксплуатации компьютерных систем необходимо применять программно-аппаратные средства противодействия пассивным типам атак с учетом вычислительных ресурсов самих систем. Кроме того, информация, хранящаяся на сервере, может иметь разные уровни секретности, следовательно возникает необходимость распределения доступа. Поэтому разработка методов, алгоритмов и программно-аппаратных средств распределения доступа, которые позволяют поддерживать заданную функциональность и устойчивость компьютерной системы путем распределения ресурсов в реальном времени, является актуальной задачей. В современных криптосистемах, как правило, используются стандартные алгоритмы RSA.Для обеспечения устойчивости двуключевых систем необходимо использовать достаточно большие значения *x* и *p*, то возникает необходимость в использовании специальных методов для упрощения и ускорения процесса вычисления этой функции. В настоящее время наиболее часто употребляемыми являются бинарный, β-арный методы, метод скользящего окна, а также методы с фиксированным показателем, с фиксированной основой и с использованием особенностей модулей. В статье рассмотрены методы модулярного экспоненцирования, применяющиеся для защиты информации в компьютерных системах: бинарный метода, β-арный метод и методскользящего окнамодулярного экспоненцирования сосчитыванием битэкспоненты «слева направо» и «справа налево».

**Ключевые слова:**RSA, ключ, модулярное экспоненцирование, бинарный метод, β-арный метод, метод скользящего окна

**Введение**. При разработке устойчивых компьютерных систем защиты информации необходимо обеспечить запрет функционирования системы в обход подсистем защиты и разграничения доступа. Высоким уровнем защиты информации обладают криптосистемы на основе эллиптических кривых, однако на практике они широко не используются из-за сложности практической реализации [1].

Система асимметричной криптографии позволяет реализовать строгую аутентификацию сторон, наложение и проверку электронной цифровой подписи (ЭЦП), а также выдачу и проверку сертификатов открытых ключей [2].

Политикой безопасности системы должно быть оговорено, что уполномоченный орган должен выдавать сертификат открытого ключа только при условии, что ключ предоставлен организацией или лицом, который будет этот ключ использовать (или уполномоченным лицом). Для этого должны быть разработаны определенные организационные требования.

В современных криптосистемах, как правило, используются стандартные алгоритмы RSA (название системы образовано из первых букв имен ее изобретателей - R. Rivest, A. Shamir, L.Adleman) с длиной ключа 1024 бит [3, 4].

Предложенная в 1977 году система RSA является едва ли не самой популярной системой защиты информации с открытым ключом.

**Методика**.Ключи в схеме RSA генерируются следующим образом [2,5, 6]: находятся два больших простые числа p и q, для их произведения $N = p \cdot q$ используются значения функции Эйлера:

$$\phi(N) = (p-1)(q-1). \quad (1)$$

Выбирается случайное число *e*, что не $\phi(N)$ и взаимно простое с ним. Вычисляются обращения к *e* элементу по модулю $\phi(N)$. Таким образом, открытым ключом будет *(N, e),* а тайным - *(N, d)*. Понятно, что выбор между *d* и *e* в качестве секретного ключа достаточно условный, поэтому считается, что случайным с определенными характеристиками избирается тайный ключ - число *d*, а открытый ключ вычисляется. Параметры *p* и *q* используются только для вычисления обратного элемента в $Z^*_{\phi(N)}$ и после генерации ключа уничтожаются.

Одной из важных задач при генерации пары ключей является генерация больших простых чисел.

Многие криптосистемы с открытым ключом используют функцию дискретного возведения в степень [1, 6, 7]

$$f(n) = x^n \pmod m, \tag{2}$$

где $n$ – целое число ($1 \le n \le m-1$),
$m$ – большое число,
$x$ – целое число ($1 \le x \le m$).

Поскольку для обеспечения устойчивости двуключевых систем необходимо использовать достаточно большие значения $x$ и $p$, то возникает необходимость в использовании специальных методов для упрощения и ускорения процесса вычисления этой функции. В настоящее время наиболее часто употребляемым является бинарный, β-арные методы, метод скользящего окна, а также метоы с фиксированным показателем, с фиксированной основой и с использованием особенностей модулей [6].

**Результаты**. Бинарный метод использует двоичное (бинарное) изображение числа $n = (n_{k-1} \dots n_0)_2$. Этот метод выполняется в двух направлениях. При считывании "слева направо" $x^n$ записываетсякак [8]:

$$x^n = x^{(n_{k-1} \dots n_0)_2} = \left( \dots \left( \left( x^{n_{k-1}} \right)^2 x^{n_{k-2}} \right)^2 \dots \right) x^{n_1} \Big)^2 x^{n_0}. \tag{3}$$

В бинарном методе на основе считывания "справа налево" используется запись [8]:

$$x^n = x^{(n_{k-1} \dots n_0)_2} = \left( x^{2^0} \right)^{n_0} \left( x^{2^1} \right)^{n_1} \dots \left( x^{2^{k-1}} \right)^{n_{k-1}} = \prod_{\{i | n_i = 1\}} x^{2^i}. \tag{4}$$

Этиалгоритмытребуют $\lceil \log n \rceil$ подъемов в квадрат $H(n)$ (весХемминга, равное числу единиц в двоичном изображении числа n) и, следовательно, $2\lceil \log n \rceil$ умножений в худшемслучае и $\frac{3\lceil \log n \rceil}{2}$ умножений в среднем [8].

β-арный метод основывается на картинке показателя степени по основанию β, то есть $n = (n_{k-1} \dots n_0)_\beta$. Этот метод также выполняется в двух направлениях. При считывании "слева направо" [8]:

$$x^n = x^{(n_{k-1} \dots n_0)_\beta} = \left( \dots \left( \left( x^{n_{k-1}} \right)^\beta x^{n_{k-2}} \right)^\beta \dots \right) x^{n_1} \Big)^\beta x^{n_0}. \tag{5}$$

Если β является степенью двойки, то есть $\beta = 2^w$ для любого целого положительного $w$, то подъем $y^\beta$ требуетиподъемов к квадрату. Тогда нужно только двоичное изображение числа $n$, $w$ битов которые обрабатываются за одну итерацию, двигаясь слева направо. При $w = 1$ получаембинарный метод "слева направо".

Для $\beta = 2^w$ нужновыполнить в алгоритме реализациданного метода

$2^w - 1 + \frac{\lceil \log n \rceil}{w}$ умножений и $\frac{\lceil \log n \rceil}{w}$ подъемов в степень. Итак, количество умножений максимум составляет $2^w - 1 + \frac{2}{w}\lceil \log n \rceil$ [8].

При считывании "справа налево" [8]:

$$x^n = x^{(n_{k-1}\ldots n_0)_\beta} = \left(x^{\beta^0}\right)^{n_0}\left(x^{\beta^1}\right)^{n_1}\ldots\left(x^{\beta^{k-1}}\right)^{n_{k-1}} = \prod_{w=1}^{\beta-1}\left(\prod_{\{i|n_i=w\}} x^{\beta}\right)^w. \quad (6)$$

Для вычисления этого произведениянеобходимовыполнить $2\beta - 2$ умножений. Поэтому в данном алгоритме "справа налево" в общемслучае при $\beta = 2^w$ выполняется $2\beta - 2 + \frac{2}{w}\lceil \log n \rceil$ подъемов в степень.

Выражение

$$y = \prod_{w=1}^{\beta-1} y_w^w \ mod\ m = y_{\beta-1}\left(y_{\beta-1}\cdot y_{\beta-2}\right)\ldots\left(y_{\beta-1}\cdot y_{\beta-2}\cdot\ldots\cdot y_1\right) \quad (7)$$

в алгоритме данного метода реализуется следующим образом:

Input: $\beta$, $y_1$ $y_2$, ... , $y_{\beta-1}$, $m$;

Output: $y = \prod_{w=1}^{\beta-1} y_w^w \ mod\ m$;

begin

$y = 1$;

$z = 1$;

for $w = \beta - 1$ downto 1 do

begin

$z = z \cdot y_w \ mod\ m$;

$y = y \cdot z \ mod\ m$;

end;

end.

Метод скользящего окна основывается на произвольном разбиении на блоки (окна) бинарного изображения показателя степени, то есть $n = [w_{i-1}, \ldots, w_0]_2$. В данном методе окна не должны иметь одинаковый размер.

В [8] рассмотрены два типа окон: нулевые окна, которые образуются только битом 0, и нечетные окна длиной максимум *w*, начинались и заканчивались битом 1.

При считывании "слева направо" бинарного изображения числа *n* [5]

$$x^n = \left(\left(\ldots\left(\left(x^{(w_{i-1})_2}\right)^{2^{|w_{i-2}|}}\cdot x^{(w_{i-2})_2}\right)^{2^{|w_{i-3}|}}\ldots\right)^{2^{|w_1|}}\cdot x^{(w_1)_2}\right)^{2^{|w_0|}}\cdot x^{(w_0)_2}. \quad (8)$$

В алгоритме реализации метода скользящего окна "слева направо" выполняется $2^w - 1 + |w_i|$ умножений, где $|w_i|$ - длина нечетного окна, и $\lceil log\, n \rceil$ подъемов квадрату.

При считывании "справа налево" [8]

$$x^n = \prod_{i=0}^{l-1} x^{(w_i)_2 \cdot 2^{l_i}} = \prod_{w \in \{1,3,\ldots,2^w-1\}} \left( \prod_{\{i|(w_i)_2 = w\}} x^{2^{l_i}} \right)^w, \quad (9)$$

где $l_i = \sum_{j=0}^{i-1} |w_j|$, для любого $1 \le i \le l-1$, $l_0 = 0$.

В общем случае в алгоритме "справа налево" необходимовыполнить $2^w - 2 + |w_i|$ умножений ($|w_i|$ - длинанечетного $w_i$ окна) и $2^{w-1} - 1 + \lceil \log n \rceil$ подъемов квадрату.

Выражение

$$\begin{aligned} &\prod_{\omega \in \{1,3,\ldots,2^w-1\}} y_\omega^\omega \bmod m = \\ &= \left(y_{2^w-1}\right)^2 \cdot \left(y_{2^w-1} \cdot y_{2^w-3}\right)^2 \ldots \left(y_{2^w-1} \ldots y_3\right)^2 \cdot \left(y_{2^w-1} \ldots y_1\right)^2 \end{aligned} \quad (10)$$

в алгоритме реализации данного метода модулярного экспоненцирования осуществляется следующим образом [8]:

Input: $w \ge 1$, $y_1$, $y_3$, …, $y_{2^w-1}$, $m$;

Output: $y = \prod_{\omega \in \{1,3,\ldots,2^w-1\}} y_\omega^\omega \bmod m$;

Begin

for $\omega = 2^w - 1$ downto 3 step 2 do

begin

$y_{\omega-2} = y_{\omega-2} \cdot y_\omega \bmod m$;

$y_1 = y_1 \cdot (y_\omega)^2 \bmod m$;

end;

$y = y_1$;

end.

**Обсуждение**. Анализ операций, выполняемых при реализации приведенных выше алгоритмов модулярного экспоненцирования, позволяет исследовать основные характеристики асимметричных криптосистем в целом. Стоит отметить, что время выполнения распространенных алгоритмов возведения в степень по модулю зависит в основном от длины ключа шифрования.

Устойчивость алгоритма защиты информации RSA обеспечивается сложностью задачи факторизации, то есть расписания сложного числа на простые множители. Однако, эта проблема для ключа длиной до 1024 бит решается с помощью метода решета в поле чисел специального вида. Поэтому необходимо обеспечить дополнительную защиту криптосистем типа RSA.

В настоящее время известно три основных подхода к осуществлению криптоанализа асимметричных криптосистем типа RSA [6, 9]:

1) простой перебор, который заключается в проверке всех возможных ключей. Защитой от этого метода служит рекомендуемая длина ключа от 1024 бит;

2) математический анализ, который осуществляет решение задачи факторизации (разложения числа на простые множители). Устойчивость системы RSA к данному типу криптоанализа обеспечивается длиной ключа от 1024 до 4096 бит;

3) метод анализа временных затрат, который лежит в основе временной атаки. Атаки такого типа опасны по двум причинам: они ведутся с любого компьютера сети и предусматривают только анализ шифрованного сообщения. Кроме того, длина ключа не влияет на успешность проведения атаки так ощутимо, как в двух предыдущих типах атак.

Лаборатория RSA Data Security предлагает следующие меры повышения устойчивости к такому типу атак [10]:

1) обеспечение постоянного времени выполнения всех подъемов в степень, однако в таком случае снижается производительность системы защиты;

2) внесение в алгоритм дополнительных задержек, но при этом, если задержек добавить мало, то злоумышленник сможет с помощью дополнительных измерений все-таки осуществить криптоанализ;

3) маскировки, то есть умножение шифрованного текста на случайное число к осуществлению возведения в степень. Такой метод противодействия временной атаке снижает производительность системы защиты информации на 2-10%.

Следовательно, есть необходимость в разработке нового подхода защиты асимметричных криптосистем от анализа временной реализации без потерь производительности.

**Заключение.**Таким образом, из анализа асимметричных криптоалгоритмов, проведенного в данной статье, следует, что их устойчивость и быстродействие зависит, в основном, от реализации операции модулярного экспоненцирования. Поэтому возникает необходимость разработки методов и средств оптимального выбора метода возведения в степень по модулю при распределении доступа клиента к информационным ресурсам компьютерной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Messerges T.S. Power Analysis Attacks of Modular Exponentiation in Smartcards / T.S.Messerges, E.A.Dabbish, R.H.Sloan // Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES'99): First International Workshop, August 1999. -Worcester, MA, USA. - LNCS 1717. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1999. – P.144-157.

2. Емец В. Современная криптография. Основные понятия / В.Емец, А. Мельник, Р.Попович. - Львов: Бак, 2003. - 144 с.

3. Дудикевич В.Б. Разработка клиент-ориентированных средств шифрования абонентских данных в мобильной связи / В.Б.Дудикевич, Ю.Л.Пархуц // Информационная безопасность. – 2011. - №1(5). – С.83-87.

4. СТ РК ИСО/МЭК 17799-2006(ИСО/МЭК 17799-2005, IDT. Информационная технология. Методы обеспечения защиты свод правил по управлению защитой информации

5. Wollinger T. How Secure Are FPGAs in Cryptographic Applications? / T.Wollinger, C. Paar // Field Programmable Logic and Applications (FPL 2003): 13th International Conf., September 1-3, 2003: Proceedings. - Lisbon, Portugal, 2003. – P.91-100.

6. Задирака В.К. Методы защиты финансовой информации: Учеб.пособие / В.К.Задирака, О.С.Олексюк. - М.: Высшая школа, 2000. - 460 с.

7. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS.: [пер с англ.] / В. Кельтон, А. Лоу - 3-е изд. - СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. 847с.

8. Фергюсон Н. Практическая криптография: Пер. с англ. / Н.Фергюсон, Б.Шнайер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 424 с.

9. Орлов А.И. Теория принятия-решений. Учебное пособие / А.И. Орлов. - М.: Издательство «Март», 2004 - 656 с.

10. Столлингс В. Криптография и защита сетей: принципы и практика, 2-е изд.: Пер. с англ. / В.Столлингс. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. – 672с.

REFERENCES

1. Messerges T.S. Power Analysis Attacks of Modular Exponentiation in Smartcards / T.S.Messerges, E.A.Dabbish, R.H.Sloan // Cryptographic Hardware and Embedded Systems (CHES'99): First International Workshop, August 1999. -Worcester, MA, USA. - LNCS 1717. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1999. – P.144-157.

2. Yemets B. Modern cryptography. Basic concepts / V.Emets, A. Miller, R.Popovich. - Lviv: Buck, 2003. - 144 p.

3. Dudikevich V.B. Developing customer-centric encryption of user data in the mobile / V.B.Dudikevich, Yu.L.Parhuts // Information Security. - 2011. - №1 (5). – p.83-87

4. ST RK ISO / IEC 17799-2006 (ISO / IEC 17799-2005, IDT. Information technology. Security techniques set of rules for information security management

5. Wollinger T. How Secure Are FPGAs in Cryptographic Applications? / T.Wollinger, C. Paar // Field Programmable Logic and Applications (FPL 2003): 13th International Conf., September 1-3, 2003: Proceedings. - Lisbon, Portugal, 2003. – P.91-100.

6. 6. Zadiraka V.K. Methods for protecting financial information: Textbooks / V.K.Zadiraka, O.S.Oleksyuk. - M .: Higher School, 2000. - 460 p.

7. Kelton W. Lowe A. Simulation. Classic CS .: [lane with English.] / W. Kelton, A. Lowe - 3rd ed. - SPb .: Peter; Kiev: Publishing Group BHV, 2004. 847s.

8. N. Ferguson, Practical Cryptography: Trans. from English. / N.Fergyuson, B.Shnayer. - M.: Publishing House "Williams", 2005. - 424 p.

9. 9. A.I. Orlov The theory of decision-making. Textbook / AI Orlov. - M .: Publishing House "March", 2004 - 656 p.

10. W. Stallings Cryptography and network security: principles and practice, 2nd ed .: Trans. from English. / V.Stollings. - M .: Publishing. House "Williams", 2001. - 672s.

Шайханова А.К., Оспанов Е.А., Карпинский Н.П

**Компьютер жүйелеріндегі ақпаратты қорғау үшін қолданылатын модулярлы экспоненцирлеу әдістері**

**Түйіндеме.** Компьютерлік жүйелерді қауіпсіз көшіру үшін міндетті түрде қорларды есептеу жүйесінің пассивті қарсы әсер етуші бағдарлама-құрылғыларының құрылымын қабылдау керек. Сонымен қатар, серверде сақталған ақпарат әртүрлі құпиялы деңгейде болуы мүмкін, сондықтан ақпаратты таратуға міндетті болады. Негізгі тапсырмалар қазіргі кездегі қорларды таратудың компьюерлік жүйелердің фунционалдылығы мен тұрақтылығын жақсарту үшін, әдістерді өңдеу, алгоритм мен бағдарламалы-құрылғыларды таратуға жол ашу болып табылады. Ережеге сай, қазіргі замангы криптожүйеде стандартты RSA алгоритмі қолданылады. Екікілтті жүйедегі тұрақтылықты қамтамасыз ету үшін көп көңіл бөлу керек немесе, функцияларды ыңғайлы және жылдам жасауда арнайы әдістерді пайдалануға тура келеді. Қазіргі тағда ерекше модулді пайдалану үшін бинарлы, β-арлы әдісі, сырғанау терезесі әдісі және негізгі тұрақтылықты көрсететін әдісі көп қолданылып келеді.

Мақалада компьютерлік жүйедегі ақпараттарды қоғау үшін экспоненцирлеудің модулдық әдістері: бинарлы, β-арлы әдісі, экспоненцирлеудің модулдық сырғанау терезесімен бірге бит экпоненті «солдан оңға» және «оңнан солға» әдісі қарастырылған.

**Кілтті сөздер**:RSA,кілт,модулярлы экспоненцирлеу,сыңарлы әдіс,β-лы әдіс,сырғымалы терезе әдісі.

Shaikhanova A.K., Ospanov E.A., Karpinski M. P.

**Methods modular exponentiation used to protect information in computer systems**

**Abstract.** For safe operation of computer systems must be used firmware counter passive types of attacks with the computing resources of the systems themselves. In addition, the information stored on the server can have different levels of privacy, so it is necessary to access the distribution. Therefore, the development of methods, algorithms, software and hardware distribution access, which allows to maintain the functionality and stability of a given computer system by allocating resources in real time, is an urgent task. In modern cryptosystems typically uses standard algorithms RSA. To ensure the stability of systems is necessary to use a sufficiently large values of values, it is necessary to use special methods to simplify and accelerate the process of calculating the function. Currently, the most frequently used are binary, β methods, the sliding window method, as well as methods with a fixed index, fixed-base and using the features of the module. The article describes the modular exponentiation methods used to protect information in computer systems: binary method, β method and sliding window method of a modular exponentiation with reading exponent bits "left" and "right to left".

**Key words**: RSA, key, modular exponentiation, binary method, β method, sliding window method.

УДК 539.3+624.195

**[1]В.Н. Украинец, [2]Ж.О. Отарбаев, [1]С.Р. Гирнис**
([1]Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Павлодар,
[2]Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан)

# ВЛИЯНИЕ КОНТАКТНЫХ УСЛОВИЙ ДВУХСЛОЙНОЙ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЯ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ С МАССИВОМ НА ЕГО НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ

**Аннотация.** На основе решения задачи о действии бегущей нагрузки на двухслойную оболочку в упругом пространстве исследуется влияние контактных условий сталебетонной обделки тоннеля глубокого заложения с массивом на его напряженно-деформированное состояние при действии транспортной нагрузки (нагрузки от движущегося внутритоннельного транспорта).

**Ключевые слова:** тоннель, слоистая оболочка, транспортная нагрузка, напряженно-деформированное состояние.

**1. Постановка и аналитическое решение модельной задачи.** Используя модельный подход, представим подкрепленный двухслойной обделкой тоннель глубокого заложения как цилиндрическую полость радиусом $R_1$ в бесконечной, линейно-упругой, однородной и изотропной среде (массиве). Полость подкреплена двухслойной оболочкой, внутренним слоем которой является толстостенная оболочка, а наружным – тонкостенная оболочка толщиной $h_0$. Условимся внутренний слой называть несущим слоем, а наружный – ограждающим слоем. В силу малости толщины ограждающего слоя можно принять, что он контактирует с несущим слоем и массивом вдоль своей срединной поверхности радиусом $R_1$. Контакт между слоями оболочки, а также контакт между ограждающим слоем и массивом будем полагать либо жёстким, либо скользящим при двусторонней связи в радиальном направлении. Пусть на внутреннюю поверхность несущего слоя радиусом $R_2$ действует транспортная нагрузка интенсивностью $P$, движущаяся с постоянной скоростью $c$ в направлении оси $z$ (совпадающей с осью оболочки) цилиндрической системы координат $r, \theta, z$. Скорость движения нагрузки принимаем дозвуковой, т.е. меньше скоростей распространения волн сдвига в несущем слое и массиве, – характерной для современных транспортных средств. Физико-механические свойства материала массива и несущего слоя характеризуются следующими постоянными: $\nu_1$, $\mu_1$, $\rho_1$; $\nu_2$, $\mu_2$, $\rho_2$, где $\nu_k$ – коэффициент Пуассона, $\mu_k$ – модуль сдвига, $\rho_k$ – плотность ($k = 1, 2$). Здесь и в дальнейшем индекс $k = 1$ относится к массиву, а $k = 2$ – к несущему слою.

Так как рассматривается установившийся процесс, то картина деформаций стационарна по отношению к движущейся нагрузке. Поэтому можно использовать подвижную цилиндрическую систему координат $r, \theta, \eta = z - ct$.

Для описания движения ограждающего слоя воспользуемся классическими уравнениями теории тонких оболочек

$$\begin{aligned}
&\left[1-\frac{(1-\nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0}\right]\frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial\eta^2}+\frac{1-\nu_0}{2R_1^2}\frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial\theta^2}+\frac{1+\nu_0}{2R_1}\frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial\eta\partial\theta}+\frac{\nu_0}{R_1}\frac{\partial u_{0r}}{\partial\eta}=\frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0}\left(q_\eta-q_{\eta R_1}\right),\\
&\frac{1+\nu_0}{2R_1}\frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial\eta\partial\theta}+\frac{(1-\nu_0)}{2}\left(1-\frac{\rho_0 c^2}{\mu_0}\right)\frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial\eta^2}+\frac{1}{R_1^2}\frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial\theta^2}+\frac{1}{R_1^2}\frac{\partial u_{0r}}{\partial\theta}=\frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0}\left(q_\theta-q_{\theta R_1}\right),\\
&\frac{\nu_0}{R_1}\frac{\partial u_{0\eta}}{\partial\eta}+\frac{1}{R_1^2}\frac{\partial u_{0\theta}}{\partial\theta}+\frac{h_0^2}{12}\nabla^2\nabla^2 u_{0r}+\frac{(1-\nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0}\frac{\partial^2 u_{0r}}{\partial\eta^2}+\frac{u_{0r}}{R_1^2}=-\frac{1-\nu_0}{2\mu_0 h_0}\left(q_r-q_{rR_1}\right).
\end{aligned}\qquad(1)$$

Здесь $u_{0r}$, $u_{0\theta}$, $u_{0\eta}$ – перемещения точек срединной поверхности ограждающего слоя в направлении осей цилиндрической системы координат $r,\theta,\eta$; $q_j = \sigma_{rj2}\big|_{r=R_1}$, $q_{jR_1} = \sigma_{rj1}\big|_{r=R_1}$ – составляющие реакции несущего слоя и массива ($j = \eta,\theta,r$); $\sigma_{rj2}$, $\sigma_{rj1}$ – компоненты тензора напряжений в несущем слое и массиве; $\nu_0, \mu_0, \rho_0$ – соответственно коэффициент Пуассона, модуль сдвига и плотность материала ограждающего слоя; $\nabla^2$ – оператор Лапласа.

Для описания движения массива и несущего слоя используем динамическими уравнениями теории упругости

$$\left(M_{pk}^{-2} - M_{sk}^{-2}\right)\operatorname{grad}\operatorname{div}\mathbf{u}_k + M_{sk}^{-2}\nabla^2\mathbf{u}_k = \partial^2\mathbf{u}_k/\partial\eta^2,\ k = 1, 2, \tag{2}$$

где $M_{pk} = c/c_{pk}, M_{sk} = c/c_{sk}$ – числа Маха; $c_{pk} = \sqrt{(\lambda_k + 2\mu_k)/\rho_k}$, $c_{sk} = \sqrt{\mu_k/\rho_k}$ – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в массиве и несущем слое, $\lambda_k = 2\mu_k\nu_k/(1-2\nu_k)$; $\mathbf{u}_k$ – вектора смещений точек массива и несущего слоя.

Выразим векторы $\mathbf{u}_k$ через потенциалы Ламе

$$\mathbf{u}_k = \operatorname{grad}\varphi_{1k} + \operatorname{rot}(\varphi_{2k}\mathbf{e}_\eta) + \operatorname{rot}\operatorname{rot}(\varphi_{3k}\mathbf{e}_\eta),\ k = 1, 2, \tag{3}$$

которые, как следует из (2) и (3), удовлетворяют уравнениям

$$\nabla^2\varphi_{jk} = M_{jk}^2\,\partial^2\varphi_{jk}/\partial\eta^2,\ j = 1, 2, 3,\ k = 1, 2, \tag{4}$$

где $\mathbf{e}_\eta$ – орт оси $\eta$, $M_{1k} = M_{pk}$, $M_{2k} = M_{3k} = M_{sk}$.

Через эти же потенциалы можно выразить компоненты тензоров напряжений в массиве и несущем слое $\sigma_{lmk}$, связанные с компонентами векторов перемещений $u_{lk}$ законом Гука ($l,m = r,\theta,\eta$; $k = 1,2$).

Применив к (4) преобразование Фурье по $\eta$, находим

$$\nabla_2^2\varphi_{jk}^* - m_{jk}^2\xi^2\varphi_{jk}^* = 0,\ j = 1,2,3,\ k = 1,2, \tag{5}$$

где $\nabla_2^2$ – двумерный оператор Лапласа, $m_{jk}^2 = 1 - M_{jk}^2$, $m_{1k} \equiv m_{pk}$, $m_{2k} = m_{3k} \equiv m_{sk}$, $\varphi_{jk}^*(r,\theta,\xi) = \int_{-\infty}^{\infty}\varphi_{jk}(r,\theta,\eta)e^{-i\xi\eta}d\eta$.

Аналогично можно получить выражения для трансформант перемещений $u_{lk}^*$ и напряжений $\sigma_{lmk}^*$ ($l,m = r,\theta,\eta$; $k = 1,2$) как функции от $\varphi_{jk}^*$.

При дозвуковой скорости движения нагрузки $M_{sk} < 1$ $(m_{sk} > 0)$, и решения (5) можно представить в виде:

- для массива

$$\varphi_{j1}^* = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj}K_n(k_{j1}r)e^{in\theta}, \tag{6,а}$$

- для несущего слоя

$$\varphi_{j2}^* = \sum_{n=-\infty}^{\infty}\left(a_{nj+3}K_n(k_{j2}r) + a_{nj+6}I_n(k_{j2}r)\right)e^{in\theta}. \tag{6,б}$$

Здесь $j = 1, 2, 3$, $k_{j1} = |m_{j1}\xi|$, $k_{j2} = |m_{j2}\xi|$; $I_n(kr), K_n(kr)$ – функции Бесселя первого и второго рода от мнимого аргумента, $a_{n1},\ldots,a_{n9}$ – неизвестные коэффициенты, подлежащие определению.

Подставляя (6,а), (6,б) в выражения для трансформант перемещений $u_{ik}^{*}$ и напряжений $\sigma_{ijk}^{*}$, можно получить выражения для $u_{ik}^{*}$ и $\sigma_{ijk}^{*}$ с неизвестными коэффициентами $a_{n1},...,a_{n9}$, для определения которых следует воспользоваться граничными условиями.

Применив к (1) преобразование Фурье по $\eta$ и разлагая функции перемещений точек срединной поверхности ограждающего слоя в ряды Фурье по $\theta$, для $n$-го члена разложения получим

$$\begin{aligned}
&\varepsilon_1^2 u_{0n\eta} + \nu_{02} n\xi_0 u_{0n\theta} - 2i\nu_0\xi_0 u_{0nr} = G_0\left(q_{n\eta} - q_{n\eta R_1}\right),\\
&\nu_{02} n\xi_0 u_{0n\eta} + \varepsilon_2^2 u_{0n\theta} - 2inu_{0nr} = G_0\left(q_{n\theta} - q_{n\theta R_1}\right),\\
&2i\nu_0\xi_0 u_{0n\eta} + 2inu_{0n\theta} + \varepsilon_3^2 u_{0nr} = G_0\left(q_{nr} - q_{nrR_1}\right),
\end{aligned} \tag{7}$$

где $\varepsilon_1^2 = \alpha_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\varepsilon_2^2 = \beta_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\varepsilon_3^2 = \gamma_0^2 - \varepsilon_0^2$, $\xi_0 = \xi R_1$,

$\alpha_0^2 = 2\xi_0^2 + \nu_{01} n^2$, $\beta_0^2 = \nu_{01}\xi_0^2 + 2n^2$, $\gamma_0^2 = \chi^2\left(\xi_0^2 + n^2\right)^2 + 2$, $\varepsilon_0^2 = \nu_{01}\xi_0^2 M_{s0}^2$,

$\nu_{01} = 1 - \nu_0$, $\nu_{02} = 1 + \nu_0$, $M_{s0} = c/c_{s0}$, $c_{s0} = \sqrt{\dfrac{\mu_0}{\rho_0}}$, $\chi^2 = \dfrac{h_0^2}{6R_1^2}$, $G_0 = -\dfrac{\nu_{01} R_1^2}{\mu_0 h_0}$;

$q_{nj} = (\sigma_{rj2}^{*})_n\big|_{r=R_1}$, $q_{njR_1} = (\sigma_{rj1}^{*})_n\big|_{r=R_1}$, $j = \eta, \theta, r$; $u_{0nm}$ – коэффициенты разложения $u_{0m}^{*}(\theta,\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} u_{0m}(\theta,\eta) e^{-i\xi\eta} d\eta$ в ряды Фурье по угловой координате $\theta$ $(m = \eta, \theta, r)$.

Разрешая (7) относительно $u_{0n\eta}$, $u_{0n\theta}$, $u_{0nr}$, находим

$$\begin{aligned}
u_{0n\eta} &= \frac{G_0}{\delta_n}\sum_{j=1}^{3}\delta_{\eta j}\left(q_{nj} - q_{njR_1}\right),\\
u_{0n\theta} &= \frac{G_0}{\delta_n}\sum_{j=1}^{3}\delta_{\theta j}\left(q_{nj} - q_{njR_1}\right),\\
u_{0nr} &= \frac{G_0}{\delta_n}\sum_{j=1}^{3}\delta_{rj}\left(q_{nj} - q_{njR_1}\right).
\end{aligned} \tag{8}$$

Здесь $\delta_n = \delta_{|n|} = \left(\varepsilon_1\varepsilon_2\varepsilon_3\right)^2 - \left(\varepsilon_1\xi_1\right)^2 - \left(\varepsilon_2\xi_2\right)^2 - \left(\varepsilon_3\xi_3\right)^2 + 2\xi_1\xi_2\xi_3$,

$\delta_{\eta 1} = \left(\varepsilon_2\varepsilon_3\right)^2 - \xi_1^2$, $\delta_{\eta 2} = \xi_1\xi_2 - \xi_3\varepsilon_3^2$, $\delta_{\eta 3} = i\left(\varepsilon_2^2\xi_2 - \xi_1\xi_3\right)$,

$\delta_{\theta 1} = \delta_{\eta 2}$, $\delta_{\theta 2} = \left(\varepsilon_1\varepsilon_3\right)^2 - \xi_2^2$, $\delta_{\theta 3} = i\left(\varepsilon_1^2\xi_1 - \xi_2\xi_3\right)$,

$\delta_{r1} = -\delta_{\eta 3}$, $\delta_{r2} = -\delta_{\theta 3}$, $\delta_{r3} = \left(\varepsilon_1\varepsilon_2\right)^2 - \xi_3^2$, $\xi_1 = 2n$, $\xi_2 = 2\nu_0\xi_0$, $\xi_3 = \nu_{02}\xi_0 n$,

для $q_{nj}$ и $q_{njR_1}$ индекс $j = 1$ соответствует индексу $\eta$, $j = 2 - \theta$, $j = 3 - r$.

Граничные условия можно представить в следующем виде:

а) при жестком сопряжении слоёв оболочки:

- в случае скользящего контакта оболочки с массивом

при $r = R_1$ $\quad u_{r1}^{*} = u_{r2}^{*}$, $u_{j2}^{*} = u_{0j1}$, $\sigma_{r\eta 1}^{*} = 0$, $\sigma_{r\theta 1}^{*} = 0$,

при $r = R_2$ $\quad \sigma_{rj2}^{*} = P_j^{*}(\theta,\xi)$, $j = r, \theta, \eta$,

- в случае жёсткого контакта оболочки с массивом

при $r = R_1$ $\quad u_{j1}^{*} = u_{j2}^{*}$, $u_{j1}^{*} = u_{0j1}$,

при $r = R_2$ $\quad \sigma_{rj2}^{*} = P_j^{*}(\theta,\xi)$, $j = r, \theta, \eta$;

б) при скользящем сопряжении слоёв оболочки:

- в случае скользящего контакта оболочки с массивом

при $r = R_1$ $\quad u^*_{r1} = u^*_{r2}$, $u^*_{r2} = u_{0r1}$, $\sigma^*_{r\eta 2} = 0$, $\sigma^*_{r\theta 2} = 0$, $\sigma^*_{r\eta 1} = 0$, $\sigma^*_{r\theta 1} = 0$,

при $r = R_2$ $\quad \sigma^*_{rj2} = P^*_j(\theta, \xi)$, $j = r, \theta, \eta$,

- в случае жёсткого контакта оболочки с массивом

при $r = R_1$ $\quad u^*_{r1} = u^*_{r2}$, $\sigma^*_{r\eta 2} = 0$, $\sigma^*_{r\theta 2} = 0$, $u^*_{j1} = u_{0j1}$,

при $r = R_2$ $\quad \sigma^*_{rj2} = P^*_j(\theta, \xi)$, $j = r, \theta, \eta$.

Здесь $P^*_m(\theta, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} P_m(\theta, \eta) e^{-i\xi\eta} d\eta$, $m = \eta, \theta, r$.

Разлагая $P^*_m(\theta, \xi)$ в ряды Фурье по угловой координате $\theta$ и приравнивания коэффициенты рядов при $e^{in\theta}$, получим бесконечную ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$) систему линейных алгебраических уравнений блочно-диагонального вида для определения коэффициентов $a_{n1}, \ldots, a_{n9}$. После определения коэффициентов, применяя обратное преобразование Фурье, можно вычислить компоненты напряженно-деформированного состояния среды и оболочки. При этом для вычисления интегралов Фурье можно использовать любой численный метод, если определители $\Delta_n(\xi, c)$ полученной для конкретных граничных условий системы уравнений не обращаются в ноль, т.е. в случае движения нагрузки с докритической скоростью [1].

**2. Численные эксперименты.** Исследуем напряжённо-деформированное состояние (НДС) подкреплённого сталебетонной обделкой тоннеля глубокого заложения при воздействии движущейся с докритической скоростью $c$ = 100м/с транспортной нагрузки давления интенсивностью $P^\circ$, равномерно распределённой по нижней половине внутренней поверхности несущего слоя ($R_2 = R$ = 1м) в интервале $|\eta| \le 0{,}2R$. Параметры обделки: толстый несущий слой толщиной $h_c = R_1 - R_2$ – бетон ($\nu_2 = 0{,}2$, $\mu_2 = 1{,}21 \cdot 10^4$МПа, $\rho_2 = 2{,}5 \cdot 10^3$кг/м$^3$, $c_{s2}$ = 2200 м/с), ограждающий слой – тонкостенная стальная оболочка ($R_1 = 1{,}2R$, $h_0/R = 0{,}02$; $\nu_0 = 0{,}3$, $\mu_0 = 8{,}08 \cdot 10^4$МПа, $\rho_0 = 7{,}8 \cdot 10^3$кг/м$^3$). Контакт между слоями обделки полагаем жёстким. Характеристики массива: $\nu_1 = 0{,}25$, $\mu_1 = \mu = 4{,}0 \cdot 10^3$МПа, $\rho_1 = 2{,}6 \cdot 10^3$кг/м$^3$; $c_{s1}$ = 1240,35 м/с [2].

В таблицах 1 – 3 представлены результаты расчёта НДС обделки и контактирующей с ней поверхности массива при различных условиях их сопряжения, из анализа которых следует, что граничные условия в месте контакта обделки с массивом ($r = 1{,}2R$) строго выполняются (обозначения в таблицах: $u^\circ_r = u_r \mu / P^\circ$, м, $\sigma^\circ_{\theta\theta} = \sigma_{\theta\theta} / P^\circ$, $\sigma^\circ_{\eta\eta} = \sigma_{\eta\eta} / P^\circ$).

Таблица 1. **Компоненты НДС внутренней поверхности бетонного слоя обделки в сечении $\eta = 0$**

| Комп. НДС | θ, град | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
| Жёсткий контакт обделки с массивом | | | | | | | | | | | |
| $u^\circ_r$ | -0,027 | -0,024 | -0,018 | -0,003 | 0,029 | 0,057 | 0,086 | 0,118 | 0,132 | 0,139 | 0,141 |
| $\sigma^\circ_{\theta\theta}$ | 0,084 | 0,097 | 0,144 | 0,204 | 0,216 | 0,198 | 0,179 | 0,192 | 0,251 | 0,298 | 0,311 |
| $\sigma^\circ_{\eta\eta}$ | 0,031 | 0,009 | 0,010 | -0,059 | -0,246 | -0,565 | -0,884 | -1,072 | -1,140 | -1,139 | -1,161 |
| Скользящий контакт обделки с массивом | | | | | | | | | | | |
| $u^\circ_r$ | -0,040 | -0,038 | -0,028 | -0,008 | 0,030 | 0,060 | 0,091 | 0,129 | 0,149 | 0,158 | 0,160 |
| $\sigma^\circ_{\theta\theta}$ | -0,314 | -0,290 | -0,152 | 0,032 | 0,182 | 0,219 | 0,256 | 0,406 | 0,590 | 0,728 | 0,752 |
| $\sigma^\circ_{\eta\eta}$ | -0,091 | -0,110 | -0,083 | -0,120 | -0,271 | -0,568 | -0,864 | -1,015 | -1,053 | -1,025 | -1,044 |

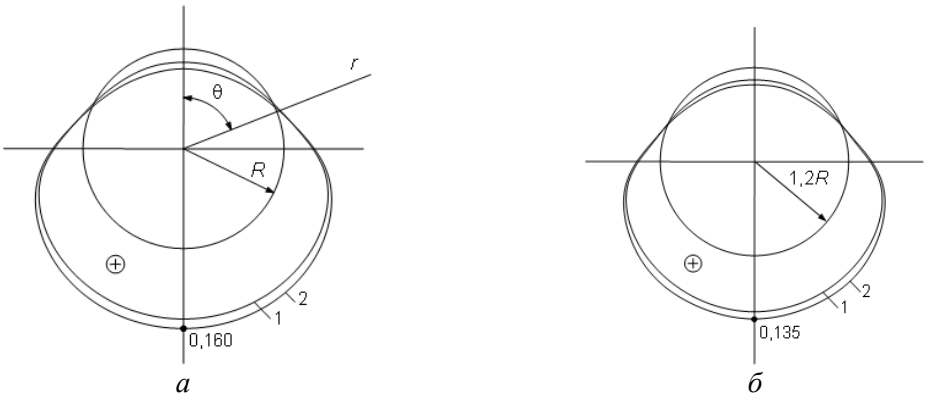
Таблица 2. **Компоненты НДС наружной поверхности бетонного слоя обделки в сечении η = 0**

| Комп. НДС | θ, град | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
| Жёсткий контакт обделки с массивом | | | | | | | | | | | |
| $u^{\circ}_r$ | -0,026 | -0,023 | -0,017 | -0,005 | 0,020 | 0,046 | 0,072 | 0,098 | 0,109 | 0,116 | 0,119 |
| $\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$ | 0,065 | 0,064 | 0,112 | 0,076 | 0,041 | 0,232 | 0,422 | 0,388 | 0,352 | 0,400 | 0,399 |
| $\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$ | -0,011 | -0,018 | -0,019 | -0,029 | -0,010 | 0,025 | 0,060 | 0,079 | 0,069 | 0,068 | 0,061 |
| Скользящий контакт обделки с массивом | | | | | | | | | | | |
| $u^{\circ}_r$ | -0,037 | -0,033 | -0,026 | -0,009 | 0,022 | 0,049 | 0,076 | 0,107 | 0,125 | 0,131 | 0,135 |
| $\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$ | -0,374 | -0,354 | -0,282 | -0,088 | 0,054 | 0,265 | 0,477 | 0,618 | 0,813 | 0,885 | 0,904 |
| $\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$ | -0,163 | -0,168 | -0,139 | -0,083 | 0,024 | 0,104 | 0,183 | 0,290 | 0,346 | 0,376 | 0,370 |

Таблица 3. **Компоненты НДС контактирующей с обделкой поверхности массива в сечении η = 0**

| Комп. НДС | θ, град | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
| Жёсткий контакт обделки с массивом | | | | | | | | | | | |
| $u^{\circ}_r$ | -0,026 | -0,023 | -0,017 | -0,005 | 0,020 | 0,046 | 0,072 | 0,098 | 0,109 | 0,116 | 0,119 |
| $\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$ | 0,013 | 0,026 | 0,042 | 0,038 | 0,013 | 0,030 | 0,048 | 0,023 | 0,018 | 0,035 | 0,048 |
| $\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$ | 0,0 | -0,002 | -0,002 | -0,003 | -0,007 | -0,038 | -0,069 | -0,073 | -0,074 | -0,074 | -0,076 |
| Скользящий контакт обделки с массивом | | | | | | | | | | | |
| $u^{\circ}_r$ | -0,037 | -0,033 | -0,026 | -0,009 | 0,022 | 0,049 | 0,076 | 0,107 | 0,125 | 0,131 | 0,135 |
| $\sigma^{\circ}_{\theta\theta}$ | 0,0 | 0,010 | 0,018 | 0,025 | 0,018 | 0,007 | -0,004 | -0,010 | -0,003 | 0,005 | 0,015 |
| $\sigma^{\circ}_{\eta\eta}$ | 0,008 | -0,007 | -0,005 | -0,034 | -0,084 | -0,163 | -0,242 | -0,292 | -0,321 | -0,320 | -0,335 |

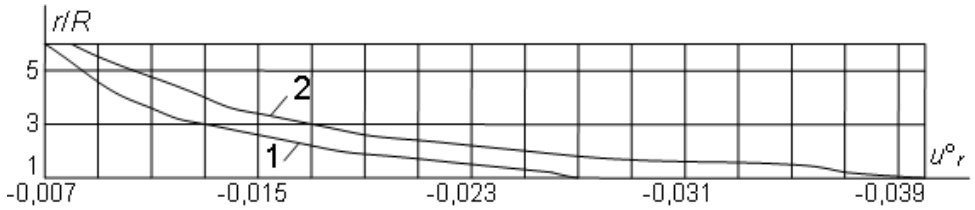
В случае скользящего контакта максимальные радиальные перемещения $u_r$ несущей и контактирующих поверхностей больше, чем при жёстком контакте (рис. 1, обозначения кривых: 1 – жёсткий контакт оболочки с массивом; 2 – скользящий контакт оболочки с массивом). При замене жёсткого контакта на скользящий происходит возрастание экстремальных значений нормальных напряжений $\sigma_{\theta\theta}$ на внутренней и наружной поверхностях бетонного слоя и их снижение на контактной поверхности массива. Экстремальные значения $\sigma_{\eta\eta}$, при этом, уменьшаются на внутренней поверхности бетонного слоя и увеличиваются на его наружной поверхности, а также на контактирующей с обделкой поверхности массива.



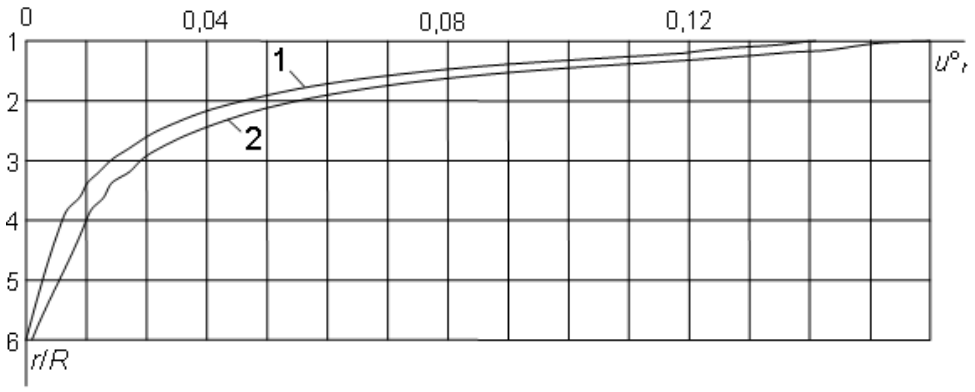

*а* *б*

**Рис. 1.** Эпюры радиальных перемещений $u^{\circ}_r$, м на контуре поперечного сечения η = 0 внутренней (*а*) и наружной (*б*) поверхности бетонного слоя сталебетонной оболочки

При удалении в радиальном направлении от внутренней поверхности бетонного слоя, как видно из рис. 2 (обозначения кривых на рисунке соответствуют случаям: 1 – жёсткий контакт обделки с массивом; 2 – скользящий контакт обделки с массивом.), влияние контактных условий на радиальные смещения точек снижается и, как показывают расчёты, практически не сказывается на толщине динамически активного слоя.




*а*




*б*

**Рис. 2.** Изменения радиальных перемещений $u^{\circ}_{r}$, м в сечении η = 0 с удалением от верхней (*а*) нижней (*б*) точек внутренней поверхности бетонного слоя обделки

ЛИТЕРАТУРА

1. Ержанов Ж.С., Айталиев Ш.М., Алексеева Л.А. Динамика тоннелей и подземных трубопроводов. – Алма-Ата: Наука, 1989. – 240 с.

2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. – М.: Недра, 1989. – 270 с.

REFERENS

1. Erzhanov Zh.S., Aitaliev Sh.M., Alekseyeva L.A. Dynamics of tunnels and underground pipelines. – Alma-Ata: Nauka, 1989. – 240 p.

2. Bulychev N.S. Mekhanika podzemnykh sooruzhenii v primerakh i zadachakh [Mechanics of underground structures in examples and problems], Moscow, Nedra Publ., 1989, 270 p.

Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.

**Көлік жүктесі әрекетімен тонельдің кернеу-деформациялық түйіне терен орналасқан тонельдің екі қабатты қаптамасымен масивтің контакт шараларын әрекеті.**

**Түйіндеме.** Серпімді кеңістіктегі екі қабатты қабықшаға жүгірмелі жүктеме әрекеті туралы тапсырманың шешімі негізінде көлік жүктемелері әсер еткенде (ішкітоннельдің жылжымалы көлігінің жүктемесі) тоннельдің кернеу-деформациялық күйіне терең орналасқан болатбетонды тоннель қаптамасы мен массивтің контакт шартарының әсері зерттеленді.

**Негізгі сөздер:** тоннель, қабатты қабықша, көлік жүктеме, кернеулі-деформациялық күйі.

Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.

**Влияние контактных условий двухслойной обделки тоннеля глубокого заложения с массивом на его напряжённо-деформированное состояние при действии транспортной нагрузки**

**Резюме.** На основе решения задачи о действии бегущей нагрузки на двухслойную оболочку в упругом пространстве исследуется влияние контактных условий сталебетонной обделки тоннеля глубокого заложения с массивом на его напряжённо-деформированное состояние при действии транспортной нагрузки (нагрузки от движущегося внутритоннельного транспорта).

**Ключевые слова:** тоннель, слоистая оболочка, транспортная нагрузка, напряженно-деформированное состояние.

Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.

**Influence of contact conditions on two-layer shell a tunnel of a deep embedding and a massif on its tense-deformed condition at action of transport loads**

On base of task solution on effect of moving load on two-layer shell in elastic space is researched influence of contact conditions steel-concrete shell a deep tunnel and a massif on its tense-deformed condition at action of transport loadings (loadings from moving intra tunnel transport).

**Key words:** tunnel, layered shell, transport load, tense-deformed condition.

УДК 655.262

**Емелхан А.Б.,[1,2] Ахметова А.Е.,[1,2] Тягунов А.Г.,[1,2] Сергеев А.П.,[1] Турлыбаева Б.Ж.**
([1]Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
г.Алматы, Республика Казахстан, aiko___91@mail.ru
[2]ФГАУ ВПО «Уральский Федеральный Университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Россия, Екатеринбург, Мира-32, 620002, E-mail: datarasov@yandex.ru)

## ИНВАРИАНТНАЯ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ШРИФТА

**Аннотация.** Для оценки пространственных особенностей шрифтовых рисунков предложено использовать масштабно инвариантный показатель, основанный на идеях фрактальной геометрии. Шрифт рассматривается как связное геометрическое множество векторных графических объектов и к нему применяется определение нормализованной компактности. Для вычисления периметра и площади векторного объекта использован VBA макрос Curveinfo векторного графического пакета CorelDraw. Был разработан специальный макрос, который автоматизирует процесс разбиения произвольного количества текстовых объектов на набор векторных объектов представляющих из себя абрисы букв и внутрибуквенные просветы. Выборка: 21 шрифт, размеры 12 и 18 пт; из них 9 шрифтов без засечек, 11 шрифтов с засечками и один скриптовый шрифт. Результаты и измерений и расчетов показали масштабную инвариантность нормализованной компактности и возможность использования этого показателя как численной характеристики и основания для классификации шрифтов.

**Ключевые слова:** текст, шрифт, скорость чтения, показатель, фрактал.

Исследования в области разборчивости и читабельности текстовой информации ведутся на протяжении более ста лет. Они необходимы для разработки текстовых материалов, предназначенных для читателей с формирующимся навыком чтения. Значительное место в них занимают исследования шрифтов. Многие зарубежные и отечественные авторы исследовали разборчивость, различимость, удобство чтения различных шрифтов, влияние засечек, влияние рисунка и пространственных характеристик шрифта на понимание и запоминание содержания текстовых информаций, и некоторые другие факторы. Полученные результаты противоречивы и до сих пор нет единого мнения о том, какие особенности шрифтов и каким образом влияют на процесс чтения. Во многом это связано с отсутствием объективного показателя, описывающего рисунок шрифта и позволяющего сравнивать различные шрифты между собой.

Цель исследования – предложить масштабно инвариантный показатель, численно характеризующий пространственные характеристики шрифта. Он предназначен для количественной оценки разборчивости шрифтов.

**Текущее состояние вопроса**

Различия в удобочитаемости гарнитур исследовались в [1]. Продемонстрировано незначительное превосходство ряда гарнитур, связанное с их рисунком и начертанием. При этом субъективные оценки респондентов были часто противоположными. Аналогичные результаты были получены в [2] при разработке новых шрифтов. Работы показали наличие субъективных предпочтений читателей, а также объективной разности в удобочитаемости гарнитур различных начертаний.

В работе [3] исследования удобочитаемости шрифтов осуществлялись сравнением скорости чтения отрывков текстовых информаций на русском языке, по 2000 знаков, набранных некоторыми распространенными шрифтами, кеглем 12 пт. Проведена кластеризация шрифтов на основе количества отмеченных респондентами меток и произведено ранжирование шрифтов по удобочитаемости. Продемонстрирована более высокая скорость чтения на шрифтах с засечками. Однако каких-либо явных характеристик шрифтов, влияющих на удобочитаемость, выявлено не было.

В [4] дан обзор ситуации с современным шрифтовым оформлением учебников для средней школы. Рассмотрено противоречие норм действующего технического регулирования и современного состояния шрифтового оформления. Выявлен дефицит гарнитур, предназначенных для набора учебной литературы. Показано, что санитарные нормы определяют требования лишь к высоте прописных символов, что ни в коей мере не отражает реального положения с удобочитаемостью шрифта, поскольку основной вклад в нее делает высота строчных символов. Сделано заключение о том, что в России практически отсутствуют современные исследования удобочитаемости.

В фундаментальной работе «*Legibility of print*» Майлза Тинкера [5] показано, что при чтении строчные буквы более важны, чем заглавные, а разборчивость некоторых букв может быть улучшена за счет использования засечек, насыщенности штрихов, разграничения отличительных характеристик, упрощения контура, пустого пространства в очке литеры, ширины буквы.

Известный британский исследователь чтения и восприятия Э. Дж. Сэнфорд подтвердил, что шрифты различаются по своей разборчивости [6].

Читабельность зависит от начертания символов гарнитуры, определяющую разборчивость слов и букв. Таким образом, большая разборчивость приводит к большей способности различать и, следовательно, в большем умении читать текстовых информаций [7].

В [8] был проведен анализ публикаций, касающихся роли букв в восприятии текстовых информаций в целом и показано, что начертание отдельных символов и их идентификация мозгом, их пространственные характеристики и взаимодействие между собой, равно как и шрифты, и гарнитуры в целом, являются существенным фактором, влияющим на чтение, требующим дальнейших исследований.

**Подход и инструментарий**

Оценка визуальных характеристик шрифтов представляет определенные трудности, связанные с различием в понимании того, что представляет собой набор визуальных характеристик и какие критерии необходимо использовать при их оценке. Подобие некоторых графических элементов букв шрифта и самих букв шрифта, так же как и шрифта в целом, наводит на мысль о возможности использования для их анализа идей фрактальной геометрии. Согласно Б. Мандельброту: «Фракталом называется множество, для которого размерность Хаусдорфа–Безиковича строго больше его топологической размерности» [9].

В нашем случае, если размерность границы набора букв шрифта представляет собой дробную метрическую размерность, можно говорить, что граница символов шрифта обладает фрактальными характеристиками. Пространственная система должна обладать одинаковыми свойствами во всех масштабах – масштабная инвариантность. Это означает, что при изменении пространственного размера объекта любая количественная характеристика фрактала меняется независимо от этих изменений.

Топологическая размерность связана с числом степеней свободы, в то время, как фрактальная размерность интуитивно может быть понята как степень заполнения пространства нерегулярно распределенной субстанцией. При анализе реальных множеств необходимо учитывать, что их фрактальные характеристики могут существовать лишь в ограниченной области масштабов. Соотношение между длиной абриса символа или набора символов шрифта и его площадью может характеризовать показатель шрифта.

В любом семействе плоских фигур, геометрически подобных, но имеющих различные линейные размеры, отношение длины границы фигуры к квадратному корню ее площади представляет собой число, полностью определяемое общей для семейства формой.

**Процедура измерения**

Для проведения измерения был выбран 21 шрифт (прямое светлое начертание) кеглями 12 и 18 пт. Среди них 9 шрифтов без засечек, 11 шрифтов с засечками и один скриптовый шрифт, К каждому шрифту из выбранного набора была применена процедура вынесения всех внутрибуквенных просветов и последующее объединение в отдельные связные векторные объекты всех абрисов заглавных и строчных букв; всех внутрибуквенных просветов заглавных и строчных букв (рис.1).




**Рис. 1.** Разъединение набора букв шрифта на абрисы и внутрибуквенные просветы перед расчетом показателя

Можно предположить, что для шрифтов с засечками и без засечек показатель нормализованной компактности будет иметь различный смысл. Поэтому шрифты с засечками и без засечек рассматривались отдельно. По распределению значений нормализованной компактности для групп шрифтов с засечками и без засечек проводилась систематизация: группировка методом экспертной оценки; кластерный анализ с использованием пакета *Statistica* 10.

**Результаты и обсуждение**

Результаты измерений и расчетов показателей шрифтов по формуле нормализованной компактности (5); для набора шрифтов размером 12 и 18пт. приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Результаты расчета нормализованной компактности для шрифтов кеглем 12 пт., 18 пт.**

| № п.п. | Шрифт | Особенность | $C_n$, кегль 12 пт. | $C_n$, кегль 18 пт. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vanta | | 305.44 | 305.45 |
| 2 | Text Book | | 417.82 | 417.82 |
| 3 | Comic Sans | | 439.25 | 416.32 |
| 4 | Verdana | | 458.56 | 464.4 |
| 5 | Avantgard | | 469.5 | 469.5 |
| 6 | Arial | | 480.52 | 469.35 |
| 7 | Century Gothic | | 574.92 | 574.92 |
| 8 | Futuris | | 605.28 | 605.27 |
| 9 | Futura | | 824.98 | 824.98 |
| 10 | Bruskovaya | Засечки | 471.46 | 471.45 |
| 11 | Antiqua | То же | 585.38 | 585.38 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | Mysl Narrow | —«— | 653.17 | 653.17 |
| 13 | Times New Roman | —«— | 674.68 | 654.96 |
| 14 | Baskerville | —«— | 681.9 | 681.9 |
| 15 | Journal | —«— | 702.94 | 703.73 |
| 16 | Book Antiqua | —«— | 714.04 | 714.04 |
| 17 | Baltica | —«— | 777.51 | 792.16 |
| 18 | Classic Russian | —«— | 796.17 | 796.16 |
| 19 | Garamond | —«— | 875.33 | 875.32 |
| 20 | Literaturnaya | —«— | 879.76 | 801.94 |
| 21 | *Art Script* | скрипт | 1716.72 | 1650.94 |

Как можно видеть из табл. 1, нормализованные компактности шрифтов являются практически постоянными величинами, что свидетельствует об объективном характере предложенного масштабно инвариантного показателя, который удобно использовать в исследованиях. Небольшая вариативность предложенного показателя для некоторых шрифтов может быть объяснена ошибками масштабирования.

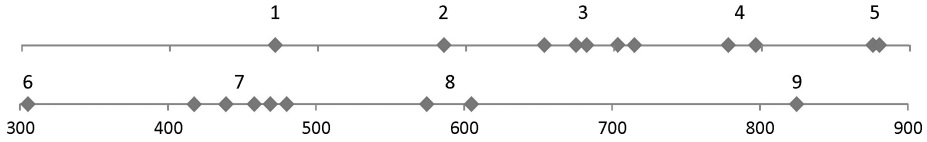



**Рис. 2.** Распределения значений нормализованной компактности (безразмерная величина, ромбы на графиках) для групп шрифтов с засечками и без засечек. Цифрами 1-9 обозначены группы шрифтов с близкими значениями показателя нормализованной компактности (группировка по экспертным оценкам)

На рис. 2 приведены распределения нормализованной компактности для групп шрифтов с засечками и без засечек (за исключением скриптового шрифта). Группировка проведена при помощи метода экспертной оценки по распределениям, приведенным на рис 2. Скорость чтения шрифтов с засечками (рис. 2) в среднем несколько выше, чем шрифтов без засечек. Скриптовые шрифты, как отмечалось выше, из-за сложности с различением букв обладают низкой скоростью чтения, при этом показатель нормализованной компактности у них чрезвычайно высок (табл.1, *ArtScript*). В целом предложенный показатель демонстрирует применимость для ранжирования внутри группы однотипных шрифтов.

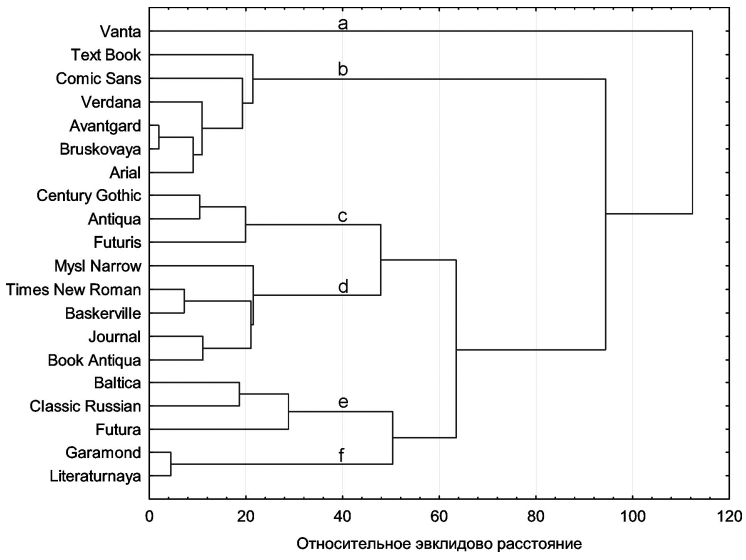



**Рис. 3.** Кластеризация шрифтов по значению показателя нормализованной компактности

Учет предложенного показателя в исследованиях чтения (например, [11]) позволит выявить предикторы скорости чтения и качества усвоения прочитанного не только для бумажных, но и для «электронных» текстовых информаций. Для оценки применимости предложенного показателя необходимы исследования большого количества различных шрифтов и статистический анализ полученных результатов, который может выявить факторы, влияющие на удобочитаемость шрифтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ушакова М.Н. Новый шрифт для художественной литературы // Полиграфическое производство. 1959. № 11. — С. 26–27.

2. Александрова Н.А., Чиминова В.Г. Новые шрифты для газет // Полиграфическое производство. 1962. № 5 — С. 57–61.

3. Токарь О.В., Зильберглейт М.А., Литунов С.Н. Оценка удобочитаемости шрфита на материале официального документа//Омский научный вестник. 2009. № 2 (80). — С. 246–249.

4. Тарбеев А.В. Шрифтовое оформления современного учебника// Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2004. № 4. — С. 93–102..

5. Tinker M.A. Legibility of print. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1963. — P.329.

6. Sanford A.J. The Mind of Man: Models of Human Understanding. New Haven: Yale University Press, 1987. — P.141.

7. McCarthy M.S., Mothersbaugh D.L. Effects of typographic factors in advertising-based persuasion: A general model and initial empirical tests. // Psychology & Marketing, 2002, Vol.19, Issue 7–8. — P.663–691

8. Sanocki T., Dyson M.C. Letter processing and font information during reading: beyond distinctiveness, where vision meets design. //Atten Percept Psychophys. 2012. №74 (1). — P.132–145.

9. Мандельборт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — С. 656.

10. Алексанина М.Г., Карнацкий А. Ю. Сравнение пространственных характеристик полей морского льда и облачности по данным видимого канала AVHRR/NOAA. М.: ИКИ РАН, 10–14 ноября 2008 г. Сборник тезисов конференции. — С. 299–302.

11. Тарасов Д.А., Сергеев А.П., Корнилова Ю.И. Интерлиньяж как фактор скорости чтения на примере бумажных и уеб-текстов// Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. 2013. № 2. — С. 81–88.

REFERENCES

1. Ushakova M.N. Novyi shrift dlya hudojestvennoi literatury // Poligraficheskoe proizvodstvo. 1959. № 11. — S. 26–27.

2. Aleksandrova N.A., Chiminova V.G. Novye shrifty dlya gazet // Poligraficheskoe proizvodstvo. 1962. № 5 — S. 57–61.

3. Tokar O.V., Zilbergleit M.A., Litunov S.N. Ocenka udobochitaemolsti shrift na material oficialnogo dokumenta // Omskii nauchnyi vestnik. 2009. № 2 (80). — S. 246–249.

4. Tarbeev A.B. Shriftovoe oformlenie sovremennogo uchebnika // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenii. Problemy poligrafii I izdatalskogo dela. 2004. № 4. — S. 93–102

5. Tinker M.A. Legibility of print. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 1963. — P.329.

6. Sanford A.J. The Mind of Man: Models of Human Understanding. New Haven: Yale University Press, 1987. — P.141.

7. McCarthy M.S., Mothersbaugh D.L. Effects of typographic factors in advertising-based persuasion: A general model and initial empirical tests. // Psychology & Marketing, 2002, Vol.19, Issue 7–8. — P.663–691

8. Sanocki T., Dyson M.C. Letter processing and font information during reading: beyond distinctiveness, where vision meets design. //Atten Percept Psychophys. 2012. №74 (1). — P.132–145.

9. Mandelbrot B. Fraktalnaya geometriya prirody. M.: Institut kompyuternyh issledovanii. 2002. — S. 656.

10. Aleksanina M.G., Karnatskii A.Yu. Sravnenie prostranstvennyh harakteristik polei morskogo lda I oblachnosti po dannym vidimogo kanala AVHRR/NOAA. M.: IKI RAN, 10–14 noyabr 2008 g. Sbornik tezisov konferencii. — S. 299–302.

11. Tarasov D.A., Sergeev A.P., Kornilova Yu.I. Interlinyazh kak factor skorosti chteniya na primere bumazhnyh I web-tekstov //Izvestiya vysshih uchebnyh zavadenii. Problemy poligrafii I izdatalskogo dela. 2013. № 2. — S. 81–88.

Емелхан А.Б., Ахметова А.Е., Тягунов А.Г., Сергеев А.П., Турлыбаева Б.Ж.

**Шрифтті инвариантты сандық түрде бағалау**

**Түйіндеме:** Шрифттік суреттердің кеңістіңктік ерекшелігін бағалау үшін фракталды геометирияға негізделген масштабты инвариантты көрсеткішті пайдалану ұсынылды. Шрифт векторлы графикалық объектілердің геометриялық байланыстырғышы ретінде қарастырылады және оған жүйеленген тұтастық анықтамасы қолданылады. Векторлы объектінің ауданы мен периметрін есептеп шығару үшін VBA макросы пайдаланылды. Есептеудің қорытындысы бойынша шрифтерді саралау үшін инвариантты жүйеленген тұтастықты қолдануға жарамдылығы байқалды.

**Түйін сөздер:** мәтін, шрифт, оқу жылдамдығы, көрсеткіш, фрактал

Емелхан А.Б., Ахметова А.Е., Тягунов А.Г., Сергеев А.П., Турлыбаева Б.Ж.

**Инвариантная количественная оценка шрифта**

**Резюме:** Для оценки пространственных особенностей шрифтовых рисунков предложено использовать масштабно инвариантный показатель, основанный на идеях фрактальной геометрии. Шрифт рассматривается как связное геометрическое множество векторных графических объектов и к нему применяется определение нормализованной компактности. Для вычисления периметра и площади векторного объекта использован VBA макрос. Результаты и измерений и расчетов показали масштабную инвариантность нормализованной компактности и возможность использования этого показателя как численной характеристики и основания для классификации шрифтов.

**Ключевые слова:** текст, шрифт, скорость чтения, показатель, фрактал.

Yemelkhan A.B., Akhmetova A.E., Tyagunov A.G., Sergeev A.P., Turlybaeva B.Zh.

**A substantial scale invariant quantiative evaluation of a font based on ideas of fractal geometry**

**Summary:** For an assessment of spatial features of font drawings it is offered to use on a substantial scale invariant indicator based on ideas of fractal geometry. The font is considered as a coherent geometrical set of vector graphic objects and determination of the normalized compactness is applied to it. For calculation of perimeter and the area of vector object VBA a macro. Results and measurements and calculations showed large-scale invariancy of the normalized compactness and possibility of use of this indicator as numerical characteristic and basis for classification of fonts.

**Key words:** optical elements (diffraction lattices, lenses), holographic optical elements, spectral devices, information technologies.

ЖОК 004.92

**А.М. Жұманазарова, Ж.Б. Қойшыбаева**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті
Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы, zhanarbi@rambler.ru)

## «MAC OS APPLE» ГРАФИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНЕ ЖАЛПЫ ШОЛУ

**Аңдатпа.** Графикалық жүйенің негізгі технологиялары, түрлері және мүмкіндіктері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Фреймворк, растр, мультимедиа, Quartz, OpenGL,QuickTime.

Mac OS Apple орнатылған графикалық бейнелеу жүйесімен бірге шығарылады. Оны қарастыру үшін алдымен операциялық жүйенің ерекше қолданыс табуының негізіне айналған ішкі сәулетіне назар аударайық. Оның негізгі үш компоненті бар.

1. Ядро.

Ол кез-келген операциялық жүйенің негізін құраушы, аппараттық құралдардың жұмысын ұйымдастыру мен енгізу-шығарудың негізгі жүйесіне жауапты, қосымшалардың жұмысын ең төменгі деңгейде қамтамасыз етуші болып табылады. Ал жаңа операциялық жүйенің ядросы ретінде UNIX-жүйе қызмет етеді, оны өндеушілер Дарвин деп атаған және ол Apple платформасының жұмысы үшін бейімдестірілген UNIX-тің бір нұсқасын көрсетеді.

2. Мәтіндік және графикалық ақпараттарды бейнелеу жүйесі.

Келесі үш графикалық технологияға негізделген:

– Quartz;

– OpenGL;

– QuickTime.

3. Бағдарламалық орта.

Оның үш типі құрылған:

– Classic арнаулы қосымшасы.

Mac OS-тың әр түрлі нұсқалары үшін құрылған қосымшаларды қолдау үшін жүктеледі.

– Carbon бағдарламалық ортасы.

Mac OS-тың ескі нұсқалары үшін арналған қосымшаларды аз шығынмен жаңасына ауыстыру тәсілін көрсетеді.

– Cocoa толыққанды бағдарламалық ортасы.

Жаңа операциялық жүйенің барлық технологияларының толық әрекетін қамтамасыз етеді.

Mac OS-та арнайы жазылған бағдарламаларды жаңа ортаға жылдам ауыстыру мүмкіндігі бар. Оның жартылай тұнықтық, ағушылық пен элементтердің қозғалғыштығы стиліндегі ыңғайлы интерфейсі Aqua жоғарыдағы мүмкіндіктердің бәрін қамтиды. Aqua қолданушының графикалық интерфейсі және операциялық жүйені рәсімдеудің басты тақырыбы болып табылады.

Бүкіл компьютерлік әлемге қолдану үшін тікелей аударылуы қиын, дегенмен шартты түрде пакет сөзі қолданылатын bundles ұғымы Mac OS-та бір немесе бірнеше орындалатын файл мен олардың орындалуы үшін қажетті ресурстарды қамтитын жасырын бумаларды білдіреді. Оның үш түрі бар:

1. Қосымшалар (applications) – бұл бағдарламалық кодтың орындалуы үшін қажетті орындалатын кодтардың өзін де қамтитын ресурстардан тұратын пакеттер;

2. Фреймворктар (frameworks) – бұл қосымшалар жұмысын қолдау мен қамтамасыз етуге қажетті, орындалатын кодтың кейбір бөлігін қамтитын, бірақ жеке қосымша болып табылмайтын ресурстардан тұратын пакеттер;

3. Жүктелетін пакеттер (loadable bundles) – қосымшалар тарапынан тікелей олардың орындалу үрдісі кезінде пайдаланылады. Ең кең таралған жүктелетін пакеттердің типі қосымша модульдер (Plug-ins)[8].

Заманауи операциялық жүйедегі графикалық ішкі жүйелердің дамуын шартты түрде үш кезеңге бөлуге болады.

Бірінші кезеңдегі графикалық ішкі жүйелерде негізгі примитив пиксель болып табылады. Пиксель координаталарын біле отырып, оған белгілі бір түс пен тағы басқа қасиеттер беруге болады. Егер сызықты салу қажет болса, салушы онда пиксельді торға жайғастырады. Сызық салынғаннан кейін дәл осы сызық туралы ақпарат жоғалады, шын мәнінде графикалық ішкі жүйе абстракциялы деңгейде жұмыс істеді. Жалпы бірінші кезеңдегі графикалық ішкі жүйе оның жоқ болуында, онда не ешқандай инетрфейс жоқ, тек видеожадты тікелей пайдаланғаннан басқа ештеңе ұсынылмады.

Екінші кезеңдегі графикалық ішкі жүйеде бірқанша ыңғайлы примитивтер пайда болды. Мысалы, бастапқы және соңғы нүктелерінің координаталарын беру арқылы кесіндіні салу, ортасының координаталары мен радиусын беру арқылы шеңбер салу мүмкіндігі бар. Демек, бірнеше кілттік нүктелерді көрсету жеткілікті, ал графикалық ішкі жүйе қалғанын өзі орындайды.

Үшінші кезеңдегі графикалық ішкі жүйенің негізгі примитиві вектор болып табылады. Экранға шығарылатын примитивтер туралы ақпараттар әр фигураның векторлық баяндалуы түрінде графикалық ішкі жүйеде сақталады. Бұл ақпаратты меңгерген графикалық ішкі жүйе дәлдікті жоғалтпай отырып, примитивтерге математикалық түрлендірулер орындай алады. Екінші кезеңдегі графикалық ішкі жүйе жағдайында бұл функциональды қосымша арқылы жүзеге асырылуына тура келсе, енді ол операциялық жүйенің өзіне тұрғызылған.

Жоғарыда айтылғандай, ақпараттарды бейнелеу жүйесі Mac OS-тың негізгі компоненттерінің бірі және ол компьютер экраны мен принтерде графикалық және мәтіндік ақпараттарды қалыптастыру мен бейнелеу құралдарын қамтиды. Екі- және үшөлшемді графиканы қамтамасыз ететін графикалық жүйе технологиялары туралы толығырақ мағлұматтар келтірейік.

Quartz үшінші кезеңдегі графикалық ішкі жүйеге кіреді және Mac OS-тың графикалық процессоры болып табылады. Бастапқыда векторлық графиканы пайдалануына байланысты әдетте Quartz деп Core Graphics технологиясын түсінеді. Жалпы мағынада Quartz технологиясы сурет салу қабатынан бастап композитормен аяқталатын Mac OS графикалық моделін білдіреді.

Quartz технологиясы екіөлшемді графикалық ақпараттарды шығаруға жауап береді. Оның көмегімен түс, ажыратымдылық пен тегістеу жүзеге асырылады. Quartz 2D-жылдамдату мен кадрлық видеобуферді пайдалану сияқты графикалық механизмдерді қамтамасыз етеді. Quartz-тың негізі кеңінен қолданылатын PDF (Portable Document Format) технологиясы болып табылады. Бұл форматтың принципті жетістігі платформалардың аппараттық және бағдарламалық тәуелсіздігі, сондай-ақ ерекше қиындықсыз PostScript-принтерлермен жұмыс істеуге мүмкіндік беретін PostScript тілін қолдауы болып отыр.

Quartz-та жүзеге асырылған клиент–сервер типіндегі екі деңгейлі сәулет қосымшалардың графикамен жұмыс тиімділігін және жылдамдығын арттырады. Төменгі деңгей (негізгі графикалық сервистер) графикалық ақпараттарды тікелей бейнелеумен (rendering) айналысатын қосымша клиент үшін терезелерді басқару, оқиғаларды қолдау және басқа серверлік функцияларды қамтамасыз етеді. Quartz негізгі функциялары төмендегілер болып табылатын екіөлшемді объектілерді бейнелеу үшін меншікті қосымша-клиентіне ие:

– экранда ақпаратты бейнелеу;
– PDF-кодын құру және оны принтер кодына түрлендіру;
– бейнелердің миниатюраларын (thumbnails) автоматты құру.

Ол төмендегі екі технологияға негізделген:

– Quartz 2D;
– Quartz Composer.

Олардың әрқайсысына жеке-жеке толығырақ түсініктеме төменде келтірілген.

Quartz 2D мәтіндік және графикалық кітапханасы екіөлшемді графиканы бейнелейді. Ол құрылғының пайдаланылып отырған рұқсаты мен типінен тәуелсіз растрлық графиканы, мәтін мен векторлық бейнені экранда және баспаға шығаруға дайындық кезінде салуды ұсынады. Ол төмендегі графикалық деңгейлердің барлығына жауапты:

– Apple Type Services (ATS) пайдалана отырып, мәтінді салу;
– PDF құжаттарын бейнелеу, басқару мен салу;
– PostScript ақпараттарын PDF-қа және керісінше конвертирлеу;
– ImageIO арқылы растрлық бейнелерді бейнелеу, басқару мен салу;
– ColorSync құралымен түстерді басқару;
– Aqua графикалық интерфейсінің элементтерін бейнелеу.

Quartz 2D шығару құрылғысы мен ажыратымдылығынан тәуелділікті жоққа шығара отырып, QuickDraw функционалын кеңейтеді. Мәтін, векторлық немесе растрлық бейнелер салынған кезде олар тік бұрышты координаталар жүйесінің торына орналастырылады, бірақ нәтиже шығару құрылғысына тікелей жіберілмейді. Quartz 2D-да сурет салу жүргізілген графикалық орта нәтиже қандай түрде берілетінін: терезеге немесе принтерге жіберілетінін, OpenGL құралымен немесе мүлдем кадрдан тыс қалатынын анықтайды. Осылайша графикалық орта Quatrz 2D-ны пайдалана отырып құрылығының ажыратымдылығы мен типінен тәуелсіздікке қол жеткізетін механизм болып табылады. Мысалы, терезелік орта бейнені дисплейде құру үшін экранның керекті ажыратымдылығына объектіні растрлай алады. Сонымен қатар объект принтерге жоғары рұқсатпен жіберілуі мүмкін. Бұл кез-келген құрылғыда нәтижені бір ғана графикалық нұсқау арқылы сәйкес рұқсатпен алуға мүмкіндік береді. Қазір Quartz 2D атауы екіөлшемді бейнелерді құру тәсілдерін анықтау ретінде қолданылады, сондықтан Quartz технологиясы деп екіөлшемді бейнелерді құру технологияларын бірге айтуға болады.

OpenGL, Core Image, QuickTime және басқа сурет салушылар пайдаланатын Quartz Composer өнімділікті жоғарылата отырып, графикалық карталарды қолдайтын графикалық процессорды пайдаланады. Quartz Compositor салынған графиканың көрінуіне жауапты Mac OS-та пайдаланылатын терезелік жүйе болып табылады. Ол графикалық платаның жадына бейнелерді жіберу үшін қолданылатын негізгі құрал. Quartz 2D, OpenGL, Core Image, QuickTime немесе жүйенің басқа үрдістерінің нәтижесінде алынған растрлық мәліметтер жадтың арнаулы аймағы парақтық жадқа жазылады. Сосын композитор мәліметтерді парақтық жадтан оқиды және видеокартаның кадрлық буферіне жаза отырып, бейнеге түрлендіреді. Quartz Compositor тек растрлық бейнелерді қабылдайды және видеокартаның кадрлық буферін тікелей пайдалана алатын жалғыз үрдіс болып табылады. Жеке терезелерді басқару кезінде ол сурет салушыдан растрды қабылдайды және

экранның ағымдық көрінісіне терезе мәліметтерін қосады. Бұл модель Mac OS-тың терезелік жүйесінің уникальдығын қамтамасыз етеді, өйткені жеке үрдістер дисплейдегі барлық көріністерді толық меңгеруді талап ете алмайды. Терезе басқарушы ретінде Quartz Compositor тышқанның батырмасын шерту сияқты оқиғалар кезегіне де ие болады және терезені қандай үрдіс меңгеретінін, қай жерде оқиға болғанын анықтай отырып, оқиғаны кезектен шығарып немесе үрдіске өткізіп отырады [2],[8].

Mac OS-та үшөлшемді графиканы бейнелеудің негізгі екінші компоненті Core Graphics Services-пен жұмыс істеу үшін Apple өзгеріс енгізген OpenGL кітапханасы болып табылады. Үшөлшемді графикамен жұмыс істейтін бір де бір қосымша бұл кітапханасыз ештеңе де жасай алмайды. OpenGL үшөлшемді объектілерді тиімді құру мен тасымалдауды, текстуралауды, тұнықтықты (alpha-blending), тегістеуді, арнаулы эффектілерді (мысалы, бу мен тұман) құруды қамтамасыз етеді. OpenGL – екі- және үшөлшемді компьютерлік графиканы пайдаланатын қосымшаларды жазу үшін бағдарламалау тілінен платформа-тәуелсіз бағдарламалық интерфейсті анықтайтын сипаттаушы. Қарапайым примитивтерден күрделі үшөлшемді көріністер салу үшін арналған үш жүзден астам функцияны қамтиды. Компьютерлік ойындар, виртуальды шындық, ғылыми зерттеулерде визуалдау үшін қолданылады.

Негізгі деңгейде OpenGL – бұл функциялардың жиыны мен олардың қызметін баяндайтын құжат. Жабдық өндірушілер осы сипаттауыштың негізінде жүзеге асырушылыр ретінде функциялар кітапханасын құрады. Жүзеге асыру жабдықтың мүмкіндігін тиімді пайдалануға көзделеді. Егер аппаратура қандай да бір мүмкіндікті жүзеге асыра алмаса, онда ол бағдарламалық түрде дәл орындалуы тиіс. Бағдарламалық қамтаманы жасаушыларға сипаттаушыда жазылған функцияларды олардың тиімді жүзеге асуын аппаратты қамтаманы жасаушыларға қалдыра отырып, пайдалана білу жеткілікті.

OpenGL-дің Windows, Unix-платформ және Mac OS үшін арналған тиімді мүмкіндіктері видеоадаптерлер өндірушілерге ұсынылады. OpenGL сәулеті келесі екі бағытқа арналған:

– Өңдеушілерге ыңғайлы API ұсыну арқылы 3D-жылдамдатушылар дағдылануын қамтамасыз ету;

– Бағдарламалық эмуляция арқылы аппараттық платформалар мүмкіндіктерінің айырмашылығын жасыру.

OpenGL төмен деңгейлі процедуралық API болғандықтан бағдарламалаушыны растрлық графиканы құру қадамдарының тізбегін нақты көрсетуіне мәжбүр етеді. Бұл императивті тәсіл болғандықтан бағдарламалаушыдан үшөлшемді графика мен математикалық модельдердің заңдылығын терең білуді талап етеді және әр түрлі инновацияларды ендіру еркіндігін береді. OpenGL стандарты жаңа технологиялардың пайда болуына байланысты жеке өндірушілерге кітапханаға кеңейту механизмі арқылы функциональдық қосуға мүмкіндік береді. Кеңейту екі құраушы арқылы таратылады: жаңа функциялардың прототиптері мен тұрақтылар орналасқан тақырыптық файл және өңдеуші қойған құрылғы драйвері[3].

3D-графиканың жылдам шығарылуы, яғни OpenGL жиырма пайыз жылдам жұмыс істеуі мүмкін болды. OpenGL драйвері және графиканы өңдеу Mac OS X нұсқаларында анағұрлым жақсартылған, бұл интерфейсте және 3D-қосымшалардың үшөлшемділігі арасында зор үзіліс құрды. Графикалық жүйенің негізгі функциясы мен графикалық ақпараттарды көрсету және қолданушымен қатынасын ыңғайлы болу үшін әртүрлі платформаларға арналған OpenGL жүзеге асыруы бар. Mac OS Apple, Windows және Unix операциялық жүйелері үшін терезелік жүйе көмегімен ақпаратты көрсетуге, сонымен қатар консольдық қосымшаларды құруға қолданылатын GLAUX және GLUT кітапханалары өңделген.

Mac OS-тың графиканы бейнелеу жүйесінің үшінші технологиясы QuickTime технологиясы мәліметтердің бейне, видео, дыбыс, 3D-объектілер, виртуальды шындық сияқты мультимедиа-форматтарының үлкен санын қамтамасыз етеді[1].

Оны Apple компаниясы 1991 жылы сандық видео, дыбыс, мәтін, анимация, әуен және панорамалық бейнелерді әр түрлі форматта шығару үшін өңдеп шығарған. Сондай-ақ, QuickTime басқа қосымшалар пайдалана алатын мультимедиалық фреймворк болып табылады. Кейбір бағдарламалар, мысалы, Apple тікелей шығарған iTunes, iMovie және Final CutPro бағдарламалық құралдары QuickTime-ды өздерінің мультимедиалық міндеттерін орындау үшін пайдаланады.

QuickTime дұрыс жұмыс істеу үшін сәйкес аудио- және видеокодектер болуы керек. QuickTime орнатылған медиаплеерлі қуатты мультимедиалық технология болғандықтан Интернетте әр түрлі форматтағы видеоларды, роликтерді, HD форматында фильмдерге трейлерлерді қарауға мүмкіндік береді. QuickTime мультимедиамен жұмыс үшін платформасы ретінде сандық камерадан немесе ұялы телефоннан видео, Mac-та фильм, веб-сайтта медиаклип қарауға арналған.Демек ол сандық мультимедиамен жұмыс мүмкіндігін кеңейтеді. Бұл сан түрлі функциональды медиаплеердің дизайны қарапайым және басқаруға ыңғайлы. Бағдарлаама интерфейсінде артық батырмалар жоқ, ыңғайлы реттеуштері шығару жылдамдығын орнатуға және кадрларды жылдам іздеуге мүмкіндік береді.

QuickTime заманауи видеоның көлемін азайту технологиясын пайдаланады. Бейнелердің HD форматында сапасын сақтайды, сол арқылы дискіде орынды үнемдеу мен мәліметтерді жіберу арнасын жүктемесін қысқартуды қамтамасыз етеді. Файлдарды әр түрлі басқа форматтарға түрлендіру, видеоларды жазу мен монтаждауға болады. Сыртқы өңдеушілердің плагиндері оның мүмкіндігін кеңейте түскен QuickTime ағындық жіберу құралы Интернет арқылы тасымалды ұйымдастыруға жәрдемдеседі[9].

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Леонов В. Самоучитель Mac OS X Lion. – М.: Эксмо, 2012.
2. Колесниченко Д.Н. Mac OS X Lion. Руководство пользователя. – М.: Диалектика, 2011.
3. Херн Д., Бейкер М.П. Компьютерная графика и стандарт OpenGL, 3-е изд.: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005.
4. Груман Г. Mac OS X Lion. Библия пользователя. – М.: Диалектика, 2012.
5. Энджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL, 2-е изд. – М.: Вильямс, 2001.
6. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики. – М.: Мир, 1989.
7.Домасев М. В., Гнатюк С. П. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения. – СПб., Питер, 2009.
8. www.apple.com Программное обеспечение Apple. 2014.
9. Apple Inc. QuickTime 7.3. User's Guide . – Canada, 2007.

REFERENCES

1. Leonov V. Self-teacher Mac OS X Lion. - M .: Eksmo, 2012.
2. Kolesnychenko D.N. Mac OS X Lion. User's Guide. - M .: Dialectics, 2011.
3. Hearn D., Baker M.P. Computer graphics and standard OpenGL, 3rd ed .: Trans. from English. - M .: Williams, 2005.
4. Gruman G. Mac OS X Lion. The bible user. - M .: Dialectics, 2012.
5. Angel E. Interactive computer graphics. Introductory course on the basis of OpenGL, 2nd ed. - M .: Williams, 2001.
6. Rogers D. Algorithmic foundations of computer graphics. - M.: Peace, 1989.
7. Domasev M.V., Gnatyuk S.P. Color, color management, color calculations and measurements. - SPb., Peter, 2009.
8. www.apple.com Software Apple. 2014.
9. Apple Inc. QuickTime 7.3. User's Guide. - Canada, 2007.

Жуманазарова А.М., Койшыбаева Ж.Б.

**Mac OS Apple графикалық жүйесіне жалпы шолу**

**Түйіндеме.** Графикалық жүйенің негізгі технологиялары, түрлері және мүмкіндіктері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Фреймворк, растр, мультимедиа, Quartz, OpenGL,QuickTime.

Жуманазарова А.М., Койшыбаева Ж.Б.

**Общий обзор графической системы Mac OS Apple**

**Резюме.** Рассмотрены основные технологии, виды и возможности графической системы.

**Ключевые слова:** Фреймворк, растр, мультимедиа, Quartz, OpenGL,QuickTime.

Zhumanazarova A.M., Koishybayeva J.B.

**General overview of graphics system Mac OS Apple**

**Summary.** The main technologies, types and possibilities of graphic systems were considered.

**Key words:** Framework, raster, multimedia, Quartz, OpenGL,QuickTime.

УДК 622.276(045)

**[1]Б.М. Ишанбаев, [1]М.М. Чажабаева**
(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова,
Актау, Республика Казахстан)

# ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ВИНТОВЫХ НАСОСОВ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПРИВОДОМ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ МАЛОДЕБИТНЫХ СКВАЖИН

**Аннотация.**Использование УВНП позволяет оптимизировать эксплуатацию малодебитных скважин при минимальных эксплуатационных затратах. Особенности конструкции винтового многозаходного насоса обеспечивает работоспособность установки при низких частотах вращения винта, и позволяет с минимальными потерями откачивать пластовую жидкость высокой вязкости, с большим газовым и значительным содержанием механических примесей.

**Ключевые слова:**винтовой насос, рентабельность, высоковязкая нефть, поверхностный привод.

Многие месторождения находятся в поздней или завершающей стадии эксплуатации. Как правило, в этих условиях скважинные флюиды характеризуются высокой вязкостью, наличием в их составе асфальто-смоло-парафиновых отложений [1].В результате количество малодебитных скважиннепрерывно растет.

Увеличение фонда малодебитных скважин происходит и за счет ввода в эксплуатацию месторождений с трудно извлекаемой нефтью, в частности с высоковязкой и неньютоновской, с низкими пластовыми давлениями и т.д.

Одним из путей повышения рентабельности эксплуатации малодебитных скважин являетсятехнически и экономически оправданный выбор механизированного способа добычи нефти.

При насосной эксплуатации нефтяных скважин наиболее распространенными являются штанговые скважинные насосные установки (ШСНУ) и установки электроцентробежных насосов (УЭЦН).

Наиболее распространенным способом эксплуатации малодебитных скважин является применение штанговых скважинных насосных установок (ШСНУ). Известно, что штанговые насосы работают с малым коэффициентом подачи при низком динамическом уровне жидкости в скважине, вследствие попадания большого количества газа в цилиндры насосов, и, соответственно малого наполнения их откачиваемой жидкостью. С коэффициентом подачи 0.2 работают 65% исследованного фонда скважин, от 0.2 до 0.4 – 30%, с 0.4-0.6 – 4%, а более 0.6 – всего 1% фонда [2].

Анализ технико-экономических показателей эксплуатации ШСНУ показал, что уменьшение подачи с 0.4 до 0.2 и 0.1 приводит к существенному росту удельных затрат на подъем скважинной продукции, в частности, расход электроэнергии на 1 тонну добываемой жидкости увеличивается с 90 до 132 и 162 кВт/час соответственно [2]. Использование в качестве погружного насоса – насоса плунжерного принципа действия, не обеспечивает получения максимальной производительности скважин и возможности оперативного регулирования параметров работы установки при переменном режиме работы пласта. Характеризуются как громоздкое, металлоемкое и дорогое наземное оборудование.

Для УЭЦН характерно применение в высокодебитных скважинах. Общим недостатком этих установок, является сложность в обслуживании и их неустойчивость в работе при добыче жидкости с высоким содержанием механических примесей и газа.

Существующие механизированные способы добычи нефти штанговыми скважинными насосными установками не обладают способностью создать стационарное движение жидкости в пласте. Поэтому для создания стационарного потока в скважине используют электроцентробежные насосные установки, но их применение для добычи высоковязкой нефти из малодебитных скважин практически невозможно, так как они обладают большой производительностью при низком давлении на выходе насоса, что нерационально в указанных условиях.

В условиях, когда фонд скважин, продуцирующих высоковязкую жидкость растёт, наиболее эффективным, а иногда и единственно возможным, становится добыча нефти с помощью винтовых насосных установок. Но винтовые насосные установки с погружным электродвигателем имеют

большую сложность в обслуживании в виду того, что возможно при спуске и подъёме повреждение кабеля. Применение поверхностного привода позволяет использовать менее дорогостоящее оборудование, например, обычный промышленный электродвигатель, что приводит к улучшению условий обслуживания оборудования.

В разных нефтедобывающих регионах для эксплуатации малодебитных скважин и скважин с высоковязкими нефтями применяются установки винтовых насосов с поверхностным приводом марки УВНП.

Использование в качестве погружного насоса – винтового насоса с приводом, размещенным на поверхности, и колонны штанг с вращательным движением позволяет оптимизировать эксплуатацию малодебитных скважин при минимальных эксплуатационных затратах. Указанные отличия определяют конструктивные, технические и технологические преимущества УВНП перед ШСНУ,УЭЦН:

- малые габариты и вес поверхностного привода;
- высокий КПД установки;
- возможность оперативно и с малыми затратами регулировать подачу установки;
- позволяет с минимальными потерями откачивать пластовую жидкость высокой вязкости, с большим газовым фактором и значительным содержанием механических примесей;
- обеспечение постоянного движения жидкости в одном направлении без пульсаций, а значит создание постоянной депрессии на пласт;
- возможность работы винтового насоса при минимальном значении глубины погружения под динамический уровень, благодаря отсутствию клапанов и другим конструктивным особенностям.

Анализ работы насосного оборудования, проводившийся в процессе эксплуатации, показал значительные преимущества винтовых насосов с поверхностным приводом УВНП перед ШСНУ:

- отказы винтовых насосов происходили значительно реже;
- сохранялось стабильность подачи при изменении давления у приема насоса;
- достаточно высокий КПД при повышенной вязкости добываемой жидкости.

Экономический анализ показал значительную эффективность применения УВНП по сравнению с ШСНУ. Экономия средств за счет:

- капитальные вложения, на обустройство одной скважины, оборудованной УВНП меньше в 1,4 раза;
- потери по нефти, связанные с простоем скважин вследствие проведения текущих ремонтов скважин, при применении УВНП до двенадцати раз меньше [3].

Винтовые насосные установки с погружным электродвигателем для добычи высоковязкой нефти создают стационарные потоки жидкости в пласте, но их практическое использование ограничено гидрогеологическими и гидродинамическими условиями месторождения. Из анализа технической литературы и опыта эксплуатации винтовых насосов с погружным электродвигателем можно сделать вывод, что ресурс этих установок не продолжителен. Это связано с тем, что высокая скорость вращения винта в статоре приводит к быстрому износу оборудования, а электродвигатель, обладающей низкой частотой вращения, с учетом заданных поперечных габаритов скважины создать практически невозможно. Поэтому как один из перспективных рассматривается вариант вращения винтового ротора при помощи колонны вращающихся штанг от поверхностного привода.

Винтовые насосные установки с поверхностным приводом наиболее соответствуют требованиям эксплуатации малодебитных скважин редуцирующих высоковязкие флюиды.

Для получения максимальной нефтеотдачи пластов при минимальных затратах электрической энергии необходимо создание стационарных потоков и упруго-замкнутого режима фильтрации в пласте [4]. Для реализации этой технологии наиболее рационально применение винтовых насосных установок с поверхностным приводом, обеспечивающих низкую частоту вращения штанговой колонны, благодаря чему минимизируются эмульгирующее воздействие на флюид, обеспечивается оптимальный режим работы системы «пласт - насос - привод» и минимизируются энергозатраты, что в сочетании с высокой работоспособностью и нагрузочной способностью гарантирует эффективность процесса нефтедобычи.

В винтовых насосных установках с поверхностным приводом самым слабым звеном становятся колонны штанг, которые часто рвутся ввиду перегрузок и заклинивания винта в обойме насоса. Исходя из вышеизложенного, вопрос надёжности штанговой колонны является основной нерешенной задачей при эксплуатации винтовых насосных установок с поверхностным приводом.

Использование поверхностноприводных винтовых насосных установок ограничено, но за границей их использование достигло высокого уровня. Так, в Канаде уже более 33% скважин эксплуатируются винтовыми насосными установками с поверхностным приводом. Поэтому за рубежом вопросами выбора и расчета вращающих штанговых колонн занимаются многие фирмы. Это выражается в разработке различных программ для выбора и проектирования скважинных компоновок. Но в открытой печати они не публикуются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брот А.Р., Султанов Б.З., Идиятуллин Р.М., Маляш С.Е. Испытание винтовых насосов с поверхностным приводом. – нефтяное хозяйство. 1992. №7. С.36-38.

2. Молчанов А.Г. Гидроприводные штанговые скважинные насосные установки. – М.: Недра, 1982. 245с.

3. Багин Л.Н., Горбатов В.С. Проблемы и перспективы внедрения погружных винтовых насосов при добыче высоковязкой нефти.- Нефтяное хозяйство, 1987. № 2.

4. Персиянцев М.Н. добыча нефти в осолжненных условиях. – М.: ООО «недра-Бизнесцентр», 2000, 640с.

Ишанбаев Б.М., Чажабаева М.М.

**Сыртқы жетекті бұрандалы сораптарды қолдану арқылы аздебитті ұңғылардың тиімділігін көтеру**

**Түйіндеме.** Сыртқы жетекті бұрандалы сораптың қолданылуы ең төмен пайдаланылмалы шығынымен аздебитті ұңғылар пайдаланымын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Бұрандалы сорап конструкциясының ерекшеліктері қондырғының жұмыс қабілеттілігін бұранданың төмен жиілікпен айналуы арқылы сақтауды және жоғары тұтқырлы, жоғары газ мөлшері және механикалық қоспалары бар қабатты сұйықтықты айдап шығаруды қамтамасыз етеді.

**Негізгі сөздер:** Бұрандалы сорап, тиімділік, жоғары тұтқырлы мұнай, сыртқы жетек.

Ishanbayev B.M., Chazhabayeva M.M.

**Usage of screw pumps unit with a surface drive is one of the ways of rise in profitability of stripper wells**

**Summary.** Using the screw pumps unit with a surface drive SPS model enables to optimize operation of marginal wells with minimal operating costs. Design features of the multiple-screw pump delivers the performance of the unit at low screw speeds and allows to pump formation fluid of high viscosity with minimal losses, with more significant gas and solids content.

**Key words:** screw pump,profitability, high-viscosity oil, surface drive

УДК 530.145

**Т.Б. Бегимов, М.С. Кушпанов, К.М. Оспанов**
( КазНТУ им. К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан )

## ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ИЗЛУЧАТЕЛЯ

**Аннотация.** В статье показана возможность ускореннного решения тренсцендентного уравнения и показано, что прозведение экстремальных параметров функций $r_{\nu,T}$ и $r_{\lambda,T}$ есть величина постоянная.

В работе из-за введенных постоянных можно получить известные физические постояные, такие как постоянная Больцмана, постоянная Авагадро, значение элементарного заряда, универсальную газовую постаянную и числа Фарадея.

**Ключевые слова:** трансцендентное уравнение, черное тело, тепловое излучение.

Спектральная плотность энергетической светимости для черного тела при одной и той температуре может быть представлена [1]:

1)как функция частоты ν в виде

$$r_{\nu,T}=\frac{2\pi h\nu^3}{c^2}\cdot\frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}}-1}, \quad (1)$$

2)так и в зависимости от длины волны $\lambda$ в форме

$$r_{\lambda,T}=\frac{2\pi hc^2}{\lambda^5}\cdot\frac{1}{e^{\frac{hc}{k\lambda T}}-1}, \quad (2)$$

В данной работе мы хотим показать взаимосвязь между экстремальными значениями этих функции.

Экстремальные значения спектральной плотности можно определить взяв первые производные от этих функции соответственно по частоте и по длине волны и приравняв их к нулю.

Первая производная по частоте равна:

$$\frac{dr_{\nu,T}}{d\nu}=\frac{2\pi h}{c^2}\cdot\frac{d}{d\nu}\left[\frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}}-1}\right]=0, \quad (3)$$

Решение, возникающего при этом трансцендентного уравнения дает

$$\nu_{max}=2{,}8\frac{kT}{h}, \quad (4)$$

а длина волны, при которой функция $r_{\lambda,T}$ будет иметь максимальное значение , определяется из аналогичного выражения (2)

$$\frac{dr_{\lambda,T}}{d\lambda}=2\pi hc^2\cdot\frac{d}{d\lambda}\left[\frac{1}{\lambda^5}\cdot\frac{1}{e^{\frac{hc}{k\lambda T}}-1}\right]=0, \quad (5)$$

Вычисление (5) , после введения обазначения

$$X=\frac{hc}{k\lambda_m T}, \quad (6)$$

приводит к трансцендентному уравнению вида

$$xe^x-5\,(e^x-1)=0, \quad (7)$$

Решение уравнения (7) дает

$$X=\frac{hc}{k\lambda_m T}=4{,}965 \quad (8)$$

Необходимо отметить, что уравнение (7) решается методом последовательных приближений требующих громоздких идостаточно сложных математических операций, выходящих за пределы программы курса физики для инженерно-технических специальностей вузов. В этой связи, на наш взгляд, для нахождения численнго значения X целесообразно воспользоваться экспериментально установленным законом Вина, согласно которому

$$\lambda_m\cdot T=b \quad (9)$$

где $b=2{,}9\cdot10^{-3}$ м·К. При этом из выражения (8) следует, что

$$X=4{,}9635393 \quad (10)$$

нетрудно установить, что расхождение данных (8) и (10) составляет менее 0,15%.А это дает основание при построений изложения курса физики воспользоваться численным значением X, равным (10),

В случае принятие за численное значения X, длина волны, на которую приходится максимум $r_{\lambda,T}$, может быть представлена в виде

$$\lambda_{max}=\frac{hc}{kT\cdot4{,}9635393}, \quad (11)$$

Тогда на основании (4) и (11), произведение экстремальных параметров функций $r_{\nu,T}$ и $r_{\lambda,T}$ должно быть равно

$$\nu_{max}\cdot\lambda_{max}=\frac{2{,}8c}{4{,}963\ldots}=1{,}6911561\cdot10^8\text{м/с} \quad (12)$$

т.е. оно оказывается постоянным.

К такой же в точности постоянной приводит произведение $\nu_{max}$, выраженного в виде (4) и $\lambda_{max}$ в законе Вина, т.е.

$$\nu_{max}\cdot\lambda_{max}=2{,}8\frac{kT}{h}\cdot\frac{b}{T}=1{,}6911560\cdot10^8\text{м/с} \quad (13)$$

Таким образом, результаты (12) и (13) дают основание, после введение обозначения $C_3=\nu_{max}\cdot\lambda_{max}$, принять ее равной

$$C_3 = 1{,}691156 \cdot 10^8 \text{м/с} \quad (14)$$

и считать (14) одной из закономерностей теплового излучения.

Правомерность (14) может быть проверена экспериментальными данными, например, установленными для фотосферы Солнца, для которой [2]:

$\lambda_{max}$=483нм

Подстановка данного значения $\lambda_{max}$ в формулу для$C_3$дает возмжоность установления числового значения $\nu_{max}$, при которой спектральная плотность излучательности $r_{\nu,T}$оказывается максимальной, т.е.:

$\nu_{max}=\frac{C_3}{\lambda max}$ = 3,501358$\cdot 10^{14}$с$^{-1}$,

что польностью совпадает с экпериментально найденной $\nu_{max}$,приведенной в [2] в виде

$\omega_{max}$ = 2,20$\cdot 10^{15} c^{-1}$,

Такое согласие расчитанного $\nu_{max}$ по формуле для $C_3$ и экпериментального $\omega_{max}$ указывает на практическую применимость, приведенного выше, числового значения постоянной $C_3$.

Итак, из изложенного явствуют, во первых, постоянство пройзведении $\nu_{max} \cdot \lambda_{max}$, экстремальных параметров двух различных форм спектральной плотности излучения черного тела $r_{\nu,T}$и$r_{\lambda,T}$. Постоянная при этом может быть представлена в двух видах:

$$C_3' = \frac{2{,}8\,k \cdot b}{h} = 1{,}6911560 \cdot 10^8 \text{м/с} \quad (15)$$

Или

$$C_3'' = \frac{2{,}8\,c}{4{,}9635393} = 1{,}6935393 \cdot \frac{10^8 \text{м}}{c} \quad (16)$$

Как это видно из вычислений $C_3' = C_3'' = C_3$;

во-вторых, из равенства $C_3' = C_3''$следует выражение

$$k \cdot b \cdot 4{,}9635393 = h \quad (17)$$

позволяющее вычислить постоянную k по опытным данным для b, c, h. Найденное таким путем числовое значение k способствует определению, в свою очередь, числа Авагадро N =R/kbи элементарный заряд e =F/N, где R- газовая постоянная, F- число Фарадея. Причем как R, так и Fмогут быть определены опытным путем при выполнении соответствующих лабораторных работ по общему курсу физики.Как видно, постоянная $C_3$по степени применимости и по формулам (15) и (16) , на наш взгляд, может быть отнесена к числу вспомогательных физических констант, таких как первая [3]:

$$C_1 = 2\pi hc \quad (18)$$

и вторая

$$C_2 = \frac{hc}{k} \quad (19)$$

константы излучения.

Таким образом, в статье показана возможность ускоренного определения численного значения переменной X без последовательного решения трансцендентного уравнения (7), являющейся оптимальной для тех инженерно-технических специальностей, где курс физики изучается по значительно сокращенной программе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Оптика, - М.: «Наука», 1980 г.752 стр с илл.
2. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Введение в квантовую физику.-М.: «Наука», 1988, - 328 с.
3. Корякин Н.И. и др. Краткий справочник по физике. – М.: «Высщая школа », 1969,- 600 с.

REFERENCES

1. D.B. Sivuchin . Obshi kurs fiziki. Optika, - M.: «Nauka», 1980 g. 752 s.
2. Goldin L.L, Novikova G.I.Bbedenie. в квантобуju fiziku.-M.: «Nauka», 1988, - 328 s.
3. KorjakinN.I. I dr. Kratki spravochnik po fizike – M.: «Bisshaja shkola», 1969,- 600 s.

Бегимов Т .Б., Кушпанов М.С., Оспанов К.М.

**Шығарылған сәуленің спектр тығыздықтарының тәжірибеден алынған параметрлерінің өзара байланысы**

**Түйіндеме:** Абсолют қара дененің спектрінің тығыздығының максималь мәнінің толқын ұзындығына (жиілігіне) тәуелділігін табу үшін, ол өте үлкен кезекпен біртіндеп жуықтау әдісімен математикалық күрделі операциялық есептеулерді талап ететін трансценденттік теңдеулерді шешуге тура келетіндігі белгілі. Ол инженерлік – техникалық Жоғарғы оқу орындарының мамандықтары үшін физика курсының оқу жоспарынан тыс болып кетеді.

Бұл мақалада трансценденттік теңдеулерді тездетіп шешудің мүмкіндігін көрсетілген және экстремалды параметрлердің функцияларының $r_{\nu,T}$ және $r_{\lambda,T}$ көбейтінділері тұрақты екенін көрсетеді. Бұл жұмыста тұрақтыларды енгізу арқылы Больцман тұрақтысын, Авагадро тұрақтысын, элементар зарядтың мәнін, универсал газ тұрақтысын және Фарадей саны сияқты белгілі физикалық тұрақтылырды анықтауға болады

**Кілт сөздер:** трансценденттік теңдеу, қара дене, жылулық сәуле шығару.

Begimov T.B., Kushpanov M.S., Ospanov K.M.

**The relationship of the experimental parameters of the spectral density of the shown**

**Summary**. It is well known that to find the maximum value of the spectral density of the blackbody as a function of length ( frequency ) waves have to solve a transcendental equation , which is solved by successive approximations , requiring cumbersome and complicated mathematical operations beyond the syllabus of physics for engineering specialties -Technical universities.

This article shows the possibility ukorennnogo solutions trenstsendentnogo equation and shows that extreme Product of function parameters $r_{\nu,T}$ and $r_{\lambda,T}$ is constant .

In this paper due to the constant can be obtained known physical constant such as the Boltzmann constant, constant Avagadro , the value of the elementary charge , the universal gas postayanno and number of Faraday.

**Key words:** transcendentalequation , black body, heat radiation.

УДК 378.147:803.0

**Г.С. Ыбытаева, Т.В. Яскевич**
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, gali17@mail.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ В ТЕСТИРОВАНИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОТИВАЦИЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

**Аннотация.** Предлагается рассмотреть обучающую систему как двухуровневую активную систему, в которой цели не всех элементов нижнего уровня – обучающихся совпадают с целью обучения. Предлагается применение интерактивных методов тестирования, т.е. модель тестирования, основанная на учете «активности» элементов обучающей системы. Приводятся рекомендации по построению процесса тестирования. Проводится сравнение с подобными предложениями проведения интерактивного тестирования, даются рекомендации по компьютеризации предложенного процесса тестирования.

**Ключевые слова:** интерактивный метод, индивидуализация, тестирование, обучающие системы, образование, качество обучения, организационная система.

В работе [8] дан анализ существующих концепций, связанных с обучающими системами. На основании этих концепций и результатов исследований, связанных с организационными системами в частности развитием теории активных систем было предложено рассматривать обучающие системы как двухуровневые активные системы.

При таком рассмотрении в работе [9] определены цели системы и элементов. Цель обучающей системы:

1. За наименьшее время вооружить будущих специалистов знаниями и умением их применять в практических целях.

2. За наименьшее время получить информацию об адекватном усвоении знаний и умении их применить на практике.

Следует учесть, что студент как активный элемент системы обучения может иметь свои цели в процессе реализации системой функции контроля.

Эти цели могут не совпадать с целью системы (преподавателя). Так если цель преподавателя получить адекватные знания о качестве усвоения нового материала, то для отстающего студента при минимальной компетенции -получить положительную оценку. Такая мотивация поведения во время контроля приводит к фактам «списывания» или привлечения к решению проблемы успевающих студентов.

В последнее время получили широкое распространение кроме классического пассивного две формы взаимодействия учителей и учащихся.

Активный метод – это форма взаимодействия студентов и преподавателя, при котором преподаватель и студенты взаимодействуют друг с другом в ходе занятия и студенты здесь не пассивные слушатели, а активные участники. Если на пассивном занятии основным действующим лицом и менеджером занятия был преподаватель, то здесь преподаватель и студенты находятся на равных правах. Если пассивные методы предполагали автократичный стиль взаимодействия, то активные больше предполагают демократический стиль. Многие между активными и интерактивными методами ставят знак равенства, однако, несмотря на общность, они имеют различия. Интерактивные методы можно рассматривать как наиболее современную форму активных методов.

Интерактивный метод. Интерактивный («Inter» - это взаимный, «act» - действовать) – означает взаимодействовать, находиться в режиме беседы, диалога с кем-либо. Другими словами, в отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности учащихся в процессе обучения. Место преподавателя на интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности студентов на достижение целей занятия. Преподаватель также разрабатывает план занятия (обычно, это интерактивные упражнения и задания, в ходе выполнения которых студент изучает материал). Следовательно, основными составляющими интерактивных занятий являются интерактивные упражнения и задания, которые выполняются студентами.

В статье [10] указывается, что в целях реализации компетентностного подхода должно быть предусмотрено использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий для формирования и развития общих и профессиональных компетенций у обучающихся.

Проведение тестирования, как правило, приводит к интерактивному взаимодействию. Элементы нижнего уровня – обучающиеся при составлении ответов, так или иначе, прибегают ко всем возможным методам взаимодействия друг с другом (что во время проведения тестирования запрещается). Обучающиеся первого типа используют все возможные способы при незнании материала получить положительную оценку по тестированию. В результате, если рассматривать данную систему как информационную, появляется шум [7], что уменьшает достоверность результатов тестирования.

Для ликвидации этого шума в [9] предлагается новая модель проведения тестирования. Использование игровых методов при тестировании рассматривается и в работе [10].

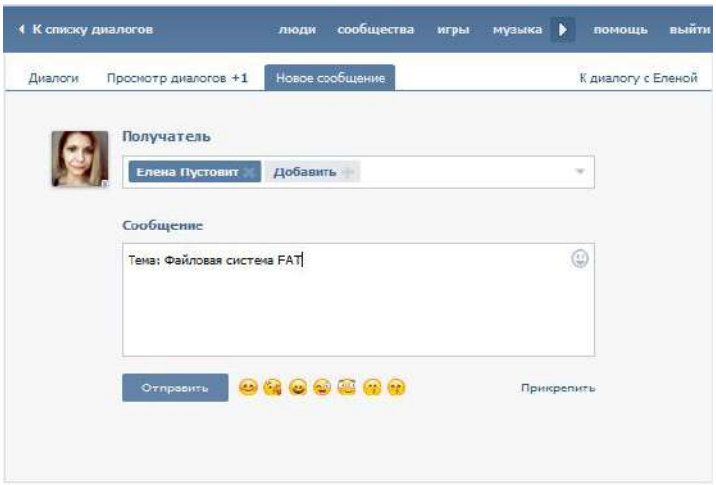
Компьютеризованные системы обучения в современном образовании играет ведущую роль. В работе [11] отмечается, что существенные признаки мониторинга качества обучения связаны с анализом особенностей реализации оценочной, информационной, прогностической и управленческой функций в современных компьютеризированных системах обучения. Полученные на основе литературных данных результаты анализа педагогических задач, решаемых при поддержке компьютерных средств указывают на доминирование функции контроля. Она используется в семи из десяти дидактических средств компьютеризированного обучения. Учитывая ответственность этапа тестирования, в процессе обучения следует применить здесь принцип индивидуализации, внедрение которого рекомендуется при проектировании компьютеризованных систем обучения. Предлагаемый в работе [9] метод тестирования направлен на использование принципа индивидуализации.

Компьютеризация предлагаемого метода тестирования может быть проведена с помощью имеющихся в сети интерактивных средств. В качестве интерактивного средства предлагается использовать социальную сеть «ВКонтакте (VK.com)».

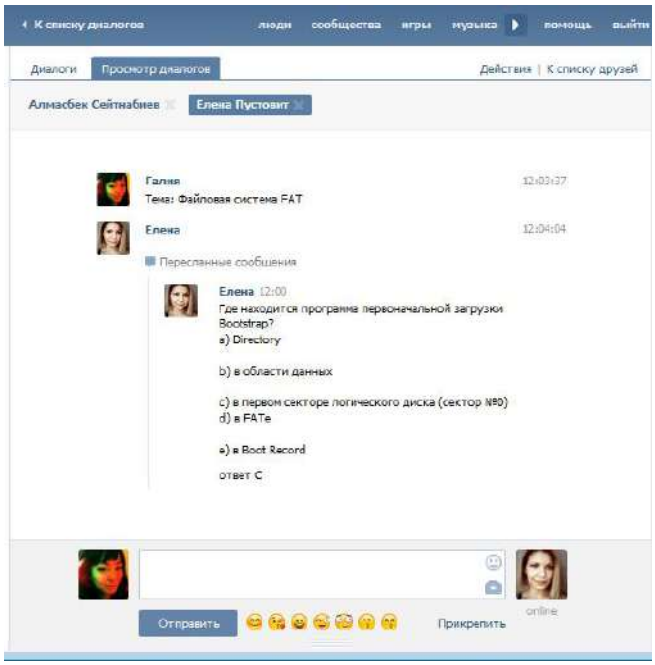
Предполагаемый метод с учетом основного требование тестирования – получение объективных данных о знаниях обучаемого за минимальный промежуток времени включает следующие шаги:

1. Преподаватель и студенты открывают свои страницы ВКонтакте.

2. Преподаватель определяет тему, создает письмо и отправляет студенту, начинающему тестирование.




3. Начинающий тестирование обучаемый формирует вопрос по указанной преподавателем теме (используя, например закрытое тестирование с 5 вариантами ответов, из которых один – правильный). Отправляет этот вопрос с ответом преподавателю.



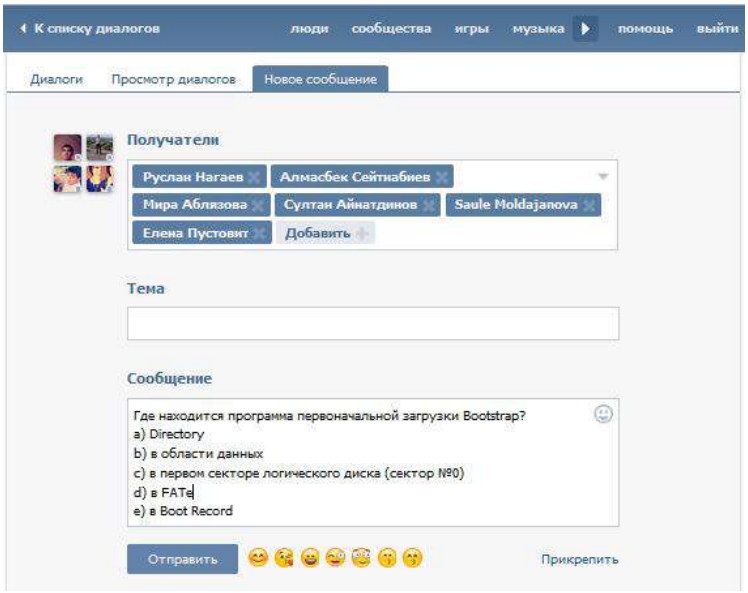

4. Преподаватель оценивает вопрос, при этом возможны следующие варианты:

а) при неверном вопросе обучаемый получает 0 и выбирается другой обучаемый для формирования вопроса

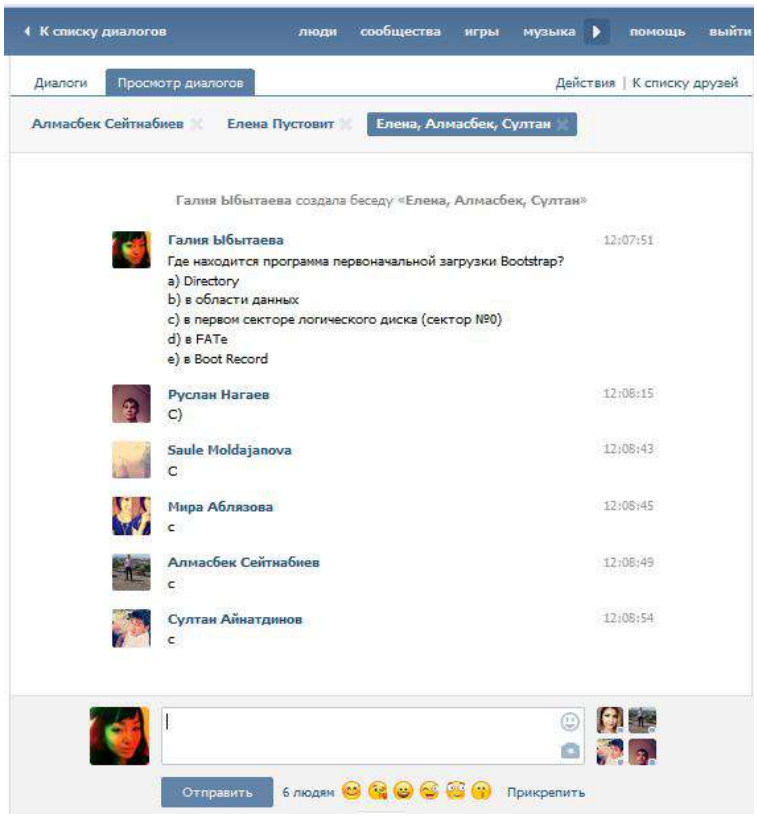
б) при верном вопросе, но требующем коррекции его преподавателем, вопрос корректируется, определяется степень сложности и время ответа :преподаватель выставляет обучаемому оценку и отправляет вопрос всем остальным студентам группы (предполагается 15 человек).

в) при верном вопросе, не требующем коррекции преподаватель выставляет оценку за вопрос, определяет его степень сложности и время ответа.

5. Скорректированный и оцененный вопрос рассылается всем остальным участникам группы. Чтобы отправить письмо одновременно нескольким адресатам, надо нажать на вкладку «Написать письмо» и ввести имя первого получателя или email. Затем надо выбрать ссылку «Добавить». Тем самым загрузиться список адресной книги, в которой нужно выбрать получателя, кому нужно отправить письмо. В адресной строке «Кому» появится перечень всех введенных адресов. После нажатия на «Отправить» пользователи получат письмо. Однако помимо письма они увидят в строке «Кому» и адреса всех остальных получателей.




5. Преподаватель в течении установленного времени ожидает ответа.



При этом возможны следующие варианты:

а) нет ни одного ответа в установленный промежуток времени. В этом случае обучаемый задавший вопрос получает бонус, который плюсуется к оценке за вопрос и ему дается право задать следующий вопрос.

б) собираются все ответы за указанный промежуток времени, вычисляются оценки, по ним. Оценка согласно [6] определяется точностью и скоростью ответа. Получивший самую высокую оценку формирует следующий вопрос тестирования.

6. По окончанию времени отведенного на тестирование по выбранной теме обучающимся сообщаются оценки, в которых учитывается их умение самостоятельно формулировать вопросы по заданной теме.

Полная автоматизация контроля тестирования требует создания отдельного программного комплекса, в котором на последнем шаге производится автоматизированный расчет оценки. Важно отметить, что оценка должна учитывать не только качественные но и временные показатели вопросов-ответов.

Предлагаемая система тестирования соответствует задачам, стоящим перед системой образования, которая в работах ведущих ученых сформулирована следующим образом:

«В целом социальный реинжиниринг в образовании [7] должен характеризоваться переходом:

-от курсов по обучению к образовательному процессу;

-в работе преподавателя от простого обучения к многоплановому образованию учащихся;

-от контролируемых заданий, даваемых ученикам, к самостоятельным решениям;

-от оценки эффективности выполнения методик, предложенных методистами, к умению донести материал учебного курса до учеников;

-от оценки деятельности педагога к оценки его результатов;

-от удовлетворения потребности руководства к удовлетворению потребностей учащихся;

-в административных функциях: от секретарских к лидирующим.»

Как указывается в [1] категория «организации» является для теории управления образовательными системами центральным системообразующим элементом и важно вдвойне (или даже втройне!), так как, с одной стороны, это понятие задействовано в определении управления (управление - процесс организации, в результате которого в управляемой системе появляется организация как свойство), а, с другой стороны, почти любая образовательная система (объект управления) является организационной».

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков Д.А. Теория управления образовательными системами. – М.:Эгвес, 2009. – 416 с.

2. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях. - М.:МЗ-Пресс, 2004. – 64 с.

5. Попов Д.И. Способ оценки знаний в дистанционном обучении на основе нечетких отношений. // Дистанционное образование, 2000, № 6. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.e-joe.ru/sod/00/6_00/popov.html

6. Дуплик С.В. Модели педагогического тестирования // Вестник Казанского Государственного Технического университета им. А.Н.Туполева, № 2, 2003. - С.74-79.

7. Юркевич Е.В. Введение в теорию информационных систем, «Технология», 2004. – 160 с.

8. Ыбытаева Г.С., Яскевич Т.В. Обучающие системы как элемент обновленной системы образования. // Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева, №2 (102). – Алматы, 2014. С. 33-37.

9. Ыбытаева Г.С., Яскевич Т.В. Организация тестирования при рассмотрении обучающей системы как активной двухуровневой организационной системы. // Труды Международного форума «Инженерное образование и наука в XXI веке: Проблемы и перспективы», посвященного 80-летию КазНТУ имени К.И. Сатпаева. Том II. – Алматы, 2014. С. 156-160

10. Гулеба Е. А., Шерихова И. Е., Никитинская Е. Б., Возможности реализации компетентностного подхода на основе использования активных методов обучения. // Информатика и Образование, № 6 (255), 2014. – С. 73-74.

11. Нечаев В.В., Панченко В.М., Комаров А.И. Дидактическая формализация современных обучающих систем: особенности и модели. // Открытое образование, № 6 (83), 2010.

REFERENCES

1. Novikov D.A. Teoriya upravleniya obrazovatelnymi sistemami. -M.:Egves, 2009, -P.416.
2. Novikov D.A. Statisticheskie metody v pedagogicheskih issledovaniyah. – M:M3-Press, 2004. – P.64.
3. Avanesov V.S. Kompozitsiya testovyh zadanii. – M:ADEPT, 1998. – P.217
4. Neiman Yu.M., Hlebnikov V.A. Vvedenie v teoriyu modelirovaniya i parametrizacii pedagogicheskih testov. – M:Prometei, 2000. – P.168
5. Popov D.I. Sposob otsenki znanii v distancionnom obuchenii na osnove nechetkih otnoshenii //Distantsionnoe obrazovanie, 2000, № 6 Elektronnyi resurs. Rezhim dostupa: http://www.e-joe.ru/sod/00/6 00/popov.html
6. Duplik. S.V. Modeli pedagogicheskogo testirovaniya // Vestnik Kazanskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo universiteta im. A.N.Tupoleva, № 2, 2003, - P.74-79.
7. Yurkevich E.V. Vvedenie v teoriyu informatsionnyh system, «Tehnologiya», 2004, -P.160.
8. Ybytayeva G.S., Yaskevich T.V. Obuchayushie sistemy kak element obnovlennoi sistemy obrazovaniya // Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo tehnicheskogo universiteta imeni K.I.Satpaeva. №2 (102). – Almaty, 2014. P. 33-37.
9. Ybytayeva G.S., Yaskevich T.V. Organizatsiya testirovaniya pri rassmotrenii obuchayushei sistemy kak aktivnoi dvuhurovnevoi organizatsionnoi sistemy // Trudy Mezhdunarodnogo foruma «Inzhenernoe obrazovanie i nauka b XXI veke: Problemy i perspektivy» posvyashennogo 80-letiyu KazNTU imeni K.I.Satpaeva. Part II . – Almaty, 2014. P. 156-160.
10. Guleba E.A., Sherihova I.E., Nikitinskaya E.B. Vozmozhnosti realizatsii kompetentnostnogo podhoda na osnove ispolzovaniya aktivnyh metodov obucheniya. // Informatika I Obrazovanie, № 6 (255), 2014. – P. 73-74.
11. Nechaev V.V., Panchenko V.M., Komarov A.I. Didakticheskaya formalizatsiya sovremennyh obuchayushih system: osobennosti I modeli. // Otkrytoe obrazovanie, № 6 (83), 2010.

ЫбытаеваҒ.С., Яскевич Т.В.

**Оқушылар уәждемесін басқару үшін тестілеуде интерактивті әдістерді қолдану**

**Түйіндеме.** Оқыту мақсатымен үйлесетін төменгі деңгейдің оқушының барлық емес элементтердің мақсатындағы екідеңгейлі активті жүйе ретінде оқыту жүйесін қарастыру ұсынылады. Тестілеудің интерактивті әдістерін, яғни оқыту жүйесінің элементтер «белсенділігі» есебінде негізделген тестілеу үлгісі ұсынылады. Тестілеу процесін құру бойынша ұсынымдар келтірілді. Интерактивті тестілеуді жүргізудің ұқсас ұсыныстарымен салыстыру жүргізіледі, тестілеудің ұсынылған процесін компьютерлендіру бойынша ұсынымдар беріледі.

**Түйін сөздер:** интерактивті әдіс, жекелену, тестілеу, оқыту жүйелері, білім беру, оқыту сапасы, ұйымдастыру жүйесі

Ybytayeva G.S. Yaskevich T.V.

**Organization of testing when considering learning system as active two-level organizational system**

**Summary.** Invited to consider teaching as a two-tier system of the active system in which the objectives are not all the elements of the lower level - students match for training purposes. Provided the use of interactive methods of testing, ie, model of testing, based on an allowance of "active" elements of the learning system. Provides guidelines for the construction of the testing process. Performed comparison with similar proposals for the interactive testing, provides recommendations for the computerization of the proposed testing process.

**Key words:** interactive method, individualization, testing, learning systems, education, quality of teaching, organizational system.

УДК 621.86.59 + 621.87.59

**А.Р. Кунгуров**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы Республика Казахстан, Кунгуров_А @mail.ru)

## ОЦЕНКА ДИСКОВОГО ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА АВТОМОБИЛЯ

**Аннотация** Тормозное управление автомобиля служит для замедления его движения, вплоть до остановки и удержания на месте на стоянке и к его механизму предъявляются повышенные требования как механизму, обеспечивающему активную безопасность автомобиля/1/.

В статье дана оценка дисковому колесному тормозному механизму. Критериями оценки служат следующие критерии: коэффициент тормозной эффективности, стабильность и уравновешенность тормозного

механизма. Для дискового тормозного механизма определена статическая характеристика, которая имеет линейный характер зависимости.

**Ключевые слова**: тормозное управление, тормозной механизм, тормозной привод, тормозной момент, сила трения, статическая характеристика тормозного механизма.

Пояснения к критериям.

*Коэффициент тормозной эффективности* дискового тормоза это есть отношение тормозного момента, создаваемого тормозным механизмом, к условному приводному моменту:

$$K_Э = \frac{M_T}{M_{усл.тор}} = \frac{M_T}{\Sigma P \cdot r_{тр}} = \frac{2f \cdot \Sigma P \cdot r_{ср}}{\Sigma P \cdot r_{ср}} = 2f \qquad (1)$$

где $M_T$ - тормозной момент;

$r_{тр}$ - радиус приложения результирующей сил трения.

$\Sigma P$ - сумма приводных сил.

$r_{ср}$ - средний радиус накладки.

В дисковых тормозных механизмах $r_{тр}$ равен среднему радиусу накладки $r_{ср}$ (рис 1).

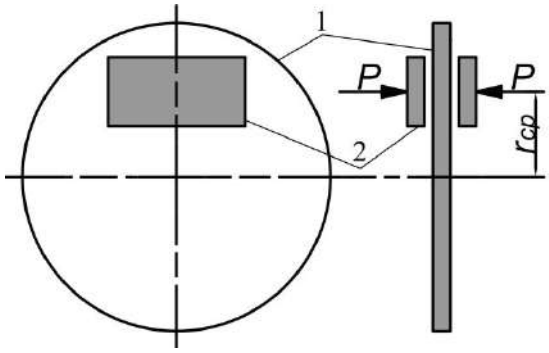



**Рис.1.** Схема дискового тормозного механизма: 1-тормозной диск; 2- колодки; $P$ -приводные силы; $r_{ср}$ - средний радиус накладки.

*Стабильность.* Этот критерий характеризует зависимость коэффициента тормозной эффективности от изменения коэффициента трения. Эта зависимость представляется графиком статической характеристики тормозного механизма.

*Уравновешенность.* Тормозные механизмы, в которых силы трения не создают нагрузку на подшипники колеса, называются уравновешенными.

Дисковые тормозные механизмы, применяемые на автомобилях, могут быть открытые и закрытые, одно- и многодисковые, со сплошным и вентилируемым диском. В зависимости от способа крепления скобы различают дисковые тормозные механизмы с фиксированной и плавающей скобой.

В отличие от барабанного дисковый тормозной механизм имеет плоскую форму трущихся поверхностей. Силы в таком механизме обычно действуют перпендикулярно плоскости вращения диска. Дисковые тормозные механизмы имеют хорошие условия охлаждения трущихся поверхностей, меньшую массу; уравновешенность осевых сил диска; равномерное распределение давления по поверхности пар трения; малые зазоры между дисками и колодками, что позволяет увеличить передаточное число привода.

Дисковые тормозные механизмы имеют следующие недостатки: ввиду отсутствия серводействия, присущее барабанным тормозам, возникает необходимость применения усилителей; значительные силы прижатия накладок к диску приводят к высокому давлению в контакте, что ускоряет износ накладок; слабая защищенность от загрязнения трущихся пар.

При расчетном коэффициенте трения $f$ =0,35 [2, табл.25] коэффициент эффективности равен двойному значению коэффициента трения. Следовательно, дисковые тормозные механизмы по сравнению с

барабанными обладают более высокой эффективностью и стабильностью, т.е у них зависимость коэффициента эффективности от коэффициента трения имеет линейный характер /рис.2/.

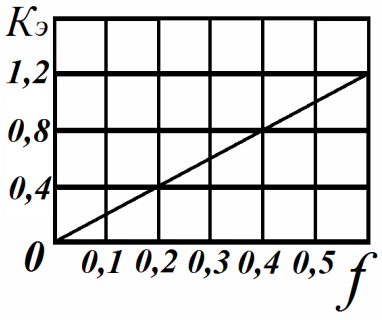



**Рис.2.** Статическая характеристика дискового тормозного механизма

Сравнительная оценка эффективности тормозных механизмов аналитически была рассчитана при условии, что коэффициент трения $f$ =0,35[3] и приведена в табл.1/

Таблица 1. **Статическая характеристика($K_э = F(f)$) тормозных механизмов различных типов**

| №п/п | Типы механизмов | Значение |
|---|---|---|
| 1 | Барабанный тормозной механизм с равными перемещениями колодок | $2f$ |
| 2 | Барабанный тормозной механизм с односторонним размещением опор и равными приводными силами | $0.8f$ |
| 3 | Барабанный тормозной механизм с разнесенными опорами и равными приводными силами | $1{,}08f$ |
| 4 | Барабанный тормозной механизм с сервотормозом | $3.31f$ |
| 5 | Дисковый тормозной механизм | $2f$ |

**Выводы**

Анализ конструктивной схемы дискового тормозного механизма автомобилей позволил оценить эффективность работы механизма. В дисковых тормозных механизмах тормозные накладки изнашиваются более интенсивно, однако конструкции тормозных механизмов позволяют легко и быстро заменять тормозные колодки.

ЛИТЕРАТУРА

1.Богатырев А.В. и др. Автомобили. – М., Колос, 2004, 496с.

2.Моргачев В.Л. Подъемно- транспортные машины. - М.Машиностроение, 1964,343с.

3.Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета. – М.,Машиностроение.,1989, 304с.

4.Сокол Н.А., Попов С.И. Основы конструкции и расчета автомобиля.-Ростов на Дону, Феникс, 2006, 303с.

REBERENCES

1. Bogatyrev A.V.and other. Cars. - Moscow, Kolos, 2004, 496p.

2. Morgachev V.L. Lifting and transportation machinery, Moscow, Mashinostroenie, 1964 ,343p.

3. Osepchugov V.V., Frumkin A.K.. Vehicle: analysis of constructions, elements calculation. Moscow, Mechanical Engineering., 1989, 304p.

4. Sokol N.A., Popov S.I., Fundamentals of design and calculation of the vehicle .- Rostov on Don, Phoenix, 2006 303p.

Күнгіров А.Р.

**Автомобильдің дискалық тежеуіш механизмін бағалау**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада автомобильдің дискалық тежеуіштік механизмінің конструкциясына талдау берілген. Талдау үшін келесі тежеуіш тиімділік коэффициенті, тежееуіш механизмінің бірқалыптылығы мен

теңдеулілігі критериялар қолданған. Дискалық механизмінің тежеу процесінің тиімділігі қарастырылған және басқа тежеуіш механизмдерінің түрлерімен салыстырылған.

**Кілт сөздер:**тежеуішті басқару, тежеуіштік механизм, тежеуіштік жетек, тежеу моменті, тежеу күші, тежеуіштік механизмінің статикалық сипаттамасы.

Кунгуров А.Р.

**Оценка дискового тормозного механизма автомобиля**

**Резюме** В статье произведен анализ конструкции дискового тормозного механизма автомобилей. Критериями оценки служат следующие критерии: коэффициент тормозной эффективности, стабильность и уравновешенность тормозного механизма. Рассмотрен процесс эффективности торможения и произведено сравнение с другими конструктивными схемами механизма торможения.

**Ключевые слова:** тормозное управление, тормозной механизм, тормозной привод, тормозной момент, сила трения, статическая характеристика тормозного механизма.

Kungurov A.R.

**Evaluation of the disc brake mechanism of vehicles**

**Summary** In the article analyzes the construction of the disc brake mechanism of cars. Evaluation criteria are the following criteria: the coefficient of braking efficiency, stability and balance of the brake mechanism. The process of braking performance, and a comparison with other structural scheme of the mechanism of inhibition.

**Key words:** brake control, brake, brake actuator, the brake torque, the friction force, the static characteristic of the brake mechanism.

УДК 622.276.66

**Баймаханов Г.А., Помашев О.П., Сарыбаев М.А.,**
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, Galymbek01@rambler.ru)

## АНАЛИЗ РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТОВ ОПУБЛИКОВАННЫХ В «НЕФТЯНОМ ХОЗЯЙСТВЕ» 2013, 2014 ГГ.

**Аннотация.** Авторы статьи подвергли критике результаты работ посвященных ГРП и опубликованных в журнале «Нефтяное хозяйство» за 2013 и 2014 годы. ГРП в горных породах всесторонне-сжатых не возможны, и вместо «трещин» признают образование множества радиальных канавок вокруг скважины, которые могут обеспечить положительный эффект.

В большинстве работ, посвященных ГРП, авторы оперируют данными моделирования, которые зачастую приводят к ложным результатам.

**Ключевые слова:** гидравлический разрыв пласта, ГРП, нефть, моделирование, дебит, скважина, трещина, проппант

«В статье [1] представлены метод учета протяженных трещин гидравлического разрыва пласта (ГРП), пересекающих ствол горизонтальной скважины (ГС) в крупномасштабной гидродинамической модели месторождения, а также опыт их применения на Верхне-Шапшинском нефтяном месторождении».

Авторы статьи приводят: «Практически все ГРП признаны успешными и привели к кратному увеличению дебита скважин. Средний дебит жидкости в момент пуска скважины составил 4 т/сут, начальная обводненность продукции – около 13%». При моделировании степень приближения модели к реальным условиям, особенно в отрасли нефтегазового производства обычно всегда остается низким, поэтому материалы статьи не относятся к особо ценным. Применение же ГРП в ГС и, тем более, моделирование этого процесса – весьма трудная задача.

В работе [2] высказываются мнения, что «…для повышения градиента гидроразрыва в стимулированном интервале выше градиента гидроразрыва в соседних пластах необходимо увеличить в истощенном интервале пластовое давление». «…является закачка в истощенный интервал воды до достижения в нем давления, превышающего давление в остальных прослоях». «В результате высокопроницаемый пласт превращается в непроницаемый барьер». «…происходит образование трещины повторного ГРП в слабопроницаемых интервалах с меньшим градиентом

гидроразрыва». Далее автор статьи пишет, что «с помощью трещин повторного ГРП недостающие данные были получены моделированием пластовых процессов с помощью различных программных продуктов. Для получения недостающих данных по геохимическим свойствам пород использовался стимулятор FracPro$^{PT}$. Моделирование с применением программного продукта Saphir NL, позволило получить объемы и параметры закачки рабочей жидкости в различные интервалы слоисто-неоднородного пласта». Автор работы о моделировании пишет, что «…многослойная модель, представляющая одну из скважин пласта $БВ_8$ Повховского месторождения и …на основе данных потокометрии, позволит определить степень погрешности и применимость методики на месторождениях Широтного Приобья». Таким образом, скв. А пласта $БВ_8$ Повховского месторождения с 1984 года по результатам моделирования эксплуатировала высокопроницаемый интервал 2844 – 2847 м. По проведении трехкратного ГРП в интервале 2844 – 2847 м в 2001, 2007 и 2008 годах, в работе отмечают, что продуктивность скважины соответственно возрастали: от 0,32 до 7,2; от 0,142 до 0,333; от 0,289 до 0,585 м$^3$/сут. МПа.

Следующее предложение: «Сравнение смоделированных параметров с фактическими в каждом случае показало их хорошее совпадение, то есть моделирование подтвердило правильность рассмотренного подхода» завершает работу, подчеркивая получение результатов из моделирования процессов.

В статье [3] авторы актуальными считают применение горизонтальных скважин (ГС) с множественными трещинами ГРП (МГРП). Обосновывается выбор оптимального варианта разработки низкопроницаемых коллекторов с применением ГС с МГРП для 22 кустов Приобского и Приразломного месторождений. Работа завершается словами «… для условий низкопроницаемых пластов…создана методика выбора оптимальной системы разработки с применением ГС с МГРП на основе многовариантного трехмерного гидродинамического моделирования с учетом параметров, определяющих систему закачивания и схему размещения скважин». В работе также много внимания уделено моделированиям, результаты которых весьма далеки от реалий, происходящих в породах нефтяного пласта вокруг ГС с множественными трещинами ГРП.

В работе [4] изложены материалы «…информации о направлении развития трещин первого и повторного ГРП, …используются методы кросс-дипольного широкополосного акустического каротажа (АКШ)». Выводы авторов, а также утверждения о том, что «косвенные методы диагностики явления переориентации трещины повторного ГРП повышают достоверность интерпретации полученных данных» - весьма не убедительны.

«Для построения методики выбора оптимального способа разработки месторождений нужно создать расчетные инструменты определения эффективности различных способов заканчивания и размещения скважин», - считают авторы статьи [5], в которой «подробнее рассмотрен вопрос определения продуктивности вертикальной скважины с ГРП для пятиточечной системы разработки». В работе пишут, что скважина с трещиной моделировалась набором точечных источников или стоков, а элемент разработки представлял собой набор таких скважин. Завершает работу приведенная зависимость индекса доходности PI от приведенной полудлины трещины $x_f^2$ /А, подвижности нефти $k/\mu$ и цены проппанта $C_{прор}$. Под полудлиной трещины $x_f^2$ /А в предложении правильнее понимать радиус распространения поровых канавок от скважины.

Авторы статьи [6] отмечают, что «в результате проведения операций ГРП достигнуто кратное увеличение продуктивности скважин, также затронуты вопросы освоения скважин после ГРП». В настоящее время известно и широко распространено, что «для создания коротких широких трещин…используется технология осаждения проппанта на конце трещины, или концевое экранирование трещины (Tip screen out – TSO)». Технология является модификацией «классической» операции ГРП, при которой создаются короткие трещины длиной несколько десятков метров и шириной до 30 мм. Для опробования технологии ГРП были выбраны скважины – кандидаты (скв. А, В и С), эксплуатирующие пласт $Б_2(С_1)$ месторождения ОАО «Самаранефтегаз». Скважины находятся в равных геологических условиях, т.е. примерно одинаковые нефтенасыщенные толщины, толщины перемычек, проницаемости, пластовые давления и др. Отмечают, что в скважинах А и В после проведения операций ГРП получили дебит нефти 38 и 25 т/сут соответственно, т.е. увеличение коэффициента продуктивности скважин более чем в 7 раз. Однако через 39 суток по скважине А, а по

скважине В через 36 суток дебиты сократились практически в 2,5 раза, а скважина С после проведения ГРП, вообще не вышла на расчетные параметры и работала в режиме автоматического повторного включения.

В работе [6] неясностей многовато, но мы отметим только одну из них. Авторы статьи короткими называют «трещины длиной несколько десятков метров и шириной до 30 мм». Естественно, такие параметры обычно имеют канавки, развивающиеся радиально от скважины.Однако, надо сказать, что ширина «трещины» равная 30 мм у стенки скважины – это многовато для диаметра канавки в самом ее начале. Еще добавим, что специалисты горного дела знают, что даже естественные структурные блоки горных пород в периметре имеют суммарную длину трещин меньшую, чем в приведенной статье [6] «трещины длиной несколько десятков метров».

В статье [7] пишут, что «в результате применения стандартных технологий ГРП в отдельных скважинах удалось достичь максимальных технологических показателей и эффективности:

- прирост дебита нефти после ГРП – 83 т/сут; кислотной ГРП (КГРП) – 34 т/сут;
- кратность увеличения дебита нефти после ГРП – 9,9; КГРП – 19,6;
- удельный прирост дебита нефти после ГРП – 30 т/(сут.м); КГРП – 9,2 т/(сут.м)». Эти показатели возможны, так как при ГРП образуются множество радиально направленных канавок, которые при ориентации скважины как добычной, обеспечивают большой приток нефтяных флюидов в сторону скважины. Авторы статьи сами подтверждают вышесказанное тем, что «эффективность ГРП связана в основном с его проведением в высокопродуктивных терригенных пластах визейского и низкопроницаемых карбонатных пластах верхнедевонско-турнейского нефтегазоносных комплексов». Авторы статьи считают, что «…исследования для научного сопровождения ГРП (КГРП), позволяют более эффективно применять другие методы интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов».

В работе [8] авторы отмечают, «что площади, проблемные с точки зрения эффективности КГРП, существуют даже в пределах одного месторождения нефти». В рассматриваемой работе много предположений и допущений в адрес несуществующих трещин. Например, следующие: «экспериментальное определение точки потери проводимости техногенной кислотной трещины представляет научный и практический интерес», «…проводимость кислотной трещины должна снизиться до нуля, когда площадь открытых ее частей примерно равна площади сомкнутых», «естественная сложность в исследовании – связать долю открытой площади трещины с сжимающим напряжением», «давление полного смыкания трещины, по-видимому, должно быть близко по порядку величины к значению твердости породы по Бринеллю (276 или 470 МПа соответственно для турнейских или башкирских известняков)» и др.

В статье [8] рассмотрена технология разработки сложнопостроенных комплексных коллекторов (типа баженовской свиты в Западно-Сибирском регионе) с использованием ГРП в комплексе с микросейсмическим мониторингом (МСМ) и кросс-дипольным акустическим каротажем (CXD). Эта технология применяется в США при разработке трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Авторы статьи приводят, что «в некоторых случаях число неудачных ГРП достигает 47 % (например, месторождение Барнетт в США)». Далее отмечают, что «основной причиной несоответствия прогнозных показателей и фактических результатов ГРП является недостаточная изученность свойств пласта (до 73 % случаев, по данным Weatherford)». Авторы статьи переоценивают утверждая, что «МСМ позволяет оценить фактическое положение трещин ГРП и контролировать процесс их распространения». Относительно CXD авторы работы утверждают, что CXD «позволяет оптимизировать дизайн ГРП, уточнить траекторию горизонтальных скважин в соответствии с локальными напряжениями, а также избежать прорывов трещин в водонасыщенные пласты…». Приведенные в статье понятия о «поляризации», «переориентации проппанта в трещинах», «закрытии трещин» - несуществующих, «при общей перфорируемой толщине 27 м высота образовавшейся и закрепленной трещины составила всего лишь 17,5 м) и т.д. – ошибочны. Утверждения, что «имеющийся негативный опыт связан …с неполнотой набора входных данных и отсутствием экспериментов по увеличению расстояния мониторинга», а также «качественное моделирование позволяет подобрать лучшие скважины-кандидаты для микросейсмического

мониторинга и снизить риск получения слабого сигнала или его неполучения» - мы вообще не поддерживаем из-за их сложности и неосуществимости.

В работе [9] описано моделирование ГРП. Автор статьи пишет, что «проанализированы результаты проведения ГРП на основе автоматизированного определения прироста коэффициента охвата $\Delta K_{oxb}$ с использованием стохастических кубов литологии, построенных в пакете моделирования Jrap RMS». «В статье приведены результаты статистического регрессионного анализа влияния ГРП на добычу нефти из прерывистых пластов с использованием автоматизированной методики». «Основным показателем эффективности проведения ГРП являлся $\Delta K_{oxb}$ по сравнению с вариантом без ГРП». Приведен $\Delta K_{oxb}$ за счет осуществления ГРП при полудлине трещины 50 м в зависимости от расстояния между скважинами и размеров линз.

«При фиксированных технологических показателях (расстоянии между скважинами, полудлине трещины ГРП) максимальный $\Delta K_{oxb}$ достигается при максимальном значении $K_{pac}$, которое характеризует сложное строение коллектора». «Для условий терригенных пластов девонских отложений Ромашкинского месторождения с размерами линз 400 – 800 м прирост коэффициента извлечения нефти (КИН) при проведении ГРП может достигать 2 – 3,5 %».

В работе [10] делаются следующие основные предположения:

- массив считается изотропным упругим телом, так как податливость прослоек между упругими блоками на больших глубинах, где проводится ГРП, достаточно мала;

- трещина может развиваться только по границам блоков.

Условие предельного равновесия берется в виде $K_1=K_{1C}$, где $K_1$ – коэффициент интенсивности напряжений в вершине звена трещины, $K_{1C}$ – вязкость разрушения прослоек (считая, что она много меньше вязкости разрушения материала блока).

«Решение задач сводится к нахождению решения системы из N комплексных сингулярных интегральных уравнений, где N – число звеньев трещины». «…Задача о равновесном развитии такой системы трещин решается как суперпозиция двух задач. Первая – на бесконечности действует поле сжатия с параметрами $p, q, \gamma$, а границы звеньев трещины свободны, т.е. выполняются граничные условия $\sigma_{nj} = \tau_{sj} = 0$; $j = 1, N$, где N – число звеньев трещины; $\sigma_{nj}, \tau_{sj}$ - нормальные и касательные напряжения. Вторая – напряжения на бесконечности отсутствуют, а на границах трещины $\sigma_{nj} = -p$, $\tau_{sj} = 0$, $j = 1, N$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жучков С.Ю., Каневская Р.Д. Опыт моделирования и оценки эффективности горизонтальных скважин с трещинами гидроразрыва на Верхне-Шапшинском месторождении. // Нефтяное хозяйство, 2013, № 7, 92-96 с.

2. Михин А.С. Совершенствование технологии гидравлического разрыва с целью вовлечения в разработку слабопроницаемых недренируемых интервалов слоисто-неоднородных пластов. // Нефтяное хозяйство, 2013, № 9, 50-52 с.

3. Галеев Р.Р., Зорин А.М., Колонских А.В. и др. Выбор оптимальной системы разработки низкопроницаемых пластов с применением горизонтальных скважин с множественными трещинами гидроразрыва. // Нефтяное хозяйство, 2013, № 10, 62-65 с.

4. Латыпов И.Д., Федоров А.И., Никитин А.Н. Исследование явления переориентации азимута трещины повторного гидроразрыва пласта. // Нефтяное хозяйство, 2013, № 10, 74-78 с.

5. Хасанов М.М., Мельчаева О.Ю., Ситников А.Н., Рощектаев А.П. Динамика добычи из скважин с гидроразрывом пласта в экономически оптимальных системах разработки. // Нефтяное хозяйство, 2013, № 12, 36-39 с.

6. Парфенов А.Н., Летичевский А.Е., Евсеев О.В. и др. Опыт проведения гидроразрыва пластов на месторождениях высоковязкой нефти в Самарском регионе. // Нефтяное хозяйство, 2014, № 1, 72-77 с.

7. Антонов Д.В., Кондратьев С.А., Жуковский А.А., Кочнева Т.С. Опыт проведения гидроразрыва пласта на месторождениях Пермского края и основные направления повышения его эффективности. // Нефтяное хозяйство, 2014, № 3, 70-72 с.

8. Казбулатов И.Г., Рубцова А.В., Юнусов Р.Р. и др. Многостадийный гидроразрыв пласта в горизонтальных скважинах в комплексе с микросейсмическим мониторингом и кросс-дипольным акустическим каротажем. // Нефтяное хозяйство, 2014, № 9, 93-95 с.

9. Саттаров Р.З. Исследование прироста коэффициента охвата пласта при проведении гидроразрыва на основе геостохастического моделирования. // Нефтяное хозяйство, 2014, № 9, 104-107 с.

10. Мартынюк П.А., Шер Е.Н. Распространение трещины гидроразрыва в сжатом квазирегулярном блочном массиве горной породы. «ФТПРПИ», 2014, № 2, 87-93 с.

REBERENCES

1. Zhuchkov S.Ju., Kanevskaja R.D. Opyt modelirovanija i ocenki jeffektivnosti gorizontal'nyh skvazhin s treshhinami gidrorazryva na Verhne-Shapshinskom mestorozhdenii. // Neftjanoe hozjajstvo, 2013, № 7, 92-96 s.

2. Mihin A.S. Sovershenstvovanie tehnologii gidravlicheskogo razryva s cel'ju vovlechenija v razrabotku slabopronicaemyh nedreniruemyh intervalov sloisto-neodnorodnyh plastov. // Neftjanoe hozjajstvo, 2013, № 9, 50-52 s.

3. Galeev R.R., Zorin A.M., Kolonskih A.V. i dr. Vybor optimal'noj sistemy razrabotki nizkopronicaemyh plastov s primeneniem gorizontal'nyh skvazhin s mnozhestvennymi treshhinami gidrorazryva. // Neftjanoe hozjajstvo, 2013, № 10, 62-65 s.

4. Latypov I.D., Fedorov A.I., Nikitin A.N. Issledovanie javlenija pereorientacii azimuta treshhiny povtornogo gidrorazryva plasta. // Neftjanoe hozjajstvo, 2013, № 10, 74-78 s.

5. Hasanov M.M., Mel'chaeva O.Ju., Sitnikov A.N., Roshhektaev A.P. Dinamika dobychi iz skvazhin s gidrorazryvom plasta v jekonomicheski optimal'nyh sistemah razrabotki. // Neftjanoe hozjajstvo, 2013, № 12, 36-39 s.

6. Parfenov A.N., Letichevskij A.E., Evseev O.V. i dr. Opyt provedenija gidrorazryva plastov na mestorozhdenijah vysokovjazkoj nefti v Samarskom regione. // Neftjanoe hozjajstvo, 2014, № 1, 72-77 s.

7. Antonov D.V., Kondrat'ev S.A., Zhukovskij A.A., Kochneva T.S. Opyt provedenija gidrorazryva plasta na mestorozhdenijah Permskogo kraja i osnovnye napravlenija povyshenija ego jeffektivnosti. // Neftjanoe hozjajstvo, 2014, № 3, 70-72 s.

8. Kazbulatov I.G., Rubcova A.V., Junusov R.R. i dr. Mnogostadijnyj gidrorazryv plasta v gorizontal'nyh skvazhinah v komplekse s mikrosejsmicheskim monitoringom i kross-dipol'nym akusticheskim karotazhem. // Neftjanoe hozjajstvo, 2014, № 9, 93-95 s.

9. Sattarov R.Z. Issledovanie prirosta kojefficienta ohvata plasta pri provedenii gidrorazryva na osnove geostohasticheskogo modelirovanija. // Neftjanoe hozjajstvo, 2014, № 9, 104-107 s.

10. Martynjuk P.A., Sher E.N. Rasprostranenie treshhiny gidrorazryva v szhatom kvazireguljarnom blochnom massive gornoj porody. «FTPRPI», 2014, № 2, 87-93 s.

Баймаханов Г.А., Помашев О.П., Сарыбаев М.А.,

**2013–2014 жылдары "Мұнай шаруашылығы" журналында жарияланған гидрожару жүргізу жұмыстарына талдау**

**Түйіндеме.** Қабатты гидрожару (ҚГЖ) жүргізу жұмыстарына арналған нәтижелеріге және 2013–2014 жылдары "Мұнай шаруашылығы" журналында жарияланғанына, мақала авторлары сынға ұшыратты.

Мақаланың авторлары есептейді, ҚГЖ жан-жақты қысымды тау жыныстарыда "жарықтану" мүмкін емес, оның орынына ұңғыманың жан-жағында көптеген радиал ойықтары пайда болуын мойындайды, олар жақсы әсер қамтамасыздандырады.

ҚГЖ арналған жұмыстың көпшілігінде, авторлар модельдеу деректеріне сүйенеді, мақалада көрсетілген көбісі жалған нәтижелерге келтіреді.

**Кілтті сөздер:** қабатты гидравликалық жару, ҚГЖ, мұнай, модельдеу, дебит, ұңғыма, жарық, проппант.

Баймаханов Г.А., Помашев О.П., Сарыбаев М.А.,

**Анализ работ по проведению гидроразрыва пластов,опубликованных в «Нефтяном хозяйстве» 2013– 2014 гг.**

**Резюме.** Авторы статьи подвергли критике результаты работ посвященных ГРП и опубликованных в журнале «Нефтяное хозяйство» за 2013 и 2014 годы. Авторы статьи считают, что ГРП в горных породах всесторонне-сжатых не возможны, и вместо «трещин» признают образование множества радиальных канавок вокруг скважины, которые могут обеспечить положительный эффект.

В большинстве работ, посвященных ГРП, авторы оперируют данными моделирования, которые зачастую приводят к ложным результатам, которые отражены в статье.

**Ключевые слова:** гидравлический разрыв пласта, ГРП, нефть, моделирование, дебит, скважина, трещина, проппант

Baimakhanov G.A., Pomashev O.P., Sarybaev M.A.,

**Analysis of works on hydraulic fracturing, published by "Oil Industry" 2013 2014.**

**Summary.** The authors have criticized the results of the work dedicated to the hydraulic fracturing (HF) and published in the journal "Oil Industry" for 2013 and 2014. The authors believe that the hydraulic fracturing in rocks comprehensively-compressed are not possible and instead of "cracks" recognize the formation of a plurality of radial grooves around the well, which can provide a positive effect.

In the majority of works devoted to the HF, the authors use the data modeling, which often result in false results, which are reflected in the article.

**Key words:** hydraulic fracturing, HF, oil, modeling, flow rate, well, crack, proppant

621.372.8:621.396

**K.A. Akmalayev, A.O. Kasimov, A.K. Abisheva, A.S. Tolegenova, N.T. Aitzhanova, K. Tungishbaiuli, D.B. Kenebaeva**

## DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF THE CORPORATE NETWORK BASED ON VPN

**Annotation.** The article deal with the simulation modem corporate VPN traffic to pass through. In the article considered simulation model developed by the software package Net Cracker professional 4.1 for the corporate network of the Kazakhstan stock exchange.

**Keywords:** VPN, firewall, Cisco systems, and research on the software package Net Cracker Pro 4.1, and simulation model corporate VPN traffic is moving over the network.

In the last time in the world of telecommunications, there is increased interest to virtual private grids (Virtual Private Network-VPN). This is needed reduction was attributable to the cost of the corporate network by cheaper to connect remote offices and remote users through the Internet. Indeed, when you compare the cost of services for connecting multiple networks via the Internet, for example, Frame Relay networks, you'll notice a significant difference in cost.

However, it should be noted that, by combining the networks through the Internet, immediately raised the question of the security of data transmission, so it became necessary to create mechanisms to ensure the confidentiality and integrity of transmitting information. The networks, built on the basis of such mechanisms, and have received the name of VPN [1].

The advantages of a VPN are that the remote personal, valid access is not via the telephone line, and via the Internet. VPN technology has a broad perspective on the distribution worldwide [2]

The main purpose of the publication is the study and analysis of methods and means of information security in telecommunication networks.

To achieve this goal, you need to solve a number of problems:

- to consider security threats and their classification;
- describe the methods and means of protection of information in networks, their classification and features of the application;

The obvious economic efficiency of VPN technologies actively encourages organizations to ckorejsemu.

In Figure 1 is a diagram of the corporate network of the Kazakhstan Stock Exchange. Corporate network consists of:

- a local area network (LAN) Ethernet.

This corporate network ensures transmission of information between the various applications used in the network, and allows the integration of existing and future applications with the least possible cost and limitations [3].

The main objective of the existing corporate networks is the simultaneous transmission of voice, video and data communication system applications that are in different sites, and access to remote users.

At present the issue of the United corporate network office and its branch network to date.




**Figure 1.** The existing scheme of corporate networks

The implementation of this decision will reduce the Scrip within departments, improve labor productivity, and reduce the time to process information. Unified network must be designed so as to ensure the adequate protection of the data.

In addition, business challenges, such as the introduction of video conferencing or advanced applications to coexist. It must not be degraded by the convenience of users and network administrators to handle the task of integration.

The main and remote offices using a VPN tunnel to secure enterprise data, as well as transparent, secure access to Intranet resources is selected, the firewall will be applied by Cisco Systems. Cisco PIX Firewall provides the required security level value for a low price, the server identifies Cisco Secure ACS, ASC LG ipLDK-300 is a fully digital telephone system, designed for medium-sized organizations, with support for VOIP, DECT, EUROISDN PROFESSIONAL.

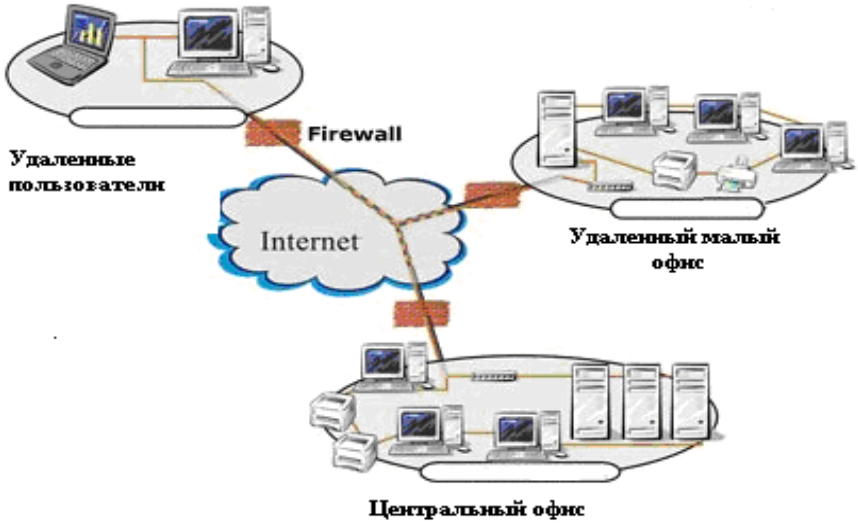



**Figure 2.** Developed by the corporate VPN network diagram

The maximum capacity of the system to external coedinitel′nyh 108 252 and lines internal rooms, 180 channels, EUROISDN PROFESSIONAL 192 subscriber DECT VOIP channel 72, and others, at the figure 2 shows the scheme of corporate VPN networks using the Internet between head office and branch office and remote subscribers. For the design of such networks and its research on software package Net Cracker Professional 4.1 was developed simulation model Figure 3.

A simulation model for the functioning of a genuine interface between elements of the networks existing in real systems. To successfully simulate the corporate VPN asked the type of traffic made selection of the necessary virtual device and the parameters of the law of distribution of traffic flows between the devices.

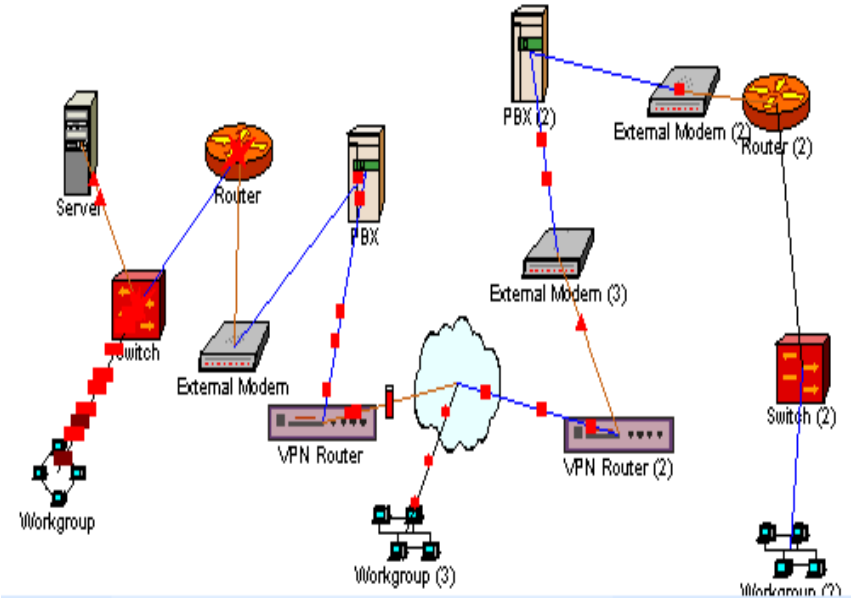



**Figure 3.** The simulation model of the corporate network (VPN) network traffic through

Figure 3 shows the network simulation model and timetable for employment to the router. According to calculations from the graph obtained from modelling the channel busy at 92.2 per cent. During the experiment were obtained the package passed before and after the VPN Router. In figures 5 and 6 are curves per cent packets through the VPN Router for first, second, third, etc. Modeling lasted until 10 minutes, the package distribution was exponential and packet length in the first case was equal to 100 bits, second bit 10000. It was assumed that the time between the occurrences of packages was equal to 10 seconds.

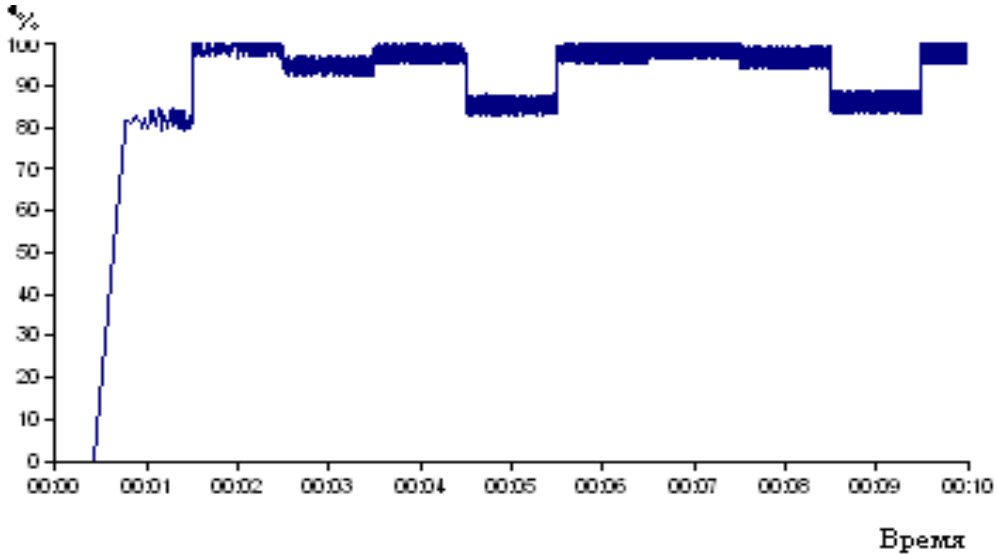



**Figure 4.** Employment rate up to the router channel modeling, see picture 5 schedules for packets of length 100 bits and 6 for packet length 10000 bits.

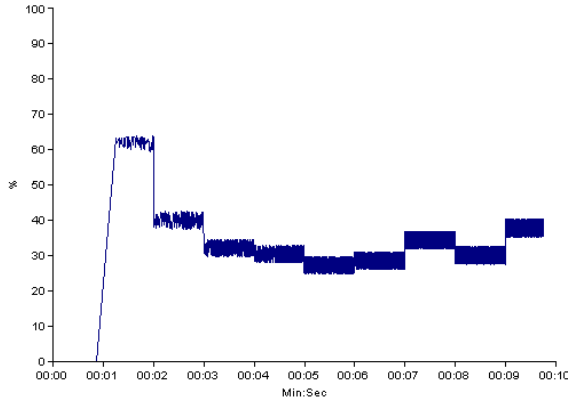



**Figure 5.** Percentage of length 100 bit packets during modeling.

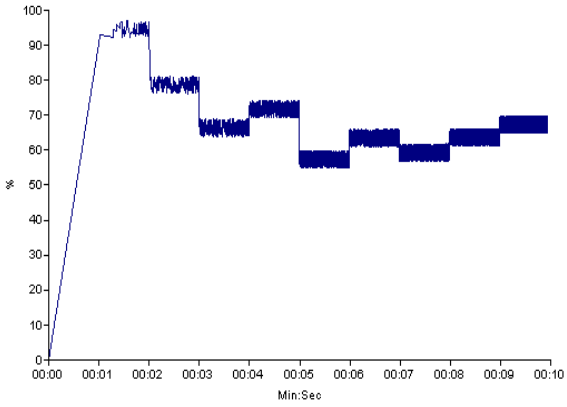



**Figure 6.** Percentage distribution of packet length 10000bit during simulation. Table 1 shows the percentage of packets over the VPN Router, i.e. statistics collected after the router.

Table 1. **Statistics packages after the router**

| Time interval (min) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | The average value of |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Percentage of dropped packets with 100 bits | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 8 | 2 | 2 | 0 | 5 | 34,4 |
| Percentage of dropped packets of the length 10000 bit | 2 | 8 | 6 | 1 | 6 | 3 | 9 | 1 | 6 | 8 | 68,0 |

The table shows that with an increase in the value of the packet length is decreased and dropped packets are dropped by the router increases.

Thus, the developed simulation model, shown in Figure 3 has been operating normally since, during the passage of different traffic devices explosions may occur. Changing settings, topology, devices and interfaces between them: you can choose the network device, the best way to structure and design of the corporate networks VPN.

Studies of the network show that the VPN Router allows only 68 percent of the package, if the package is large, for example 10000bit. The packet length up to 100 bits he misses only 34 per cent, due to the fact that the buffer does not have time to process all incoming packets, the raw packets are discarded. The way out of this situation is to find the optimal length of a package or a replacement router to work with larger capacity rate.

Conclusion. On the basis of the study is that the VPN Router lets not all packages, but only part of them due to the fact that it's slow because after filling the buffer the rest of the packet to be dropped as a consequence after Router VPN channel utilization rate falls. The results should be taken into account when designing a real network.

REFERENCES

1. Budyldina N. B. Technology, MPLS (Multi Protocol Label Switching). Theory, technology and economics of networks. Collection of scientific, technical and methodological works, issue 1, 2003, Yekaterinburg, UrTISI, 2003, p. 148-152.

2. Mamaev M., Petrenko S. Information protection technology to the Internet, the special reference - Spb.: Piter, 2002

3. Oliver V.G. Information protection when working in Internet //Connect. 2002. - № 11

Ақмалаев К.А., Қасымов А.О., Әбішева А.К., Төлегенова А.S., Айтжанова Н.Т.,
Тұнғышбайұлы К., Кенебаева Д.Б.

**VPN негізінде корпоративті жүйедегі имитациялық жүйені жасау**

**Түйіндеме.** Мақалада VPN желісінің корпоративтік имитациялық модемінің өту трафигі бойынша қарастырылды.

Мақалада имитациялық модельдің құрастырылған пакеттегі Net Cracker профессионал 4.1 бағдарламасымен Қазақстандағы қор биржасына корпоративтік желіні қарастырды.

**Кілтік сөздер**: VPN технологиясымен Cisco systems фирмасының желі аралық экранын Net Cracker 4.1 профессионал бағдарламасымен пакетте зерттеу. Корпоративтік VPN желісі трафик бойынша өтіп жатқан желінің иметациялық үлгісі.

Акмалаев К.А., Касимов А.О., Абишева А.К., Толегенова А.С., Айтжанова Н.Т.,
Тунгышбайулы К., Кенебаева Д.Б.

**Разработка имитационной модели корпоративной сети на основе VPN**

**Summary**. В статье рассмотрена имитационная модель корпоративной сети VPN с прохождением трафика.

Имитационная модель разработана на пакете программ Net Cracker профессионал 4.1, для корпоративной сети Казахстанской фондовой биржи.

**Ключевые слова**: технология VPN, межсетевой экран фирмы Cisco systems, исследования на пакете программ Net Cracker профессионал 4.1, имитационная модель корпоративной сети VPN с прохождении трафика по сети.

УДК 621.372.8:621

**[1]С.Б. Байкуаныш, [1]А.Б. Мирманов, [1]Алимбаев, [2]К.А.Акмалаев, [2]А.С.Толегенова**
([1]Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Астана
[2]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы)

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМЛЕКС ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СИГНАЛА ВИМ ДЛЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**Аннотация.** Развитие технологии и техники эксплуатации, нефтяных и газовых скважин остается важнейшим направлением науки и производства. Бурение скважин является сложным, а в ряде случаев и опасным процессом. В настоящее время бескабельные телесистемы и автономные приборы широко применяются для решения различных геологических, технологических и технических задач в процессе бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин, изучения параметров геологического разреза, их освоения в сложных геолого-технических условиях и эксплуатации нефтегазовых, угольных, рудных и специальных скважин месторождений различных полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** модернизация, импульсные системы, программно-аппаратный комплекс, амплитуда сигнала, сигнал-шум.

**Проблемы в исследовании.** Отказ от устаревших способов передачи данных и аппаратуры связан с решением крупной системной проблемы. Перечислим проблемные ситуации и разрешаемые противоречия.

1. Частотный диапазон.
2. Распространение радиоволн в неоднородной среде с большим затуханием сигнала.
3. Вид модуляции и форма сигнала.

Модернизация и техническое усовершенствование существующей аппаратуры не может решить эти проблемы, поскольку ограничением является сам способ передачи данных. Отсюда вытекает актуальность разработки принципиально новых подходов к методологии проектирования и эксплуатации телекоммуникационных систем в геофизике.

Решение данных проблем частично рассматривается в исследованиях по схемной и конструктивной реализации мощных генераторных модулей на диодах Ганна. Например, в работе [1] дается схема и описание конструкции генераторного модуля, а в [2] – его режимные характеристики. Отмечается возможность нестабильной работы диода в резонаторной камере и выработаны меры по стабилизации системы питания модуля, что в конечном итоге привело к устойчивой генерации радиоимпульсов [3]. В статье [4] развивается подход к исследованию так называемых поведенческих моделей генераторного модуля и выявлены закономерности, позволяющие судить о возможности использования модуля не только в ближней радиолокации, но и в передаче данных. Наносекундные СВЧ импульсы успешно используются с целью зондирования трубопроводов и обнаружения дефектов [5]. При этом сам трубопровод представляет собой своего рода запредельный волновод с распространением всех типов волн. Передача данных по запредельным волноводам не исследовалась из-за большого затухания и отсутствия в прошлом технологических приложений. Тем не менее, в последнее время в геофизике в этом появилась необходимость из-за повышения эффективности и снижения ресурсоемкости геофизических работ [5].

В перечисленных выше работах рассматриваются первые две проблемы, вопросы, касающиеся вида модуляции и формы сигнала, рассматривались только в общем контексте. Учитывая высокую вероятность появления неоднородностей в канале связи, влияющих на форму и амплитуду сигнала, необходимо проведение исследований по формированию информационного сигнала, применительно к выше указанным работам. В заполняющей среде напрямую невозможно использование обычных импульсных систем передачи, так как при прохождении видеоимпульсов по каналу связи целостность сигнала будет нарушена. Отношение сигнал-шум для сигналов разной формы в заполняющей среде существенно изменяется [5]. Для передачи данных может использоваться радиоимпульсные и шумоподобные сигналы.

Передающий модуль телекоммуникационной системы. **Функционально генераторный модуль на диоде Ганна [6] состоит из двух узлов:**

- узла формирования модулирующего сигнала прямоугольной формы;
- волноводный резонатор.

Волноводный резонатор, в который установлен импульсный диод Ганна, образует СВЧ узел. Узел формирования модулирующего сигнала прямоугольной формы предназначен для возбуждения диода Ганна импульсами различной длительности и скважности. Электрическая структурная схема генераторного модуля изображена на рис. 1.

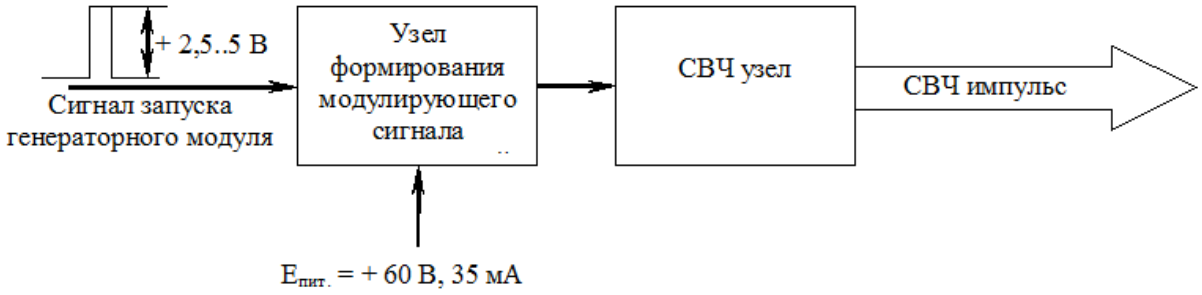



**Рис. 1.** Структурная схема генераторного модуля

Программно-аппаратный комплекс имитационного моделирования. **В представленной работе сформирован сигнал ВИМ, реализуемый программно-аппаратным комплексом на базе оборудования National Instruments (рис. 2), включающем:**

Учебную лабораторную станцию NI ELVIS II

Макетную плату с микроконтроллером фирмы Freescale

Модульную измерительную платформу PXI
Прогрммное обечпечение LabVIEW
Интегрированная среда разработки Freescale CodeWarrior for HCS12

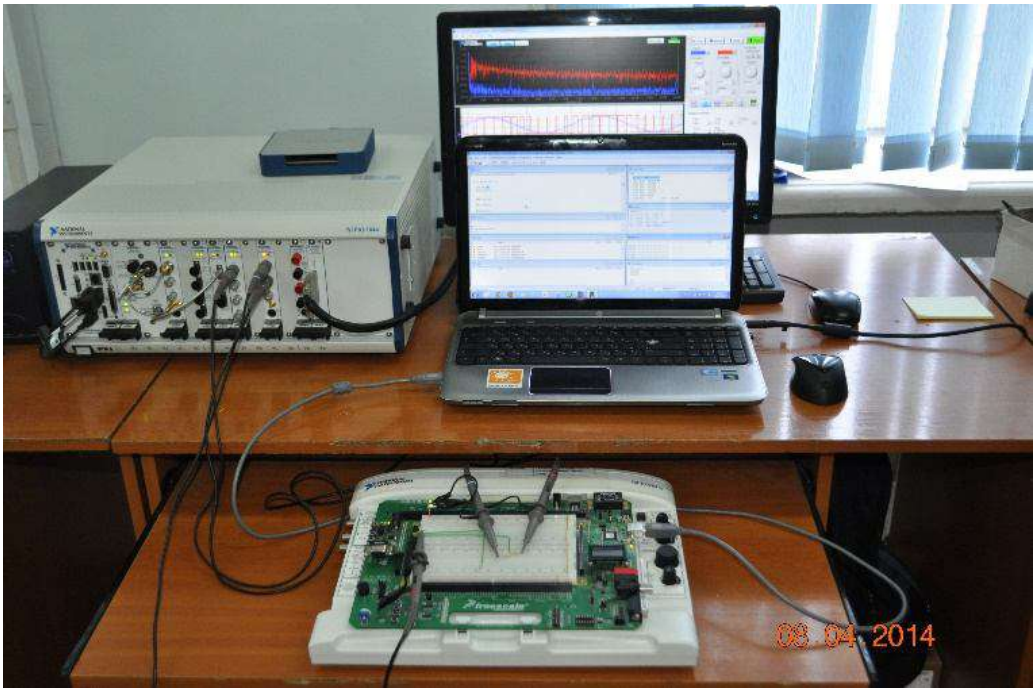



**Рис. 2.** Программно-аппаратный комплекс

Платформа NI ELVIS II представляет собой комплект виртуальных измерительных приборов для учебных и научных лабораторий. NI ELVIS II позволяет решать несколько задач путем установки специализированных плат по телекоммуникациям, волоконно-оптическим технологиям, микроконтроллерам, электронике и другим.

Использование NI ELVIS II с микроконтроллером Freescale HCS12 от фирмы AXIOM дает широкие возможности для изучения базовой архитектуры микроконтроллеров HCS12. Также возможно изучение основ разработки встроенных систем не только на базе данных микроконтроллеров, но и на базе других архитектур. Так же одним из главных плюсов стоит отметить доступность программного обеспечения для написания самого кода и его последующей отладки внутри чипа. Обе эти задачи выполняются фирменной интегрированной средой разработки Freescale CodeWarrior for HCS12. В её состав входят: компилятор, линкер и отладчик. Последняя версия программы CodeWarrior доступна на официальном сайте freescale.com. Бесплатная пробная версия программы позволяет писать программы на ассемблере без ограничений и на языке C/C++ с ограничением по размеру прошивки.

Использование программно-аппаратного комплекса PXI 1044 фирмы National Instruments с комплектом модулей использован для визуализации процесса работы микроконтроллера, в условиях, приближенных к передачи СВЧ сигнала в неоднородной среде. В комплектацию модульной платформы вошли:

A) Генератор до 3,3 ГГц – необходим для формирования высокочастотного сигнала и передачи его в волновод

B) Векторный анализатор спектра до 3,3 ГГц – необходим для исследования сигнала, прошедшего через тракт. С помощью него можно исследовать частотный спектр высокочастотных сигналов, исследовать искажение и уровень шума на выходе тракта.

C) Программируемый предусилитель. Так как сигнал в тракте может быть сильно ослаблен его необходимо усилить для более качественной его передачи в тракте.

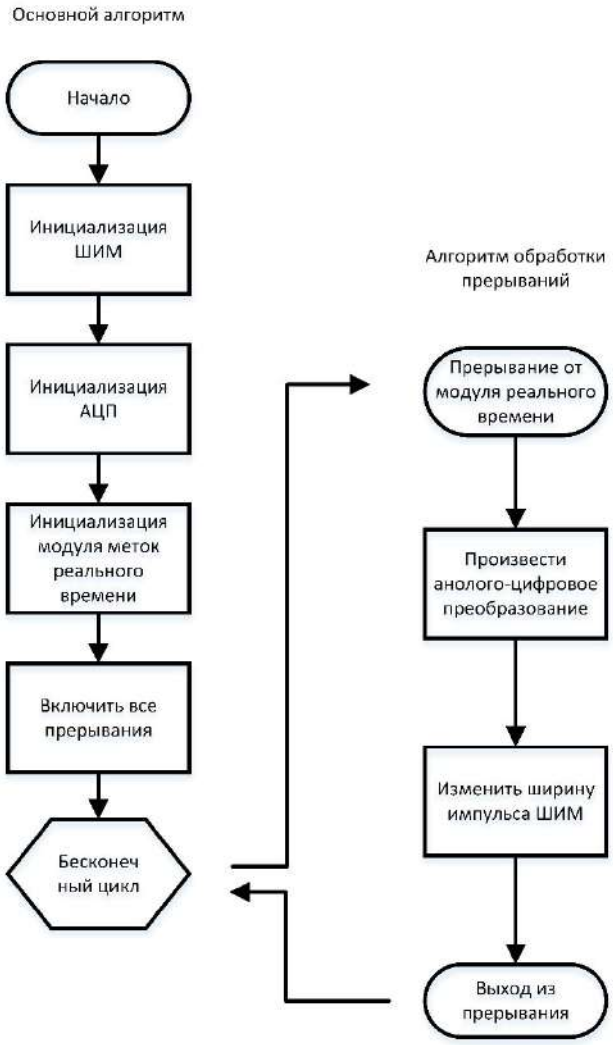



**Рис. 3.** Алгоритм программы

Программа, реализующая модуляцию. Для демонстрации основных возможностей платформы была разработана программа управления модулем широтно-импульсной модуляции посредством аналогово-цифрового преобразователя.

Данная программа программирования микроконтроллера была разработана в целях анализа изменения формы сигнала в зависимости от параметров модуляции.

Для анализа модуляции реализуемой микроконтроллером MC9S12C32 фирмы Freescale Semiconductor была разработана программа. Алгоритм представлен на рисунке 3.

Основной алгоритм выполняет инициализацию модуля широтно-импульсной модуляции и модуля аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера. Так же инициализируется модуль меток реального времени. Следующим шагом включаются прерывания от модуля меток реального времени. Дальше алгоритм зацикливается и ничего не выполняет.

В момент прерывания центральное процессорное ядро перестает выполнять основной алгоритм и переходит на выполнение подпрограммы обработчика прерывания. В подпрограмме выполняется аналого-цифровое преобразование и полученное значение задает коэффициент заполнения ШИМ. Затем программы выходит из обработчика прерываний.

На рисунке 4 представлена схема подключения комплекса для изучения широтно-импульсной модуляции. Микроконтроллер прошивается через модуль программатора. К одному из каналов АЦП подключается сигнал с функционального генератора. Выходной сигнал снимается с нулевого канала ШИМ, а входным является сигнал на нулевом канале АЦП.

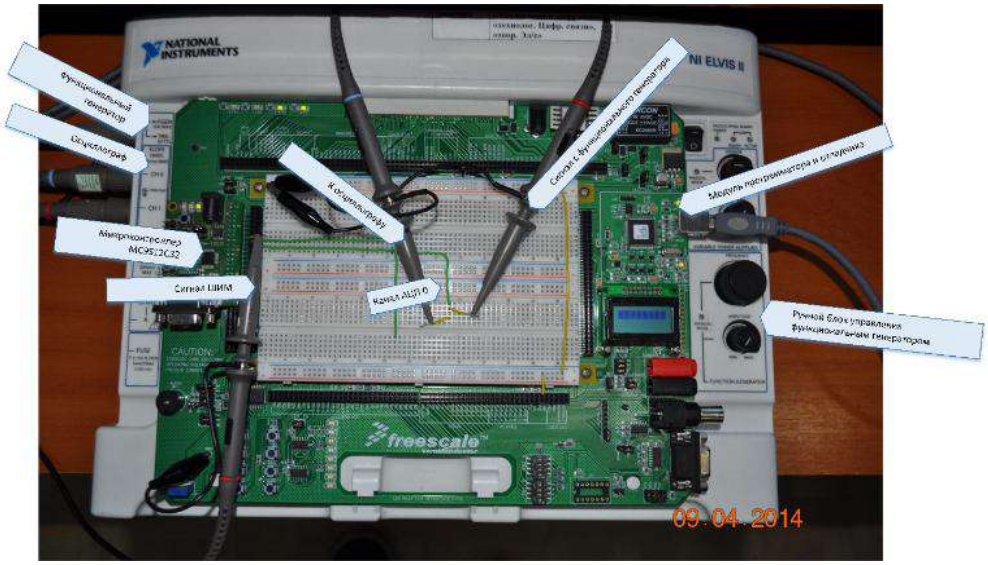



**Рис. 4.** Подключение комплекса для эксперимента с модулем ШИМ и АЦП

Результаты моделирования. **В результате работы программы представлена осциллограмма и спектр сигнала на выходе модуля ШИМ микроконтроллера. Красным показан сигнал ШИМ, синим - сигнал на входе АЦП микроконтроллера. На рисунке 5 представлен результат изменения напряжения на входе АЦП. Увеличивая напряжение можно изменять коэффициент заполнения ШИМ.**

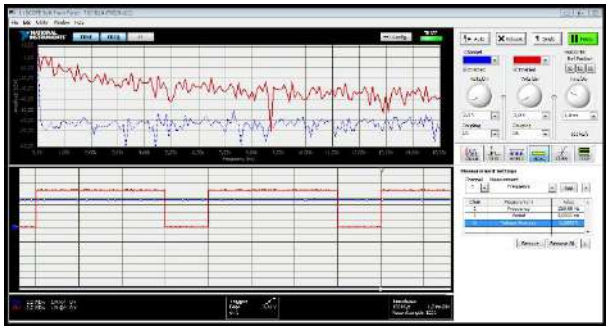


**Рис. 5а.** ШИМ 75%

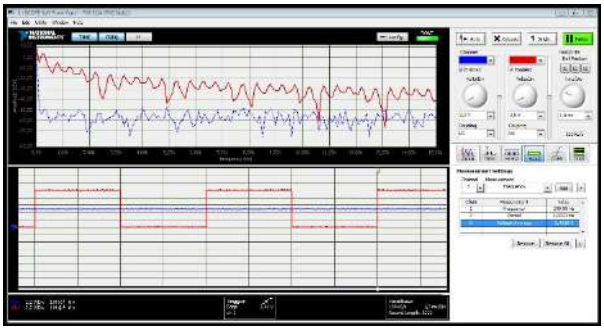


**Рис. 5б.** ШИМ 50%

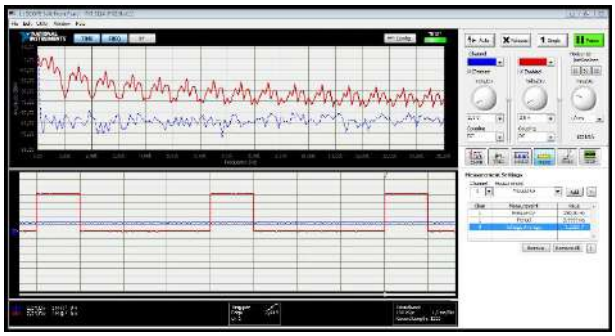


**Рис. 5в.** ШИМ 25%

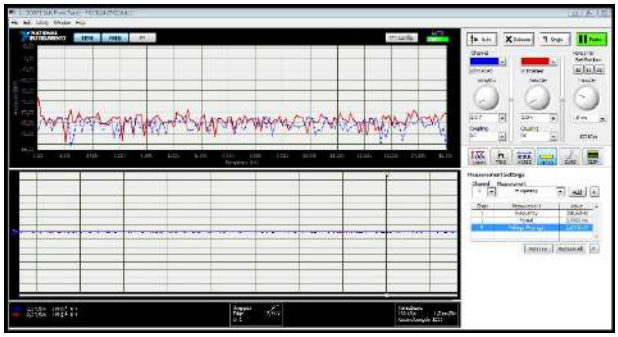


**Рис. 5г.** ШИМ 0%

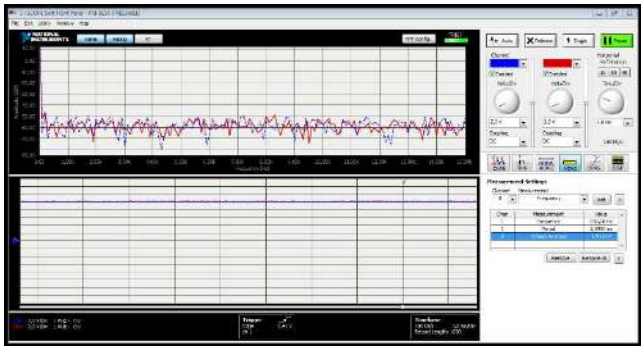


**Рис. 5в.** ШИМ 100%

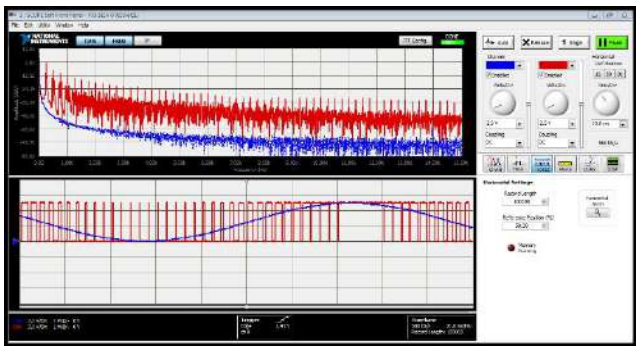


**Рис. 6.** Гармонический сигнал на входе АЦП

На рисунке 6 представлен результат воздействия на канал АЦП гармонического сигнала.

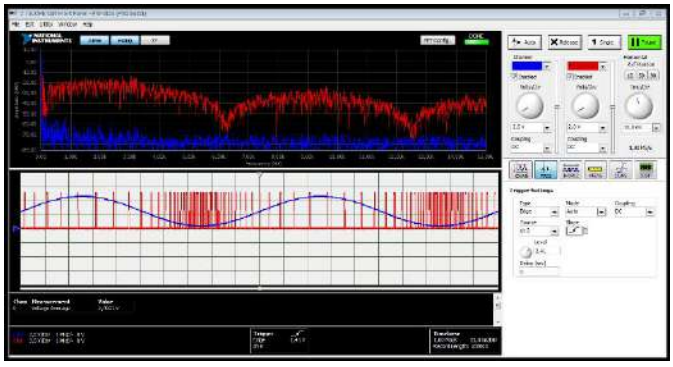


**Рис. 7.** Реализованный Время-Импульсный сигнал

**Выводы.** Таким образом, на рассмотренном программно-аппаратный комплексе реализована ВИМ, как часть проекта по разработке системы передачи данных через неоднородные среды, применяемой в геофизических исследованиях.

Изучение параметров сигнала, вида модуляции, моделирование и экспериментальные исследования приведут к новому способу передачи телеметрической информации, что в свою очередь будет способствовать повышению ресурсоэффективности геофизических работ и их удешевлению.

REFERENCES

1. Pushkarev V.P. Impulsnyi generator na diode Ganna s povyshennoi stabilnostyi vychodnych parametrov/V.P. Pushkarev, A.A. Titov, V.D. Zharskii, V.P.Zhirnov I dr.// Izvestia Tomskogo polytechnicheskogo universiteta. – 2012. – T. 320. – № 4. – S. 102-105.

2. Pushkarev V.P. Rezhimnye charakterystiki impulsnogo generatora na diodach Ganna tipa 3A762 / V.P. Pushkarev, A.A. Titov, V.I. Iyrchenko // Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta system upravlenia I radioelektrotechniki. – 2010. – № 2 (22). – Ch. 2. – S. 138– 141.

3. Goponenko A.S. Experimentalnyie issledovanya charakteristyk SVCH impulsnogo generatora na diode Ganna / A.S. Goponenko, V.A. Kochumeev, V.P. Pushkarev, A.B. Мигmanov, // Mezhdunarodnaya IEEE Sibirskaya konferenzia po upravleniu I svyiazi SIBCON-2013. Trudi konferenzii. - Krasnoyarsk: Sibirskii federalnyi univerzitet, 12-13 sentyabrya 2013.

4. Kochumeev V.A. Universalnyi priemo-peredaychi modyl dlya telemetrycheskich izmeritelnich system I radiolakazii / V.A. Kochumeev, V.P. Pushkarev, A.C., A.S. Goponenko, O.V. Stukach// Radiotechnika, elektronika I sviaz. II Mezhdunarodnaia nauchno-technicheskaia konferenzia. Omsk, 1–4 oktiabria 2013. Sb. dokladov. OAO "ONIIP", Omsk, 2013. – S. 357-363.

5. Avdochenko B.I.Modelirovanie povrezhdenii truboprovodov pri povrezhdenii truboprovodov pri zondirovanii subnanosekundnimi impulsami импульсами /B.I.Avdochenko // Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta system upravlenia I radioelektrotechniki. – 2010. – № 2 (22). – Ch. 2. – S. 142– 146.

Байкуаныш С.Б., Мирманов А.Б., Алимбаев, Акмалаев К.А., Толегенова А.С.

**Телеметрикалық жүйедегі вим дабылын іске асыруға арналған бағдарламалы-аппаратты жиынтығы**

**Түйіндеме.** Бұрғылау үрдісіндегі ұңғымада геофизикалық зерттеуге арналған жаңа телеметрикалық жүйені құру принципіндегі мәселелер қарастырылған. Осы жұмысты орындауға NI негізіндегі бағдарламалы-аппаратты кешенді қолдану көрсетілген. ВИМ (УИМ)-модуляция көмегімен СВЧ (ӨЖЖ) таратқышты телекоммуникациялық жүйеде ақпараттық тізбекті түзетін бағдарламалы кода орындалды.

**Кілттік сөздер** – Телеметрия, УИМ, микроконтроллерлер, бір текті емес орта

Baikuanysh C.B., Mirmanov A.B., Alimbaev, Akmalayev K.A., Tolegenova A.C.

**Hardware-software complex to implement signal vim for telemetry system**

**Summary.** Abstract — In this article The problems of building new telemetry system for geophysical investigations of petroleum and gas drills while process of drilling are considered. The using of hardware-software complex based on NI equipment to studying this problem is shown. The programming code and experimental device to shaping information sequence of telecommunication system with microwave transmitter and pulse phase modulation is developed.

**Key words** – Telemetry, PTM, microcontroller, unhomogeneus media.

УДК544.723.212

**[1] Н.Е. Ботабаев, [1] К.К. Сырманова, [2] Э.С. Негим, [1]Ж.Б. Калдыбекова**
([1] М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
[2] Faculty of Science and Engineering, University of Wolverhampton, Wolverhampton, UK)

# КЕУЕКТІ МАТЕРИАЛ ҚАБАТЫНДА АДСОРБЦИЯНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Вермикулит негізіндегі материалдардың құрылымы және қасиеттерінің кең қолданылуы және оны зерттеудегі тұрақты қызығушылық өз кезегінде олардың адсорбциялық және ионалмасушылық қасиеттерінің жоғары болуымен негізделеді. Моделдеуді кеуекті қабатта диффузиялық тасымалдау барысында ұсталушы компоненттер концентрациясының өзгеруімен көлемді ағымды байланытырушы дифференциялды теңсіздік көмегімен іске асыруға болатыны қарастырылған. Әдіс өз кезегінде кеуекті материал қабатында адсорбцияның термодинамикалық аспектілерінің әсер етуін зерттеу барысында маңызды болып табылады.

Жиі қолданыстағы техникалық минералды сорбенттер ішінде, әсіресе өндірістік тастандыларды технологиялық тазалау және рафинаттау үшін табиғи минералды шикізат түріндегі адсорбционды-белсенді материалдардың атқарар рөлі аса маңызды болып табылады. Мұндай шикізаттың негізгі көзі ретінде қабатты силикаттар, бірінші кезекте вермикулит болып табылады.

Вермикулит өте бағалы табиғи материал болып табылады. Борпылдақ вермикулит, яғни, термоөңдеуден өткен вермикулит жоғары экономикалық тиімділікпен (сұраныспен) түрлі салаларда қолданылады. Борпылдақ вермикулит жанбайды, шірімейді, химиялық түрде инертті, ұзақ шыдайтын, биотұрақты, мейлінше жарылмайтын және өртке қауіпсіз, экологиялық таза, алтын түстес, сонымен қатар иондық алмасу және сорбциялық қасиетке ие, сұйықтық және газды сіңіру және ұстап тұру қабілетіне ие болып табылады.

Вермикулиттің әлемдік қоры аса жеткілікті болып отыр. Негізгі қоры АҚШ, ОАР, Ресей және бірқатар басқа елдерде шоғырланған /1-2/.

Вермикулиттің біздің Республикамызда бар екені қазіргі таңда белгілі /3-4/. Қазақстан Республикасының вермикулитке деген қажеттілігі қолданыста аса қажетті шикізат болғандықтан жылына ондаған мың тоннаға жетіп отыр. Вермикулитті қолайлы болашағы және экспорттау мүмкіндігі: вермикулитті экспорттаушы жалғыз өндіріс ОАР болып отыр, ал Батыс Еуропада вермикулиттің өндірістік қоры мүлдем жоқ десек те болады. Вермикулит бағасы әлемдік нарықта жылдан жылға өсіп келеді, бұл құбылысты өз кезегінде аса құнды және жоғары сапалы кендердің

учаскелерін өңдеумен және де вермикулитті өндірістің түрлі салаларында кең түрде қолданылудың түрлі бағыттарының пайда болуымен түсіндірсек болады.

Құрылымдық-сорбциялық және беріктілік сипаттамаларын жоғарылату, сол немесе басқада заттарға таңдауды жоғарылату, ассортиментті кеңейту, дайындау технологиясын қарапайымдылау және өндірістік адсорбенттерді өндіруді арзандату мәселелері аса өзекті болып табылады/5/.

Дегенмен қазіргі таңда кеуекті материал қабатында адсорбцияның термодинамикалық аспектілеріне қатысты теориялық мәселелер және қазақстандық вермакулитті тәжірибе жүзінде қолдану бүгінгі күнде толық зерттелінбеген. Сондықтан да, кеуекті материал қабатында адсорбция процессін және Оңтүстік Қазақстан облысында табылған вермакулиттің адсорбциялық қасиеттерін тиімді қолдану салаларын анықтау мақсатында зерттеу қазіргі таңда аса өзекті болып отыр.

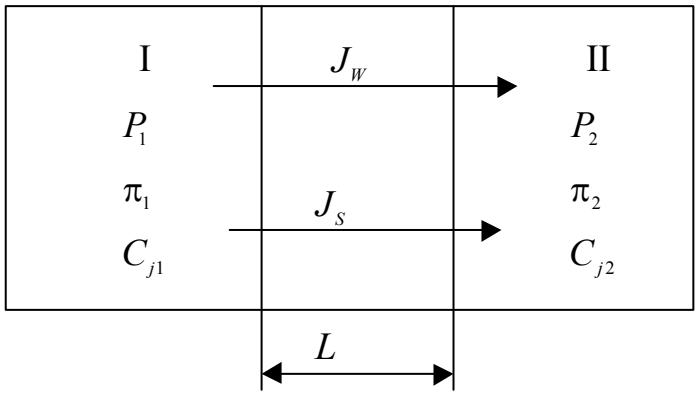
Адсорбция процессі газды (булы) қоспалар мен ерітінділерден бір немесе бірнеше компоненттерді сіңіріп (адсорбция), кейін басқа жағдайда оны қатты фазада қайта бөлуге (десорбция) мүмкіндік беретін таңдаулылығымен және процесстің қайтымдылығымен ерекшеленеді. Сонымен бірге бұл процесстің таңдаулысы адсорбентке және адсорбирленетін заттардың табиғатына байланысты, ал сіңіруші заттың шекті көлемі бастапқы қоспаның концентрациясына және температурасына байланысты (мысалы газ күйіндегі заттар үшін қысым да әсер етеді). Адсорбенттің газ қоспасымен немесе ерітінді қоспаларымен байланысуы барысында алдымен олардың барлық компоненттері сіңіріледі, бірақ адсорбент бетінің сіңірілуінен кейін оған басқа молекулаларды шығаратын үлкен көлемдегі адсорбцияланатын молекулалар енгізіледі. Адсорбция процессі адсорбенттің белсенді беттік қабатын адсорбат молекуласымен толтырғаннан кейін тоқтатылатыны, яғни, жүйенің тепе теңдік күйіне жеткеннен кейін (немесе мұндай жағдайда адсорбенттің толық қанықтырылуы) тоқтатылатыны белгілі болды.

Адсорбенттердің жоғары шекті беттігінің арқасында бастапқы қоспаның төменгі концентрациясында заттардың жоғары жылдамдықпен адсорбцияланатыны, кейбір мәліметтерде тәжірибе жүзінде олардың толық қанықтырылатыны (сіңдірілетіні) салыстырмалы түрде мүмкін болып отыр, бұл өз кезегінде басқа да технологиялық әдістермен (мысалы, абсорбция немесе ректификация) іске асыру аса күрделі болып табылады.

Адсорбцияның әрбір процессінде температураны жоғарылату адсорбцияның жылылығына және газ ағымының жалпы жылдамдығына, осы ағымның (газды ағым) және адсорбенттердің температураны өткізгіштіктеріне, адсорбцияланатын заттардың және оның концентрациясының көлеміне байланысты болып келеді. Өйткені адсорбенттің адсорбциялау қабылеті температураны өсуімен төмендейді, процесстің экзотермиялылығы міндетті түрде инженерлік есептемелерде ескерілуі тиіс, ал үлкен жылу бөлуде адсорбент қабатының суытылуына тоқтауы керек.

Жүйеде тасымалдау тиімділігін бағалау үшін өз өзін компонент ағымын термодинамикалық күшке айналдыру қосындысы ретінде қаратыратын Ф диссипативті функциясын енгіземіз:

$$\Phi = \sum J_i X_i \qquad (1)$$




**1-сурет.** Адсорбент қабаты арқылы тасымалдау схемасы

Сызықтық жуықтауда қиыспалы құрамдастарды ескере отырып $J_i$ ағымын келесі түрде жазуымызға болады:

$$J_i = \sum_J L_{iJ} X_J \tag{2}$$

1-суретте модельдік схема көрсетілген. Жүйені изотермиялық деп есептейік, яғни, жылуды тасымалдау қарастырылмаған, ал еріген заттар қабат арқылы қозғалысы $\Delta\mu$ химиялық потенциалдардың түрлі болуымен түсіндіріледі.

Сонда, физикалық потенциалдардың әр түрлі болуын сақтықпен ескере отырып диссипативті функция үшін төмендегі теңдеуді жазсақ болады:

$$\Phi = -J_W \frac{\Delta\mu_W}{L} - J_S \frac{\Delta\mu_S}{L} \tag{3}$$

Ал химиялық потенциалдар үшін:

$$\mu = \mu^0 + RT \ln a, \tag{4}$$

$$\mu_S = \mu_S^0 + \overline{V}P + RT \ln a_S \tag{5}$$

Мұнда $a$ - компоненттердің химиялық белсенділігі.

Осмотикалық қысым тасмалдаушы компоненттің белсенділігімен төмендегі арақатынас бойынша байланысты болып келеді:

$$\pi = -\frac{RT}{\ln \overline{V}_W} \ln a_W \tag{6}$$

**Бұл жерден,**

$$\Delta\mu_W = \overline{V}_W \left(\Delta P - \Delta\pi\right) \tag{7}$$

Гибс-Дюгем теңдеуінен екікомпонентті жүйе үшін мынаны аламыз:

$$\frac{d\mu_S}{d\mu_W} = -\frac{n_W}{n_S}. \tag{8}$$

(2)-(8) арақатынастарынан мынаны аламыз:

$$RT \frac{d\left(\ln a_S\right)}{d\pi} = \frac{1}{C_S}. \tag{9}$$

Ең соңында диссипативті функция үшін төмендегі түрдегі теңдеуді аламыз:

$$\Phi = -J_V \frac{\Delta P}{L} - J_D \frac{\Delta\pi}{L}. \tag{10}$$

Мұнда,

$$J_V = \overline{V}_W J_W + \overline{V}_S J_S \text{ - көлемді ағым} \quad (11)$$

$$J_D = \frac{J_S}{C_S} - \overline{V}_W J_W = u_S - u_W \text{ - затты ұстаушы ағым} \quad (12)$$

(10) теңдеуі феноменологиялық теңдеу түріде жазсақ болады: $J_V = L_P \Delta P + L_{PD} \Delta\pi$

$$J_D = L_{DP} \Delta P + L_D \Delta\pi \quad (13)$$

$$J_V = L_P \Delta P + L_{PD} \Delta\pi \quad (14)$$

Бұл жерден сіңу коэффициенті және көлемді ағым аралығындағы байланысты аңғаруға болады:

$$L_f = -L_P = -\left.\frac{J_V}{\Delta P}\right|_{\Delta\pi=0} \quad (15)$$

Сіңу коэффициенті төмендегі арақатынастан анықтауға болады:

$$L_f = \frac{f}{L}\left(\frac{\delta^2}{8\eta} + \frac{\overline{V}_W D_W}{RT}\right) \quad (16)$$

Мұнда $f$ - адсорбент қабатының геометриялық сипаттамасымен байланысты болатын коэффициент

Дифференциалды теңдеу көмегімен кеуекті қабатта ұсталушы компоненттің диффузионды тасымалдау барысында концентрациясын өзгерте отырып көлемді ағымды байланыстыратын моделдеудің мүмкіндігі кең екенін атап өткеніміз жөн, өйткені аталған әдіс кеуекті материал қабатында термодинамикалық аспектілердің әсер етуін зерттеу барысында аса пайдалы екенін көрсетіп отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Кальянов Н.Н. Вермикулит, его свойства технология и области применения.Москва, Гостехиздат, 1994.-123с.

2.Болотников Д.П.Применение вермикулита за рубежом.-М:Наука,1996,148с.

3.Поляков В.В.,Клименко П.Л. Результаты поисково-разведочных работ по вермикулиту в Южном Казахстане//Исследование и применение вермикулита,-Л:Наука,1999,49с.

4.Сырманова К.К., Калдыбекова Ж.Б. Перспективы применения вермикулитов Южного Казахстана //Сборник научных трудов IV международной научно-практической конференции ”Эффективные строительные конструкции. Теория и практика” Пенза, Россия, 2005.- С.323-327.

5.Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость.- М.: Мир, 1970. – 407с.

REFERENCES

1.Kalyanov N.N. Vermiculite, et quod ejus proprietates technology ager primeneniya.Moskva Gostekhizdat, 1994.-123c.

2.Bolotnikov D.P.Primenenie vermiculite quia rubezhom. M: Science, 1996,148s.

3.Polyakov V.V. Klimenko P.L. Results of explorationem in vermiculite in Kazakhstan Eurum // Research et applicatione vermiculite in sordibus: Science, 1999,49s.

4.Syrmanova K.K., Kaldybekova Expectationes Zh.B. Pro usu vermiculite in Kazakhstan Eurum // Collection ad scientificam operibus IV International et practicalis colloquium "efficax constructione. Theoria et potest "Penza, Russia, 2005.- S.323-327.

5.Greg S., Singh K. Adsorption, superficiei, poristost.- M.: Mir, 1970. - 407C.

Ботабаев Н.Е., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.

**Термодинамические аспекты адсорбции в слое пористого материала**

**Резюме.** Широкое применение и устойчивый интерес к исследованиям структуры и свойств материалов на основе вермикулита обуславливают их высокие адсорбционные и ионообменные свойства.Рассмотрена возможность моделирования с помощью дифференциальных уравнений, связывающих объемный поток с изменением концентрации улавливаемого компонента при диффузионным переносе в порах. Метод является полезным при изучении влияния термодинамических аспектов адсорбции в слое пористого материала.

Botabaev N.E., Syrmanova K.K., Negim E.S., Kaldybekova Zh.B.

**Thermodynamic aspects of adsorption layer porous material**

**Summary.** Widespread use and sustained interest in the study of the structure and properties of materials based on vermiculite cause their high adsorption and ion exchange svoystva.Rassmotrena possibility of modeling using differential equations relating the volume flow with the concentration of the component captured when diffusive transport in the pores. The method is useful in studyingthe effect of the thermodynamic aspects of adsorption in the porous material layer.

**Key words**: Vermiculite, adsorption, thermodynamics, structure, modeling.

**Г.С. Муташева, А.Д. Мамитова**
(Алматинский университет энергетики и связи, Алматы, Республика Казахстан
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова
Шымкент, Республика Казахстан)

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Аннотация.** В статье была исследована возможность применения адсорбентов в процессе очистки сточных вод красильно-отделочных производств и предложена технологическая схема очистки.

**Ключевые слова:** контактирования адсорбента , органоглин, pH промстока.

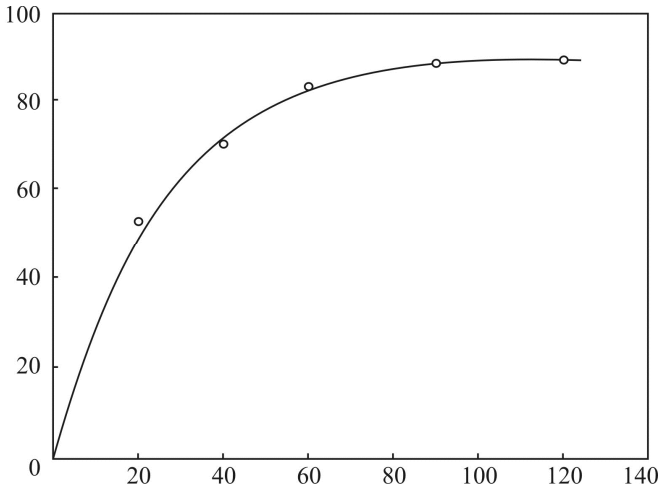
Сточные воды красильно-отделочного производства по основным показателям характеризуются следующими данными: интенсивность окраски по разведению составляет: 1:56 - 1:135, химический объёмный расход кислорода (ХПК) равен 7,2 – 7,9. Исследовались адсорбционные свойства активированной скорлупы косточек, органоглин, минеральных коагулянтов.

Зависимость эффекта очистки от времени контактирования адсорбента со сточной водой изучалась в красильно-отделочном цехе ОАО “Эластик”.

Представленные кинетические кривые зависимости адсорбции от времени контактирования (рисунок 1, 2) свидетельствуют о том, что процесс очистки сточных вод протекает по следующей закономерности:

наблюдается большая скорость процесса очистки в начальный интервал времени (20 – 40 минут) скорлупой косточек обработанной хлористым цинком с последующей активацией в потоке $CO_2$. С увеличением времени контакта свыше 45 минут скорость процесса адсорбции уменьшается.

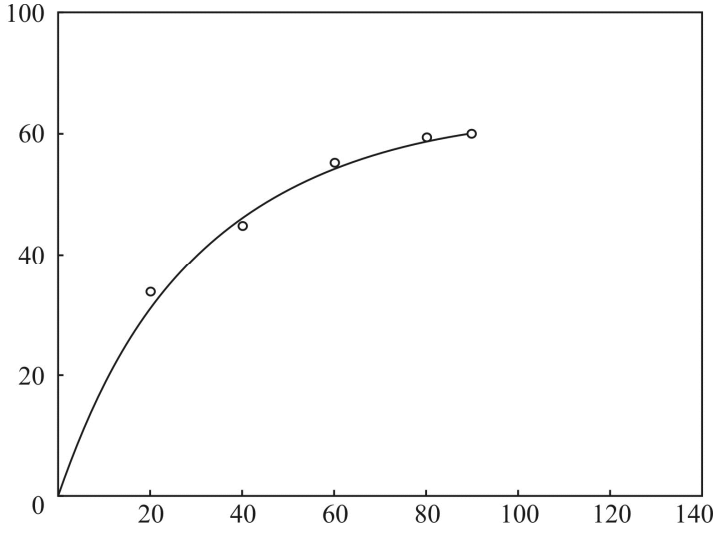
Влияние времени контакта на эффективность обесцвечивания сточной воды активированной скорлупой косточек




Ось абсцисс – время контакта адсорбента с фазой (τ, мин),
ось ординат – эффективность обесцвечивания сточной воды (Э, %)

**Рис. 1.**

Влияние времени контакта на величину удельной адсорбции активированной скорлупой косточек




Ось абсцисс – время контакта адсорбента с фазой (τ, мин),
ось ординат – величина удельной адсорбции активированной скорлупы (А, мг/г)

**Рис. 2.**

Полное адсорбционное равновесие в системе достигается после 90 минут контакта адсорбента с красителем. Однако, уже после 1 часа контакта активированной скорлупы косточек со стоком из сточной воды извлекается большая часть красителей. К этому периоду времени эффект обесцвечивания составляет (97 – 98)% от максимально достигаемого за 1,5 – 2 часа. Учитывая это, можно считать, что время контакта активированной скорлупы косточек со сточной водой в течение 1 часа окажется практически достаточным для эффективного и полноценного извлечения красителей из промышленных стоков.

Поскольку от величины pH промстока и количества вводимого адсорбента существенно зависит адсорбция красителей, нами изучено влияние pH среды и количества вводимого адсорбента на адсорбционную способность адсорбентов.

С увеличением дозы адсорбента эффект очистки закономерно увеличивается. Максимальный эффект очистки наблюдается при дозе активированной скорлупы косточек, равной 0,8 – 1 г/л. При оптимальной дозе величина исходного значения ХПК сточной воды снижается на (60 – 65) %. Для достижения достаточно полного обесцвечивания сточной воды требуется высокая доза используемой для очистки органоглины, равной 1,6 г/л.

При дозе используемого сульфата алюминия равной 0,5 г/л, эффект очистки промстока составляет 64 %, соответственно, тогда как при такой же дозе этого коагулянта эффект обесцвечивания модельных водных растворов красителей составлял (75 - 80) %, т.е. процесс обесцвечивания промышленных сточных вод методом коагуляции идёт хуже, чем процесс обесцвечивания модельных растворов красителей, в связи с присутствием в сточной воде, наряду с красителем, других вредных ингредиентов, мешающих процессу коагуляции. С увеличением дозы коагулянта свыше 0,5 г/л эффект очистки стока медленно возрастает. При дозе 2 г/л сульфата алюминия эффект очистки составляет 73 % соответственно. Объём осадка равен (10 - 12)% от объёма обрабатываемой сточной воды, т.е. объём осадка в этом случае в 4-5 раз больше, чем объём осадка, образующийся при очистке сточных вод с помощью органоглин.

Таким образом, эксперименты, выполненные с реальной сточной водой, в целом подтвердили результаты, полученные в лабораторных опытах с растворами чистых красителей.

По схеме существующих очистных сооружений сточная вода после усреднения подвергается напорной реагентной флотации. В качестве реагентов применяются сульфат алюминия и известь. Флотошлам обезвоживается в вакуумфильтре и выводится в отвал.

По предлагаемой нами схеме (рисунок 3) сточная вода после механической очистки и усреднения подаётся в адсорбер с вращающимся шнеком. Туда же направляется активированная скорлупа косточек. Смесь сточной воды и адсорбента при оптимальном времени контакта далее подаётся в отстойник. Очищенная активированной скорлупой косточек вода затем сбрасывается в канализацию или возвращается в водооборотную систему, а адсорбент регенерируется и направляется на повторное использование.

Разработанный адсорбер (массообменный аппарат) (предварительный патент РК №2001/0038.1), содержащий корпус, цилиндрическую камеру контакта адсорбента с жидкой фазой, шнек, установленный на расстоянии от внутренней стенки камеры, не превышающем диаметра зерна адсорбента, штуцеры для ввода и вывода жидкой фазы и адсорбента, снабжен дополнительным шнеком и камерой контакта адсорбента с жидкой фазой, причём камеры расположены одна над другой и их верхние и нижние стенки выполнены в виде перфорированной решётки, расположенной под углом $4^{o}$ к оси шнека, а шнеки выполнены с уменьшающимся шагом винтовой поверхности по направлению перемещения адсорбента.

Шнек, выполненный с уменьшающимся шагом винтовой поверхности спирали, при своём вращении создаёт непрерывный и равномерный поток адсорбента, а также максимальное уплотнение слоя адсорбента. Достигается точность дозирования и простота регулировки производительности по адсорбенту изменением числа оборотов шнека.

За счёт выполнения стенок камер контакта фаз в виде перфорированной решётки под углом $4^{o}$ к оси шнека, при котором шнек установлен на расстоянии от внутренней стенки камеры, не превышающем диаметра зерна адсорбента, удаётся увеличить эффективность аппарата, избежать забивания зазора зёрнами адсорбента и их разрушения.

Массообменный аппарат, по сравнению с известными, обеспечивает высокую степень очистки в 2-3 раза, эффективное использование всего объёма фильтрующей загрузки, сокращения капитальных и эксплуатационных затрат в 1,5-2 раза, при этом достигается экономия металла, электроэнергии и производственных площадей.

Предлагаемая технологическая схема очистки

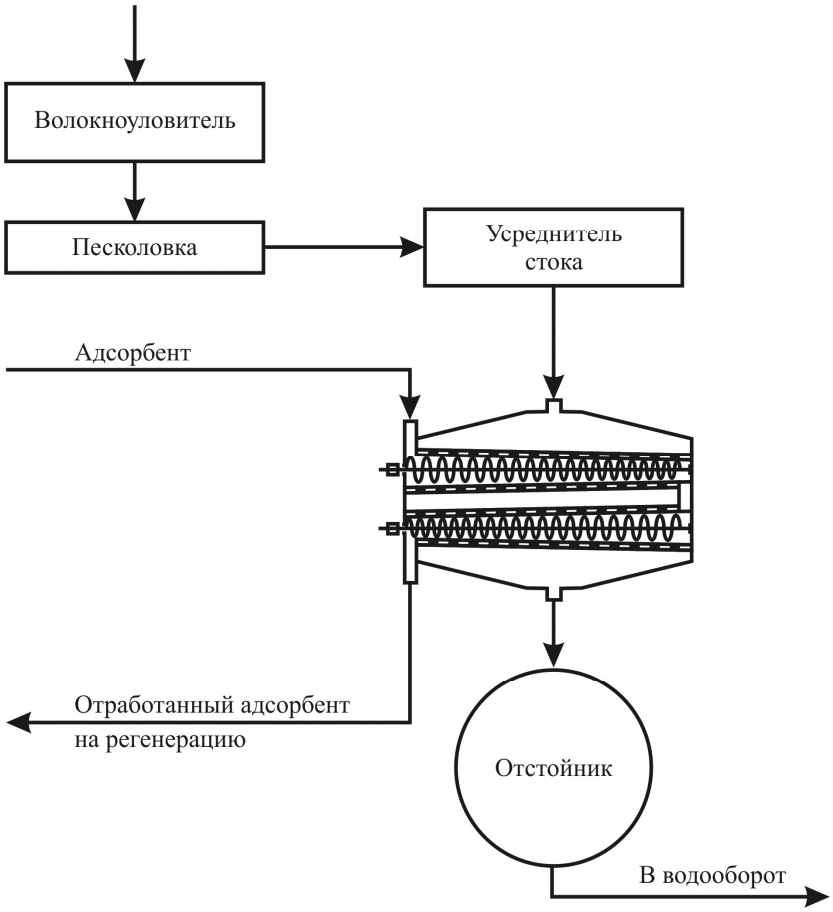



**Рис. 3.**

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубинин М.М. Адсорбция и пористость. - М.: Химия, 1972,-128с.

2. Карнаухов А.П. Геометрическое строение, классификация и моделирование дисперсных и пористых тел./ Адсорбция и пористость.-М.: Наука, 1976, 7-15с.

Муташева Г.С., Мамитова А.Д.

**Өндірісте бояу бөлімінің ағын суының технологиясын әзірлеу және зерттеу**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада адсорбентті ағынды су үрдісі өнеркәсіпте бояу ретінде пайдалануға болатындығы және оның технологиялық тазартудың кестесі берілген адсорбентті осы салаларда пайдалануға болатындығы зерттелген.

**Кілтттік сөздер:** сорғыштың байланысулары, промстоктің pH , органоглин.

Mutashewa G.S., Mamitova A.D.

**Development and researches of technology of sewage treatment tinctorial and finishing productions**

**Summary**. In this article possibility of use of adsorbents in the course of sewage treatment of tinctorial and finishing productions was investigated and the technological scheme of cleaning is offered.

**Key words**: adsorbent engagements, органоглин, pH promstoka.

УДК 004.932

**С.А. Кудубаева, Б.Ж. Жарлыкасов**
(Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова,
Костанай, Республика Казахстан, saule.kudubayeva@gmail.com)

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ И ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРАХ

**Аннотация**. Рассматриваются актуальные вопросы распознавания поверхностей с использованием алгоритмов Виолы-Джонса. Среди алгоритмов поиска точек интереса существует разделение на более математически обоснованные, но относительно медленные (детектор Харриса, детектор SIFT), и более эвристические, но быстрые (SURF, FAST). Разработана программа с использованием метода перцептивного хэша (pHash), которая описывает класс функций для генерации сравнимых хэшей. Характеристики изображения используются для генерации индивидуального (но не уникального) отпечатка, и эти отпечатки можно сравнивать друг с другом. Использование метода Гаусса для решения задачи распознавания образов отдельно на CPU, а также совместно CPU и GPU с распараллеливанием, где совместное использование графического и центрального процессоров и распараллеливание программы показало себя с наилучшей стороны.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, распознавание образов, SIFT-дескриптор, BRIEF-дескриптор, метод SURF, метод перцептивных хэшей.

Разработка системы определения геометрических параметров, при распознавании поверхностей на центральном процессоре (CPU), как и на графическом (GPU) требует решения нескольких задач с использованием алгоритмов Виолы-Джонса.

Использование дискретного косинусного преобразования (ДКП, DCT) - одно из ортогональных преобразований, тесно связанных с дискретным преобразованием Фурье (ДПФ), и являющееся гомоморфизмом его векторного пространства. ДКП, как и любое Фурье-ориентированное преобразование, выражает функцию или сигнал (последовательность из конечного числа точек данных) в виде суммы синусоид с различными частотами и амплитудами. ДКП использует только косинусные функции, в отличие от ДПФ, использующего и косинусные, и синусные функции.

Различные свойства ДКП могут быть использованы для создания перцептивных хеш-функций. Низкочастотные коэффициенты ДКП наиболее стабильны к манипуляциям с изображениями. Это происходит потому, что большая часть информации сигнала, как правило, сосредоточена в нескольких низкочастотных коэффициентах[1]. Это свойство использовано нами при сжатии изображения. В качестве матрицы взято изображение, упрощенное (с помощью различных фильтров, а затем процесса обесцвечивания) и сжатое до размера 32x32 пикселя.

Разработка программы с использованием метода перцептивного хэша (pHash), которая описывает класс функций для генерации сравнимых хэшей, позволила произвести сравнение изображений на подобие (схожесть). Итоговый процент правильного определения лиц для каждого изображения составил 61,73% и процент ложного срабатывания (когда лица считались схожими) 1,28%. Уменьшая степень точности для сравниваемых хэшей можно достигнуть меньшего процента для ложного срабатывания, но и процент определения будет несколько меньше. При расчете учтено, что при сравнении происходит сначала детектирование лиц на изображении, а затем их сравнение. Для детектирования лиц(а) на изображении применён метод с использованием признаков Хаара.

По полученным данным экспериментов, можно утверждать, что детектирование работает быстро и определяет все лица, попавшие в кадр. Также определяется не только живой человек, но и находится лицо, находящееся на фотографии. Поэтому, для поиска людей на фотографии методом Хаара, имеет смысл включить в последующие программы для проверки изображений на схожесть.

Обычно у каждого метода есть основа, то, без чего этот метод не мог бы существовать в принципе, а уже над этой основой строится вся остальная часть. В методе Виолы-Джонса эту основу составляют примитивы Хаара, представляющие собой разбивку заданной прямоугольной области на наборы разнотипных прямоугольных подобластей[2].

В оригинальной версии алгоритма Виолы-Джонса использовались только примитивы без поворотов, а для вычисления значения признака сумма яркостей пикселей одной подобласти вычиталась из суммы яркостей другой подобласти. В развитии метода были предложены примитивы с наклоном на 45 градусов и несимметричных конфигураций. Также вместо вычисления обычной разности, было предложено приписывать каждой подобласти определенный вес и значения признака вычислять как взвешенную сумму пикселей разнотипных областей:

$$feature = \sum_{i \in I-1,\ldots,N} \omega_i * RectSum(r_i) \quad (1)$$

Основной причиной того, почему в основу метода легли примитивы Хаара, является попытка уйти от пиксельного представления с сохранением скорости вычисления признака. Из значений пары пикселей сложно вынести какую-либо осмысленную информацию для классификации, в то время как из двух признаков Хаара строится, например, первый каскад системы по распознаванию лиц показан на рисунке 1, который имеет вполне осмысленную интерпретацию:

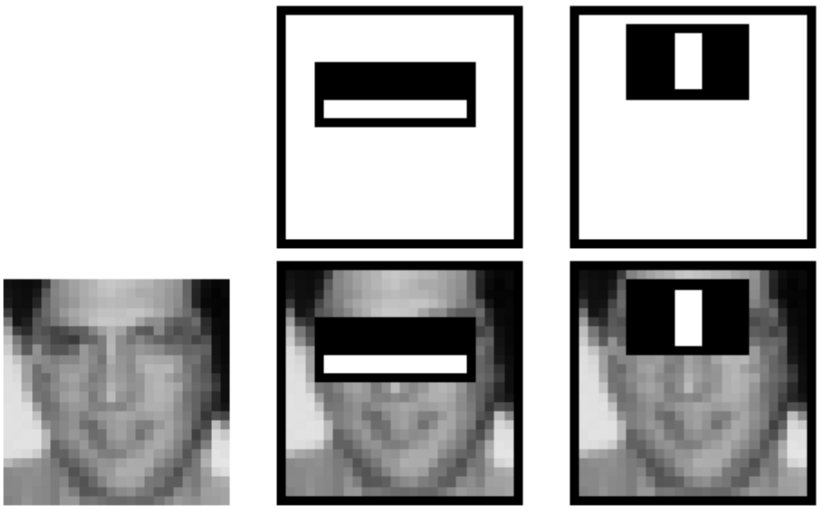


**Рис. 1.** Разбивка изображения на примитивы Хаара

Сложность вычисления признака так же как и получения значения пикселя остается O(1): значение каждой подобласти можно вычислить скомбинировав 4 значения интегрального представления (SummedAreaTable - SAT), которое в свою очередь можно построить заранее один раз для всего изображения за O(n), где n - число пикселей в изображении, используя формулу (2):

$$SAT(x,y) - SAT(x,y-1) + SAT(x-1,y) + I(x,y) - SAT(x-1,y-1) \quad (2)$$
$$SAT(-1,y) = SAT(x,-1) = SAT(-1,-1) = 0$$

Это позволило создать быстрый алгоритм поиска объектов. Для определения принадлежности к классу в каждом каскаде, находиться сумма значений слабых классификаторов этого каскада. Каждый слабый классификатор выдает два значения в зависимости от того больше или меньше заданного порога значение признака, принадлежащего этому классификатору. В конце сумма значений слабых классификаторов сравнивается с порогом каскада и выносится решение найден объект или нет данным каскадом. Пример каскадного классификатора, файл с расширением xml.

<maxWeakCount>6</maxWeakCount>
<stageThreshold>-1.3110191822052002e+000</stageThreshold>
<weakClassifiers>
<_><internalNodes>
0 -1 193 1.0079263709485531e-002</internalNodes>
<leafValues>
-8.1339186429977417e-001 5.0277775526046753e-001</leafValues></_>

<_><internalNodes>
0 -1 94 -2.2060684859752655e-002</internalNodes>
<leafValues>
7.9418992996215820e-001 -5.0896102190017700e-001</leafValues></_>
<_><internalNodes>
0 -1 18 -4.8777908086776733e-002</internalNodes>
<leafValues>
7.1656656265258789e-001 -4.1640335321426392e-001</leafValues></_>
<_><internalNodes>
0 -1 35 1.0387318208813667e-002</internalNodes>
<leafValues>
3.7618312239646912e-001 -8.5504144430160522e-001</leafValues></_>
<_><internalNodes>
0 -1 191 -9.4083719886839390e-004</internalNodes>
<leafValues>
4.2658549547195435e-001 -5.7729166746139526e-001</leafValues></_>
<_><internalNodes>
0 -1 48 -8.2391249015927315e-003</internalNodes>
<leafValues>
8.2346975803375244e-001 -3.7503159046173096e-
001</leafValues></_></weakClassifiers>

В нем хранятся следующие параметры: weakClassifiers - набор слабых классификаторов, на основе которых выносится решение о том, находится объект на изображении или нет, internalNodes и leafValues - это параметры конкретного слабого классификатора. Расшифровка internalNodes слева направо: первые два значения в нашем случае не используются, третье - номер признака в общей таблице признаков (она располагается дальше в XML файле под тегом features), четвертое - пороговое значение слабого классификатора. Так как используется классификатор, основанный на одноуровневых решающих деревьях (decisionstump), то если значение признака Хаара меньше порога слабого классификатора (четвертое значение в internalNodes), выбирается первое значение leafValues, если больше - второе. По сути, все эти признаки в какой-то степени являются самыми обыкновенными детекторами границ. На основе этого базиса строится решение, о том распознал ли каскад объект на изображении или нет.

Второй по важности момент в методе Виола-Джонса - это использование каскадной модели или вырожденного дерева принятия решений: в каждом узле дерева с помощью каскада принимается решение, может ли на изображении содержаться объект или нет. Если объект не содержится, то алгоритм заканчивает свою работу, если он может содержаться, то мы переходим к следующему узлу[3,4]. Обучение построено таким образом, чтобы на начальных уровнях с наименьшими затратами отбрасывать большую часть окон, в которых не может содержаться объект. В случае распознавания лиц - первый уровень содержит всего 2 слабых классификатора, в случае распознавания автомобильных номеров - 6 (при учете, что последние содержат до 15ти).

Среди алгоритмов поиска точек интереса существует разделение на более математически обоснованные, но относительно медленные (детектор Харриса, детектор SIFT), и более эвристические, но быстрые (SURF, FAST). То же разделение применимо к описанию точечных особенностей, только здесь в качестве разделяющего признака выступает компактность и простота вычисления дескриптора. Чем меньше длина дескриптора, тем меньше памяти требуется для его хранения, и меньше времени на сравнение его с другими. Эта черта очень важна при обработке большого числа изображений. К наиболее компактным относится дескриптор BRIEF [4].

Для вычисления дескриптора в точке p сравниваются значения яркостей точек, расположенных в ее окрестности. При этом сравниваются значения яркости не всех точек со всеми, а анализируется лишь небольшое подмножество соседних пар точек, координаты которых распределены случайно (но одинаковым образом для каждой анализируемой точки p).

Эксперимент, проведенный с использованием веб камеры, показал возможность использования

данного метода и при видеосъёмке, однако без распараллеливания очень низкая скорость обработки видеопотока, около 1 фрейма в секунду, как показано на рисунке 2. Использование метода перцептивного хэша и метода SURF, хорошо показали себя при сравнении изображений, однако скорость обработки данных на CPU, слишком низкая для их сравнения в больших количествах и составит слишком долгое время исполнения.




**Рис. 2.** Нахождение уникальных точек в реальном времени с использованием метода SURF

Исходя из полученных данных, при использовании метода Гаусса только на CPU, а также совместно CPU и GPU с распараллеливанием, где совместное использование графического и центрального процессоров и распараллеливание программы показало себя с наилучшей стороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю, Князь В.А и др. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQVision.- М.: ДМКПресс, 2007. - 464 с.

2. Viola P. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features // P. Viola, M. Jones // Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. -2001. -P. 511-518

3. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления - СПБ.:БХВ-Петербург, 2002. -608 с.

4. Абрамов А.Г. Вычисления на многопроцессорных компьютерах. Параллельные вычисления на основе технологии OpenMP. СПБ.: Изд-во Политехнического ун-та, 2012.- 149 с.

REFERENCES

1.Vizilter Y.V., Zheltov S.Y, Knyaz V.A et al. Obrabotka i analiz zifrovykh izobrazheniy s primerami na LabVIEW IMAQVision.- M.: DMKPress, 2007. - 464 p.

2 Viola P. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features // P. Viola, M. Jones // Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. -2001. -P. 511-518

3.VoevodinV.V., VoevodinVl.V. Parallelnye vychisleniya - SPB.:BKhV- Peterburg, 2002.-608p.

4.Abramov A.G. Vychisleniya na mnogoprocessornych computerach. Parallelnye vychisleniya na osnove technologii OpenMP. SPB.:Izd.Politechnicheskogo un-ta,2012, -149p.

Кудубаева С.Ә., Жарлыкасов Б.Ж.

**Орталық және графикалық процессорда геометриялық тануда параметірлерді анықтау жуйесін құрастыру**

**Түйіндеме.** Виола-Джонс алгоритмдерін пайдалана отырып, мақалада тану беттерінің өзекті сұрақтары қарастырылады. Қызығушылық іздеу нүктелерінің алгоритмдер арасында математикалық дәлелденген бөлінулер бар, бірақ салыстырмалы түрде баяу (Harris детектор, детектор SIFT) және эвристикалық, бірақ жылдам (SURF, FAST). Салыстырмалы хэш генерациясында класс функцияларын баяндайтын перцептивті хэш (pHash) әдісін қолданумен бағдарлама әзірленді. Сурет мінездемесі жеке таңба генерациясы үшін қолданылады,(бірақ бірегей емес) және бұл таңбаларды бір- бірімен салыстыруға болады. CPU-да бөлек

бейнелерді танитын есептерді шешу үшін Гаусс әдісі қолданылады, сондай-ақ CPU және GPU-мен бірлесе параллельдеу графикалық, орталық процессор және бағдарламаларды параллельдеуді бірлесіп қолдану, өзін жақсы жақтан көрсетті.

**Негізгі сөздер**: компьютерлік көру, бейнелерді танып білу, SIFT -дескриптор, BRIEF-дескриптор, SURF әдісі, перцептивті хэш әдісі.

Кудубаева С.А.,Жарлыкасов Б.Ж.

**Разработка систем определения геометрических параметров, при распознавании поверхностей на центральном и графическом процессорах**

**Резюме.** Распознавание поверхностей является актуальной задачей компьютерного зрения, в данной статье использован алгоритм Виолы-Джонса. Среди алгоритмов поиска точек интереса существует разделение на более математически обоснованные, но относительно медленные (детектор Харриса, детектор SIFT), и более эвристические, но быстрые (SURF, FAST). Разработана программа с использованием метода перцептивного хэша (pHash), которая описывает класс функций для генерации сравнимых хэшей. Характеристики изображения используются для генерации индивидуального (но не уникального) отпечатка, и эти отпечатки можно сравнивать друг с другом. Использование метода Гаусса для решения задачи распознавания образов отдельно на CPU, а также совместно CPU и GPU с распараллеливанием, где совместное использование графического и центрального процессоров и распараллеливание программы показало себя с наилучшей стороны.

**Ключевые слова:** компьютерное зрение, распознавание образов, SIFT-дескриптор, BRIEF-дескриптор, метод SURF, метод перцептивных хэшей.

Kudubayeva S.A., Zharlykasov B.Zh.

**Development of systems to determine geometric parameters, with the recognition of surfaces on the CPU and GPU**

**Summary.** The article deals with current issues of recognition surfaces using algorithms Viola-Jones. Among the algorithms of search points of interest, there is a division into a mathematically well-founded, but relatively slow (Harris detector, the detector SIFT), and a heuristic, but rapid (SURF, FAST). A program using the method of perceptual hash (pHash), which describes a class of functions to generate comparable hashes. Features are used to generate images of the individual (but not unique) print, and these fingerprints can be compared with each other. Using the Gauss method for solving the problem of pattern recognition separately on the SPU, and together with CPU and GPU parallelization, where sharing GPU and CPU and program parallelization has shown his best side.

Keywords: computer vision, pattern recognition, SIFT-descriptor, BRIEF-descriptor method SURF, a method of perceptual hashes.

УДК 621. 791.92: 621. 824. 32

**А.С. Каржаубаев**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, adil.karzhaubaev@mail.ru)

## К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТИ НАПЛАВЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Аннотация.** Все виды наплавки приводят к возникновению в наплавленном металле остаточных напряжений. Сжимающие напряжения повышают предел выносливости, а растягивающие - снижают. Поэтому решение важной народнохозяйственной задачи технологического обеспечения качества и надежности восстановленных деталей связано с регламентированием комплекса показателей физико-механического характера, из которых наиболее актуальны в настоящее время остаточные напряжения . Их величины должны определяться с учетом конструктивных особенностей деталей, неоднородности механических свойств материалов, характера воздействия в процессе восстановления, режимов технологического процесса восстановления и иных факторов. Регулирование остаточных напряжений с созданием благоприятного их распределения в поверхностном слое является значительным резервом обеспечения требуемой надежности восстановленных деталей. Основными методами определения остаточных напряжений являются механические и рентгеновские.

Остаточные напряжения в образцах с наплавленным покрытием определяли методом пенетрации, основанным на использовании упругопластического контактного взаимодействия. Принцип метода

заключается в использовании установленных тарировочным путем зависимостей, связывающих величины главных остаточных напряжений в поверхностном слое детали с нормальными деформационными перемещениями, возникающими при локальном (точечном) упругопластическом воздействии на поверхность.

**Ключевые слова:** наплавка, коленчатый вал, порошок, остаточные напряжения, сварка, деформация.

Восстановление изношенных деталей является важным резервом повышения эффективности технического обслуживания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования перерабатывающих отраслей АПК. При восстановлении изношенных деталей используется широкий спектр технологий, которые в большинстве своем не только обеспечивают требуемые размерные параметры, но и позволяют получить повышенные с точки зрения твердости, прочности, износостойкости свойства поверхностного слоя. Однако практика эксплуатации восстановленной техники показывает, что ее реальный ресурс зачастую оказывается существенно ниже ожидаемого. Причинами этого являются неудовлетворительное качество восстановления деталей, неоднородность структуры и механических свойств поверхностного слоя, появление неблагоприятных технологических остаточных напряжений. Напряженное состояние поверхностного слоя является важным фактором, определяющим надежность восстановленной детали. В условиях эксплуатации подавляющее большинство деталей работает при знакопеременных нагрузках - в условиях усталостного нагружения, и растягивающие остаточные напряжения оказывают существенное негативное влияние на ресурс восстановленных деталей, вызывают снижение их усталостной прочности на 45 %. Поэтому решение важной народнохозяйственной задачи технологического обеспечения качества и надежности восстановленных деталей связано с регламентированием комплекса показателей физико-механического характера, из которых наиболее актуальны в настоящее время остаточные напряжения [6,7]. Их величины должны определяться с учетом конструктивных особенностей деталей, неоднородности механических свойств материалов, характера воздействия в процессе восстановления, режимов технологического процесса восстановления и иных факторов. Регулирование остаточных напряжений с созданием благоприятного их распределения в поверхностном слое является значительным резервом обеспечения требуемой надежности восстановленных деталей.

Основными методами определения остаточных напряжений являются механические и рентгеновские. Механические методы определения остаточных напряжений получили наибольшее распространение не только из-за своей простоты, но и вследствие того, что в них используются такие же представления о напряжениях и деформациях механики твердого тела, как и при расчетах деталей на прочность, жесткость и устойчивость. Механические методы основаны на предположении, что при разрезке или удалении части детали с остаточными напряжениями у оставшейся части детали на вновь образовавшихся поверхностях имеют место эквивалентные напряжения, обратные по знаку удаленным. Эти обратные напряжения вызывают деформацию детали. Измерив возникшие деформации, можно вычислить остаточные напряжения. В частности, механический метод определения остаточных напряжений I рода в поверхностном слое сплошного цилиндрического стержня основан на измерении деформации, возникающей при постепенном стравливании металла по его полуцилиндрической поверхности (метод Н. Н. Давиденкова). Перед травлением образцы обезжиривают ацетоном и покрывают химически стойким лаком таким образом, чтобы осталась непокрытой цилиндрическая поверхность, с которой стравливается поверхностный слой. Одностороннее травление стержня нарушает равновесное состояние металла и вызывает его деформацию. При этом допускается, что осевые остаточные напряжения постоянны по длине стержня и симметричны относительно его оси. Травление, производится на специальном приборе. Образец помещается в ванну с электролитом. К образцу-аноду и катоду (цинковая пластина) подводится постоянный ток. При прохождении постоянного тока от анода через электролит к катоду происходит электролитическое травление поверхностного слоя образца. В качестве регистрирующего прибора используются индикаторы часового типа. В процессе травления через определенные промежутки времени производится запись показаний индикатора — прогиб образца f. Прогиб считается положительным, если он направлен в сторону снятого слоя, и отрицательным, если он направлен в обратную сторону.

После окончания травления с образца снимается лак, поверхность протирается ацетоном. Образец взвешивается, и определяется величина снятого слоя по формуле:

$$D_n = R\left(1 - \sqrt{\frac{m_2}{m_2}}\right) \quad (1)$$

где R — радиус образца до травления; $m_2$ — масса образца до травления; $m_1$ — масса образца после травления.

Зная величину снятого слоя и время травления, можно определить скорость травления. По известным значениям скорости травления и деформации образца подсчитываются остаточные напряжения в поверхностном слое цилиндрического стержня по формуле Бигера А.И.:

$$\sigma = \frac{\pi}{4}\frac{Ed^2}{l^2}\frac{df}{da} \quad (2)$$

где, $E$ — модуль упругости; $d$ — диаметр стержня; $l$ — длина стержня; $f$ — прогиб стержня при стравливании слоя величиной а; а — величина стравливаемого слоя.

Микронапряжения (напряжения второго рода) исследуются рентгеновским методом. Рентгеновский метод определения остаточных напряжений позволяет непосредственно измерять деформации кристаллической решетки при воздействии напряжений. Основное преимущество рентгеновского метода состоит в том, что остаточные напряжения определяются без разрушения детали. Метод может быть использован не только для исследования, но и для контроля технологического процесса. Рентгеновский метод не лишен недостатков: напряжения определяются только в поверхностном слое, точность определения сравнительно невысока.

Однако возможность определения остаточных напряжений без разрушения детали делает рентгеновский метод чрезвычайно перспективным. Этот метод основан на определении расстояния между кристаллографическими плоскостями с помощью измерения угла отражения луча. При таком рассеянии и происходит интерференция лучей, в результате которой только в определенных направлениях интенсивность лучей увеличивается, тогда как в других направлениях ослабляется.

Одна из схем определения остаточных напряжений: монохроматический рентгеновский луч направляют узким пучком на исследуемую поверхность металла, отраженные лучи фиксируются на рентгеновской пленке в виде кольцевого затемненного следа. Этот метод не является единственным.

Существует схема измерения угла отражения с помощью счетчика излучения. Рентгеновский луч отражается от поверхности металла, камера счетчика совершает периодическое колебательное движение, фиксируя интенсивность излучения для данного угла. Эта схема получает в последнее время все большее практическое применение. Используется прибор ионизационный дифрактометр УРС-50 ИМ.

Остаточные напряжения в образцах с наплавленным покрытием определяли методом пенетрации, основанным на использовании упругопластического контактного взаимодействия. Принцип метода заключается в использовании установленных тарировочным путем зависимостей, связывающих величины главных остаточных напряжений в поверхностном слое детали с нормальными деформационными перемещениями, возникающими при локальном (точечном) упругопластическом воздействии на поверхность [1-5].

Измерение остаточных напряжений в поверхностном слое восстановленных деталей необходимо для получения информации об их распределении в конкретном изделии. Эта информация в дальнейшем может быть использована для определения работоспособности детали и для обработки технологии ее изготовления или восстановления.

При силовом контакте недеформируемого индентора с плоской поверхностью упругопластического тела последнее на начальной стадии нагружения испытывает чисто упругую деформацию. С возрастанием нагрузки пластическая деформация возникает в точке на оси внедрения индентора на расстоянии от центра поверхности контакта, приблизительно равном половине радиуса площади контакта. В последующем пластическая деформация постепенно распространяется как на глубину, так и к поверхности тела. На поверхности образуется вначале кольцевая, а затем сплошная вмятина (отпечаток) [1-5]. После снятия нагрузки происходит упругое восстановление, причем

диаметр отпечатка практически не изменяется, а уменьшается глубина вмятины. Вокруг отпечатка индентора формируется зона выпучивания материала (рисунок 1).

В контактной задаче наиболее информативной частью относительно влияния начального напряженного состояния является характер деформирования поверхности в окрестности отпечатка. Распределениям деформаций и перемещений в этой зоне характерны локальность и высокие градиенты изменения. В связи с этим в качестве способа измерения используется голографическая интерферометрия с регистрацией нормальной компоненты вектора перемещения, а в качестве исходной соответственно нормальные деформационные перемещения.

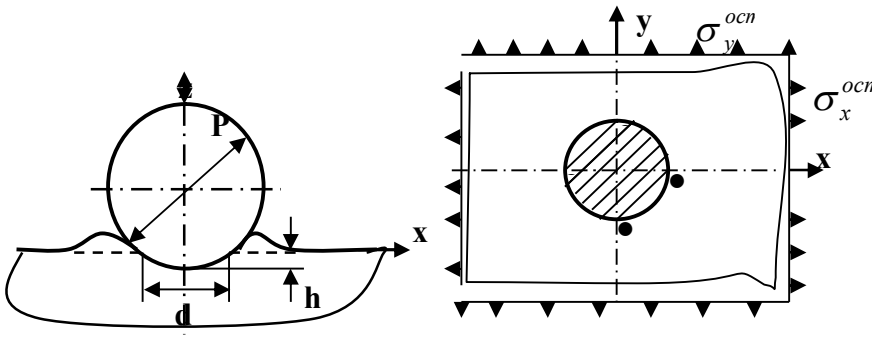
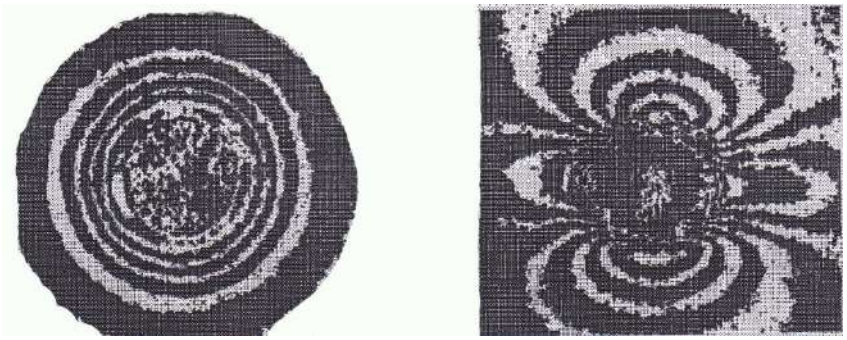



**Рис. 1.** Формирование отпечатка индентора и зоны выпучивания.

Распределение интерференционных полос нормальных перемещений для случая ненапряженного тела представлено на рисунок 2,(а). Наплыв носит осесимметричный характер, изолинии нормальных перемещений имеют вид концентрических окружностей с центром в точке вдавливания. В радиальном направлении распределение перемещений описывается экспоненциальной зависимостью и имеет явно выраженный максимум.

Остаточные напряжения вызывают изменение характера распределения деформационных перемещений, выражающиеся в том, что, функция $W(\theta)$ приобретает двоякопериодический характер. На картине интерференционных полос появляются оси симметрии, совпадающие с осями главных напряжений, являющиеся признаком наличия в объекте остаточных напряжений (рисунок 2,б). Результирующее поле перемещений является линейной суперпозицией двух полей – несущего (вдавливание в ненапряженное тело) и поля изменений.



а) в)

**Рис. 2.** Распределение интерференционных полос для ненапряженного (а) и напряженного (б) тела.

В силу того, что изменения в поле перемещений на оси, совпадающей с осью действия напряжений, незначительны, для случая плоского напряженного состояния поверхностного слоя изменения в распределении нормальных перемещений на главных осях определяются независимо компонентами главных напряжений и соответствует только им.

Количественная связь между величинами главных остаточных напряжений и максимальными нормальными перемещениями описывается выражением

$$\sigma_{1,2} = \frac{1}{m}\,\sigma_T In\left(1 - \frac{\Delta W_{2,1}}{W_{od}}\right) \tag{3}$$

где $\sigma_т$ – предел текучести материала, $\Delta W_{2.1.}$ – изменение величины максимального нормального перемещения на 2 и 1 главной оси соответственно,

$$\Delta W_{2,1} = W_{2,1} - W_{0d} \tag{4}$$

$W_{0d}$ – максимальное перемещение для случая ненапряженного материала (начальные условия), описанные выражением

$$W_{od} = W_0\left(\frac{d}{d_0}\right)^2 \tag{5}$$

Данные выражения получены на основании анализа массива экспериментальных данных и позволяют независимо определять величины и знаки главных остаточных напряжений в пределах изменения $\pm\Delta_т$ при наличии данных о начальных условиях метода. При этом под начальными условиями принимаются значения максимальных перемещений $W_{0d}$ при создании в данном материале, свободном от остаточных напряжений, отпечатка данного диаметра и координаты точек, в которых зафиксированы эти перемещения (контрольные точки или контрольный радиус). Данные выражения обеспечивают учет диаметра отпечатка, полученного при испытании, а также учет свойств конкретного материала [5].

Общи цикл работы при определении остаточных напряжений состоит из двух этапов: первый (предварительный этап) – определение начальных условий для данного материала, второй – измерение остаточных напряжений.

На предварительном этапе решают задачу построения диаграммы вдавливания $W_{0d}$ ($d$) для данного материала. Для этого получают информацию о перемещениях при вдавливании в образец из данного материала, заведомо свободного от остаточных напряжений, для нескольких значений диаметра отпечатка $d$ с целью определения показателя $W_{0.}$ При этом одновременно фиксируют положение точек с максимальными перемещениями (базовый радиус $r_0$), в которых в последующем будет проводиться снятие показаний.

На втором этапе производится определение остаточных напряжений в поверхностном слое объекта. Он включает в себя следующие действия:

1) получают двухэкспозиционную интерферограмму нормальных перемещений при создании между экспозициями отпечатка диаметром 1,0…1,5 мм;

2) измеряют диаметр отпечатка и по полученной ранее диаграмме вдавливания определяет начальные условия $W_{0d;}$

3) фиксируют главные оси (они совпадают с осями симметрии картины полос) и присваивают им обозначения;

4) определяют величины перемещений $W_{1,2}$ в контрольных точках (на базовом радиусе $\gamma_0$ от центра отпечатка) на главных осях с учетом их знака;

5) рассчитывают разностные перемещения $\Delta W_{1,2}$ по выражению (4) и величины главных остаточных напряжений по выражению (5). При этом по изменению максимального перемещения $\Delta W_1$ на первой главной оси получают второе главное напряжение $\Delta_2^{ост}$, а по $\Delta W_2$ – первое главное напряжение $\Delta_1^{ост}$.

Важными условиями при проведении измерений являются неизменность оптической системы и условий нагружения на обоих этапах, идентичность материала темплета, используемого для получения начальных условий, материалу объекта, а также отсутствие остаточных напряжений в темплете.

Силовое воздействие на объект приводит к появлению на поверхности отпечатка индентора диаметром 1…1,5 мм глубиной 0,02…0,04 мм с коэффициентом концентрации напряжений не более 1,1. На основании этих данных метод можно квалифицировать как неразрушающий.

*Таким образом,* данный метод позволяет получать исчерпывающий объем информации об остаточных напряжениях (величины, знаки, направление главных осей) в конкретной точке поверхности объекта. Измерения проводятся с чувствительностью 0,05 … 0,15 предела текучести материала (в зависимости от диаметра отпечатка). Погрешность измерений по отношению к среднестатическим значениям с 95% доверительной вероятностью не превышает 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. МендебаевТ.М., КаржаубаевА.С. Особенности процесса восстановления чугунных коленчатых валов и используемые присадочные материалы // Труды: Международной научно-практической конференции, «Архитектура и строительство в новом тысячелетии», КазНТУ, Алматы 2009, -С.271-274.

2. Каржаубаев А.С. Восстановления чугунных коленчатых валов автомобильных двигателей: - Монография. Алматы 2010, -148с

3. Технологические остаточное напряжения / под. редакции А.В. Подзея. – М.: «Машиностроение», 1983. -216с

4. Касаткин Б.С. Напряжения и деформации при сварке. – Киев: Вища школа, 1998. – 246с

5. Способ определения остаточных напряжений в объекте и устройства для его осуществления // А.Г.Игнатьев, М.В. Шахматов, В.П. Костюченко и др. – Опубл. 07.03.92. Бюл. №9

Қаржаубаев Ә.С.

**Бұйым бетіндегі балқыланған қабаттағы қалдық кернеуді зерттеу**

**Түйіндеме.** Тозған бөлшекті қалпына келтіретін балқылау (пісіру) жұмыстары қалдық кернеудің пайда болуына әкеліп соғады. Сығылған кернеу қалпына келтірілген бөлшектің төзімділігін арттырады, ал созылуы керісінше төмендетеді. Бұл мақалада негізгі маңызды мәселе қалдық кернеуді анықтайтын зерттеу жұмыстары жүргізілген.

Балқыланған бөлшектегі қалдық кернеу пенетрациялық жолмен табылады. Қалдық кернеу бөлшектің деформацияланудың нәтижесінен пайда болады. Бұл әдіс белгілі нүктеге түсірілген қалдық кернеу жайлы мәлімет береді. Қалдық кернеуді табу екі кезеңнен тұрады: біріншісі берілген материалдың бастапқы шартын анықтау; екіншісі қалдық кернеуді өлшеу.

**Кілт сөздер:** балқылау, иінді білік, темір ұнтағы, қалдық кернеу, пісіру, деформация.

Каржаубаев А.С.

**К вопросу исследования остаточных напряжений в поверхности наплавленных изделий**

**Резюме.** Остаточные напряжения в образцах с наплавленным покрытием определяли методом пенетрации, основанным на использовании упругопластического контактного взаимодействия. Принцип метода заключается в использовании установленных тарировочным путем зависимостей, связывающих величины главных остаточных напряжений в поверхностном слое детали с нормальными деформационными перемещениями, возникающими при локальном (точечном) упругопластическом воздействии на поверхность.

**Ключевые слова:** наплавка, коленчатый вал, порошок, остаточные напряжения, сварка, деформация.

Karzhaubayev A.S.

**On the study of residual stresses in the surface of clad prgazy roducts.**

**Summary.** All kinds of using result of occurrence in fused metal of residual pressure. The compressing pressure raise a limit of endurance, and stretching – reduce.

The material, offered to the publication, is devoted to the decision of urgent questions of definition residual pressure fusing products.

The rest points in examples with cranked covering enlist with method of penetration. The rest points affidavit changes character distributes of deformation travel. Given method allow get exhaust amount of information about the rest points in real place. The rest points consist of two stages: first-the determine of initial conditions for given material, second-measuring of the rest points

**Key words:** Surfacing, crankshaft, powder, residual strain, welding, deformation.

УДК 167.1(574)

**Н. Сеитов**
(КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

# НЕОДНОЗНАЧНОСТЬ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕНЫХ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМИ ВОПРОСАМИ НАУКИ (На примере казахстанского опыта)

**Аннотация.** Отмечено основное отличие фундаментальной и прикладной науки. Указаны основные критерии оценки результатов фундаментальных исследований, даны краткие характеристики этих критериев и указаны их слабые места в обеспечении корректности оценки. На примере казахстанского опыта показана неоднозначность этих критериев, что выражается зачастую в отсутствии адекватности критериев оценки важности и значимости полученных результатов.

**Ключевые слова:** фундаментальная наука; критериий оценки; количество и качество публикаций; экспертиза; критерий цитируемости; баллы; престижность журналов и издательств; неприемлемые пути «повышения научной состоятельности».

Общеизвестно, что наука делится на две большие группы – на «фундаментальную науку» и «прикладную науку». Их главное отличие, в общем-то, так же известно: прикладная наука «работает» на сегодняшний день – результаты прикладных исследований должны быть внедрены в производство в краткосрочной перспективе и способствовать развитию промышленности, сельского хозяйства и т.д. Что же касается фундаментальной науки, то для нее недопустим узкоутилитарный подход, поскольку между результатами таких исследований и запросами производства отсутствует непосредственная связь. Слово «фундаментальность» по отношению к науке означает, в принципе, научную значимость полученных результатов. Фундаментальные исследования обычно направлены на обнаружение основополагающих законов и явлений и имеют своей целью прирост новых знаний, обладающих существенной универсальностью и общностью. Фундаментальные науки выясняют внутренние механизмы природных (общественных) процессов, создают базовые модели, лежащие в основе познания обширных областей действительности, поэтому результаты таких исследований составляют фундамент научного знания в виде основополагающих принципов, законов, теорий [1]. Поэтому эти результаты зачастую не имеют практического применения в данный исторический момент, и они никак не могут быть оценены «тенгами», «рублем», «долларами». Причем, чем выше фундаментальность научного достижения, тем менее осуществима оценка его экономической эффективности.

Если это так, то вопрос разработки критериев оценки результатов фундаментальных исследований вообще, исследовательской работы конкретного ученого, в частности, приобретает весьма важную значимость. Эти критерии определяются обычно четырьмя позициями – продуктивностью ученого (количество научной продукции, написанной по результатам исследований), качеством (уровень научной значимости) и эффективностью результатов исследований (достижение цели при оптимальных затратах) и возможностью этих результатов для интенсификации производства (в фундаментальной науке, это – внедрение передовых методик исследования).

Оценка деятельности ученого количеством и качеством его публикации – одно из самых распространенных критериев такой оценки. При определении первого показателя стараются учитывать обычно число и объем публикаций. Что касается качества публикации, то этот показатель оценивается обычно своеобразным рангом и престижностью журналов и издательств, где были опубликованы публикации. Однако такие оценки никак не коррелируются, к сожалению, с научным уровнем оцениваемых результатов. При такой оценке не учитывается также то обстоятельство, что практический эффект и инновационность научных результатов фундаментальных исследований проявляются обычно с большим временным отставанием и в некоммерческой сфере.

Еще одним весьма распространенным критерием оценки деятельности ученого является критерий цитируемости. Считается, что такая оценка так же имеет ряд недостатков, поскольку она не всегда учитывает самое главное – содержание и качество научных исследований, на результаты которых была произведена ссылка. Оказывается, сам создатель индекса цитирования Ю.Гарфилд

указывал, что этот критерий «не несет никакой информации о качестве и значимости научного достижения для данной отрасли науки, науки в целом или практики» [1, с.252].

Более или менее приемлемым методом оценки деятельности ученого, занимающегося фундаментальными исследованиями, остается экспертное заключение, хотя как выбор экспертов, так и сама экспертиза всегда связаны с множеством условностей, резко снижающих эффективность и этого метода. Здесь решающую роль играет, так называемый, «человеческий фактор»: личное отношение эксперта и автора проекта, идейное противоречие между ними, языковые барьеры (когда эксперт иностранец), недостаточность фонда анализируемых публикаций и т.д. В этом вопросе самое главное заключается в том, что научная значимость представляемых проектов на исследование и результатов проведенных исследований должны оцениваться представителем только той отрасли науки, по которой материал представлен на экспертизу.

Оценка деятельности ученого, определенная с помощью указанных выше критериев, представляется обычно с помощью «балльной системы». Однако широко распространенная ныне «балльная система оценок» результатов исследований и деятельности ученого по обеспечению этих исследований так же оказывается малоэффективной, поскольку ранжирование результатов исследований посредством соответствующих баллов не имеет под собой никакого научного обоснования.

В нашей стране практикуется применение всех трех отмеченных выше критериев оценки научной деятельности ученого, занимающегося фундаментальной наукой. Итог этой оценки выставляется обычно в виде баллов.

Метод экспертизы применяется, как при оценке представленных на выполнение научно-исследовательских проектов, так и результатов выполненных исследований. При этом, насколько нам известно, экспертиза результатов исследований (отчеты по проведенным исследованиям) осуществляется обычно отечественными учеными и специалистами той области науки, по которой проведены исследования. Что касается экспертизы участвующих на конкурсе проектов на выполнение исследований, то Министерство образования и науки нашей страны в последние годы практикует представление этих проектов на экспертизу в основном специалистам из дальнего зарубежья. Тут вкрадывается большое сомнение по поводу корректности экспертизы по причине чрезвычайной трудности нахождения эксперта-профессионала, способного оценить каждый проект адекватно его важности. Ведь, даже по одной конкретной отрасли науки на конкурс представляются обычно десятки, а то и сотни проектов, при этом каждая отрасль науки имеет обычно десятки специальностей, имеющих свои чисто специфичные цели и задачи. Возможность получения адекватной оценки эксперта практически равняется нулю, когда дело касается проекта по фундаментальной науке, поскольку способность «выудить» суть затронутых проблем по выработке базовых моделей, лежащих в основе основополагающих принципов, законов и теорий, присуща только светилам той отрасли науки, по которой представлен проект. Эксперты, наверное, высококвалифицированные профессионалы, но не думаю, что они сплошь и рядом светили науки. Поэтому трудно рассчитывать на корректность и справедливость оценки каждого отдельно взятого проекта экспертом, если даже допустить «прямое соответствие» специальности автора проекта и его эксперта. Такое сомнение еще больше усугубляется, когда разговор идет о фундаментальной науке. Получению незаслуженно низких баллов со стороны эксперта проектов по фундаментальной науке способствует, безусловно, «отсутствие» экономической эффективности таких проектов в «тенге», «рублях» и «долларах», которая считается одной из ведущих показателей при общей оценке проекта. Сказанное практически исключает возможность прохождения «через сито экспертизы» проектов по фундаментальным вопросам науки, чем и объясняется нынешнее состояние казахстанской науки. Это особенно касается наукам в области естествознания.

При этом можно особо подчеркнуть, что при оценке деятельности ученых в нашей стране одним из главных показателей является именно отсутствие или наличие научно-исследовательских проектов, выполняемых этим ученым в настоящий момент.

Как показали выше, остаются еще два критерия, применяемых при оценке научной деятельности ученого, это – количество и качество научной публикации ученого. При этом принято считать, что качество публикаций ученого должны определять такие показатели, как «степень престижности издания», где были опубликованы результаты исследований и «критерий

цитируемости» на труды ученого. Результаты оценки деятельности ученого по этим критериям так же исчисляются обычно баллами. Неадекватность оценок по этим критериям реальной характеристике деятельности ученого в общих чертах была указана выше. Эту неадекватность можно показать на конкретных примерах, практикуемых в нашей стране.

Оценка деятельности ученого по количеству и качеству его публикаций, конечно же, имеет под собой реальную почву. Особенно, по количеству публикаций… Ведь, нельзя «поставить рядом» двух ученых, один из которых за календарный год «с горем пополам» опубликовал один тезис доклада в соавторстве на второсортную конференцию, тогда как другой ежегодно имеет несколько, а то и до десятка полноценных статей и докладов или даже целую изданную монографию. Однако «большие вопросы» возникают, как раз, в вопросах «сортировки» научных форумов по значимости и «ранжировании» журналов и издательств, где были опубликованы научные труды ученого.

В нашей стране одним из главных показателей, характеризующих научно-исследовательскую деятельность ученого, является наличие у него публикаций в престижных изданиях ненулевым импакт-фактором. При этом согласно решению Министерства образования и науки нашей страны, самими престижными изданиями считаются научные журналы дальнего зарубежья, входящие в информационную базу компании Thomson Reuters или в базу данных Scopus. Самые высокие баллы, «определяющие лицо ученого» набираются, обычно, именно по двум указанным выше показателям – наличием разрабатываемых ученым научно-исследовательских проектов и наличием и числом публикаций в указанных выше иностранных журналах.

Причины затруднительности прохождения через сито экспертизы научно-исследовательских проектов ученого, занимающегося фундаментальными вопросами науки, были отмечены выше. Что же касается вопроса правомерности принципов ранжирования издательств по значимости с приданием «пальму первенства» изданиям, входящим в информационную базу компании Thomson Reuters или в базу данных Scopus, то и этот вопрос требует, вероятно, некоторого уточнения.

Публиковаться в зарубежных журналах высоким импакт-фактором, безусловно, престижно. Однако если вдуматься в смысл проведения научно-исследовательских работ и публикаций их результатов как таковой, то он осуществляются в первую очередь для развития отечественной науки и практики, а не для обеспечения высоких баллов автору статьи или же высокого престижа страны его гражданства (хотя, последнее тоже важно). Иными словами, результаты исследований должны быть использованы, прежде всего, у себя на Родине. Если признать правомерность такой постановки вопроса, то факт приравнивания одной статьи в зарубежном журнале высоким импакт-фактором к десяти статьям в отечественных журналах или даже целой монографии, изданных на Родине, конечно же, не выдерживает никакой критики. Если бы редакции престижных зарубежных журналов обнаружили бы высокую научную ценность статьи нашего ученого, опубликованной сначала в отечественном журнале, и перепечатали бы ее перевод в своих изданиях, то это было бы, безусловно, весьма ценно.

Иными словами, если бы научная продукция наших авторов попадала бы в зарубежные издания таким естественным путем, то этому можно было бы только приветствовать. Авторы таких работ, конечно же, заслуживают высокую оценку (высокие баллы). Однако для наших авторов попасть в иностранный журнал высоким импакт-фактором и «заработать наивысшие баллы» за свою «научную деятельность» становится настолько желанным, что многие из них ныне вообще не стали публиковать свои статьи в отечественных изданиях и практиковать публикацию их в зарубежных журналах за определенную плату, причем немалую. Такие неприемлемые пути «повышения своей научной состоятельности» казахстанскими авторами в последнее время приобретает массовый характер, благо – изданий дальнего и ближнего зарубежья (в частности, в России) высоким импакт-фактором, желающих опубликовать опусы наших ученых за деньги, становятся все больше и больше.

Выведение всего иностранного в абсолют при принижении роли отечественного чревато многими издержками. Это: а) не предвиденные, самое главное, незаслуженные материальные затраты наших ученых при их «весьма скромных зарплатах»; б) утечка казахстанских денег за рубеж практически «ни за что» г) идеальные условия для присвоения приоритета новых идей наших ученых не чистоплотными иностранными коллегами при отказе публикации материала под благовидными причинами; д) резкое уменьшение количества и качества авторских работ в отечественных изданиях, поскольку самые ценные статьи отправляются за рубеж (зачем печатать у себя дома, если они никак

не оцениваются); е) ослабление связи между наукой и производством, поскольку результаты исследований мало освещаются в отечественных печатных изданиях.

Последние два пункта перечисленных издержек особенно важны при оценке степени развития науки в республике в целом, научной деятельности ученого, в частности. Понимание этой важности заставляет удивляться решению родного Министерства, превратившего в абсолют значимость журналов, входящих в информационную базу компании Thomson Reuters или в базу данных Scopus, при принижении значимости отечественных научных изданий. Результаты любой деятельности гражданина страны, в том числе научной деятельности ученых, в первую очередь должны быть опубликованы в своей стране с тем, чтобы общество именно этой страны пользовались этими результатами. Без этого теряется смысл самой деятельности. Если это так, то сознательное принижение значимости отечественных научных изданий при возвеличивании роли международных журналов для публикации результатов научных исследований соотечественников никак нельзя считать примером государственного подхода к проблеме повышения роли науки в общем развитии страны.

Оценка участия наших ученых в научных форумах так же оказывается в соответствии с трендом возвеличивания всего иностранного при принижении отечественного. Количество баллов, присеваемое за участие (доклад) на научных форумах, «планомерно» уменьшается от участия в Международных форумах до участия в форумах республиканского значения: сначала Международные конгрессы, симпозиумы, конференции и т.д. в пределах дальнего зарубежья, затем – ближнего зарубежья, затем – Казахстана; наименьший балл присваивается за участие в форумах республиканского значения. Такое ранжирование значимости научных форумов, в принципе, можно считать корректным.

Как отмечали выше, последним критерием оценки качества деятельности ученого является «критерий цитируемости». Хотя в целом считается, что и данный показатель не несет сведений о качестве цитируемой публикации, он все же важен с точки зрения признания мыслей и представлений цитируемого автора со стороны представителей научной общественности той отрасли науки, по которой написан труд. Это особенно касается результатам исследований, проведенных по фундаментальным вопросам науки. Поэтому этот критерий заслуживает довольно высокой оценки, хотя у нас на практике его значимость, наоборот, принижена.

Сказанное выше приводит к неутешительному выводу: в основном из-за неоднозначности критериев оценки деятельности ученых, занимающихся фундаментальными вопросами науки, у нас в Казахстане нет необходимых условий для развития фундаментальной науки. Имеются две основные причины такого положения. Во-первых, научно-исследовательские проекты, касающиеся фундаментальных вопросов науки, не имеют шансов «быть пропущенными» экспертизой из-за отсутствия «мгновенной» экономической эффективности запланированных проектов. Во-вторых, нет никаких стимулов у ученых заниматься теоретическими вопросами науки, слагающими фундамент этой науки. Правда, иногда бывают, что отдельные ученые «ради собственного интереса» «самостоятельно» занимаются фундаментальными вопросами науки, по результатам которых пишут и издают довольно солидные монографические работы. Монографические работы всегда считались «вершиной творчества ученых» и в повседневном обиходе всегда оценивались очень высоко. Однако, согласно критериям оценок деятельности ученых, практикуемым в Казахстане, оценка монографии непростительно занижена: одна монография у нас приравнивается практически одной статье, опубликованной в изданиях, входящих в информационную базу компании Thomson Reuters или в базу данных Scopus, хотя затронутые в монографической работе проблемы могут составить основу десятков статей, а то и целых направлений науки.

Таким образом, выбор двух базовых критериев оценки деятельности ученых – экспертиза их научно-исследовательских проектов и оценка результатов их труда количеством статей в иностранных журналах высоким импакт-фактором – никак не стимулирует деятельность ученых по разработке фундаментальных вопросов науки. На наш взгляд, одной из причин отсутствия ошеломляющих успехов науки в Казахстане может оказаться именно это обстоятельство, т.е. незаслуженное принижение уполномоченными органами государства роли фундаментальных вопросов науки. При ненадлежащем состоянии «фундамента» трудно рассчитывать на надежность

«надстройки». Соответственно без разработки фундаментальных основ любой отрасли науки трудно ждать больших успехов от результатов прикладных исследований по этой отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хаин В.Е., Рябухин А.Г., Наймарк А.А.* История и методология геологических наук −Москва: Издательский центр «Академия», 2008. −415 с.

Сеитов Н.

**Фунда- ментальді ғылым мәселелерімен айналысып жүрген ғалымдар қызметінің бір көзқарасты емес сыни бағалауы.**

**Түйіндеме.** Іргелі және қолданбалы ғылымдардың негізгі айырмашылығы айтылған. Іргелі зерттеу нәтижелерін бағалаудың басты-басты критерийлері қысқаша сипаттала отырып, олардың бағалау дәлдігін қамтамасыз етудегі осал тұстары келтірілген. Зерттеу нәтижелерін бағалаудың қазақстандық тәжрибесіндегі күмәнді тұстар сөз болып, бұл жайт көбінесе қойылған бағаның зерттеу маңыздылығы мен көкейтестілігіне сәйкеспейтіндігі тұрғысынан көрініс беретіндігі айтылған.

**Кілт сөздер:** іргелі ғылым; бағалау критериийі; жаряланымдардың сапасы мен саны; сараптама; цитаталау критерийі; балл; журналдар мен баспалардың беделділігі; «ғылыми жетістігін жетілдіруддің» сорақы жолдары.

Seitov N.

**Evaluation criteria ambiguousness of scientists activities involved in fundamental questions of science.**

**Summary.** Noted the main difference between basic and applied science. Indicated by the main evaluation criteria the results of basic research, given a brief description of these criteria and indicated by their weak points in ensuring the correctness of evaluation. On the example of Kazakhstan's experience illustrates the ambiguity of these criteria, that often resulting in the absence of an adequate assessment of the importance and significance of the results.

**Key words:** fundamental science; evaluation criteria; quantity and quality of publications; due diligence; citation criterion; points; prestigious journals and publishing houses; unacceptable way of "improve the scientific consistency".

ӘОЖ 004.9:519.8(075.8)

**Г.Т. Жақыпбекова, Д.М. Жүрсінбекова**
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы)

## «E-LEARNING » ЖҮЙЕСІ – ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЖАҢА ПАРАДИГМА ЖӘНЕ САПАЛЫ БІЛІМ БЕРУ ҚЫЗМЕТ РЕТІНДЕ

**Аннотация.** Мақалада оқытушының оқушымен оқыту құралдары арқылы интерактивті қарым-қатынас әрекет үрдісін ұйымдастыруға мүмкіндік беретін жаңа ақпараттық-педагогикалық технология жайлы сипатталады. Ұстаздар мен оқушыларға бағдарламаның жаңа мүмкіндіктері таныстырылды. Мектептерді басқарудың ішкі жүйесі, сыртқы ақпараттық жүйелерден қалыс қалмау және мәлімет қорын молайту осы және өзге де бағыттары кеңінен түсіндірілді, сонымен қатар жүйені енгізудегі кейбір кемшіліктер жайлы сөз қозғалады.

**Кілттік сөздер:** «E-learning, электрондық оқыту жүйесі, оқыту бағдарламасы, мемлкететтік жоба, интерактивті оқыту.

Қазақстанның оқыту жүйесіндегі және жалпы қоғамның компьютеризациясы мен ақпараттандыру үдерісі бірқатар кешігумен дамып келді. Егер АҚШ пен Еуропа мемлекеттердегі мектептерде компьютерлер 80-жылдардан бастап қолданысқа ие болса, Қазақстанда – тек XXI ғасырдың басында ғана шарықтай бастады.

Қазіргі кездегі статистикалық мәліметтерге жүйенетін болсақ, Қазақстан қоғамының ақпараттандыру деңгейі едәуір өсті деп толық айтуға болады, ал бұл дегеніміз Қазақстан технологиялық және желілік даму үрдісінің белгісі. Осылайша, Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму жөніндегі министрінің вице-министрінің сөзіне жүгінсек, интернет-

жүйесін қолданатын қазақстандықтардың саны 12 млн. адам санына жетті. Салыстырмалы түрде 10 жыл бұрын бұл тек бүкіл қоғамның тек 4% құрайтын [1].

Қазақстан қоғамының Интернет желісіндегі өркендеу кезеңіне қарамастан, ақпараттандыру технологияларын енгізу кейбір салаларда әлі де АҚШ пен Еуропа мемлекеттерінен алдеқайда артта қалуда. Әсіресе, бұл тез қарқынды экспансиямен дамып келе жатқан оқыту жүйесіндегі электронды оқыту жайлы атап кету қажет, немесе «E-learning» жайлы.

«E-learning » электрондық оқыту жүйесі - Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2011 - 2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасына қосылған ауқымды мемлекеттік жоба болып табылады.

Жобаның негізгі мақсаты - үздік білім ресурстары мен технологияларға білім беру процесінің барлық қатысушыларына тең қолжетімділікті қамтамасыз ету болып табылады.

Мақсаттары:

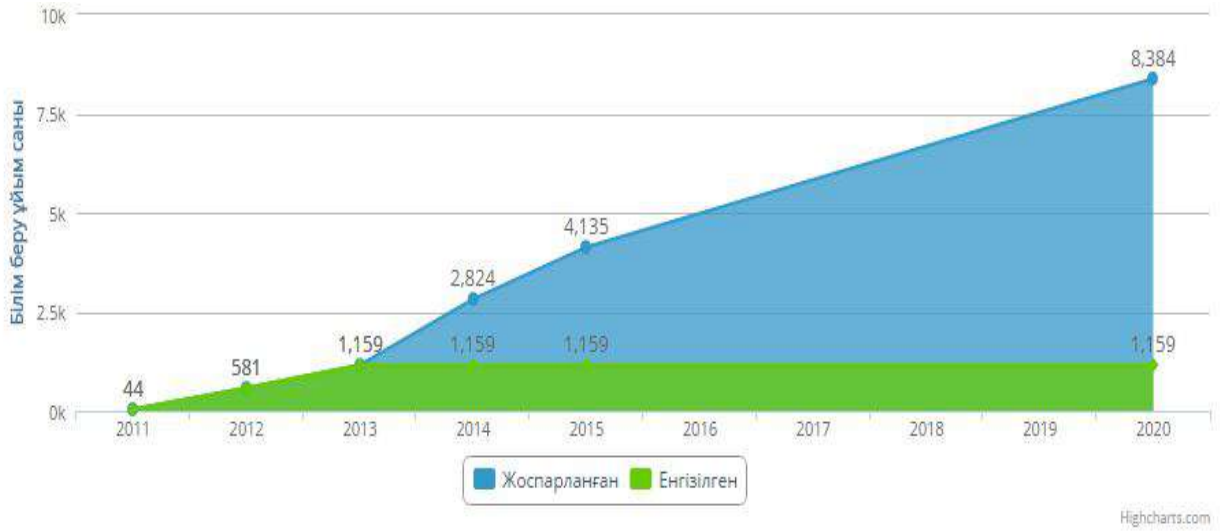
−мазмұнды және оқыту технологиясын жаңарту негізінде орта білім берудің сапасын елеулі арттыру;

−байланыстың және цифрлық технологиялардың заманауи құралдары мүмкіншіліктерін пайдаланумен оқу процесіне қатысушылар үшін сапалы білім беру қызметтерін дамыту;

−оқытудың жаңа құралдарын енгізу есебінен білім беру ресурстарына қолжетімділіктің тең жағдайларын қамтамасыз ету.

Таратып айтсақ, электрондық оқыту жүйесінде әкімші, директордың орынбасары, мұғалім, оқушы, медициналық қызметкер, кітапханашы үшін функционалдар әзірленетін болады. Оқушы автоматтандырылған жүйеде өзінің жеке портфолиосын, күнтізбесін, күнделігін жүргізеді. Ал мұғалім күнтізбелік-тақырыптық жоспары бар электрондық дәптерді, сынып журналын, хабарландыру қызметін (алда болатын жоспарлы және жоспардан тыс жиналыстар мен кездесулер туралы оқушылардың ата-аналарына e-mail немесе sms-хабарламалар, есептелік және т.б. жіберу) толтыратын болады. Ата-аналар қауымы тәрбие мәселелері бойынша кеңестер алу, сондай-ақ қашықтықтан баласының сапалы орта білім алуы мен жетістіктері туралы ақпараттық хабарлама алу мүмкіндігіне ие болады [2].

Жобаны енгізу кезеңдері 1-диаграммада көрсетілген:




1-диаграмма. Жобаны енгізу кезеңдері*

*Ескерту: 1-диаграмма [3] ресурстан алынды.

Көріп отырғандай, 2015 жылға дейін электрондық оқыту жүйесі 50% дейін қамтылуы жоспарланған, ал 2020 жылға дейін бұл көрсеткіш оқыту жүйесіндегі барлық деңгейлерде 90% дейін жеткізілуі тиіс, басқаша айтқанда оқыту жүйесіндегі барлық деңгейлерді қамту қажет.

Осы аталған бағдарламада: "Оқушы автоматтандырылған жүйеде жеке портфолиосын, күнтізбесін, күнделігін жүргізеді. Мұғалім күнтізбелік - тақырыптық жоспарын, топ журналын,

хабарландыру қызметі (алда болатын жоспарлы және жоспардан тыс жиналыстар мен кездесулер туралы оқушылардың ата-аналарына e-mail немесе sms-хабарламалар, т.б. жіберу) толтыратын болады. Оқытушылық жүктемені, сабақ кестесін, үлгерім мониторингі мен оқушылардың сабаққа келуін, педагогтың қызметін директордың орынбасары жүзеге асырады. Жүйе әкімшісі оқшау және ғаламдық есептеу желісін, телефон жүйесін немесе дауыс поштасы жүйесін қоса алғанда, көп қолданыстағы компьютерлік жүйенің жұмыс істеп тұруына жауапты болады"-деп көрсетілген [3].

E-learning бағдарламасын жоспарлаудың басында, пайдаланылатын педагогикалық әдістемелердің мазмұнын бағалау қажет. Қарапайым педагогикалық әдістемелер ақпараттық толтыруды жеңілдеткенмен, оны кем иілгіш, бай функционалдық қасиеттерінен айырылады. Бір жағынан, кешенді педагогикалық тәсілді іске асыру темптері төмен және жетілдірілуі баяу болғанмен, оқушыларға дәрісті жетік және қызықты етіп өткізуде оның мүмкіндіктері зор. Осы екі шеткі нүктелердің арасында мінсіз педагогика жатыр, ол педагогтарға оқытатын материалдарды тиімді жасауға және сонымен бірге жаңа материалды үйретуде қызығушылықты арттыруға мүмкіндік береді.

**Педагогикалық тәсілдер мен болашақ дамуы.**

E-learning бірнеше педагогикалық тәсілдері бар, соның ішінде:

*Оқу жобасы* – дәстүрлі оқыту әдісі, ол үйрету курсінде шоғырландыратын және орталықтандырылып оқытатын топпен бірге дайындалады немесе бір мұғалімнің көмегімен.

*Әлеуметтік құрастырушы* – педагогиканың бір түрі, әсіресе пікірталас форумдарды пайдалануда жақсы нәтижелерді көрсетеді, сонымен бірге блог жүргізуде, интерактивті энциклопедиялар мен бірлескен он – лайн жұмыстарында жетістіктері мол. Бұл бірлескен тәсіл, кең топты адамдардың, соның ішінде оқушыларыдың назарын оқытушы программаға аудару үшін жасалатын тәсіл болып табылады.

*Ауызша сөйлеу моделі* – әсіресе, E-learning жүйесінде қолдануда ыңғайлы, себебі бұл модель Gilly Salmon 5 этапты моделі негізінде жасалған және де ол дисскусиялық топтарда педагогикалық тәсілдеменің ең тиімдісі болып табылады.

*Танымдық перспектива* – танымдық үдерістерге назарын көбірек аударады, көбінесе ми жұмысының дамуына негізделетін принцип болып табылады.

*Эмоциялық перспектива* – бұл тәсіл назарын түрлі эмоцияларға негіздейді, мысалы мотивация, жұмыстылық, ойын – сауық және т.б.

*Мінез – құлықтық перспектива* - болашақта дағды және үйренушінің мінез-құлыққа негізделіп құрастырылатын тәсіл болып табылады. Рөлдік ойындар және қоршаған ортаға деген көз қарасы негізінде.

*Контекстуалдық перспектива* – қоршаған орта мен қоғам арасындағы байланысқа негізделіп, оқу процесінің қоғамның әсеріне негізделеді. Сырт жақтан адамдардың көмегі не болмаса қысымы, көзқарастарының байланысын қарастырады.

Бұл жүйені ұйымдастыру жағынан қамтамасыз етуді Білім берудегі жаңа ақпараттық технологиялар орталықтары жүзеге асыратын болады. Электрондық оқыту жүйесі барлық білім беру мекемелері, мұғалім, оқушы және олардың білім беру ортасында ауысып отыруы туралы мәліметтерді сақтайды. Қорыта айтқанда, электронды оқыту жүйесі төмендегідей ішкі жүйелерден тұрады:

- Ұлттық білімдік мәліметтер қоры;
- Мектептерді басқарудың ішкі жүйесі (мектеп іс қағаздарын жүргізу, т.с.с)
- «Электрондық оқулықтар» ішкі жүйесі-e-Book;
- Оқыту үрдісін басқару ішкі жүйесі - LMS;
- Оқу мазмұнын басқару ішкі жүйесі - LCMS;
- Тестіні басқарудың ішкі жүйесі - TMS;
- Дамытуды басқару ішкі жүйесі - DM;
- Мониторинг және талдау ішкі жүйесі,
- Сыртқы ақпараттық жүйелермен біріктіру модулі [4].

Жаңа мемлекеттік бағдарламаның негізгі бағыттарының бірі – электрондық оқыту жүйесін іске асырудың мүмкіндіктерін атап айтсақ, электрондық оқыту жүйесінде әкімшілік, директордың

орынбасары, мұғалім, оқушы, медициналық қызметкер, кітапханашы үшін функционалдар әзірленетін болады [5].

Қазіргі кезде адамзат дамуының ерекше артықшылығы-ақпараттық өркениетке көшу, адамдардың интеллектуалдық мүмкіндіктерін арттыратын есептеуіш техника мен ақпараттық технологиялардың жедел дамуы болып табылады.

Қоғамды ақпараттандыру Қазақстан дамуының маңызды бағыттарының бірі болып саналады. Біздің еліміздегі үздіксіз білім беруді қарастыратын болсақ (орта мектеп-жоғарғы оқу орны-білім жетілдіру институты-мамандарды қайта даярлау), осы сатылардың барлығында ақпараттандырудың әсерін көруге болады. Оның мақсаты -әффективтілікті радикалды және мамандарды даярлау сапасын дамыған елдердің деңгейіне көтеру. Осы үрдісте келесі әлементтер ерекше маңызды болып саналады:

• Техникалық құралдармен оқытудың педагогикалық әдістерінің приоритеттілігі.

• Алгоритмдік білім мен ойлау стилінің өсуі;

• Оқушылардың информатика мен есептеуіш техника құралдарын меңгеру және қажеттеріне қарай жаңа ақпараттық технологияларды қолдану қабілеттіліктерін қалыптастыру [6].

Осының барлығы жеке тұлғаның ақпараттық мәдениет деңгейінің жоғарылауы мен дамуына әсер етуі керек. Осыған орай негізгі үш деңгейді ерекшелеп айтуға болады: жалпы, кәсіби және жоғарғы логикалық. Қазіргі таңда қоғам даумындағы ақпараттық мәдениет адамдардың еңбек қызметінің анықтаушы факторы болып есептелінеді. Бұл оның акпараттык коғамға, қозғалысқа маңызының арта түсуіне үлкен ықпалын етуде. Ақпараттың құндылығы да арта түседі. Адамның ақпараттық мәдениетінің қалыптасуы - оның күнделікті тіршілігіндегі білім, біліктерімен өз білімІн жетілдіру кезінде жүзеге асуында байқалады. Бұл - басқарылмайтын үрдіс. Әйтсе де, оның құрылымын анықтап, оқыту және тәрбие жүйесімен жеке тұлғаның ақпараттық мәдениетін бағытталған түрде дамыту кезінде күшейтуге, ұйымдастыруға болады. Тәжірибе көрсеткендей, оқытудың компьютерлік технологиясын келесі әдістерді қолдану аркылы жүзеге асыруға әсер етеді:

• Ақпараттық әдіс, үйренушінің танымдық қызметін;

• Компьютерлік модельдеу әдісі, мәліметтер базасы мен білімді, гипермәтіндерді қолдану арқылы білім алушының танымдық қызметін жүзеге асыру;

• Автоматты оқыту және білімді бақылау әдісі, математикалық және логика-лингвистикалық модельдерді қолдануға негізделген, танымдық қызметті дамытады;

• Автоматтандырылған оқыту және білімді бағалау әдісі, автоматтандырылған оқыту жүйелерін. тестілеу жүйелері мен мультимедианы қолдануға негізделген, танымдық қызметті дамытады;

• Ойындық әдіс, компьютерлік, іскерлік ойындарды, әксперттік жүйелерді қолдануға негізделген танымдық қызметті дамытады.

• Білім беруде ақпараттық технолоғияларды сәтті тарату, сауатты қолдану және интенсивті дамыту бірнеше факторларға байланысты екендігі анықталды:

• Техникалық (компьютерлік) база жағдайы;

• Ақпараттык жоне компьютерлік аймағындағы маман-оқытушылардың кәсіби дайындық деңгейі;

• Басқа пән окытушыларының компьютерлік сауаттылығы және ақпараттық мәдениет дәрежесі;

• Нақты аймақтағы ақпараттық технологияны дамыту тенденцияларьгна оқу жоспары мен бағдарламалар мазмұндарының сәйкес келуі.

Қазіргі заманға қойылатын талапка сай жаңа технологиялар - берілетін білім деңгейінің кенейтілуінің және оқушылардың білім дәрежесінің артуын талап етін отыр.

Міне, жоғарыда атап көрсетілгендей, оқу саласының алдында осындай келелі міндеттер тұр. Мемлекет өз кезегінде ақпараттық технологиялардың дамуына, білім беру мекемелерінің компьютерлік, интерактивті техникамен, мультимедиалық кабинеттермен жабдықталуына жағдай жасап отыр. Алматы облысында мектептер 100% компьютерлендірілген, облыс бойынша оқушы санына шаққанда, ол көрсеткіш 13,6 пайызды құрайды.

Десек те, бұл бағдарламаны жузеге асырудағы кейбір мәселелер әлі де болса шешілмеген. Мәселен, осы жүйені меңгерген мамандарды университет қабырғасынан әзірлеу мәселесі және мұғалімдерді жаңа үлгідегі оқыту әдістемелері қарастырылмаған. Саралап өтсек, мектептегі мұғалімдер әлі күнге дейін қағаз жүзінде де, электрондық нұсқада да құжаттарды толтырып, екі

жұмыс істеп жүр. Тағы бір кедергі әр аймақтың өзіндік жеке-жеке жүйе жасауында. Мәселен, Қарағанды облысы – «Білім ал», Маңғыстау облысында – «Е-мектеп», ал Астана қаласында – «Е-білім» жүйелері. Бұл дегеніміз, бағдарламаынң даумының бірегей жолының болмауындағы

Осыған байланысты E-learning бағдарламасы оқыту технологиясын қолданып жүргізілетін білім беру сапасын бақылауды дұрыс жүргізу және жүзеге асыру мәселесі туындайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Интернет ресурс: http://www.zakon.kz/4654437-kolichestvo-polzovatelejj-interneta-v.html
2. Интернет ресурс: http://itlearn.kz/articles/4/
3. Интернет ресурс: https://e.edu.kz/ru/
4. Аскерко Ю.И. Формирование информационной компетентности будущих учителей технологии и предпринимательства в процессе профессиональной подготовки. Дисс. … канд. пед.наук. – Магнитогорск, 2007. – С.60.
5. А.Иманбаева, Оқу-тәрбие үрдісін ақпараттандыру ділгірлігі. Қазақстан мектебі, №2, 2000
6. Беспалов П.В. Компьютерная компетентность в контексте личностно-ориентированного обучения // Педагогика. - 2003. - №4. - С. 41-45

REFERENCES

1. Internet resource: http://www.zakon.kz/4654437-kolichestvo-polzovatelejj-interneta-v.html
2. Online resource: http://itlearn.kz/articles/4/
3. Online resource: https://e.edu.kz/ru/
4. Askerko YI Formation of information competence of the future teachers of technology and business in the course of training. Diss. ... Cand. ped.nauk. - Magnitogorsk, 2007. - P.60.
5. A.Imanbaeva, Oқu-tərbie үrdisin aқparattandyru dilgirligi. Kazakhstan mektebi, №2, 2000
6. Bespalov PV Computer competence in the context of student-centered learning // Pedagogy. - 2003. - №4. - S. 41-45

Жакыпбекова Г.Т, Журсинбекова Д.М.

**Система «e-learning » – новая парадигма и качественное образование в сфере услуг образования**

**Резюме.** В данной статье рассматриваются вопросы об обеспечении равного доступа всех участников образовательного процесса к лучшим образовательным ресурсам и технологиям. Описываются новые возможности для преподавателей и учеников данной системы. Рассматриваются вопросы о внутренней системе так и внешней системе обучения, которая улучшает работу органов управления, а также немаловажный аспект о проблемах внедрения данной системы в нашей системе образования.

**Ключевые слова:** «E-learning, электроннная система образования, система образования, государственная программа, интерактивное обучение.

Zhakypbekova G.T., Zhursinbekova D.M.

**System "e-learning» - new paradigm and quality education in the field of education**

**Summary.** This article discusses the issues of ensuring equal access for all participants in the educational process to the best educational resources and technologies. Describes the new opportunities for teachers and students of the system. The questions about the internal system and external training system, which improves the functioning of government, as well as an important aspect of the problems of implementing this system in our education system.

**Key words:** "E-learning, electronic systems of education, the education system, the state program, interactive learning.

ӘОЖ 004.9:519.8(075.8)

**Е.А. Нысанов, С.Д. Куракбаева, Р.Е. Нургожаева**
(М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент, Қазақстан Республикасы)

# АУАНЫҢ КЕДЕРГІСІ ЕСЕПКЕ АЛЫНҒАН ЖАҒДАЙДА ДЕНЕНІҢ ЕРКІН ТҮСУІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ MATHCAD ОРТАСЫНДА ШЕШУ

**Аннотация.** Мақалада ауаның кедергісі есепке алынған жағдайда дененің еркін түсуін модельдеу қарастырылған. Дененің еркін түсуіне әсер ететін ауаның кедергі күшіне жан-жақты талдау жасалған. Дененің еркін түсуін сипаттайтын екі бірінші ретті жай дифференциалдық теңдеулер жүйесінің екінші ретті бір жай дифференциалдық теңдеуге эквивалент екендігі көрсетілген. Ауаның кедергі күшінің жылдамдыққа қатысты эксперименттер нәтижелерінен алынған сызықты және квадратты тәуелділіктері қолданылған. Дененің еркін түсу есебі Mathcad компьютерлік математика жүйесі ортасында шешілген және нәтижелері графиктер түрінде көрсетілген.

**Кілттік сөздер:** материалдық нүкте, еркін түсу, кедергі күш, дифференциалдық теңдеу, Mathcad.

Жай қарапайым мысал ретінде заттың жер бетіне құлауын алсақ болады. Затты материалдық нүкте деп аталатын қандай да бір идеалды объект ретінде қарастырып, оның ішкі қозғалысын қарастырмаймыз. Әрине планеталар, тастар, бейсбол доптары және атомдар сияқты объектілер нүкте бола алмайды. Көп жағдайларда ішкі қозғалыстарын қарастырмай оларды материалдық нүкте ретінде санауға болады[1-3].

Бастапқыда біз бір өлшемді қозғалыстарды қарастырамыз, ол үшін бізге кеңістікте орналасқан бір ғана координата қажет. Материалдық нүктенің *y(t)* лездік координатасы, *v(t)* жылдамдығы және *a(t)* үдеуі арасындағы байланыстарды дифференциалдық теңдеулер арқылы өрнектеуге болады:

$$v(t) = \frac{dy(t)}{dt} \tag{1}$$

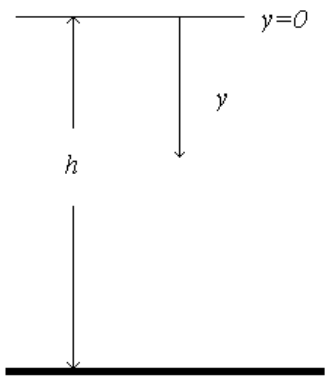
және

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} \tag{2}$$

Материалдық нүктенің үдеуі оған түсірілетін күшпен анықталады. Нютонның екінші заңы бойынша:

$$a(t) = \frac{1}{m}F(y, v, t),$$

мұнда $F$ — тең әсер етуші күш, $m$ - инерттік масса. Жалпы жағдайда күш координатаға, жылдамдыққа және уақытқа тәуелді.




**1-сурет.** *h* биіктігінен құлаушы денеге ынғайлы координата жүйесі

Материалдық нүктенің қозғалысын сипаттау үшін екі (1) және (2) брінші ретті дифференциалдық теңдеулерді шешу керек. Көп жағдайларда (1) және (2) бірінші ретті дифференциалдық теңдеулерін координатаға қатысты бір екінші ретті дифференциалдық теңдеуге біріктіреді:

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} = \frac{F}{m}. \qquad (3)$$

Ауаның кедергісі болмаған кезде жер бетіне дейін бірдей қашықтықтағы барлық дене олардың массасына, өлшеміне және құрамына тәуелсіз бірдей үдеуге ие болады. Бұндай идеалға жақындатылған қозғалыс, ауаның кедергісі болмаған кезде «еркін құлау» деп аталады. Еркін құлап жатқан дененің үдеуін g әрпімен белгілейді және ол жер бетіне қарай бағытталған. Жер бетіне жақын g мәні шамамен 9,8м/с$^2$ тең. Сурет 1-де көрсетілгендей төмен қарай бағытталған координата жүйесін таңдаймыз. Бұл жағдайда $a$=+g , (3) теңдеуінің шешімін мына түрде жазуға болады:

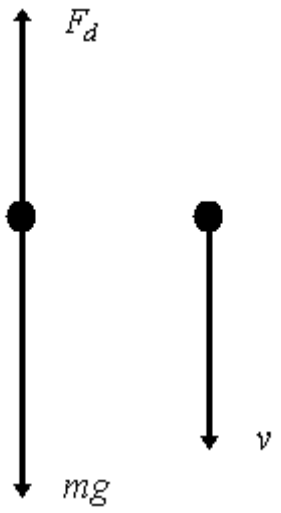
$$v(t) = v_0 + gt$$

және

$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2,$$

мұндағы $y_0$ және $v_0$ сәйкесінше, координата басы мен материалды нүктенің бастапқы жылдамдығын білдіреді.

Еркін түсу туралы есептің маңызды модификациясының бірі ауа кедергісінен пайда болатын кедергі күшін ескеру болып табылады. Осы кедергі күшінің бағыты дене қозғалысының жылдамдығына қарама-қарсы болу керек. Алдын-ала материалды нүктенің түсуін қарастырамыз. Кедергі күші $F_d$ Сурет 2-де көрсетілгендей жоғарыға бағытталған. Егер Сурет 1-де көрсетілген координаталар жүйесін қолданса,




**2-сурет.** Ауа кедергісі ескерілген еркін түскен денеге әсер етуші күштер

онда материалды нүктеге әсер ететінтін толық күшті былай жазуға болады

$$F = F_g - F_d = mg - F_d \,. \qquad (4)$$

$F_d$ функциясы үшін υ жылдамдыққа тәуелділіктің белгілі бір түрі пайдаланылады және бұл формула y(t) функциясын анықтау үшін қолданылады. Егер y(t) функциясының мәні эксперименттер нәтижелерімен сәйкес келсе, онда ұсынылған $F_d$(υ) тәуелділігі эксперимент жүзінде дәлелденген

болып есептеледі. Кедергі күшінің жылдамдыққа жалпы тәуелділігі мына формулалармен анықталады

$$F_d(\upsilon) = k_1\upsilon \tag{5}$$

және

$$F_d(\upsilon) = k_2\upsilon^2. \tag{6}$$

Ал $\kappa_1$ және $\kappa_2$ параметрлері ортаның қасиеттері мен дене геометриясына тәуелді болады. (5),(6) тәуелділігі нақты физика заңы болып табылмайтынын ескере кету керек, тек жылдамдықтың шектелген диапозонында $F_d(\upsilon)$-ны сипаттауға жақындатылған формула болып табылады. $F_d = F_g$ шарты орындалса, онда (4)-(6) сәйкес сызықты және квадратты жағдайлар үшін

$$\upsilon_1 = \frac{mg}{k_1} \tag{7}$$

немесе

$$\upsilon_2 = \left(\frac{mg}{k_2}\right)^{1/2} \tag{8}$$

Көп жағайда жылдамдықты тұрақтанған жылдамдық бірлігінде өлшеген ыңғайлы. Сызықты және квадратты жағдайлар үшін $F_d$ сәйкесінше (5)-(6) және (7)-(8) қолданып:

$$F_d = k_1\upsilon_1\left(\frac{\upsilon}{\upsilon_1}\right) = mg\left(\frac{\upsilon}{\upsilon_1}\right)$$

және

$$F_d = k_2\upsilon_2^2\left(\frac{\upsilon}{\upsilon_2}\right)^2 = mg\left(\frac{\upsilon}{\upsilon_2}\right)^2,$$

бұдан құлап жатқан денеге әсер ететін тепе-теңдік күшін мынадай түрде жазуға болады

$$F_1(\upsilon) = mg\left(1 - \frac{\upsilon}{\upsilon_1}\right)$$

және

$$F_2(\upsilon) = mg\left(1 - \frac{\upsilon^2}{\upsilon_2^2}\right).$$

Қарапайым денелердің түсуіне ауа кедергісінің қаншалықты әсер ететіндігін түсіну үшін, массасы $m = 10^{-2}$ кг тастың қозғалысын қарастырамыз. Жоғары дәлділікте кедергі күші $\upsilon^2$ пропорционал болатыны анықталған. Радиусы 0,01 м тас үшін $\kappa_2$ коэфициентінің мәні $\kappa_2 \approx 10^{-4}$ кг/м болатындығы эксперименттен анықталған. (8) формуласынан табылған жылдамдық шамамен 30 м/с тең болатынын анықтаймыз. Бұл жылдамдық вертикаль бағытта шамамен 3 с 50 м-ге еркін

түскен дененің жылдамдығы болғандықтан, онда айтарлықтай аз уақыт пен арақашықтықта ауа кедергісі үлкен роль атқаратынын ескеру қажет. Дененің еркін түсу есебінің Mathcad ортасында [4-6] шешілуі және нәтижелері графиктер түрінде (Сурет 3, 4) төменде көрсетілген.

**Есепті Mathcad ортасында шешу бағдарламасы**

Given

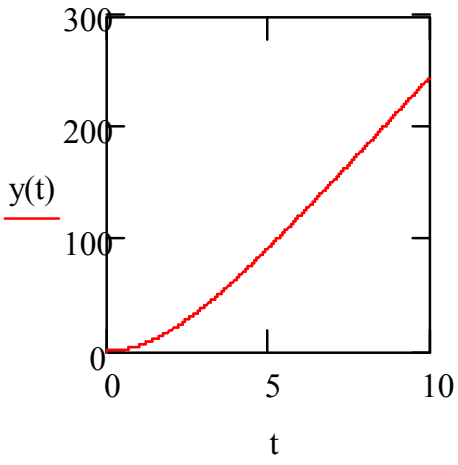
$$\frac{d}{dt}y(t) = V(t)$$

$$\frac{d}{dt}V(t) = 9{,}81 - \frac{V(t)^2 \cdot 0.001}{0.1}$$

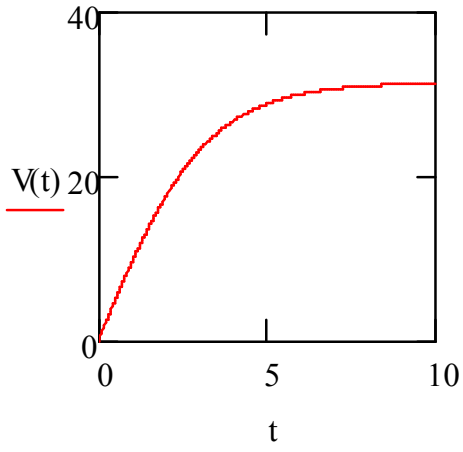
$$y(0) = 0$$

$$V(0) = 0$$

$$\begin{pmatrix} y \\ V \end{pmatrix} := odesolve\left[\begin{pmatrix} y \\ V \end{pmatrix}, t, 20\right]$$




**3-сурет.** Дененің еркін түсу қашықтығының y (м) уақыт t (с) бойынша өзгеруі




**4-сурет.** Дененің еркін түсу жылдамдығының v (м/с) уақыт t (с) бойынша өзгеруі

ӘДЕБИЕТТЕР

1 Цывильский В.Л. Теоретическая механика. Учебник для втузов. - М.: Высшая школа,2001.-318 с.

2 Жолдасбеков Ө. А., Сағитов М.Н. Теориялық механика. –Алматы, 2003.-286 б.

3 Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. Учебник для втузов.-15-е изд.-М.: Высшая школа,2005.-415 с.

4 Дьяконов В. П. Энциклопедия MathCAD 2001i и MathCAD 11. – М.: Солон Пресс, 2004. -831с.

5 Кирьянов Д. MathCAD 12. – Санкт - Петербург: БХВ – Петербург, 2005. – 557 с.

6 Дьяконов В.П. Компьютерная математика. Теория и практика. -М: Горячая линия - Телеком, 2001. - 115с.

REFERENCES

1 Tsyvilsky V.L. Theoretical Mechanics. A Textbook for vtuzov. - M.: High School,2001.-318 p.

2 Zholdasbekov O.A., Sagitov M.N. Theoretical Mechanics. –Almaty, 2003.-286 p.

3 Targ S.M. Short Course of Theoretical Mechanics. A Textbook for vtuzov.-15-e ed.-M.: High School , 2005.-415 p.

4 Dyakonov V.P. Encyclopedia MathCAD 2001i and MathCAD 11. – M.: Solon Press, 2004. -831p.

5 Kir'yanov D. MathCAD 12. – Sankt - Petersburg: BHV – Petersburg, 2005. – 557 p.

6 Dyakonov V.P. Computer Mathematics. Theory and practice. -M: Hotline - Telecom, 2001.- 115p.

Нысанов Е.А., Куракбаева С.Д., Нургожаева Р.Е.

**Моделирование свободного падения тела с учетом сопротивления воздуха и решение в среде Mathcad**

**Резюме.** В статье рассматривается вопрос моделирования свободного падения тела с учетом сопротивления воздуха. Сделан подробный анализ силы сопротивления воздуха на падающее тело. При этом использованы как линейные, так и квадратичные зависимости силы сопротивления от скорости, которые подтверждены экспериментальными исследованиями. На основе разработанной модели задача свободного падения тела решена в среде Mathcad, полученные результаты представлены в виде графиков.

**Ключевые слова:** материальная точка, свободное падение, сила сопротивления, дифференциальное уравнение, Mathcad.

Nysanov E.A. Kurakbaeva S.D., Nurgozhaeva R.E.

**Simulation of free fall of the body taking into account air resistance and the solution in Mathcad**

**Summary.** The paper discusses the simulation of free falling bodies, taking into account air resistance. Make a detailed analysis of the force of air resistance on a falling body. At that used both linear and quadratic dependence of the resistance force on the velocity, which are confirmed by experimental studies. On the basis of the developed model, the problem of free falling body is solved in the medium Mathcad, the results obtained are presented in graphs.

**Key words:** material point, free fall, the force of resistance, differential equation, Mathcad.

УДК 621.785.53; 621 3.035.183

**Е.Е. Сапатаев [1], М.К. Скаков [2], Э.Г. Батырбеков [3]**
([1] Восточно-Казахстанский государственный технический университет
имени Д.Серикбаева, Казахстан, г. Усть-Каменогорск
[2] Институт атомной энергии Национального ядерного центра
Республики Казахстан, Казахстан, г. Курчатов
[3] Национальный ядерный центр Республики Казахстан, г. Курчатов
E-mail: yerzhan88@yandex.ru)

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОЛИТА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТНОМ НАГРЕВЕ

**Аннотация.** Представлены результаты измерения распределения температуры цилиндрических и дисковых образцов из стали марки 40Х, нагреваемых в электролите при различных гидродинамических условиях. Показано, что при обтекаемой подаче электролита на нагреваемый цилиндрический образец градиент распределения температуры уменьшается с увеличением диаметра образца и скорости течения электролита. Предложен способ локальной подачи электролита, который обеспечивает снижение градиента распределения температуры по плоской поверхности на участке нагрева. Способ повышает качество термической и химико-термической обработки стальных деталей в водных электролитах.

**Ключевые слова**: электролитный нагрев, электролитная плазма, низколегированная сталь, градиент температуры, гидродинамика, микротвердость

### ВВЕДЕНИЕ

Как известно, в современной машиностроительной промышленности растет интерес к скоростным методам модификации поверхности деталей, так как они позволяют изменить широкий набор свойств поверхности материала без изменения свойств основы. Разработаны средства интенсификации традиционных видов химико-термической обработки. Так, получили распространение микродуговое оксидирование [1], анодный и катодный варианты электролитного нагрева [2], ионная имплантация и др. Существенное ускорение диффузионного насыщения достигается с помощью индукционного нагрева [3]. Основным достоинством перечисленных методов является изменение свойств и состава поверхности материала на заданную глубину. Наряду со значительными достижениями, эти методы имеют определенные недостатки и ограничения. К ним

относятся − трудности обработки деталей сложной формы, необходимость в ряде случаев предварительной подготовки поверхности изделий, высокая стоимость оборудования [1-3].

Ускорение термического и химико-термического упрочнения с возможностью локальной обработки деталей, в том числе и сложной формы, может быть достигнуто применением анодного нагрева в водных растворах электролитов [2]. Высокие скорости электролитного нагрева не только сокращают время достижения необходимой температуры детали, но и ускоряют формирование диффузионных слоев [4]. Причиной этого является положительное влияние условий нагрева на некоторые элементарные процессы химико-термической обработки [3].

Температура обрабатываемой детали является важнейшей режимной характеристикой процесса. При этом само распределение температуры по образцу определяет физико-механические свойства и состав в каждой точке детали. К основным факторам анодного нагрева, определяющим температуру нагреваемой детали, относятся − напряжение, температура электролита, геометрические размеры образцов, гидродинамические условия, состав и концентрация электролита [2].

Промышленная реализация электрохимико-термического упрочнения металлов и сплавов требует создания условий стабильного нагрева с управляемым распределением температуры по поверхности изделия. Существуют несколько способов создания контролируемого распределения температуры, такие как концевой нагрев, последовательный нагрев, вертикальное обтекание и сочетание радиальных потоков с вертикальным обтеканием обрабатываемой детали [5]. Однако, данные способы применяются к малоразмерным деталям цилиндрической формы и нецелесообразно их использовать к крупногабаритным изделиям пар-трения ответственного назначения.

На наш взгляд, при исследованиях особенностей электролитного нагрева как при катодном, так и анодном режиме к условиям стабильного нагрева и распределения температуры обрабатываемой детали не уделяется должного внимания.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Процесс электролитного нагрева образцов проводился в цилиндрической и конусообразной рабочей камере с электролитом – 12% водным раствором карбоната натрия при температуре 30±6°С на выходе из теплообменника. Расход электролита, измеряемый поплавковым ротаметром, изменялся на входе в рабочую камеру от 1,0 до 6,5 л/мин. Реализация процесса электролитного нагрева осуществлялась на опытно-лабораторной установке [6], схема основных узлов которой представлена на рисунке 1. Установка включает следующие основные узлы: источник питания; камера электролитной плазмы; система подачи электролита; система охлаждения электролита; система управления процессом.

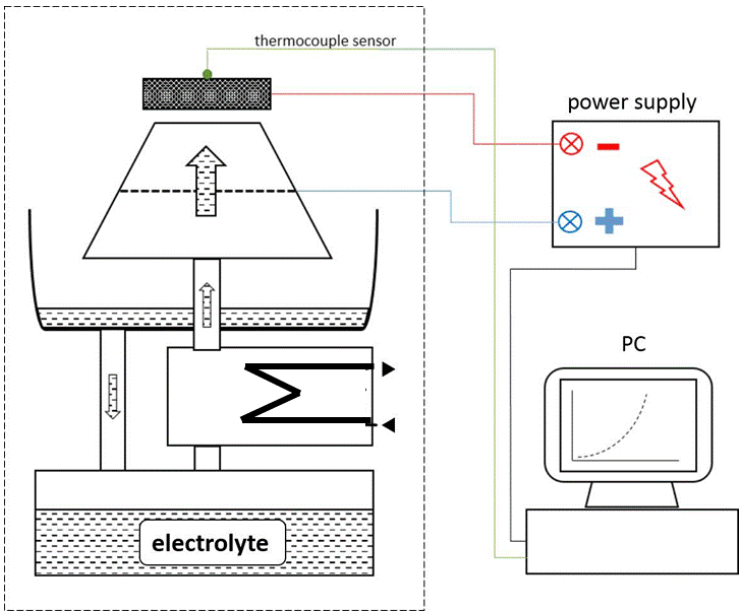
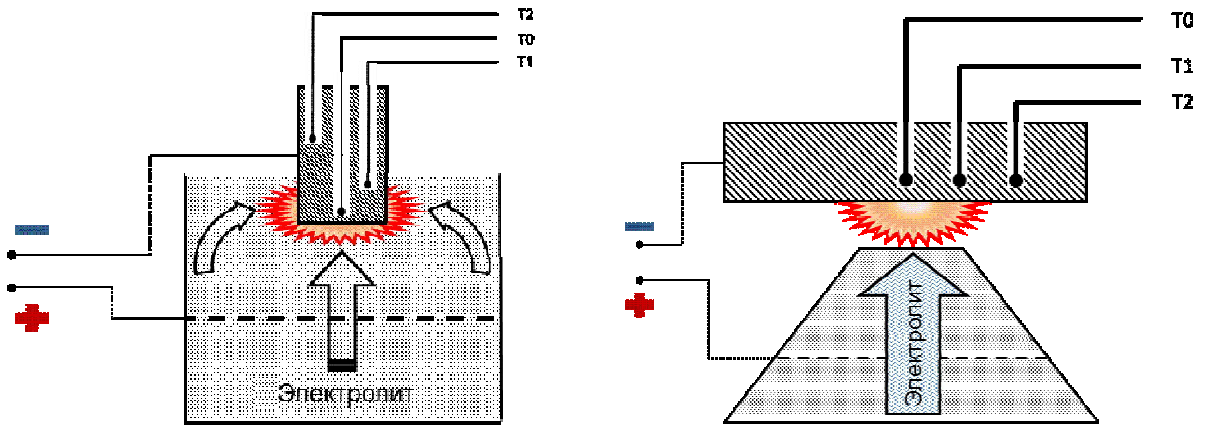



**Рис. 1.** Схема основных узлов опытно-лабораторной установки электролитно-плазменной обработки материалов

Нагрев образцов осуществлялся двумя способами. Первый способ предусматривал погружение образца в цилиндрическую рабочую камеру без дополнительных приспособлений, то есть с подачей охлажденного электролита через патрубок на оси камеры (Рисунок 2 а). Распределение температуры нагрева образцов измеряли тремя хромель-никелевыми термопарами (типа - К), сигнал от которых подавался на регистратор температуры АКТАКОМ АТЕ-9382.

Нагрев осуществлялся следующим образом. Образец цилиндрической формы погружался в электролит на заданную глубину. Между образцом в качестве активного катода и анодной сеткой создавалось напряжение 310 В. Регистрировали значения силы тока и распределение температуры одновременно в разных точках по высоте. Кроме того, измеряли температуру электролита на входе и выходе из теплообменника.




а) способ полого нагрева с обтекаемой подачей электролита

б) способ локального нагрева с сосредоточенной подачей электролита

**Рис. 2.** Принципиальная схема устройства для осуществления полого и локального нагрева

Второй способ предусматривал сосредоточенную подачу струи электролита на поверхность плоского образца, изготовленного в форме диска (Рисунок 2 б). Диаметр выходного отверстия конусообразной камеры составлял 12 мм. Распределение температуры регистрировали по трем точкам диаметрального расположения. При этом спаи термопар были расположены на расстоянии 1 мм от поверхности образца.

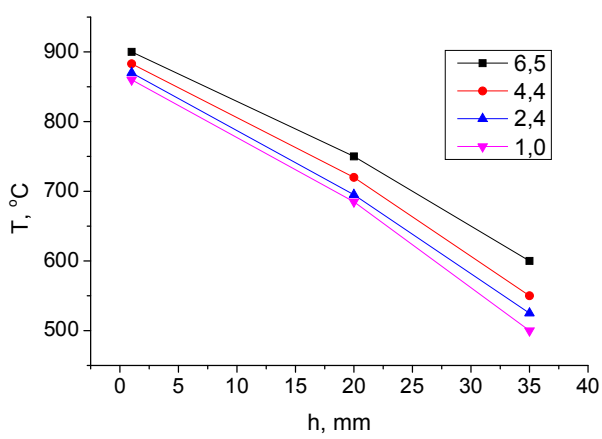
Нагреву подвергали цилиндрические (ø10x55 и ø20x55) и дисковые (ø40x50 и ø40x10) образцы из конструкционной низколегированной стали марки 40Х. Подготовку поверхности образцов осуществляли методом механической шлифовки и полировки до зеркального блеска.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

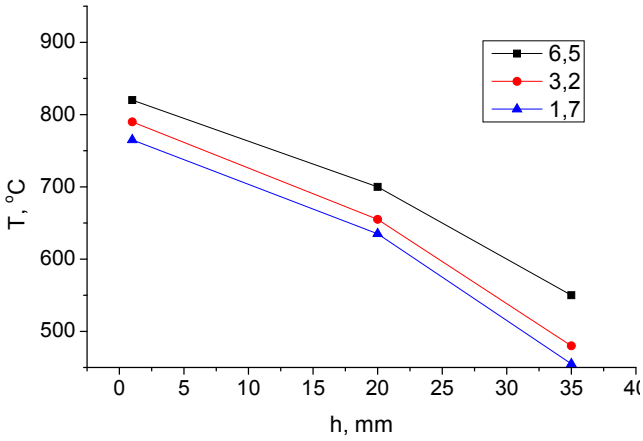
На рисунке 3 представлено распределение температуры цилиндрических образцов различного диаметра, где координата h отсчитывается от нижнего торца вверх. Градиент температуры в вертикальном направлении зависит от скорости течения электролита. Увеличение расхода электролита позволяет повысить среднюю температуру нагрева образцов. Тем не менее, более интенсивная подача электролита способствует снижению вертикального градиента температуры. Увеличение диаметра цилиндрических образцов приводит к снижению средней температуры нагрева.

Увеличение глубины погружения образца, при прочих равных условиях, приводит к снижению градиента температуры. Этот факт объясняется отводом тепла в выступающую часть образца. То есть, чем меньше глубина погружения, тем меньше площадь теплоотдающей поверхности при той же самой площади поперечного сечения образца, через которую передается тепло в его выступающую часть.

Данный способ, на наш взгляд, можно применять в случае концевого нагрева цилиндрических деталей. Однако, высокий градиент температуры на обрабатываемой поверхности детали приводит к частичному оплавлению края торца, и в дальнейшем, будет сформировано неоднородное распределение физико-механических свойств. Это объясняется тем, что при скоростном нагреве выступающие края образца быстро нагреваются, так как ограничивается теплопередача по глубине образца [4].




Напряжение – 310 В. Расход электролита, л/мин: 1,0; 2,4; 4,4; 6,5. Диаметр образца – 10 мм. Глубина погружения – 35 мм

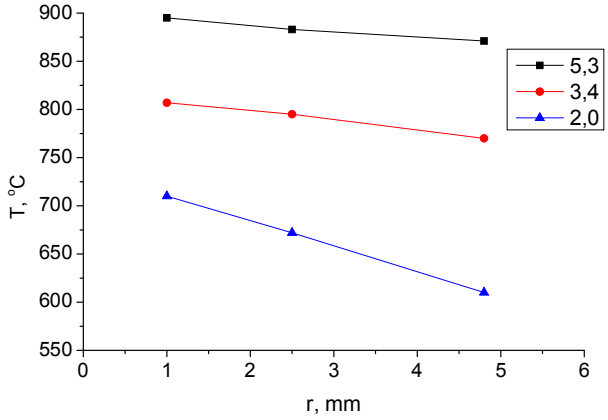



Напряжение – 310 В. Расход электролита, л/мин: 1,7; 3,2; 6,5. Диаметр образца – 20 мм. Глубина погружения – 35 мм

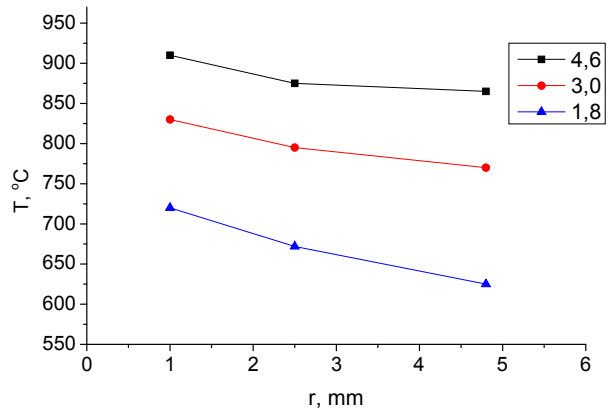
**Рис. 3.** Распределение температуры по высоте образца при различных расходах электролита. Обтекаемая подача электролита

В случае концевого нагрева, для снижения высокого градиента температуры, требуется применять теплоизоляцию поверхности детали, выступающей над электролитом, или дополнительный нагрев [2].

Второй способ нагрева, при применении локальной подачи электролита на поверхность дискового образца, позволяет снизить градиент температуры в обрабатываемой зоне нагрева. Распределение температуры по диаметральным точкам в дисковых образцах различной толщины представлено на рисунке 4. Снижение градиента температуры на обрабатываемой поверхности образца обусловлено тем, что сосредоточенная (локальная) подача электролита на поверхность образца приводит к локальному сжатию парогазовой оболочки, следствием чего является возрастание плотности тока и выделяемой мощности на данном участке катода (образца). С одной стороны, сосредоточенная струя осуществляет механическое воздействие на парогазовую оболочку, вызывающее ее сжатие под действием дополнительного давления; с другой – подачу охлажденного раствора в зону нагрева, где электролит уже перегрет.




Напряжение – 320 В. Расход электролита, л/мин: 2,0; 3,4; 5,3. Толщина образца – 10 мм.




Напряжение – 320 В. Расход электролита, л/мин: 1,8; 3,0; 4,6. Диаметр образца – 20 мм.

**Рис. 4.** Распределение температуры по диаметру образца (в зоне нагрева) при различных расходах электролита. Локальная подача электролита

Предполагается, что увеличение скорости струи интенсифицирует теплообмен в зоне контакта электролита с обрабатываемой поверхностью образца, что в свою очередь приводит к повышению скорости и средней температуры нагрева образца и имеет максимум. Дальнейшее увеличение скорости струи (или расхода электролита) приводит к срыву парогазовой оболочки и прекращению нагрева (см. рисунок 5).

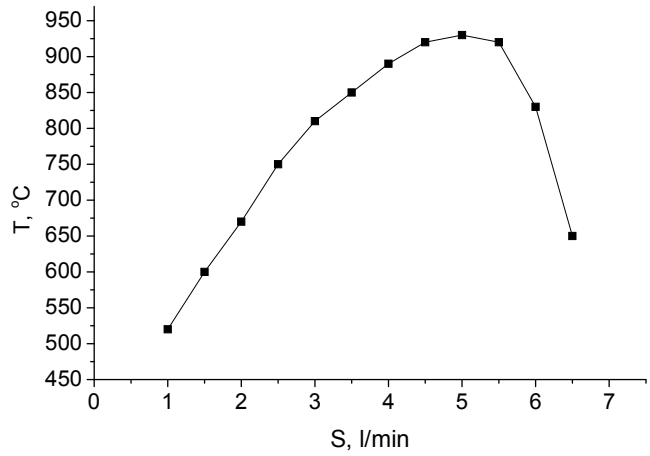



**Рис. 5.** Изменение средней температуры на поверхности образца в зависимости расхода электролита при локальной подаче

В заключение, приведем результаты измерения микротвердости образцов стали 40Х, которые закаливались в применяемом электролите после нагрева в течение 1 мин (Т=870°С) при рассматриваемых способах нагрева. Способ локальной подачи электролита для электролитного нагрева образцов позволил значительно уменьшить различие поверхностной микротвердости, которая изменялась от 8540 МПа в центре до 8330 МПа на краях зоны нагрева. Таким образом, при такой подаче электролита, изменение микротвердости на поверхности обрабатываемого участка уменьшено более чем втрое, по сравнению с обтекаемой подачей электролита, где микротвердость поверхности изменялась в более широких пределах - от 7560 МПа до 8480 МПа в зоне нагрева.

ВЫВОДЫ

1. Обнаружено, что при обтекаемой подаче электролита на нагреваемый цилиндрический образец стали 40Х, градиент распределения температуры уменьшается при увеличении диаметра образца и скорости течения электролита;

2. Установлено, что применение способа локальной подачи электролита приводит к уменьшению градиента температуры на обрабатываемой поверхности образца. Это обусловлено тем, что сосредоточенная подача электролита на поверхность образца приводит к локальному сжатию парогазовой оболочки, следствием чего является возрастание плотности тока и выделяемой мощности на данном участке образца;

3. Для повышения качества термической и химико-термической обработки стальных деталей из 40Х в водных электролитах, предложен способ локальной подачи электролита, который обеспечивает уменьшение градиента распределения температуры по плоской поверхности на участке нагрева.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по госбюджетной теме «Разработка инновационной технологии получения стальных изделий с повышенной износостойкостью» на 2012-2014 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суминов И.В., Эпельфельд А.В., Людин В.Б, Крит Б.Л., Борисов А.М. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование). - М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

2. Суминов И., Белкин П.Н., Эпельфельд А.. Людин В., Крит Б., Борисов А. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. - Том 1. - М: Техносфера, 2011. – 464 с.

3. Yerokhin A.L., Nie X., Leyland A., Matthews A., Dowey S.J. Plasma electrolysis for surface engineering // Surface and Coating Technology. – 1999. – 122. – C. 73-93.

4. Ayday A., Durman M. Wear properties of AISI 4140 steel modified with electrolytic-plasma technology // Materials and Technology. – 2013. – 47. – 2. – C. 177-180.

5. Комаров А.О., Мухачева Т.Л., Дьяков И.Г., Белкин П.Н. Влияние особенностей гидродинамических потоков электролита на температурное поле нагреваемой цилиндрической детали // Электронная обработка материалов. – 2012. – 49. -2. – С. 59-66.

6.Скаков М.К., Веригин А.А., Сапатаев Е.Е. и др., Установка электролитно-плазменной обработки // Патент на полезную модель РК №878. Опубл. Бюл. №11 от 15.11.2012

REFERENCES

1. Suminov I.V., Epelfeld A.V., Lyudin V.B., Krit B.L., Borisov A.M. Mikrodugovoe oksidirovanie (teoriya, tekhnologiya, oborudovanie). - M.: EKOMET, 2005. – 368 p.

2. Suminov I.V., Belkin P.N., Epelfeld A.V., Lyudin V.B., Krit B.L., Borisov A.M. Plazmenno-elektroliticheskoe modifitsirovanie poverhnosti metallov and splavov. - M: Tekhnosfera, 2011. - Vol 1.. – 464 p.

3. Yerokhin A.L., Nie X., Leyland A., Matthews A., Dowey S.J. Plasma electrolysis for surface engineering // Surface and Coating Technology. – 1999. – 122. – P. 73-93.

4. Ayday A., Durman M. Wear properties of AISI 4140 steel modified with electrolytic-plasma technology // Materials and Technology. – 2013. – 47. – 2. – P. 177-180.

5. Komarov A.O., Mukhacheva T.L., Dyakov I.G., Belkin P.N. Vliyanie ossobennostei gidrodinamicheskikh potokov elektrolita na temperaturnoe pole nagrevaemoi tsilindricheskoi detali // Electronnaya obrabotka materialov. – 2012. – 49. -2. – P. 59-66.

6. Skakov M.K., Verigin A.A., Sapatayev E.E. and etc., Ustanovka elektrolitno-plasmennoi obrabotki // Patent na polesnuyu model RK №878. Opubl. Byul. №11 ot 15.11.2012

Сапатаев Е.Е., Скаков М.К., Батырбеков Э.Г.

**Электролитті қыздыруда құрыш бөлшектерін қайта өңдеуде температура таратуында гидроқозғалысты электролита сипаттамасы.**

**Түйіндеме.** Әртүрлі гидродинамикалық шарттарда қыздырылған 40Х маркалы болаттан жасалған цилиндр және диск типтес үлгілердегі температура таралуын өлшеу нәтижелері көрсетілген. Электролитті жан-жақты бағыттау кезінде қыздырылған цилиндр үлгілердің диаметрі мен электролиттің ағу жылдамдығын жоғарылату кезінде үлгінің температура таралуының градиенті төмендейтіні анықталды. Электролитті локальді бағыттау әдісі ұсынылады, ол электролиттегі термиялық және химико-термиялық өңдеудің сапасын жоғарылату үшін қыздыру учаскесіндегі жазық беттің температурасының таралу градиентін төмендетенің қамтамасыз етеді.

**Түйін сөздер**: электролитті қыздыру, электролитті плазма, төмен легирленген болат, температура градиенті, гидродинамика, микроқаттылық

Сапатаев Е.Е., Скаков М.К., Батырбеков Э.Г.

**Влияние гидродинамических характеристик электролита на распределение температуры обрабатываемой стальной детали при электролитном нагреве**

**Аннотация.** Представлены результаты измерения распределения температуры цилиндрических и дисковых образцов из стали марки 40Х, нагреваемых в электролите при различных гидродинамических условиях. Показано, что при обтекаемой подаче электролита на нагреваемый цилиндрический образец градиент распределения температуры уменьшается с увеличением диаметра образца и скорости течения электролита. Предложен способ локальной подачи электролита, который обеспечивает снижение градиента распределения температуры по плоской поверхности на участке нагрева. Способ повышает качество термической и химико-термической обработки стальных деталей в водных электролитах.

**Ключевые слова**: электролитный нагрев, электролитная плазма, низколегированная сталь, градиент температуры, гидродинамика, микротвердость

Sapatayev E.E., Skakov M.K., Batyrbekov E.Г.

**The effect of hydrodynamic characteristics of the electrolyte on the temperature distribution of the treatments steel details when electrolyte heating**

**Annotation.** Presents the results of measuring the temperature distribution circular and cylindrical samples of 40Cr steel heated in different hydrodynamic conditions. It is shown that the streamlined flow of electrolyte in the heated cylindrical sample distribution of temperature gradient decreases with increasing diameter of the sample and the flow rate of the electrolyte. A method for local delivery of the electrolyte, which reduces the gradient of the temperature

distribution across a flat surface in the heating section to improve the thermal and thermal-chemical treatment in aqueous electrolytes.

**Key words:** electrolyte heating, electrolytic plasma, low alloy steel, gradient of temperature, hydrodynamics, microhardness

УДК 622.807:622.271

**М. Жараспаев, К. Мустафина, А.Умбетова, Г. Пиржанова, Д. Абилжанов, М. Қазтай**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

## ПРИНЦИП МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗРУШЕННЫХ ГОРНЫХ МАСС В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

**Аннотация.** Принцип моделирования разрушенных горных масс для экспериментальных исследований в лабораторных условиях для установления физико-механических и физико-химических свойств основан на представлений навала разрушенной горной массы на скелет и заполнитель, который позволяет получить математическое выражение, учитывающий процентное соотношение фракции заполнителя и фракций навала горной массы расположенной в карьерах. Такой подход позволяет соответствие реального объекта с лабораторной моделью для исследований физических свойств разрушенных горных масс.

**Ключевые слова:** моделирование, физические величины, принцип, фракция, горная масса, лабораторные условия, пористость, коэффициент разрыхления.

Для описания физических свойств песков, цементов и других тел используется механика сыпучих материалов. В добывающей отрасли в результате технологических процессов получают разрушенную горную массу, которая существенно отличается от сыпучих материалов. Поэтому использовать механику сыпучих материалов для описания физических свойств разрушенных горных масс нецелесообразно. В связи с этим возникает необходимость создания модели разрушенных горных масс для лабораторных экспериментов по установлению их физических свойств. Выбранная модель должна обосновываться в соответствии с определенным принципом.

Принцип моделирования разрушенных горных масс для экспериментальных исследований в лабораторных условиях для установления физико-механических и физико-химических свойств, имеющих важные значение при различных технологических процессах горного производства, должен обосновываться с изпользованием параметров реальнего обьекта.

Важнейшими технологическими параметрами разрушенной горной массы являются геометрические размеры и конфигурация развала, гранулометрический состав, распределения кусков и порового пространства в развале, подвижность, степень сложности строения и отработки разнородных забоев и т.д. При транспортировке разрушенных горных масс конвейерным транспортом и увлажнение их для снижения пылевыделения при выемочно-погрузочных работах.

Распределение кусков и пор в навале горной массы описывается по логарифмическому нормальному закону Колмогорова. Статистическое исследование навала взорванной горной массы доказывает представление о навале, как о несвязной среде с неоднородной пористостью, так как согласно логарифмическому закону размеры кусков и пор могут быть всевозможными. По тому же статическому закону местонахождения кусков и пор в объекте навала может быть самым разнообразным. Однако статистические исследования не могут быть использованы для установления таких параметров навала, как подвижность разрушенных горных масс, пористость и относительная влажность.

Для исследований в лабораторных условиях различные исследователи выбирают разные мелкие фракции, которых принимают за модель разрушенной горной массы/1-3/. Однако эти фракции не могут отражать физико-механические свойства больших объемов разрушенных горных масс. Физические велечины определенные таким образом не отражают реальный объект и в результате чего возникают большие погрешности при определении таких величин как подвижность, максимальная молекулярная влагоемкость и относительная влажность.

Для того чтобы исследовать в лабораторных условиях разрушенных горных масс необходимо представить гранулометрический состав навала горной массы в карьерах. Гранулометрический состав навала горной массы осуществлялся весовым методом и представлена таблица 1.

Таблица 1. **Гранулометрический состав навала взорванной рудной массы в карьерах**

| Руды и породы | Индексы | Гранулометрический состав породы, %, м | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0-0,20 | 0,21-0,40 | 0,41-0,60 | 0,61-0,80 | 0,81 |
| Сульфидная-свинцово-цинковая | С-1 | 50.2 | 21.5 | 13.4 | 12.6 | 2.2 |
| Смешанная-свинцово-цинковая | С-2 | 53.1 | 22.2 | 12.7 | 10.4 | 1.5 |
| Окисленная цинковая | С-3 | 55.5 | 21.5 | 12.5 | 8.7 | 1.7 |
| Смешанная барит-свинцово-цинковая | С-5 | 56.6 | 21.7 | 11.7 | 7.6 | 2.3 |
| Сульфидная-свинцово-цинковая | С-1 | 57.4 | 20.6 | 13.4 | 7.3 | 1.2 |
| Смешанная свинцово-цинковая | С-2 | 47.4 | 19.4 | 15.9 | 15 | 2.2 |
| Окисленная цинковая | С-3 | 52.5 | 21.0 | 12.3 | 11.7 | 2.4 |
| Смешанная барит-свинцово-цинковая | С-5 | 61.8 | 21.9 | 10.7 | 4.0 | 1.6 |
| Смешанная свинцово-цинковая | С-2 | 42.1 | 23.6 | 16.6 | 13.8 | 3.8 |
| Окисленная цинковая | С-3 | 36.8 | 23.5 | 19.6 | 15.3 | 4.7 |
| Гранодиориты | С-6 | 60.1 | 20.5 | 10.2 | 6.5 | 1.6 |
| Оруденелые скарны | С-8 | 60.0 | 19.7 | 15.9 | 3.1 | 1.3 |
| Массивный известняк | С-9 | 52.4 | 19.6 | 14.9 | 10.4 | 2.7 |

Как видно из таблицы 1, наибольший процент составляет фракции размером 0-0.20 м, которые следует более детально разделить на ряд фракций. Результаты гранулометрического состава разрушенных кусков размером 0-0.20 м, установленные весовым методом, представлены таблице 2.

Таблица 2. **Гранулометрический состав навала рудной массы установленный весовым методом**

| Число фракций | Индексы фракций,мм | С-1 | С-2 | С-2 | С-2 | С-2 | С-3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ф,% | Ф,% | Ф,% | Ф,% | Ф,% | Ф,% |
| 1 | 0-1 | 4.5 | 4.3 | 5.2 | 5 | 3.7 | 3.5 |
| 2 | 1-2.5 | 6 | 5.8 | 6.5 | 6.1 | 7 | 6.9 |
| 3 | 2.5-5 | 7.3 | 7.5 | 6.9 | 8 | 7.2 | 7.5 |
| 4 | 5-7.5 | 6.4 | 6.6 | 7.9 | 8.5 | 7.5 | 8.5 |
| 5 | 7.5-10 | 7.7 | 7.3 | 9.2 | 8.7 | 9.3 | 9.4 |
| 6 | 10-12.5 | 9.4 | 9 | 9.6 | 9.3 | 9.6 | 10.4 |
| 7 | 12.5-15 | 8.9 | 9.2 | 10.7 | 9.5 | 10.2 | 9.1 |
| 8 | 15-17.5 | 9.9 | 10 | 7.2 | 8.5 | 11 | 7.7 |
| 9 | 17.5-20 | 7.3 | 6.7 | 6.5 | 4.8 | 4.1 | 4.5 |
| 10 | 20-30 | 6.5 | 7.5 | 7 | 8.5 | 6.8 | 6.9 |
| 11 | 30-40 | 5.9 | 5.5 | 5.1 | 4.5 | 5.3 | 6.6 |
| 12 | 40-50 | 6 | 5.8 | 4.9 | 4.4 | 5.9 | 6.8 |
| 13 | 50-100 | 5.4 | 5.6 | 5.1 | 4 | 4.5 | 4 |
| 14 | 100-150 | 4.8 | 5 | 4.5 | 5.3 | 4.7 | 5.2 |
| 15 | 150-200 | 4 | 4.2 | 3.8 | 4.5 | 3.2 | 3 |

Для того чтобы создать лабораторную модель воспользуемся данными фракции, представленными в таблицах 1 и 2. Это позволит соответствие модели реальному объекту навала горной массы.

Предлагаемая модель аналитически должна обосновываться в соответствии с определенным принципом. В результате представлений навала разрушенной горной массы на скелет и заполнитель

авторами работ/4-6/ получено математическое выражение, которое определяется процентными содержаниями фракций заполнителя и скелета:

$$m_{N1} = \frac{m_H}{\varphi_{N1}} - \sum_{i=1}^{N_1} \varphi_i^1, \quad (1)$$

где $m_{N1}$ – пористость заполнителя, ед. дол;

$m_H$ – пористость реального объекта, ед. дол;

$\sum \varphi_i^1$ – доля каждой фракции заполнителя отнесенная к объему заполнителя;

$\varphi_{N1}$ – доля заполнителя отнесенная к объему реального объекта.

Если пористость заполнителя $m_{N1}$ будет меньше пористости навала горной массы, то из выделенной $N_1$ фракции заполнителя, отбрасывая одну или часть одной, или несколько наиболее крупных фракции, определяем пористость заполнителя до тех пор, пока она не будет удовлетворять выражению по формуле 2.

$$m = \frac{K_P - 1}{K_P} \quad (2)$$

где $K_P$ – коэффициент разрыхления навала горной массы.

При значении пористости заполнителя больше пористости горной массы из скелета навала следует в предварительно выделенный заполнитель, добавляя несколько наиболее крупных фракции определять пористость заполнителя до тех пор, пока она не удовлетворит выражение (2), т.е. пористость суммы некоторых фракции равной или близкой по величине пористости навала, что является основанием их выделить для лабораторных исследований.

Коэффициент разрыхления навала устанавливался прямым и фотометрическими методами службой маркшейдерского отдела рудника. Результаты Кр и пористости m, вычисленные по формуле (2), представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Значения параметров навала и его заполнителя**

| $K_{pr}$ $\frac{м^3}{м^3}$ | | $\sum_{i-1}^{10} \varphi_i$ от ед. | $\sum_{i-1}^{9} \varphi_i$ от ед. | $\sum_{i-1}^{8} \varphi_i$ от ед. | $\sum_{i-1}^{17} \varphi_i$ от ед. | $\varphi_{10}$ от ед. | $\varphi_9$ от ед. | $\varphi_8$ от ед. | $\varphi_7$ от ед. | $m_{10}$, | $m_9$, | $m_8$, | $m_7$, |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.36 | 0.26 | - | - | 0.601 | - | - | - | 0.3 | - | - | - | 0.26 | - |
| 1.38 | 0.27 | - | - | 0.597 | - | - | - | 0.32 | - | - | - | 0.25 | - |
| 1.34 | 0.25 | - | - | 0.632 | 0.56 | - | - | 0.35 | 0.31 | - | - | 0.08 | 0.25 |
| 1.34 | 0.25 | - | - | 0.636 | 0.551 | - | - | 0.36 | 0.31 | - | - | 0.06 | 0.26 |
| 1.34 | 0.25 | - | - | 0.655 | 0.545 | - | - | 0.38 | 0.31 | - | - | 0.02 | 0.26 |
| 1.38 | 0.27 | - | - | 0.63 | - | - | - | 0.3 | - | - | - | 0.27 | - |
| 1.36 | 0.26 | - | - | 0.601 | - | - | - | 0.31 | - | - | - | 0.24 | - |
| 1.32 | 0.24 | - | - | 0.59 | 0.513 | - | - | 0.36 | 0.32 | - | - | 0.08 | 0.24 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.4 | 0.29 | - | 0.697 | 0.624 | - | - | 0.29 | 0.26 | - | - | 0.3 | 0.49 | - |
| 1.34 | 0.25 | 0.718 | - | 0.594 | - | 0.26 | - | 0.22 | - | 0.24 | - | 0.54 | - |
| 1.32 | 0.24 | - | - | 0.617 | 0.519 | - | - | 0.37 | 0.31 | - | - | 0.03 | 0.25 |
| 1.32 | 0.24 | - | - | 0.611 | 0.512 | - | - | 0.37 | 0.31 | - | - | 0.04 | 0.26 |
| 1.36 | 0.26 | - | - | 0.595 | - | - | - | 0.31 | - | - | - | 0.24 | - |

По формуле (1), используя значение $m_H$, $\varphi_{N1}$, $\varphi_i^{\square}$, и вычисляют пористость заполнителя. При этом в формулу (1) подставляются величины $\varphi_{N1}$ в относительных единицах, отнесенных к объему навала из таблицы 1, а величины $\varphi_i^{\square}$ - также в относительных единицах, но как доля фракции 0-0.20 м из таблицы 2. Выполненные расчеты по приведенной формуле показывают, что для навалов с породами (с-1), (с-2), (с-3), (с-4) и с коэффициентом разрыхления $К_р$=1.36;1.38 число фракции равняется 8 и пористость данной фракции $ш_8$ с достаточной точностью равняется пористости навала взорванной горной массы. Как видно из таблицы 1 процентное содержание фракции 0-17.5 мм отнесенные к 0-0.20 м и развалу соответственно составляют 60.1%, 59.7%, 63.0%, 60.1% и 30.0%, 32.0%, 30.0%, 31.0%, 31.0%.

При вычислении строк с 3 по 5,8,11 и 12 таблицы 2 по формуле (1), подставляя 1=8, пористость фракции 0-17.5 мм оказалась значительно меньше пористости навала, а при значении фракции 1=7, который соответствует 0-15.0 мм, пористость ее оказалась близкой к пористости навала. Поэтому для этих навалов при лабораторных исследованиях следует взять фракцию 0-15.0 мм. При этом процентное содержание фракции 0-15.0 мм отнесенное к развалу и фракции 0-0.20 м, соответственно составило 31.0-32.0% и 51.2-56.0%.

Для навалов с актинолит гранатовыми скарнами (с-5) при значениях коэффициентов разрыхления Кр = 1.40; 1.34 для фракции 0-17.5 мм при **i**=8 ее пористость оказалась намного больше пористости навала. Для них в качестве заполнителя необходимо выделить фракцию 0-0,20 мм с числом фракций i=9, для навала с Кр=1.34 в качестве заполнителя следует рассматривать фракцию 0-30.0 мм при i=10. При значении процентного содержания (с-5) фракции 0-0.20 и менее 50% с уменьшением коэффициента разрыхления имеется тенденция увеличения числа фракции таблицы 1 отбираемых для лабораторных исследований.

Навала взорванной горной массы с процентным содержанием фракции 0-0.20 м и более 55.0% при значениях коэффициента разрыхления Кр=1.32;1.34 отмечается уменьшение числа фракций, рассматриваемых в качестве его заполнителя (табл.1).

Расчет по формуле (1) не является основанием считать, хотя некоторые значения пористости навала и его заполнителя совпадают, что она позволяет рассчитывать пористость навала. Формула (1) не учитывает формы гранул и поэтому является принципом отбора фракции для лабораторных исследований по установлению физико-механических и физико-химических параметров навала.

Выделенные фракции по физико-механическим параметрам должны соответствовать дробленой горной массе, проходящей по технологической схеме переработки, то есть их необходимо обосновать. Зависимость пористости заполнителя и дробленой массы представлена в виде фракции от гранулометрического состава формулой (1).

При определенных значениях процентного содержания пористость дробленного материала $m_c$ становится равной пористости фракции, которая выделяется в качестве заполнителя. Пористость дробленого материала определяется экспериментально, а пористость заполнителя устанавливается по формуле (1), причем устанавливаем по формуле (1) пористость фракции так, чтобы удовлетворяла равенству $m_c = m_3$. В этом случае фракции, выделенные для лабораторных исследований, по своим физико-механическим характеристикам будут наиболее близкими потоку дробленого материала. Для потока материала, перегружаемого из узла, как уже было отмечено, имеет значение распределение частиц размером до 1 мм в объеме. Отсюда следует, что необходимо установить локализованность или компактность мелкодисперсных частиц, а также частоту появления их при движении дробленного материала. Для этого отбор проб производили после каждой стадии дробления через 10 мин в течение 15 рабочих смен. При этом общее количество проб составило 720. Как показывает

анализ данных таблиц, с измельчением горной массы возрастает концентрация пыли в воздухе рабочих зон, а также доля тонкодисперсной фракции пыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чулаков П.Ч. Теория и практика обеспыливания атмосферы карьеров. – Москва: Недра, 1973. – С. 159.
2. Ушаков К.З., Михайлов В.А. Аэрология карьеров. – Москва: Недра, 1975. – С. 247.
3. Михайлов В.А., Бересневич М.В. и др. Борьба с пылью в рудных карьерах. – Москва: Недра, 1971. – С. 262.
4. Жараспаев М.Т. Еңбек қорғау және карьерлер аэрологиясы. // Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2012. – С. 361.
5. Жараспаев М.Т., Есекин Б.К. Физические основы обеспыливания при выемочно-порузочных работах. – Алматы: Казмеханобр, 1996. – С. 196.
6. Патент РК №7354. Способ лабораторного моделирования навала горной массы. // Адилов К.Н., Жараспаев М.Т., Ахмеджанов Т.К. и др. Опубл. Бюл. №4, 1995.

Rebevenoes

1. Chulakov P.Ch. Teoriya i praktika obespylivaniya atmosfery kar'erov. – Moskva: Nedra, 1973. – S. 159.
2. Ushakov K.Z., Mikhailov V.A. Aerologiya kar'erov. – Moskva: Nedra, 1975. – S. 247.
3. Mikhailov V.A., Beresnevich M.V. i dr. Bor'ba s pyl'yu v rudnykh kar'erakh. – Moskva: Nedra, 1971. – S. 262.
4. Zharaspaev M.T. Enbek korgau zhane kar'erler aerologiyasy. // Oku kuraly. – Almaty: KazUTU, 2012. – S. 361.
5. Zharaspaev M.T., Esekin B.K. Fizicheskie osnovy obespylivaniya pri vyemochno-poruzochnykh rabotakh. – Almaty: Kazmekhanobr, 1996. – S. 196.
6. Patent RK №7354. Sposob laboratornogo modelirovaniya navala gornoi massy. // Adilov K.N., Zharaspaev M.T., Akhmedzhanov T.K. i dr. Opubl. Byul. №4, 1995.

Жараспаев М., Мустафина К., Умбетова А., Пиржанова Г., Әбілжанов Д., Қазтай М.

**Зертханалық жағдайда тәжірибелік зерттеулер үшін қираған тау массаларын үлгілеу принципі**

**Түйіндеме.** Физико-механикалық және физико-химиялық қасиеттерді қалыптастыру мақсатында зертханалық жағдайда орындалатын тәжірибелік зерттеулер үшін қираған тау массаларын үлгілеу принципі қираған тау массасының қаңқа және толтырғыш фракциясы мен карьерде орналасқан тау массасының үймесінің фракциясының пайыздық қатынасын ескеретін математикалық өрнекті алуға мүмкіндік беретін толтырғыш ретінде көрсетілуіне негізделген. Мұндай жол қираған тау массаларының физикалық қасиеттерін зерттеу үшін нақты объектінің зертханалық үлгімен сәйкестігіне алып келеді.

**Негізгі сөздер:** үлгілеу, физикалық шамалар, принцип, фракция, тау массасы, зертханалық жағдайлар, кеуектілік, қопсыту коэффициенті.

Жараспаев М., Мустафина К., Умбетова А., Пиржанова Г., Абилжанов Д., Казтай М.

**Принцип моделирования разрушенных горных масс в лабораторных условиях**

Резюме. Принцип моделирования разрушенных горных масс для экспериментальных исследований в лабораторных условиях для установления физико-механических и физико-химических свойств основан на представлений навала разрушенной горной массы на скелет и заполнитель, который позволяет получить математическое выражение, учитывающий процентное соотношение фракции заполнителя и фракций навала горной массы расположенной в карьерах. Такой подход позволяет соответствие реального объекта с лабораторной моделью для исследований физических свойств разрушенных горных масс.

**Ключевые слова:** моделирование, физические величины, принцип, фракция, горная масса, лабораторные условия, пористость, коэффициент разрыхления.

Zharaspaev M., Mustafina K., Umbetova A., Pirzhanova G., Abilzhanov D., Kaztai M.

**The principle of modeling of ruined rock mass for physical experiments in laboratory conditions**

**Summary.** The principle of modeling of ruined rock mass for experimental studies in laboratory conditions for establishing of physical-mechanical and physical-chemical attributes founded on pressing of ruined rock mass on skeleton and filler, which we can explain by mathematical expression, that is to say by putting attention on percentage proportion of filler's fraction and fraction of pressing rock mass. Such approach allows to correspond real object with laboratory model for studying of physical attributes in ruined rock mass.

**Key words:** modeling, physical values, principle, fraction, rock mass, laboratory conditions, porosity, loosening coefficient.

УДК 637.03.057

**[1]М.К. Алимарданова, [1]Д.А. Тлевлесова, [1]Ф.Т. Диханбаева, [2]Ж.Ж. Смаилова**
([1]Алматинский технологический университет, Алматы,
[2]Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата)

# ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ У НОВЫХ ВИДОВ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

**Аннотация.** Рассмотрен один из предложенных вариантов методологии решения ряда практических задач при проектировании рецептуры плавленых сыров. На первом этапе была создана информационная база по химическому составу каждого компонента, входящего в рецептуру. Оптимизация базовой рецептуры реализована с использованием системы уравнений материального баланса стадии приготовления рецептурной смеси и условий по ее физико-химическому составу.

**Ключевые слова:** автоматизированный расчет рецептур, плавленый сыр; условная оптимизация, химический состав.

В условиях роста ввоза зарубежной продукции особо острым вопросом является повышение качества и ассортимента отечественной продукции. Актуальной проблемой является создание новых функциональных продуктов, лечебно-профилактического характера, позволяющих корректировать аминокислотный, жирно-кислотный, витаминный состав продукта. В последние годы широкое распространение получило направление рационального, сбалансированного питания.

Плавленый сыр — источник водорастворимых витаминов группы В. Плавление при сравнительно невысокой температуре не вызывает разрушения витаминов сырья. Кроме того, в этот сыр можно вводить дополнительное количество витаминов, а также обогащать его другими веществами, повышающими диетические свойства и питательность продукта [1]. Процесс плавления не изменяет содержания кальциевых солей в сырах. Поэтому сыры можно рассматривать как концентрат минеральных солей, жизненно необходимых человеку.

Кроме того, для улучшения вкусовых свойств и продления срока хранения при производстве плавленых сырных продуктов традиционно используют синтетические вкусовые, ароматические добавки и консерванты. В связи с этим актуальным является разработка технологии плавленых сырных продуктов с использованием натуральных добавок, прежде всего, из пряно-ароматического растительного сырья в форме порошков, экстрактов, которые обладают консервирующим действием и повышают биологическую ценность конечного продукта. Целью разработки нового вида плавленых сыров является: расширение ассортимента плавленых сыров национальным вкусом, понижение себестоимости, повышение биологической ценности. Создание плавленых сыров с национальным вкусом. Национальный вкус это вкус понятный и любимый всем с детства, вкус предпочтительной конкретной стране, ее народу.

Практическая реализация разработки состояла из следующих этапов:

1. Формирование «идеального образа» продукта;
2. Создание вариантов рецептур продукта;
3. Оптимизация рецептур по номенклатурным показателям.

Для приготовления плавленого сыра были использованы натуральные сычужные сыры, творог обезжиренный, сухое обезжиренное молоко и т.д. Собраны данные по физико-химическим показателям и активной кислотности каждого компонента. Для обеспечения процесса плавления была выбрана смесь солей-плавителей, состоящая из натрия лимоннокислого трехзамещенного и триполифосфата натрия пищевого, определенным образом подобранные смеси фосфатов и цитратов обеспечивают срок хранения без добавления антибиотиков и не влияют на вкус и цвет плавленого сыра. При выработке активная кислотность составляла 5,5.

Установлено, что на консистенцию сырной массы большое влияние оказывает содержание влаги и жира. [2].

Моделирование рецептурных смесей пищевых продуктов общего и функционального назначения находит всё более широкое применение на практике. Оптимизационные задачи, как правило, решаются по выбранным направлениям, например, химическому, минеральному,

витаминному составам, энергетической ценности. Большое внимание при этом уделяется вопросам проектирования комбинированных пищевых систем, т.е. созданию рациональных рецептур и/или оптимальных структурно-механических свойств продукта при одновременном использовании сырья растительного и животного происхождения.[3]

Для расчета рецептуры необходимо задать входные параметры рецептурнойсмеси (количество, содержание сухих веществ, жира); установить наименованиярецептурных компонентов; выделить компоненты, регулирующие входные параметры смеси и не регулирующие их; ввести технологически допустимые диапазоны содержания компонентов и выбрать группу населения, ориентированную напотребление нового продукта. Запуск расчета рецептуры инициирует выполнениепоследовательности запросов на выборку данных из справочных таблиц и вычислительных операций с ними.[4]

Научной основой современного технологического контроля качества стали математико-статистические методы.

Для определения оптимального соотношения компонентов рецептурной смеси (сырья, специй, добавок и т.д.), целесообразна оптимизация технологии составления рецептуры, так как качественные характеристики полуфабрикатов являются управляемыми параметрами в отличие от качественных характеристик конечного продукта. Оптимизация параметров смесей позволяет обеспечить получение (с большей долей вероятности) продуктов заданного качества.

Таким образом, управление созданием пищевых продуктов заданного качества во многом зависит от возможности управления в ходе технологических процессов структурой соответствующих рецептурных смесей.

Решение поставленной задачи осуществляется в несколько этапов:

1) формируется информационная карта компонентов рецептуры, химический состав ингредиентов, оптовые цены;

2) составляются балансовые линейные уравнения: по химическому составу конечного продукта (например, по материальному балансу);

3) определяются константные (неизменяемые доли, ограничения) ингредиенты (соли-плавители, растительный наполнитель, и т.д.) согласно нормативно-технической документации;

4) выбирается критерий (функция цели) оптимизации энергетической ценности продукта;

5) решается поставленная задача в компьютерной математической системе;

6) проводится анализ вариантов разработанных многокомпонентных пищевых продуктов с технологической и экономической точек зрения, и выбирают тот, который наиболее полно отвечает поставленной цели.

Баланс по общей массе смеси ( $m_{см}$ =100 кг) имеет вид [3]

$$\sum_{i=1}^{8} m_i = m_{см}$$

Решение будет следующим, при заданных ограничениях:

$$\begin{cases} B_{эт} - погрешность \le B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3 + B_4x_4 + ... + B_8x_8 \le B_{эт} + погрешность \\ Ж_{эт} - погрешность \le Ж_1x_1 + Ж_2x_2 + Ж_3x_3 + .... + Ж_8x_8 \le Ж_{эт} + погрешность \\ Б_{эт} - погрешность \le Б_1x_1 + Б_2x_2 + Б_3x_3 + ... + Б_8x_8 \le Б_{эт} + погрешность \\ З_{эт} - погрешность \le З_1x_1 + З_2x_2 + З_3x_3 + ... + З_8x_8 \le З_{эт} + погрешность \\ B_{эт} / СВ_{эт} = 1{,}2 или 1{,}5 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 100 \\ Э_1x_1 + Э_2x_2 + Э_3x_3 + .... + Э_5x_5 \ge Э_{эт} \\ x_1 \ge 0 \\ x_2 \ge 0 \\ x_3 \ge 0 \\ x_4 \ge 0 \\ x_5 \ge 0 \end{cases}$$

Где, $В_{эт}$- планируемая влажность, $Ж_{эт}$- планируемый жир, $Б_{эт}$ –планируемое содержание белков, $З_{эт}$- зола планируемого сыра, $Э_{эт}$-энергетическая ценность нового вида плавленого сыра, $x_{1,2,3..8}$ – массовые доли каждого компонента.

Следующие этапы:

1) Создать информационную карту по каждому компоненту
2) В программе MicrosoftExcelсоздать таблицу и ввести данные по каждому компоненту
3) Открыть пакет DataAnalysis и осуществить поиск решении с показанными выше ограничениями.
4) Оптимизировать, полученную рецептуру.

Массовую долю жира определяли по методу Gerber, путем центрифугирования после растворения белка серной кислотой в соответствии с ISO 2446 (ISO 2446, 2008).

Количество сухого вещества определяли методом взвешивания, путем сушки образцов при температуре 102-105 ° C (ISO 5534 | IDF 4:2004) в течении 7 часов.

Структурно-механические свойства характеризуют поведение продукта в условиях напряженного состояния и позволяют связать между собой напряжение, деформацию или скорость деформации в процессе приложения усилия. Структура сырной массы, помимо органолептической оценки влияет на целый ряд потребительских свойств. От реологических характеристик сыра зависит тип применяемого упаковочного материала, способ упаковки в индивидуальную и групповую тару, внешний вид сыра, способность выдерживать механические нагрузки, потери при порционировании, производительность упаковочного и порционирующего оборудования. Особое значение структурно-механические (реологические) характеристики приобретают при работе с мягкими сырами. [5] Органолептические характеристики, выработанных по рецептуре смоделированной по материальному балансу с помощью пакета MicrosoftExcel показаны в таблице 1. Физико-химические свойства образцов представлены в таблице 2.

Таблица 1. **Органолептические характеристики образцов плавленого сыра**

| Образец № | 3 | 1 | 2 | 4 | 7 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Массовая доля сухих веществ. % | 45 | 45 | 45 | 40 | 40 | 40 |
| Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество. % | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Вкус и запах | Нежный слегка чесночный, сырный | резкий чесночный | выраженный чесночный | Сырный островатый | Нежный слегка чесночный с сырным оттенком | Нежный слегка чесночный |
| Баллы | 15 | 13 | 14 | 15 | 15 | 15 |
| Консистенция | Однородная | Однородная | неоднородная | Однородная без включений | с вкарплениями наполнителя | с вкраплениями наполнителя |
| Баллы | 9 | 8 | 8 | 7 | 8 | 9 |
| Цвет | салатный | зеленый | светло зеленый | светло салатовый с вкраплениями наполнителя | Кремовый с вкраплениями наполнителя | Молочный с вкраплениями наполнителя |
| Баллы | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Вид на разрезе | без включений | Без включений | Неоднородный | с вкраплениями наполнителя | с вкраплениями наполнителя | с вкраплениями наполнителя |
| Баллы | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Суммарный балл | 28 | 25 | 25 | 24 | 27 | 28 |

Таблица 2. **Физико-химические характеристики образцов плавленых сыров**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Массовая доля сухих веществ, % | 40±0.1 | 40±0.15 | 40±0.2 | 45±0.1 | 45±0.1 | 45±0.15 |
| Массовая доля жира. % | 20±0.3 | 20±0.15 | 20±0.21 | 20±0.15 | 20±0.15 | 20±0.18 |
| В/СОВ | 1,5±0.1 | 1,5±0.3 | 1,50±0.18 | 1,20±0.18 | 1,20±0.18 | 1,2±0.1 |
| Предельное напряжение сдвига | 536±0.15 | 537,00±0.12 | 536±0.15 | 536,00±0.15 | 537,0±0.1 | 536,00±0.1 |

По результатам экспериментов наилучшим были выявлены образцы:

1. с соотношением В/СОВ 1,2 под номером 3, с массовой долей сухих веществ 45 % и массовой долей жира 20 %, так как данный образец получил самые высокие баллы, имел мягкую нежную консистенцию, однородную массу, приятный вкус и запах.

2. с соотношением В/СОВ 1,5 под номером 6, с массовой долей сухих веществ 40% и массовой долей жира 20 %, так как данный образец получил высокие баллы, имел мягкую слегка намазываемую консистенцию, приятный слегка сырно- чесночный вкус и аромат.

Полученное математическое решение рецептуры плавленого сыра позволило получить продукты с разными вкусовыми характеристиками, но одинаковой консистенции в зависимости от заданного соотношения В/СОВ.

Экспериментальным методом определили оптимальную дозу смеси солей-плавителей. При добавлении 1,0% смеси солей-плавителей наилучшие органолептические показатели плавленого сыра - 26,1 балла достигались при вымораживании сыров, используемых в рецептуре, при температуре плавления в пределах от 75,2 до 79,8°С.

При добавлении 1,5% смеси солей-плавителей изменение балльной оценки плавленого сыра составляло от 22 до 26,5 баллов, наилучшие показатели наблюдались при вымороженных сырах и при максимальных скоростях перемешивания, при этом температура плавления находилась в пределах от 75 до 79,2°С.

При добавлении 2% соли-плавителя наблюдалось наибольшее значение балльной оценки, органолептические показатели имели при плавлении без заморозки, при этом температура плавления лежала в диапазоне 75...77,8°С.

Автоматизированное проектирование рецептур позволяет заметно ускорить процессы расчёта и оптимизации состава сложных многокомпонентных продуктов питания, создавать продукты с заранее заданным химическим составом, пищевой ценностью и функциональной направленностью, оперативно реагировать на изменение свойств и видов

сырьевых ингредиентов.[3]

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюхова С.И., Черноголовин С.Ю., Чебаньков П.В. Разработка технологий новых видов плавленого сыра «Сюрприз» и «Чебчер». // Научно-техническая конференция ОмГАУ «Совершенствование производства молочных продуктов»: Тез.докл.- Омск: изд-во ОмГАУ, 2000.- с.32.

2. Баркан, С.М. Плавленые сыры / С.М. Баркан, М.Ф. Кулешова. – М. : Пищевая промышленность, 1967. – 283 с.

3. Е.И. Муратова. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания/С.Г. Толстых, С.И. Дворецкий, О.В. Зюзина, Д.В. Леонов.-Тамбов.: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011.-76 с.

4. Зеленина Л.С., Зюзина О.В. , Разработка поликомпонентных пищевых систем

методами компьютерного моделирования//ISSN 0136-5835. ВестникТГТУ. 2011. Том 17. № 4. Transactions TSTU, С. 992-1000

5. Захарова Н.П. Научное обеспечение, производственная и сырьевая база увеличения выпуска плавленых сыров в России // Сборник материалов III научно-практической конференции «Развитие масложировой, маслодельной и сыродельной промышленности». 7-10 июня 2005 года. М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005, С. 26-28.

REFERENCES

1. Artyuhova SI, Chernogolovin SY, Chebankov PV Development of technologies for new kinds of processed cheese "Surprise" and "Chebcher." // Scientific and Technical Conference OmGAU "Improving the production of dairy products": Tez.dokl.- Omsk: Publishing House OmGAU, 2000.- p.32.

2. Barkan, S. Cream cheese / SM Barkan, MF Kuleshov. - M.: Food Industry, 1967. - 283 p.

3. EI Muratov. Computer-aided design of complex multicomponent food / SG. Thick, SI Butler, OV Zyuzin, DV Leonov. Tambo .: VPO "TGTU", 2011.-76.

4. Zelenina LS, OV Zyuzina , Development of multicomponent food systemsComputer simulation // ISSN 0136-5835. VestnikTGTU. 2011. Volume 17. № 4. Transactions TSTU, C. 992-1000

5. Zakharova NP Scientific support, production and resource base increase in output of processed cheese in Russia // Proceedings of the III scientific-practical conference "Development of oil and fat, dairy and cheese-making industry." 7-10 June 2005. M .: Publishing complex MGUPP, 2005, pp 26-28.

Алимарданова М.К., Тлелесова Д.А., Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж.

**Математикалық модельдеумен балқытылған ірімшіктің жаңа түрлерінің тұтыну қасиеттерін қалыптастыру**

Балқытылған ірімшік рецептурасын жобалау кезінде бірнеше тәжірибелік есепетерді шешуге арналған әдістеме қарастырылған.

Бірінші қадамда рецептураға енгізілген әрбір компонентінің химиялық құрамы туралы ақпараттық базасы қалыптастырылды. Базалық рецептураның оңтайлату материалдық баланс теңдеулер жүйесін қолдану арқылы, физика- химиялық құрамы бойынша рецептуралық қоспаны дайындау кезеңінде жүзеге асырылады.

**Түйінді сөздер:** кілегейлі ірімшік автоматтандырылған есептеу; шартты оңтайландыру, химиялық құрамы.

Alimardanova M.K., Tlevlesova D.A., Dihanbaeva F.T., Smailova J

**Formation of consumer properties of the new types of processed cheese using mathematical modeling.**

Considered one of the options proposed methodology for solving a number of practical problems in the design of formulations processed cheese. The first step was an information base on the chemical composition of each component included in the formulation. Optimization of the base formulation is implemented using a system of equations of material balance preparation stage prescription mixture and conditions on its physical and chemical composition.

**Keywords:** automated calculation of recipes, cream cheese; Optimization conditional chemical composition.

**Г.Ә. Елшібек , Г.А. Мұқанова**
(Әл- Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазахстан Республикасы, E-mail: mysterionka@mail.ru)

## ЭКО ҮЙДІҢ КОНЦЕПЦИЯСЫНЫҢ ІСКЕ-АСУЫ

**Түйіндеме:** Бұл ғылыми жұмыста “Эко шатыр” жобасы ұсынылған. “Эко шатыр” жобасы қазіргі заманда өте қажетті және қолжетімді жоба ретінде қызығушылық тудыруы қажет.

Қазақстанда нағыз таптырмас ой екендігіне күмән келтірмейді, себебі экологиялық мәселелердің бірі атмосфераның ластануында. Сонымен қатар құрылыс нысандарында да тұрғылықты үйімізде өсімді ортаның жетіспеулшілігі байқалады. Әрі табиғи жағдайдағы өсімді орта ауа тазартқыш көп күтімді қажет етпейтін дүние.

Болашақ ұрпақтың таза табиғи ортамен байланысын үзбейтін, жаңа көзқараспен қарасын десеңіз таптырмас ұсыныс екенін ұмытпағаныңыз абзал.

**Кілттік сөздер:** Эксплуатациялық қабат, рулонды гидроизоляция; топырақтың деградациясы, “Грасс-селл”жүйесі, жылулық изоляциясы, пенополистиролды, битумдық эмульсиялармен, полистиролдық шариктармен, нейлон, фольга;

Қазіргі заманымыздағы қоршаған ортадағы экологиялық дағдарыс жер бетінің, әрбір бөлшегі, қымбат екендігіне көз жеткізуде. Қоршаған ортамыздың ластануы, табиғи ресурстарымыздың сарқылуы, топырақтың деградациясы, жерлердің жарамсыз қалауына байланысты, тұрақсыз дамудан тұрақты дамуға өтуге, табиғи ресурстарды тиімді пайдалануға, баламалы энергия көздерін пайдалану

арқылы экологиялық дағдарыстың алдын алу үшін әлемде және біздің елімізде көптеген жұмыстар атқарылуда.

Осы жұмыстардың нәтижесінің бірі тұрақты, дамуға көшудің шарты ретінде «экологиялық тұрғын үй» көптеген экологиялық мәселелердің негізгісі болып табылады. Экологиялық тұрғын үйдің құрамдас бөліктері табиғи материалдардан жасалған, адам денсаулығына зияны болмау қажет. Олар қуатты қайта өңдейтін, тұрғын үйді жылытатын күн батареялары, органикалық қалдықтардан алынған ас үйдегі биогаз плиталары және әртүрлі мақсатта қолданылатын жасыл өсімдік бақтары [1]. Әрине бұл бақ тек үй ішінде ғана емес, үйдің шатырында да болуы қажет. Мүмкін бұл шатыр экологиялық апаттан құтқаратын адам ұмтылған болашақтың идеалды үйі болатын шығар.

Алматы қаласының экологиялық жағдайы көңіл толтырарлықтай емес. Қоршаған ортаны қорғаушылардың міндетін керісінше орындау бірінші көзге түсуде. Өмір сүру маңызын жақсартуда қолдан жасалған жасыл алқаптардың санын көбейтіп, шатырларды жасылдандыру арқылы мәселелердің шешімін табуға болады. Шатырдағы тірі өсімдіктердің көрінісі экологиялық бағыттың басты белгісі болып есептелінеді. Бірақ бұл бағытқа архитекторлар мен құрылысшылардың немқұрайлы қарауы кедергі болуда.

Қала шатырларында жасыл өсімдіктердің өсуі, қала ортасын экологиялық сауықтырудың бірден бір символы болып табылады, өкінішке орай еліміздің архитекторлары мен құрылысшылары бұл бағытта жұмыс жасауға дағдыланбаған.

Өндіріс орындарының, қоғамдық ғимараттар мен тұрмыстық үйлердің шатырлары, қаланың территориясы үшін таптырмайтын қор болып табылады. Шатырлар қаланың архитектуралық ландшафты үшін, әр түрлі мақсатта қолданылады, бірақ оны өз кезегінде бақтар, бульварлар, скверлер және басқа да нысандар үшін жасанды орта ретінде пайдалануға болады [1]. Жасыл шатырлар ғимараттың құрылымдық зақымданудан қорғайды, тозып кетуден сақтайды. Өсімдік ылғалды сіңіру арқылы суды сыртқа шығарудың жүктемесін азайтып, нәтижесінде апаттық су тасқындарының алдын алады.

Заманауй ғимараттардың дәстүрлі технология бойынша салынған шатырлары ыстық күндерде 80 °С дейін ысып кетеді, олар өздерінен ыстықты ғана бөліп қоймай, сонымен қатар зиянды заттарды да бөледі, бұл қаланың ауа бассейнінің жағдайының нашарлауына себеп болып, климатқа жағымсыз әсер етеді [2]. Заманауй қалаларда шатырларды көгалдандыру осы мәселенің алдын алудың бір жолы деп есептесе болады. Шатырдағы өсімдіктің өсуі шаң-тозаңды азайтады. Сонымен қатар, өсімдік қабаты зиянды электромагнитті сәулеленуді азайтып, шатыр жабындысының құрылымын ультракүлгінді сәулеленуден қорғайды. Көгалдандыру шатыр жабынына қосымша жылу беріп, механикалық зақымданудың алдын алады.

Шатырларды көгалдандыру шудан қорғайтыны дәлелденген. Дыбыс толқындары өсімдік ұлпаларына сіңеді әсіресе ғимараттардың жоғарғы қабаттарында. Тек шатырдағы өсімдік арқылы ғана құрылыстағы шудың деңгейін 2 ден 10 децибелге дейін төмендетуге болады екен. Бұл мәселе ірі магистральдар мен авиациялы трассалардың маңайында орналасқан аудандар үшін өте маңызды [3].

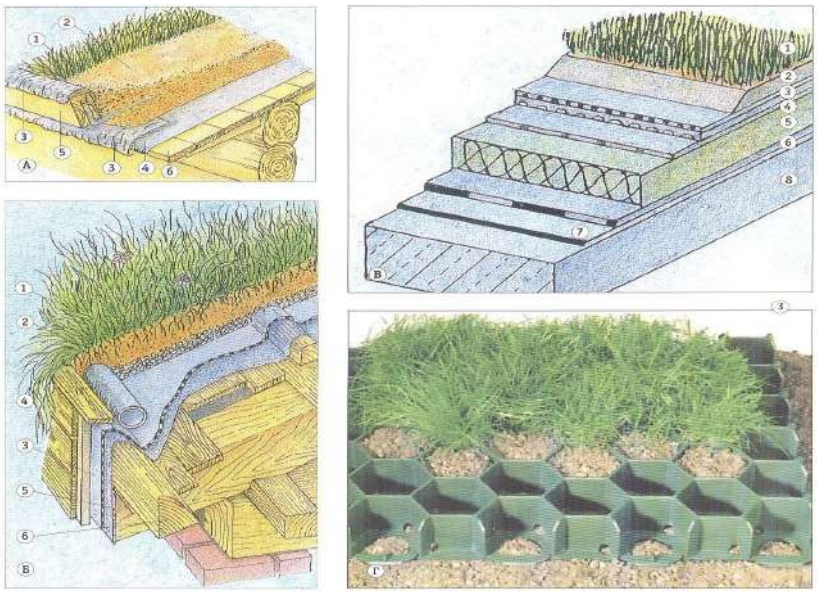
Шөппен жабылған өсімдік жамылғысының топырақ қабаты, 20 % дейін атмосфералық ылғалды ұстап тұра алады [2]. Ақырын булану ауаның ылғалдануын жоғарылатып, табиғи судың тазаруын қамтамасыз етеді, ауа және су айналымы табиғатқа қайтымды түрде жүзеге асады. Өсімдік шаңды, улы газдарды, көмір қышқыл газын сіңіре отырып ауаны микробтардан сақтап тазартады.

Жұмыстан қажып шаршап келе жатқан адам шатырдағы табиғи өскен топырақтың жасылданғанын байқайды. Олардың тіршілік үшін күресіп, топыраққа тамырларымен бекіп алып сыртқы орта жағдайына төзіп өскенін көреді. Мұнда табиғи ортада өмір сүріп жүрген құстар сайрап, ұя салып, топырақты тыңайтады. Осындай көріністі көрген адамның көңілі сергіп бойына қуат бітіп, болашаққа деген сенімі күшейеді. Осы бағытта жасыл шатыр технологиясының болашақ ұрпаққа экологиялық мәдениет пен экологиялық тәрбие беруде маңызы зор.

Ал ұсынып отырған осы жұмысымыздың **негізгі өзектілігі** – бұрын біздің елімізде қалыптаспаған эко үйдің шатырларының жасылдануының қоршаған ортаға, адам денсаулығына әсерін зерттеу, оның артықшылығын анықтау, ғылыми негізін жасау.

Бұл мақсатта біз кәдімгі бірнеше қабаттан тұратын ылғалға тұрақты орам жабынды ұсынамыз. Бұл көп қабатты орам құрылымды құру үшін шатырға оқшауланған қабат, өсімдік тамырын сақтап

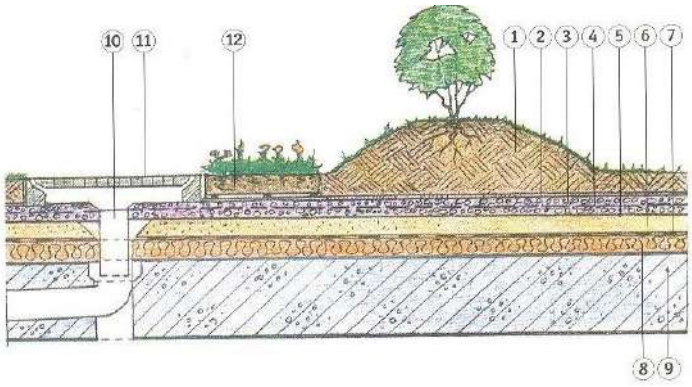
тұратын қабат, қосылады (1- сурет). Бұл қабат шатырда өсімдік тамыры өскенде оны тесіп зақымдамайды.



**1-сурет** Жасыл шатырлардың құрылымдық көрінісі (экстенсивті көгалдандыру)
*Шөптесін шатырдың құрылымы:*
***А**- дәстүрлі шөптесін қабаттың ағаш беткейіндегі көрінісі:*
*1- егін;2- өсімді қабат;3- текстильді қабат;4- тақтайлы тегістегіш;5- ағаш кесіндісі;6- тақтайшалар;*
***Б**- Заманауи қаптама: 1-өсімді қабат;2- қиыршық тастардың беткейіндегі өсімді қабат;3-тамырдың кеңеюіне қарсы фольга;4-су тартқыш құбыр;5-рулонды гидроизоляция;*
***В**-бетонды қабаттағы өсімдікті күту:1- рулонды газон;2- фильтрлі қабат;3-дренаржды қабық;4- тамырдың кеңеюіне қарсы фольга;5- жылулық изоляциясы;6-гидроизоляция;7- тегіс қабат;8-темірлі бетонды плита;*
***Г**- "Грасс-селл"жүйесі автотұрақтарда қолданылатын ауыр салмақты да көтере алатын газонды шатыр*

Тағы бір маңызды жағдай, ол шатырдың қосымша салмаққа тұрақты болуы, себебі эко шатырды адамдар демалу үшін тұрақты пайдаланады. Эксплуатация жасалмайтын шатырларды экстенсивті шатырлар деп атайды, ал интенсивті жасыл шатырларға қосымша жүктемені ұстап тұратын қабатты орналастыру міндетті.

Экошатырдың толық құрылымы оның салмағы мен қолданыстағы мақсатына, қабаттардың құрамына, санына, қалыңдығы мен өзара орналасуына тәуелді (2- сурет).



**2-сурет.** Интенсивті шатыр-бағының кескінінің көрінісі:
*1 -өсімді қабат; 2-фильтрлі қабат; 3- кәріз; 4- су деңгейі; 5-тамыр жүйесін тұрақтандырғыш қабат; 6-тегістегіш қабат; 7-гидроизоляция; 8-жылуизоляциясы; 9-темірлі бетонды қабат; 10-ағынды су жолы; 11-судың бірқалыпты ағылу жолы; 12-гүлдерге арналған контейнер.*

Екі жағдайда да ғимараттың жүктемесін есептей отырып, оның фундаментімен қабырғасына түсетін салмақты есепке алады. Сонымен жасыл шатырлардың дәстүрлі шатырлардан айырмашылығы өсімдіктердің өсуі үшін қосымша ғимарттың орнын талап етеді. Егер құрылысты жобалау кезінде барлық жағдайды ескерсе онда жасыл шатырлардың эксплуатацияльнуының жетістікке жететіні қамтамасыз етіледі.

Жасыл шатырлардың толық құрылымдық сызбанұсқасы мына қабаттардан тұрады:

1. Эксплуатациялы қабат- ағзалар қоректеніп тіршілік ететін топырақ төсеніші қабатынан тұрады . Оның қалыңдығы 2-3 см болатын, ауа өткізгіш ұсақ саңлаулары бар жасанды қабат. Бұл қабаттың үстінен борпылдақ ұнтақталған материал төселеді. Ол ұсақ тастардан немесе тастардың үгітінділерінен тұрады, оның қалыңдығы 5 см болады, бұл қабат топырақтың жоғарғы бөлігін желден және артық тұзданудан сақтайды.

2. Сүзгіш қабат- көбінесе сүзгіш қабат үшін шыны тәрізді жеңіл, сабау сияқты қалыңдығы 1 см болатын қондырғыларды 3-10 см тереңдікте нығыздап басып орналастырады. Сүзгіш қабатта жақсы нәтижеге жету үшін геотекстильді немесе полипропиленнен, полиэфирден жасалған материалдардың талшықтарын төсеу керек. Одан басқа, формальдегидті көпіршіктер, ылғалды жинақтайды. Көптеген аймақтарда сабаннан жасайтын дәстүрлі қабаттарды да төсейді.

Сүзгіш қабат пен субстрат арасында өсімдіктің тамыр жүйесі жақсы бекітілу үшін полипропиленді тор төселеді

3. Кәріз- қазіргі түрлері пенополистиролды, битумдық эмульсиялармен, полистиролдық шариктармен, нейлон, синтетикалық материалдардан жасалынады .Олардың көлемі 4 - 10 см болады. Ал егер қатты нығыздалған болса 1- 3 см дейін көлемді болады. Ауа өткізгіш саңлауларының көп болуына байланысты жеңілдей береді.

4. Тамыр жүйесін тұрақтандырғыш қабат - тамырлардың су немесе қорегінің жетіспеушілігінен шағын тесіктерді, ашық жерлерді бөгеп өсіп кете беруін алдын алатын қабат. Бір уақытта жылу тартқыш әрі тамырлы жүйенің көбеюінің алдын алатын оттегімен мен шыныдан жасалған материал фомглас деп аталады. Ол қатты пеноплиталар қышқыл мен бактериалды ортада төзімді.

Жасыл шатырларда өсетін өсімдіктердің жинағы бұталар мен ағаштардан, шөптесін және қылқан жапырақты өсімдіктерден тұрады. Сондай-ақ әдемі гүлдейтін бұталарға ерекше көңіл бөлінеді. Мысалы өзен жағалауындағы қайыңды шатыр бағы үшін ыңғайлы өсімдік болып табылады. Раушан гүлдері бақ үшін әдемі, күтімді көп қажет ететін өсімдік [4].

Қылқан жапырақты өсімдіктерден арша мен шыршалар көбірек қолданылады (кесте-1). Лианалар мен көгалдандыру алаңдарына тән шөптесін өсімдіктер де қолданысқа ие. Төменде 1- кестеде жобада зерттелген өсімдік түрлері келтірілді [4].

1-кесте. **Жасыл шатырларда өсетін ағаштар мен бұталардың жинағы.**

| № | Өсімдік түрі | Морфологиялық ерекшеліктері |
|---|---|---|
| Қылқан жапырақты ағаштар мен бұталар | | |
| 1 | Кәдімгі шырша | Биіктігі 1-3 м ағаш, конус немесе өткір рирамида тәрізді, қызыл бозғылт түсті немесе сұр бұтақты. Қылқандары жасыл түсті. Жемісі қылқаннан бөлектеніп тұрады. |
| 2 | Тікенді шырша | Конус тәрізді бұталарының ұшы, қылқан жапырақтары жерге дейін түскен. |
| 3 | Казацкий аршасы | Аласа бойлы бұтағы кеңінен жайылған ашық жасыл түсті қылқанды жапырақтары бар, жемісі бозғыл қара түстен қою сұр түсті. |
| 4 | Тау қарағайы | Ағаш бұтақталған, бұтақтарының ұшы дөңеленген жұмыртқа тәрізді, бұтақтары жоғары ға қарай бұтақталып өседі. Қылқандары қою жасыл. |
| Жапырақты ағаштар | | |
| 5 | Бұтағы салбыраған күміс, ақ тал | Биіктігі 10 м. жапырағы сызықты ланцетті, күміс жасыл түсті, екі жағынан қою ақ түсті түктері бар. Бұтақтары жұмсақ иілген. |
| 6 | Татар клені | Ірі бұтақты немесе аса үлкен емес ағаш қабығы қара түсті. Биіктігі 9 м. Жапырақтары жұмыртқа тәріздес, ұзындығы 10 см. Қою жасыл түсті. |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | Кәдімгі шетен жидегі | Биіктігі 10 м болатын ағаш немесе ірі бұта. Жапырақтары күрделі, тақ қауырсынды, ұзындығы 20 см, түсі жасыл. Гүлінің түсі ақ. |
| 8 | Алматы апорты алмасы | Биіктігі 5 м ге дейн баратын ағаш тәрізді өсімдік. Жапырағы ұзынша жұмыртқа тәрізді. Гүлдері ақ. Ерте көктемде гүлдейді. |
| 9 | Кәдімгі барбарис | Аласа бойлы биіктігі 1м бұта. Қою қоңыр түсті бұталы. Жіңішке тікендері бар. Жемісі жалтырап тұратын қызыл түсті. |
| 10 | Қарапайым долана | Бұта немесе ағаш, бұтақтары симметриясыз орналасқан, тікенді бұталары бар, гүлдері ақ немесе күлгін, жемістері қызыл. |

Жоғарыда кестеде конкурстың талабына сай жұмыс 30 беттік болған соң өсімдік түрлері қысқартылып алынды және қысқаша сипаттама берілді [4]. Экологиялық бағыттардың бірі, әр ғимараттың шатыры жасыл шатырға айналуы басты назардағы шешім. Эко шатырлар құрылымы жағынан табиғи орта құруда, биоалуантүрлілікті сақтау үшін де өз үлесін қосады.

Құрылыс нысандарының қолданысқа берілуі бірінші кезекте жасылдануымен аяқталуы тиіс. Экологиялық қызметтің фитоценозды әсері: шаңдардан, жауын-шашыннан, дыбыстардан, газданудан қорғап қана қоймай құрылысқа әсем де көркем сипатын сыйлайды.

Біздің ойымызша әрбір ғимараттың бос жатқан аймақтарын фитоценозбен қаруландыруға болады. Егер де біздің елімізде үлкен қалаларда ғимараттардың жоғарғы бөлігіне жасыл бақтар өсіретін болсақ, ол орындарды әкімшілік қоғамдық орын ретінде, іскерлік кездесуге пайдалануға, конференциялар өткізуге, сырттан келген қонақтарды күтуге т.б. қызметтерге қолданса денсаулыққа өте пайдалы болар еді.

Өсіп келе жатқан ұрпаққа экологиялық тәрбие беруде эко шатырлардың алатын орны екрекше. Экологиялық дағдарыс заманында, адамдарға бір уақыт міндетті қолайлы жағдай жасап, табиғаттың ауасымен демалар еді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қаланың жасылдануға көшуі тек экожүйені сақтауға ғана емес, сонымен қатар адамдардың демалыс орны ретінде және де қарбаластықтан, қаланың жағымсыз әсерлерінен, қажудан қорғайтын таптырмас орын болып табылады. Қазіргі таңда жасылдану дәстүрлі түрде парктерде жақсы сақталған. Соңғы жылдарда ықшам аудандарда, үй маңында, қала маңайларында жасыл шекараларға көңіл бөлген.

Архитектура әлеуметтік, бейнелеу және ақпаратты, оқытып бағыттайтын ғылым саласы. Ол тек функциональді құрылыс үшін ғана емес әлеуметтік өзгеріске және экологиялық дағдарысқа, ғаламдық жылынуға қарсы әсер етуші.

Сондықтан осы жобада тұрғын үйлердің әртүрлі көлемді деңгейдегі сыртқы және ішкі ортаның әсерлерінің, адам мен өсімді ортаға қолайлы болуын қарастырдық. Сонымен қатар әлеуметтік көзқараста тұрақтылығын назардан тыс қалдырмадық.

Жасыл шатырларды көбейту жаңа салынған ортада, әртүрлі деңгейде, халықтың өмірін жақсартады. Экологиялық тәрбие береді.

Егер жасыл шатырлар біздің елімізде мектептерде, жұмыс орындарында, әкімшілік мекемелерде, тұрғын үйлердің ғимараттарында орналасса адамдардың жағдайын жақсартып әлеуметтік мәселелердің алдын алуға көмек көрсетеді.

Жасыл шатырлар архитекторлық көзқарастың негізі ретінде көптеген табиғи ортада климаттың қатал мінезінен қорғанудың бірден-бір амалы.

Қазіргі үйлердің ыстық күнде қызып кететіні, сонымен қоймай ауаға және климатқа зиянды сәуле таратуы баршаға мәлім. Жасыл шатыр мұндай мәселелерге жол бермейтініне жоғарыда көз жеткіздік.

Зерттеу жұмысында көрсеткендей жаз айларында ыстық мезгілінде үй шатырының температурасы 25 С- қа төмендейді екен. Жасыл шатыр тек жаз айларында ғана емес қыс айларында да жылуды сақтап тұратын қасиетке ие. Тағы бір айта кететін жәйт жердегі бақ пен шатыр бағының айырмашылығы жаз айларында шатыр үсті бағының температурасы төменгі үй бөлмелерін салқындатып ұстайды. 17-18 С қалыпты ұстайды бұл да жасыл шатырдың ерекшелігі екенін байқауға болады.

Шатырлы өсімдіктер шаңдану кезінде оны төмендетеді. Өсімді қабат электромагнитік, ультрафиолетті сәуледен қорғайды. Механикалық зақымданудан қорғайды. Зерттеу барысында тағы бір анықталған қасиеті дыбыстан қорғаушы қызметі бар.

Экологиялық тұрғыда адамның пікірі мен психологиясының, қажеттіліктерін қамтамасыз ету мақсатында жасыл шатырларды қалыпты дағдыға айналдыру керек.

Соңында бұл- бақ үйде ғана емес, шатырда да өседі. Адам экологиялық апаттың алдын алу үшін осындай қадамға аяқ басуда. Биік ғимараттарда жұмыс жасайтын адамдардың табиғатпен байланысы мүлдем жоқ. Ондай жағдайда адамдар шаршаңқы, жағымсыз әсерде болады.

Жасыл шатыр мұндай жағдайда - парк ретінде, серуендеуге аллея ретінде де, балаларды тәрбиелеуге таптырмас шешім. Табиғатта демалу сонымен қатар жұмыс жасау адамның психологиясын және денсаулығын сақтауда таптырмас орын.

Экоүй автономдық аз қабатты үйлердің табиғи заттар көздерін тұтынатын сонымен қатар, аз қалдықты энергоүнемдеуіш үй. Экоүй - ашық жүйелі, қоршаған ортамен тығыз байланысқан экожүйелер болып саналады.

Тұрғын аудандардың басты құрылысы үй құрылысының көлемі мен түрінің басты бөлігі болып саналады. Құрылыстардың барлығында экологиялық ортаға мән бермеген. Біздің жобада экоүйлердің концепцияларына бірнеше тапсырмалар мен ұсыныстар айтылды.

Экологиялық тұрғын үй- қоршаған ортаға зиянсыз ыңғайлы, қолайлы болып келеді..

Экоүй барлық адамдардың қалтасы көтеретіндей бағада болуы тиіс. Экоүй деген түсінікте дала құрылысы мен үй айналасындағы жерлер, биоботаникалық аймақ, бау-бақшасымен, демалатын орнымен беріледі.

Барлық елдерде экоүйге көшу қарқынды түрде жүрсе қаланы ғана емес алып жерді қорғауға күшіміз жетер еді.

Қорыта келгенде айтатынымыз жасыл шатырдың ерекшелігі, энергияның шығындары жылуға және салқындатылуға жұмсалады. Жаңбырмен түскен ауыр металдар және улы заттарға сүзгіш ретінде қызмет атқарады. Көмірқышқыл газдарының алдын алып, тынысалу жүйесінің ауруларын болдырмайды. Шумдардың және жағымсыз дыбыстардың жиілігін топырақ қабаты өткізбейді.

Бау-бақша мен экошатырлардың айырмашылығы бар, бірақ қойған мақсаты бір. Қоршаған ортада адамдардың денсаулығын жақсартуда, өмір сүруі мен болашақ ұрпақ үшін табиғатты аялауда тәрбиесі зор. Мүгедектер, жасы келген қарт адамдар үшін де табиғатпен байланысын жақсартуда үлес қоспақ. Бүлдіршіндерге алаңқайлар мен бақтардың рөлін атқарады. Шатырға мектеп балалары мен студенттер үшінде таптырмас жер болады.

Ал кеңсе жұмыскерлеріне демалыс орнын туғызады. Жұмыскерлерді серіктестікке шақыруда, жарнамалық орын ретінде өте ыңғайлы нысан. Қазіргі заманда, әлеуметтік мәселелердің ең өзектісі транспорттық немесе магистралді жолдардың, жүргінші жолдар мен автотұрақ орындарының бір-біріме өте тығыз орналасқандығында.

Сондықтанда бұл экошатыр идеясы барлық адамдардың қызығушылығын арттырады деген ойдамын.

Жасыл шатырлар технологиясы біздің елімізде жоқтың қасы, сондықтан да эко үйдің технологиясын дамыту өте өзекті мәселе.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ю.В. Алексеева Градостройтельные основы развития и реконструкции жилой застройки. М. Издательство ассоциации стойтельных вузов, 2009-640 с.

2. Роаф Сюзан, Городская культура и изменение климата.// Современный город: Архитектура и экология. Алматы 2008 г. 66-74 с.

3. Передельский Л.В. Строительная экология. Ростов на Дону, 2003. Изд. «Феникс». 320 с.

4. Н. Титова «Сады на крышах». Москва. «Олма-Пресс Гранд». 2003. 112с.

REFERENCES

1.Y. C. Alekseeva GRADOSTROITEL basis for the development and reconstruction of residential development. M. Publishing Association stoitelnyh universities, 2009year. Page 640.

2. Roof Susan, Urban culture and climate change.// Modern city: the Architecture and ecology. Almaty 2008 year. Page 66-74.

3. Peredelski L.V. Construction ecology. Rostov-on-don, 2003. Ed. "Phoenix". Page 320 .

4. N. Titov "roof Gardens". Moscow. "OLMA-Press Grand. 2003 year. Page 112.

Елшібек Г.Ә., Мұқанова Г.А.

**Эко үйдің концепциясының іске-асуы**

**Түйіндеме:** Бұл ғылыми жұмыста “Эко шатыр” жобасы ұсынылған. “Эко шатыр” жобасы қазіргі заманда өте қажетті және қолжетімді жоба ретінде қызығушылық тудыруы қажет.

Қазақстанда нағыз таптырмас ой екендігіне күмән келтірмейді, себебі экологиялық мәселелердің бірі атмосфераның ластануында. Сонымен қатар құрылыс нысандарында да тұрғылықты үйімізде өсімді ортаның жетіспеулшілігі байқалады. Әрі табиғи жағдайдағы өсімді орта ауа тазартқыш көп күтімді қажет етпейтін дүние.

Болашақ ұрпақтың таза табиғи ортамен байланысын үзбейтін, жаңа көзқараспен қарасын десеңіз таптырмас ұсыныс екенін ұмытпағаныңыз абзал.

**Кілттік сөздер:** Эксплуатациялық қабат, рулонды гидроизоляция; топырақтың деградациясы, “Грасс-селл”жүйесі, жылулық изоляциясы, пенополистиролды, битумдық эмульсиялармен, полистиролдық шариктармен, нейлон, фольга;

Елшибек Г.А., Муканова Г.А.

**Осуществление концепций эко дома**

**Резюме:** Работа посвящена изучению “Эко крыш. В Казахстане это идея является выгодной, потому все экологические проблемы связаны с атмосферным загрязнением.

Будущее поколение имеет права на чистый воздух и это в наших руках. Это идея должна заинтересовать всех.

**Ключевые слова:** Эксплуатационный слой, рулонный гидроизоляция; деградация почвы, “Грасс-селл” система, изоляциясы теплоты, пенополистирол, битумный эмульсия, полистирольный шарик, нейлон, фольга;

Elchibek G. A., Mukanova G. A.

**The implementation of the concepts of eco homes**

**Summary:** the article is devoted to the study of “Eco roofs”.“Eco roof” project which is very interested in these days.

In Kazakhstan this idea is best, because all environmental problems associated with atmospheric pollution. And even in building homes that we live in lacks vegetation. The plant has a quality ocidate air independently. Future generations have a right to clean air and it's on our hands. This idea should appeal to all.

**Key words:** Operational layer, roll waterproofing; soil degradation, “grass-cell” system, isolates warmth, polystyrene, bitumen emulsion, polystyrene bead, nylon, foil

УДК 621.9.047/.048

**[1]Платонова Е.С., [1]Жетесова Г.С., [2]Юров В.М., [2]Гученко С.А.**
([1]Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
[2]Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан)

# ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

**Аннотация.** В работе приводятся экспериментальные данные по жаростойкости и твердости многоэлементных ионно-плазменных покрытий, нанесенных на детали тепловых электростанций. Использовались композиционные катоды, полученные методом индукционного плавления. Наибольшей жаростойкостью и твердостью обладает покрытие Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti, а наименьшей - Fe-Al-Ti. Поскольку толщина покрытий составляет от 4 до 6 мкм, то нанесение многоэлементных покрытий экономически более выгодно, чем использование дорогостоящих жаростойких сталей и сплавов.

**Ключевые слова:** покрытие, жаростойкость, микротвердость, структура, композиционные катоды.

Большинство деталей механизмов и агрегатов тепловых электростанций работают в экстремальных условиях: высокие температуры, давления, абразивный износ [1].

Среди методов нанесения защитных покрытий, основанных на воздействии на поверхность детали потоков частиц и квантов с высокой энергией, большое внимание привлекают вакуумные ионно-плазменные методы [2]. Характерной их чертой является прямое преобразование электрической энергии в энергию технологического воздействия, основанной на структурно-фазовых превращениях в осажденном на поверхности конденсате или в самом поверхностном слое детали,

помещенной в вакуумную камеру. Основным достоинством данных методов является возможность создания весьма высокого уровня физико-механических свойств материалов в тонких поверхностных слоях, нанесение плотных покрытий из тугоплавких химических соединений, а также алмазоподобных, которые невозможно получить традиционными методами.

В настоящей работе представлены экспериментальные результаты по нанесению ионно-плазменных многоэлементных покрытий на детали тепловых электростанций.

**Объекты и методика эксперимента.**

Для нанесения покрытий на детали тепловых электростанций (ТЭЦ) ионно-плазменным методом на установке ННВ-6.6И1 использовались композиционные катоды Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti, Zn-Cu-Al-Ti, Zn-Al-Ti, Fe-Al-Ti, полученные методом индукционного плавления. Количественный анализ элементного состава композиционных катодов проводился на электронном микроскопе JEOL JSM-5910. Испытания на жаростойкость проводились по ГОСТ 6130-71. Исследование микротвердости композиционных покрытий проводилось на микротвердомере HVS-1000A.

Покрытия наносились на следующие детали ТЭЦ: рабочие органы измельчителей шлака (виток шнека, рассекатель, звездочка); штоки запорной арматуры; лопатки дымососов.

**Результаты эксперимента.**

В работах [3-6] исследована структура ионно-плазменных покрытий с использованием композиционных катодов, перечисленных выше. Показано, что типы возникающих структур при ионно-плазменном нанесении покрытий не столь многообразны, как, например, при кристаллизации сплавов. В основном наблюдается глобулярная структура и, реже, незамкнутые диссипативные и ячеистые структуры. В таблице 1 представлены результаты исследования жаростойкости покрытий, нанесенных на детали ТЭЦ.

Таблица 1. **Потеря массы покрытия после термической обработки при 600 °С в течение 100 часов**

| Покрытие | Масса окислевшегося покрытия, мг |
|---|---|
| Образец без покрытия | 27,2 |
| Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti (аргон) | 5,5 |
| Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti (азот) | 1,3 |
| Zn-Cu-Al-Ti (аргон) | 6,1 |
| Zn-Cu-Al-Ti (азот) | 3,7 |
| Zn-Al-Ti (аргон) | 8,8 |
| Zn-Al-Ti (азот) | 7,6 |
| Fe-Al-Ti (аргон) | 15,4 |
| Fe-Al-Ti (азот) | 11,2 |

Из таблицы 1 следует, что наибольшей жаростойкостью из исследованных нами покрытий обладает покрытие Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti, а наименьшей - Fe-Al-Ti. Тем не менее, любое из приведенных выше покрытий значительно увеличивает жаростойкость основы детали.

В таблице 2 представлены результаты измерения микротвердости ионно-плазменных покрытий на деталях ТЭЦ после испытания на жаростойкость при 600 °С в течении 100 часов.

Таблица 2. **Микротвердость покрытия после термической обработки при 600 °С в течение 100 часов**

| Покрытие | Микротвердость, HV |
|---|---|
| Образец без покрытия | 305,4 |
| Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti (аргон) | 493,9 |
| Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti (азот) | 528,1 |
| Zn-Cu-Al-Ti (аргон) | 322,3 |
| Zn-Cu-Al-Ti (азот) | 348,1 |
| Zn-Al-Ti (аргон) | 312,4 |
| Zn-Al-Ti (азот) | 319,2 |
| Fe-Al-Ti (аргон) | 307,1 |
| Fe-Al-Ti (азот) | 309,2 |

Как видно из таблицы 2, наибольшей твердостью из исследованных нами покрытий обладает покрытие Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti, а наименьшей - Fe-Al-Ti.

**Обсуждение результатов эксперимента.**

Температура, при которой проводилась термообработка деталей (600 °С) далека от температуры фазовых превращений и в металлической основе детали и в покрытии. Поэтому основной эффект увеличения микротвердости покрытия, по сравнению с покрытием без термообработки (см., например, [6]), связан с образованием оксидов алюминия, кремния, хрома и титана, которые обладают значительной твердостью.

Увеличение микротвердости при нанесении покрытия в среде азота связано с образованием нитридов титана и хрома, причем по данным РФЭС-анализа их содержание примерно одинаково.

Наилучшими характеристиками как по жаростойкости, так и по микротвердости, обладает покрытие Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti.

**Заключение.**

Поскольку толщина ионно-плазменных покрытий составляет от 4 до 6 мкм, то становится очевидным, что нанесение многоэлементных покрытий типа Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti, например, на сталь 45, экономически более выгодно, чем использование дорогостоящих жаростойких сталей и сплавов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буров В.Д. и др. Тепловые электрические станции. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 466 с.

2. Михайлов А.Н., Михайлов В.А., Михайлова Е.А. Ионно-плазменные вакуумные покрытия - основа широкого повышения качества изделий машиностроения // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. - Донецк: ДонНТУ, 2004.-Вып. 28.-С. 108-115.

3. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А., Завацкая О.Н. Образование ячеистой наноструктуры при формировании многофазных покрытий // Наноматериалы и нанотехнологии, 2012.-№ 2.-С.17-24.

4. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Завацкая О.Н. Трибологические свойства ионно-плазменных покрытий //Вестник КарГУ, сер. Физика, 2012.-№ 3 (67).-С.11-18.

5. Гученко С.А., Юров В.М., Лауринас В.Ч., Завацкая О.Н. Многофазные нанокристаллические покрытия // Известия НАН РК, 2013.-№ 2.-С.165-170.

6. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А., Завацкая О.Н. Структура и свойства многофазных ионно-плазменных покрытий.-Монография.-Караганда: Изд-во Казахстанско-Российского ун-та, 2013.-150 с.

REFERENCES

1 Burov V.D. i dr. Teplovye elektricheskie stancii. - M.: Izdatelskij dom MEI, 2009. - 466 s.

2 Mixajlov A.N., Mixajlov V.A., Mixajlova E.A. Ionno-plazmennye vakuumnye pokrytiya - osnova shirokogo povysheniya kachestva izdelij mashinostroeniya // Progressivnye texnologii i sistemy mashinostroeniya: Mezhdunarodnyj sb. nauchnyx trudov. - Doneck: Donntu, 2004.-Vyp. 28.-s. 108-115.

3. Yurov V.M., Laurinas V.CH., Guchenko S.A., Zavackaya O.N. Obrazovanie yacheistoj nanostruktury pri formirovanii mnogofaznyx pokrytij // Nanomaterialy i nanotexnologii, 2012.-№ 2.-s.17-24.

4. Yurov V.M., Laurinas V.CH., Zavackaya O.N. Tribologicheskie svojstva ionno-plazmennyx pokrytij //Vestnik kargu, ser. fizika, 2012.-№ 3 (67).-s.11-18.

5. Guchenko S.A., Yurov V.M., Laurinas V.CH.,., Zavackaya O.N. Mnogofaznye nanokristallicheskie pokrytiya // Izvestiya NAN RK, 2013.-№ 2.-s.165-170.

6. Yurov V.M., Laurinas V.CH. Guchenko S.A., Zavackaya O.N. Struktura i svojstva mnogofaznyx ionno-plazmennyx pokrytij.-Monografiya.-Karaganda: Izd-vo Kazaxstansko-Rossijskogo un-ta, 2013.-150 s.

Платонова Е.С., Жетесова Г.С., Юров В.М., Гученко С.А.

**Ионды-плазмалық әдістермен жылу электр станцияларының бөлшектерінің эксплуатациялық сипаттамаларын жоғарылату**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста жылу электр станцияларының бөлшектеріне жүргізілген көп элементті ионды-плазмалық жабындардың ыстыққа тұрақтылық пен қаттылығы бойынша эксперименталдық мәліметтер келтіріледі. Индукциондық балқыту әдісімен алынған композициондық катодтар пайдаланылды. Ең жоғары ыстыққа беріктік пен қаттылыққа Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti жабындары, ал ең төменгіге - Fe-Al-Ti жабындары ие болады. Жабындар қалыңдығы 4 тен 6 мкм құрайтын болғандықтан, көп элементті жабындар жүргізу экономикалық жағынан қымбат тұратын ыстыққа тұрақты болаттар мен қорытпалармен салыстырғанда тиімді болып табылады.

Платонова Е.С., Жетесова Г.С., Юров В.М., Гученко С.А.

**Повышение эксплуатационных характеристик деталей тепловых электростанций ионно-плазменными методами.**

**Резюме.** В настоящей работе приводятся экспериментальные данные по жаростойкости и твердости многоэлементных ионно-плазменных покрытий, нанесенных на детали тепловых электростанций. Использовались композиционные катоды, полученные методом индукционного плавления. Наибольшей жаростойкостью и твердостью обладает покрытие Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti, а наименьшей - Fe-Al-Ti. Поскольку толщина покрытий составляет от 4 до 6 мкм, то нанесение многоэлементных покрытий экономически более выгодно, чем использование дорогостоящих жаростойких сталей и сплавов.

**Ключевые слова:** покрытие, жаростойкость, микротвердость, структура, композиционные катоды.

Platonova E.S., Zhetesova G.S., Yurov V.M., Guchenko S.A.

**The structure and properties of coatings multielement Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al**

**Summary.** In this paper we present experimental data on the mental-heat resistance and microhardness of composite ion-plasma coatings applied to parts of thermal power plants. Composite cathodes are used, obtained by an induction melting. The highest heat resistance and hardness of the coating has a Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al-Ti, and the lowest - Fe-Al-Ti. Since the coating thickness is from 4 to 6 microns, then applying composite coatings is economically more advantageous than the use of costly alloys and heat resistant steels.

**Key words:** coating, heat resistance, microhardness, structure, composite cathodes.

УДК 541.18:678

**А.М. Маханбетова, О.К. Бейсенбаев**
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.О. Ауезова,
Шымкент, Республика Казахстан, erke_muratovna@mail.ru)

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАПСУЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОМ ЭППАН

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность капсулирования в процессе получения комплексного минерального удобрения на основе техногенных отходов, т.е. фосфорного шлама (бывшего Шымкентского фосфорного завода).

**Ключевые слова:** удобрение, суперфосфат, процесс капсулирование, структурообразование, полиэлектролиты, статистическая прочность, псевдоожиженный слой, температура высушивания.

Известно, что водорастворимые полимеры (полиэлектролиты) обладают уникальными комплексными свойствами в зависимости от концентрации в системе, при низких концентрациях обладают структурообразующим эффектом, а в более концентрированных растворах ярко выраженным стабилизирующим эффектом.

Кроме того, благодаря удачному сочетанию физико-химических свойств высокомолеку-лярных соединений и поверхностно – активных веществ нашли широкое применение в различных областях промышленности в качестве регуляторов устойчивости дисперсных систем, стабилизаторов, структурообразователей, деэмульгаторов, сгустителей, пенообразователей, флотореагентов и.т.д.

В настоящее время эти полиэлектролиты широко используются в процессе капсулирова-ния различных материалов (пестициды, удобрения, лекарственные препараты и др.) для защиты от окружающей среды, приданию прочностных и пролангирование свойств.

Ранее были проведены исследования [1], где было установлено, что фосфорный шлам представляет собой ценное вторичное сырье пригодное для производства минеральных удобрений.

Разработан способ получения комплексных полимерсодержащих удобрений[2]. В реактор из нержавеющей стали с мешалкой и рубленкой загружают определенной количество фосфорного шлама, серной кислоты и куриного помета. В качестве основного сырья использован фосфорный шлам следующего минералогического состава, масс. в % :

$P_2O_{5общ}$ - 10,0; $P_2O_{5\,усв}$ - 6,0; K - 4,18; Na - 0,31; HO – 50,26; Ca – 9,53; Mg – 2,4; S – 0,41;
Al – 0,61; Fe – 0,56; C – 5,76; F – 0,45; As – 1,1; $\sum_{мет}$ – 0,28.

Процесс разложения фосфорного шлама проводят при непрерывном перемешивании, при температуре $60^0$C в течение 60 мин. При этом происходит разложения фосфорного шлама по следующей схеме:

$$2Ca_5(PO_4)_3F + 7H_2SO_4 + 3H_2O = 3Ca(H_2PO_4)_2{*}H_2O + 7CaSO_4 + 2HF \quad (1)$$

Капсулирование полученного суперфосфата осуществлен двумя способами:

Первое - методом замачивания, полученного комплексного полимерсодержащего удобрения 0,2 % - ным раствором полиэлектролита и дальнейшей сушкой при $105^0$C и грануляцией. В качестве полиэлектролита использован этерифицированные производные гидролизированного полиакрилонитрила (ЭППАН).

Второе – методом капсулирование, при этом капсулирование комплексного полимерсодержащего удобрения и сушка комплексного полимерсодержащего удобрения осуществлена методом напыления полиэлектролитом в псевдоожиженном слое. Капсулирование осуществляется методом напыление удобрении полиэлектролитом в смонтированном многосекционном аппарате (рисунок 1) в псевдожиженном слое.

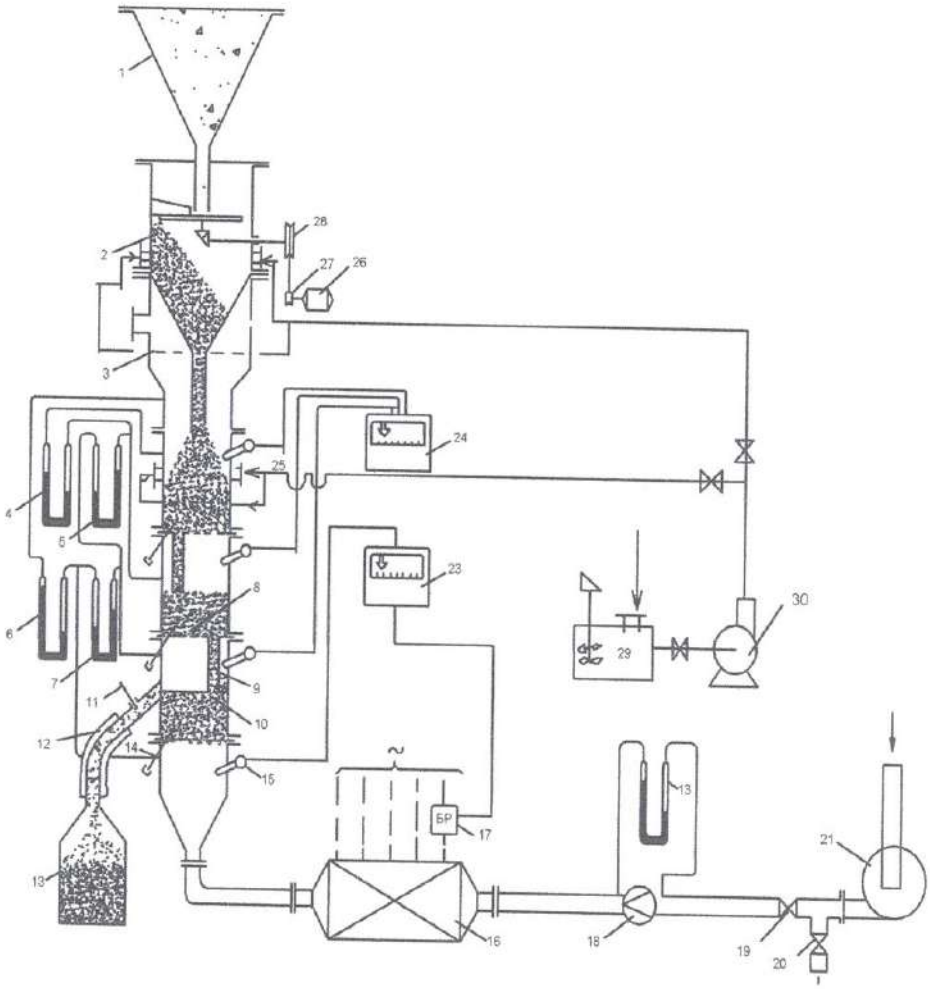



**Рис. 1.** Многосекционный аппарат с псевдоожиженными слоями
1 – загрузочный бункер; 2 – тарельчатый дозатор; 3- колонна; 4,6,7,22 – дифанометры; 8 – тарелка; 9 – переток; 10 – поддерживающий диск; 11 – шибер; 12 – сливной порог; 13 – приемник; 14 – штуцер для отбора проб материала; 15, 25 – термопары; 16 – электрокалорифер ; 17 – реле; 18 – диафрагма; 19,20 – вентили; 21 – газодувка; 23 – одноточечный потенциометр для измерения, записи и позиционного регулирования температуры; 24 - многоточечный потенциометр для измерения и записи температуры; 27,28 – шкивы; 29 – емкость для ЭППАН; 30 – насос.

Высушенное удобрение при $105^0$С в течении 0,5-1,0 ч измельчают и просеивают. Просеянное удобрение подают в загрузочный бункер (1), затем через вращающиеся тарельчатый дозатор (2) где направляют в колонну (3). Колонна с двух сторон снабжена питательными элементами для подачи раствора (0,1-1%) полиэлектролита ЭППАН.

Раствор полиэлектролита подают в виде аэрозоли подают в колонну в поток удобрения. Напротив движения удобрений создается поток воздуха нагретой $80^0$С. Газодувка (21) всасывает воздух через вентиль (19), и диафрагмы (18), нагретый воздух ($80^0$С) в электроколорифере (16) подается через нижнюю часть многосекционного аппарата с псевдоожиженными слоями. Горячий воздух проходя через переток (9) секции направляется против течения удобрении. При этом происходит одновременно капсулирование и сушка комплексного полимерсодержащего удобрения . Готовый капсулированный продукт через сливной порог (12) поступает в приемник (13). Капсулирование и сушка конечного продукта протекает при $80^0$С в течении 10-15 мин.

Минералогический состав и микроструктура образца комплексного полимерсодержащего удобрения суперфосфата исследован на растровом электронном микроскопе JEOl марки JSM6490 LV [3].

Полученное комплексное минеральное удобрение – имеет следующий состав, представленный в таблице 1 и рисунке 2.

Таблица 1. **Минералогический состав и микроструктура образца комплексного полимерсодержащего удобрения суперфосфата [4].**

| Элемент | Весовой % | Оксиды | Весовой % |
|---|---|---|---|
| O | 45.94 | | |
| F | 8.40 | | |
| Na | 0.65 | $Na_2O$ | 0,877 |
| Mg | 2.04 | MgO | 3,382 |
| Al | 1.02 | $Al_2O_3$ | 1,93 |
| Si | 16.98 | $SiO_2$ | 36,32 |
| P | 7.60 | $P_2O_5$ | 17,41 |
| S | 2.67 | $SO_3$ | 6,5 |
| K | 3.54 | $K_2O$ | 4,26 |
| Ca | 9.87 | CaO | 13,81 |
| Mn | 0.30 | MnO | 0,39 |
| Fe | 0.46 | FeO | 0,589 |
| Zn | 0.50 | ZnO | 0,62 |

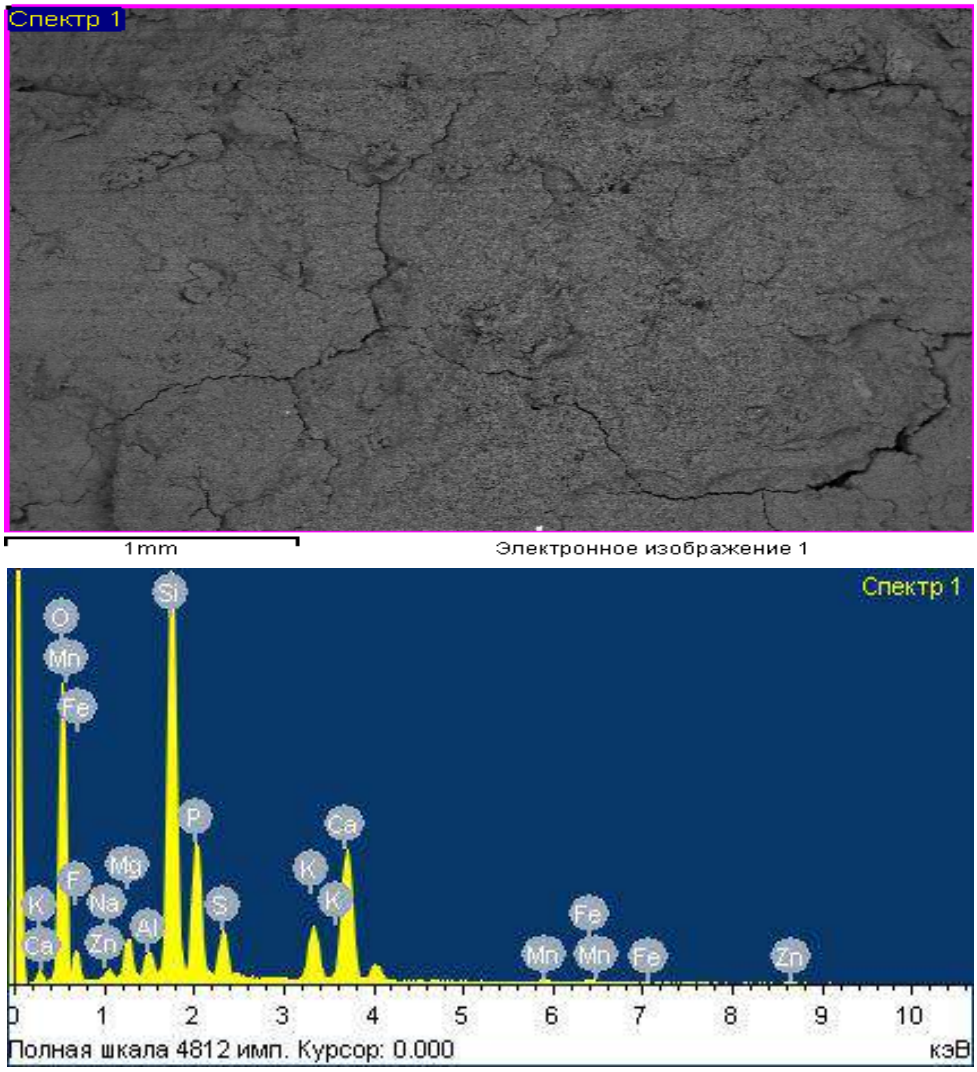



**Рис. 2.** Микроснимок комплексного полимерсодержащего удобрения суперфосфата

В таблице представлены результаты исследования влияние температуры сушки на прочность гранул комплексных полимерсодержащих удобрении в процессе капсулирования полиэлектролитом ЭППАН.

Таблица 2. **Влияние температуры на прочность гранул.**

| Режим капсулирование | Температура, $^0$C | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 100 | 75 | 50 | 25 |
| До капсулирования | | | | |
| Статичтическая прочность гранул, кг | 1,87 | 1,0 | 0 | 0 |
| Капсулирование 0,25% раствором ЭППАН | | | | |
| Статичтическая прочность гранул, кг | 2,86 | 15,8 | 1,87 | 2,75 |
| Капсулирование 0,5% раствором ЭППАН | | | | |
| Статичтическая прочность гранул, кг | 2,10 | 18,27 | 7,10 | 2,98 |
| Капсулирование 1,0 % раствором ЭППАН | | | | |
| Статичтическая прочность гранул, кг | 3,78 | 13,78 | 4,75 | 8,50 |

Как видно из таблицы статистическая прочность не капсулированных полиэлектролитом удобрении гранул до капсулирования находится в пределах 0 – 1,87 кг, а при капсулировании прочность гранул возрастает до 18,27 кг.

Статистическая прочность гранул зависит не только от концентрации полиэлектролита , но и от температуры процесса капсулирования.Оптимальным условием процесса капсулирования минерального удобрения соответствует содержанию 0,25 – 0,5 % - ного раствора ЭППАН при температуре 75 $^0$C о чем свидетельствует микроснимки показанные ниже (Рисунок 3, рисунок 4, рисунок 5, рисунок 6).

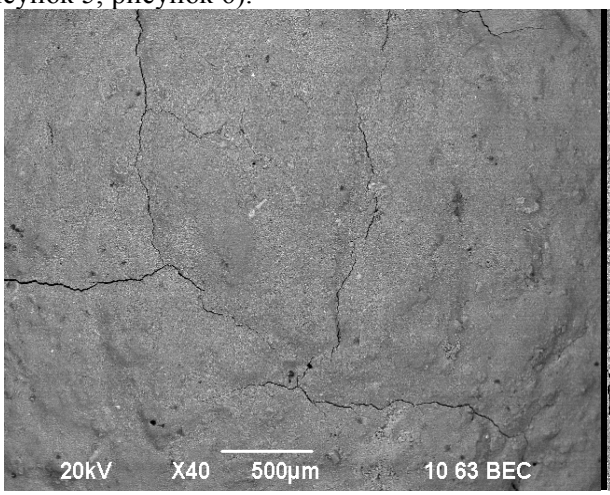



**Рис. 3.** Микроструктура образца комплексного полимерсодержащего удобрения суперфосфата, высушенного при 75 $^0$C (поверхностный 1)

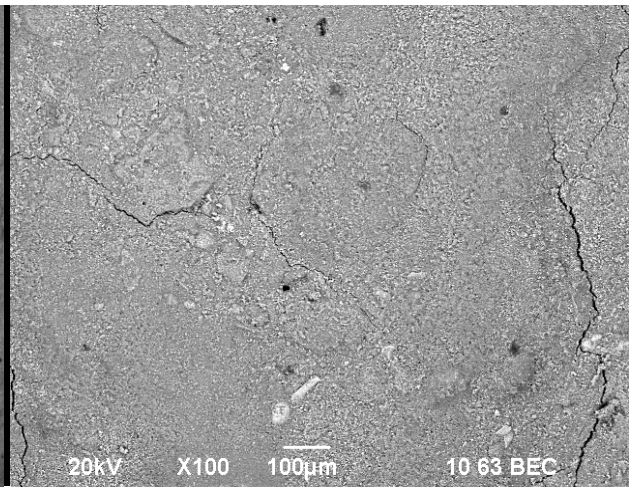



**Рис. 4.** Микроструктура образца комплексного полимерсодержащего удобрения суперфосфата, высушенного при 75 $^0$C (поверхностный 2)

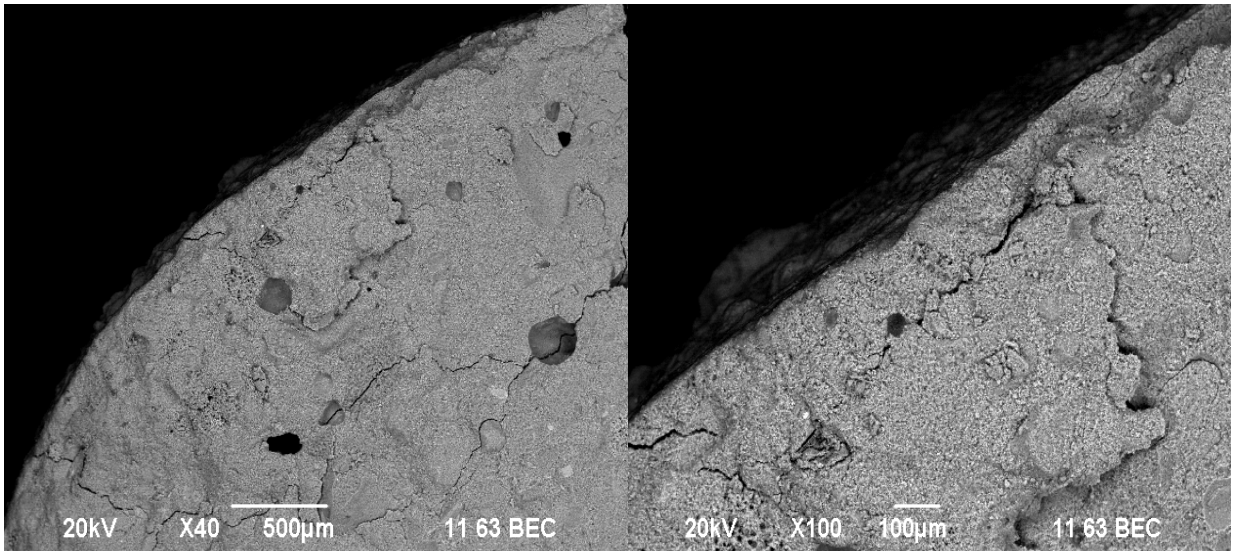



**Рис. 5.** Микроструктура образца комплексного полимерсодержащего удобрения суперфосфата, высушенного при 75 $^0$C (срез 1)

**Рис. 6.** Микроструктура образца комплексного полимерсодержащего удобрения суперфосфата, высушенного при 75 $^0$C (срез 2)

Из рисунков видно, что происходит упрочнение структуры комплексного удобрения. Это происходит видимо, агрегирование мелких частиц, в результате которых происходит образование в виде агрегатов за счет взаимодействия функциональных групп с активными центрами минерального удобрения. Кроме того, в поверхности частиц комплексных удобрении образуют тонкую пленку (рисунок 5, рисунок 6).

Таким образом в результате капсулирования полиэлектролитом ЭППАН приводит к приданию комплексных свойств, таких как увеличение прочностных характеристик (18 кг), пролангированность за счет капсулирования, стойкость удобрении к действию микроорганизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батькаев Р.И., Нугманов А.А., Батькаев И.И., Шевченко В.А., Горбунова Т.А. «Способ извлечения фосфора из шламов фосфорного производства» Инновационный патент РК № 21852 – 2007г.

2. Батькаев Р.И., Бейсенбаев О.К., и др. «Способ получения простого суперфосфата» Инновационный патент № 27470 24.09.2013г, Бюллетень № 10 от 15.10.2013г.

3. Рид С.Дж.Б. - «Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии», М.: Изд. «Техносфера», 2008 г., 232с.

4. Удобрения минеральные. Методы испытаний: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003г.

Маханбетова А.М., Бейсенбаев О.К.

**Техногенді қалдықтар негізінде полимері бар комплексті минералды тыңайтқыштарды ЭППАН полиэлектролитімен капсулалау мүмкіндігін зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада комплексті минералды тыңайтқыштарды техногенді қалдықтар, фосфор шламы (бұрынғы Шымкент фосфор зауытының) негізінде капсулалау мүмкіндігі қарастырылған.

Makhanbetova A.M.,Beisenbaev O.K.

**Investigate the possibility of encapsulation of complex polymer-mineral fertilizers on the basis of technological waste polyelectrolyte EPPAN.**

**Summary.** This article discusses the possibility of encapsulation in the preparation of complex mineral fertilizers on the basis of technological waste phosphorus sludge (Shymkent former phosphate plant).

УДК 621.44(045)

**Б.С. Сатжанов, Ж.С. Дуйсалиев**
(КГУТИ им. Ш Есенова, Алматы, Республика Казахстан)

# К ВОПРОСУ ПОДГОТОВКИ И ДИПЛОМИРОВАНИЯ МОРСКИХ КАДРОВ С УЧЕТОМ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ ПДМНВ-2010

**Аннотация:** В научной статье рассмотрены вопросы подготовки и дипломирования морских кадров с учетом Манильских поправок к международным конвенциям и кодексом ПДМНВ 78/95, предусматривающих новые международные стандарты по безопасной эксплуатации флота и безопасности человеческой жизни на море и требующих координальных изменений в морском образовании и сертитфикации.
**Ключевые слова**: морские кадры, имплементация, конвенция ПДМНВ.

Современный период мореплавания требует установления ясных, основанных на достижении конечного результата, минимальных стандартов компетентности, соответствующих нынешним требованиям морской индустрии. Морской транспорт зависим от компетентных, хорошо подготовленных морских кадров, которые обеспечивают безопасность человеческой жизни на море, морскую безопасность, эффективность навигации, защиту и сохранность морской среды.

Постоянное обновление оборудования на судах, внедрение новых технологий в переработку грузов, повышение требовательности судовладельцев к командам по обеспечению безопасной работы судов и сохранности их грузов требуют изменения в технологии подготовки и переподготовки морских специалистов от матроса до капитана [1].

В этой связи меняются принципы организации работы мореплавателей. подвергаются изменению и соответствующие своды морских законов, конвенций, меморандумов.

Действующие до сего времени стандарты подготовки дипломирования и несения вахты моряков, обусловленные Международной конвенцией ПДНВ (STCW) 1978 года с поправками 1995 года, свою роль сыграли и теперь нуждаются в доработке и пересмотре многих статей и положений.

Нельзя допускать свободного толкования и интерпретации конкретных требований стандартов по подготовке моряков по усмотрению администраций в каждом отдельном государстве.

К сожалению, некоторые государства- Стороны Конвенции не смогли эффективно применить требования Международной конвенции ПДНВ (STCW) 78/95 и обеспечить их качественное выполнение.

На сертификаты, выданные морякам этими государствами, нельзя было в полной мере полагаться как на свидетельства, подтверждающие их реальную компетентность.

Необходимость пересмотра Международной конвенции ПДНВ (STCW) 78/95 вызвана также постоянным ростом аварий на флоте, причиной которых становился человеческий фактор. По статистике Международной морской организации (ИМО), причиной 80% всех аварий и катастроф мирового торгового флота был человек, а именно, в большинстве случаев, его некомпетентность, недостаток квалификации и опыта, неподготовленность к экстремальным ситуациям, недостаточный тренинг личного состава экипажей [2].

Этот результат говорит о том, что существующая система подготовки морских кадров не срабатывает и пришло время менять саму систему, при которой их подготовка нацеливалась на получение суммы теоретических знаний и навыков.

Ситуация, сложившаяся в последнее время, заставила по - новому взглянуть на многие требования, заложенные в Конвенции STCW. Стремление минимизировать влияние человеческого фактора на аварийность морского флота привело, в частности, к доработке Международного Кодекса по управлению безопасной эксплуатации судов и предотвращению загрязнения моря (МКУБ), вошедшего в состав Конвенции ПДНВ с поправками 1995 года. Для решения данного вопроса совместно с международными экспертами проведен анализ национального законодательства и профильного отечественного образования, в результате чего выявлено несоответствие международным требованиям, в частности положениям Международной конвенции о подготовке, дипломировании моряков и несении вахты (Конвенция ПДНВ) В ИМО ставится основная задача – научить заботиться о человеке, его безопасности и снижении количества несчастных случаев.

Возникла необходимость более остро рассматривать вопросы о безопасности морских кадров в целом.

В связи с этим, в 2010 г. в Маниле под эгидой Международной морской организации (ИМО) состоялась Дипломатическая конференция по принятию поправок к Конвенции ПДНВ 78, которая утвердила тексты всех измененных глав Конвенции и соответствующих частей Кодекса, получивших название Манильские поправки. На встрече было принято решение о том, что переходный период, который дает возможность использования старых дипломов, правда, с ограничениями, наложенными старыми требованиями, установлен до 1 января 2017 года.

Для эффективной имплементации Манильских поправок к Конвенции был разработан комплекс мер, который предусматривает разработку проектов новых нормативно-правовых актов. Были внесены положения о порядке подтверждения квалификации лиц командного состава морских судов, порядке подтверждения квалификации лиц судовой команды морских судов, одобрение курсов подготовки моряков.

В соответствии с Манильскими поправками полностью заменено приложение к Конвенции, включая правила и Кодекс STCW. Значительная часть текста сохранена, однако объем новых требований также велик. Это влечет за собой переработку многих учебных планов и программ подготовки моряков, требует кардинальных изменений в морском образовании и сертификации.

Основные изменения заключаются в следующем:

- расширении и уточнении компетенции командного состава;

- установлении требований к режиму труда и отдыха для лиц, несущих ходовую вахту на мостике и в машинном отделении;

- соответствующей подготовке всех членов экипажа, задействованных в охране судна;

- изменении процедур на уровне национальных администраций, с введением новых форм документов;

- установлении требований по предотвращению употребления алкоголя и наркотических средств.

Новая редакция конвенции вступила в силу с 1 января 2012 года. Морские государства-члены ИМО обязалась внедрить в отечественные законодательства и национальную систему образования все принятые изменения.

В этой связи Казахстану предстоит кропотливая, слаженная работа многих звеньев в системе образования: морских учебных заведений и Инспекции по вопросам подготовки и дипломирования морских кадров.

Необходимо скоординировать действия участников процесса по скорейшему внедрению требований Дипломатической конвенции в национальную юридическую базу.

С учетом Манильских поправок и с целью внедрения более эффективных средств обучения и практической подготовки морских кадров определены главные направления Ассоциаций морских образовательных учреждений стран ближнего зарубежья направленные на координацию деятельности морских образовательных учреждений, занимающихся подготовкой моряков, в вопросах морского образования, отвечающего требованиям STCW.

Задачи, определяющие деятельность Ассоциации, заключаются в:

- защите законных интересов членов Ассоциации, в органах государственной и исполнительной власти государства, а также за границей, по вопросам организации, обеспечения и контроля процесса подготовки специалистов плавсостава морских судов, их соответствия национальным и международным нормам;

- формировании цивилизованных, основанных на строгом соблюдении законодательства и норм деловой этики, отношений в сфере подготовки, моряков и оказания высококачественных образовательных услуг;

- выработке общей тактики и стратегии морского образования;

- содействии повышению эффективности и качества функционирования образовательных учреждений путем разработки и утверждения учебных планов, программ, внесения предложений, касающихся совершенствования деятельности в сфере профессиональной подготовки моряков;

- обмене опытом и свободном распространении информации между членами Ассоциации, содействии обмену информацией относительно безопасности в морской среде и способствовании непрерывному улучшению обучения безопасности и выживанию;

- расширении улучшения сотрудничества непосредственно между членами Ассоциации в вопросах образования;

- осуществлении связей с иностранными международными организациями, объединениями и обществами в сфере морского бизнеса;

- изучении и обобщении опыта международных организаций в вопросах обучения, тренинга и дипломирования и доведения результатов до сведения государственных органов, регулирующих деятельность образовательных учреждений;

- осуществлении любых других проектов и программ, связанных с деятельностью как самой Ассоциации, так и отдельных ее участников, по их поручению.

При выборе целесообразности стратегических принципов деятельности Ассоциации особое значение приобретают:

- усиление управленческих функций в структуре Ассоциации;

- согласование единых требований к учебно-материальной базе;

- разработка (и утверждение учебно-планирующей документации, связанной с обучением моряков) теоретических и методических программ, положений и прикладных аспектов по тренингу моряков, обеспечение их утверждения в установленном порядке;

- координация действий членов Ассоциации по проведению единой тарифной политики на оказываемые ими услуги;

- для эффективной деятельности морских учебных заведений Ассоциация организовывает курсы подготовки и повышения квалификации инструкторско-преподавательского состава.

Из многогранности задач, стоящих перед Ассоциацией, путем централизации управленческих функций, реализации совместных проектов на базе объединения интеллектуальных и финансовых ресурсов можно добиться хороших результатов в деле повышения качественного уровня профессиональной подготовки квалифицированных морских кадров, содействовать работе учебно-тренажерных центров в решении задач, связанных с внедрением Манильских поправок к Конвенции ПДНВ 2010 года [3].

Выполнение поставленных задач поможет в дальнейшем еще больше укрепить позицию квалифицированных национальных морских кадров на мировом рынке труда, постоянно обеспечивать их высокий профессиональный рейтинг.

Конвенция ПДНВ в новой редакции предлагает новые международные стандарты, необходимые для морских институтов и преподавателей, чтобы давать современному моряку столь востребованные навыки и знания

Учитывая новые международные стандарты, появилась необходимость пересмотра действующих программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации морских кадров, качество подготовки которых является фундаментальной основой охраны человеческой жизни на море, защиты окружающей среды, сохранности судна и груза. Необходимо скоординировать действия по внедрению в национальное законодательство и реализации требований Манильских поправок. Ассоциация морских образовательных учреждений должна оказывать консультативную помощь учебно-тренажерным центрам в решении вопросов, связанных с внедрением Манильских поправок к Конвенции ПДНВ, а также в пересмотре и разработке учебных планов и программ специальной и специализированной подготовки моряков [4].

Важно отметить, что принятые в Маниле поправки к Конвенции и Кодексу ПДНВ как можно быстрее дошли до тех, кого они касаются в первую очередь: до Морских Администраций и заинтересованных ведомств, до моряков, до судоходных компаний и судовладельцев, морских образовательных учреждений и центров подготовки моряков, до одобренных медицинских учреждений и других организаций и учреждений, вовлеченных в процесс морского образования, подготовки и дипломирования квалифицированных морских кадров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Международное морское право. Учебное пособие. Под ред. С. А. Гуреева. М, «Юридическая литература», 2003 г.

2. Щипцов А.А. Имплементация Международной Конвенции ПДНВ и государственная система управления безопасность – Одесса: Астропринт, 2013.– 55 с.

3. Кривощеков В.Е. Опыт интерпретации стандартов компетентности моряков по нормам международной конвенции IMO STCW/ Материалы международной научно-практической конференции «Теория и практика внедрения современных систем менеджмента» – Херсон: Издательство ХДМИ, 2010. – Т.2. – с. 106-111.

4. Кривощёков В.Е. Опыт внедрения систем качества в морских вузах Украины // Доклад 5-ой международной конференции «Теория и практика внедрения современных систем менеджмента» - Одесса: НТЦ «СТАНКОСЕРТ», 2010.- 10.0

REFERENCES

1. Iuris maris. Textbook. Ed. Gureeva SA. M, "Legal Literature", MMIII

2. Shchipsov A.A International exsequendam STCW Convention publicae salutis procuratio ratio - Odessa: Astroprint, 2013.

3. Krivoshchekov VE Usus interpretandi signa nautae sub competentia conventa IMO STCW / Acta scientiarum internationalem colloquium- practicam per "theoria et praxi modern procuration ratio" - Kherson: HDMI Publishing, 2010 - V.2. - C. 106-111.

4. Krivoschëkov VE Experientia in in marinis universitatibus ratio exsecutionem qualitas Ucraina // Report 5 internationalis colloquium "theoria et praxi modern procuratio ratio" - Odessa: STC "STANKOSERT", 2010.

Сатжанов Б.С., Дуйсалиев Ж.С.

**Халықаралық конвенция 2010 имплементациясына сәйкес теңіз кадрларын дайындау және дипломдау**

**Түйіндеме**. Ғылыми мақалада халықаралық конвенция және ПДМНВ 78/95 кодексіне Манила түзетулердің есебімен жаңа халықаралық стандартта көзделген флоты пайдаланудағы қауіпсіздік пен теңіздегі адам өмірінің қауіпсіздігі бойынша және теңіздік білім және сертитфикацияда түбегейлі өзгерісті талап ететін теңіз кадрларын дайындау және дипломдау мәселелері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** теңіз кадрлары, имплементация, конвенция ПДМНВ.

Satzhanov B.S., Duisaliev Zh.S.

**The question of preparation and certification of sea shots takinq into account implementation the International Convention STCW 2010**

**Summary**. In the scientific article questions the training and certification of marine personnel, taking into account the Manila amendments to the International Convention and the STCW Code 78/95, providing for the new international standard for the safe operation of the fleet and the safety of human life at sea and require fundamental changes in maritime education and certification.

**Key words:** sea shots, implementation, convention STCW 2010.

УДК 658.511.1

**О.М. Жаркевич, О.А. Нуржанова, Ж.Е. Сембаева**
(Карагандинский Государственный технический университет,
Караганда, Республика Казахстан)

# СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ

**Аннотация.** В статье приведены способы моделирования бизнес-процессов для описания реального хода бизнес-процессов компании, классификация, шаги построения модели бизнес-процесса, также этапы проектирования системы управления.

**Ключевые слова:** бизнес-процесс, модели, бизнес-функции, процессный подход.

Бизнес-процесс определяется как логически завершенная цепочка взаимосвязанных и повторяющихся видов деятельности, в результате которых ресурсы предприятия используются для переработки объекта (физически или виртуально) с целью достижения определенных измеримых результатов или создания продукции для удовлетворения внутренних или внешних потребителей. В качестве клиента бизнес- процесса может выступать другой бизнес-процесс. В цепочку обычно входят операции, которые выполняются по определенным бизнес-правилам. Под бизнес-правилами понимают способы реализации бизнес-функций в рамках бизнес-процесса, а также характеристики и условия выполнения бизнес-процесса.

Термин моделирование имеет два основных значения. Во-первых, под моделированием понимают процесс построения модели как некоего представления (образа) оригинала, отражающего наиболее важные его черты и свойства. Если же модель уже построена, то моделирование — это процесс исследования (анализа) функционирования системы, вернее, ее модели. Базовой целью моделирования бизнес-процессов является описание реального хода бизнес-процессов компании. При этом необходимо определить, что является результатом выполнения процесса, кем и какие действия выполняются, каков их порядок, каково движение документов в ходе выполнения процесса, а также насколько процесс надежен (вероятность неудачного выполнения) и как он может быть расширен/модифицирован в будущем.

Обеспечить прозрачность хода бизнес-процессов важно потому, что только в этом случае владелец бизнес-процесса (сотрудник компании, управляющий ходом бизнес-процесса и несущий ответственность за его результаты и эффективность), бизнес-аналитик, руководство и другие заинтересованные стороны будут иметь ясное представление о том, как организована работа. Понимание хода существующих бизнес-процессов дает возможность судить об их эффективности и качестве и необходимо для разработки поддерживающей бизнес ИТ-инфраструктуры. Успешная разработка прикладных систем, обеспечивающих поддержку выполнения бизнес-процессов от начала до конца, возможна лишь тогда, когда сами процессы детально ясны[1].

Моделью бизнес-процесса называется его формализованное (графическое, табличное, текстовое, символьное) описание, отражающее реально существующую или предполагаемую деятельность предприятия. Модель, как правило, содержит следующие сведения о бизнес-процессе:

- набор составляющих процесс шагов — бизнес-функций;
- порядок выполнения бизнес-функций; механизмы контроля и управления в рамках бизнес-процесса;
- исполнителей каждой бизнес-функции;
- входящие документы/информацию, исходящие документы/информацию;
- ресурсы, необходимые для выполнения каждой бизнес-функции;
- документацию/условия, регламентирующие выполнение каждой бизнес- функции;
- параметры, характеризующие выполнение бизнес-функций и процесса в целом.

Модели бизнес-процессов применяются предприятиями для различных целей, что определяет тип разрабатываемой модели. Графическая модель бизнес-процесса в виде наглядной, общепонятной диаграммы может служить для обучения новых сотрудников их должностным обязанностям, согласования действий между структурными единицами компании, подбора или разработки компонентов информационной системы и т. д. Описание с помощью моделей такого типа существующих и целевых бизнес-процессов используется для оптимизации и совершенствования

деятельности компании путем устранения узких мест, дублирования функций и проч. Имитационные модели бизнес-процессов позволяют оценить их эффективность и посмотреть, как будет выполняться процесс с входными данными, не встречавшимися до сих пор в реальной работе предприятия. Исполняемые модели бизнес-процессов могут быть запущены на специальном программном обеспечении для автоматизации процесса непосредственно по модели.

Согласно еще одной классификации, пришедшей из моделирования сложных систем, выделяют следующие виды моделей бизнес-процессов:

- функциональные, описывающие совокупность выполняемых системой функций и их входы и выходы;
- поведенческие, показывающие, когда и/или при каких условиях выполняются бизнес-функции, с помощью таких категорий, как состояние системы, событие, переход из одного состояния в другое, условия перехода, последовательность событий;
- структурные, характеризующие морфологию системы — состав подсистем, их взаимосвязи;
- информационные, отражающие структуры данных — их состав и взаимосвязи.

Значение моделирования бизнес-процессов на практике. Моделирование бизнес-процессов в компании может быть направлено на решение большого числа различных задач:

- точно определить результат бизнес-процесса и оценить его значение для бизнеса;
- определить набор действий, составляющих бизнес-процесс. Ясное определение набора задач и действий, которые необходимо выполнить, чрезвычайно важно для детального понимания процесса;
- определить порядок выполнения действий. Действия в рамках одного бизнес-процесса могут выполняться как последовательно, так и параллельно. Очевидно, что параллельное исполнение, если оно допустимо, позволяет сократить общее время выполнения процесса и, следовательно, повысить его эффективность;
- произвести разделение зон ответственности: определить, а затем отслеживать, какой сотрудник или подразделение компании несет ответственность за выполнение того или иного действия или процесса в целом;
- определить ресурсы, потребляемые бизнес-процессом. Точно зная, кто какие ресурсы использует и для каких операций, можно повысить эффективность использования ресурсов посредством планирования и оптимизации;
- понять суть взаимодействий между участвующими в процессе сотрудниками и подразделениями компании и оценить, а затем повысить эффективность коммуникации между ними;
- увидеть движение документов в ходе процесса. Бизнес-процессы производят и потребляют различные документы (в бумажной или электронной форме). Важно разобраться, откуда и куда идут документы или информационные потоки, и определить, оптимально ли их движение и действительно ли все они необходимы;
- определить потенциальные узкие места и возможности для улучшения процесса, которые будут использованы позже для его оптимизации;
- более эффективно внедрить стандарты качества, например ИСО 9000, и успешно пройти сертификацию;
- использовать модели бизнес-процессов в качестве руководства для новых сотрудников;
- эффективно произвести автоматизацию бизнес-процессов в целом или отдельных их шагов, включая автоматизацию взаимодействия с внешней средой — клиентами, поставщиками, партнерами;
- разобравшись в совокупности бизнес-процессов компании, понять и описать деятельность предприятия в целом [2].

В свою очередь, основной задачей при моделировании бизнес-процессов компании является описание существующих в ней процессов с целью построения их моделей «как есть». Для этого необходимо собрать всю доступную информацию о процессе, которой в полной мере, как правило, владеют только сотрудники компании, непосредственно задействованные в выполнении процесса. Таким образом, мы приходим к необходимости подробного опроса (интервьюирования) всех задействованных в бизнес-процессе сотрудников. Следует подчеркнуть, что нельзя ограничиваться сведениями о процессе, предоставляемыми руководителем подразделения и менеджерами. Обычно

только беседа с сотрудником, непосредственно осуществляющим действия в рамках описываемого бизнес-процесса, дает адекватное представление о том, как функционирует процесс в реальности.

Первый вопрос при построении модели «как есть» касается результата рассматриваемого бизнес-процесса. Случается, что получить четкую формулировку результата бизнес-процесса нелегко, несмотря на всю важность этого понятия для эффективности работы компании [3].

После определения результата следует разобраться с последовательностью действий, составляющих процесс. Последовательность действий моделируется на разных уровнях 11 абстракции. На самом верхнем уровне показывают только наиболее важные шаги процесса (обычно не более десяти). Затем производится декомпозиция каждого из высокоуровневых шагов (подпроцессов). Глубина декомпозиции определяется сложностью процесса и требуемой степенью детализации. Для того чтобы получить действительно полное представление о бизнес-процессе, надо произвести декомпозицию до атомарных бизнес-функций — хорошо понятных элементарных действий (отдельных операций в ПО или выполняемых человеком), которые нет смысла раскладывать на составляющие.

На основе собранной информации строится модель обычного, или оптимального, выполнения процесса и определяются возможные сценарии его выполнения со сбоями. Различные сбои (исключительные ситуации — исключения) могут нарушать оптимальный ход процесса, поэтому следует указать, каким образом исключения будут «обработаны», то есть какие действия предпринимаются в случае возникновения исключительной ситуации.

На рисунке 1 показаны основные шаги при построении модели бизнес-процесса.




**Рис. 1.** Шаги построения модели бизнес-процесса

Важной частью построения модели бизнес-процесса является исследование аспектов его эффективности. Сюда входят использование ресурсов, время выполнения работ сотрудниками, возможные задержки и простои. Необходимо разработать систему показателей, или метрик, для оценки эффективности процесса. Частично в качестве метрик могут быть взяты используемые в компании KPI (Key Performance Indicator), однако могут потребоваться и дополнительные характеризующие рассматриваемый процесс показатели.

При моделировании определяются бизнес-цели, в достижение которых вносит свой вклад моделируемый процесс. Следует различать понятия бизнес-цели и результата процесса. Каждый бизнес-процесс должен иметь как минимум один результат и быть направлен на достижение хотя бы одной бизнес-цели. Например, результат процесса «Исполнение заказа на подключение абонента» можно определить как «Получение подтверждения подключения от клиента», тогда как бизнес-цели, которые преследуются при выполнении данного процесса, могут включать «Обеспечение минимального времени исполнения заказа» и «Обеспечение минимального процента рекламаций». Для определения целей следует обратиться к бизнес-стратегии компании.

Необходимо выявить события, которые могут прервать ход процесса. В случае прерывания может потребоваться корректно «откатить» (компенсировать) те шаги процесса, которые уже были выполнены. Для этого следует определить логику компенсирующих действий для каждого прерывающего события.

Собрав все указанные сведения, можно получить хорошее представление о ходе бизнес - процесса. На этапе моделирования должны быть получены следующие результаты:

а) процессная карта, показывающая связь между различными бизнес-процессами и их взаимодействия. На процессной карте, как правило, каждый бизнес-процесс компании изображен в виде прямоугольника, стрелками показаны связи между ними (например, зависимость одного процесса от другого, или замена одного процесса другим при выполнении некоторого условия), а также представлены различные документы, которые передаются из процесса в процесс или регламентируют их ход (стандарты, инструкции и т.п.)[4].

б) диаграмма ролей, показывающая роли при выполнении процесса и связи между ними. Диаграмма ролей не является иерархической. Она представляет такие связи, как участие в группе, руководство, коммуникацию, замещение одной роли другой и т. д.

в) модель «как есть» каждого рассмотренного бизнес-процесса, детально описывающая процесс и отражающая ход процесса, действия, роли, движение документов, а также точки возможной оптимизации. Такая модель включает в себя:

- диаграмму окружения процесса, представляющую бизнес-процесс в виде одного действия (то есть не раскрывающую ход процесса), для которого могут быть показаны запускающее процесс событие, необходимые входные данные, результат, роли, показатели эффективности, прерывающие события и компенсирующие процессы, регламентирующие документы, связанные бизнес-цели;

- высокоуровневую диаграмму процесса, показывающую его крупные шаги (обычно не более десяти) и связанные с ними роли;

- подробные диаграммы для каждого шага высокоуровневой модели (в зависимости от сложности процесса здесь может использоваться несколько иерархически организованных диаграмм), в деталях показывающие ход процесса, прерывающие события, бизнес-правила, роли и документы;

- диаграмму обработки исключений, показывающую, какие действия выполняются в случае данной исключительной ситуации и кем, а также куда передается управление после окончания обработки исключения.

Деятельность современного предприятия базируется на сложной системе взаимосвязей проектов и процессов. Тот или иной проект, реализуемый на предприятии, встраивается в структуру имеющихся бизнес-процессов и использует их для достижения конечных целей. В связи с этим важное управляющее значение приобретает упорядочивание и оптимизация существующих бизнес-процессов с учетом требований реализуемых проектов и влияний внешней и внутренней среды.

Основные задачи при организации управления:

– разработка четко сформулированной стратегии развития предприятия с указанием конкретных целей и мотивов развития;

– определение обязанностей и области ответственности как отдельных работников, так и отделов и рабочих групп;

– формирование алгоритма обучения и передачи навыков, знаний и умений новым сотрудникам на различных уровнях сложности выполняемой работы;

– анализ ситуации участия в дальнейшем развитии предприятия новых специалистов со стороны, которые обладают специфическими знаниями.

Для организации системы управления, которая базируется на процессном подходе, следует пройти ряд этапов (рисунок 2).

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что для построения эффективной структуры сетевого предприятия требуется формирование процессной системы управления, которая подразумевает четкое определение полномочий и ответственности между центром и подразделениями.

Также следует отметить, что использование процессного подхода при построении системы управления может использоваться на любой стадии развития компании и принесет ощутимые положительные результаты.

Тем не менее, важным остается вопрос о правильном описании бизнес-процессов. Выделим, в каком порядке целесообразно формализовать тот или иной процесс на предприятии [5].

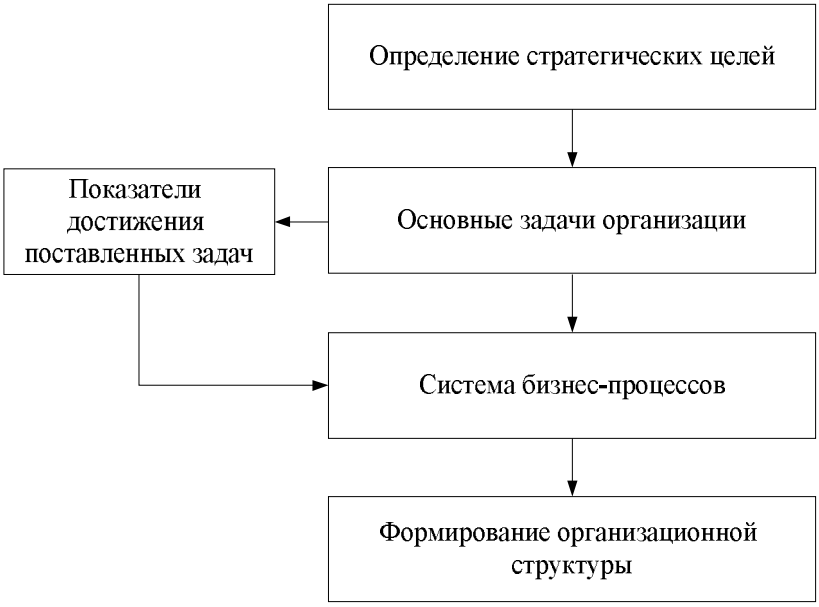



**Рис. 2.** Этапы проектирования системы управления

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование процессного подхода целесообразно и актуально на всех стадиях развития предприятия, начиная от малых организаций и заканчивая сетевыми структурами. При этом, как построение новых бизнес-процессов, так и оптимизация существующих требует ряда специальных подходов, а также качественного анализа текущей ситуации в совокупности с учетом стратегических и тактических целей и задач предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2013. - 514 с.

2. Аксенов Е., Альтшулер И. Аутсорсинг: 10 заповедей и 21 инструмент. – СПб.: Питер, 2009. – 464 с.

3. Джестон Дж., Нелис Й. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов. — СПб.: Символ-Плюс, 2008. – 467 с.

4. Клейнер Г.Б. От теории предприятия к теории стратегического управления // Российский журнал менеджмента, №1, 2003. - С. 31 - 56

5. Лопатин В.А. Система управления бизнес-процессами //Аналитический журнал «Управление в кредитной организации», №6, 2008. – С.45-50

REFERENCES

1. Repin V.V., Eliferov V.G. Process approach to management. Business process modeling. - M .: RIA "Standards and Quality", 2013. - 514 p.

2. Aksenov E., Altshuler I. Outsourcing: the 10 commandments and 21 tools. - SPb.: Peter, 2009. - 464 p.

3. Dzheston J., Nelis J. Business Process Management. A practical guide to successful project implementation. - SPb.: Symbol-Plus, 2008. - 467 p.

4. Kleiner G.B. From theory to the theory of enterprise strategic management // Russian Management Journal, №1, 2003. - P. 31 – 56

5. Lopatin VA The system of business process management // Analytical Magazine "Management in the credit institution», №6, 2008. - P.45-50

Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Сембаева Ж.Е.

**Бизнес-үдерістерін модельдеумен басқару тәсілдері**

**Түйіндеме.** Мақалада Компанияның бизнес-үдерістерінің шынайы жүрістің модельдеу тәсілдері, топтастыруы, бизнес-үдерістерінің қалыптарын құрастыру қадамдары, және басқарма жүйесінің жобалау-кезеңдері көрсетілген.

**Негізгі сөздер:** бизнес-үдерістер, қалыптар, бизнес-атқаратық қызмет, үдерістік тіл табу

Zharkevich O.M., Nurzhanova O.A., Sembayeva Zh.E.

**Design methods and management by business processes**

**Summary.** O the article the methods of design of business processes are driven for description of the real motion of business processes of company, classification, steps of construction of model of business process, also the stages of planning of control system

**Key words:** business process, models, business-functions, process approach

УДК 658.78

**Г.В. Муратбекова, Д.А. Мырзадилов**
(Алматы, КазАТК имени М.Тынышпаева, Алматы, Республика Казахстан)

# ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ В СМЕШАННОМ АВТОМОБИЛЬНО-ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ СООБЩЕНИИ

**Аннотация.** В современных условиях необходимость развития контейнерных терминалов на всей сети железной дороги Казахстана обусловлена нехваткой мощности существующих пунктов сортировки крупнотоннажных контейнеров в условиях резкого роста контейнерных перевозок в отдельных направлениях. Создание терминалов на узловых станциях позволит решить проблему организации ритмичного потока грузов для равномерной загрузки перерабатывающих мощностей перегрузочных мест на железнодорожных станциях.

**Ключевые слова:** контейнер, вагон , грузы, технологический процесс.

Процесс переработки контейнеров и оформление документов имеет логистическую последовательность, которая зависит от условий и способов организации завоза-вывоза. На рисунке 1 дана логистическая схема его организации с указанием последовательности совершения основных технологических операций по переработке контейнеров.

Технологический процесс перевозок грузов в смешанном сообщении состоит из трех основных этапов:

1) перевозки грузов смежным видом транспорта (в данном случае железнодорожным транспортом);

2) процесса перегрузки со смежного вида на автомобильный транспорт;

3) перевозки грузов автомобильным транспортом.

В данной работе рассматриваются два последних этапа технологического процесса.-

При контейнерных перевозках на территории терминала имеют место три самостоятельных потока:

1) автомобилей;

2) контейнеров;

3) перевозочных документов.

Между указанными потоками существует тесная взаимосвязь, и исследовать их нужно с учетом взаимосвязи и зависимости друг от друга.

По прибытии на терминал происходит разделение потоков контейнеров и перевозочных документов (по железной дороге прибывают вместе). Процессы оформления перевозочных документов и перегрузки контейнеров на терминале протекают отдельно и могут иметь разные параметры.

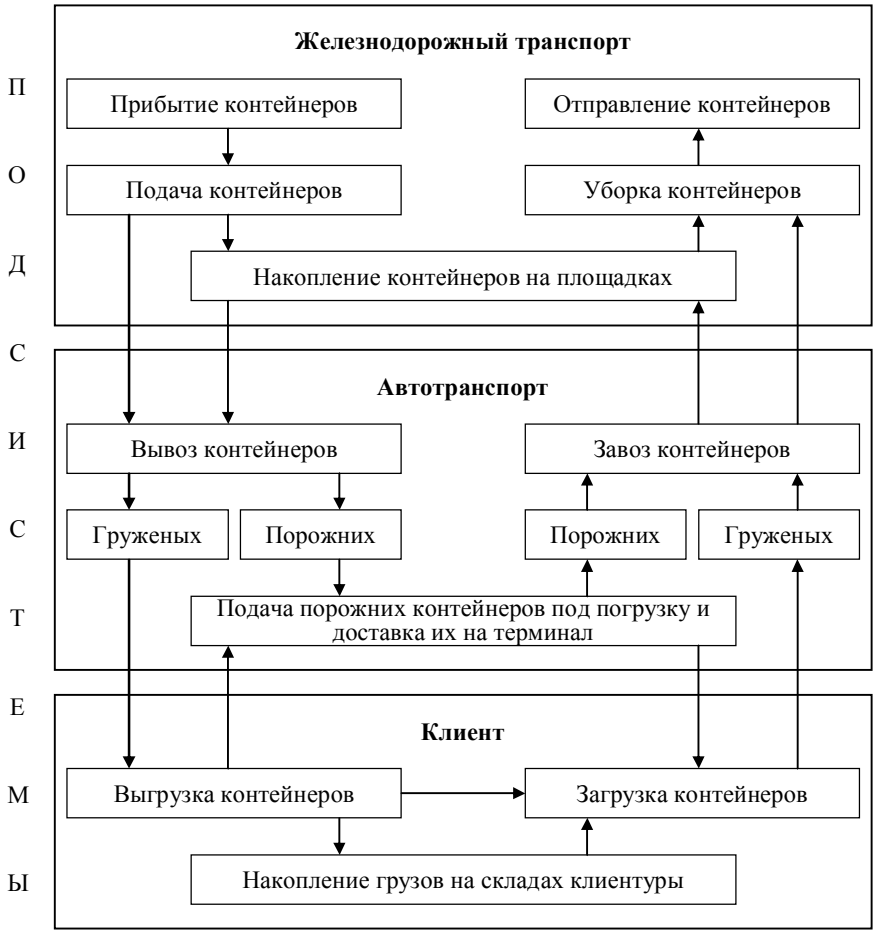



**Рис. 1.** Логистическая схема организации завоза-вывоза контейнеров

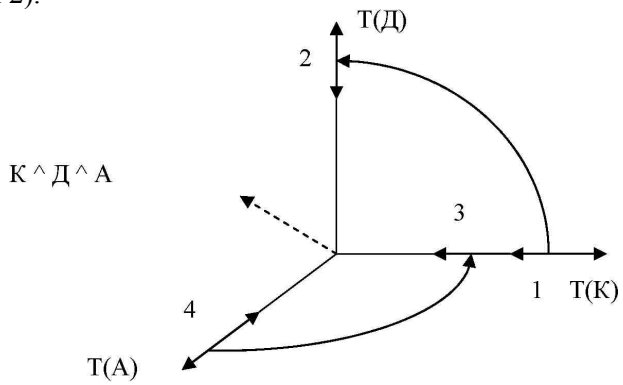
На территории терминала имеют место три потока:

–контейнеров (К);

–документов (Д);

–автомобилей (А).

Процесс взаимодействия потоков во времени протекает по-разному. Оптимальным является случай, когда к моменту подачи вагонов с контейнерами на площадку закончен процесс оформления документов и прибыл автомобиль для вывоза контейнера. Схематически это можно представить в следующем виде (рисунок 2).




Т – время; ^ – знак «и».

**Рис. 2.** Потоки контейнеров, документов и автомобилей в трехмерном изображении

Указанное выше состояние можно записать с помощью выражения:

$$T(1,0) = t(2,0);\ t(3,0) = t(4,0),$$

где $t$ (1,0) – время до подачи вагонов с контейнерами на терминал;
$t$ (2,0) – время на оформление документов;
$t$ (3,0) – остаток времени до подачи вагонов с контейнерами на терминал;
$t$ (4,0) – время движения автомобиля до терминала.

Однако на практике редко соблюдается такая оптимальная согласованность этих потоков. Возможные ситуации представлены ниже (рисунок 3).

Основными техническими средствами, участвующими в процессе вывоза (завоза) контейнеров с терминала автотранспортом, является:

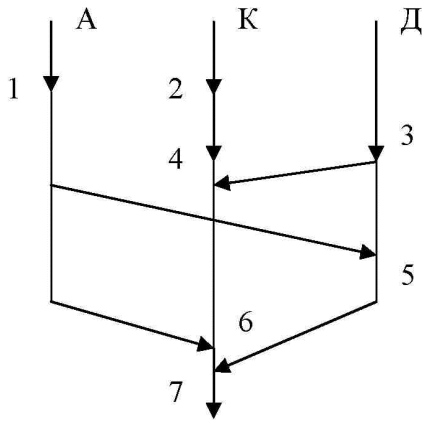
–линейные автотягачи (А);

–маневровые автотягачи (М);

–полуприцепы (П);

–контейнеры (К).

| | К | Д | А |
|---|---|---|---|
| 1 | - | - | + |
| 2 | + | - | - |
| 3 | - | + | - |
| 4 | + | + | - |
| 5 | - | + | + |
| 6 | + | - | + |
| 7 | + | + | + |




«+» – наличие элемента; «-» – отсутствие элемента.

**Рис. 3.** Взаимосвязь потоков контейнеров, документов и контейнеров

На терминале разные технические средства могут находиться на обслуживании у того или иного элемента терминала (таблица 1).

Таблица 1. **Технические средства на обслуживании у элементов терминала**

| Элементы терминала | Технические средства | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | А | М | П | К | А+П | П+К | М+П | А+П+К | М+П+К |
| Контрольно-пропускной пункт | - | - | - | - | - | - | - | + | - |
| Экспедиция | + | - | - | - | + | - | - | + | - |
| Стоянка автомобилей | + | + | - | - | + | - | - | + | - |
| Стоянка полуприцепов | + | + | + | - | + | + | + | + | + |
| Железнодорожный путь | - | - | - | + | - | - | - | - | - |
| Площадка для контейнеров | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

При завозе-вывозе контейнеров используются маятниковые и треугольные маршруты. Автомобиль-тягач может находиться в трех состояниях:

–с контейнером на полуприцепе (Г);

–с полуприцепом без контейнера (П);

–без полуприцепа (Х).

Возможные маршруты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Возможные варианты маршрутов

| Маятниковые маршруты | | | | | | | Треугольные маршруты | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $М_1$ | $М_2$ | $М_3$ | $М_4$ | $М_5$ | $М_6$ | $М_7$ | $Т_1$ | $Т_2$ | $Т_3$ | $Т_4$ | $Т_5$ | $Т_6$ | $Т_7$ | $Т_8$ |
| ГГ | ГП | ПГ | ГХ | ХГ | ПХ | ХП | ГПГ | ГХГ | ГПХ | ПХГ | ГХП | ХПГ | ПХП | ХПХ |

Любые треугольные маршруты могут быть сформированы путем комбинирования маятниковых маршрутов (таблица 3).

Таблица 3. **Формирование треугольных маршрутов из маятниковых**

| Треугольные | Маятниковые | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $М_2$ | $М_3$ | $М_4$ | $М_5$ | $М_6$ | $М_7$ |
| $Т_1$ | 1 | 2 | - | - | - | - |
| $Т_2$ | - | - | 1 | 2 | - | - |
| $Т_3$ | - | - | 1 | - | - | 2 |
| $Т_4$ | - | - | - | 2 | 1 | - |
| $Т_5$ | 1 | - | - | - | 2 | - |
| $Т_6$ | - | 2 | - | - | - | 1 |
| $Т_7$ | - | - | - | - | 1 | 2 |
| $Т_8$ | - | - | - | - | - | 1 |
| П р и м е ч а н и е – 1, 2 – последовательность маршрута. | | | | | | |

При большом количестве клиентуры встречаются все варианты маятниковых маршрутов и всегда имеется возможность комбинирования ими для формирования треугольных маршрутов.

**Вывод**

Рассматриваемая методика процесса взаимодействия потоков контейнеров, перевозочных документов, автомобилей может быть использована для качественного анализа работы терминалов, логистизация функционирования терминала позволяет рассматривать его как пункт взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта.

ЛИТЕРАТУРА

1.Николашин В.М. О логистическом факторе в процессе принятия решений, оптимизирующих деятельность транспортно-грузовых комплексов: Юбилейный сб. науч. тр. "Совершенствование технологии грузовой и коммерческой работы в условиях рынка"

2. Новиков О.А. Коммерческая логистика: Учеб. пособие/О.А. Новиков, С.А Уваров. СПб.: СПбУЭФ.-1995.211с

3. Смехов А.А. Основы транспортной логистики. М.: Транспорт, 1995.-195 с.

4. Транспортная логистика: Учебник для автотранспортных вузов/ Под ред. Л.Б.Миротина.-М.:Экзамен,2002.-511с.

Мұратбекова Г.В., Мырзаділов Д.А.

**Аралас автокөліктік теміржол жүйелерінде үлкен көлемді контейнерлерді тасымалдаудың ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Қазіргі таңда Қазақстанның барлық теміржолдар жүйесіне контейнерлік терминалдарды дамыту қажеттілігі жеке бағыттағы контейнер тасымалдауының өсу жағдайында жұмыс жасайтын үлкен көлемді контейнерлерді іріктеу бекет қуатының жетіспеушілігінен туындайды. Жол торабындағы станцияларда

терминалдарды орнату теміржол станциясында жүкті ауыстырып тиейтін орындағы өңдеу қуатының қалыпты жүктелуі үшін жүк ағымының ырғақтылығын ұйымдастыру жұмыстарындағы мәселелерді шешеді.

**Кілттік сөздер:** контейнер, вагон, жүктер, технологиялық процесс.

Muratbekova G., Myrzadilov D.

**Special aspects of transportation of ultra-large containers in the mixed auto and railway connection**

**Summary.** The necessity of the development the container terminals by the whole railway network of Kazakhstan is required due to lack of capacities, of the existing sorting points of the ultra-large containers, in the conditions of the fast growth of the container transportations in separate directions.

The foundation of the container terminals will allow to solve the problem of organization of the rhythmic flow of goods for the equable load of refining capacity of reload places, at railway stations.

**Key words:** container, wagon, load, technological process.

# • ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621. 791.92: 621. 824. 32

**А.С. Каржаубаев**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан
adil.karzhaubaev@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЯ С ОСНОВНОЙ ДЕТАЛЬЮ ПРИ ШИРОКОСЛОЙНОЙ НАПЛАВКЕ

**Аннотация.** Технологический процесс восстановления коленчатых валов, работающих в условиях повторно переменных динамических нагрузок и гидроабразивного износа, должен обеспечить сопротивление усталостному разрушению и износостойкость на уровне новых деталей. В Каз НТУ на кафедре ПТМиГ разработали технологию широкослойной наплавки. Шейку вала наплавляют колеблющимся электродом. Колебание электрода – одно из перспективных условий кристаллизации расплавленного металла, улучшения его качества и получения а также получения размерной наплавки за один проход. Возвратно-поступательное перемещение дуги энергично перемешивает расплавленный металл, дегазирует его. Колебание электрода оказывает влияние на геометрические параметры наплавленного слоя.

При широкослойной наплавке, как и при любом виде, прочность наплавочного соединения определяется интенсивностью деформационных процессов. Вал при наплавке деформируется незначительно, поэтому прочность сцепления покрытия с основой вала зависит, от деформации присадочной проволокой.

**Ключевые слова:** наплавка, коленчатый вал, порошок, оправка, проволока, деформация, металлопокрытия, износостойкость, прочность.

Коленчатый вал - тяжелонагруженная деталь, работающая в условиях циклических, знакопеременных нагрузок. Условия работы детали предопределяют проведение тех или иных исследований по выявлению значений основных параметров, определяющих ресурс изделия [1–3].

Коленчатые валы, восстановленные наплавкой, должны обладать достаточной износостойкостью и усталостной прочностью. При выборе оптимальных режимов наплавки по качеству нанесённого покрытия используют определяющие признаки – наличие или отсутствие дефектов.

На получение качественного соединения при наплавке на неподгретые чугунные детали оказывают значительное влияние технологические и металлургические факторы. К технологическим относятся сила тока, напряжение дуги, скорость наплавки. К металлургическим – графитизация, удаление углерода, карбидообразование. Качество наплавленных слоев на чугунные детали зависит, главным образом, от технологии наплавки и сварочных материалов.

Физическая природа соединения металлопокрытия с основой была раскрыта Ю.В. Клименко и Э.С. Каракозовым [4].

Известно, что скорость роста прочности сварного соединения при его формировании в твердой фазе выражается известной зависимостью [4,5].

$$\frac{d\overline{\sigma}}{dt} = \frac{A\dot{\varepsilon}}{Lb}, \qquad (1)$$

где $\overline{\sigma}$ - относительная прочность сварного соединения, равная отношению прочности соединения при конкретном режиме наплавке к максимально возможной прочности, равной прочности основного металла вала на разрыв; А-площадь одного активного центра, зависящая от энергии Q, выносимой дислокацией при образовании активного центра, и высоты потенциального энергетического барьера U, при достижении которого в пределах отдельного активного центра

образуются межатомные связи; $\dot{\varepsilon}(t)$ - скорость деформации; $L = \rho^{0,5}$ - расстояние между дислокациями; $\rho$ - плотность дислокаций; *b*- модуль вектора Бюргерса.

Из работ [5,6],следует, что при широкослойной наплавке скорость и величина пластической деформации присадочной проволоки определяют качество сцепления металлопокрытия с основной.

Исследователей больше интересует не скорость роста прочности сварного соединения, а зависимость прочности сцепления от деформации присадочной проволоки и поверхностных слоев восстанавливаемого вала.

Уравнение (1) скорость роста прочности сварного соединения математически правильно не интегрируется, т.к. неизвестны значения параметров *A, L, b,* входящих в это уравнение. При исследованиях различных видов сварки давлением в большинстве случаев связи между параметрами $\overline{\sigma}$ и $\varepsilon$ ищут экспериментально [2].И в наших исследованиях связи вида $\overline{\sigma} = f(\varepsilon)$ для различных присадочных материалов определялись опытным путем. М.З. Навиковым и В.С. Ибрагимовым была определена экспериментальным способом следующая зависимость между прочностью сцепления $\overline{\sigma}$ покрытия с основным металлом вала и относительной осевой деформацией присадочной проволокой $\varepsilon_y$ для случая наплавке валов из углеродистых сталей углеродистыми присадочными проволоками:.

$$\overline{\sigma} = 3{,}28\,\varepsilon_y - 0{,}549, \qquad (2)$$

где $\varepsilon_y = \dfrac{(L_B - L_{np})}{L_{np}}$ - относительная осевая деформация проволоки; $\overline{\sigma} = \dfrac{\sigma}{\sigma_{\max}}$ - безразмерная прочность сцепления покрытия с основной; $\sigma$ - прочность сцепления на исследуемом режиме; $\sigma_{\max}$ - максимально возможная прочность, равная прочности на разрыв основного металла вала; $L_B$- длина наплавленного валика; $L_{np}$- длина затраченной проволоки.

На основе раскрытой связи (2) разработан простой, удобный, применимый непосредственно на рабочем месте способ контроля качества наплавки [2].

Разборные образцы (рисунок 1) наплавлялись присадочными проволоками 15- ГСТЮЦА диаметром 1,6 мм. В качестве основного металла детали применялись образцы из стали 45 и чугуна, вырезанные из опорных шеек коленчатого вала двигателя ЗМЗ-53. Стальные образцы изготавливались диаметром 70мм из круглого проката. Приварка покрытия на образцы и их механическая обработка производилась с использованием специально изготовленной оправки (рисунок 1).

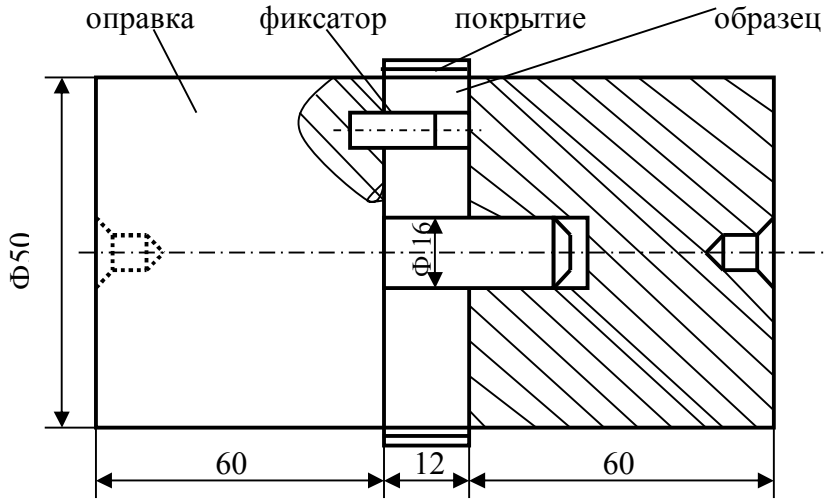



**Рис. 1.** Оправка

Для реализации срезания покрытия боковые поверхности наплавленного слоя обтачивались до ширины 4...5мм. Подготовленные таким образом образцы продавливались на прессе типа П-125 ГОСТ 8905-73 сквозь закаленное стальное кольца (рисунок – 2).

Методика определения прочности наплавочного соединения предусматривает следующую последовательность действий:

1.По эталону вырезается кусок присадочной проволоки длинной 700 мм.

2.Вырезанной кусок проволоки наплавляется на исследуемом режиме на цилиндрический образец или конкретную деталь.

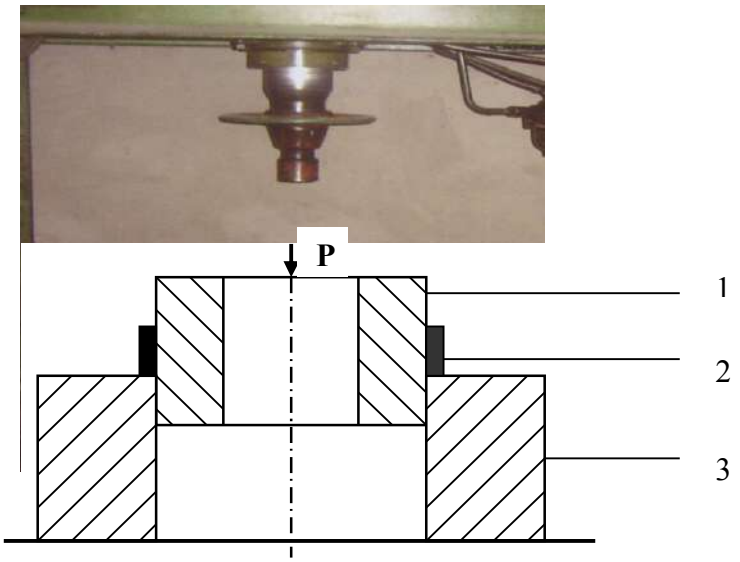



**Рис. 2.** Определение прочности сцепления при испытании покрытия на срез:
1 – образец; 2- покрытие; 3 – кольцо.

3.Определяется площадь наплавленного валика (по средней линии)

$$L_B = \pi \frac{D_1 + D_1^{|}}{2} \cdot n, \tag{3}$$

где $D_1$- диаметр вала до наплавки; $D_1^{|}$- диаметр вала после наплавки; $n$- ширина наплавленного слоя.

4.Прочность сварного соединения подсчитывали по выражению:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi db}, \tag{4}$$

где $F$- сила сжатия,Н; $A$- площадь контакта наплавленного слоя и детали,м$^2$; $d,b$ - соответственно диаметр образца и ширина покрытия,м.Значения $d$ и $b$ определялись при помощи штанциркуля ШЦ-II с точностью $5 \cdot 10^{-5}$ м.

В эксперимента параметры режимов наплавки, определяющих прочность сварного соединения, изменяли случайным образом в следующих пределах: действующиее значение тока наплавки варировали от 4 до 10 кА, длительность импульсов тока от 0,02 до 0,06 с, скорость наплавки от 0,015 до 0,30 м/с.

Искомую связь между параметрами $\overline{\sigma}$ и $\varepsilon_y$ мы прогнозировали в виде зависимости:

$$\overline{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma_{\max}} = k \cdot \varepsilon_y^m + C, \tag{5}$$

где $k$ и $m$ – эмперические коэффициенты; $C$- постоянная интегрирования, показывающая, что образование химических связей соединяемых поверхностей начинается с минимальной деформации присадочной проволоки.

Полученные экспериментальные данные показаны кривыми 1 и 2 на рисунке 3. После статической обработки результатов экспериментов методом наименьших квадратов отклонений [2] получено следующее уравнение:

$$\overline{\sigma} = 3{,}04\varepsilon_y^{0{,}70} - 0{,}922\,, \qquad (6)$$

Среднеквадратическое значение расхождений результатов, полученных экспериментально и вычисленных по зависимости (6), составляет 0,068. Коэффициент парной корреляции параметров $\overline{\sigma}$ и $\varepsilon$ равен 0,95.

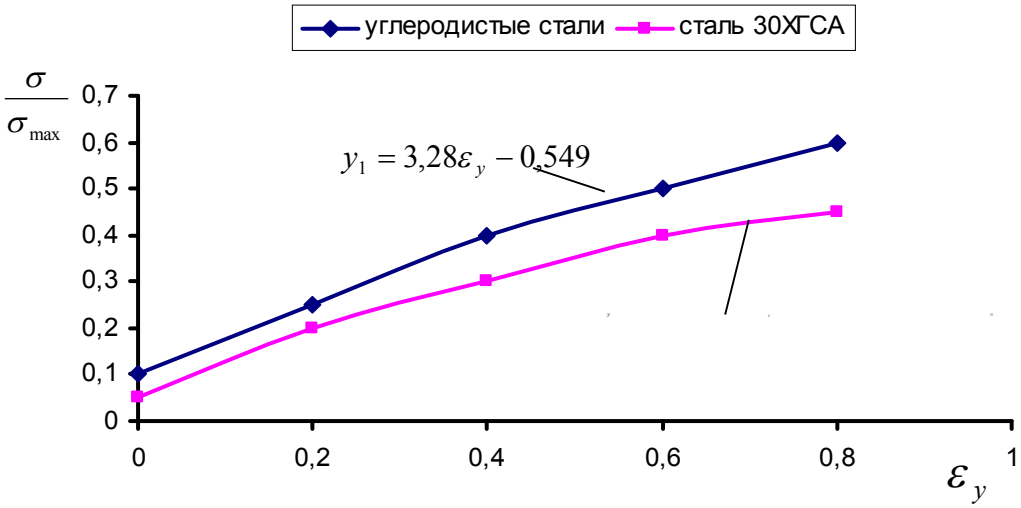



**Рис. 3.** Зависимости прочности сцепления металлопокрытия с основой от осевой от деформации присадочной проволоки.

Из вышеизложенного следует, что прочность сцепления металлопокрытия с основой детали при широкослойной наплавке, можно определить по относительной разности длин наплавленного валика $L_B$ и затраченной присадочной проволоки $L_{пр}$.

*Таким образом*, многократная экспериментальная проверка показало, что максимальное расхождение результатов определения $\overline{\sigma}$ путем отрыва наплавленного слоя от основы и путем определения относительной осевой деформации проволоки $\varepsilon_y$ не превышает 18%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гликман Л.А. ,Бабаев А.Н. Усталостная прочность образцов наплавленных автоматической сваркой под флюсом - Металловедение и термическая обработка металлов, №10, 1997. – 37-43 с.

2. Авчинников Б.Е. Усталостная прочность поверхностно упроченных деталей, Труды ВВИА, вып.1183. – М. , 1967. - 290с.

3. МендебаевТ.М., КаржаубаевА.С. Особенности процесса восстановления чугунных коленчатых валов и используемые присадочные материалы // Труды: Международной научно-практической конференции, «Архитектура и строительство в новом тысячелетии», КазНТУ, Алматы 2009, -С.271-274.

4. Каржаубаев А.С. Восстановления чугунных коленчатых валов автомобильных двигателей: - Монография. Алматы 2010, -148с

5. Доценко Г.Н. Износостойкость и усталостная прочность чугунных коленчатых валов ГАЗ-21. – М.: Автомобильная промышленность, №2, 1969.

6. Касаткин Б.С. Напряжения и деформации при сварке. – Киев: Вища школа, 1998. – 246с

Қаржаубаев Ә.С.

**Жалпақ балқылау кезінде негізгі бөлшек пен балқылау қабатының ілінісуін зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада балқыма қосылыстарының негізгі бөлшекке жабасуы қарастырылған және сонымен қатар балқылама қосылыстарының беріктігі зерттелген.

**Кілт сөздер:** балқылау, иінді білік, темір ұнтағы, түзеткіш, сым, деформация, металменқаптау, тозутөзімділігі, беріктік.

Каржаубаев А.С.

**Исследования прочности сцепления металлопокрытия с основной деталью при широкослойной наплавке**

**Резюме.** В этой статье рассмотрены количественные соотношения между прочностью наплавочного соединения и относительной осевой деформацией присадочной проволокой, а также испытание на прочность наплавочного соединения.

**Ключевые слова:** наплавка, коленчатый вал, порошок, оправка, проволока, деформация, металлопокрытия, износостойкость, прочность.

Karzhaubayev A.S.

**Study the adhesive strength of metal coating to the main piece in shirokosloynoy surfacing**

**Summary.** In this clause the quantitative parities between durability of welded connection and relative axial deformation adding by a wire are considered and also the test for durability welded connection was made.

**Key words:** Surfacing, crankshaft, powder, mandrel, wire, deformation, metal plating, durability, strength.

УДК 543.632.542

**[1] А.М. Тулеуов, [1] К.К. Сырманова, [2] Э.С. Негим, [1] Ж.Б. Калдыбекова, [1]Д.А. Абзалова**

([1]Южно-Казастанский государственный университет им.М.Ауэзова
[2] Faculty of Science and Engineering, University of Wolverhampton, Wolverhampton, UK)

## ҚҰРАМЫНДА ЛИГНИН БАР ҮСТІРТ-БЕЛСЕНДІ АТТЕКТЕРДІҢ ИНГИБИРЛІК ТИІМДІЛІГІ

Гидролизді лигнин (ГЛ) – барынша ірі салмақты қайта өңдеудің қалдығы мүлдем пайдаға асырылмайтын ағаш сүрегі, жаңартылатын өсімдік шикізатының ең көлемді ресурстарын пайдалану мақсаты тәрізді қоршаған ортаның жалпы ластануын тоқтату үшін де оны білікті түрде пайдалану өзекті мәселе болып табылады.

Гидролизді лигнин (ГЛ) – аморфты заттек, түсі ашық қоңырдан қара қоңырға дейін. 185-190°С температурасында және 1,2-1,25 МПа қысымында күкірт қышқылымен қосып өңдеу көзделген ағаш сүрегін немесе басқа өсімдік шикізатын гидролиздеу барысында табиғи лигнин ыдырайды (қалыпты құрылымы бұзылады), бұл химиялық құрамының өзгеруімен, шашыраңқылығымен, ылғалдылығымен және өзге де сипаттамалармен, соңғы тұрақты «өнімнің» - гидролизді лигниннің қалыптасуымен орын алады. Гидролиздеу барысында оның ағаш сүрегінің салмағынан шығуы 30% құрайды [1]. Бұл күрделі, ретсіз құрастырылған, ыдырауға тұрақты, тарамдалған макромолекулалары бар жоғары молекулалық полимер. Суда және органикалық ерітінділерде ерімейді. Түрлі химиялық заттектердің – табиғи лигниннің, полисахаридтердің, шайырлардың, майлардың, балауыздардың, минеральдік және органикалық қоспалардың конгломераты.

Молекуларлық көлем химиялық құрылым тәрізді нақты анықталмаған. ГЛ тығыздығы 1,25-1,45 г/см3 тең. Сынулар коэффициенті 1,6 тең. Ылғалды ГЛ төмен жылу шығару қабілеті бар, ол мүлде құрғақ лигнин үшін 5500-6500 ккал/кг, 18-25%-дық ылғалдылығы бар өнім үшін 4400-4800 ккал/кг және 65%-дық ылғалдылығы бар өнім үшін 1500-1650 ккал/кг құрайды [2]. Зауыттарда алынатын техникалық гидролизді лигнин әдетте түрлі қоспалармен қатты ластанған және өзінің химиялық

құрылымы бойынша біркелкі емес, сондықтан оны қайта өңдеу және пайдалану елеулі қиындық тудырады.

Гидролизді лигниннің құрылымы ретсіз, осыған байланысты оның элементтік құрамы кең шектеулерде ауытқиды. Көміртек құрамы 52% бастап 64% дейін, сутегі 5% бастап 7% дейін, күкірт 0% бастап 3% дейін, басқа О және өзге де химиялық элементтер [3].

ГЛ физико-химиялық сипаттамасы бойынша бірнеше миллиметрден бастап микрондарға дейін және одан төмен бөлшектердің көлемдерімен полибөлшекті жүйені алға тартады. Түрлі зауыттарда алынған ТГЛ зерттеу олардың құрамы бөлікшелердің келесідей құрамымен сипатталатындығын көрсетті: көлемі 250 мкм жоғары - 54-80%, 250 мкм төмен- 17-46%, 1 мкм төмен - 0,2-4,3%.

Гидролизді лигнин бөлшегінің құрылымы бойынша тығыз дене болып табылмайды, керісінше микро- және макропор дамыған жүйесін алға тартады, оның ішкі қабаты ылғалдылықпен анықталады (ылғалды лигнин үшін г\ О ол 760-790 м /г, ал құрғағы үшін небәрі 6 м /г құрайды).

Гидролизді лигнин – ағаш сүрегінің гидролитикалық ыдырау заттегінің күрделі қоспасы, оның құрамына лигнин, қиын гидролизделінетін полисахаридтердің бөлшегі, қысқартылған заттектер (моносахаридтер, фурфурол), шайырлар, күл элементтері, күкірт пен органикалық қышқылдардың қалдықтары кіреді. Техникалық ГЛ құрамы бойынша қорытудан қорытуға өзгереді, және оның сараптамалық сипаттамасы – орташа статистикалық шама.

Сараптамалық деректердің, функционалдық топтарды зерттеудің, өнімдердің барынша қышқылдануын зерделеудің негізінде гидролизді лигнин көрінісін құрастыру сұлбасын К. Фрейденбергтің табиғи лигниннің белгілі сұлбасының негізіне сүйене отырып, шартты түрде ұсынуға болады. Гидролизді лигнин көрінісінің мұндай сұлбасы ЭПР/3/әдісімен анықталатын радикалдар сипатын қамтитын түйіндескен байланыс жүйесінің жинақталуын және екінші құрылымдардың қалыптасуын түсіндіру, оны қайта өңдеу бағыттарын біршама болжау үшін қолданылуы мүмкін.

Гидролизді лигнин және әсіресе оның кейбір туындылары тиімді ҮБЗ болып табылады және сорбциондық қабілеттері бар [4].

Құрамында лигнині бар тот түрлендіргішін дайындауда қолданылатын гидролизді лигнин - $Fe^{+3}$ катиондары арқылы қысқаш тәрізді қосылулар қалыптастыру қабілеті, амфотерлік қасиеттері бар белсенді ионит. Тоттың жете өңделген лигнинті модификаторларының жоғары тот басуға қарсы тиімділігін гидролизді лигниннің ион алмасу қабілеті тарапынан емес, керісінше оның басқа да сапаларының, атап айтқанда, ингибирлік қасиеттерінің жиынтығымен қарастыру қажет.

Лигниннің химиялық тұрғыдағы белсенділігі эфирлі байланыстарымен және функционалдық топтармен шартталған. Фенольді гидрототығу донорлар, ал карбонильді, хиноидті гидрототығулар – акцепторлар болып табылады, бұл лигниннің макромолекуласын зарядты тасымалдауы бар жиынтық ретінде қарауға негіз болады. Сондықтан тұздар жиынтық ішінде қалыптасуы мүмкін, бұл лигнинді металды қабаттың пассиваторы ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Лигниннің макромолекуласында функционалдық топтар (спиртті, гидрототықты, карбоксильді, фенольді) көлемінің ұлғаюна байланысты оның ион алмасу қасиеті м сорбенті едәуір жоғарылайды және осылайша темірдің тотықтармен және гидрототығулармен жиынтық қалыптастыру және ион алмасу процесі барынша белсенді болып өтеді, бұл факті өз кезегінде тот модификациясын тұрақты түрде суда ерімейтін өнімге жетелейді, яғни молекулада СООН- және ОН – топтары неғұрлым көп болса, тот түрлендіргіші соғұрлым тиімді болады.

Металл иондарының оттегіге қарағанда азоттың донорлық атомына жақын болуына байланысты, жиынтықты тұздар беріктілігі лигнин молекуласына азотты енгізу арқылы жоғарылайды, бұл түрлі жолдармен қол жеткізіледі [5]. Осылайша, лигниннің қабілеті металдың, атап айтқанда темірдің тотықты және гидрототықты үлгілерін берік байланыстырумен түсіндіріледі.

Гидролизді лигнинде су ерітінділерінен $Fe^{+3}$ иондарының сорбциясын жүргізу, сорбция процесі 2 кезеңнен өтетіндігін көрсетті: бастапқыда иондардың лэнгмюрлік адсорбциясы өтеді, ал сонан соң желілік заң бойынша лигнин қуыстарында адсорбция байқалады. Гидролизді лигнинде темір иондарының сорбциясы негізінен, бір жағынан, қарама қарсы функционалдық топтар мен $Fe^{+3}$ иондар және келесі жағынан, сорбенттің көлемді құрылымы арасындағы ион-дипольді өзара әрекеттесумен байланысты. Осы себептен гидролизді лигнин композициясының бірқатарын және оның әдеттегі сополимерлерін болаттың қышқылды тот басу ингибиторы ретінде қарастыруға нұсқау беріледі [6].

Бұл қағида гидролизді лигнинді тоттың ұнтақты модификаторларында қолдану кезінде қолданылады. Лигниннің несепнәрмен өзара әрекеттесуі кезінде, шамамен жартылай жиынтықтар қалыптасады, мұнда лиган, яғни ішкі үйлестіру аясын қалыптастыратын нейтральді молекуланың рөлін аминдер молекуласы атқарады. Әрі қарай, металдардың тот басу өнімдерімен реакцияға түскен сәтте мұндай жиынтықтар айрықша беріктігімен ерекшеленетін хелатты қосылулар қалыптастырады, себебі ондағы орталық атом тізбелік лигандамен «бұғатталған» тәрізді. Тоттың жіңішке қабаты инертті борпылдақ қабықша қабатымен көмкерілген, бұл металдың анодты еруіне шамалы ғана әсер етеді және оттекті катодты қалпына келтіру кезінде араласу процесін кідіртеді. Осылайша, оттекті қалпына келтірудің электродты реакциясы тек металды темірдің үстіңгі қабатымен өтеді. Шын мәнінде, темір қышқылының жеткілікті электронды өткізгіштігі кезінде бұл реакция тот қабатында немесе тоттың қалың қабаттарының қуыс қабырғаларында өтуі мүмкіндігін назарға алу қажет.

Келесідей реакция бойынша $Fe^{+2}$ бастап $Fe^{+3}$ дейін қышқылдануы бірмезгілде өтетін болады:

Әрі қарай темір қабатындағы тоттың айтарлықтай қалың қабаттарында металды темірмен бірге термодинамикалық тепе теңдікте орналасқан $Fe_3O_4$ магнетит туындауы мүмкін. Осыған байланысты, металдардың тот басуына қарсы лигниннің ингибирлік тиімділігін анықтау үшін 1-кестеде көрсетілген функционалдық топтардың түрлі көлемін қамтитын оның бірнеше модификациясы таңдап алынған.

1-кесте. **Функционалдық топтардың түрлі көлемін қамтитын лигнин модификациясы.**

| Функционалды топтар | $OCH_3$ | $OH_{жалпы.}$ | COOH | Cl |
|---|---|---|---|---|
| Нативті | 15,3 | 2,26 | 0,43 | - |
| Гидролизді | 11,02 | 9,8 | 5,32 | - |
| Хлорланған гидролизді | 4,27 | 0,45 | 4,97 | 16,40 |

Нативті лигнин (НЛ), гидролизді (ГЛ), гидролизді хлорлы (ГХЛ) қоспасымен және бұл қоспаларсыз қышқыл ерітіндісінде қол жеткізілген нәтижелерді салыстыру гидролизді лигниннің кейбір модификациялары металдардың тот басу қышқылының тиімді ингибиторы болып табылатындығын айқындауға мүмкіндік берді.

2-кесте. **Түрлі лигниндердің қорғау тиімділігіне (Y), тот басу жылдамдығына (V), және қорғау әрекетіне (Z) қатысты деректер.**

| Лигнин | Y | V,кг/м$^2$ с | Z,% |
|---|---|---|---|
| Нативті | 2,1 | 9,6 | 0,40 |
| Гидролизді | 5,0 | 2,6 | 0,80 |
| Хлорланған гидролизді | 3,4 | 5,4 | 0,62 |

Ұсынылған нәтижелерді (кесте) сараптай отырып, лигниннің макрмолекуласындағы немесе оның модификацияларындағы COOH-топтарының көлемі, қорғау тиімділігі (Y), тот басу жылдамдығы (V), сонымен бірге қорғау әрекеті (Z) арасында тікелей тәуелділік бар деп тұжырымдауға болады.

Түрлі лигниндерге ингибирлік қасиеттер қалыптастыруға қатысатын екінші функционалдық топ OH-топ болып табылады, бұл жоғарыда келтірілген деректерден анық көрінетіндігін ескеру қажет. Сол себептен лигниннің құрылымдық өзгеруі, көбінесе $Fe_2O_3$ және $Fe_3O_4$ металдарда олардың адгезиондық тұрақтылығын анықтай отырып, тоттың лигнинді модификаторымен бірге құрастырылған жиынтығында лакпен боялған қабаттардың құрылымдық-механикалық қасиеттеріне әсер етуі тиіс деген тұжырым жасауға болады. Құрамында лигнин бар үстірт-белсенді заттектердің молекулалары металдың кейбір бөліктерін ғана бейнелеп қоймайды, сонымен бірге ҮБЗ молекулаларының адсорбционды қабаты арқылы ортаның агрессивті құрамдарының енуіне кедергі жасайтын, тіпті орын алған қабаттың жартылай қабыршағында энергетикалық тосқауыл орнатады. Бұл тоттың лигнинді модификаторларының тот басуға қарсы белсенді тетігі туралы мейлінше нақты талқылауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1.Браунс Ф.Э., Браунс Д.А. Химия лигнина, -М.: Лесная промышленность,1984. 422с.

2.Никитин В.М., Оболенская А.В., Щеголев В.П. Химия древесины и целлюлозы, Лесная промышленность, 2008. 385с.

3.Саркенян К.В., Людвиг,К.Х. Лигнины - структура, свойства, реакции, -М.: Лесная промышленность, 2001, 456с.

4. Елисаветский А. М., Денисова Р. И., Веденов Г. Н. Преобразователи (модификаторы) ржавчины и их применение при защите стальных поверхностей лакокрасочными покрытиями. Обзор: НИИТЭХИМ. 1977 - с.34.

5. Сырманова К.К., Тулеуов А.М., Калдыбекова Ж.Б., Абзалова Д.А., Алипбекова Ж.К. Полимерные композиционные материалы на основе отходов гидролизных производств.Труды международной научно-практической конференции: «АУЭЗОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 11: «Казахстан на пути к обществу знаний: инновационные направления развития науки, образования и культуры», -Ш.: 2012, т.8, с. 160-162.

6. K.K. Syrmanova, El-Sayed M. Negim, A.M. Tuleuov, G.Sh.Erkebayeva. The development of composite polymer materials for anti-corrosion protection of oil and gas pipelines. Труды международной конференции «Application of Efficient & Renewable Energy Technologies in Low Cost Buildings and Construction». International Conference & Exhibition. Анкара,Турция, 2013,с. 486-490.

Тулеуов А.М., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б., Абзалова Д.А.

**Ингибирующий эффект лигнинсодержащих поверхностно-активных веществ**.

**Резюме.** В статье рассмотрен ингибирующий эффект лигнинсодержащих поверхностно активных веществ. Показано, что лигнин гидролизный и особенно некоторые его производные обладают сорбционными свойствами, некоторые модификации лигнина гидролизного являются эффективными ингибиторами кислотной коррозии металлов.

Tleuyov A., Syrmanova K., Negim E., Kaldybekova Zh., Abzalova D.

**The inhibitory effect of lignin-containing surfactants.**

**Summary.** The article describes the inhibitory effect of lignin-containing surfactants. It has been shown that the lignin hydrolysis and particularly certain derivatives thereof possess absorbing properties, hydrolytic lignin , some modifications are effective acid corrosion inhibitors metals.

**Key words:** corrosion, inhibitory effect, phase composition of the corrosion products, pipelines, aggressive environment.

УДК 66. 074 : 541. 18

**[1]А.Д. Мамитова, [2]Г.С. Муташева**
([1]Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Шымкент,
Алматинский университет энергетики и связи Алматы,
Республика Казахстан)

# РОЛЬ ВНУТРЕННЕГО МАССОПЕРЕНОСА ПРИ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕМ

**Аннотация.** Рассмотрена роль внутреннего массопереноса при адсорбции органических веществ из водных растворов активированными углями. Результаты исследований показывают, что если основная доля массопереноса осуществляется путем диффузии растворенных веществ в транспортных порах, то наиболее целесообразно выбирать в качестве адсорбента мезопористые угли, у которых транспортная пористость развита достаточно сильно. Если же основной массоперенос происходит в адсорбционном пространстве, то оптимальной является структура зерна с максимальным объемом микропор.

**Ключевые слова:** макро-переходные микропоры, микрокристаллиты, макропористость образцов, ртутно-порометрический метод, мезопористые угли.

Пористая структура промышленных адсорбентов не только определяет предельный объем их адсорбционного пространства или максимальное удельное количество адсорбированного вещества, но и влияет, в какой-то степени, на избирательность адсорбции компонентов раствора (1). Через пограничный слой жидкости молекулы растворенного вещества могут проникнуть к внешней поверхности зерна адсорбента только путем диффузии.

Скорость диффузии зависит, как известно, от градиента концентраций. Концентрация раствора на внешней границе пограничного раствора такая же, как во всем объеме интенсивно перемешиваемой жидкости. Концентрация раствора на границе с твердым телом зависит от условий диффузии молекул адсорбирующегося вещества, от внешней поверхности зерна адсорбента внутрь по каналам его макро-переходных и микропор. Скорость диффузии молекул внутри зерна адсорбента определяется многими факторами: структурой пористости зерна, градиентом концентраций вещества в направлении от внешней границы к центру зерна ($a_p$ - $a_г$) и концентрацией адсорбированного вещества на внешней поверхности зерна $a_p$, во многом определяющей этот градиент.

Эта равновесная величина адсорбции на внешней поверхности зерна, устанавливающаяся практически мгновенно, связана с концентрацией раствора в прилегающем к границе зерна слое жидкости уравнением изотермы адсорбции. Следовательно, если диффузия через жидкий пограничный слой протекает достаточно быстро, чтобы у границы с зерном поддерживалась постоянная концентрация, то скорость адсорбции будет зависеть только от скорости отвода адсорбированного вещества от внешней поверхности зерна внутрь по системе пор, т.е. будет определяться величиной коэффициента внутреннего массопереноса $\beta_{внутр}$.

Форма пор адсорбентов (активных углей) в значительной мере зависит от исходного материала, использованного для получения адсорбента, и, возможно, от способа его активации. Мезо- и макропоры активных углей, полученных из древесного сырья, торфов или относительно молодых ископаемых углей, имеют бутылкообразную форму, т.е. часто входы в такие поры уже, чем сечение их полостей (2). Микропоры возникают преимущественно при газификации углеводородных радикалов или функциональных групп углеродного сырья в процессе активации или образуются в результате выгорания микрокристаллитов, состоящих из плоских пакетов дегидрогенизированных ароматических колец. Поэтому для микропор наиболее вероятны различные варианты щелевидных пустот.

В случае адсорбции из растворов веществ с крупными молекулами, для которых микропоры являются практически недоступными, а также при адсорбции примесей коллоидной степени дисперсности, основное значение приобретает поверхность переходных пор. Макропоры, и в случае адсорбции из растворов веществ с крупными молекулами, выполняют роль транспортных каналов.

Наиболее полно и точно охарактеризовать структуру активных углей в этой области можно с помощью метода ртутной порометрии, позволяющей судить не только об общей макропористости адсорбентов, но и дающей возможность вычислить распределение объемов пор по их радиусам в этой области, и, частично, в области пор переходных размеров.

Нами была исследована пористая структура образцов, полученных нами активированных углей из скорлупы фруктовых косточек (абрикос, персик, слива и орех) наиболее эффективных в процессах очистки воды.

На рисунке представлены интегральные ртутные порограммы активированных углей в интервале их эффективных радиусов пор от 5 до 300 нм. Как видно, на интегральных структурных кривых наблюдается длительный, равномерный подъем при увеличении давления в области пор с радиусом больше 100 нм, свидетельствующий о наличии макропористости изучаемых химически активных образцов. В области пор переходных размеров подъем интегральной структурной кривой возрастает, что связано с обширной областью переходных пор.

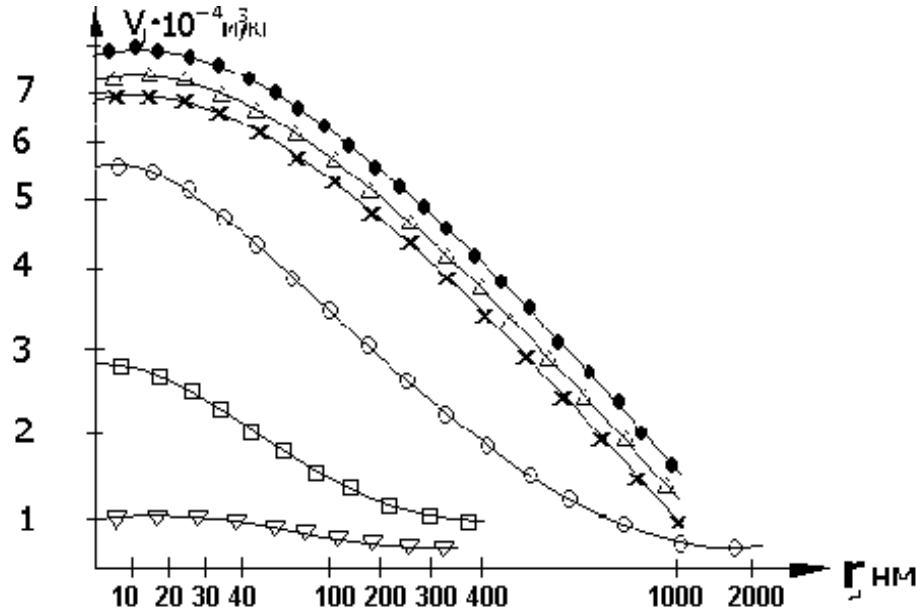



**Рис. 1.** Интегральные структурные кривые активированных углей

Характеристика пористости изучаемых активированных углей по данным ртутно-порометрического метода приведена в таблице, из которой видно, что величина удельной площади поверхности и объем пор активированных углей увеличивается во много раз при их предварительной обработке хлористым цинком. Значительная доля объема пор связана с наличием пор переходных размеров. Максимальными значениями объемов переходных пор обладает адсорбент, обработанный хлористым цинком ($ZnCl_2$) с коэффициентом пропитки 0,4.

Таблица 1. **Характеристика пористости активированных углей по данным ртутно-порометрического метода**

| Коэффициент пропитки хлористым цинком | Поры r >50нм | Поры r = 50-5нм | $V_1 + V_2$ |
|---|---|---|---|
| | $x10^{-4}$ м$^3$ /кг | $x10^{-4}$ м$^3$ /кг | $x10^{-4}$ м$^3$ /кг |
| 0,5 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| 0,1 | 1,3 | 1,5 | 2,8 |
| 0,2 | 1,0 | 6,0 | 7,0 |
| 0,3 | 1,2 | 6,0 | 7,2 |
| 0,4 | 1,3 | 6,0 | 7,3 |
| 0,5 | 2,2 | 4,0 | 6,2 |

Полученные с помощью ртутно-порометрического метода данные свидетельствуют о наличии развитой переходной пористости, а также макропористости полученных нами адсорбентов, являющихся доказательством высоких адсорбционных свойств изучаемых активированных углей и указывающих на возможность их использования в промышленности в качестве адсорбентов для очистки сточных вод и технологических растворов от коллоидных и дисперсных примесей.

При разработке активации адсорбента мы руководствовались параметрами, характеризующими оптимальную структуру его пористости, которые зависят, в свою очередь, от размеров молекул адсорбирующихся веществ и стандартного уменьшения свободной энергии адсорбции, т.е. от энергии избирательной адсорбции вещества из раствора. Поэтому, очень важно для адсорбционной технологии очистки воды выявить характер сопротивления массопереносу при адсорбции растворенных веществ в конкретных условиях технологического процесса, и определить граничные условия, при которых наступает переход от контролирующего скорость адсорбции внешнего массопереноса к контролирующему внутреннему массопереносу.

Диффузия вещества в порах полученного нами модифицированного активированного угля является следствием различного характера миграции молекул. В достаточно широких - транспортных - порах адсорбента (в макропорах и широких мезопорах) диффузия растворенных веществ осуществляется так же, как в свободной жидкости, и коэффициент диффузии в этих порах должен быть равен молекулярному коэффициенту диффузии вещества в разбавленном водном растворе $D_{мол}$. Однако вычисление скорости диффузии растворенного вещества в транспортных порах зерна адсорбента по величине $D_{мол}$ невозможно, поскольку неизвестна истинная длина каналов, по которым молекулы диффундируют под влиянием градиента концентрации от внешней поверхности зерна к его центру.

Учитывая извилистость и случайные формы, а также характер каналов, образовавшихся в зерне адсорбента при его получении, можно лишь предвидеть, что реальная длина диффундирующих к центру зерна молекул значительно больше эффективного радиуса зерна. Если отношение истинной длины пути диффундирующих молекул от внешней поверхности зерна до его центра к радиусу этого зерна выразить в виде коэффициента извилистости $К_н$, то эффективный коэффициент диффузии растворенных молекул в зерне $D_{эфф.\ р.}$, рассчитанный для пути вдоль радиуса зерна, и истинный молекулярный коэффициент диффузии в растворе будут связаны выражением $D_{мол.} = D_{эфф.\ р.} * К_н^2$

Поскольку коэффициент извилистости пор угля – параметр, его характеристики, не меняющиеся от одного адсорбируемого вещества к другому, надежность определения $К_н$ более важна, чем экономия затрат времени на выполнение определения.

Результаты исследований показывают, что если основная доля массопереноса осуществляется путем диффузии растворенных веществ в транспортных порах, то наиболее целесообразно выбирать в качестве адсорбента мезопористые угли, у которых транспортная пористость развита достаточно сильно. Если же основной массоперенос происходит в адсорбционном пространстве, то развитие транспортной пористости в зерне, по-видимому, излишне и оптимальной является структура зерна с максимальным объемом микропор.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубинин М.М. Адсорбция и пористость. - М.: Химия, 1972,-128с.

2.Карнаухов А.П. Геометрическое строение, классификация и моделирование дисперсных и пористых тел./ Адсорбция и пористость.- М.: Наука, 1976, 7-15с.

Мамитова А.Д., Муташева Г.С.

**Органикалық заттардың белсенді көміртегінің су ерітінділерінен тұратын абсорбцияланған ішкі масса алмасуының атқаратын рөлі**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада органикалық заттардың адсорбциялану кезіндегі су ерітінділерінің белсенді көміртегімен ішкі масса алмасу үдерісі қарастырылған. Зерттеулердің қорытындысы көрсеткендей, массалық алмасу көлік кеуектерінде ерітінді заттарды диффузиялық жолмен жүзеге асса, онда адсорбент ретінде мезокеуекті көміртегіні таңдауға болады, өйткені онда көлікті кеуектігі өте жеткілікті дамыған.

Егерде негізгі масса алмасу адсорбцияланған жазықта болса, онда дәнді жүйе максималды көлем микрокеуектері оптималды болып табылады.

**Кілттік сөздер:** макро-өткізгіш микрокеуектер, микрокристаллиттер, макрокеуекті үлгілер, сынапты-кеуектіметрлі әдіс, мезокеуекті көмірлер.

Mamitova A.D., Mutashewa G.S.

**Role of an internal mass transfer at adsorption of the organic substances from water solutions absorbent carbon**

**Summary.** In given article the role of internal mass-transfer at adsorption of organic substances from water solutions by the activated coals has been considered. Results of researches show that if the basic share of mass-transfer is carried out by diffusion of the dissolved substances in a transport pores it is the most expedient to choose as adsorbent mesoporous coals at which transport porosity is developed strongly enough. If the basic mass-transfer occurs in adsorption space, so the optimum is the structure of grain with the maximum volume of micro pores

**Key words**: macro-transitional , standard, mercurial-mercurial methods, coals

ӘОЖ 661.183.123.3:628.543

**И.Д. Набиева, С.К. Мырзалиева, А.Ж. Керимкулова, А.Е. Дүйсенбаева**
(Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, Алматы, Қазақстан Республикасы, inok_07-89@mail.ru)

# АВ-17-8 ЖӘНЕ PUROLITE 500 АНИОНИТТЕРІМЕН АҚАБА СУЛАРДАҒЫ АЛТЫВАЛЕНТТІ ХРОМДЫ ТАЗАРТУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Мақалада ақаба сулардағы $CrO_4^{2-}$ иондары АВ-17-8 және Purolite 500 аниониттерімен ионалмасу әдісі арқылы тазартылып, сорбенттердің толық алмасу сыйымдылығы, тазартудан кейінгі иондардың концентрациясы, тазару дәрежесі, адсорбция шамасы есептелді. Қолданылған аниониттердің тазарту қабілеттілігі салыстырылды.

**Түйін сөздер:** алтывалентті хром, ақаба су, ионалмасу, анионит, сорбция, дифенилкарбазид.

**Кіріспе.** Гальваникалық цехтарда ақаба су құрамында циан, хром, мыс, қорғасын, қышқыл және сілті т.б. сияқты улы заттар кездеседі.

Хром (VI) қосылыстары шекті рұқсат етілген концентрациядан (ШРК) (0,1 мг/л) асып кетсе адамға, жануарларға және балықтарға тікелей немесе жанама зиянды, улы және канцерогенді әсер етеді. Хром қоспаларының ішінде халық шаруашылығының әр саласында жиі қолданылатын улылығы басымы хромат және дихромат. Дихроматтың хроматқа қарағанда улылығы өте жоғары. Хром қоспаларымен уланған жағдайда олар бауыр, бүйрек, эндокринді бездерге жиналады, онкологиялық және түрлі тері ауруларын тудырады. Сондықтан ақаба сулардағы хром (VI) қосылыстарының концентрациясын максималды азайту керек.

Суда еріген қоспаларды тазартудың бірнеше әдісі белгілі, оларға экстракция, сорбция, электрокоагуляция, нейтралдау, эвапорация, озондау ион алмастыру және т.б. әдістер жатады. Қазіргі кезде ақаба суларын тазарту әдістеріне қойылатын талаптар: неғұрлым шығын көлемі аз, энергияны үнемді жұмсау , сондай-ақ тазартылған ақаба суын өндіріске қайта жіберу мүмкіндігі.

Улылығы жоғары өндірістік ақаба суларын тазартуда тиімді әдістерінің бірі ион алмастыру әдісі. Ал ионалмастырғыш материалдар ретінде жасанды алюмосиликаттар, талшықтар, селикагелдер, белсенді көмір, жасанды шайырлар қолданылады [1, 5].

Мақалада ақаба суын тазартуда қолданылатын дәстүрлі анионит пен бұрын қолданылмаған жаңа аниониттің қасиеттері зерттеледі. Сонымен қатар, ақаба суларды тазарту мақсатында көптеген зерттеулер жүргізілген [1-3]. Ионалмастырғыш қасиеттері бар жаңа жасанды шайырлар да алынған [4, 5]. Әдебиетте [6] ақаба суларды тазартуда қолданылатын дәстүрлі АВ-17-8 аниониті зертханалық жағдайда қолданылып, суды тазартуға жарамды екені көрсетілген, анионитті синтездеу жолдары да келтірілген. Ақаба суды тазартуда қолданылмаған анионитті [7] жұмысында хлорлы және сульфат-хлорлы ерітіндідегі платина (II, IV) және родий (III) иондарын сорбциялауда қолданған, уран өндірісіндегі ерітінділерде және ауыз су құрамындағы нитрат иондарын, органикалық қосылыстарды тазарту мақсатында өте жақсы нәтижелер алынған.

Біздің зерттеулерде АВ-17-8 және Purolite 500 аниониттері өндірістік ақаба сулар құрамындағы $Cr^{6+}$ ионын тазартуда қолданылды. Ақаба суларының жасанды үлгілері дайындалып, қауіптілігі бойынша 3-ші класқа (қауіпті) жататын алтывалентті Cr-нан тазарту жұмыстары орындалды. Алтывалентті хромның сорбциясы статикалық жағдайда 1:10 қатынасында $(20\pm1)^0$С температурада қатты-сұйық фазалар арасында жүреді. Жүйе үшін сорбенттердің толық алмасу сыйымдылығы (АС, ммоль/г), иондардың концентрациясы (С, моль/л), тазару дәрежесі (а, %), адсорбция шамасы (А, ммоль/г) есептеліп талданды.

**Тәжірибелік бөлім**

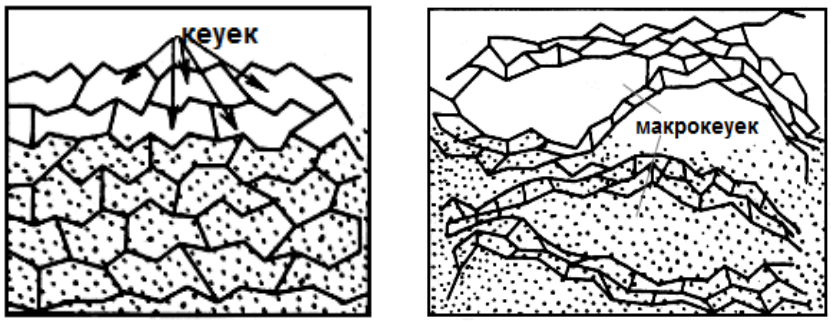
Ақаба су құрамындағы $Cr^{6+}$ ионының сорбциясы үшін құрамында бірдей функционалды тобы бар $OH^-$ және $Cl^-$ формалы, гельді және макрокеуекті құрылымды екі анионит алынды (кесте 1).

1-кесте. **Зерттелетін аниониттердің физика химиялық сипаттамасы**

| Анионит маркасы | Түрі | Сополимер | Физикалық құрылымы | Функционалдық топ | САС, ммоль/г |
|---|---|---|---|---|---|
| Purolite 500 | Күшті негізді | Ст-ДВБ | МК | ТАН | 1,26 |
| АВ-17-8 | Күшті негізді | Ст-ДВБ | Г | ТАН | 1,15 |

*Ескерту: МК – макрокеуекті, Г – гельді, ТАН – төртіншілік аммонилі негіз, САС – статикалық алмасу сыйымдылығы.*

Түйіршіктердің барлық көлемі ионалмасу реакциясында әсер еткендіктен, кез келген құрылымды иониттердің алмасу сыйымдылығы түйіршіктің өлшеміне тәуелді болмайды. Бірақ көп жағдайда массивті немесе гельді түйіршікпен салыстырғанда кеуекті иониттер маңызды артықшылықтарға ие. Иониттердің кеуектілігі ішкі диффузионды аумақта ионалмасу процесін жылдамдатуда және аниониттердің органикалық қоспалармен улану қабілетін төмендетуде маңызды фактор болып табылады (1-сурет).

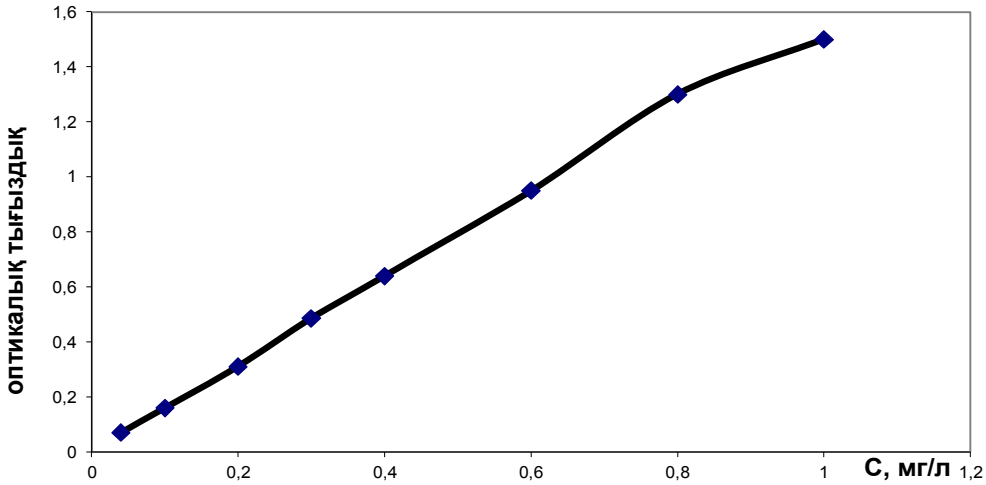



а) б)

**1-сурет.** Гельді (а) және макрокеуекті (б) құрылымды иониттер матрицасының кескіні

Зерттеу объектісі ретінде «анионит - $Cr^{6+}$» жүйесі алынды. Бастапқы хромды судың жұмыстық ерітіндісі стандартты әдіс бойынша жасалды [8]. Қажетті реактивтерді дайындап, стандартты ерітінділер арқылы калибрлік қисық тұрғызылды (2-сурет). Стандартты ерітіндідегі хромның концентрациясы 1 $дм^3$ үшін келесі: 0,00; 0,002; 0,004; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1мг.

Ерітінділер концентрациясы спектрофотометрлік әдіспен 30 мм кюветті қолданып, 540-550 нм толқын ұзындығында “Spekol 1300” спектрофотометрде анықталды (2-сурет).




**2-сурет.** Калибрлік график. $CrO^{2-}_4$ концентрациясына оптикалық тығыздықтың тәуелділігі

Ионалмасуды жүргізуге арналған бағананың тар бөлігіне, шыны талшық немесе мақта орналастырылып, бюретканы алдын ала дистилденген судың аз мөлшеріне ісіну үшін салынған $OH^-$ және $Cl^-$ – түріндегі АВ-17-8 және Purolite 500 аниониттерінің суспензиясымен толтырылды.

Анионит регенерация мақсатында бірнеше рет дистилденген сумен шайылып, 5-10% NaOH ерітіндісімен pH=10-11 дейін жеткізілді. Сонан соң, шайылған ерітінді жиналып, $CrO_4^{2-}$ концентрациясы анықталды. Егер анионит алдын ала хлорлы түрге көшірілсе, онда хроматтың десорбциясы әлдеқайда тиімді өтеді. Анионит 2% NaOH және 6% NaCl ерітінділерімен регенерацияланса, хромат 89-99% десорбцияланады. Регенерациялайтын ерітіндіні екі қайтара

қолданса элюаттаға $Cr^{6+}$ концентрациясы 48-54г/л, ал үш қайтара қолданса 73-79г/л құрайды [9].

Регенерация кезінде алынған, құрамында $Na_2CrO_4$, NaOH және NaCI қосылыстары бар ерітіндіні пассивтендіруші ретінде қолданады. Н – катиондау әдісі арқылы натрий хроматы хром қышқылына айналуы мүмкін.

Егер гальваникалық хромдау өндірісі суларының құрамындағы алтывалентті хром ионын $OH^-$ түріндегі анионитпен бөлсе, алдымен ол Cl түріне көшіріледі, сонан соң $R_2CrO_4$ қосылысын бөлу механизмі жүреді:

$$ROH + NaCl = > RCl + NaOH$$

$$2RCl + CrO_4^{2-} <=> R_2CrO_4 + 2Cl^-$$

Сіңірілген хромат ионын сілті немесе аммиак ерітіндісі арқылы бөлуге де болады.

$$R_2CrO_4 + 2OH^- <=> CrO_4^{2-} + 2ROH$$

Анионитті $OH^-$ түрін жұмыстық қалпына келтіру үшін оны тұз қышқылымен реакцияға түсіру қажет.

$$ROH + HCl <=> RCl + H_2O$$

Сіңірілген хромат ионының 85%-ға жуық концентрациясын аммоний сілтісімен бөледі. Себебі хроммен бірге кездесетін металл иондары оның сіңірілу қабілеттілігін төмендетеді.

**Нәтижелер мен талдаулар**

Жүргізілген зерттеулер бойынша тазартылған ақаба суы бойынша анионитті толық алмасу көлемі анықталды. Бірдей көлем мен бірдей массалы Purolite 500 анионитінің толық алмасу сыйымдылығы айтарлықтай жоғары, яғни анионит ақаба суларын тазартуға қабілетті (3-кесте).

3-кесте. **Анионитті толық алмасу сыйымдылығы**

| Анионит маркасы | $m_{анионит}$, г | $V_{жалпы}$, л | ТАК, ммоль/г |
|---|---|---|---|
| АВ-17-8чС | 10 | 78 | 0,367 |
| Purolite 500 | 10 | 78 | 0,507 |

Ағын судағы $Cr^{6+}$ концентрациясы және тазару дәрежесі анықталып, оптикалық тығыздық мәні бойынша калибрлік қисық тұрғызылды, қисық бойынша тазартудан кейінгі концентрация анықталды. Есептелген мәндер 4-ші кестеде келтірілген. АВ-17-8 аниониті мен Purolite 500 анионитін әртүрлі pH интервалында бастапқы концентрация бойынша тазартылғаннан кейінгі концентрациясы анықталып, тазару дәрежесі есептелді. Purolite 500 анионитімен ақаба суларын $Cr^{6+}$ ионынан тазарту дәрежесі 99% - ға жетті, яғни тазартылған ақаба суын өндіріске қайта жіберуге болады.

4-кесте. **Purolite және АВ-17-8 анионитімен тазартылған ақаба су құрамындағы $Cr^{6+}$ концентрациясы және тазару дәрежесі**

| С, мг/л | | | Тазартылған ақаба судағы $C_{Cr(VI)}$, мг/л | | Тазартылған $C_{орт}$, мг/л | | Тазару дәрежесі, % | | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $C_0$ | Калибрлік қисық бойынша | | АВ-17-8 | Purolite 500 | АВ-17-8 | Purolite 500 | АВ-17-8 | Purolite 500 | |
| | АВ-17-8 | Purolite 500 | | | | | | | |
| 100 | 0,46<br>0,48 | 0,04<br>0,05 | 11,5<br>10,4 | 1,0<br>1,0 | 12,0 | 1,0 | 87 | 99 | 2 |
| 200 | 0,91<br>1,00 | 0,10<br>0,13 | 22,7<br>20,0 | 2,5<br>2,6 | 22,5 | 2,55 | 87 | 99 | 2 |
| 300 | 1,40<br>1,60 | 0,14<br>0,18 | 33,3<br>34,0 | 3,5<br>3,6 | 33,7 | 3,55 | 87 | 99 | 2 |
| 100 | 0,49<br>0,63 | 0,03<br>0,04 | 12,2<br>12,6 | 0,75<br>0,8 | 12,4 | 0,78 | 87 | 99 | 7 |
| 200 | 0,92<br>1,30 | 0,07<br>0,08 | 23,0<br>26,0 | 1,75<br>1,6 | 24,5 | 1,68 | 87 | 99 | 7 |
| 300 | 1,52<br>1,70 | 0,02<br>0,15 | 38,0<br>34,0 | 0,5<br>3,0 | 36,0 | 1,75 | 87 | 99 | 9 |

Аниониттер ақаба суын келтірілген интервалда pH көрсеткішінің барлық мәнінде тазартты, яғни ортаның pH көрсеткіші тазару дәрежесіне әсер етпейтіні анықталды.

Адсорбция шамасы келесі формула арқылы анықталды (5-кесте):

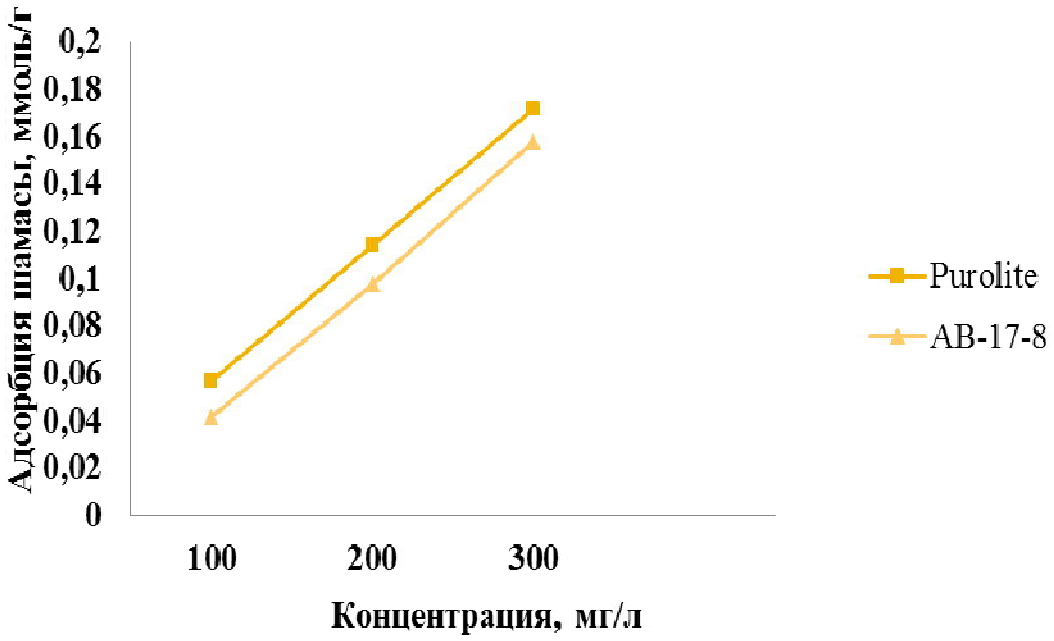
$$a = ((C_0-C_k)/m)\cdot V \text{ [ммоль/г]}$$

мұнда: $C_0$ – бастапқы концентрация $CrO_4^{2-}$ [моль/л]
$C_c$ – соңғы концентрация $CrO_4^{2-}$ [моль/л]
m - құрғақ анионит массасы [г]
V – анионитті бағана арқылы жібергендегі ерітінді көлемі [л]

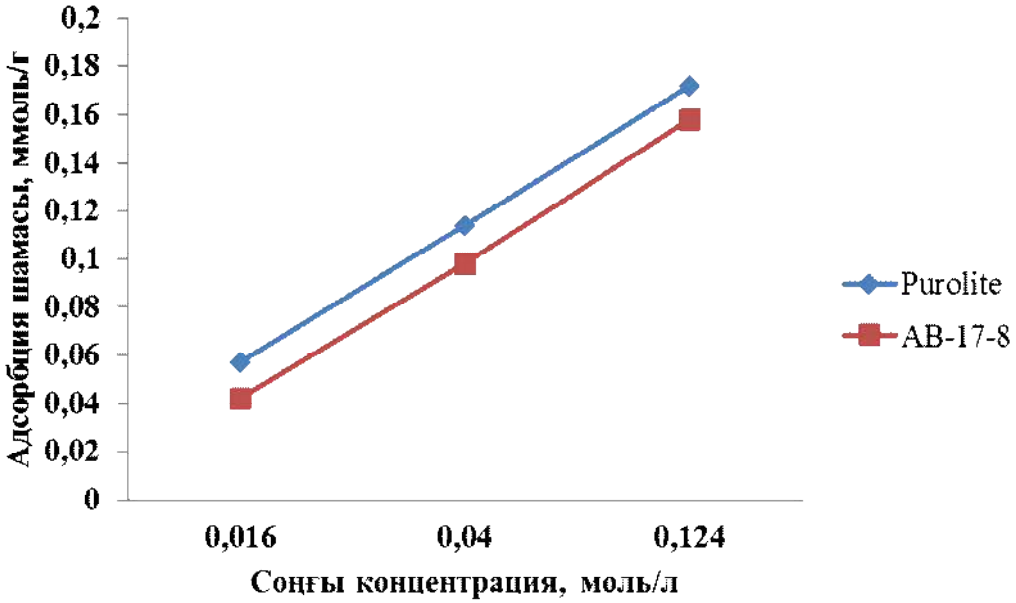
5-кесте. **Әртүрлі концентрацияға тәуелді хромат-ионының адсорбциялану шамасы**

| Тазартуға дейінгі Cr (VI) концентрациясы С, моль/л | Тазартудан кейінгі $CrO^{2-}_4$ концентрациясы С, моль/л | | Адсорбциялану шамасы Cr (VI) а, ммоль/г | |
|---|---|---|---|---|
| | Purolite 500 | AB-17-8 | Purolite 500 | AB-17-8 |
| $1,92*10^{-3}$ | $0,016*10^{-3}$ | $0,034*10^{-3}$ | 0,0570 | 0,042 |
| $3,85*10^{-3}$ | $0,040*10^{-3}$ | $0,090*10^{-3}$ | 0,114 | 0,098 |
| $5,77*10^{-3}$ | $0,124*10^{-3}$ | $0,145*10^{-3}$ | 0,172 | 0,158 |

3-ші және 4-ші суреттерде зерттелген аниониттегі бастапқы және тепе-теңдік күйіндегі (соңғы) концентрациясына $CrO^{2-}_4$ адсорбция шамасының тәуелділігі келтірілді. Анықталған интервалда адсорбция шамасы концентрацияның өсуімен іс жүзінде сызықты өсті.




**3-сурет.** Адсорбция шамасының $CrO^{2-}_4$ концентрациясына тәуелділігі




**4-сурет.** Адсорбция шамасының $CrO^{2-}_4$ соңғы концентрациясына тәуелділігі

**Қорытынды**

Тазару дәрежесі ионалмасуды жүргізгенде әртүрлі ортада (pH=2,7,9) күшті қышқылды немесе күшті негізді ортаға тәуелді емес екенін көрсетті.

Сондай-ақ, хлор ионын енгізу хромат - ионы бойынша тазару дәрежесіне әсер етпеді, хромат - ионға қатысты иониттің талғамдылығы немесе олардың гидратациялану дәрежесінің, осы иондардың өлшемдерінің айырмашылығымен түсіндіруге болады. Сондықтан, ақаба сулардан хромат – ионын анионит көмегімен тазартуда хлорид – ионы кедергі болмайды.

Анионитті 5%-дық натрий гидроксиді ерітіндісімен бір сағат көлемінде регенерациялағанда қанағаттанарлық нәтиже бермеді. Регенерациялау дәрежесі жеткіліксіз, сол себепті, натрий гидроксидінің концентрациясын немесе регенерациялау уақытын көбейту қажет.

Сонымен, құрамында хромы бар ақаба суларды Purolite 500 анионитімен тазарту тиімді екені анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Комаров Л.Ф., Полетаева М.А. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: Учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. – 174 с.

2. Еремеева Ю.Н. Исследования по повышению эффективности очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк»: Автореферат. – Алматы, 2010.

3. Хамитова К.К. Разработка сорбционной технологии очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых и цветных металлов. – Шымкент, 2010.

4. Ергожин Е.Е., Шоинбекова С.А. Окислительно-восстановительные гомо- и сополимеры на основе винилового эфира моноэтаноламина и аллиламина. – Алматы, 2007 – 255 с.

5. Тастанов К.Х. Синтез, исследование и применение полуфункциональных анионитов на основе некоторых полиаминов, олигомеров и сополимеров эпихлоргидрина. Институт химических наук. – Алматы, 1984.

6. Лабораторный практикум по химии и технологии полимеров. Ч.5. Получение полимеров методом полимераналогичных превращений: Учебное пособие / Н.М. Ровкина, А.А. Ляпков. Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томский политехнический университет, 2012.

7. Мельников А.М. Изучение ионообменных равновесий и кинетики сорбции ионоитов платины (II, IV) и родия (III) в хлоридных и сульфатно-хлоридных растворах с целью их разделения и концентрирования: Автореферат. – Красноярск, 2013.

8. СТРК 1511-2006. Качество воды. Определение хрома. Спектрометрический метод с использованием 1,5 – дифенилкарбазида.

9. Кировская И.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления: Учебное пособие. – Омск, 1998. – 176 с.

REFERENCES

1. Komarov L.F., Poletayeva M.A. Ispolzovanie vody na predpriyatiyakh i ochistka stochnykh vod v razlichnykh otraslyakh promyshlennosti: Uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2010. – 174 s.
2. Eremeeva Yu.N. Issledovaniya po povysheniyu effektivnosti ochistki proizvodstvennykh stochnykh vod TOO "Kaztsink": Avtoreferat. – Almaty, 2010.
3. Khamitova K.K. Razrabotka sorbtsionnoi tekhnologii ochistki promyshlennykh stochnykh vod ot ionov tyazhelykh i tsvetnykh metallov. – Shymkent, 2010.
4. Ergozhin E.E., Shoinbekova S.A. Okislitelno-vosstanovitelnye gomo- i sopolimery na osnove vinilovogo efira monoetanolamina i allilamina. – Almaty, 2007. – 255 s.
5. Tastanov K.Kh. Sintez, issledovanie i primenenie polifunktsionalnykh anionitov na osnove nekotorykh poliaminov, oligomerov i sopolimerov epikhlorgidrina. – Almaty: Institut khimicheskikh nauk, 1984.
6. Laboratornyi praktikum po khimii i tekhnologii polimerov. Ch.5. Poluchenie polimerov metodom polimeranalogichnykh prevrasheniy: Uchebnoe posobie / Rovkina N.M., Lyapkov A.A. Tomskiy politekhnicheskiy universitet. – Tomsk: Izd-vo Tomskiy politekhnicheskiy universitet, 2012.
7. Melnikov A.M. Izuchenie ionoobmennykh ravnovesiy i kinetiki sorbtsii ionitov platiny (II, IV) i rodiya (III) v khloridnykh i sulfatno-khloridnykh rastvorakh s tselyu ikh razdeleniya i kontsentrirovaniya: Aftoreferat. – Krasnoyarsk, 2013.
8. STRK 1511-2006. Kachestvo vody. Opredelenie khroma. Spektrometricheskiy metod s ispolzovaniem 1,5 – difenilkarbazida.
9. Kirovskaya I.A. Kolloidnaya khimiya. Poverkhnostnye yavleniya. Uchebnoe posobie. – Omsk, 1998. – 176 s.

Набиева И.Д., Мырзалиева С.К., Керимкулова А.Ж., Дуйсенбаева А.Е.

**Исследование способности очистки сточных вод от шестивалентного хрома с анионитами АВ-17-8 и Purolite 500**

**Резюме.** В статье приведены результаты очистки сточных вод от ионов $CrO^{2-}_4$ методами ионного обмена с анионитами АВ-17-8 и Purolite 500, рассчитана полная обменная емкость сорбентов, концентрация ионов после очистки, степень очистки, величина адсорбции. Сравнены способности к очистки использованных сорбентов.

**Ключевые слова:** шестивалентный хром, сточные воды, ионообмен, анионит, сорбция, дифенилкарбазид.

Nabiyeva I.D., Myrzaliyeva S.K., Kerimkulova A.Z., Duysenbaeva A.E.

**Investigation of purification water waste from hexavalent chromium with an anion exchangers AB-17-8 and Purolite 500**

**Summary.** In this article have been given the results of water waste treatment from $CrO^{2-}_4$ ions with an anion exchanger AB-17-8 and Purolite 500. Have been calculated total exchange capacity of sorbents, ion concentration after purification, the degree of treatment, value of adsorption. Also, have been compared abilities purification of sorbents.

**Key words:** hexavalent chromium, water waste, ion exchange, anion exchanger, sorption, diphenylcarbazide.

УДК 537.311.322

**S.A. Dyussembayev[1], N.Zh. Almasov[1], Yang Ruifeng[2], O.Yu.Prikhodko[1], Zh.K. Tolepov[1], S.Ya.Maksimova[1], A.Yu.Sazonov[2], A.E.Bazarkulova[1], K. Turmanova[1]**

([1]al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]University of Waterloo, Waterloo, Canada)
sanzhar.dyussembaev@gmail.com

**PECULIARITIES OF THE STRUCTURE OF BISMUTH MODIFIED $Ge_2Sb_2Te_5$ THIN FILMS OBTAINED BY ION PLASMA HIGH FREQUENCY SPUTTERING**

**Abstract.** This paper presents the results of $Ge_2Sb_2Te_5$ films, modified with bismuth, structure study using methods of transmission electron microscopy and Raman spectroscopy. The films were obtained by ion-plasma high-frequency sputtering. It is found that the Raman spectra of the modified $Ge_2Sb_2Te_5$ films have qualitative similarity with spectrum of the films obtained by other methods, but at the same time some important differences are occurred. In particular, there are significant displacement of the positions and ratios between the intensities of the peaks. The experimental data can be explained by isomorphic substitution of Sb atoms by bismuth in a pyramidal structure of $SbTe_3$.

**Keywords**: Flash memory, structure, transmission electron microscopy, Raman spectroscopy, $Ge_2Sb_2Te_5$, modification

**Introduction**

Currently, the main semiconductor material used in the Flash type memory devices is silicon. However, the processes of writing and erasing of information implemented in such memory devices has a number of technological problems. The semiconductor material that can be used in Flash memory devices as an alternative Si are chalcogenide glassy semiconductors (ChGS) [1]. The work of flash device based on these materials can be realized on the basis of the switching and memory phenomena, in which the structure of ChGS in a very short time undergo phase transformations "crystall↔glass". Fast phase transformations can provide high-speed writing and reading information. Also, in the flash memory devices based on ChGS the large number of writing cycles (up to $10^9$) without degradation of the material and high density recording of information can be realized, that will increase life time period and capacity of the memory device.

However, structural studies of phase transformations underlying on electronic processes and determine the nature of the switching and memory, are not well understood.

To-day as the composition of the ChGS for Flash memory extensively studied by various research groups is $Ge_2Sb_2Te_5$ [2-5].To improve the characteristics of phase transformations the phase memory materials are doped with various metals. In [6,7] and [8,9] it was found that for films $Ge_2Sb_2Te_5$, obtained by thermal evaporation in a vacuum, the addition of bismuth leads to a significant reduction of the crystallization time, and a noticeable change in the Raman spectrum of these films in comparison with the films of undoped $Ge_2Sb_2Te_5$ take place.

It is known that the structure and properties of the films greatly depend on preparation method [10]. In this work the results of structure study of the modified with bismuth impurity $Ge_2Sb_2Te_5$ ($Ge_2Sb_2Te_5$<Bi>) films, prepared by ion-plasma high-frequency sputtering, are presented.

**Experimental technique**

The preparation of the $Ge_2Sb_2Te_5$ films was carried out using the method of ion-plasma high-frequency sputtering. Sputtering target had polycrystalline structure and was synthesized from semiconductor elements with purity (99.999%). To obtain the $Ge_2Sb_2Te_5$ films modified with Bi the combined target [11] was used.

The elemental composition of the obtained films was controlled by energy-dispersive analysis on the scanning electron microscope Quanta 3D 200i. Under the exposition of the films electron beam with energy of 30 keV was used. On the Fig. 1 a and b the energy spectra of initial films of $Ge_2Sb_2Te_5$ and the $Ge_2Sb_2Te_5$<Bi>films, respectively, are presented. The chemical composition of the films is shown in Table 1.

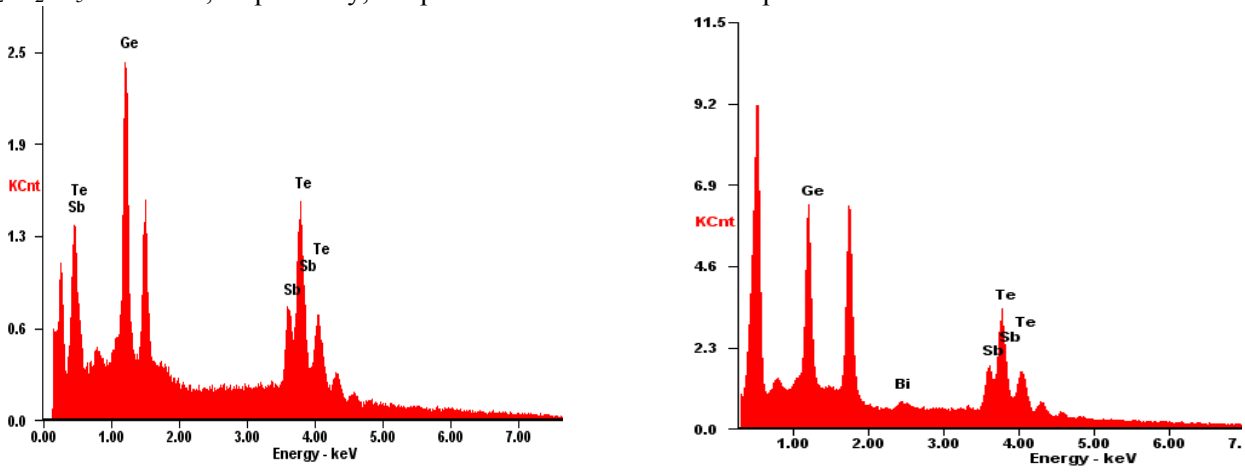



**Figure 1**

Table 1.**The chemical composition of initial $Ge_2Sb_2Te_5$ (a) and $Ge_2Sb_2Te_5$<Bi> (b) films**

| *Element* | *Wt%* | *At%* |
|---|---|---|
| *GeL* | 13.85 | 21.79 |
| *SbL* | 25.60 | 24.02 |
| *TeL* | 60.55 | 54.20 |

а

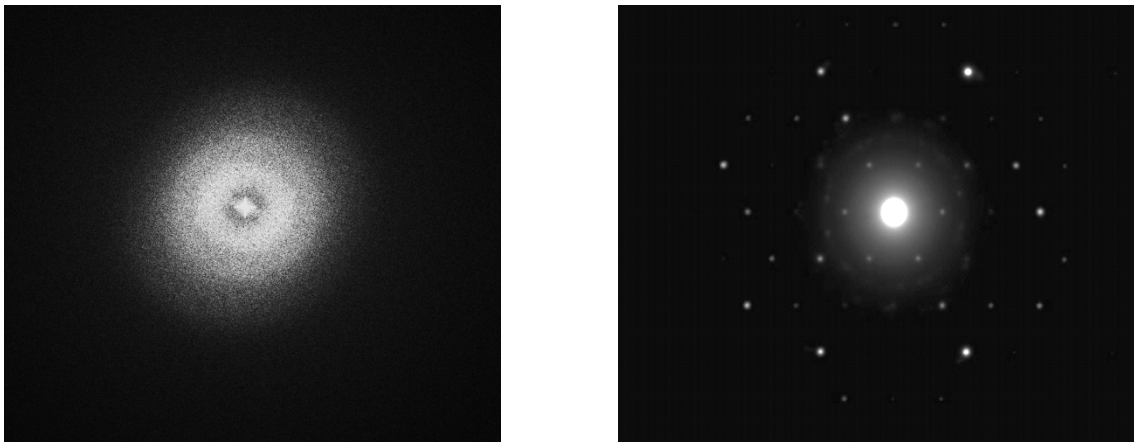
| *Element* | *Wt%* | *At%* |
|---|---|---|
| *GeL* | 14.79 | 23.25 |
| *BiM* | 1.47 | 0.80 |
| *SbL* | 24.34 | 22.81 |
| *TeL* | 59.40 | 53.13 |

б

*Notification: Wt% - weight percent; At% - atomic percent*

It can be seen from the table, that the difference between the chemical composition of the studied films did not exceed ± 1,5 at.% of the formula ratio. In the film modified with Bi in comparison to the film of the initial compound the amount of Ge atoms more of 1.46 at. %, the content of Sb atoms is less on 1.21 at.%, and that of Te atoms less on 1,07 at.%.

The structure of the films was studied by the transmission electron microscope FEI TitanG2. It was found that $Ge_2Sb_2Te_5$ films had an amorphous structure, while the structure of the $Ge_2Sb_2Te_5$<Bi> films was polycrystalline (Figure 2).



**a** **b**

**Figure 2**

The Raman spectra of the studied films were registered at room temperature using Renishaw Ramanscope with confocal microscope equipped with a 50-fold increase. The He-Ne laser with wavelength 633 nm was used as the excitation source, and the spot diameter of the laser was 3 μm. The error of a wave number determination does not exceed ± 1 $cm^{-1}$.

**Results and discussion**

Figure 3 shows the Raman spectra of the $Ge_2Sb_2Te_5$ films. Curves 1 and 2 correspond to the films illuminated by laser with power beam, part of 1% (film 1) and 10% (film 2) of the maximum power, respectively. It follows from Fig. 3, that the structure of the film 1 is amorphous, and that of the film 2 is polycrystalline.

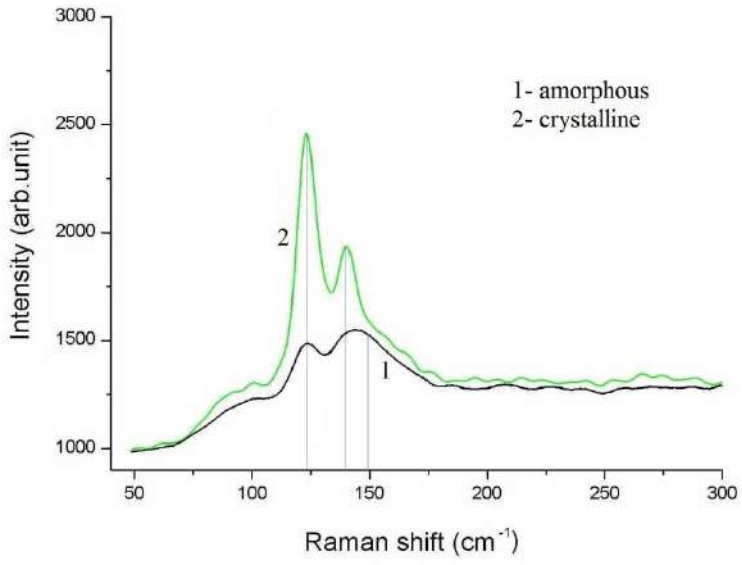
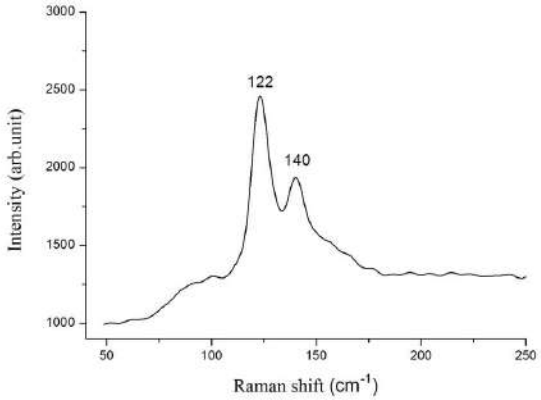



**Figure 3**

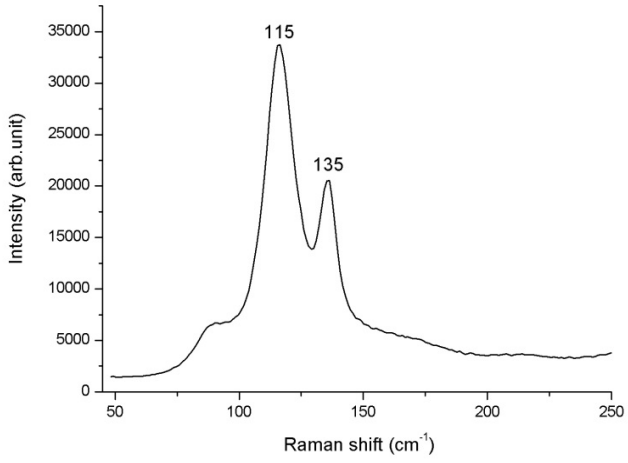
As can be seen from the figure, the spectrum of the film 1 has two peaks. The first peak is located at 123 $cm^{-1}$, the second one lies in the range from 141 to 147 $cm^{-1}$. The spectrum of the film 2 has a pronounced two peaks at 122 $cm^{-1}$ and 140 $cm^{-1}$ with are substantially different intensities. Changes in the position and the intensity relation of peaks occur when laser power increase, and apparently they are associated with sample structure change from the amorphous state to a polycrystalline hexagonal structure [12]. As a result, in a polycrystalline state bond length of Ge-Te increases. Such changes in the Raman spectra associated with phase transitions in the structure of the films were observed for the films obtained by thermal evaporation in a vacuum [13-16]. In the first peak in the spectrum, which lies in the wavelength range from 110 to 145 cm-1, is attributed to fluctuations of heteropolar bonds in a tetrahedral formation type such as $GeTe_4$ and pyramidal $SbTe_3$formation. Presence of a second peak in the range from 145 to 160 $cm^{-1}$ is due to fluctuations of a Sb-Sb bonds in a complex of $(Te_2)Sb(Te_2)$, where Sb atoms are bonded with four atoms of Te.

In [17] the Raman spectra were studied for amorphous and polycrystalline thin films and although for $Ge_2Sb_2Te_5$ epitaxial deposited films. For all films the Raman spectra with peaks of high intensity show qualitative similarity in the broad band of frequencies from 2 to 6 THz. It is suggested that the peak lying at a frequency 3.6 THz is related to fluctuations of tetrahedral $GeTe_4$ in amorphous $Ge_2Sb_2Te_5$films. The peak, which lies in the lower frequencies range of 3.2 and 3.4 THz in polycrystalline and epitaxial films, is related to variations in the octahedral $GeTe_6$. The high-frequency part of the spectrum from 4.3 to 4.7 THz is associated with the fluctuations of Sb-Te bonds, but the possibility of contribution of the Te-Te bonds fluctuations does not excluded.

Figure 4 presents the Raman spectra of polycrystalline $Ge_2Sb_2Te_5$ (a) and $Ge_2Sb_2Te_5$<Bi> (b) films. The Bi concentration in the films was 0.8 at. %. It should be noted that the tested films were initially in the polycrystalline state. It can be seen from figure 4 that in comparison with the spectrum of the $Ge_2Sb_2Te_5$ film the first and second peaks in $Ge_2Sb_2Te_5$<Bi> film spectrum are shifted to longer wavelengths region on 7 $cm^{-1}$ and 5 $cm^{-1}$, respectively.




a




b

**Figure 4**

It is known that bismuth is isomorphic element to the tellurium [18]. In [19] for amorphous films $(Ge_2Sb_2Te_5)_{99.5}Bi_{0.5}$, obtained by thermal evaporation in a vacuum, the changes in the Raman spectra with respect to the spectra of initial films were observed. While for amorphous $(Ge_2Sb_2Te_5)_{98.9}Bi_{1.1}$ and $(Ge_2Sb_2Te_5)_{97.3}Bi_{2.8}$ films such changes were not observed. This suggests that an increase in the Bi concentration in the films bismuth atoms can occupy interstices of the lattice in the form of interstitial impurities, or substitute the germanium atoms.

The results of our study for the $Ge_2Sb_2Te_5$<Bi> films are consistent with the above data. Based on the a fore mentioned data the shift of the first peak in $Ge_2Sb_2Te_5$<Bi> film spectra can be explained by the isomorphous substitution of Sb atoms in the pyramidal $SbTe_3$ by Bi atoms as far as the process of replacement of Ge atoms seems energetically unfavorable and less likely.

Thus, from a comparison of the Raman spectra films of $Ge_2Sb_2Te_5$, obtained by different methods, it can be concluded that the spectra of the films have qualitative similarities, but at the same time they have the important differences. In particular, there are significant displacement positions and the relations between the intensities of the peaks. This behavior could be explained that ion plasma high frequency sputtering method has influence on the structure of chalcogenide glass. That is important to say that cosputtering methodic of implantation the impurity into the structure could control the initial state of thin films and optical and electronic properties.

REFERENCES

1. Wang F. Non-volatile memory devices based on chalcogenide materials// Sixth International Conference on Information Technology: New Generation.— USA, Las Vegas, 2009. — P.10-20.

2. Lee J., Li Z., Reifenberg J. P., Asheghi M., Goodson, K. E. Thermal Conductivity Anisotropy and Grain Structure in Ge2Sb2Te5 Films // J. Appl.Phys.—2011. —Vol. 109. — P. 084902.

3. Battaglia J.L., Kusiak A., Schick V., Cappella A., Wiemer C., Longo M., Varesi E. Thermal characterization of the SiO2-Ge2Sb2Te5 interface from room temperature up to 400 °C // J. Appl. Phys. — 2010. —Vol. 107. —P. 044314.

4. Simpson R. E., Krbal M., Fons P., Kolobov A. V., Tominaga J., Uruga T., Tanida H. Toward the ultimate limit of phase change in Ge(2)Sb(2)Te(5) // Nano Lett. — 2010. — Vol. 10. —P. 414–419.

5. Peng H. K., Cil K., Gokirmak A., Bakan G., Zhu Y., Lai C. S., Lam C. H., Silva H. Thickness dependence of the amorphous-cubic and cubic-hexagonal phase transition temperatures of GeSbTe thin films on silicon nitride // Thin Solid Films.— 2011.— Vol. 520. — №7 — P. 2976–2978.

*6. Park T.J., Choi S.Y., Kang M.J. Phase transition characteristics of Bi/Sn doped Ge2Sb2Te5 thin film for PRAM application. Thin Sol. Films.— 2007.— Vol. 515. —№ 12.— P. 5049–5053.*

*7. Wang K., Wamwangi D., Ziegler S., Steimer C., Wuttig M. Influenceof Bi doping upon the phase change charecteristics of Ge2Sb2Te5 // J. Appl. Phys.— 2004.— Vol. 96. — P. 5557.*

*8. Kozyukhin S.A., Veres M., Nguyen H.P., Ingram A., Kudoyarova V. Structural Changes in Doped $Ge_2Sb_2Te_5$ Thin Films Studied by Raman Spectroscopy // Phys. Procedia.—2013. —Vol. 44. —№ 22. — P.82–90.*

9. S. Kozyukhin, V. Kudoyarova, H.P. Nguyen, A. Smirnov, V. Lebedev Influence of doping on the structure and optical characteristics of $Ge_2Sb_2Te_5$ amorphous films // Physica Status Solidi.— 2011. —Vol. 8. —№ 9. — P.2688–2691.

10. Yu Zh., Yan C., Huang T., Huang W., Yan Y., Zhang Y., Liu Y., Zhang Y., Zhao Y. Influence of sputtering power on composition, structure and electrical properties of RF sputtered $CuIn_{1-x}Ga_xSe_2$ thin films // Applied Surface Science.— 2012. — Vol. 258. — № 13. — P. 5222–5229.

11. Bruns M., Klewe-Nebenius H., Pfennig G., Bychkov E., Ache H. Production and surface analytical characterization of various chalcogenide glass thin films for analytical microdevices // Surface and Coatings Technology 97. — 1997. — Vol. 97. —№ 4.— P.707–712

*12. Chu C. H., Shiue C. D., Cheng H. W., Tseng M. L., Chiang H. P., Mansuripur M., Tsai D. P. Laser-induced phase transitions of $Ge_2Sb_2Te_5$ thin films used in optical and electronic data storage and in thermal lithography // Optics Express 18.— 2010. — Vol. 18. —№ 17. — P. 18383–18393.*

*13. Bo L., Zhi-Tang S., Ting Z., Song-Lin F., Bomy C. Raman spectra and XPS studies of phase changes in $Ge_2Sb_2Te_5$ films // Chin. Phys. — 2004. — Vol. 13. — № 11. — P.1947.*

14. Nemec P., Moreac A., Nazabal V., Pavlista M., Prikryl J., Frumar M. Ge-Sb-Te thin films deposited by pulsed laser: An ellipsometry and Raman scattering spectroscopy study // J. Appl. Phys.—2009. — Vol. 106. — № 10. — P. 103509.

15. A.V. Kolobov, P. Fons, A.I. Frenkel, A.L. Ankudinov, J. Tominaga, T. Uruga. , Understanding the phase-change mechanism of rewritable optical media // Nature Mater.— 2004. — Vol.3. — P.703–708.

16. Akola J., Jones R.O. Structural phase transitions on the nanoscale: The crucial pattern in the phase-change materials $Ge_2Sb_2Te_5$ and GeTe // Phys. Rev. B.— 2007. — Vol.76. — № 23. — P. 235201.

17. Shalini A., Liu Y., Katmis F., Braun W., Srivastava G. P., Hicken R. J. Coherent phonon modes of crystalline and amorphous Ge2Sb2Te5 thin films: A fingerprint of structure and bonding// J. Appl. Phys. —2015. — Vol. 117. — P. 025306.

18. Kozyukhin S., Sherchenkov A., Chigirinsky Yu., Babich A., Nguyen1 H, Lazarenko P. Different influence of Bi and In on the properties of Ge2Sb2Te5 phase-change memory material// ISNOG 2014.— Korea, Jeju, 2014. — P.103.

19. Kozyukhin S., Veresb M., Nguyena H. P., Ingramd A., Kudoyarova V. Structural changes in doped Ge2Sb2Te5 thin films studied by Raman spectroscopy// Physics Procedia. —2013. — Vol. 44. — P. 82–90.

Дюсембаев С.А., Алмасов Н.Ж., Руйфенг Янг, Приходько О.Ю., Толепов Ж.К.,
Максимова С.Я., Сазонов А.Ю., Базаркулова А.Е., Турманова К.Н.

**Жоғары жиілікті ионды плазмалық тозаңдатумен алынып висмутпен түрлендірілген $Ge_2Sb_2Te_5$ қабықшалардың құрылымының ерекшеліктері**

**Түйіндеме.** Жұмыста ионды-плазмалық жоғары жиілікті тозаңдату әдісімен алынған, висмутпен түрлендірілген Ge2Sb2Te5 қабықшалар құрылымының электрондық микроскопия және раман спектроскопия әдістерімен зерттелген нәтижелері келтірілген. Жоғарыда аталған әдіспен алынған, висмутпен түрлендірілген Ge2Sb2Te5қабықшаларының раман спекрлері өзге әдістермен алынған қабықшалардың раман спектрлері арасында сапалы түрдегі ұқсастығы анықталды. Сонымен қатар, қабықшалардың раман спектрлері арасындағы елеулі айырмашылықтарыда анықталды. Мысалы, пиктердің орналасуы мен интенсивтіліктері арасындағы қатынасы біршама өзгереді. Алынған эксперименталдық мәліметтер пирамидалық SbTe3 құрамындағы Sb атомдары висмутпен ауыстырылуымен түсіндіруге болады.

**Түйін сөздері**: Flash жады, құрылым, электрондық микроскопия, раман спектроскопиясы, Ge2Sb2Te5, түрлендіру.

Дюсембаев С.А., Алмасов Н.Ж., Руйфенг Янг, Приходько О.Ю., Толепов Ж.К.,
Максимова С.Я., Сазонов А.Ю., Базаркулова А.Е., Турманова К.Н.

**Особенности структуры модифицированных висмутом пленок $Ge_2Sb_2Te_5$, полученных методом ионно, плазменного высокочастотного распыления**

**Резюме**. В данной работе представлены результаты исследования структуры методами просвечивающей электронной микроскопии и рамановской спектроскопии модифицированных висмутом пленок $Ge_2Sb_2Te_5$, полученных путем ионно-плазменного высокочастотного распыления. Установленно, что рамановские спектры модифицированных пленок $Ge_2Sb_2Te_5$, полученных вышеназванным методом, имеют качественную схожесть, со спектрами пленок, полученных другими методами, но в то же время присутствуют существенные различия. В частности, наблюдаются значительные смещения положений и соотношений между интенсивностями пиков. Полученные экспериментальные данные могут быть объяснены изоморфным замещением атомов Sb висмутом в пирамидальном $SbTe_3$.

**Ключевые слова.** Flash память, структура, просвечивающая электронная микроскопия, рамановская спектроскопия, $Ge_2Sb_2Te_5$, модифицирование

УДК 669.168

**[1]В.И. Кулинич, [2]А.К. Жунусов, [1]Л.Б. Толымбекова**
([1]Инновационный Евразийский университет,
[2]Павлодарский государственный университет им.С. Торайгырова,
Павлодар, Республика Казахстан, zhunusov_ab@mail.ru)

## АНАЛИЗ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОХРОМА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ УГЛЕРОДИСТЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ

**Аннотация.** В данной статье приводятся результаты исследования влияния качества твердого углерода для выплавки ферросиликохрома. При проведении исследований для сравнения технико-экономических показателей выплавки ферросиликохрома марки ФХС-48 были выбраны технологии Серовского завода ферросплавов и Аксуского завода ферросплавов. Расчетные данные технологии выплавки ферросиликохрома были выполнены с применением разработанных на АЗФ компьютерным расчетным программам. В результате были приняты мероприятия по улучшению работы печей, при постоянных мощности и геометрических параметрах ванны печи.

**Ключевые слова:** Углеродистый восстановитель, кокс, ферросиликохром, шихта, шлак.

Для выполнения анализа по улучшению работы печей ферросплавных цехов были разработаны компьютерные расчетные программы, по созданным методикам материально-диагностического баланса веществ, термодинамического моделирования процессов углеродотермического восстановления оксидов, расчета электротехнических параметров плавки в объеме ванны

электропечи, пространственной электротехники а также расчетов по методикам определения параметров электродуги, тепловой работы печей и теплотехнических расчетов. Эти компьютерные расчетные программы были созданы на основе программ предназначенных для выплавки углеродистого феррохрома, ферросиликомарганца, ферросилиция [1-4].

Компьютерные расчетные программы (КРП) были созданы для обеспечения прогнозирования технико-экономических параметров шихтовых материалов на электрический режим и технико-экономические показатели (ТЭП) плавки под влиянием воздействующих факторов, разделенных на четыре части.

Первая часть – влияние качества, соотношений и количества твердого углерода в наборе восстановителей на ТЭП плавки при постоянных количествах кварцита, передельного феррохрома, железорудных материалов и других составляющих шихты.

Вторая часть – влияние физико-технических параметров шихтовых материалов на электрический режим и ТЭП плавки при постоянном химическом составе и массовых соотношений шихты (кроме железа и твердого углерода), состав металла и шлака.

Третья часть – влияние геометрических параметров печи на электротехнические технологические параметры плавки.

Четвертая часть – влияние на ТЭП плавки изменений:

- в определенном положении электродов: общая длина ($h_{эо}$); посадка электродов от обреза щек до засыпки шихты ($П$); заглубления электрода в ванну (шихту) ($h_э$);
- в величинах и конструктивном исполнении:
- активного сопротивления короткой сети с трансформатором ($r_{ккс}$), мОм;
- индуктивного сопротивления ($x_{ккс}$), мОм;
- емкостного сопротивления установки продольной компенсации УПК, ($x_c$УПК), мОм.

В настоящей работе рассматривается влияние качества, соотношений и количества твердого углерода в наборе восстановителей составляющих шихты. При проведении исследований для сравнения технико-экономических показателей выплавки ферросиликохрома марки ФХС-48 были выбраны технологии Серовского завода ферросплавов (СЗФ) и Аксуского завода ферросплавов, которые имеют существенные различия. Для примера выбрали печь № 4 СЗФ и печь № 43 АЗФ.

Электропечные установки этих заводов, характеризуются данными приведенными в таблице 1.

Таблица 1. **Геометрические и электротехнические параметры электропечей**

| Электропечи | Проектные геометрические параметры, м | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Диаметр электрода, $D_Э$ | Диаметр распада, $D_P$ | Диаметр ванны, $D_B$ | Диаметр колошника, $D_K$ | Высота ванны, $H_B$ | Высота воронки, $h_в$ |
| Печь № 4 | 1,1 | 2,88 | 5,8 | 8,0 | 2,30 | 0 |
| Печь № 43 | 1,4 | 3,90 | 7,9 | 10,0 | 2,93 | 0 |
| Электротехнические параметры, $r$ и $x$ в мОм | | | | | | |
| Электропечи | Активное сопротивление короткой сети, $r_{ккс}$ | Индуктивн. сопротив-е, $x_{ккс}$ | Индуктивн. сопротив-е с УПК, $x_c$ | Линейное напряжение, $U_л$, $В$ | Ступени вторичного напряжения, $U_{л\,Ст}$, $В$ | Мощность печи, $S$, $МВ·А$ |
| Печь № 4 | 0,19 | 0,37 | 0 | 143-175 | 4 | 21 |
| Печь № 43 | 0,19 | 0,37 | 0,676 | 140-230 | 23 | 25 |

При проведении исследований по выплавке ферросиликохрома на печи № 4 СЗФ и печи № 43 АЗФ шихта варьировалась различной шихтовкой. В первом варианте навеска Щубаркульского угля была снижена до 169,7 кг, а навеска Аксуского кокса повышена до 318,5 кг, при постоянном содержании твердого топлива ($C_{ТВ}$) в 399 кг. Во втором варианте навеска Щубаркульского угля снижена до 3,385 кг, а навеска Аксуского кокса повышена до 431,8 кг при содержании твердого топлива в 421 кг. В третьем варианте количество $C_{ТВ}$ уменьшено на 5 кг за счет снижения навески Щубаркульского угля с тем, чтобы снизить содержание SiC в ванне до 1,2 кг. В четвертом варианте вывели печь на недостаток углерода в 10,1 кг с повышением $SiO_2$ в шлаке до 60 %. В пятом избыток углерода в 10,1 кг $C_{ТВ}$ создан за счет повышения навески Аксуского кокса при 40 % $SiO_2$ в шлаке.

Далее для проведения расчетов были выбраны следующие условия:

1. Постоянными остаются геометрические параметры ванны печей вместе с положением электродов и электротехнические характеристики токоподводов при сложившихся активных мощностей печей № 4 и № 43;

2. В составе шихты варьируются только составляющие набор углеродистых восстановителей, причем количество нормального кокса постоянно. Кварцит, передельный феррохром, железорудные материалы остаются без изменений;

3. Содержание в металле алюминия в молях принято по балансу материально-диагностического баланса (МДБ), хотя в процентном отношении они могут колебаться;

4. При моделировании электротехнических величин составляющих $R_B$ по программе пространственной электротехники (ПЭТ) масштабный коэффициент ($M_r$) и коэффициент жидкой фазы (агрегатной твердо-жидкой зоны стенок тигля основных, ($K_{жсто}$), вычисленных из годовых технических отчетов печей № 4 и № 43, также остаются неизменными. $M_r$ определяет внутренние физикотехнические свойства шихтовых материалов. Например: кварцит морфологически может быть в кристаллической и песчаниковой структуре от чего зависит термическая прочность на колошнике, что приводит к различным ситуациям и различным давлениям столба и газопроницаемости шихты для суммарного равновесного процесса с непредсказуемыми катаклизмами в ТЭП плавки;

- углеродистые восстановители, играющие существенную роль в формировании, по крайней мере, в агрегатной зоне твердофазной шихты ее активное сопротивление ($R_{шт в}$) имеют и внутренние, помимо химического и фракционного состава, физико-технические характеристики, прежде всего из формы и множественности пор, при известной общей пористости 0,4-0,6. Такие восстановители, являются одновременно нагревательным элементом в электрической цепи с температурой превышающей температуры плавления ($t_{пл}$) любых рудных тел, и будучи капиллярным насосом втягивают в себя локально разогретые капельки рудного тела или газообразные SiO, превращая их в карбиды и выталкивая их своих пор CO. Однако, форма и размер пор, несмотря на классическую догму физической химии о преимущественном влиянии на кинетику взаимодействующих веществ можно изобразить следующим суждением. Например, $SiO_2$, как полимерное, из тысячи цепочных молекул, образование в слишком мелкие поры кокса, или другого восстановителя, просто не влезет. Или даже в круглую пору они и могут проникнуть, то в щелевидную, с такой же развитой, и даже большей, поверхностью контакта $SiO_2$ не сможет проникнуть, поэтому скорость взаимодействия затормозится. Мало того, восстановители с большим содержанием летучих, которых они лишаются, т.е. выделяют из себя под действием нагрева с повышением температуры процесса, тоже лишены возможности впустить в свои образующиеся поры газообразные вещества типа $SiO_2$, MnO, FeO и др., которые беспрепятственно покидают колошник печи.

К сожалению, в условиях рыночной экономики, когда в данном регионе есть дешевое сырье и электроэнергия, на экономичность производства по извлечению целевого элемента и сокращения энергетических затрат обращают мало внимания.

Именно поэтому, например, Щубаркульский уголь дает большее снижение себестоимости металла при повышении, вызываемых им, энергетических затрат и снижения извлечения целевого элемента при повышенном улете $SiO_2$.

Улет $SiO_2$ на печи № 4 СЗФ составил 18,6 кг, на печи № 43 АЗФ соответственно 67,8 кг.

5. Большое значение в технологии по выходу сплава с 1 т кварцита имеют величины содержания $SiO_2$ в шлаке и образующегося карбида кремния SiC. Считается нормальным количество $SiO_2$ в шлаке в пределах 40-60 % массы без SiC, количество которого оценивается в 3 % от массы металла по максимуму, который может выходить из печи, сверх этого SiC накапливается в ванне печи.

По материально-диагностическому балансу плавки [2] эти вещества составили:

- на печи № 4 СЗФ 54,8 % $SiO_2$ при массе шлаке 44,9 кг или 4,77 % от массы полного металла в 941 кг и 7,4 кг SiC или 0,8 % по металлу;

- на печи № 43 АЗФ соответственно 50 % $SiO_2$, 43,8 кг шлака или 5,12 % при 843 кг металла и 20,9 кг SiC или 2,48 % от массы выплавленного металла.

За счет повышенного образования SiC при избытке твердого восстановителя в металл на печи № 43 АЗФ не попало (20,9 – 7,4) ·28/40 = 9,45 кг кремния, что повысило бы Si до 49,63 % вместо 49,06 % и массу металла до 852,45 кг или на 1,12 %. Поэтому очень важно следить за режимом углерода в шихте, при знании его потерь на пылевынос и на разложение воды. В Национальной

Металлургической Академии Украины (г. Днепропетровск) считают, что образование водорода происходит по реакции:

$$SiO + H_2O = SiO_2 + H_2 \quad (1)$$

Но для баланса углерода это не имеет значения, поскольку он будет затрачиваться на восстановление $SiO_2$. Еще одно замечание: сегодня нет проверенной взаимозависимости содержания $SiO_2$ в шлаке и образования SiC в ванне. При избытке $C_{тв}$ он может снижать кремнезем в шлаке, но до каких пределов?

При недостатке $C_{тв}$ будет повышаться концентрация $SiO_2$ в шлаке и SiC в ванне пока неизвестно.

Для совершенствования технологии необходимо с помощью разработанных программ КРП, наладить повседневный анализ состояния печей и ее шихтового режима.

Результаты расчетов сравнения работы печей № 4 СЗФ и № 43 АЗФ приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Результаты расчетов КРП сравнения технологии выплавки ФХС – 48 на печах СЗФ и АЗФ**

| **Количество кокса, кг** | **Печь № 4 СЗФ** | **Печь №43 АЗФ** |
|---|---|---|
| - Соотношение Щубаркульского угля | 77,6 | 339,0 |
| - Ленинск-кузнецкий полукокс и Аксукокс | 282,9 | 228,9 |
| - Твердого восстановителя на плавку | 416,2 | 399,7 |
| **Тепловая работа печей** | | |
| - доля дуги к (*Ру)* активной мощности электропечной установки [5] | 0,257 | 0,081 |
| - радиус схода шихты, м | 1,421 | 1,472 |
| - отношение $R_р/R_{акт.сх.ш.}$ | 1,020 | 1,472 |
| - точечная (теория) температуры на кожухе, $t\,^oC$ | 1638 | 1834 |
| - улет $SiO_2$, кг | 18,6 | 67,8 |
| - извлечение кремния, % | 95,5 | 85,6 |
| - образование SiC в ванне, кг | 7,4 | 20,9 |
| - полный наплавленный металл в печи, кг | 941 | 843 |
| - металл отдела технического контроля (ОТК), кг | 896,7 | 806,4 |
| - энтальпийный удельный расход электроэнергии (УРЭ), кВт·ч/т [5] | 3117 | 3272 |
| **Технико-экономические показатели** | | |
| -Мощность печей, МВт | 15,18 | 21,14 |
| - Металл ОТК, физ.тонн/ном.сутки | 60,88 | 72,71 |
| - Металл полный, физ.тонн/ном.сутки | 63,89 | 75,91 |
| - УРЭ, кВт·ч/физ.тонну ФСХ | 5900 | 6901 |
| **Работа печи № 4 на шихте АЗФ** | | |
| - Металл ОТК, физ.тонн/ном.сутки | 52,04 | 84,53 |
| - УРЭ, кВт·ч/физ.тонну ФСХ | 6912 | 5917 |
| **Работа печей № 43 и 4 с древесной щепой в количестве 1500 т/год** | | |
| -Навеска 1 т, кг | 63,8 | 97,9 |
| - Улет $SiO_2$, кг | 14,63 | 24,20 |
| - Металл ОТК, физ.тонн/ном.сутки | 63,9 | 80,2 |
| - УРЭ, кВт·ч/физ.тонну ФСХ | 5642 | 6248 |

Первыми отличиями в технологии является набор восстановителей в навеске на 1000 кг кварцита. Работа печи № 4 на шихте печи № 43 имеет более худшие ТЭП плавки, производительность понизилась на 14,4 %, УРЭ увеличился на 17,2 %.

Применение древесной щепы уменьшает УРЭ на печи № 4 на 4,4 %, на печи № 43 на 9,5 %.

Таким образом, были приняты мероприятия по улучшению работы печи № 43 при постоянных мощности 21 МВт, геометрических параметрах ванны, электродов и электротехнических характеристик энергоподвода:

1. Навеска Щубаркульского угля снижена до 169,7 кг, а навеска Аксукокса повышена до 318,5 кг при постоянном содержании $C_{тв}$ в 399,7 кг;

2. Навеска Щубаркульского угля снижена до 3,385 кг, а навеска Аксукокса повышена до 431,8 кг при постоянном содержании $C_{тв}$ в 421 кг;

3. Количество $C_{тв}$ уменьшена на 5 кг за счет снижения навески Щубаркульского угля с тем, чтобы снизить содержание SiC в ванне до 1,2 кг;

4. Вывели печь на недостаток углерода в 10,1 кг с повышением $SiO_2$ в шлаке до 60 %;

5. Избыток углерода в 10,1 кг создан за счет повышения навески Аксукокса при 40 % $SiO_2$ в шлаке.

Из выбранных вариантных пяти режимов наилучшие ТЭП получены при сокращении количества Щубаркульского угля до 3,4 кг при повышении в шихте $C_{тв}$ до 412 кг за счет увеличения навески полукокса Аксу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов О.Е., Кулинич В.И., Головачев Н.П. Расчетные технико-экономические показатели плавки углеродистого феррохрома АЗФ // Сталь, 2008. – №2. – С.40-43.

2. Головачев Н.П., Кулинич В.И., Суслов А.В. Параметры материально-диагностического баланса и термодинамического моделирования плавки феррохрома // Сталь, 2008. – №2. – С.43-47.

3. Суслов А.В., Кулинич В.И., Щербатых В.М. Распределение энергий и электротехнических параметров печей различной мощности, рассчитанных по программе ПЭТ // Сталь, 2008. – №2. – С.48-50.

4. Кулинич В.И. Тепловая работа печей различной мощности на выплавке углеродистого феррохрома // Сталь, 2008. – №2. – С.50-53.

5. Кулинич В.И., Святов Б.А., Головачев Н.П. Материально-диагностический баланс и воссоздание модели процессов в ванне печи при выплавке высококремнистых сплавов // В кн.: Сучасні проблемі металургії. Т.2. – Дніпропетровськ : «Системні технології», 2001. – С.199-205.

REFERENSES

1. Privalov O.Y., Kulinich V.I., Golovachev N.P. Raschetnye tekhniko-ekonomicheskie pokasateli plavki uglerodistogo ferrokhroma // Stal, 2008. – №2. – C.40-43.

2. Golovachev N.P., Kulinich V.I., Suslov A.V. Parametry materialno-diagnosticheskogo balansa i termodinamicheskogo modelirovania plavki ferrokhroma // Stal, 2008. – №2. – C.43-47.

3. Suslov A.V., Kulinich V.I., Shcherbatykh V.M. Raspredelenie energy i elektromekhanicheskikh parametrov pechei raslichnoi moshchnosti, rasschitannykh po programme PET // Stal, 2008. – №2. – C.48-50.

4. Kulinich V.I. Teplovaya rabota pechei razlichnoi moshchnosti na vyplavke uglerodistogo ferrokhroma // Stal, 2008. – №2. – C.50-53.

5. Kulinich V.I ., Svyatov B.A., Golovachev N.P. Materialno-diagnosticheski balans i vossozdanie modeli prozessov v vane pechi pri vyplavke vysokokremnistykh splavov // V kn. "Suchasni problemy metallurgy". T.2. – Dnepropetrovsk : "Systemni Technology", 2001. – C.199-205.

Кулинич В.И., Жұнісов А.Қ., Толымбекова Л.Б.

**Әртүрлі мөлшердегі көміртекті тотықсыздандырғыш пен қолдану кезіндегі ферросиликохромды балқытылуын талдау**

**Түйіндеме.** Мақалада Серов ферроқорытпа зауыты және Ақсу ферроқорытпа зауытының технологиялары бойынша маркасы ФХС-48 ферросиликохромды қорытуға арналған қатты көміртегінің сапасына тигізу әсерінің зерттеу нәтижелері қарастырылған. Ферросиликохромды СФЗ № 4 пешінде және АФЗ № 3 пешінде қорытуға зерттеулер жүргізу кезінде шикіқұрам түрлі шикіқұраммен түрлендірілді. Бірінші нұсқада қатты отынды 399 кг тұрақты ұстау кезінде, Шұбаркөл көмірінің топсамасы 169,7 кг дейін кеміді, ал Ақсу тас көмірінің топсамасы 318,5 кг дейін артты. Екінші нұсқада қатты отынды 421 кг тұрақты ұстау кезінде, Шұбаркөл көмірінің топсамасы 3,385 кг дейін кеміді, ал Ақсу тас көмірінің топсамасы 431,8 кг дейін артты. Үшінші нұсқада Шұбаркөл көмірінің топсамасының төмендету есебінен, қатты отынның мөлшері шомылықтағы SiC құрамын 1,2 кг дейін төмендету үшін 5 кг дейін азайды. Төртінші нұсқада қожда $SiO_2$ 60 % дейін артуымен көміртегінің 10,1 кг жетіспеушілігінен пешті шығарып жіберді.Бесінші нұсқада көміртегінің шығыны қатты отынның 10,1 кг есебі Ақсу тас көмір топсамасының 40 % кезінде қожда $SiO_2$ артуы есебінен құралған.Осыдан, тұрақты қуат 21 МВт кезінде № 43 пеш жұмысының жақсартылуы бойынша шомылықтың геометриялық параметрлеріне, электродтарына және энергокелтірулердің электротехникалық сипаттамаларына шаралар қабылданды.

**Маңызды сөздер:** Көміртекті тотықсыздандырғыш, тас көмір, ферросиликохром, шикіқұрам, қож.

Кулинич В.И., Жунусов А.К., Толымбекова Л.Б.

**Анализ выплавки ферросиликохрома при применении различных количеств углеродистых восстановителей**

**Резюме.** В статье приводятся результаты исследования влияния качества твердого углерода для выплавки ферросиликохрома марки ФХС-48 по технологиям Серовского завода ферросплавов и Аксуского завода ферросплавов. При проведении исследований по выплавке ферросиликохрома на печи № 4 СЗФ и печи № 43 АЗФ шихта варьировалась различной шихтовкой. В первом варианте навеска Щубаркульского угля была снижена до 169,7 кг, а навеска Аксуского кокса повышена до 318,5 кг, при постоянном содержании твердого топлива в 399 кг. Во втором варианте навеска Щубаркульского угля снижена до 3,385 кг, а навеска Аксуского кокса повышена до 431,8 кг при содержании твердого топлива в 421 кг. В третьем варианте количество твердого топлива уменьшено на 5 кг за счет снижения навески Щубаркульского угля с тем, чтобы снизить содержание SiC в ванне до 1,2 кг. В четвертом варианте вывели печь на недостаток углерода в 10,1 кг с повышением $SiO_2$ в шлаке до 60 %. В пятом избыток углерода в 10,1 кг твердого топлива создан за счет повышения навески Аксуского кокса при 40 % $SiO_2$ в шлаке. Таким образом, были приняты мероприятия по улучшению работы печи № 43 при постоянных мощности 21 МВт, геометрических параметрах ванны, электродов и электротехнических характеристик энергоподвода.

**Ключевые слова:** Углеродистый восстановитель, кокс, ферросиликохром, шихта, шлак.

Kulinich V.I., Zhunusov A.K., Tolymbekova L.B.

**Analysis of melting ferrosilicochrome when different amount of carbonaceous reductant**

**Summary.** The article presents the results of investigation of the quality of solid carbon ferrochrome silicon smelting brand FeSiCr-48 Technology Serov and Aksu Ferroalloy Plant. In conducting research on melt on the stove ferrosilicochrome number 4 SFP and furnace number 43 AFP varied blend of different blending. In the first embodiment, hinge Schubarkulskogo coal was reduced to 169.7 kg and weighed Aksu coke increased to 318.5 kg, with a constant solid content of 399 kg of fuel. In the second embodiment, linkage Schubarkulskogo coal reduced to 3.385 kg and increased coke Aksu weighed 431.8 kg of the solid content of 421 kg of fuel. In the third embodiment, the amount of solid fuel is reduced to 5 kg sample by reducing Schubarkulskogo coal in order to reduce the content of SiC in the bath to 1.2 kg. In a fourth embodiment of the oven for a lack derived carbon with 10.1 kg of SiO2 in the slag is increased to 60%. In the fifth excess carbon in the 10.1 kg of solid fuel is created by increasing the sample Aksu coke at 40% SiO2 in the slag. Thus, we have taken measures to improve the operation of the furnace number 43 at constant power 21 MW, geometric parameters baths, electrodes and electrical characteristics of the energy supply.

**Key words:** Carbonaceous reducing, coke, ferrosilicochrome, batch, slag.

УДК-620.22:669

**А.А. Кадирсизова, Х.Р.Хаздаев, Р.Б. Верменичев, Д.У. Смагулов**
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

## ОБРАЗОВАНИЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СЛОЕВ ПРИ КОНТАКТНОМ ПЛАВЛЕНИИ

**Аннотация.** Работа посвящена изучению особенностей образования интерметаллидных композитов при контактном плавлений на модельных материалов A1 и Cu. Обнаружено, что характер возникновения слоев, их количество, состав и толщина во многом определяются наличием или отсутствием естественных диффузионных барьеров, имеющихся на поверхности исходных материалов. Предполагается, что их искусственное создание может сделать этот процесс управляемым.

**Ключевые слова: композит, интерметаллид, фаза, структура, диффузия, отжиг.**

**Введение.** Слоистые интерметаллидные композиты (СИК) представляют собой новый класс конструкционных материалов, обладающих уникальным сочетанием физических (электрических, тепловых и др.) и механических (жаростойкости, удельной прочности и др.) свойств [1]. Их реализация оказалась возможной благодаря оптимальному конструированию структуры в виде чередующихся по толщине основных и интерметаллических слоев. В настоящее время их получают, в основном, методами контактного плавления [2, 3] и сварки взрывом [4] с применением дополнительной термообработки. Важную роль при этом играют диффузионные процессы, которые определяют, в конечном счете, количество, состав и толщину получаемых слоев. Вместе с тем, эти процессы являются плохо контролируемыми, что затрудняет получение заранее заданных структур. Целью настоящей работы являлось исследование особенностей образования СИК в системе AI - Си

при отжиге, результаты которого позволили сделать некоторые предположения относительно управления этими процессами посредством создания искусственных диффузионных барьеров на поверхности исходных материалов.

**Методическая часть.** Процедура приготовления исходных образцов заключалась в следующем. В тигель с расплавленным при 700°С алюминием АД1 опускали механически обработанный и химически протравленный кубик меди марки М1 и остужали на холодной плите. Последующий отжиг проводился в экспериментально выбранном диапазоне температур 530 - 630°С в изохронном режиме в течение 30 мин. Охлаждение велось в трех режимах - вместе с печью, охлаждением тигля на стальной плите и путем закалки в воде. Затем образцы разрезались пополам и места срезов подвергали шлифовке, полировке и химическому травлению. В качестве методов исследования использовались металлография, рентгеноструктурный анализ (РСА), растровая электронная микроскопия (РЭМ), элементный анализ и измерение микротвердости. Металлографический анализ образцов проводился на микроскопе «Neophot-32» с программной оболочкой Thixomet Standard. Для проведения РСА использовался рентгеновский дифрактометр «ДРОН-3» с Со-$К_{\alpha}$- излучением при неподвижном образце, расположенном под углом 20 - 30° к его поверхности. Проекция сфокусированного рентгеновского пучка на образце представляла собой полоску размером 1х4 $мм^2$. Съемки проводились на исходных участках меди, алюминия и в области контактной зоны. В отдельных случаях, для уточнения результатов, использовалась съемка при вращающемся образце. РЭМ и элементный анализ проводился на микроскопе фирмы J10L. Микротвердость измерялась на приборе ПМТ-3М с нагрузкой на инденторе от 5 до 20 г.

**Результаты и обсуждение.**

Предварительные металлографические и рентгеноструктурные исследования показали, что исходные образцы после приготовления состоят из областей меди и алюминия и не содержат видимых интерметаллидных зон в контактной области. Температурный диапазон отжигов был выбран на основе результатов, показавших, что при температурах, ниже 530°С особых изменений в контактной области при длительности выдержки до 2-х часов замечено не было, а при температурах, превышающих 630°С, процесс перехода исходных металлов в расплав быстро ускорялся и становился неконтролируемым.

Металлографические исследования, проведенные на образцах, полученных после термообработки, показали, что процесс образования интерметаллидных слоев с повышением температуры на различных участках контактной зоны идет неравномерно. В одних местах происходит образование и рост двух или трех слоев, в то время как на других участках наблюдается появление только одного или двух слоев. На рисунке 1 показана часть полученных снимков после наиболее интересных температур отжига при разных режимах охлаждения для первого случая, когда наблюдается образование хорошо развитых слоев. Видно, что процесс появления двухслойной структуры при всех режимах отжига происходит уже при 530°С, т.е. ниже эвтектической температуры, которая для системы медь алюминий составляет 548°С [5]. При увеличении температуры отжига до 550°С, наряду с небольшим увеличением ширины возникающих слоев, наблюдается появление третьего слоя со стороны меди в случае закалки в воде. Дальнейшее повышение температуры отжига до 630°С приводит к увеличению ширины зон. а также появлению третьего слоя в случае охлаждения на плите. В случае охлаждения с печью появление третьего слоя обнаружено не было. При этом наиболее широкие слои зарегистрированы после отжига при 630°С и закалке в воде.

Дополнительные результаты, уточняющие данные оптической металлографии, получены методом РЭМ. Для примера, на рисунке 2 показаны полученные снимки для образца, прошедшего термообработку при 630°С, которые свидетельствуют о том, что слой, граничащий с исходной зоной алюминия (рис. 2-1б) представляет собой отдельный подслой, имеющий ровную границу с предыдущим и изломанный профиль со стороны алюминия. Далее располагается исходная зона алюминия, представляющаяся собой расплав с иглообразными включениями (рис.2-1а). Элементный анализ, проведенный в различных точках обнаруженных слоев на этом микроскопе, позволил определить их компонентный состав (табл. 1, рис. 2-1б). Из этих данных следует, что в контактной зоне меди и алюминия после отжига при 630°С и закалке в воде образуются не три, а, по меньшей мере, пять интерметаллидных слоев. При этом скачкообразное, а не плавное изменение их стехиометрии по слоям, а также хорошее совпадение с составом известных фаз системы A1-Cu [5], позволили идентифицировать их фазовый состав. Первый и второй слой со стороны меди, которые хорошо регистрируются и в экспериментах с использованием оптической металлографии (рис. 1-3в),

представляют собой $Cu_4A1$ и $Cu_2A1$ (γ-фаза), соответственно. Третий слой (рис. 2-1б), содержащий, кроме меди и алюминия, значительное количество кислорода и углерода, не имеет четкой границы с последующим слоем и представляет собой исходную контактную зону, содержащую окислы и карбиды этих металлов. За ним идет слой, состоящий из $Al_2Cu_3$(δ-фаза), не имеющий четкой границы с предыдущим слоем. Замыкает контактную зону пятый слой с ровной границей с стороны предыдущего слоя и изломанный профиль с противоположной стороны, состоящий из AlCu (η-фаза). За ним располагается сплав, состоящий, основном, из $A1_2Cu$ (θ-фаза) с иглообразными выделениями η-фазы. Следует особо выделить, что регистрация на этих участках исходной контактной зоны металлов позволил разделить процессы, происходящие при отжиге отдельно в меди и алюминии. В отличие от этого, другие зоны контакта состоят, по данным элементного анализа (табл. 1, рис. 2-а,б), из узкого слоя γ-фазы, и примыкающего к нему довольно широкого слоя θ-фазы с изломанным профилем со стороны алюминия. Далее идет зона расплава, состоящего, в основном, из твердого раствора меди в алюминии с крупноблочными включениями θ-фазы.

Анализируя результаты, полученные методами металлографии и РЭМ можно сделать несколько основных выводов относительно характера образования интерметаллидных слоев в контактной области исследуемых металлов при различных режимах термообработки.

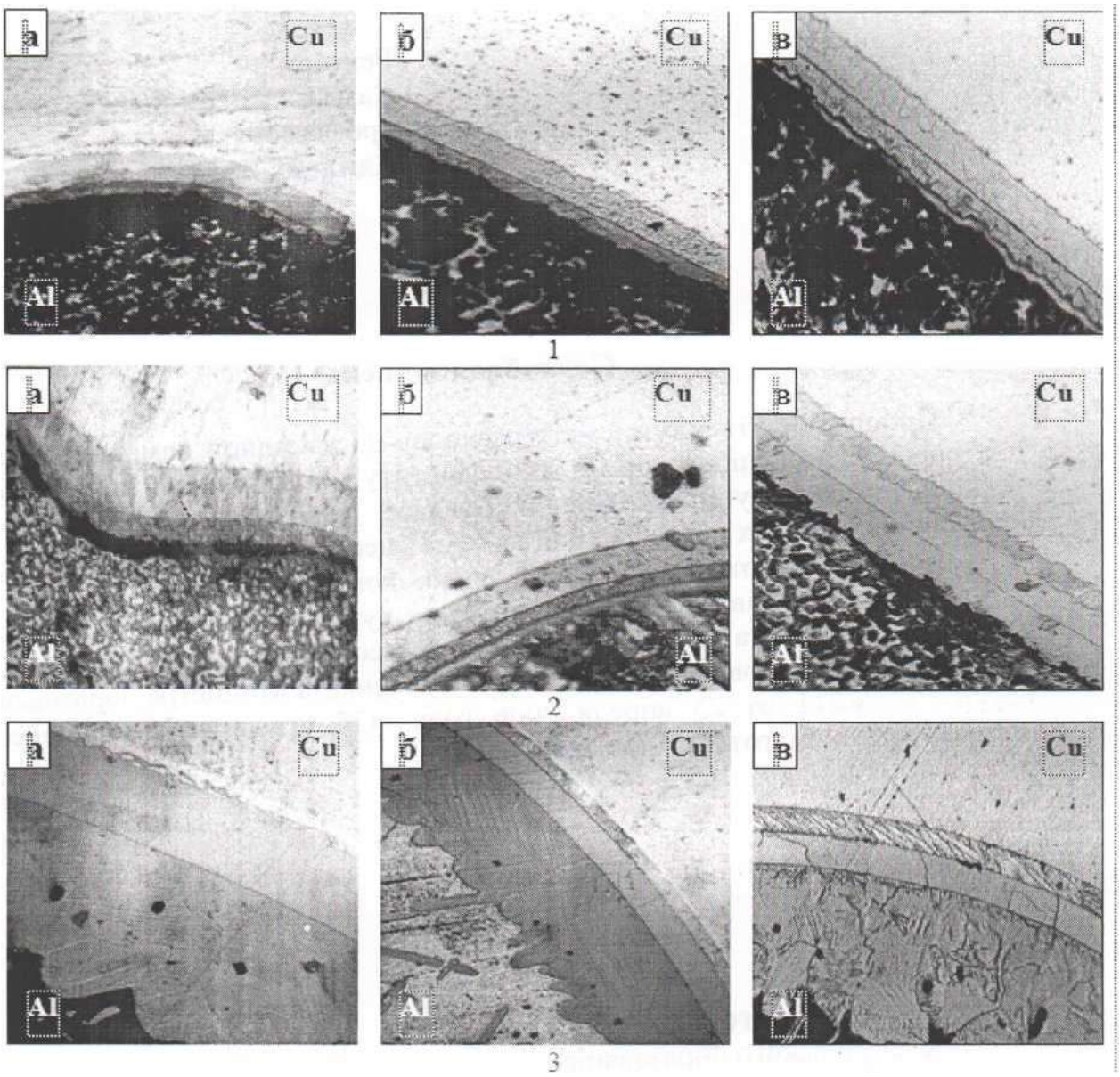



**Рис. 1.** Снимки сечений образцов Al- Cu после отжига при 530 (1), 550 (2), и 630°С (3) при охлаждении вместе с печью (а), на плите (б) и в воде (в), (1а -3а)Х500; 3б - Х400; 3в - Х200.

Прежде всего, следует отметить, что число образующихся при нагреве слоев, их состав и толщина зависят от чистоты контактирующих поверхностей металлов, которая зависит от трудно контролируемых параметров предварительной подготовки. В тех местах контакта, где естественные окислы и карбиды на поверхности металлов практически отсутствуют, процесс диффузии меди в алюминий с последующим плавлением при эвтектической температуре и выше происходит с образованием лишь одного промежуточного слоя, состоящего из θ-фазы. При движении этого пограничного слоя вглубь меди в рекристаллизованных областях остаются, в основном, крупноблочные включения этой фазы (рис. 2-2а,б). На других участках контактной зоны, содержащих дополнительный диффузионный барьер в виде поверхностных окислов и карбидов, процесс образования слоев происходит намного медленнее и выражается в появлении в контактной зоне целого ряда промежуточных интерметаллидных фаз как со стороны меди, так и алюминия (рис. 2- 1а,б). Основной расплав при этом состоит из θ-фазы с игловидными включениями $\eta_2$-фазы.

Граница контакта при этом остается на месте при повышении температуры нагрева и времени выдержки, а динамка процесса выражается лишь в увеличении ширины полученных слоев. Этим можно объяснить тот факт, что в одних случаях при, казалось бы, одинаковых условиях проведения экспериментов при температурах, превышающих 580°С, часть образцов полностью переходила в

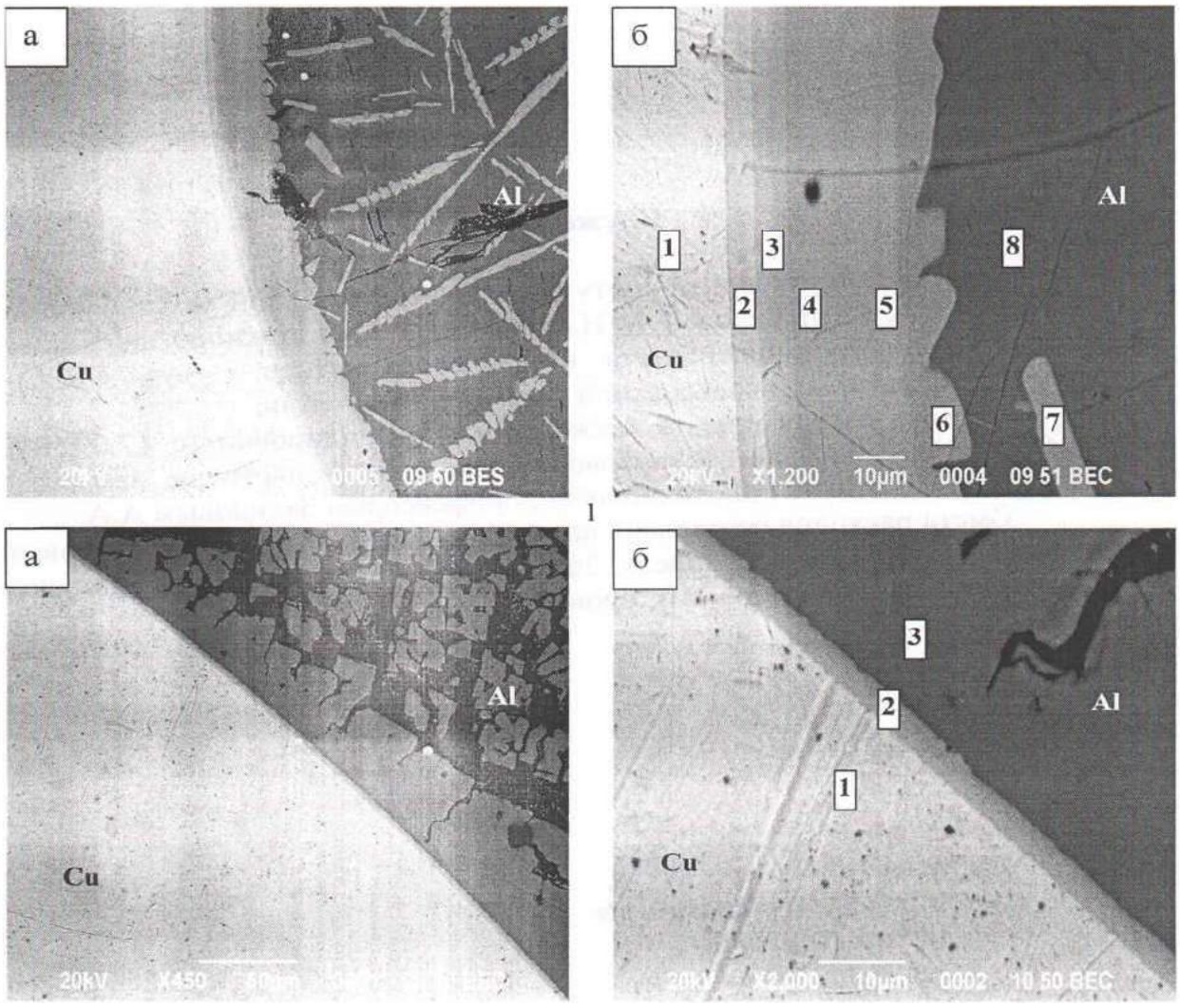



**Рис.2.** Снимки РЭМ системы Си-Al после отжига при 630°С с различным увеличением (а и б) для разных участков контакта: 1 - без диффузионного барьера, 2 -с барьером. Цифрами помечены участки проведения элементного анализа.

расплав, а, в других случаях форма медной составляющей в алюминиевой матрице практически не менялась. Другой особенностью является появление дополнительного слоя, состоящего из $Cu_4A1$ со стороны меди при температурах, выше 550°С после закалки в воде и при 630°С после охлаждении на холодной плите, который не образуется при охлаждении образцов вместе с печью. Это

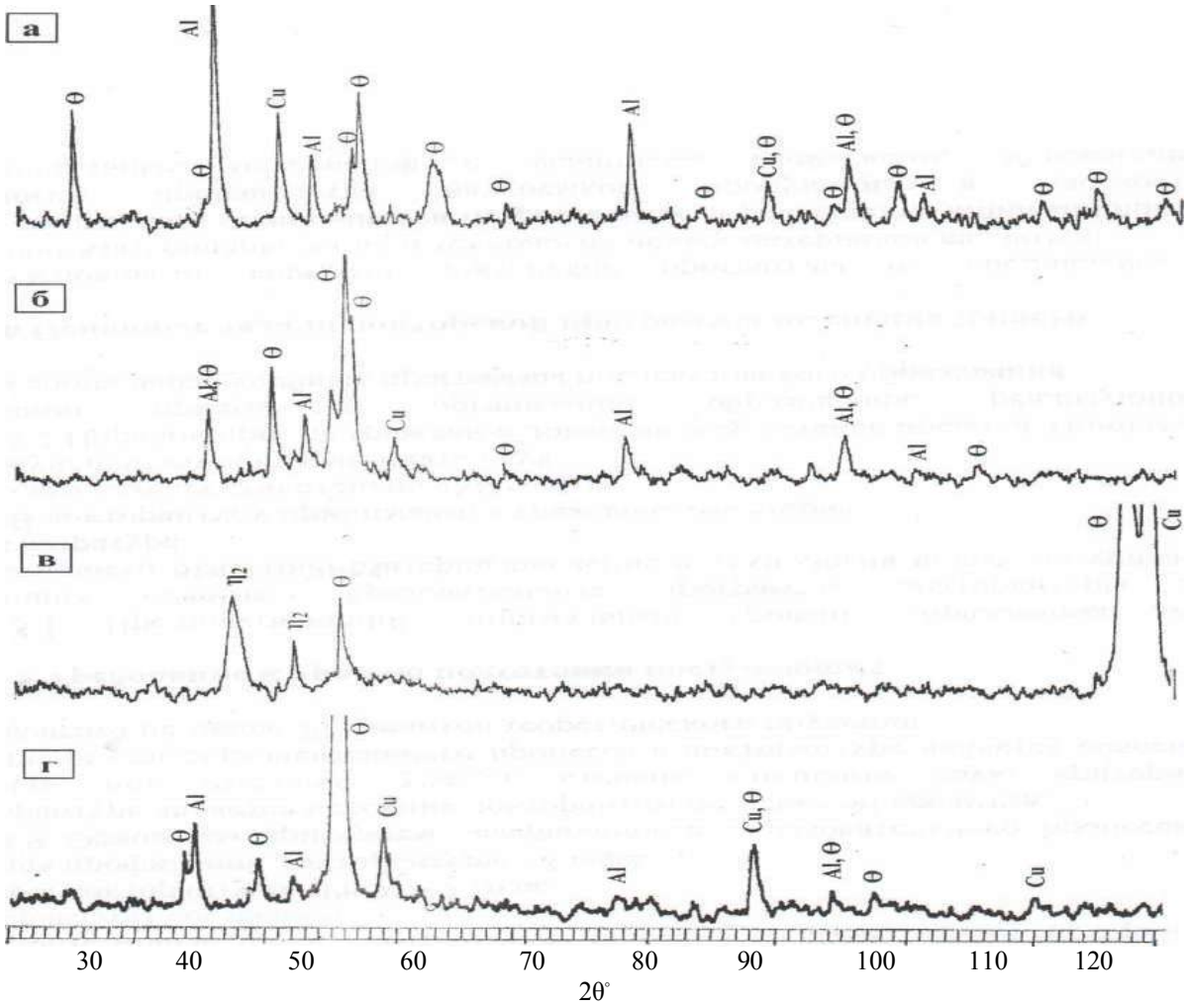
свидетельствует о том, что указанная фаза является метастабильной, имеет свой температурный порог образования и сохраняется только при высокой скорости охлаждения. На рисунке 3, для примера, приведены дифрактограммы различных участков съемки одного из исследованных образцов. Рентгеноструктурные исследования показали, что θ-фаза в малых количествах присутствует уже в исходных образцах в зоне контакта. В результате термообработки по мере повышения температуры отжига количество ее увеличивается до перехода всего образца в расплав. При этом замечено, что на общий состав полученного расплава влияет процентное соотношение исходного количества меди и алюминия. В зависимости от исходного соотношения компонент, наряду с расплавом из θ-фазы, наблюдается выделение избыточного количества меди или алюминия, которые могут присутствовать в виде крупных моноболоков. На дифрактограммах это выражается в отсутствии отражений от ряда плоскостей фазы при съемках на неподвижном образце с фиксированным углом падения рентгеновского пучка. В таких случаях, для уточнения результатов, проводились съемки с вращающимся образцом (рис. 3г).

Таблица 1. **Содержание элементов в различных участках контактных зон**

| С диффузионным барьером (рисунок 2.2.а) | | | | | | Без диффузионного барьера (рисунок 2.2.б) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № участка | Элемент | Кол-во, ат.% | № участка | Элемент | Кол-во, ат% | № участка | Элемент | Кол-во, ат% |
| 1 | Cu | 100 | 5 | Cu | 61.02 | 1 | Си | 100 |
| 2 | Cu | 80,01 | | A1 | 38.98 | 2 | Си | 60.84 |
| | A1 | 19.99 | 6 | Cu | 54.85 | | A1 | 39.16 |
| 3 | Cu | 65.08 | | A1 | 45.15 | 3 | Си | 35.27 |
| | A1 | 34.92 | 7 | Cu | 54.97 | | A1 | 64.73 |
| 4 | Си | 24.78 | | A1 | 45.03 | | | |
| | A1 | 15.34 | 8 | Cu | 36,08 | | | |
| | O | 27.64 | | AI | 63,92 | | | |
| | C | 23.48 | | | | | | |
| | Si | 8.22 | | | | | | |
| | Cl | 0.54 | | | | | | |

На первый взгляд, результаты рентгеновских исследований не совсем согласуются с результатами, полученными методом РЭМ и элементного анализа. Однако детальное их рассмотрение дает дополнительную информацию по рассматриваемым процессам фазообразования при контактном плавлении. Дело в том, что метод РСА не позволяет обнаружить высокодисперсные фазы, тем более кластеры атомов растворенного компонента. С помощью РСА можно обнаружить новую фазу только в том случае, если размер ее частиц больше областей когерентного рассеяния рентгеновских лучей, а количество этой фазы не менее 5-10% объема сплава [6]. Практически, геометрические размеры кристаллитов должны превышать длину волны рентгеновского излучения примерно в 1000 раз. Для нашего случая при использовании Со-$К_а$-излучения с длиной волны 1;79А это составляет величину порядка 0,2 мкм. Таким образом, если в исследуемых образцах присутствуют частицы новой фазы, но их размер будет меньше, чем 0,2 мкм, то для РСА они будут «рентгеноднородными» [7]. Поэтому для того, чтобы выяснить, является ли структура сплава в какой либо точке рентгеноднородной области структурой, например, твердого раствора или структурой с выделениями тех или иных высокодисперсных фаз желательно использовать метод просвечивающей электронной микроскопии. Длина волны электронов при используемых энергиях ускорения в электронографах при энергиях ускорения электронов 20-100 кэВ составляет 0,07 - 0,04 А, что дает возможность регистрировать частицы со значительно меньшими размерами чем при использовании РСА. Однако этот метод требует довольно сложной процедуры подготовки образцов и не является неразрушающим. Исходя из выше изложенного следует, что отсутствие на полученных

дифрактограммах отражений от остальных интерметаллидов, которые были идентифицированы ранее косвенным методом по данным элементного анализа дает основание предположить, что они представляют собой высокодисперсные фазы с размерами кристаллитов не более 0,2 мкм.




а - зона алюминия, б - зона контакта, в - зона меди а, б, в - неподвижный образец;
г - съемка с вращением образца

**Рис.3.** Дифрактограммы образца системы Al-Cu после отжига при 630°С и охлаждения в воде.

Исследование механических свойств образующихся слоев проводилось путем измерения микротвердости слоев, образующихся после термообработки в различных режимах. Процесс заключался в измерении набора отпечатков со статистическим выделением наиболее вероятных значений (в работе гистограммы строилась по 20 отпечаткам). В таблице 2 даны результаты этих измерений в различных точках образцов для некоторых температур отжига. При анализе полученных результатов необходимо учитывать, что на значения микротвердости влияют большое количество факторов, среди которых можно отметить структурно-фазовый состав, размер кристаллитов, однородность, наличие примесей, дефектов структуры и другие. Поэтому, в данном случае имеет смысл говорить лишь о примерном соответствии полученных значений микротвердости фазовым составам исследуемых слоев (в колонке №6 Таблицы 2 приведены фазы, определенные методом элементного анализа в отмеченных слоях, в строке «объем» даны значения микротвердости в остальных областях образца, где произошло образование расплава, а строка «исходные участки» отражает микротвердость меди и алюминия в непровзаимодействующих участках образца, которые мало чем отличаются от табличных [8])-

Таблица 2. **Значения микротвердости системы А1 - Си после отжига при различных температурах и условиях охлаждения.**

| T°C | № слоя | Микротвердость Н, МПа | | | Фазы |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Печь | Плита | Вода | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 530 | 1 | 5601 | 6058 | 6573 | $A1Cu_2$ |
| | 2 | 3940 | 4830 | 4830 | $A1_2Cu_3$ A1Cu |
| | объем | 1577, 350, 302 | 1643 | 2047, 1643 | $A1_2Cu$ и др. |
| | исходные участки | 622 | 639, 325 | 639,277 | Cu, A1 |
| 550 | 1 | | | 5601 | $A1Cu_4$ |
| | 2 | 5601 | 6573 | 6058 | $A1Cu_2$ |
| | 3 | 4830 | 4830 | 4830 | $A1_2Cu_3$, A1Cu |
| | объем | 4216,1577, 1400, 250 | 2622, 1515 | 4830, 1870, 1165 | $A1_2Cu$ и др. |
| | исходные участки | 591 | 673, 281 | 524,281 | Cu, A1 |
| 630 | 1 | | 2597 | 1970 | $A1Cu_4$ |
| | 2 | 5601 | 6058 | 6058 | $A1Cu_2$ |
| | 3 | 5601 | 6573 | 6573 | $A1_2Cu_3$; AlCu |
| | объем | 5192, 3746, 1299, 4207, 1051 | 6573,4830, 1577, 984 | 6058, 3940, 2146, 1208 | $A1_2Cu$ и др. |
| | исходные участки | - | 622,297 | 537, 263 | Cu, A1 |

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что полученные слои интерметаллидов обладают микротвердостью, превышающую аналогичный параметр исходных компонентов меди и алюминия примерно в десять и двадцать раз, соответственно, и тот факт, что наибольшую твердость они имеют после закалки в воде и на холодной плите, чем при охлаждении с печью. Первый результат является механической характеристикой образовавшихся слоев, а второе обстоятельство связано как с отжигом дефектов, так и укрупнением исходных кристаллитов после их возникновения при медленном охлаждении. Изучение гистограмм распределения микротвердости в отдельных слоях показало, что они являются неоднородными и содержат в себе также включения с характеристиками соседних слоев. То же самое можно сказать и о других областях, где прошло взаимодействие исходных компонентов.

Анализ результатов, полученных в настоящей работе, позволяет сделать некоторые выводы относительно процессов, протекающих при контактном плавлении в исследуемой системе медь - алюминий. Прежде всего, следует отметить тот факт, что процесс контактного плавления в данном случае идет неравномерно - на относительно чистых участках поверхности, где отсутствуют дополнительные диффузионные барьеры на границе раздела компонентов в виде их естественных окислов и карбидов, процесс происходит с большой скоростью, достигав десятых долей секунды [9]. При этом между оставшейся медью и сформировавшейся в объеме θ-фазы ($AI_2Cu$) остается лишь один узкий пограничный слой, состоящий из 5-фазы ($AI_2Cu_3$). На остальных участках, где зарегистрирована исходная поверхность в виде окисных слоев, между медью и θ-фазой наблюдается послойное чередование практически всех низкотемпературных промежуточных фаз [5]. Причем с одной стороны от указанной поверхности (со стороны меди) расположены фазы, наиболее обогащенные медью ($A1Cu_4$ и $AICu_2$), а с другой - менее обогащенные ($AI_2Cu_3$, AICu, $AI_2Cu$). Это свидетельствует в пользу того, что при наличии дополнительного диффузионного барьера, в качестве которого в данном случае выступает исходная поверхность. КП предшествует процесс взаимной

диффузии исходных компонентов, скорее всего, по каналам, отмеченным в работе [10]. При этом в зоне контакта образуются области с любым набором концентраций исходных компонентов. В этом случае образование фаз может проходить пли в твердом состоянии, при достижении температуры их возникновения, как это п: мотается для ионно-имплантированных слоев [11], или же при эвтектическом плавлении. когда происходит процесс растворения твердых исходных компонентов в жидкости.

Полученные результаты дают возможность сделать предположение о том, что искусственное создание диффузионных барьеров с заданными составом и толщиной на поверхности исходных компонентов позволит регулировать число, состав и толщину СИК, создаваемых методом КП. В качестве наиболее привлекательных методов для их создания можно использовать методы ионно-плазменного напыления или ионной имплантации.

В заключении, приносим благодарность сотрудникам лаборатории «Космического материаловедения» Алпысбай И.М. и Байгонову А.Д. за участие в съемке и подготовке образцов.

ЛИТЕРАТУРА

*1. Трыков Ю.П., Шморгуи В.Г.* Свойства и работоспособность слоистых композитов / Волгоград, РПК «Политехник». 1999г., 189 с.

*2. Саратовкин Д.Д, Савиuие И.А.* Образование жидкой фазы в месте контакта кристаллов составляющих эвтектическую V Докл. АН СССР, 1941г., 33, №4, С. 303-304.

*3. Саратовкин Д.Д., Сектами; П.А.* Эффект контактного плавления как признак низкоплавкости эвтектик // Докл. АН СССР, 1947г., 58, №9, С. 1943-1944.

*4. Седых В.С., Казак И.Н.* Сварка взрывом и свойства сварных соединений / Москва, «Машиностроение», 1971г., 71 с.

*5. Massalski T. B., Okomoto H.. Subramanian P.R., Kacprzak L.* Binary Alloys Phase Diagrams -2-е изд. ASM International. Materials Information Society, 1990г., 3589 с.

*6. Гинье А.* Рентгенография металлов / Москва, Гос. издат. физ.-мат. лит., 1961г., 604с.

*7. Устиновщиков Ю.И.* Упорядочение и расслоение на фазовых диаграммах // Металлы, 2007г., № 3, С. 94-105.

*8. Келоглу Ю.П. ,Захариевич [{.М.. Карташевская М.И.* Металлы и сплавы / Справочник. Кишинев, «Картямолдовеняск», 1977г., 263 с.

*9. Залкин В.М.* Природа эвтектических сплавов и эффект контактного плавления / Москва, Металлургия, 1987г., 151с.

*10. Хренов К.Е., Россошинский А.А., Кислицын В.М.* К вопросу образования эвтектической базы при контактном плавлении // Докл. АН СССР, 1970г., 190, №2, С. 402-405.

*11. Kazdaev Kh.R., Akchulakov M.T., Bayadilov E.M.* Synthesis of compounds in molybdenum during ion implantation combined with thermal and pulsed electron annealing / Phys.Research, 1990, v.13, p.293-295.

REFERENCES

1. Trykov Y.P., Shmorgun V.G. Substantia quod compositarum effectus laminates / Volgograd, in PKK "Polytechnic". 1999., 189.

2. Saratovkin D.D., Savincev P.A. Phase in formatione a liquid, constituens ad contactum crystallis eutectic // Dokl. AN USSR, 1941g., 33, №4, S. 303-304.

3. Saratovkin D.D., Savincev P.A. Effectus autem contactus liquescens in signum humilis liquescens eutectics // Dokl. AN USSR, 1947g., 58, №9,S. 1943-1944.

4. Sedih B.C., Kazak N.B., Welding artus redacti et proprietates/ Moscva, "Mashinastroenie",1971g., 71s.

5. Massalski T. B., Okcmoto И., Subramanian P.R., Kacprzak L. Binary Alloys Phase Diagrams *2-e izd. ASM International, The Materials Information Society, 1990g., 3589 s.*

6. Gine A. Rengenografia metallov/ Moskva, Gos. Izdat.fiz.-mat.lit., 1961., 604s.

7. Ustinovshchikov Y.I. Organize et fascis in Phase schematum // Metalla, 2007., №3, S. 94-105.

8. Keloglu Y.P., Zaharievich K.M., Kartashevski M.I. Metalla I alliage / Directory. Chisinau, "Kartyamoldovenyask", 1977g.,263s.

9. Zalkin V.M. Natura eutectic alloys et effectus liquescens contactus/ Moscva, Metallurgy, 1987g., 151s.

10. Xrenov K.E., Rossoichinski A.A. Kislitysn V.M. In eventu eius educationem in contactu basis eutectic//dokl. AN USSR, 1970g., 190, №2, S. 402-405.

*11.Kazdaev Kh.R., Akchulakov M. T., Bayadilov E.M.* Synthesis of compounds in molybdenum during ion implantation combined with thermal and pulsed electron annealing / Phys.Research, 1990, v.13, p.293-295.

Кадирсизова А.А., Хаздаев Х.Р., Верменичев Р.Б., Смагулов Д.У.

**Контактілі балқыту кезіндегі инерметаллидті қабаттардың пайда болуы**

**Түйіндеме.** Осы жұмыста A1 және Cu модельді материалдарындағы контактілі балқыту кезінде интерметаллидтік композиттердің пайда болу сипаттары зерттелінген. Қабаттардың пайда болу мүмкіндіктері мен олардың саны, құрамы мен қалындығы көбінесе материалдардың бет жағында пайда болатын диффузиялық тосқауылдарды болуына немесе болмауына анықталды. Осылайша, оларды жасанды жолмен жасау үрдістерін басқару мүмкіндіктері туатындығы болжанып отыр.

**Түйінді сөздер:** композицит, интерметалид, фаза, құрылым, диффузия, қыздырып өңдеу.

A.A. Kadirsizova, H.R.Khazdayev, R.B. Vermenichev, D.U. Smagulov

**Formation of Intermetallic Layers in Contact Melting**

**Summary**. The work examines the characteristics of the formation of intermetallic compounds in contact melting on model materials A1 and Cu. It is found that the character of layers formation, their quantity, composition and thickness is largely determined by the presence or absence of natural diffusion barriers present on the surface of the starting materials. It is assumed that an artificial creation of such barriers can make the process controlled.

**Key words**: composite, intermetallic, phase, structure, diffusion, annealing.

УДК 669.21.053.2 +669.214.33

**С.А. Квятковский, С.М. Кожахметов, А.С. Семенова, Б.А. Омирзаков, Л.П. Ким**
(АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения»,
Алматы, Республика Казахстан, kvyatkovskiy55@mail.ru)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАВКИ КОРЕННЫХ РУД ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕСТЮБЕ

**Аннотация**. Современными физико-химическими методами анализа исследованы химический и фазовый составы руд золота месторождений Бестюбе и в лабораторных условиях проведены тигельные опытные и балансовые плавки этих руд с концентрацией золота и серебра в штейнах с целью отработки оптимальных составов продуктов. Показана возможность плавки руд золота месторождений Бестюбе с добавкой пирита в качестве сульфидизатора на штейны, концентрирующие золото. В опытах по плавке руды месторождения Бестюбе получены штейны, содержащие, г/т: Au – 14,48-19,04, Ag – 95,44-110,3 и шлаки, содержащие, г/т: Au – 0,09-0,15, Ag – 0,64-1,45. Полученные результаты могут быть использованы для переработки золотосодержащих руд золота месторождений Бестюбе.

**Ключевые слова:** сократительная пирометаллургическая селекция (СПС-процесс), золото, штейн, шлак, пиритный концентрат.

**Введение.** Разработка технологии сократительной пирометаллургической селекции коренных руд золота с извлечением благородных и других металлов в штейн является актуальной, поскольку ее реализация позволит исключить из процесса переработки обогащение золотосодержащих руд и увеличить извлечение золота из руд до 90-95% [1-4].

Промышленное освоение процесса сократительной пирометаллургической селекции коренных руд золота месторождения Бестюбе обеспечит сквозное извлечение золота в штейн 94-98%, что на 10-20% выше достигнутых сегодня показателей на золотодобывающих предприятиях.

**Материалы и методика проведения экспериментов.** Для проведения экспериментов использовались: коренная руда золота месторождения Бестюбе, содержащая: Au – 4,4 г/т, Ag – 1,66 г/т, Cu – 0,011%, Fe – 5,1%, S – 0,36%, As – 0,27%, C – 1,25%, $SiO_2$ – 53,3%, $Al_2O_3$ – 15,3%, CaO – 4,6%. В качестве флюсующих добавок в шихту вводили пиритный концентрат, содержащий: Au – 17,5 г/т, Ag – 68,7 г/т, Fe – 33,85%, S – 37,25%, As – 0,07%, $SiO_2$ – 16,5%, $Al_2O_3$ – 2,3%, CaO – 0,7%, и известняк, содержащий 55,5% CaO.

Опытные тигельные плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе проводились в высокотемпературной камерной печи НТС 08/16 NaberthermGmbH (Германия)в алундовых тиглях, в интервале 1400-1500 $^oC$. При плавках для предотвращения вторичного окисления шихты алундовые тигли с навеской шихты, помещенные дополнительно в большой тигель, закрывались графитовой крышкой. Тигли с навеской устанавливали в холодную камеру печи и в течение двух часов нагревали до достижения заданной температуры. Время выдержки тиглей с исследуемой навеской шихты при заданной температуре эксперимента составляло 1 ч. После полного охлаждения тигли вынимались из

печи и после взвешивания они разбивались с извлечением шлака и штейна. Полученные продукты опытных плавок взвешивались и анализировались химическими и физическими методами.

Балансовые тигельные плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе проводились в индукционной плавильной установке УИП-16-10-0,005в алундовых тиглях, размещенных внутри графитового тигля при 1450 $^0$C. Так же, как и в опытных плавках, тигли накрывались графитовой крышкой с отверстием для удаления отходящих газов. Алундовый тигель с 500 г шихты устанавливался в холодный графитовый тигель и система нагревалась до полного расплавления шихты, после чего добавлялись еще 500 г шихты. После полного расплавления всего объема шихты и достижения заданной температуры тигель с исследуемой навеской выдерживался при температуре плавки 1 ч, после чего печь выключалась. Поскольку в индукционной печи происходит интенсивный барботаж, тигель с расплавом остывал в печи в течение ~10 мин до полного прекращения барботажа, после чего тигель извлекался из печи и охлаждался на воздухе. После полного охлаждения тигель взвешивался, разбивался, продукты плавки после разделения взвешивались и анализировались.

***Экспериментальная часть и обсуждение результатов.*** *Опытные тигельные плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе проводились параллельно в двух тиглях при 1400-1500 $^0$C с навеской шихты 130 г, состоящей из 56,74 г руды месторождения Бестюбе (43,65%), 28,26 г пиритного концентрата (21,74%) и 45,0 г известняка (34,62%).*

Условия проведения опытных тигельный плавок, выходы продуктов и их химические составы, а также расчетные данные по распределению золота и серебра между продуктами плавок приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1**. Условия проведения и выходы продуктов опытных тигельных плавок руды месторождения Бестюбе (расчетное содержание $SiO_2$ в шлаке ≈40%)**

| №№ | | Температура, $^o$C | Вес и выходы продуктов от веса шихты | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| опыта | тигля | | штейн | | шлак | |
| | | | г | % | г | % |
| 1 | 1 | 1400 | 18,81 | 14,47 | 79,72 | 61,32 |
| | 2 | | 21,21 | 16,31 | 78,11 | 60,08 |
| 2 | 1 | 1450 | 19,64 | 15,11 | 62,12 | 47,78 |
| | 2 | | 19,66 | 15,12 | 53,18 | 40,91 |
| 3 | 1 | 1500 | 20,70 | 15,92 | 80,30 | 61,77 |
| | 2 | | 21,80 | 16,77 | 79,00 | 60,77 |

Таблица 2. **Химические составы продуктов опытных плавок руды месторождения Бестюбе**

| №№ | | Тем-ра, $^o$C | Продукты | Содержание, г/т, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| опыта | тигля | | | Au | Ag | Cu | Fe | S | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | CaO |
| 1 | 1 | 1400 | Штейн | 15,8 | 98,52 | 0,73 | 49,25 | 34,3 | – | – | – |
| | | | Шлак | 0,15 | 1,45 | – | 2,5 | – | 44,3 | 8,7 | 27,9 |
| | 2 | | Штейн | 15,8 | 98,52 | 0,70 | 46,35 | 32,6 | – | – | – |
| | | | Шлак | 0,12 | 0,91 | – | 2,9 | – | 43,0 | 8,7 | 27,9 |
| 2 | 1 | 1450 | Штейн | 15,48 | 95,49 | 0,68 | 46,35 | 31,9 | – | – | – |
| | | | Шлак | 0,18 | 1,36 | – | 2,9 | – | 43,3 | 9,2 | 27,1 |
| | 2 | | Штейн | 15,48 | 95,49 | 0,72 | 47,8 | 32,9 | – | – | – |
| | | | Шлак | 0,12 | 0,64 | – | 2,2 | – | 43,7 | 8,98 | 27,9 |
| 3 | 1 | 1500 | Штейн | 14,48 | 95,44 | 0,70 | 52,15 | 33,9 | – | – | – |
| | | | Шлак | 0,09 | 0,73 | – | 2,2 | – | 42,5 | 8,6 | 27,1 |
| | 2 | | Штейн | 14,48 | 95,44 | 0,70 | 46,35 | 31,9 | – | – | – |
| | | | Шлак | 0,12 | 1,27 | – | 2,5 | – | 41,7 | 7,95 | 27,1 |

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что при повышении температуры опытных тигельных плавок от 1400 до 1500 $^0$C содержание золота и серебра в штейне уменьшается от 15,8 до 14,48 г/т и от 98,52 до 95,44 г/т, а содержание золота и серебра в шлаке изменяется от 0,13 до 0,1 г/т и от 1,18 до 1,00 г/т, соответственно. Содержание в шлаке основных шлакообразующих оксидов при

повышении температуры опытных плавок от 1400 до 1500 $^0$С изменяется незначительно, %: $SiO_2$ – от 43,6 до 42,1; CaO – от 27,9 до 27,1; $Al_2O_3$ – от 8,7 до 8,27.

Извлечение благородных металлов в штейны опытных тигельных плавок коренной руды золота месторождения Бестюбе, рассчитанное по разнице между содержаниями золота и серебра в шихте и шлаке, составило, %:

– при температуре плавки 1400 $^o$С: золота 98,51-98,78; серебра 94,34-96,51;

– при температуре плавки 1450 $^o$С: золота 98,51-99,19; серебра 95,87-98,32;

– при температуре плавки 1500 $^o$С: золота 99,05-98,78; серебра 97,14-95,08.

Самые высокие показатели извлечения благородных металлов в штейн опытных плавок руды месторождения Бестюбе достигнуты при температуре 1450 $^0$С и в связи с этим балансовые тигельные плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе проводились именно при этой температуре.

Балансовая тигельная плавка проводилась с навеской шихты 1000 г, состоящей из 436,5 г руды месторождения Бестюбе (43,65%), 217,4 г пиритного концентрата (21,74%) и 346,2 г известняка (34,62%), в результате которой получено 50,0 г или 5% от веса шихты штейна, 625,0 г или 62,5% от веса шихты шлака.

Химическим анализом определен следующий состав продуктов плавки:

– штейна: Au – 19,04 г/т, Ag – 110,3 г/т, Cu – 0,77%, Fe – 50,7%, S – 33,2%;

– шлака: Au – 0,1 г/т; Ag – 0,67 г/т; Fe – 2,5%; $SiO_2$ – 42,0%; $Al_2O_3$ – 5,1%; CaO – 27,1%.

Извлечение благородных металлов в штейн балансовой тигельной плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе, рассчитанное по методике, приведенной выше, составило, %: золота – 98,91, серебра – 97,33.

Для выявления основных физико-химических свойств шлаки и штейны балансовой тигельной плавки были подвергнуты рентгенофлюоресцентному, рентгенофазовому, минералогическому и электронно-зондовому анализам.

Рентгенофлюоресцентный анализ пробы шлака балансовой плавки руды месторождения Бестюбе показал, что наибольшие содержания в шлаке имеют, %: $SiO_2$ – 43,935; CaO – 30,184; $Al_2O_3$ – 13,062; $Fe_2O_3$ – 4,459; MgO – 3,532.

Рентгенофазовый анализ шлака балансовой плавки руды месторождения Бестюбе, показал, что проба аморфна.

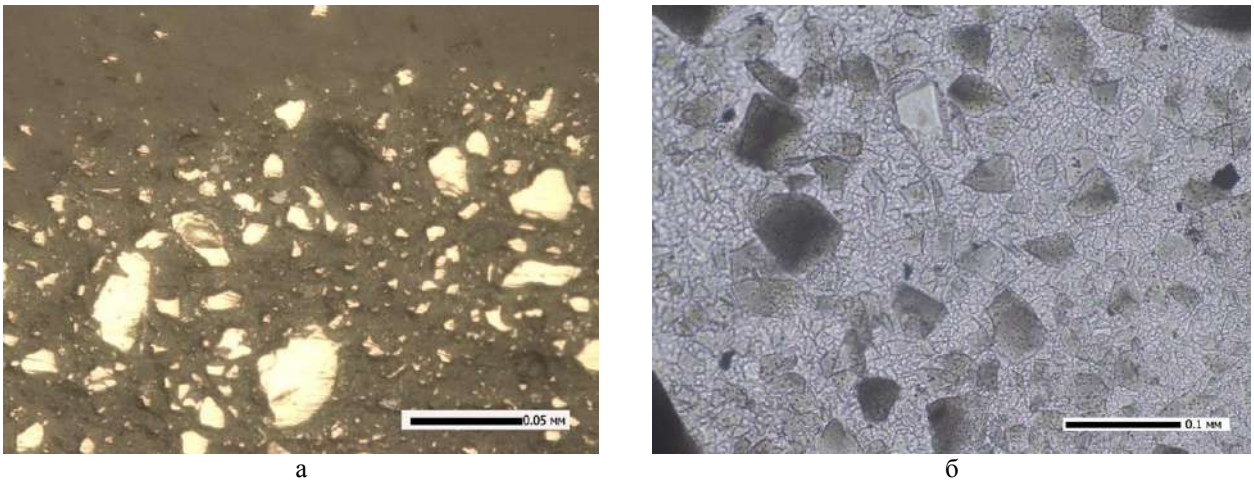
Минералогический анализ проб штейна и шлака балансовой плавки руды месторождения Бестюбе проводился в полированных искусственных шлифах (брикетах) в отраженном свете и в иммерсионных препаратах из сыпучего материала проб.

Основная составляющая пробы штейна балансовой плавки руды месторождения Бестюбе – пирротин (троилит) (рисунок 1 а). Он присутствует в виде обломков размером от тысячных долей до 0,07×0,05 мм. В отраженном свете по своим свойствам он отвечает природному минералу – розовато-бежевой окраски, сильной анизотропии и отсутствию внутренних эффектов. В виде незначительной примеси присутствует стекло с включениями глобулей сульфидов.

Проба шлака балансовой плавки руды месторождения Бестюбе представлена порошком темно-серого цвета, в иммерсионных средах стекло светло-серое с черными рудными включениями (рисунок 1 б). Показатель преломления около 1,600. Отмечены зерна металлического железа размером до 0,04-0,07 мм.

Проба шлака балансовой тигельной плавки руды месторождения Бестюбе подвергалась электронно-зондовому исследованию во вторичных электронах. Особое внимание было уделено изучению составляющих минеральных фаз шлаков с целью определения золотосодержащих минеральных фаз, с которыми связаны потери золота со шлаками.

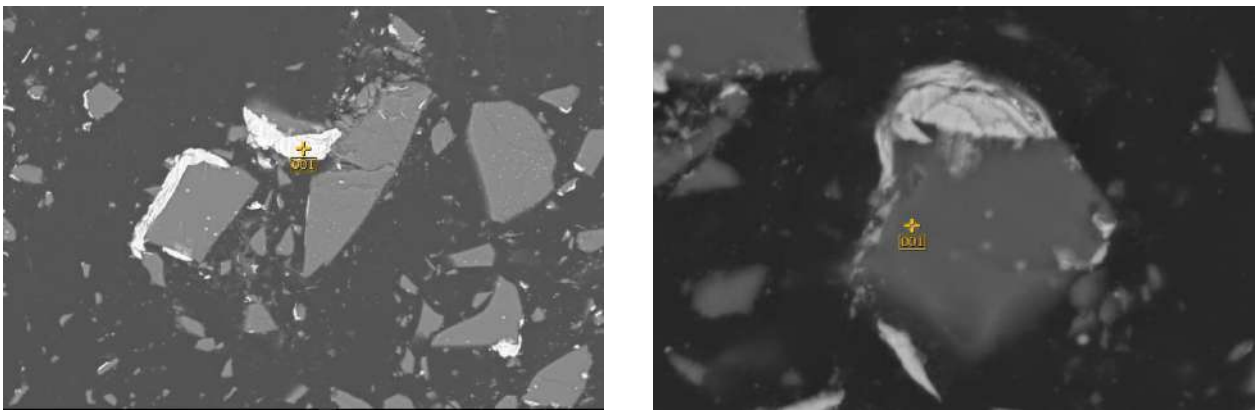
Состав стекла представлен на микрофотографиях, выполненных на электронно-зондовом анализаторе. В отраженном свете видно, что в стекле присутствуют многочисленные микровключения глобулей, состоящих из сульфида железа с золотом. Содержание золота в них до 5-7%. Отмечаются прерывистые каемки и сростки рудного материала со стеклом, состоящие из сплава полиметаллов – свинца, цинка и меди или только цинка и меди. Содержание золота в них от 0 до 0,55%. Материал штейновой сульфидной массы присутствует также в виде включений в стекле и в свободных зернах. Он также золотоносен (рисунок 2 а-в).




а б

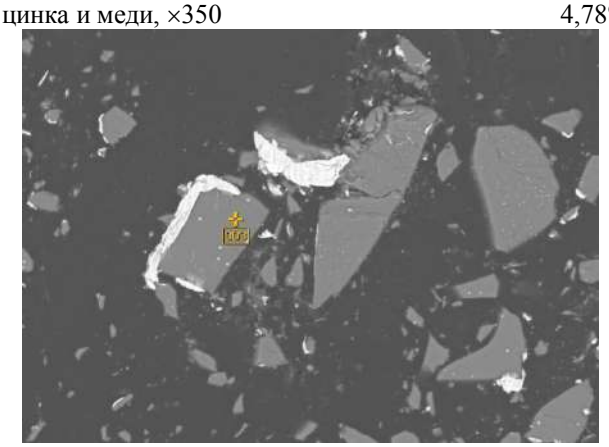
а – штейн: в поле зрения зерна пирротина (троилита), полированный искусственный шлиф (брикет), отраженный свет; б – шлак: в поле зрения стекло, иммерсионный препарат, без анализатора.

**Рис. 1.** Микрофотографии проб штейна и шлака балансовой тигельной плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе



а – глобули сульфидного состава с каймой материала, состоящего из сплава цинка и меди, ×350

б – в глобулях штейнового состава содержание золота 4,78%, ×1500



в – стекло со сплавом меди и цинка, в стекле 0,27% золота, ×350.

**Рис. 2.** Проба шлака балансовой плавки руды месторождения Бестюбе

Таким образом, результаты проведенных анализов проб штейна и шлака балансовой тигельной плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе показали, что условия проведения экспериментов обеспечивают достаточно полное разделения шлака и штейна, а полученные

экспериментальные данные по процессу прямой пирометаллургической переработки коренной руды золота месторождения Бестюбе могут быть использованы для их промышленной переработки.

**Выводы.** Показана возможность плавки коренной руды золота месторождения Бестюбе с добавкой пиритного концентрата в качестве сульфидизатора на штейны, концентрирующие золото. В опытах по плавке коренной руды золота месторождения Бестюбе получены штейны, содержащие, г/т: Au – 14,48-15,48, Ag – 95,44-98,52 и шлаки, содержащие, г/т: Au – 0,09-0,15, Ag – 0,64-1,45. Извлечение золота и серебра в штейны при прямой пирометаллургической переработке коренной руды золота месторождения Бестюбе составляет, %: Au – 98,51-99,19; Ag – 94,34-98,32.

Экономическая эффективность работы прямой плавки коренных руд золота, минуя их обогащение, достигается повышением сквозного извлечения золота на 10-20% по сравнению со стандартными технологиями, включающими обогащение и гидрометаллургическую переработку.

Полученные результаты могут быть использованы для подготовки технологического регламента проектирования промышленных электропечей для переработки коренных руд золота различных месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1 Беспаев Х.А., Глоба В.А., Абишев В.М., Гуляева Н.М. Месторождения золота Казахстана. Справочник. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1966-1967. – 76 с.

2 Ин.пат. 25568 РК. Способ переработки золотомышьякового сырья /Кожахметов С.М., Бектурганов Н.С., Квятковский С.А.; опубл. 15.02.2012, Бюл. №2.

3 Беспаев Х.А., Глоба В.А., Абишев В.М., Гуляева Н.М. Месторождения золота Казахстана. Справочник. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1996-1997. – 166 с.

4 Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. – М.: Руда и Металлы, 2005. - 431с.

REFERENCES

1 Bespaev H.A., Globa V.A., Abishev V.M., Gulyaeva N.M. Mestorozhdeniya zolota Kazahstana. Spravochnik. – Almaty: Informacionno-analiticheskii centr geologii, ekologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan, 1966-1967. – 76 s.

2 In.pat. 25568 RK. Sposob pererabotki zolotomysh'yakovogo syr'ya /Kozhahmetov S.M., Bekturganov N.S., Kvyatkovskii S.A.; opubl. 15.02.2012, Byul. №2.

3 Bespaev H.A., Globa V.A., Abishev V.M., Gulyaeva N.M. Mestorozhdeniya zolota Kazahstana. Spravochnik. – Almaty: Informacionno-analiticheskii centr geologii, ekologii i prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan, 1996-1997. – 166 s.

4 Kotlyar Yu.A., Meretukov M.A., Strizhko L.S. Metallurgiya blagorodnyh metallov. – M.: Ruda i Metally, 2005. – 431s.

Квятковский С.А., Қожахметов С.М., Семенова А.С., Өмірзаков Б.А., Ким Л.П.

**Бестюбе кенорнындағы негізгі алтын кенін зертханада балқыту**

**Түйіндеме.** Зертхананың жағдайында Бестөбе алтын кендерін пирометаллургиялық тікелей балқыту процессін зерттеп және алтын, күміс, түсті металдарды штейндерге көшіру.

Табылған нәтижелер және олардың жаңалыты – Бестөбе алтын кендерін пирит қосып балқыту процессін зерттеп, штейндерде алтын мен күмістін, құрамы мынандай шамаға жетуін дәлелдейді, г/т: Бестөбе кенінен: штейндерде: алтын – 14,48-15,48, күміс – 95,44-98,52, және қождарда – Au – 0,09-0,15 г/т және Ag – 0,64-1,45 г/т.

**Негізгі сөздер:** қысқарту пирометаллургиялық селекциясы (ҚПС-процессі), алтын, штейн, қож, пиритті концентрат.

Kvyatkovskiy S.A., Kozhakhmetov S.M., Semenova A.S., Omirzakov B.A., Kim L.P.

**Experimental smelting native gold ore deposit Bestyube**

**Summary.** Modern physico-chemical methods of analysis investigated the chemical and phase composition of ores of gold deposits Bestyube and in the laboratory conducted by experienced and balance crucible melting these ores with concentrations of gold and silver in the mattes in order to develop optimum product composition. The possibility of melting gold ore deposits Bestyube with the addition of pyrite as sulphidizer Stein, concentrating gold. In experiments on melting ore Bestyube obtained matte containing g/t: Au – 14,48-15,48, Ag – 95,44-98,52 and slag containing g/t: Au – 0,09-0,15, Ag – 0,64-1,45. The results obtained can be used for processing gold ore deposits of gold Bestyube.

**Key words:** contractile pyrometallurgical selection (CPS-process), gold, matte, slag, pyrite concentrate.

УДК 669.246.046.46

**С.М. Кожахметов[1,2], С.Б. Садыков[3], С.А. Квятковский[1],**
**Т.С. Садыков[2], А.Ф. Чекимбаев[4], М.Н. Квятковская[1], Л.П. Ким[1]**
([1]АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения»,
Алматы, Республика Казахстан, entc-sultan@mail.ru
[2]ТОО «Евразийский научно-технологический центр «Металлы и материалы»,
Алматы, РеспубликаКазахстан
[3]ТОО «Ферроникелевый комбинат «Ертіс», Астана, Республика Казахстан
[4]Филиал НЦ КПМС РК «Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева»,
Караганда, Республика Казахстан)

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКОФАЗНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВЫХ РУДАХ ГОРНОСТАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ИХ НАГРЕВЕ ДО 1400 $^0$С

**Аннотация**. Современными аналитическими методами анализа получены результаты по химическим, фазовым составам, представленных ФНК «Ертіс» проб кобальт-никелевой руды Горностаевского месторождения. Проведены исследования термических процессов, протекающих в рудах при их непрерывном нагревании до 1400ºС, а также изучено влияние содержания восстановителя в шихте на состав получаемого ферроникеля. Полученные экспериментальные данные и их обсуждение будут использованы при разработке технологии получения ферроникеля или никелевого штейна из силикатных окисленных кобальт-никелевых рудГорностаевского месторождения.

**Ключевые слова:** никель, кобальт, кобальт-никелевая руда, термический анализ.

**Введение.** Среди 40 месторождений окисленных никелевых руд (ОНР) Казахстана значительное место занимает Горностаевское месторождение никель-кобальтовых руд Восточного Казахстана. Эти силикатные кобальт-никелевые руды расположены в пределах Прииртышскогоникеленосного района и отличаются довольно низким содержанием металлов: никеля – 0,7-0,9%, кобальта – 0,07-0,1%.

Исходя из таких особенностей состава ОНР Горностаевского месторождения и анализа основных технологических и технико-экономических показателей процессов переработки ОНР на действующих предприятиях мира, был предложен более эффективный способ переработки ОНР методом плавки в жидкой ванне расплава в печах Ванюкова в сочетании с высокотемпературным предварительным нагревом шихты до 600-700 0С отходящими газами плавильного агрегата [1].

Проблемы переработки ОНР в целом и физико-химические основы пирометаллургических процессов подробно изложены в работах [2-6].

В работе [4] были изучены особенности химического, фазового составов, распределение никеля и кобальта в зависимости от гранулометрических классов крупности в двух пробах ОНР Горностаевского месторождения (таблица 1).

Таблица 1. **Химический состав проб кобальт-никелевой руды Горностаевского месторождения**

| Проба руды | Химический состав, масс.% | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ni | Co | Fe | Al | Mg | Ca | $S_{общ}$ | SiO2 | Cz | Mn | прочие | итого |
| 1 | 0,80 | 0,082 | 7,90 | 2,71 | 3,18 | 0,47 | < 0,1 | 47,18 | 1,15 | 0,68 | 35,85 | 100,0 |
| 2 | 1,13 | 0,150 | 15,12 | 1,55 | 2,35 | 0,33 | < 0,1 | 53,15 | 0,90 | 1,02 | 24,27 | 100,0 |

Показано, что в использованных пробах руды содержание никеля и кобальта соответствуют известным средним содержаниям этих металлов: никеля – 0,85%, кобальта –0,059%. Содержание золота в пробах составляло менее 0,1 г/т, серебра – менее 2,0 г/т. Потеря веса руды при прокаливании составила около13%.

Было определено, что около 70-75% этих руд занимают рыхлые глиноподобные образования с крупностью комочков менее 1000 микрон.

Также было показано, что в соединениях, присутствующих в пробах оксидных никелевых руд, железо имеет преимущественно валентность III, а основная часть никеля находится в рудах в виде изоморфной примеси в кристаллической решетке силикатов железа, магния, алюминия.

В целом, исследования авторов работы [4] были выполнены применительно к гидрометаллургической переработке ОНР Горностаевского месторождения методом сернокислотного их выщелачивания.

Однако, в условиях высокотемпературной плавки ОНР в агрегатах с жидкой ванной расплава необходимо более детальное исследование и обсуждение поведения таких руд с изучением всех термических превращений, распределения металлов и поведения расплавленных продуктов процесса.

Исходя из этого, основной целью данной работы было исследование перечисленных выше характеристик пирометаллургических процессов применительно к окисленным кобальт-никелевым рудам Горностаевского месторождения.

Экспериментальные, расчетные результаты и их обсуждение. Для исследования процессов получения ферроникеля были исследованы пробы кобальт-никелевых окисленных руд Горностаевского месторождения, представленные ГМК «Ферроникелевый комбинат «Ертіс». В таблице 2 представлены химические составы двух типов этих руд (кусковых и мелких), значительно отличающихся по содержанию основных компонентов.

Таблица 2. **Химический состав кобальт-никелевых руд Горностаевского месторождения**

| Руда | $Co_{общ}$ | $Ni_{общ}$ | $Fe_{общ}$ | $SiO_2$ | CaO | MgO | $Al_2O_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кусковая | 0,05 | 0,40 | 11,40 | 67,4 | 0,59 | 1,94 | 1,74 |
| Мелкая | 0,12 | 0,88 | 15,89 | 49,0 | 0,76 | 3,91 | 2,79 |

Как видно из таблицы 2, содержание ведущих элементов в никель-кобальтовых рудах находится в пределах: никеля - 0,40-0,90%, кобальта - 0,05-0,1%.

Для экспериментов и расчетов были использованы пробы из кусковых и мелких руд, а также средняя проба прокаленной ОНР Горностаевского месторождения, содержащая, %: $Ni_{общ.}$ – 0,87; $Fe_{общ.}$ – 13,48; $SiO_2$ – 65,39; CaO – 2,63; MgO – 7,68; $Al_2O_3$ – 3,93.

Как известно, производственные процессы получения ферросплавов протекают, в основном, посредством жидкофазного взаимодействия компонентов в металлургических расплавах. В то же время, при анализе и прогнозировании технологии выплавки ферросплавов, в силу исторически сложившейся традиции, металлурги до сих пор ориентируются на результаты минералогического изучения состава руды, то есть на визуальные проявления в структуре последних. В связи с этим, нами выполнена работа по изучению фазового и минералогического составов никель-кобальтовой руды месторождения Горностаевское методами рентгенофазового и петрографического исследований. Было показано, что минералогический состав никель-кобальтовых руд данного месторождения представлен серпентином, нонтронитом, кварцем, гетитом, гематитом и магнетитом. Основными никельсодержащими минералами являются нонтронит и антигорит.

Минералогическийанализокисленной кобальт-никелевой руды Горностаевского месторождения показала наличие и количества следующих минералов, %: серпентина (антигорита) $3MgO{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O$ – 40,0; нонтронита $(Fe, Al)_2[Si_4O_{10}(OH]_2{\cdot}nH_2O$ – 20,0; кварцевого опала $SiO_2$ – 20,0; гётита (гидрогётита) FeOOH – 5,0; гематита $Fe_2O_3$ – 2,0; магнетита $Fe_3O_4$ – 0,5; хромита $FeCr_2O_4$ – 0,8; минералов марганца $m(Co,Ni){\cdot}MnO_2{\cdot}nH_2O$ – 1,7; прочих – 10,0.

Микроструктура исследуемой руды, полученная на электронном микроскопе марки NU-2, приведена на рисунке 1.

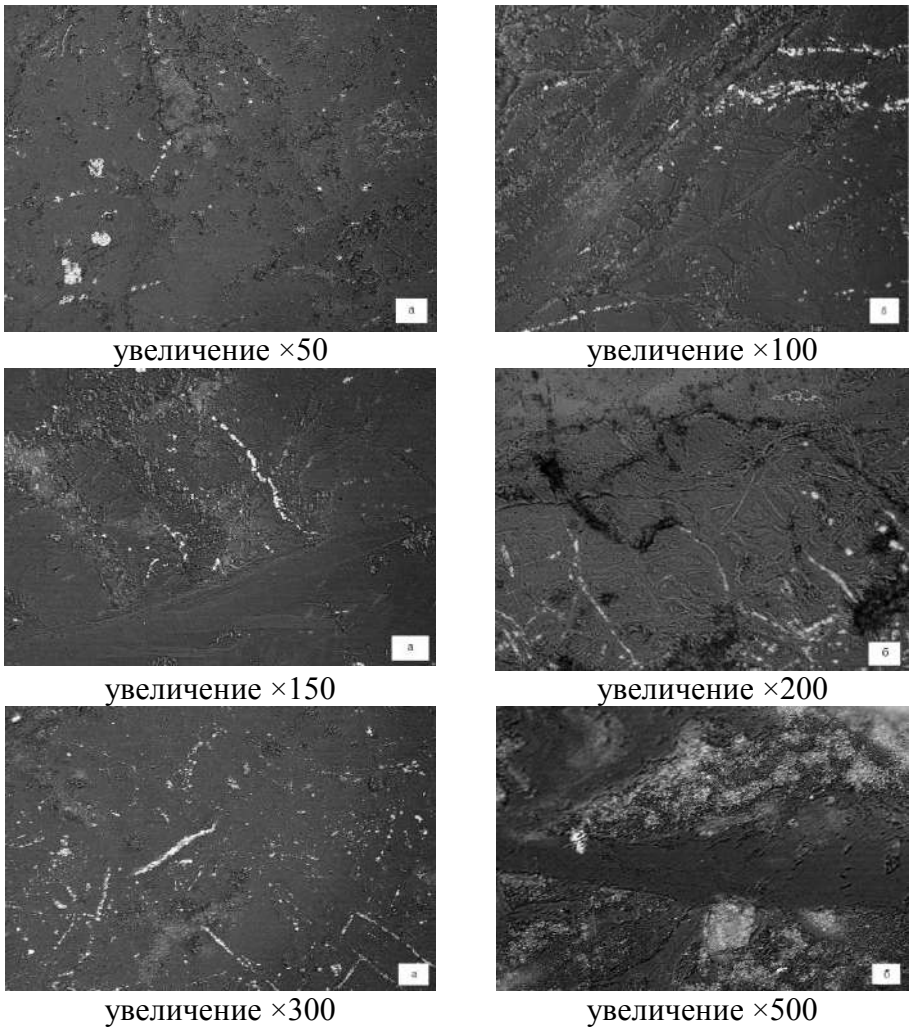



**Рис.1.** Микроструктура кобальт-никелевой руды месторождения Горностаевское

Окраска всех образцов (рисунок 1) – от голубовато-серого до черного. Образцы твердые, изломы зеркальные, свежие, структура неравномерно-слоистая.

Минерал серпентин (антигорит) $3MgO{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O$ в шлифах представлен в виде крупных трещиноватых зерен. Промежутки между зернами рудных минералов заполнены глиноземистыми алюмосиликатами. Минерал нонтронит $(Fe, Al)_2[Si_4O_{10}(OH]2{\cdot}nH_2O$ представлен не четко выраженными, ксеноаморфными, иногда глобулярными образованиями в виде стекловидной нераскристаллизованной массы. Гематит $Fe_2O_3$ представлен в виде светлых зерен, магнетит $Fe_3O_4$ представлен в шлифе в отдельных участках серыми образованиями. Более светлые, окружные образования, представлены кварцевыми опалами в виде скоплений мелких зерен. Хромит $FeCr_2O_4$ представлен в виде скопления скрытокристаллических образований. Минералы марганца $m(Co,Ni){\cdot}MnO_2{\cdot}nH_2O$ ассеяны на площади шлифа в виде мелких звездочек.

Термический анализ проб кобальт-никелевых руд Горностаевского месторождения при нагреве до 1400 ºС. При изучении пробы руды Горностаевского месторождения было сделано два измерения. Первое было выполнено для навески в 0,203 г. Скорость нагрева составляла 150С/мин. Диапазон нагрева – 25-13500С.

На рисунке 2 приведены кривые DTA, TG, а также их первые производные – dDTA, dTG. На кривой DTA проявились эндотермические эффекты с максимальным развитием при 172, 629, 697, 7820С. Также проявился экзотермический эффект с пиком при 8040С. Кривые dDTA и dTG представили дополнительную информацию в виде эндотермических эффектов с экстремумами при 308, 610, 678, 769, 11490С. На кривой dTG этим эффектам, кроме последнего, соответствуют минимумы, т.е. большинство из них связаны с потерей массы.

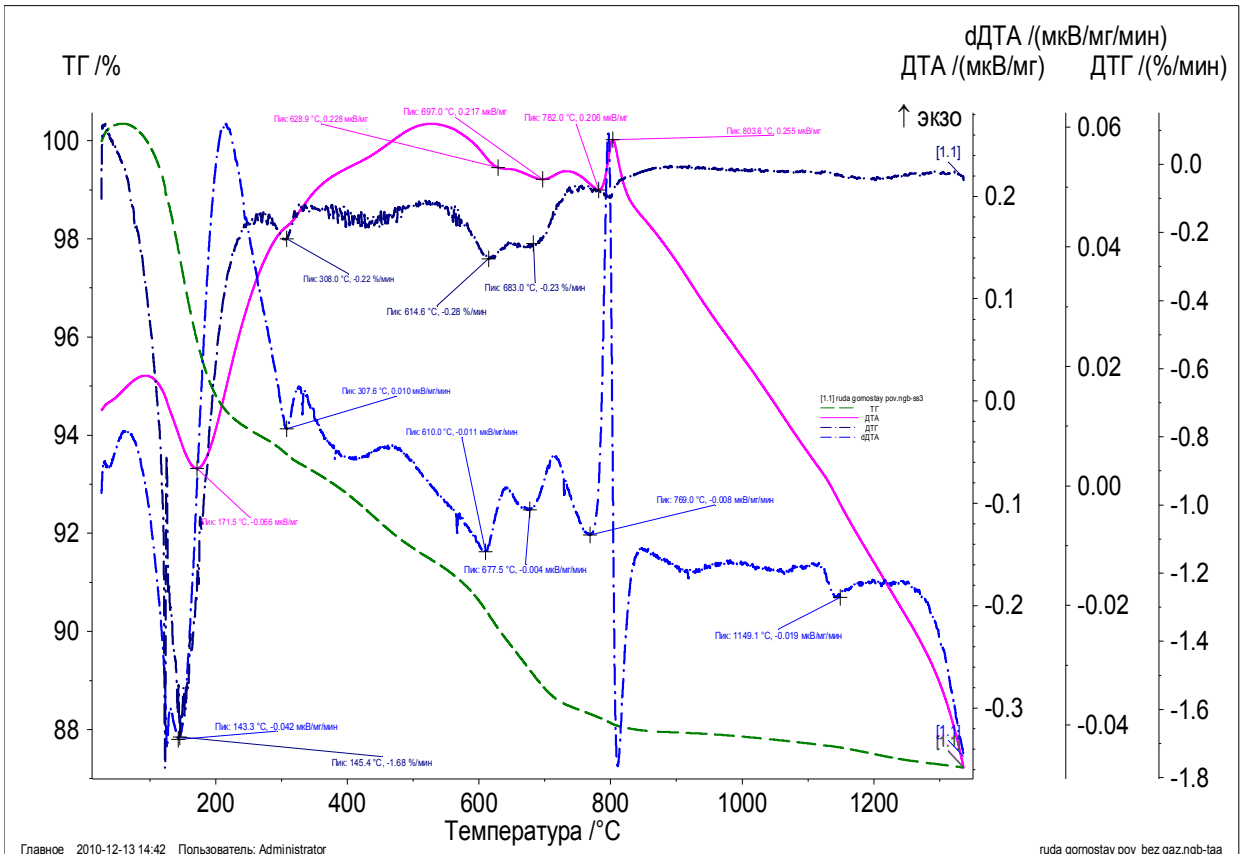



**Рис. 2.** Термические кривые пробы руды Горностаевского месторождения

Эндотермический эффект с максимальным развитием при 308$^0$C может отражать дегидратацию гидроксидов железа. Рассматривая один из эндотермических эффектов в области 600-800$^0$C совместно с экзотермическим эффектом с вершиной при 8040C, можно предположить наличие так называемого «α- керолита». По одним источникам он является смесью серпентина и стивенсита, по другим – имеет формулу $Mg_3[Si_4O_{110}](OH)_2nH_2O$, по третьим – представляет собой водный силикат магния и никеля с неупорядоченной смешаннослойной структурой. Эндотермический эффект отражает дегидратацию, а экзотермический – кристаллизацию образовавшейся после этого фазы. В наложении эндотермические эффекты с экстремумами при 610 и 678$^0$C могут быть проявлением дегидратации силиката уссингит $Na_2[AlSi_3O_8]OH$. Также в наложении, сочетание экзотермического эффекта с вершиной при 804$^0$C с эндотермическими эффектами с максимальным развитием при 675 и 769$^0$C может быть проявлением магнезиального хлорита. Сочетание эндотермических эффектов с экстремумами при 143, 308, 7690C, а также экзотермического эффекта с вершиной при 8040C может быть проявлением минерала сепиолита $Mg_8(H_2O)_4[Si_6O_{15}]_2(OH)_48H_2O$, где эндотермические эффекты также связаны с процессами дегидратации, а экзотермический эффект отражает кристаллизацию образовавшейся аморфной фазы. Эндотермический эффект на dDTA с максимальным развитием при 1149$^0$C может быть проявлением плавления $FeOSiO_2$.

На рисунке 3 приведены термические кривые пробы совместно с кривыми выделения газов. Видно, что основными составляющими газовой фазы являются пары воды и группа ОН. Наиболее интенсивно выделение идет в области 100-400$^0$C и 500-800$^0$C. Это хорошо совпадает с описанием процессов, протекающих в этих интервалах, которые приведены выше.

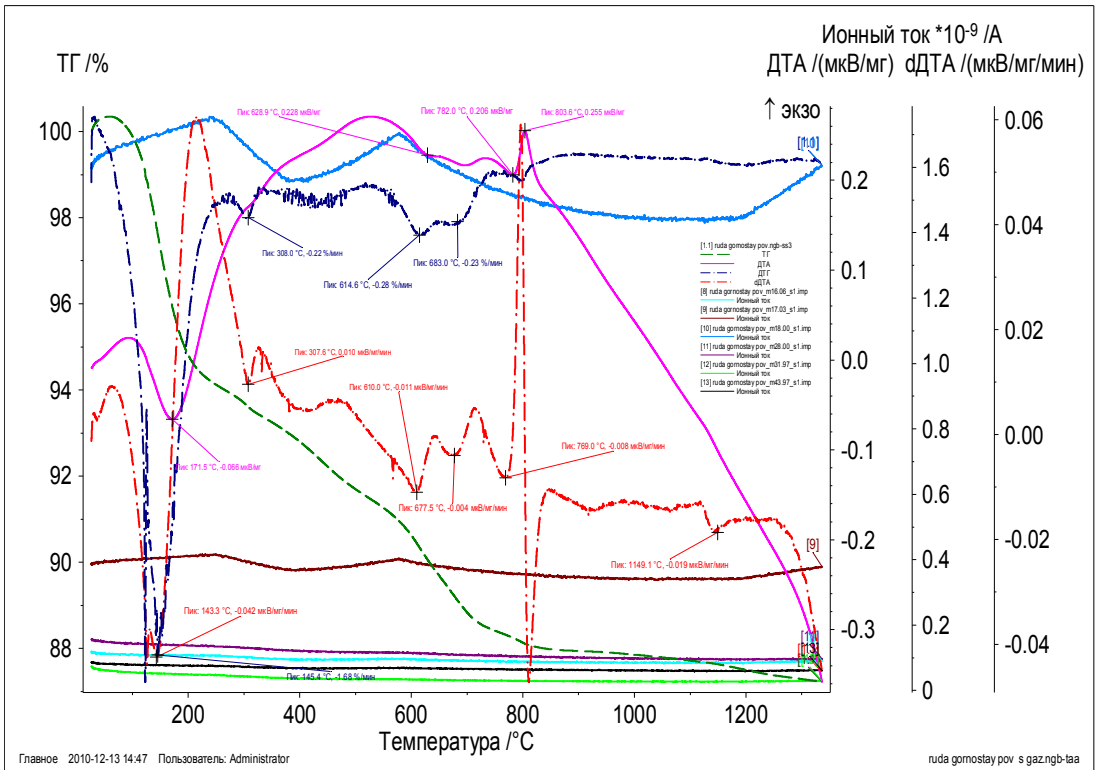



**Рис. 3.** Термические кривые пробы руды Горностаевского месторождения совместно с кривыми выделения газов

В ходе нагрева до 1350 $^0$C проба руды полностью не расплавилась, поэтому было осуществлено повторное измерение. Величина навески при этом составляла 0,136 г, скорость нагрева – 15 $^0$C/мин., а интервал нагрева 30-1410 $^0$C.На рисунке 4 приведены полученные кривые. Видно, что процесс плавления имеет максимальную интенсивность при температуре 1367 $^0$C.

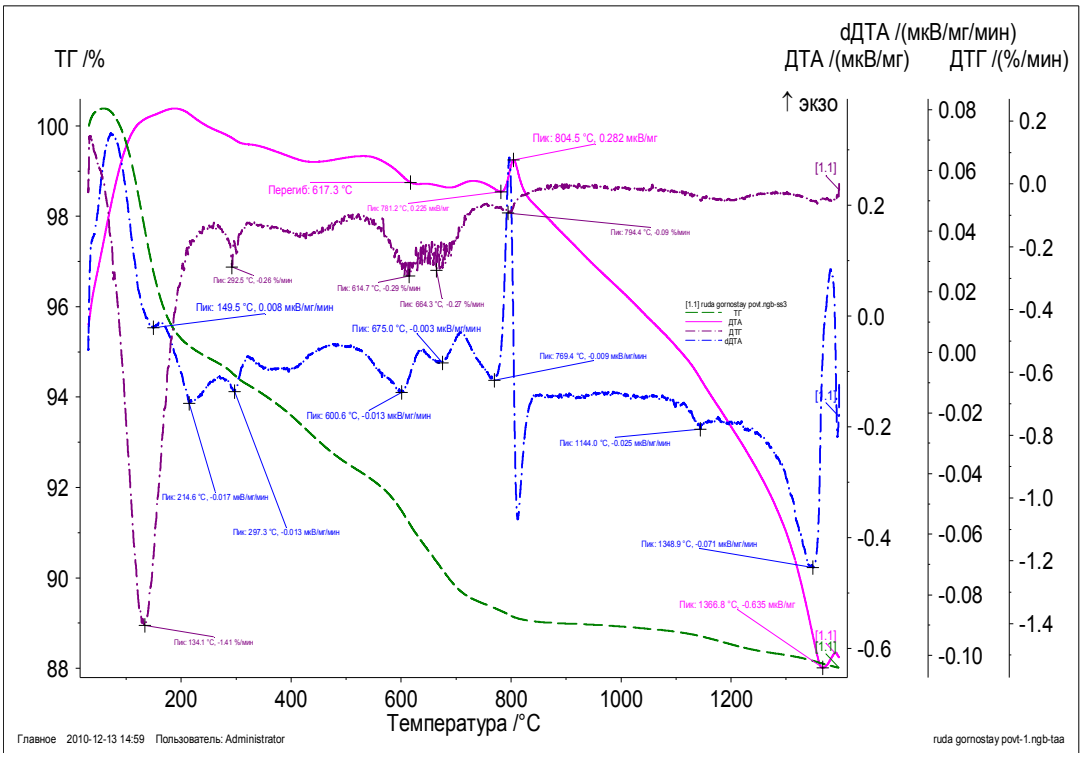



**Рис. 4.** Термические кривые пробы руды Горностаевского месторождения при нагреве руды до 1410 $^0$C

На рисунке 5 приведена кривая DTA, полученная в ходе остывания пробы. Пик кристаллизации образовался при 1323 $^0$C.

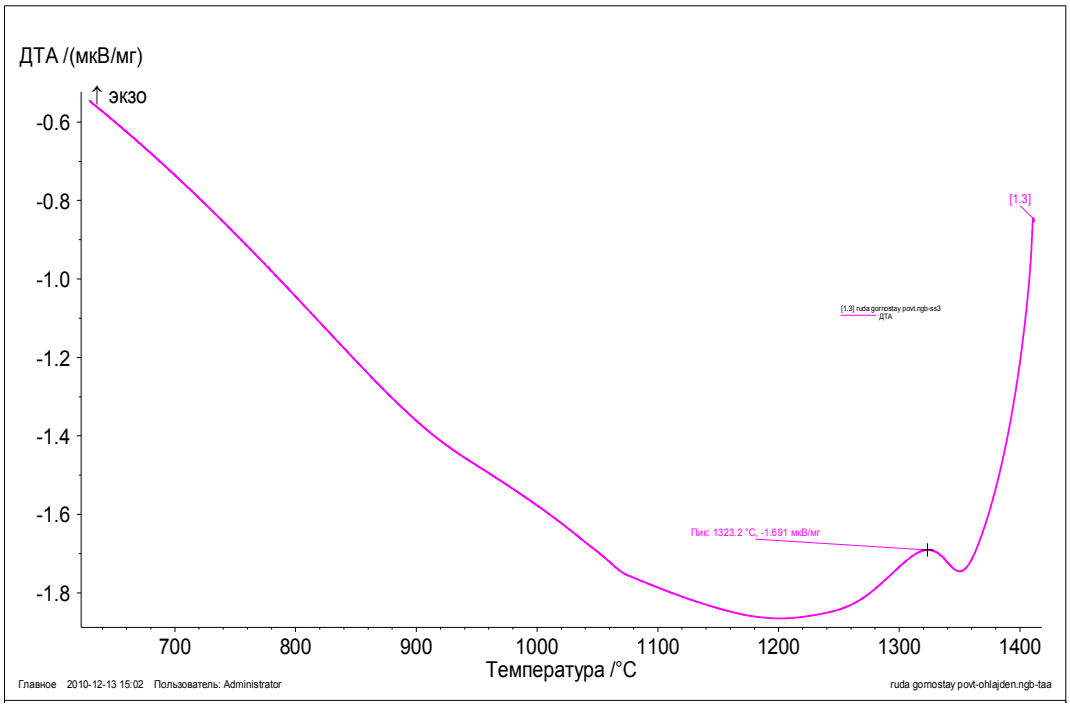



**Рис. 5.** Кривая DTA, полученная в ходе остывания пробы руды Горностаевского месторождения

Таким образом, результаты данной серии экспериментов также подтвердили прохождение основных термических процессов при нагревании руды до 1400°C. Основные эндо- и экзоэффекты на диаграммах связаны с удалением гигроскопической влаги, структурной воды и разложением минералов - серпентина и нонтронита. В области более высоких температур имеет место, по-видимому, плавление $FeO•SiO_2$ (1149°C) и развитие процессов плавления всей руды. На основании данных термоэффектов при нагревании максимальная интенсивность процесса плавки кобальт-никелевой руды достигается при 1367°C, а при остывании на DTA кривой пик кристаллизации руды соответствует температуре порядка 1323°C.

Выводы.Детально изучены химический, минералогический составы и термическое поведение руд Горностаевского месторождения при плавлении.

Петрографическими и рентгенофазовыми исследованиями изучаемых кобальт-никелевых руд было установлено, что основными минеральными составляющими являются серпентин (антигорит) 3MgO 2SiO $2H_2O$ – 40%, нонтронит $(Fe,Al_2)[Si_4O_{10}(OH)2nH_2O]$ – 20%, кварц $SiO_2$ – 20% и от нескольких до десятых долей процента – гетит, гидрогетит, гематит, магнетит, минералы марганца и хромит.

Термографическим исследованием установлено, что кобальт-никелевая руда, в основном, теряет вес в интервале 0-200 ºC,что связано с удалением влаги. В области более высоких температур имеет место плавление $FeO•SiO_2$ (при 1149°C) и развитие процессов плавления всей руды. На основании данных термоэффектов при нагревании максимальная интенсивность процесса плавки кобальт-никелевой руды достигается при 1367°C, а при остывании на DTA кривой пик кристаллизации руды соответствует температуре порядка 1323 °C. Это показывает, что температура плавления руды не будет препятствием при восстановительно-сульфидирующей плавке и плавке на ферроникель, которые проводятся при температуре 1450 $^o$C и более.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ин.пат. 24888 РК. Способ переработки сырья, содержащего цветные металлы и железо /Садыков С.Б., Быстров В.П., Кожахметов С.М., Садык М.Б., Усачев А.Б., Чайжунусов Т.Ж.; опубл. 15.11.2011, Бюл. №11.

2. Резник И.Д., Ермаков Г.П., Шнеерсон Я.М. Никель. – М.: ООО «Наука и технологии», 2001. – Т.2. – С. 55-358.

3. Вайсбурд С.Е. Физико-химические свойства и особенности строения сульфидных расплавов. – М.: Металлургия, 1996. – 304 с.

4. Сизикова Н.В. Физико-химические исследования гидрометаллургических процессов извлечения никеля и кобальта из нонтронитовых руд и разработка рациональной технологии на их основе:автореф. … канд. техн. наук: 05.16.02. – Алматы: АО «ЦНЗМО», 2008. – 20 с.

5. Кантемиров М.Д., Павлов А.В., Кенжалиев Б.К. О перспективах, технических и технологических особенностях организации производства никеля и кобальта из оксидных руд Казахстана //Комплексное использование минерального сырья. – 2003. – №5. – С. 23-28.

6. Абишева З.С., Боброва В.В., Загородняя А.Н. Извлечение никеля из руд Горностаевского месторождения методом сернокислотного выщелачивания //Труды Международной конференции: Металлургия XXI века – состояние и стратегия развития. – Алматы,2006. – С. 257-260.

REFERENCES

1 In. pat. 24888 RK. Sposob pererabotki syr'ya, soderzhashego cvetnye metally i zhelezo /Sadykov S.B., Bystrov V.P., Kozhahmetov S.M., Sadyk M.B., Usachev A.B., Chaizhunusov T.Zh.; opubl. 15.11.2011, Byul. №11.

2 Reznik I.D., Ermakov G.P., Shneerson Ya.M. Nikel'. – M.: OOO «Nauka i tehnologii», 2001. – T.2. – S. 55-358.

3 Vaisburd S.E. Fiziko-himicheskie svoistva i osobennosti stroeniya sul'fidnyh rasplavov. – M.: Metallurgiya, 1996. – 304 s.

4 Sizikova N.V. Fiziko-himicheskie issledovaniya gidrometallurgicheskih processov izvlecheniya nikelya i kobal'ta iz nontronitovyh rud i razrabotka racional'noi tehnologii na ih osnove: avtoref. … kand. tehn. nauk: 05.16.02. – Almaty: AO «CNZMO», 2008. – 20 s.

5 Kantemirov M.D., Pavlov A.V., Kenzhaliev B.K. O perspektivah, tehnicheskih i tehnologicheskih osobennostyah organizacii proizvodstva nikelya i kobal'ta iz oksidnyh rud Kazahstana // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya. – 2003. – №5. – S. 23-28.

6 Abisheva Z.S., Bobrova V.V., Zagorodnyaya A.N. Izvlechenie nikelya iz rud Gornostaevskogo mestorozhdeniya metodom sernokislotnogo vyshelachivaniya // Trudy Mezhdunarodnoi konferencii: Metallurgiya XXI veka – sostoyanie i strategiya razvitiya. – Almaty, 2006. – S. 257-260.

Қожахметов С.М., Садықов С.Б., Квятковский С.А., Садықов Т.С.,
Чекимбаев А.Ф., Квятковская М.Н., Ким Л.П.

**Горностай кенорындағы кобальт-никель кендерінің ішіндегі сұйықфазалық өзгерістерін 1400 $^0$С-қа дейін қыздыру жағдайында зерттеу**

**Түйіндеме.** «Ертіс» комбинатынан алынған Горностай кенорнындағы кобальт-никель кенінің құрамын химиялық, фазалық әдістермен зерттеу нәтижелері көрсетілген 1400 ºС температурада айтылған кеннің ішіндегі термиялық процесстерін зерттеп, алынған ферроникельдің құрамына тотықсыздағыштің әсері бары көрсетілген. Алынған зерттеу нәтижелері және оларды талқылау мақсаттары Горностай кенорнындағы силикатты кобальт-никельді кендерінен ферроникель, әйтпесе никельді штейн алу технологиясын дайындауда пайдаланады.

**Негізгі сөздер**: никель, кобальт, кобальт-никельді кен, термиялық талдау.

Kozhakhmetov S.M., Sadykov S.B., Kvyatkovskiy S.A., Sadykov T.S.,
Chekimbaev A.F., Kvyatkovskaya M.N., Kim L.P.

**Investigation of liquid phase transformations in cobalt-nickel ores of deposit Gornostayevskoye by heating to 1400 $^0$C**

**Summary.** Modern analytical methods of analysis results obtained by chemical, phase composition represented FNA "Yertis" samples of cobalt-nickel ore deposits Gornostayevskoye. Investigations of thermal processes occurring in the ores at their continuous heating to 1400 ºC. The experimental data and discussion will be used in the design of technology processes for production of ferronickel and nickel matte from silicate oxidized nickel ores of cobalt-nickel deposit Gornostayevskoye.

**Key words:** nickel, cobalt, cobalt-nickel ore, thermal analyses

УДК669.246.046.46

**С.М. Кожахметов[1,2], С.Б. Садыков[3], С.А. Квятковский[1],**
**Б.С. Келаманов[4],А.Ф. Чекимбаев[4], Т.С. Садыков[2],**
([1]АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения»,
Алматы, Республика Казахстан, entc-sultan@mail.ru
[2]ТОО «Евразийский научно-технологический центр «Металлы и материалы»,
Алматы, РеспубликаКазахстан
[3]ТОО «Ферроникелевый комбинат «Ертіс», г. Астана, Республика Казахстан
[4]Филиал НЦ КПМС РК «Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева»,
Караганда, РеспубликаКазахстан)

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРЕВРАЩЕНИЙ В КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВОЙ РУДЕ ГОРНОСТАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ЕЁ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С ВОССТАНОВИТЕЛЕМ И РАСЧЕТ ВЕЛИЧИН ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ТВЕРДОФАЗНЫХ ПИРОПРОЦЕССОВ*

**Аннотация.** Представлены результаты дериватографических исследований твердофазных пиропроцессов превращений в кобальт-никелевой руде Горностаевского месторождения при ее нагреве до 1000 $^0$С. Также показаны данные по взаимодействию данной руды с восстановителем – металлургическим коксом. Выполнены расчеты величин энергии активации твердофазных процессов, протекающих в исследуемой руде, с использованием экспериментально полученных значений $\Delta t$, $T$, $lg\Delta t$, $1/T$ по методу определения тангенса угла наклона прямой зависимости $lg\Delta t$ – $1/T$ для кусковой и мелкой руды, а также смесей этих руд с металлургическим коксом. Найденные таким образом величины энергий активации в интервале 20-900 $^0$С находились в пределах, кДж/моль, для: кусковой никелевой руды – 1,616-80,02; мелкой никелевой руды – 1,726-135,97; смеси (руда + кокс) – 2,509-106,318.

**Ключевые слова**: кобальт-никелевая руда, металлургический кокс, твердофазные процессы, энергия активации.

**Введение**. Одной из сложных задач химической кинетики, как известно, является расчет энергии активации. Подобные исследования весьма трудоемки и требуют высокой точности эксперимента. В последнее время для этих целей все шире применяют косвенные методы. В частности, для исследования кинетики восстановления используют термогравиметрический метод, осуществляемый в неизотермических условиях [1-3]. Основным преимуществом неизотермического метода (в сравнении сизотермическим) является то, что для расчета кинетических параметров необходимо гораздо меньше экспериментальных данных и кинетические параметры можно рассчитывать непосредственно для всего температурного интервала. Одним из недостатков неизотермического метода является сложность аппаратного оформления, а также расчета кинетических параметров процесса.

*О методиках расчета и определения энергии активации с использованием термогравиметрического метода, осуществляемого в неизотермических условиях.* Как известно, общим подходом к задаче определения кинетических параметров является решение системы двух уравнений, связывающих константу скорости реакций $k$ с температурой$T$ и скорость реакции $V$ со степенью превращения $\alpha$:

$$k = A \cdot exp(-E_{акт}/RT), \quad (1)$$

$$V = kf(\alpha), \quad (2)$$

где $E_{акт}$– энергия активации процесса;

$A$–предэкспоненциальный множитель, не зависящий от температуры в небольшом температурном интервале;

$R$– газовая постоянная.

*В экспериментальной части работы принимали участие **Т.А. Коковешникова, В.Г. Иманбакиев, Л.П. Ким.**

Для случая разложения твердых веществ скорость процесса выражается уравнением

$$V = k(1-\alpha)^n,$$

где $n$– порядок реакции. Энергия активации $E_{акт}$ определяется по тангенсу угла наклона зависимости

$$lgK = f(1/T),$$

полученнойлогарифмированием уравнения Аррениуса (1). Для определения константы скорости реакции $k$необходимо провести серию экспериментов при различных температурах в изотермических условиях при непрерывной регистрации убыли массы.

В настоящее время получили развитие новые методы исследования твердофазных реакций, в том числе и определения кажущейся энергии активации в условиях нагрева взаимодействующих веществ с постоянной скоростью при помощи дифференциально-термического анализа (ДТА), термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной термогравиметрии (ДТГ). Методы термического и термогравиметрического анализов широко применяют при изучении фазовых переходов, реакций диссоциации, восстановления, окисления, дегидратации и т.п., т.е. процессов, связанных с изменением энтальпии и массы вещества. Преимуществом методов неизотермической кинетики является то, что по одному эксперименту можно определить все кинетические константы: $E_{акт}$, $A$ и $n$. Проявленный интерес вызван тем, что определение характеристик реакций и превращений этими методами значительно проще, чем классический гравиметрический метод, проводимый в изотермических условиях. Однако, для надежности кинетического анализа, при наличии дополнительной переменной (температуры), требуется повышенная точность измерений и тщательная статистическая обработка данных, так как экспериментальные ошибки могут играть существенную роль.

Авторами [4, 5] описаны методики, с помощью которых после обработки данных кривых (ТГ или ДТА) можно определять энергии активации процессов. Большинство перечисленных методов связано с подбором значений $n$ и требуют трудоемких вычислений. Кроме того, при исследовании процессов, протекающих с участием химически не чистых веществ, например, природных материалов сложного состава (руды, минералы и т.д.), порядок реакции определить невозможно.

Более простой способ расчета предложен Кисингером Х.Е. [6], основанный на нахождении температуры максимума ($T_{max}$) и индекса формы ДТА. Однако не всегда удается установить индекс формы кривой ДТА, вследствие отклонения последней от нулевой линии. Кисингер Х.Е. также предложил метод определения $E_{акт}$, по которому термограммы одного и того же вещества записываются при разных скоростях нагрева и по ним строится график в координатах $ln\, b / T_m^2 - 1 / T$ , где $T_m$ - температура пика в К. Угол наклона прямой пропорционален $E_{акт}/R$. Данный метод требует осуществления записи термограммы при нескольких скоростях нагрева.

В работе [7] Фотиев А.А. предлагает облегчить решение выдачи оценки значений $E_{акт}$, используя кривые дифференциальной термогравиметрии (ДТГ), получаемые с помощью дериватографа. Кривая ДТГ отражает зависимость скорости изменения массы при повышении температуры. В связи с этим, для каждой температуры можно определить скорость процесса, которая рассчитывается согласно выражению

$$V = \frac{h \cdot l \cdot p_0}{\tau_0 \cdot S_0}, \qquad (3)$$

где $V$ – скорость убыли массы в момент времени, г/сек;

$h$ – отклонение кривой ДТГ от «нулевой» горизонтальной линии, мм;

$l$ – длина нулевой линии, мм;

$p_0$– навеска образца, мг;

$\tau_0$– продолжительность опыта, сек;

$S_0$ – площадь, ограниченная кривой ДТГ и нулевой линией (определяемая планиметрированием), мм.

Таким образом, после установления по дериватограмме значений скоростей процесса и температуры через определенный интервал времени строится график в координатах $lgV–1/T$. Прямолинейный участок данной зависимости характеризуется уравнением $V = B \cdot exp(–E_{акт}/RT)$.

По тангенсу угла наклона прямолинейного участка определяется $E_{акт}$, а отрезок, отсекаемый продолжением прямой на оси ординат, пропорционален значению $B$.

В работе [8], для изучения металлургических процессов, протекающих с потерей массы (разложение карбонатов, углетермическое восстановление металлов и т.д.), методами неизотермической кинетики предлагается проводить обработку дериватограмм, определяя степень превращения по убыли массы и изменение энтальпии по площади пика термического эффекта. Однако применение данного метода ограничивается процессами, протекающими с потерей веса, и не распространяется на твердофазные реакции без потери веса.

Известны работы [1, 2], в которых изучены кинетические закономерности процессов по тепловому эффекту реакции, который оценивается по площади соответствующего пика ДТА. Точное измерение площади обычно затруднено, так как нисходящая ветвь кривой ДТА не всегда выходит на нулевую линию, вследствие чего необходимо применять специальные приемы ограничения [9]. Различные приемы ограничения площади приводят к расхождениям в результатах, достигающих 20% и, как следствие, снижается точность в определении кажущейся энергии активации.

Эти аргументы явились причиной поиска способа определения кажущейся энергии активации по одной дериватограмме, включающего в расчеты площадь пика ДТА, индекса формы кривой, порядка реакции. Основное уравнение неизотермической кинетики твердофазных реакций имеет вид:

$$d\alpha/dT = (A/b)[f'(\alpha)]e^{-E/RT};\ f'(\alpha) = (1 - \alpha)^n. \quad (4)$$

Уравнение (4) получено из формально-кинетического уравнения твердофазной реакции:

$$d\alpha/d\tau = k(1 - \alpha)^n, \quad (5)$$

температурной зависимости константы скорости, так называемого уравнения Аррениуса:

$$k = A \cdot e^{-E/RT}, \quad (6)$$

и уравнения изменения температуры при постоянной скорости нагрева

$$T = T_0 + b\tau,\ dT/d\tau = b, \quad (7)$$

где $\alpha$– степень превращения;
$n$–порядок реакции;
$E$– энергия активации;
$A$–предэкспоненциальный множитель;
$b$– скорость нагрева.

Известно, что по мере развития реакции в образце термическая кривая все более и более отклоняется от заданного положения $AC$ (рисунок 1). Величина этого отклонения $\Delta t$(*ab, cd*и т.д. на рисунке 1), как показывает теория [10], в первом приближении подчиняется формуле

$$\Delta t \approx \Delta S \frac{d\alpha}{d\tau}, \quad (8)$$

где $\Delta S$ – площадь, заключенная под кривой ДТА при ее отклонении от базовой линии и возвращении к ней (площадь АВСна рисунке 1). Действительно, на начальном участке превращения вещества, отклонение кривой ДТА от заданного направления $\Delta t$при $dT/d\tau = b$определяется только скоростью реакции.

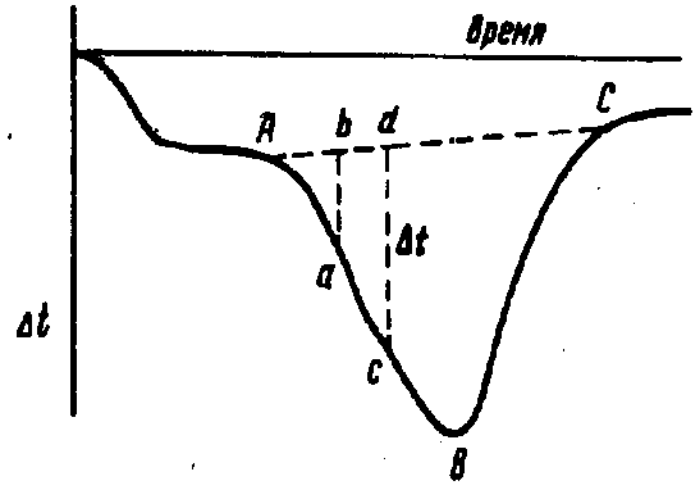



**Рис. 1.** Термический эффект и его характеристики

Если прологарифмировать выражение (8) с учетом уравнения (4), то можно получить следующее выражение:

$$ln\ \Delta t = C + n\ ln(\ 1 - \alpha\ ) - \frac{E_{акт}}{RT}, \qquad (9)$$

где $C = \Delta S \cdot A / b$ – коэффициент, объединяющий все постоянные члены уравнений (4) и (8). Для малых значений $\alpha$ величиной $n\ ln(1-\alpha)$ можно пренебречь и уравнение (9) принимает вид:

$$ln\Delta t = C - E_{акт} / RT. \qquad (10)$$

Используя уравнение (10), связывающее величину отклонения дифференциальной записи от нулевого положения с кажущейся энергией активации, можно рассчитать величину $E_{акт}$ по тангенсу угла наклона прямой зависимости отклонения от базисной линии кривой ДТА в координатах$lg\Delta t$– 1/Т.

В основу этого метода положено предположение, что в условиях нагрева с постоянной скоростью, значение степени поглощения тепла системой в области от фиксируемого начала и максимального развития процесса, пропорциональны константе скорости превращения для каждого значения температуры в изотермических условиях. Действительно, как подчеркивают авторы [11], при анализе тепловых эффектов в экзотермических реакциях необходимо учитывать то, что точка максимума кривой ДТА совпадает с моментом завершения реакции, поэтому в практических расчетах необходимо брать не более 50 процентов пика.

**Экспериментальные результаты дериватографических исследований процессов превращения в кобальт-никелевойруде, взаимодействий ее с восстановителем и расчет величины энергии активации твердофазных процессов.** Таким образом, нами предлагается использовать этот метод для расчета $E_{акт}$ процессов никель-кобальтовой руды (кусковой и мелочи) и взаимодействия его с восстановителем (металлургический кокс) в твердой фазе, протекающих при непрерывном нагреве. Для получения кривых ДТА использовали дериватограф Q-1500. Для изучения фазовых превращений, происходящих при обжиге, в качестве исходных материалов были взяты образцы никель-кобальтовой руды в кусковом виде и в виде мелочи. Также для изучения фазовых превращений была подвергнута смесь кобальт-никелевой руды с металлургическим коксом, химический состав которых приведен в таблице 1. По данным рентгеноструктурного анализа в кобальт-никелевой руде присутствуют минералы: серпентин (антигорит) $3MgO{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O$, нонтронит $(Fe, Al)_2[Si_4O_{10}(OH]_2{\cdot}nH_2O$, кварцевый опал $SiO_2$, гетит, гидрогетит$FeOOH$, гематит $Fe_2O_3$, магнетит $Fe_3O_4$ и хромит $FeCr_2O_4$.

Таблица 1. **Химический и технический составы исследуемых материалов**

| Материалы | Химический состав, % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $Ni_{общ}$ | $Fe_{общ}$ | $Co_{общ}$ | $SiO_2$ | MgO | $Al_2O_3$ |
| Кусковая никелевая руда | 0,40 | 11,40 | 0,05 | 67,4 | 1,94 | 1,74 |
| Мелкая никелевая руда | 0,88 | 15,89 | 0,12 | 49,0 | 3,91 | 2,79 |
| | Технический состав, % | | | | | |
| | $A^c$ | | $W_{вл}$ | $V_{лет}$ | $C_{тв}$ | |
| Металлургический кокс | 19,38 | | 2,44 | 6,19 | 73,86 | |

Для изучения процессов, протекающих при обжиге кобальт-никелевых руд и их смеси с восстановителем, были проведены дериватографические исследования кусковой и мелкой кобальт-никелевой руды месторождения Горностаевское, а также смеси кобальт-никелевой руды с металлургическим коксом при $T_{max}$=1000 $^0$Си скорости нагрева 10 $^0$С/мин.

Таким образом, проведенные дериватографические исследования кобальт-никелевой руды и взаимодействия никель-кобальтовой руды с восстановителем дают нам экспериментальное подтверждение выводов термодинамически-диаграммного анализа о возможности протекания физико-химических превращений при нагреве. На основании определения значений температур и величины отклонения кривой ДТА от заданного направления, согласно рисунку 2 (таблицы 2-4), построены зависимости в координатах *lgΔt–1/T* для каждого термического эффекта и по тангенсу угла наклона прямой зависимости*lgΔt–1/T*рассчитаны величины $E_{акт}$ процессов (таблица 5), соответствующих пикам на дериватограммах.

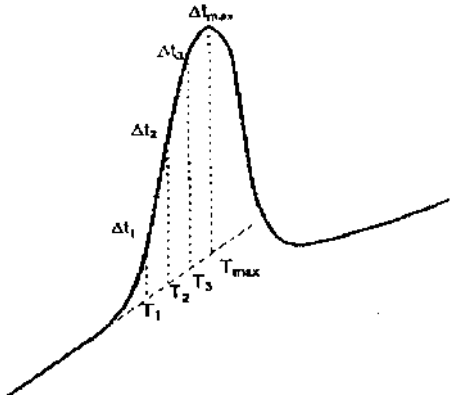



**Рис. 2.** Схема определения значений температур и величины отклонения кривой ДТА от заданного направления

Таблица 2. **Значения *Δt, T, lgΔt,1/T* для расчета кажущейся энергии активации по тангенсу угла наклона прямой зависимости*lgΔt–1/T* длякусковой кобальт-никелевой руды месторождения Горностаевское**

| Пик | Температура, ºС | № | Δt, мм | t, ºС | T, K | lgΔt | 1/T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 160 | 0 | 0 | 20 | 293 | | |
| | | 1 | 4 | 40 | 313 | 0,60206 | 0,003195 |
| | | 2 | 7 | 60 | 333 | 0,845098 | 0,003003 |
| | | 3 | 10 | 80 | 353 | 1 | 0,002833 |
| | | 4 | 12 | 100 | 373 | 1,079181 | 0,002681 |
| | | 5 | 16 | 120 | 393 | 1,20412 | 0,002545 |
| | | 6 | 21 | 140 | 413 | 1,322219 | 0,002421 |
| | | 7 | 23 | 160 | 433 | 1,361728 | 0,002309 |
| 2 | 620 | 0 | 0 | 460 | 733 | | |
| | | 1 | 1 | 480 | 753 | 0 | 0,001328 |
| | | 2 | 2 | 500 | 773 | 0,30103 | 0,001294 |
| | | 3 | 3 | 520 | 793 | 0,477121 | 0,001261 |
| | | 4 | 4 | 540 | 813 | 0,60206 | 0,00123 |
| | | 5 | 5 | 560 | 833 | 0,69897 | 0,0012 |
| | | 6 | 6 | 580 | 853 | 0,778151 | 0,001172 |
| | | 7 | 7 | 600 | 873 | 0,845098 | 0,001145 |
| | | 8 | 8 | 620 | 893 | 0,90309 | 0,00112 |
| 3 | 830 | 0 | 0 | 800 | 1073 | | |
| | | 1 | 1 | 810 | 1083 | 0 | 0,000923 |
| | | 2 | 3 | 820 | 1093 | 0,477121 | 0,000915 |
| | | 3 | 5 | 830 | 1103 | 0,69897 | 0,000907 |

Таблица 3. **Значения *Δt, T, lgΔt,1/T* для расчета кажущейся энергии активации по тангенсу угла наклона прямой зависимости *lgΔt–1/T* для мелочи кобальт-никелевой руды месторождения Горностаевское**

| №пика | Температура, ºС | № | Δt, мм | t, ºС | T, K | lgΔt | 1/T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 180 | 0 | 0 | 20 | 293 | | |
| | | 1 | 3 | 40 | 313 | 0,477121 | 0,003195 |
| | | 2 | 6 | 60 | 333 | 0,778151 | 0,003003 |
| | | 3 | 9 | 80 | 353 | 0,954243 | 0,002833 |
| | | 4 | 11 | 100 | 373 | 1,041393 | 0,002681 |
| | | 5 | 14 | 120 | 393 | 1,146128 | 0,002545 |
| | | 6 | 18 | 140 | 413 | 1,255273 | 0,002421 |
| | | 7 | 24 | 160 | 433 | 1,380211 | 0,002309 |
| | | 8 | 25 | 180 | 453 | 1,39794 | 0,002208 |
| 2 | 820 | 0 | 0 | 800 | 1073 | | |
| | | 1 | 2 | 805 | 1078 | 0,30103 | 0,000928 |
| | | 2 | 6 | 810 | 1083 | 0,778151 | 0,000923 |
| | | 3 | 12 | 815 | 1088 | 1,079181 | 0,000919 |
| | | 4 | 16 | 820 | 1093 | 1,20412 | 0,000915 |

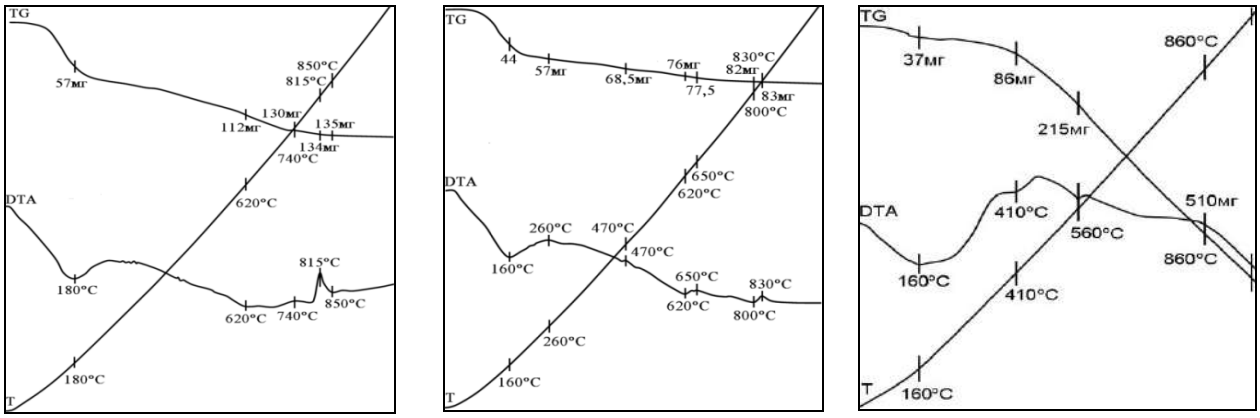
Таблица 4. **Значения *Δt, T, lgΔt,1/T* для расчета кажущейся энергии активации по тангенсу угла наклона прямой зависимости *lgΔt – 1/T* для смесей кобальт-никелевой руды и металлургического кокса**

| №пика | Температура, ºС | № | Δt, мм | t, ºС | T, K | lgΔt | 1/T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 170 | 0 | 0 | 30 | 303 | | |
| | | 1 | 2 | 50 | 323 | 0,30103 | 0,003096 |
| | | 2 | 4 | 70 | 343 | 0,60206 | 0,002915 |
| | | 3 | 10 | 90 | 363 | 1 | 0,002755 |
| | | 4 | 12 | 110 | 383 | 1,079181 | 0,002611 |
| | | 5 | 16 | 130 | 403 | 1,20412 | 0,002481 |
| | | 6 | 23 | 150 | 423 | 1,361728 | 0,002364 |
| | | 7 | 25 | 170 | 443 | 1,39794 | 0,002257 |
| 2 | 390 | 0 | 0 | 350 | 623 | | |
| | | 1 | 1 | 360 | 633 | 0 | 0,00158 |
| | | 2 | 2 | 370 | 643 | 0,30103 | 0,001555 |
| | | 3 | 3 | 380 | 653 | 0,477121 | 0,001531 |
| | | 4 | 4 | 390 | 663 | 0,60206 | 0,001508 |
| 3 | 600 | 0 | 0 | 440 | 713 | | |
| | | 1 | 3 | 460 | 733 | 0,477121 | 0,001364 |
| | | 2 | 4 | 480 | 753 | 0,60206 | 0,001328 |
| | | 3 | 5 | 500 | 773 | 0,69897 | 0,001294 |
| | | 4 | 6 | 520 | 793 | 0,778151 | 0,001261 |
| | | 5 | 7 | 540 | 813 | 0,845098 | 0,00123 |
| | | 6 | 8 | 560 | 833 | 0,90309 | 0,0012 |
| | | 7 | 9 | 580 | 853 | 0,954243 | 0,001172 |
| | | 8 | 10 | 600 | 873 | 1 | 0,001145 |
| 4 | 800 | 0 | 0 | 780 | 1053 | | |
| | | 1 | 3 | 785 | 1058 | 0,477121 | 0,000945 |
| | | 2 | 6 | 790 | 1063 | 0,778151 | 0,000941 |
| | | 3 | 11 | 795 | 1068 | 1,041393 | 0,000936 |
| | | 4 | 16 | 800 | 1073 | 1,20412 | 0,000932 |

Таблица 5. **Значения кажущейся энергии активации, определенной по тангенсу угла наклона прямой зависимости *lgΔt – 1/T***

| Материал | Уравнение | Коэффициент корреляции*R* | $E_{акт}$, кДж/моль | Температурный интервал,°С |
|---|---|---|---|---|
| Кусковая никелевая руда | ln*Δt*=-84,43/T+ 3,34 | 0,9919 | 1,616 | 20-260 |
| | ln*Δt*=-407,24/T+ 5,53 | 0,9706 | 7,797 | 460-650 |
| | ln*Δt*=-4179,3/T+ 38,6 | 0,9795 | 80,02 | 800-860 |
| Мелкая никелевая руда | ln*Δt*=-90,17/T + 3,44 | 0,9876 | 1,726 | 20-260 |
| | ln*Δt*=-7101,4/T+ 66,2 | 0,9684 | 135,97 | 800-840 |
| Смесь (руда+кокс) | ln*Δt*=-131,08/T + 4,45 | 0,9761 | 2,509 | 30-250 |
| | ln*Δt*=-834,08/T + 13,2 | 0,9827 | 15,971 | 350-450 |
| | ln*Δt*=-234,19/T+ 3,70 | 0,9926 | 4,484 | 440-700 |
| | ln*Δt*=-5552,4/T+ 52,98 | 0,9922 | 106,318 | 780-900 |

На рисунке 3 представлены экспериментальные термограммы исходных шихтовых материалов (кусковой руды, мелкой руды и смеси руд Горностаевского месторождения с металлургическим коксом).




а б в

а – кусковая руда; б– мелкая руда; в– металлургический кокс.

**Рис.3.** Термограммы исходных шихтовых материалов и развитие твердофазных термических процессов

Анализ температурных максимумов и уровня энергии активации процессов, сопровождающихся пиками на кривых ДТА кобальт-никелевой руды и композиции никель-кобальтовой руды с восстановителем, позволяет утверждать, что реакции, протекающие при термической обработке и отвечающие за твердофазное упрочнение спекаемых материалов с участием вышеуказанных материалов, протекают при благоприятных условиях. Наблюдаемое снижение кажущейся энергии активации каждого пика в отдельности связано со снижением диффузионного торможения процессов.

**Выводы**.Определены величины энергий активации процессов, протекающих при термической обработке кобальт-никелевых руд месторождения Горностаевское, и их смеси с металлургическим коксом методом неизотермической кинетики.

Анализ температурных максимумов и уровня энергии активации процессов, сопровождающихся пиками на кривых ДТА кобальт-никелевой руды, композиции кобальт-никелевой руды с металлургическим коксом позволяет утверждать, что диффузионные процессы, протекающие при термической обработке и отвечающие за твердофазное упрочнение спекаемых материалов с участием кобальт-никелевой руды и восстановителя, протекают при более благоприятных условиях. Следовательно, можно сделать вывод, что процессы, протекающие при термической обработке

кобальт-никелевой руды, и их смеси протекает с достаточно большой скоростью (таблица 5) и достигнут высокой степени завершенности при температурах 0-1000ºС.

ЛИТЕРАТУРА

1 Зацепин А.Ф., Фотиев А.А., Дмитриев И.А. Об оценке кажущейся энергии активации экзотермических процессов по дериватографическим данным // Журнал неорганической химии. – 1973. – Т.18. – №11. – С.2883-2885.

2Тиунова Т.Г., Якушев Р.М., Фодесеев М.С. Определение энергии активации отверждения эпоксиакрилатных лаковых композиций по данным ДТА //Пластические массы. – 1998. – №8. – С. 28-30.

3 Арсентьев П.П., Падерин С.Н. и др. Экспериментальные работы по теории металлургических процессов.– М.: Металлургия, 1989. – 288 с.

4Пилоян Г.О., Новикова О.С. Термографический и термогравиметрический методы определения энергии активации процессов диссоциации // Журнал неорганической химии. – 1967. – Т.12. – №3. – С.602-604.

5Пилоян Г.О., Новикова О.С. О кинетике дегидратации синтетических цеолитов // Известия АН СССР. Неорганические материалы. – 1966. – Т.2, № 7. – С.1298-1301.

6Kissinger H.E. // Analyt. Chem. – 1957. – Vol.29. – №11. – P.1702.

7 Фотиев А.А., Мочалов В.В. Оценка величины кажущейся энергии активации с помощью дифференциальной термогравиметрий // Журнал неорганической химии. – 1968. – Т.12. – №13. – С.3174-3178.

8 Арсентьев П.П., Падерин С.Н., Серов Г.В. и др. Экспериментальные работы по теории металлургических процессов –М.: Металлургия, 1989. –288 с.

9Измалков А.Н. Площадь пика как мера теплового эффекта. – М., 1984.– 35с. – Деп. в ВИНИТИ. – №2982-В27.

10Пилоян Г.О. Введение в теорию термического анализа. – М.: ИЛ, 1961. – С.294.

11 Берг Л.Г. Введение в термографию. – М.: АН СССР, 1961. – 368 с.

REFERENCES

1 Zacepin A.F., Fotiev A.A., Dmitriev I.A. Ob ocenke kazhusheisya energii aktivacii ekzotermicheskih processov po derivatograficheskim dannym // Zhurnal neorganicheskoi himii. – 1973. – T.18. – №11. – S. 2883-2885.

2 Tiunova T.G., Yakushev R.M., Fodeseev M.S. Opredelenie energii aktivacii otverzhdeniya epoksiakrilatnyh lakovyh kompozicii po dannym DTA // Plasticheskie massy. – 1998. – №8. – S. 28-30.

3 Arsent'ev P.P., Paderin S.N. i dr. Eksperimental'nye raboty po teorii metallurgicheskih processov. – M.: Metallurgiya, 1989. – 288 s.

4 Piloyan G.O., Novikova O.S. Termograficheskii i termogravimetricheskii metody opredeleniya energii aktivacii processov dissociacii // Zhurnal neorganicheskoi himii. – 1967. – T.12. – №3. – S. 602-604.

5 Piloyan G.O., Novikova O.S. O kinetike degidratacii sinteticheskih ceolitov // Izvestiya AN SSSR. Neorganicheskie materialy. – 1966. – T.2. – №7. – S. 1298-1301.

6 Kissinger H.E. // Analyt. Chem. – 1957. – Vol.29. – №11. – P. 1702.

7 Fotiev A.A., Mochalov V.V. Ocenka velichiny kazhusheisya energii aktivacii s pomosh'yu differencial'noi termogravimetrii // Zhurnal neorganicheskoi himii. – 1968. – T.12. – №13. – S. 3174-3178.

8 Arsent'ev P.P., Paderin S.N., Serov G.V. i dr. Eksperimental'nye raboty po teorii metallurgicheskih processov – M.: Metallurgiya, 1989. – 288 s.

9 Izmalkov A.N. Ploshad' pika kak mera teplovogo effekta. – M., 1984. – 35 s. – Dep. v VINITI. – №2982-V27.

10 Piloyan G.O. Vvedenie v teoriyu termicheskogo analiza. – M.: IL, 1961. – S. 294.

11 Berg L.G. Vvedenie v termografiyu. – M.: AN SSSR, 1961. – 368 s.

Қожахметов С.М., Садықов С.Б., Квятковский С.А.,
Келаманов Б.С.,Чекимбаев А.Ф., Садықов Т.С.

**Горностай кенорынандағы кобальт-никель кендеріндегі өзгеріс процесстерін тәжірибелік дериватография әдісімен зерттеу және сол кеннің тотықсызданғыш мен байланасын және қаттыфазалық пиропроцесстердің белсендіру энергиясы**

**Түйіндеме.** Мақала 1000 $^0$С дейін қызады кезде зерттеу нәтижелері кобальт-никель кен қатты фазалық ауысулар Горностайпирометаллургиялық процесстер гравиметрлік ұсынады. Металлургиялық кокс - сондай-ақ, қалпына келтіргіш руда өзара іс-қимыл туралы деректер көрсетілген. Кесекті және ұсақ кенін *lgΔt - 1/T* байланысты түзуінің көлбеулігін анықтау әдісімен алынған эксперименттік мәндері *Δt*, *T*, *lgΔt*, *1/T* пайдаланып, оқыған кенін жатқан қатты фазалы процесстерді белсендіру энергиясын есептеулер, сондай-ақ металлургиялық кокс осы кендерін қоспалар. 20-900 $^0$С диапазонында мәндері осылайша батыл белсендіру энергиясы үшін кДж/моль, ішінде болған: никель кенін кесекті - 1,616-80,02; майда никель кендерін - 1,726-135,97; қоспасы (кен +кокс) - 2,509-106,318.

**Негізгі сөздер**: кобальт-никель кен, металлургиялық кокс, қатты фазалы процесстер, белсендіру энергиясы.

Kozhakmetov S.M., Sadykov S.B., Kvyatkovskiy S.A.,
Kelamanov B.S., Chekimbaev A.F., Sadykov T.S.

**Experimental studies grav process of transformation in cobalt-nickel ore deposits Gornostayevskoye, its interactions with a reducing agent and the calculation of the activation energy of solid-phase pyrometallurgical processes**

**Summary.** The article presents the results of research gravimetrical pirometallurgicalprocesses solid phase transformations in cobalt-nickel ore deposits Gornostayevskoye when it is heated up to 1000 $^0$C. Also shown are data on the interaction of the ore with a reducing agent - metallurgical coke. The calculations of the activation energy of solid-phase processes occurring in the studied ore, using the experimentally obtained values $\Delta t$, $T$, $lg\Delta t$, $1/T$ by the method of determining the slope of the line depending $lg\Delta t$ - $1/T$ for lump and fine ore as well as mixtures of these ores with metallurgical coke. The values thus determined activation energies in the range of 20-900 $^0$C were within, kJ/mol for: lump of nickel ore - 1,616-80,02; fine nickel ore - 1,726-135,97; mixture (ore +coke) - 2,509-106,318.

**Key words**: cobalt-nickelore, metallurgical coke, solid-phase processes, activation energy.

УДК 546′185′41

**Синяев В. А.[1], Сахипов Е. Н.[1], Левченко Л. В.[1], Токсеитова Г.А.[1], Батырбаева А.А.[2]**

([1]Қазақстан Республикасының индустрия және жаңа технологиялар Министрлігінің инфекцияларға қарсы препараттардың Ғылыми орталығы,
[2]Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, **batyrbaeva_aigul@mail.ru**)

## КАЛЬЦИЙ ЖӘНЕ КАЛЬЦИЙ-МАГНИЙ АМОРФТЫ ФОСФАТТАРЫНДАҒЫ СУДЫҢ КҮЙІ

**Андатпа.** Келтірілген мақалада тұндырылған аморфты фосфаттардың үш үлгісінің: 2P/(2P+1P)≈0.3 мольдік қатынастағы кальцийдің моно-дифосфатының (орто-пирофосфаты), Mg/(Mg+Ca)≈0.3 атомдық қатынастағы кальций-магний монофосфатының және 2P/(2P+1P)≈0.1 мольдік қатынаста мен Mg/(Mg+Ca)≈0.1 атомдық қатынастағы кальций-магний моно-дифосфатының ИҚ Фурье-спектрлері анализделінген. Фосфаттар мен сұйық судың спектрлеріндегі νOH, δOH және (δ+ω)OH түзулеріндегі ұқсастықтарды салыстыра отырып, заттардың осы екі типтеріндегі $H_2O$ молекулаларының күйінің жақындығы туралы қорытынды жасалынды. Аморфты фосфаттардың түзілу процесі негізіне сулы нанокластерлердің бет қабатында нашар еритін затардың тұнып, шөгуінің жататындығы жайында жорамал келтіріледі.

Гидроксиапатит және кальций-магний аморфты фосфаттары медициналық мақсаттағы материалдардың - прекурсорлар негізі ретінде химиялық құрамы, оларды өңдеу шарттары, сондай-ақ, қалыптасатын керамиканың микроқұрылымын анықтайтын бастапқы факторға жатады. Керамиканың кеуектілігін таңдау үшін құрал ретінде кальций аналогтары болып табылатын химиялық элементтердің периодтық жүйесіндегі металдар, әсіресе, магний, стронций және барий тұздары қызығушылық тудырады.

**Түйін сөздер:** аморфты ортофосфаттар, кальций моно-дифосфаты, кальций-магний монофосфаты, кальций-магний моно-дифосфаты, гидроксоапатит, дегидратация, су молекуласының күйі, ИК-спектр.

Соңғы уақытта кальций фосфаттары медицинада кеңінен таралған бейорганикалық заттар қатарына жатады. Оның себебі, біріншіден, кальцийдің фосфорқышқылды тұзы гидроксоапатит адам сүйек тканінің базалық негізін құрайды. Екіншіден, медицинада бұрын тәжірибе жүзінде сүйек ауруларымен байланысты проблемаларды шешу мақсатында табиғи донорлық материалдарды пайдаланылу қазіргі кезеңде тоқтатылған. Үшіншіден, синеикалық кальций фосфаттарын зақымдалған немесе жойылған сүйек тканьдерін емдеу, қалпына келтіру және алмастыру үшін әртекті материалдар мен заттарды алу бағытында жетістіктермен пайдалануға болады. Қазірдің өзінде гидроксиапатит, сондай-ақ оның жақын гомологы, трикальцийфосфат, әртүрлі биоматериалдар құрамында кеңінен қолданылады [1–6]. Әсіресе, химиялық құрамы бойынша жақын, бірақ аморфты табиғаты бар кальций фосфаттарының түрлері ерекше қызығушылықты тудырады. Осындай қызығушылық аморфты кальций фосфаттарының (АКФ) жоғарғы биологиялық белсенділігі мен олардың биодеградацияға бейімделуімен түсіндіріледі [4,7,8].

Әдетте АКФ кристалданған өнімдердің түзілуіне кедергі келтіретін заттар қатысында фосфор қышқылының тұздарының және кальций қосылыстарының ерітінділерінің арасында алмасу реакцияларының көмегімен алынады. Кристалданудың ерекше ингибиторлары – биогенді дифосфатар (пирофосфаттар) және магний тұздары [7–12]. Аталған реагенттер арасындағы алмасу

реакцияларының өнімдері ретінде табиғаты толығынан айқандалмаған гидратталған заттар болып табылады.

Келтірілген хабарламада АКФ үш өкілінің: 2P/(2P+1P)≈0.3 мольдік қатынастағы кальцийдің моно-дифосфатының (орто-пирофосфаты), Mg/(Mg+Ca)≈0.3 атомдық қатынастағы кальций-магний монофосфатының және 2P/(2P+1P)≈0.1 мольдік қатынаста мен Mg/(Mg+Ca)≈0.1 атомдық қатынастағы кальций-магний моно-дифосфатының ИҚ-спектроскопиялық зерттеу нәтижелері келтірілген.

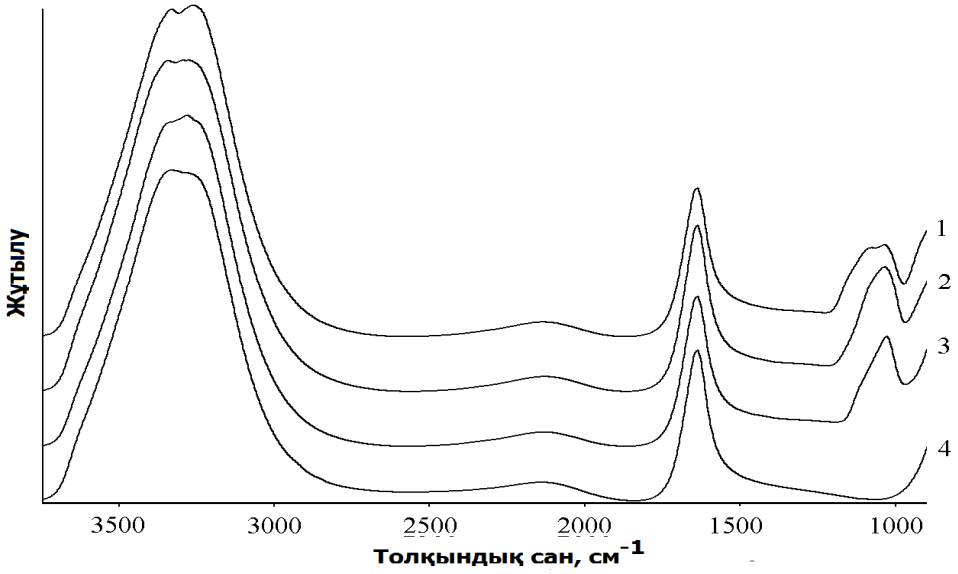
АКФ синтезін [11–13] жұмыстарда сипатталынған әдістемелерге сәйкес жүзеге асырды. Жоғарыда көрсетілген реагенттердің қатынасы кристалдану ингибиторларының минималды қатысуымен рентгеноаморфты өнімдердің түзілуін қамтамасыз етті. Синтезделінген заттарды зерттеу үшін толықтай ішкі бейнелену режиміндегі ИК-фурье спектроскопия әдісі пайдаланылды. ИК-спектрлер FT-IR Nicolet 5700 спектрометрінде Zn-Se кристалдарында горизонталды тіркеушіні пайдаланып 4 $см^{-1}$ рұқсатында, ±0.5 $см^{-1}$ өлшеу дәлдігімен және 32-ге тең сканирлеу санында жазылып отырды. АКФ синтезі үшін реагенттер ретінде “х.т.” квалификациясындағы натрий монофосфаты $Na_2HPO_4{\cdot}2H_2O$, кальций және магний хлоридтері $CaCl_2$ мен $MgCl_2$ пайдаланылды. [14] хабарламасында сипатталынған әдістемеге сәйкес натрий дифосфаты $Na_2HPO_4{\cdot}2H_2O$ -нан алынды.

Зерттеуге алынған синтезделінген үш зат қоймалжың паста тәріздес болады. Олардың құрамы туралы сипаттама кестеде берілген. Үш заттың барлығы аморфты, себебі олардың дифрактограммаларында кристалды фазаларға тән болатын рефлекстер белгілері жоқ бір кең максимум байқалады. Инфрақызыл спектрлер дәлелдеп тұрғандай, АКФ құрамында ылғалдылық молынан бар (1-сурет). Шын мәнінде, [15] шолуға сәйкес, 2700–2800 $см^{-1}$ жиілігінен жоғары орналасқан кең және қарқынды спектральды жолақтардың біреуі $H_2O$ молекулаларындағы (νOH) O-H химиялық байланыстардың валентті симметриялық пен асимметриялық толқындарына сәйкес келеді. Келесі түзу, мәні бойынша шамамен 1636–1638 $см^{-1}$ жиілікте максимумы бар түзу O-H (δOH) байланыстардың деформациялық толқындарына сәйкес келеді. 1970–2400 $см^{-1}$ жиіліктер интервалында күштілігі бойынша төмен, бірақ сондай-ақ, кең максимум ретінде $H_3O^+$ гидроксоний иондарында немесе (P)O-H топтарында да O-H байланыстар толқындарының байқалуы мүмкін. Синтез барысында режим ретінде ортаның қышқылдығының (pH-ның) жоғарғы деңгейде тұрғанын ескерсек, ондай мүмкіндікті алып тастаймыз. [15–19] жұмыстарында спектрдің көрсетілген аумағында су молекулаларында (δ+ω)OH типтес комбинацияланған толқындардың айқындалу мүмкіндігі атап өтілген. Байқағанымыздай, осы комбинацияланған толқындардың әсерінен салыстырмалы әлсіз жұтылу көрінеді.

Спектральды максимумдардың ішіндегі жиілігі ең төменгісі $PO_4^{3-}$ және $P_2O_7^{4-}$ фосфатты аниондардағы P-O байланысының валентті тербелістер аумағында жатыр. Әдетте $PO_4^{3-}$ монофосфатты тобы бірнеше дискретті компоненттермен анықталынады [20,21]. Алайда, заттардың аморфтылығына байланысты жекеленген түзулер әдетте, кең бір асимметриялық жолаққа жалғасып кетеді[***]. Осы туралы спектраль максимумдары өзара бір-біріне жалғасып жатқан дифосфатқа қатысты айтуға болады [22,23].

Сондай-ақ, барлық үш спектрдегі O-H байланыстар тербелісіне жататын жолақтар бірдей, жиілігі төмен түзулердің профильдерінде айтарлықтай айырмашылықтар бар. Бұл құбылыстың себебі моно- және дифосфатқа тән νPO жұтылулардың әртүрлі үлесінде жатыр, өйткені заттың біреуінің құрамында моно- және дифосфат, екіншісінде – тек монофосфат, үшіншісінде – монофосфат пен бірінші затпен салыстырғанда дифосфаттың мөлшері аз кездеседі.

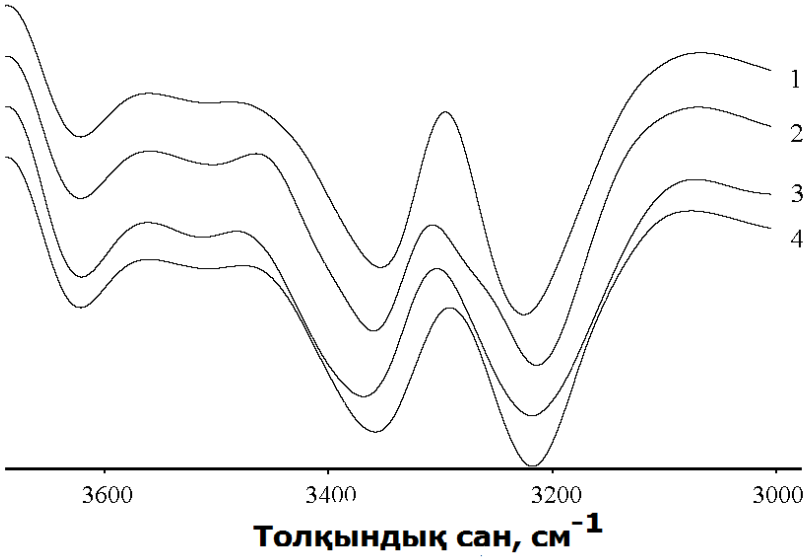
[***] P-O байланыстардағы толқындардың бірнеше типтердің жалғасып кетуінен өте күрделі сипатта болуы себепті берілген төменгі жиіліктегі жолақ νPO ретінде белгіленген.




**1-сурет.** 2P/(2P+1P)≈0.3 мольдік қатынастағы аморфты кальций моно-дифосфатының (орто-пирофосфаты) (*1*), Mg/(Mg+Ca)≈0.3 атомдық қатынастағы кальций-магний монофосфатының (*2*), 2P/(2P+1P)≈0.1 мольдік қатынаста мен Mg/(Mg+Ca)≈0.1 атомдық қатынастағы кальций-магний моно-дифосфатының (*3*), сұйық судың (*4*) ИҚ Фурье-спектрлері

Р-О байланыстар тербелісіне қатысты облысты айтпағанда, барлық үш АКФ-ң спектрлері профиль және түзулер шамасы бойынша сұйық судың спектріне іс жүзінде идентификацияланған (1-сурет). Ең алдымен, δOH және (δ+ω)OH жиілігі төмен екі жолаққа қатысты болады. νOH түзулері үшін сәл де болсын айырмашылық бар: екінші туындыларды талдасақ, негізгі компоненттер жиілік бойынша ерекшеленеді (2-сурет). Сондай-ақ, құрамында магний бар үлгілердің спектрлерінде қосымша түрде шамасы фосфаттағы магнийдің мөлшеріне пропорциональды болатын өте әлсіз жұтылу көрінеді. Алдында айтылғандай, АКФ құрамындағы ылғал өзінің күйі бойынша сұйық суға жуықтайды, сонымен қатар сәл де болса фосфатты заттың ықпалында болады.

АКФ құрамында судың мөлшері 80 масс.%-ды құрайды (кесте). Бұл фосфаттардың шартты бір моліне 25–30 моль $H_2O$, ал әрбір жекеленген ионға ($Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $PO_4^{3-}$, немесе $P_2O_7^{4-}$) – орташа есеппен алғанда 13–15 молекула $H_2O$ келетінін білдіреді, есептеулер бойынша өте көп. Өзінің құрамында ылғалдың жоғары мөлшерін ұстап қалуға қабілетті, полимерлік сипаттағы органикалық заттардың көптеген тобы – гидрогельдер белгілі. Сондай-ақ, полимерлік табиғаты бар бейорганикалық гидрогельдер, мысалы, силикаттар немесе ванадаттар кездеседі. АФК қатысты айтатын болсақ, полимерлік емес тұздар және құрамында судың айтарлықтай мөлшерінің болуы басқаша түсіндіріледі. Көп қабатты гидратты қабықшалармен қоршалған иондар туралы да айтуға болады. [24] шолудың авторларының пікірінше, АФК-ң жоғары түрде гидратталынуы диаметрі үлкен 5–50 мезлкеуектерге судың енуімен түсіндіріледі. Осы арқылы фосфаттардағы су сұйықтарға тән қасиеттерін сақатап қалады. Алайда, фосфатты материалдың қабырғаларының мономолекулярлық қалыңдығы бар берілген модель құрамында ылғал мөлшері АКФ-на қарағанда айтарлықтай аз болуы керек. Сондай-ақ, бейорганикалық заттан өте жұқа тордың түзілуі мен тұрақты болуының себебі анықталынбаған. Басқаша болуы да мүмкін: АКФ-ң түзілу барысында фосфатты заттың құрылымына (кеуектеріне) $H_2O$ молекулалары емес, оның орнына бейорганикалық иондар сұйық суда тұрақты тіршілік ететін кластерлер бетінде локализацияланып, олардың аргациясын тудырады [25,26]. Егер іс жүзінде осылай жүретін болса, АКФ-нан суды кетіргеннен кейін сулы кластерлердің диаметрімен өлшемдес бос қуыстар қалуы керек. Ауадағы бөлме температурасында барлық үш АКФ-ң дегидратациясының нәтижесінде, шын мәнінде, түзілген өнімдерде диаметрі 1,5–2 нм болатын кеуектер пайда болады. Олардың өлшемі [27] жұмыста сипатталынған 3 нм – диаметрлік сулы кластерлерден аз болады. Дегидратация кезінде АКФ-ң азаюы байқалады, сондықтан, бастапқы гидратталған заттардағы кластермен салыстырғанда табылған кеуектердің өлшемінің өзгеруі осымен түсіндіріледі.




**2-сурет.** 2P/(2P+1P)≈0.3 мольдік қатынастағы аморфты кальций моно-дифосфатының (орто-пирофосфаты) (*1*), Mg/(Mg+Ca)≈0.3 атомдық қатынастағы кальций-магний монофосфатының (*2*), 2P/(2P+1P)≈0.1 мольдік қатынаста мен Mg/(Mg+Ca)≈0.1 атомдық қатынастағы кальций-магний моно-дифосфатының (*3*), сұйық судың (*4*) ИҚ Фурье-спектрлерінің екінші туындылары.

Кесте. **Синтезделінген аморфты фосфаттар құрамы**

| № р/н | Зат атауы, шартты формула | Молекулалық салмақ** | АКФ құрамындағы су мөлшері, масс. % | $H_2O$/фосфат мольдік қатынасы | $H_2O$ молекуласының әрбір ионға саны |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Кальцийдің моно-дифосфаты $Ca_1(PO_4)_{0.42}(P_2O_7)_{0.18}$ | 111.22 | 80.2 | 25.0 | 15.6 |
| 2 | Кальций-магний монофосфаты $Ca_1Mg_{0.43}(PO_4)_{0.95}$ | 140.57 | 80.5 | 32.2 | 13.5 |
| 3 | Кальций-магний моно-дифосфаты $Ca_1Mg_{0.11}(PO_4)_{0.65}(P_2O_7)_{0.07}$ | 116.57 | 80.1 | 26.1 | 14.2 |

Есептеулер көрсеткендей, бейорганикалық иондардың диаметрі 100 нм-ге жуықтаса, олар АКФ құрамындағы фосфат/су=20/80 қатынаста кластерлердің бетін толығынан жауады. Алайда, өздерінің гидратталған қабықшаларының есебінен ерітіндідегі иондардың тиімді өлшемі олардың кристаллографиялық радиусынан асып түскен жағдайда кластерлер азаяды. Егер жекеленген кластерлердің консолидациясы (АКФ-ң түзілуі) кезінде оның тек бір бөлігін фосфаттармен блоктап тастаудың жетерлік екенін ескерсе, өлшемдер тағы да қысқарады.

Гидратталынған АКФ бетінде кластерлердің түзілу себептерінің табиғатына қарамастан, нашар еритін фосфатты заттың жұқа қабатының жабындысы бар кластерлер тұнбаға түскен заттарда ұзақ уақыт сақталынады. Эксперимент жүзінде анықталғандай, герметиялық жабық паста тәріздес АКФ-ы бөлме температурасында өзінің консистенциясын, құрамын және негізгі химиялық байланыстар күйін бірнеше жылдар бойына сақтайды. АКФ құрамында сулы кластер айналасындағы фосфатты қабықшаның механикалық берік болмағандықтан, осындай кластерлер, шын мәнінде, тұрақты деп тұжырымдаған орынды. Көрініп тұрғандай, фосфатты қабықша бөліп тастаушы және бір уақытта консолидтеуші орта ретінде роль атқарады.

** Дегидратталынған заттағы бейорганикалық тұздың шартты молекулалық салмағы берілген кестеде келтірілген формулаға сәйкес келеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Aoki H. Science and medical applications of hydroxyapatite. - Tokyo: JAAS, 1991. - 137 p.
2. LeGeros R.Z., LeGeros J.P. // An Introduction to Bioceramic / Eds. L.L. Hench, J. Wilson. World Scientific. - London, 1993. - P.139.
3. Brown P.W., Constants B. Hydroxyapatite and related materials. Library Binding. - CRC Press, 1994. - 343 p.
4. Неорганические фосфатные материалы / Под ред. Т. Каназава. - Киев: Наукова Думка, 1998. - 298 с.
5. Hench L.L. // J. Am. Ceram. Soc. - 1998. - Vol. 81. - N 7. - P. 1705.
6. Орловский В.П., Комлев В.С., Баринов С.М. // Неорган. материалы. – Москва, 2002. - Т. 38. - № 10. - С. 1159.
7. Harper R.A., Posner A.S. // Mat. Res. Bull. 1970. - Vol. 5. - P. 129.
8. LeGeros R.Z., Shirra W.P., Miravite M.A., LeGeros J.P. // Collogues internatinaux C.N.R.S. Physico-Chimie et cristallographie des apatites D`intérêt biologique. Paris, 1973. N 230. P.105.
9. LeGeros R.Z. //A preliminary report in: Tooth Enamel IY / Eds. R.W. Fearnhead and S. Suga. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1984. - P. 32.
10. Пат. 6024985 (2000). США // База данных United State Patent and Trademark office (USPTO).
11. Синяев В.А., Левченко Л.В., Шустикова Е.С., Григгс Д. // ЖПХ. – Москва, 2003. - Т. 76. - № 4. - С. 529.
12. Синяев В.А., Шустикова Е.С., Левченко Л.В., Токсеитова Г.А., Григгс Д.// ЖПХ. – Москва, 2003. - Т. 76. - № 9. - С. 1415.
13. Синяев В.А., Григгс Д.А., Шустикова Е.С., Дорофеев Д.В., Токсеитова Г.А. // Химический журнал Казахстана. – Алматы, 2004. - № 1. - С. 51.
14. Ван Везер Д.Р. Фосфор и его соединения. - М.: ИЛ., 1962. - 687с.
15. Юхневич Г.В. // Усп. Хим. – Москва, 1963. - Т. 32. - № 11. - С. 1397.
16. Millo A., Raichlin Y., Katzir A. // *Appl. Spectroscopy.* - 2005. -Vol. **59.** - P. 460.
17. Mutter R., Mecke R., Lüttke W. // Zeitshrift für Physikalishe Chemie. Neue Folge. -1959. - Bd. 19. - S. 83.
18. Plyler E.K., Acguista N. // J. Opt. Soc. Amer. - 1954. - Vol. 44. - N 6. - P. 505.
19. Giguere P.A., Harvey K.B. // Canad. J. Chem. - 1956. - Vol. 34. - P. 798.
20. Stutman J.M., Termine J.D., Posner A.S. // Transactions New York Academ. Sci. - 1965. - Ser. II. - Vol. 27. - N. 6. P. 669.
21. Blakeslee K.C., Condrate R.A. // J. Am. Ceram. Soc. - 1971. Vol. - 54. - N 11. - P. 559.
22. Linton H., Truter M.R. // J. Chem. Soc. - 1960. - P. 5112.
23. Baran E.J., Botto I.L., Nord A.G. // Journal of Molecular Structure. - 1986. - Vol. 143. - P. 151.
24. Вересов А.Г., Путляев В.И., Третьяков Ю.Д. // Рос. хим. ж. (Ж. рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – Москва, 2004. - Т.XLIII. - №4. С. 52.
25. Hajdu F. // *Acta Chim. – Budapest,* 1977. - Vol. **93.** - P. 371.
26. Tanaka H. // *J. Chem. Phys.* - 2000. - Vol. **112**. - P.799-809.
27. Doye J. P. K., Wales D. J. // *Phys. Rev. Lett.* - 2001. - Vol. **86. -** P. 5719.

REFERENCES

1. Aoki H. Science and medical applications of hydroxyapatite. - Tokyo: JAAS, 1991. - 137 p.
2. LeGeros R.Z., LeGeros J.P. // An Introduction to Bioceramic / Eds. L.L. Hench, J. Wilson. World Scientific. - London, 1993. - P.139.
3. Brown P.W., Constants B. Hydroxyapatite and related materials. Library Binding. - CRC Press, 1994. - 343 p.
4. Neorganicheckye phocphatnye materials / Pod red. T. Kanazava. - Kyev: Naukova Dumka, 1998. - 298 p.
5. Hench L.L. // J. Am. Ceram. Soc. - 1998. - Vol. 81. - N 7. - P. 1705.
6. Orlovskyi V.P., Komlev V.S., Batinov S.M. // Neorgan. materials. – Moscow, 2002. - T. 38. - № 10. - s. 1159.
7. Harper R.A., Posner A.S. // Mat. Res. Bull. 1970. - Vol. 5. - P. 129.
8. LeGeros R.Z., Shirra W.P., Miravite M.A., LeGeros J.P. // Collogues internatinaux C.N.R.S. Physico-Chimie et cristallographie des apatites D`intérêt biologique. Paris, 1973. N 230. P.105.
9. LeGeros R.Z. //A preliminary report in: Tooth Enamel IY / Eds. R.W. Fearnhead and S. Suga. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1984. - P. 32.
10. Pat. 6024985 (2000). США // Baza dannyx United State Patent and Trademark office (USPTO).
11. Sinyev V.A., Levchenko L.V., Shystikova E.S., Griggs D. // ZHPCH. – Moscow, 2003. - V. 76. - № 4. - C. 529.
12. Sinyev V.A., Shystikova E.S., Levchenko L.V., Toxseitova G.A., Griggs D. // ZHPCH. – Moscow, 2003. - V. 76. - № 9. - C. 1415.
13. Sinyev V.A., Григгс Д.А., Shystikova E.S., Doropheev D.V., Toxseitova G.A.// Chemical zhurnal

Kazahkstan. – Almaty, 2004. - № 1. - С. 51.
14. Van Vezer D.P. Phosphor i ego soedinenia. - Moscow.: UL., 1962. – 687s.
15. Uhnevich G.V. // Усп. Хим. – Moscow, 1963. - Т. 32. - № 11. - С. 1397.
16. Millo A., Raichlin Y., Katzir A. // *Appl. Spectroscopy.* - 2005. -Vol. **59.** - P. 460.
17. Mutter R., Mecke R., Lüttke W. // Zeitshrift für Physikalishe Chemie. Neue Folge. -1959. - Bd. 19. - S. 83.
18. Plyler E.K., Acguista N. // J. Opt. Soc. Amer. - 1954. - Vol. 44. - N 6. - P. 505.
19. Giguere P.A., Harvey K.B. // Canad. J. Chem. - 1956. - Vol. 34. - P. 798.
20. Stutman J.M., Termine J.D., Posner A.S. // Transactions New York Academ. Sci. - 1965. - Ser. II. - Vol. 27. - N. 6. P. 669.
21. Blakeslee K.C., Condrate R.A. // J. Am. Ceram. Soc. - 1971. Vol. - 54. - N 11. - P. 559.
22. Linton H., Truter M.R. // J. Chem. Soc. - 1960. - P. 5112.
23. Baran E.J., Botto I.L., Nord A.G. // Journal of Molecular Structure. - 1986. - Vol. 143. - P. 151.
24. Veresov A.G., Putlyev В.И., Tretyakov U.D. // Ros. chim. zh. – Mockow, 2004. - T.XLIII. - №4. С. 52.
25. Hajdu F. // *Acta Chim. – Budapest,* 1977. - Vol. **93.** - P. 371.
26. Tanaka H. // *J. Chem. Phys.* - 2000. - Vol. **112**. - P.799-809.
27. Doye J. P. K., Wales D. J. // *Phys. Rev. Lett.* - 2001. - Vol. **86. -** P. 5719.

Синяев В. А., Сахипов Е. Н., Левченко Л. В., Токсеитова Г.А., Батырбаева А.А.

**Кальций және кальций-магний аморфты фосфаттарындағы судың күйі**

**Түйіндеме.** Келтірілген мақалада тұндырылған аморфты фосфаттардың үш үлгісінің: 2P/(2P+1P)≈0.3 мольдік қатынастағы кальцийдің моно-дифосфатының (орто-пирофосфаты), Mg/(Mg+Ca)≈0.3 атомдық қатынастағы кальций-магний монофосфатының және 2P/(2P+1P)≈0.1 мольдік қатынаста мен Mg/(Mg+Ca)≈0.1 атомдық қатынастағы кальций-магний моно-дифосфатының ИҚ Фурье-спектрлері анализделінген. Фосфаттар мен сұйық судың спектрлеріндегі νOH, δOH және (δ+ω)OH түзулеріндегі ұқсастықтарды салыстыра отырып, заттардың осы екі типтеріндегі $H_2O$ молекулаларының күйінің жақындығы туралы қорытынды жасалынды. Аморфты фосфаттардың түзілу процесі негізіне сулы нанокластерлердің бет қабатында нашар еритін затардың тұнып, шөгуінің жататындығы жайында жорамал келтіріледі.

**Түйін сөздер:** аморфты ортофосфаттар, гидроксоапатит, кальций моно-дифосфаты, кальций-магний монофосфаты, кальций-магний моно-дифосфаты, дегидратация, су молекуласының күйі, ИК-спектр.

Синяев В. А., Сахипов Е. Н., Левченко Л. В., Токсеитова Г.А., Батырбаева А.А.

**Состояние воды в аморфных фосфатах кальция и кальция-магния**

**Резюме.** В сообщении проанализированы ИК Фурье-спектры трех образцов осажденных аморфных фосфатов: моно-дифосфата (орто-пирофосфата) кальция с мольным отношением 2P/(2P+1P)≈0.3, монофосфата кальция-магния с атомным отношением Mg/(Mg+Ca)≈0.3 и моно-дифосфата кальция-магния с мольным отношением 2P/(2P+1P)≈0.1 и атомным отношением Mg/(Mg+Ca)≈0.1. Исходя из схожести линий νOH, δOH и (δ+ω)OH в спектрах фосфатов и жидкой воды сделан вывод о близости состояний молекул $H_2O$ в этих двух типах веществ. Высказано предположение, что в основе процесса формирования аморфных фосфатов лежит осаждение слаборастворимых веществ на поверхности водных нанокластеров.

Ключевые слова: аморфные ортофосфаты, гидроксоапатит, моно-дифосфат кальция, монофосфат кальция-магния, моно-дифосфат кальция-магния, дегидратация, ИК-спектры.

Sinyev V.A., Saxipov E.N., Levchenko L.V., Toxseitova G.A., Batyrbayeva A.A.,

**State of water in amorphous calcium phosphate and calcium magnesium**

**Summary.** The message analyzed FTIR spectra of three samples of the deposited amorphous phosphate mono-diphosphate (ortho-pyrophosphate) mole ratio calcium 2P / (2P + 1P) ≈0.3, calcium monophosphate, magnesium atomic ratio Mg / (Mg + Ca) ≈ 0.3 and mono-diphosphate calcium magnesium molar ratio 2P / (2P + 1R) ≈0.1 and the atomic ratio of Mg / (Mg + Ca) ≈0.1. Based on the similarity νON lines, and δON (δ + ω) OH spectra phosphates and liquid water concluded state of the proximity of the H2O molecules in these two types of substances. It is suggested that the basis of the formation of amorphous phosphate precipitation is poorly soluble substances on the surface of the water nanoclusters.

**Key words:** amorphous orthophosphates, hydroxylapatite, mono-calcium diphosphate, calcium monophosphate, magnesium, mono-calcium-diphosphate magnesium dehydration IR spectra.

УДК669.283:822.053.4

**Т.Ю. Суркова[1], М.Б. Барменшинова[2], С.Б. Юлусов[1], Д.А. Бейсахметов[1], Д.М. Есимова[1]**
([1]АО «Центр наук о земле, металлургии и обогащении»,
[2] Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан
tu-surkova@mail.ru, bmadinab@mail.ru)

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕКОНДИЦИОННЫХ УРАНОВЫХ РУД

**Аннотация.** Проведены физико-химические исследования некондиционной урановой руды. Показано, что основными фазами являются альбит, кварц и сложные по составу силикаты. Методом энергодисперсионной спектрометрии установлено наличие молибдена в виде молибденита. Исследован способ вскрытия руды смесью азотной и серной кислот. Изучен процесс сорбции урана и молибдена из сернокислых и азотносернокислых растворов. Установлено взаимное влияние урана и молибдена, показано, что азотная кислота является депрессантом сорбции урана. Предложена технологическая схема переработки некондиционной урановой руды.

**Ключевые слова:** некондиционная урановая руда, молибден, способ вскрытия руды, смесь азотной и серной кислот, сорбция урана и молибдена.

Казахстан занимает второе место в мире по запасам природного урана и лидирующие позиции в его производстве. Большие объемы переработки урановых руд привели к образованию значительного количества забалансового сырья, которое осложняет экологическую обстановку в регионах дислокации, нанося вред почве и гидросфере за счет проникновения в них ионов тяжелых металлов и радиоактивных элементов.

Возможны два варианта переработки подобного сырья: вовлечение в основное производство в определенном соотношении к кондиционному и организация самостоятельного производства на базе основного.

Первый вариант достаточно трудноосуществим, т.к. некондиционное сырье имеет переменный состав и при вовлечении его в основное производство необходимо постоянно корректировать оптимальные условия отдельных процессов, что достаточно сложно для многотоннажного производства. В этом случае более целесообразным представляется вариант создания участка по переработке некондиционной руды на базе основного уранперерабатывающего предприятия.

При этом необходимо иметь в виду, что рентабельная переработка такого сырья возможна только при использовании эффективных методов с комплексным извлечением ценных составляющих.Как правило, основным сопутствующим ценным элементом урановых руд является молибден.

В урановых рудах молибден присутствует в виде окисленных и неокисленных минералов. Выщелачивание молибдена из окисленных минералов серной кислотой не вызывает затруднений. Однако часто рудные минералы находятся в породе в виде микроскопической вкрапленности и тонких прожилков, что обусловлено тонкопористым и трещиноватым характером вмещающих пород. Кроме того, распределение молибденовой минерализации часто совпадает с урановой. Для таких руд характерна связь с другими рудными и породообразующими минералами. В этих случаях окисленный молибден извлекается не полно. Вскрытие неокисленных минералов молибдена, например, молибденита, тем более требует жестких условий.

Проведенные исследования[1] показали, что в состав некондиционной руды Маныбайского урановорудного узла, согласно рентгенофазовому анализу, выполненному на дифрактометре D8 Advance (BRUKER), входят сложные по составу минералы - $(Mg,Fe)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$, а также альбит - $(Na_{0.98}Ca_{0.02})$ $(Al_{1.02}Si_{2.98}O_8)$, кварц - $SiO_2$, доломит – $Ca(Mg,Fe)(CO_3)_2$, кальцит – $CaCO_3$

Спектральный анализ показал наличие в руде в большом количестве Fe, Al, Na, Si, Mg. Содержание цветных, редких и благородных металлов составляет , %: Ag - <0,001, Cu – 0,01, As-0,01, Mo – 0,01, Ca>1,0 Ga -0,001, Pb - ≤0,01, La-0,001, U- 0,04.

Дополнительные исследования исходной руды методом энергодисперсионной спектрометрии (ЭДС) подтвердили наличие в ней молибдена в виде молибденита (рис.1).

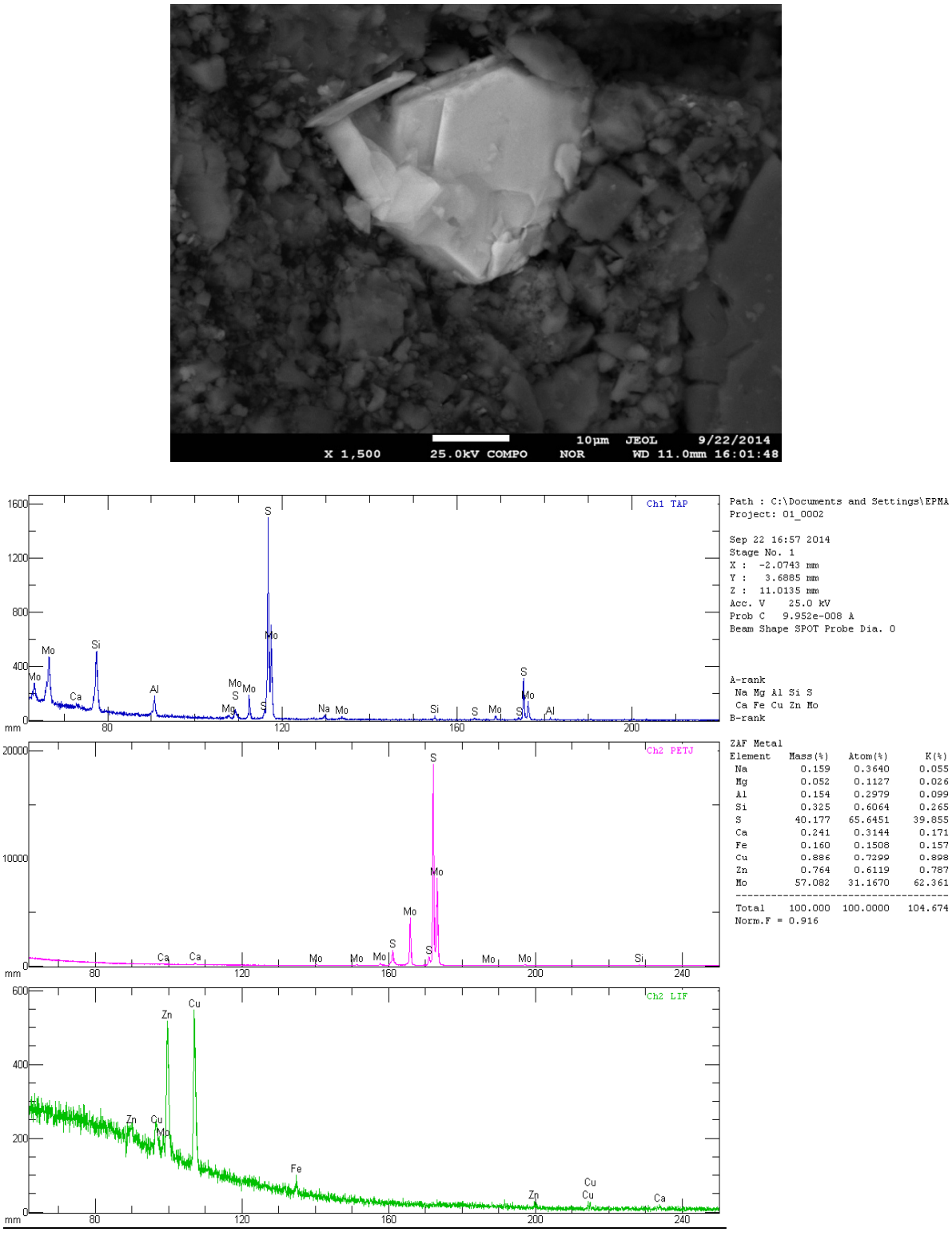



**Рис. 1.** Результаты исследования руды методом энергодисперсионной спектрометрии

В предыдущих исследованиях [1] нами была показана возможность вскрытия данной руды с применением методов сульфатизации, хлорирования и предварительного прокаливания. Все три метода показали хорошие результаты, однако применение пирометаллургических способов для переработки некондиционной руды не всегда рентабельно, в этом случае целесообразно использовать гидрометаллургические процессы с применением окислителей.

Из литературных источников известно применение при вскрытии молибденсодержащего сырья следующих окислителей: $HNO_3$, $KClO_3$, $MnO_2$, $CaOCl_2$, $KMnO_4$ [2,3]. Впервые на возможность

окисления молибденита азотной кислотой указал Шееле, значительно позднее потенциальную возможность окисления молибденита азотной кислотой отмечали Зеликман и др. [4] В научной литературе вопрос разложения молибденита азотной кислотой освещен достаточно широко [5-8]. Исследования, проводимые многочисленными авторами, показали как положительные, так и отрицательные стороны процесса.

Самым значительным недостатком является образование молибденовой кислоты в процессе выщелачивания молибденовых продуктов, которая блокирует дальнейшее растворение молибдена. В связи с этим, авторами [9,10] было предложено использовать в качестве выщелачивающего реагента смесь азотной и серной кислот.

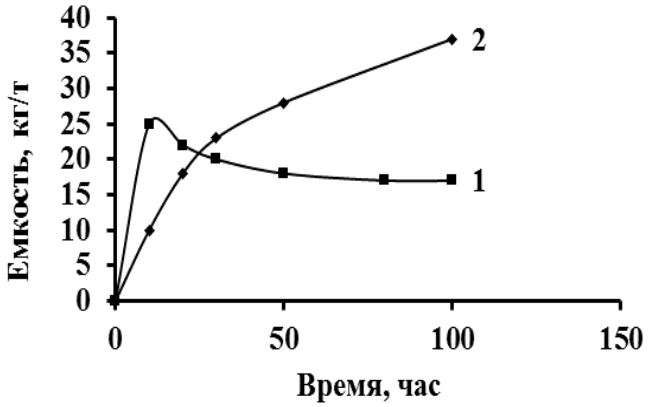
С целью выбора условий возможно более полного перевода в раствор ценных компонентов – урана и молибдена, было исследовано вскрытие некондиционной урановой руды Манybайского урановорудного узла смесью азотной и серной кислот в сопоставлении с серной кислотой.

Химический состав исходной некондиционной руды следующий, % :U- 0,04; Mo -0,028; Fe- 4,2; Al -1,2. Выщелачивание вели при pH=1,2, температуре – $80^0$C и отношении Т:Ж=1:3; продолжительность процесса – 8 часов.

Исследования показали, что извлечение урана в раствор при выщелачивании серной кислотой составило 89 %, а молибдена только около 30 %, что подтверждает факт наличия основной части молибдена в руде в виде молибденита.

При выщелачивании смесью серной и азотной кислот степень перехода молибдена в раствор увеличивается по мере увеличения азотной кислоты в смеси. Так при соотношении $HNO_3$:$H_2SO_4$=1:1 степень выщелачивания молибдена составляет 55 %, а при 2:1 - возрастает до 69 %.

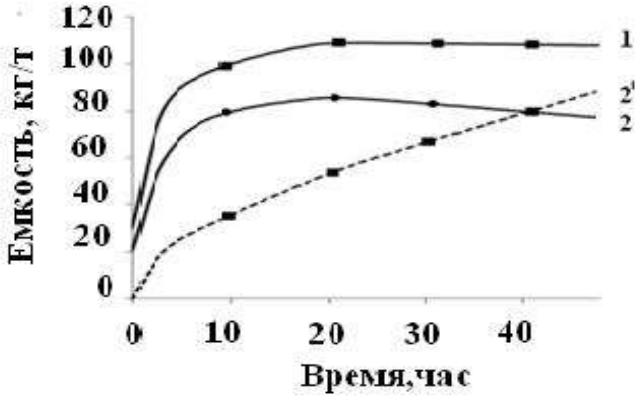
Далее в ходе исследований была изучена сорбция урана и молибдена из продуктивных растворов. Растворы от выщелачивания серной кислотой, доукрепили по урану и молибдену до концентрации 1,0 г/дм$^3$ и провели совместную сорбцию в статическом режиме на ионите А-500. Кинетические кривые приведены на рисунке 2, из которого следует, что в первые десять часов идет резкий рост емкости сорбента по урану, а затем плавное снижение, что связано с вытеснением урана молибденом. Емкость ионита по молибдену плавно возрастает на всем исследуемом промежутке времени.




1-U; 2-Mo

**Рис. 2.** Сорбция урана и молибдена анионитом А-500 из сернокислых растворов

Наглядно снижение степени извлечения урана в присутствии молибдена следует из рисунка 3, на котором представлены кинетические зависимости сорбции урана в присутствии молибдена и без него ионитом А-500из модельных растворов. Содержание урана в растворах составляло 0,8 г/дм$^3$, а молибдена 0,2 г/дм$^3$.

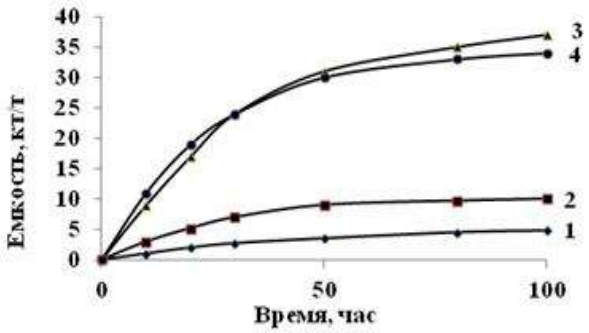



Содержание U,г/дм$^3$:1 – 0,8; 2 – 0,8; Mo, г/дм$^3$:2 - 0,2; 2$^1$ - 0,2.

**Рис. 3.** Кинетические зависимости сорбции урана и молибдена из модельных растворов.

Из рисунка следует, что для урана достаточным временем установления равновесия является 16-18 часов, в присутствии же молибдена по истечении 24 часов емкость анионита снижается из-за вытеснения его молибденом. В среднем, емкость ионита по урану в присутствии молибдена при соотношении концентраций U:Mo= 4:1 ниже почти на 30 %.

Далее продуктивные растворы от выщелачивания руды смесью азотной и серной кислот при их соотношении 1:1 и 2:1 доукрепили до концентрации каждого компонента 1,0 г/дм$^3$ и провели сорбцию урана и молибдена ионитом А- 500. Результаты представлены на рисунке 4, из которого следует, что степень сорбции урана снижается по мере увеличения содержания азотной кислоты в смеси, т.е. азотная кислота является депрессантом сорбции урана. На сорбцию молибдена азотная кислота заметного влияния не оказывает.




1,2-U; 3,4-Mo

**Рис. 4.** Сорбция урана и молибдена анионитом А-500 из азотносернокислых растворов

Ранее нами было установлено [11], что некондиционную руду целесообразно выщелачивать в две стадии: на первой стадии при pH=4,0-4,5, а на второй – при pH=1,2. В таком режиме на первой стадии выщелачивается основное количество молибдена, а на второй – основное количество урана, т.е. данный прием позволяет в определенной степени разделить уран и молибден на стадии выщелачивания.

На основании комплекса проведенных исследований выбраны наиболее рациональные технологические решения, которые легли в основу предложенной технологической схемы для переработки некондиционной урановой руды (рисунок 5).

Технология включает выщелачивание руды в pH режиме, сорбцию урана и молибдена и выделение их в виде закиси-окиси урана и триоксида молибдена. На первой стадии выщелачивание руды ведут при pH=4,0 смесью серной и азотной кислот, далее кек промывают слабым раствором серной кислоты и на второй стадии выщелачивают при pH=1,2 серной кислотой.

Из полученного на первой стадии выщелачивания продуктивного раствора сорбируют молибден ионитом А-100, а оставшийся маточный раствор заворачивают в голову процесса на приготовление смеси азотной и серной кислот и выщелачивание новой порции руды. Десорбцию ведут смесью аммиака и солей аммония. Раствор от второй стадии выщелачивания (pH=1,2) корректируют до pH=2 и направляют на сорбцию урана ионитом А-500. Иногда в раствор на второй стадии выщелачивания переходит незначительное количество молибдена, которое сорбируется вместе с ураном. Данный факт зависит в первую очередь от структурных и фазовых особенностей исходного сырья. Уран элюируют серной кислотой, а молибден - смесью аммиака и солей аммония. Растворы, содержащие молибден, объединяют и направляют в основное производство на получение триоксида молибдена, а раствор, содержащий уран – на получение закиси-окиси урана.

Таким образом, на основании литературных данных и собственных исследований предложена технологическая схема переработки некондиционной урановой руды с извлечением урана и молибдена. Данная технология опробована в укрупненно-лабораторном масштабе в условиях производства. Сквозное извлечение урана составило 81%, а молибдена – 62%

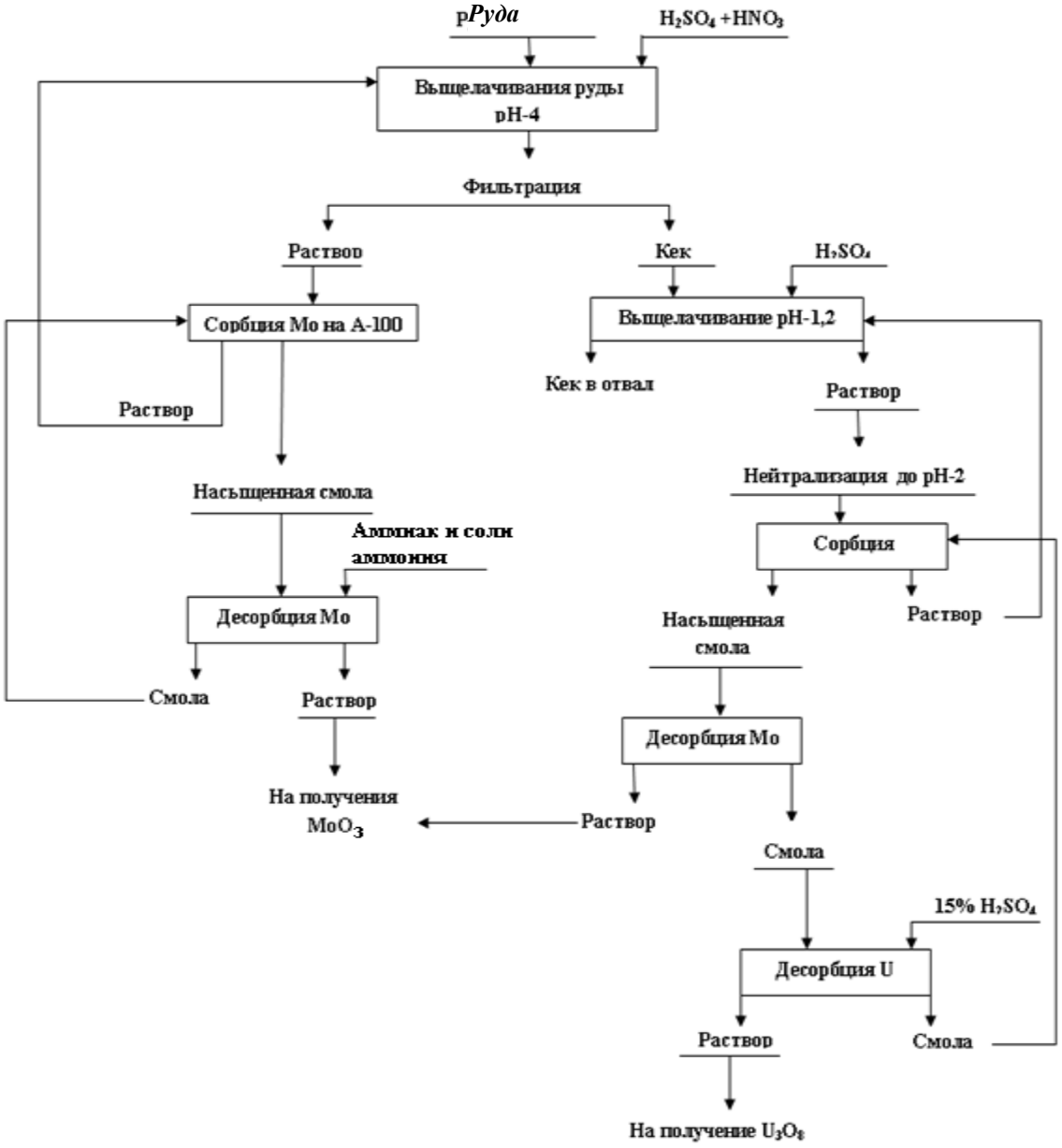



**Рис. 5.** Технологическая схема переработки некондиционной урановой руды

ЛИТЕРАТУРА

1.Суркова Т.Ю., Юлусов С.Б., Мукушева А.С., Бейсахметов Д.А. Извлечение ценных компонентов из некондиционных урановых руд // Весник Нац. инженерной академии РК. 2013, №1. С.94-99.

2.Собинякова Н.М., Иванцова Г.А. Окисление и растворение молибденита в растворах серной кислоты в присутствии окислителей.// Сб. Минеральное сырье - М.: Недра, 1966, - в.13 – С.70-77.

3.Смирнов Ю.В., Ефремов З.И., Скороваров Д.И., Иванов Г.Ф. Гидрометаллургическая переработка ураново-рудного сырья. – М.: Атомиздат, 1979. – 280 с.

4.Зеликман А.Н., Крейн О.Е., Самсонов Г.В. Металлургия редких металлов. - М.: Металлургия, 1978, -559 с.

5.А.С. СССР №224078. Способ азотнокислого разложения молибденита//Перовский в.Ф., Анатиенко А.С. Опубл. 02.12.68.

6.Кальков А.А., Федулов О.В., Пономарев В.Д. Разложение молибденита азотной кислотой.// Сб. научн. трудов КазПТИ. - Алма-Ата, 1966, - №24. – С.17-19.

7.Федулов О.В., Тараненко Б.И., Пономарев В.Д., Свечкова Л.В. Окисление молибденита растворами азотной кислоты.// Металлургия и обогащение, МВиССО КазССР.- Алма-Ата, 1967, в.3. - С.170-175.

8. Смирнов И.П. Зюркалов В.И., Чуйкина Н.И. Некоторые вопросы окисления молибденита азотной кислотой //Цветные металлы, 1975 - №11. С.44-45.

9. Федулов О.В., Пономарев В.Д., Швандер Г.А. Об окислительной способности смеси водных растворов азотной и серной кислот.// Металлургия и обогащение, МВи ССО КазССР.- Алма-Ата, 1967,- в.3. - С.197-201.

10.Дадабаев А.Ю., Милушева М.А., Мицкевич А.А., Янгалычева Э.А., Шоинбаев А.Т. Особенности азотно-сернокислотного выщелачивания молибденитовых концентратов // Комплексное использование минерального сырья. 1987, - №3. С. 63-66

11.Т.Ю. Суркова, А.П. Дуленин, М.Б. Барменшинова,С.Б. Юлусов, Д.А. Бейсахметов.Сопутствующее извлечение молибдена при переработке некондиционных урансодержащих руд // Комплексное использование минерального сырья. 2013, - №2. С.37-43.

REFERENCES

1.Surkova T.Ju.,Julusov S.B., Mukusheva A.S., Bejsahmetov D.A. Izvlechenie cennyh komponentov iz nekondicionnyh uranovyh rud // Vesnik Nac. inzhenernoj akademii RK. 2013, №1. S.94-99.

2.Sobinjakova N.M., Ivancova G.A. Okislenie i rastvorenie molibdenita v rastvorah sernoj kisloty v prisutstvii okislitelej// Sb. Mineral'noesyr'e - M.: Nedra, 1966, - v.13 – S.70-77.

3.Smirnov Ju.V., Efremov Z.I., Skorovarov D.I., Ivanov G.F. Gidrometallurgicheskaja pererabotka uranovo-rudnogo syr'ja. – M.: Atomizdat, 1979. – 280 s.

4.Zelikman A.N., Krejn O.E., Samsonov G.V. Metallurgija redkih metallov. - M.: Metallurgija, 1978, -559 s.

5.A.S. SSSR №224078. Sposob azotnokislogo razlozhenija molibdenita // Perovskijv.F., Anatienko A.S. Opubl. 02.12.68.

6.Kal'kov A.A., Fedulov O.V., Ponomarev V.D. Razlozhenie molibdenita azotnoj kislotoj // Sb. nauchn. trudov KazPTI. - Alma-Ata, 1966, - №24. – S.17-19.

7.Fedulov O.V., Taranenko B.I., Ponomarev V.D., Svechkova L.V. Okislenie molibdenita rastvorami azotnoj kisloty // Metallurgija i obogashhenie, MV i SSO KazSSR.- Alma-Ata, 1967, v.3. - S.170-175.

8. Smirnov I.P., Zjurkalov V.I., Chujkina N.I. Nekotorye voprosy okislenija molibdenita azotnoj kislotoj //Cvetnye metally, 1975 - №11. S.44-45.

9. Fedulov O.V., Ponomarev V.D., Shvander G.A. Ob okislitel'noj sposobnosti smesi vodnyh rastvorov azotnoj i sernoj kislot // Metallurgija i obogashhenie, MV i SSO KazSSR.- Alma-Ata, 1967,- v.3. - S.197-201.

10.Dadabaev A.Ju., Milusheva M.A., Mickevich A.A., Jangalycheva Je.A., Shoinbaev A.T. Osobennosti azotno-sernokislotnogo vyshhelachivanija molibdenitovyh koncentratov // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja. 1987, - №3. S. 63-66

11. T.Ju. Surkova, A.P. Dulenin, M.B. Barmenshinova, S.B. Julusov, D.A. Bejsahmetov. Soputstvujushhee izvlechenie molibdena pri pererabotke nekondicionnyh uransoderzhashhih rud // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja. 2013, - №2. S.37-43.

Суркова Т.Ю., Барменшинова М.Б., Юлусов С.Б., Бейсахметов Д.А., Есимова Д.М.

**Кондицияланбаған уранды кендерді өңдеудің технологиялық аспектілері**

**Түйіндеме.** Кондицияланбаған уранды кендерге физико-химиялық зерттеулер жүргізілді. Негізгі фаза ретінде альбит, кварц және құрамы бойынша қиын силикаттар екені көрсетілген. Энергодисперсиялы спектрометрия әдісі негізінде молибден молибденит түрінде кездесетіні анықталған. Кенді азот және күкірт қышқылдары ерітінділерімен ашу әдісі зерттелді. Уран мен молибденнің күкірт және азоттықүкіртқышқылды ерітінділерден сорбция процесі зерттелді. Уран мен молибденнің өзара әсері негізінде азот қышқылы уран сорбциясында депрессант болатыны анықталды. Кондицияланбаған уран кендерін өңдеудің технологиялық сызбасы ұсынылды.

**Негізгі сөздер:** кондицияланбаған уран кені, молибден, кенді ашу әдісі, азотты және күкірт қышқылдарының қоспасы, сорбциялық уран және молибден.

Surkova T.Yu, Barmenshinova M.B., Yulussov S.B., Beisahmetov D.A., Yesimova D. M

**Technological aspects of processingof non-condition uranium ores**

**Summary.** Physical and chemical researches of non-conditionuranium ore are conducted. It is shown that the main phases are albite, quartz and silicate difficult on structure. The method of power dispersive spectrometry established availability of molybdenum in the form of molybdenite. The way of opening of ore is investigated by mix of nitric and sulfuric acids. Process of sorption of uranium and molybdenum from sulfate and the mix of nitrate and sulfate of solutions is studied. Mutual influence of uranium and molybdenum is established, shown that nitric acid is an uranium sorption depressant. The flowsheet of processing of sub-standard uranium ore is offered.

**Key words:** of non- condition uranium ore, molybdenum, opening theway tothe ore, a mixture of nitricand sulfuricacids, sorption of uranium andmolybdenum.

УДК 66:612.622.37

**К.Т. Жантасов, А.Ж. Зият, Д.М. Жантасова, М.К.Жантасов**
(Крестьянское хозяйство «Жантас», Шымкент, Республика Казахстан)
**Т.А. Алтеев**
(Таразский инновационно-гуманитарный университет
Тараз, Республика Казахстан)

# ОБОРУДОВАНИЕ РАЗМОЛЬНОГО КОНТУРА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНО-СМЕШАННЫХ УДОБРЕНИЙ

**Аннотация**. Представлены сведения по подбору основного оборудования размольного контура для измельчения фосфоритов. Приведены расчеты по основным технологическим и техническим характеристикам и оборудованию размольного контура и очистки газов, выбрасываемых в атмосферу. Даны сведения по основным балансовым показателям технологической схемы и динамики измельчения фосфоритной руды, содержащей вермикулит и внутренние вскрышные породы.

**Ключевые слова**: баланс воздушных потоков, расход вентилирующего агента, сепаратор, воздушный поток, циклон, электрофильтр, эффективность очистки.

Задачей исследования явилось то, что на основании определенного количества вентилируемого агента 233,2 тыс. м$^3$/час, превенного в таблице баланса воздушных потоков вентилируемого контура (Сообщение 1) находим необходимое оборудование размольного контура.

1. *Оборудование размольного контура*

1.1. Для обеспечения возможного диапазона изменения расходов вентилирующего агента от 200 до 300 тыс.м$^3$/ч подбираем вентилятор типа ВМ 180/1100-1 с электродвигателем ДАЗО-2-16-59-4-У1 с $N_y$=1250 квт, n=1500 об/мин.

Достоинством вентилятора данного типа является сохранение напора выше 1000 мм.вод.ст. при изменении расхода газов в указанном диапазоне.

1.2. Подбор сепаратора производится в зависимости от напряжения объема согласно рекомендациям Норм [1, с 82].

Предварительно строится график зависимости напряжения объема сепаратора от остатка на сите 90 мкм. Объем сепаратора определяется по формуле:

$$V_{сеп} = \frac{V_{МВ}}{\frac{V_{МВ}}{V_{сеп}}}, \text{ м}^3$$

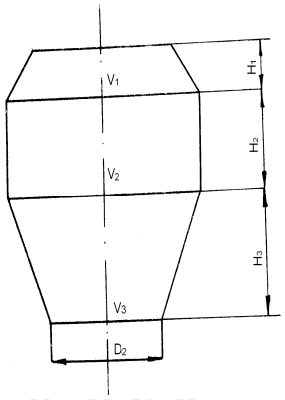
Заданная в расчете крупность продукта $R_{100}$=15%, $R_{90}$=17%, $R_{74}$=22%, $R_{50}$=30%, соответствует рекомендуемой напряженности:

$$\frac{V_{МВ}}{V_{сеп}} = 3300$$

Потребный объем сепаратора рассчитывается согласно данных таблицыбаланса воздушных потоков вентилируемого контура (Сообщение 1):

$$V_{сеп} = \frac{233200}{3300} = 70{,}7 \text{ м}^3$$

Для определения диаметра сепаратора находитсязависимость объема сепаратора типа СПЦВ от его диаметра с использованием конструкции приведенные ниже на рисунке 1.




$$V_{сеп}=V_1+V_2+V_3$$
$$V_{сеп}=1/3\pi H_1(R^2+R_1R_2+R_1^2) + 1/3\ \pi H_3(R^2+R_1R_2+R_2^2) + \pi R^2H_2$$

**Рис. 1.** Схема и формулы расчета сепараторов типа СПЦВ

1.3. Подбор циклонов первой группы производится по отраслевому каталогу [2]

Для потребного расхода – 230 тыс.м$^3$/ч выбираем один циклон типа ЦП2 (06Т 24.838.13-73) диаметром 4250 мм. При остатке на сите $R_{90}$ = 17% обеспечивается КПД улавливания на уровне $\eta_1$=95%. Возможна также установка в схему двух циклонов типа ЦП2-3150 мм, что несколько улучшит $\eta_1$ до 97-98%. Однако необходимость их установки определяется требованиями компоновки оборудования при проектировании.

2. *Оборудование для очистки газов, выбрасываемых в атмосферу*

Максимальное значение вентилирующего агента, сбрасываемого на второю группу очистки в циклонах, равно $V_2$=54,5 тыс.м$^3$/ч, в котором находится 20,4 тыс.м$^3$/ч пара, образующегося при подсушке влажной руды с 8% до 0,5% в готовом продукте.

Потребное сечение одного из циклонов типа ЦН-15, установленных в группе из 8 единиц равно:

$F_c= V_2/3600*W*8 = 54500/3600*3,5*8 = 0,54$ м$^2$

где W=3,55 м/с – условная скорость в циклоне.

Данному сечению соответствует диаметр циклона:

$d_y = \sqrt{F_c}/0,785 = \sqrt{0,54}/0,785 = 829$ мм.

К установке рекомендуется 8 штук стандартных циклонов типа ЦН-15диаметром 800 мм. Номинальный расход этой группы при данной скорости составляет по каталогу[3].

6325*8 = 51000 м$^3$/ч.

Для обеспечения эффективности очистки от пыли не менее 99,9% рекомендуется установка электрофильтраЭВТ-2-5, 5-20Ф-0,1 с активной площадью 20 м$^2$. При этом общий КПД улавливания составляет:

$\eta = \eta1+(1- \eta1)(\eta2- \eta2* \eta3+ \eta3) = 0,999991$

Произведен подбор топки для сжигания природного газа имеющего следующий химический состав:

| Компоненты | $CH_4$ | $C_2H_6$ | $C_3H_8$ | $C_4H_{10}$ | $C_5H_{12}$ | $CO_2$ | $N_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Массовая доля, % | 94,0 | 2,8 | 0,36 | 0,25 | 0,12 | 0,4 | 2,0 |

При проведении расчетов использована методология специальных источников [4-7].В ходе расчетов были определены:

- низшая теплота сгорания топлива;
- теоретический объем воздуха, необходимый для полного сгорания 1м$^3$ газа при коэффициенте расхода воздуха α=1;
- объем влажных продуктов горения при сжигании 1 м$^3$ газа с α = 1;
- объем влажных продуктов горения при сжигании газа 1 нм$^3$ газа с α>1;
- действительный расход воздуха и объем продуктов горения при сжигании газа с α = 1,5;
- действительный расход воздуха и объем продуктов горения при сжигании газа при α=2,0(3,0);

- состав продуктов горения при сжигании газа с α=2,0(3,0);
- плотность продуктов горения при α=2,0(3,0) в нормальных условиях;
- средняя теплоемкость продуктов горения в зависимости от температур;
- калориметрическая температура горения газа при α=2,0(3,0);
- количество тепла, вносимое подготовленным сушильным агентом;
- расход природного газа на получение необходимого тепла;

Основные балансовые показатели технологической схемы производства представлены на рисунке 2.

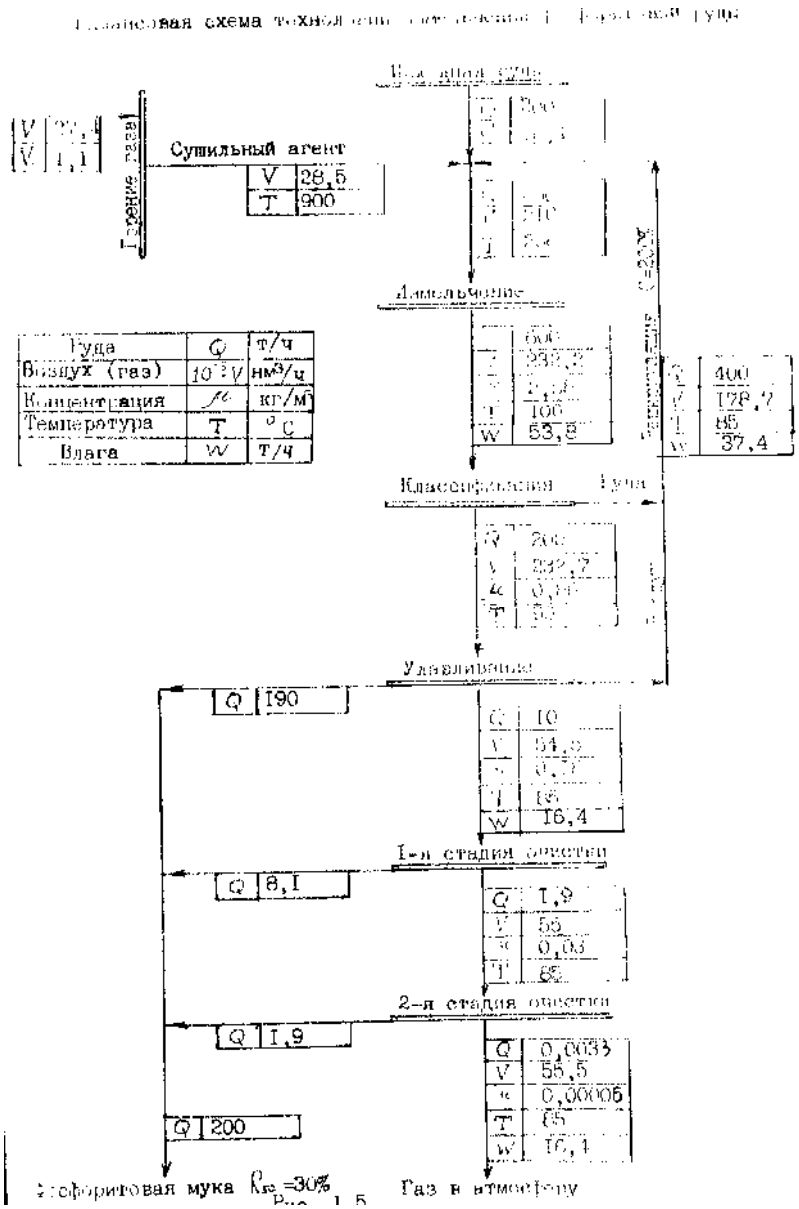



**Рис. 2.** Балансовые показатели технологической схемы производства

Динамика процесса измельчения фосфоритной руды в смеси с вермикулитом и внутренними вскрышными породами в вентилируемом размольном контуре и зависимость производительности мельницы по вновь образованным классам от количественной массы измельчаемого материала мельницы, на рисунках 3и 4, соответственно.

Результаты измельчения фосфоритной руды, содержащий вермикулит и внутренние вскрышные породы угледобычи в вентилируемой установке,при исходной нагрузке 0,5 кг/мин. и расходе воздуха 280 м$^3$/ч показаны ниже в таблице.

| Время опыта, мин | Производительность кг/мин | Сод-е м-цы | Гранулометрический состав измельченного продукта, % | | | | Производительность мельницы по классам крупности, кг/мин | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | - 0,1 | - 0,25 | - 0,5 | - 1 | - 0,1 | - 0,25 | - 0,5 | - 1 |
| 1 | 0,06 | 0,44 | 32,3 | 57,8 | 77,0 | 92,7 | 0,03 | 0,06 | 0,08 | 0,09 |
| 2 | 0,10 | 0,84 | 34,9 | 58,4 | 78,2 | 94,9 | 0,06 | 0,1 | 0,13 | 0,16 |
| 3 | 0,16 | 1,2 | 47,6 | 67,1 | 83,9 | 96,6 | 0,08 | 0,11 | 0,13 | 0,15 |
| 4 | 0,17 | 1,5 | 41,3 | 67,3 | 84,8 | 96,9 | 0,06 | 0,10 | 0,12 | 0,14 |
| 5 | 0,18 | 1,8 | 38,2 | 63,1 | 83,9 | 97,9 | 0,09 | 0,15 | 0,20 | 0,23 |
| 6 | 0,16 | 2,2 | 36,0 | 61,9 | 83,6 | 98,0 | 0,10 | 0,17 | 0,23 | 0,26 |
| 7 | 0,17 | 2,4 | 39,0 | 64,1 | 85,8 | 98,8 | 0,10 | 0,16 | 0,21 | 0,24 |
| 8 | 0,15 | 2,7 | 44,8 | 71,7 | 89,7 | 99,2 | 0,10 | 0,16 | 0,20 | 0,22 |
| 9 | 0,17 | 3,1 | 33,3 | 55,4 | 82,7 | 98,8 | 0,08 | 0,13 | 0,20 | 0,24 |
| 10 | 0,24 | 3,3 | 30,2 | 52,7 | 79,7 | 98,3 | 0,06 | 0,11 | 0,17 | 0,21 |
| 11 | 0,28 | 3,6 | 30,2 | 47,3 | 71,6 | 97,5 | 0,05 | 0,08 | 0,12 | 0,16 |
| 12 | 0,27 | 3,8 | 25,7 | 46,3 | 73,7 | 98,1 | 0,04 | 0,07 | 0,11 | 0,15 |
| 13 | 0,27 | 4,0 | 44,7 | 63,8 | 80,1 | 97,7 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,08 |
| 14 | 0,25 | 4,3 | 34,8 | 92,6 | 100 | 58,0 | | | | |
| 15 | 0,26 | 4,5 | | +20 | 6,6 | | | | | |

Производительность. батареи циклонов П
Степень очистки 0,12
Исходная руда 7,33
Содержимое мельницы 2,11

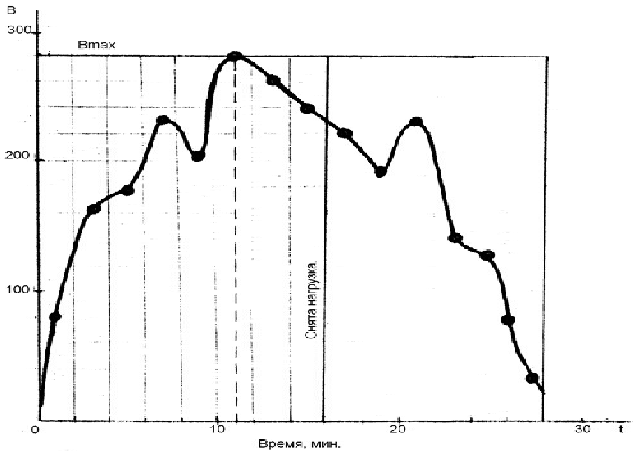



**Рис. 3.** Динамика процесса измельчения смеси фосфоритной руды с вермикулитом и внутренними вскрышными породами

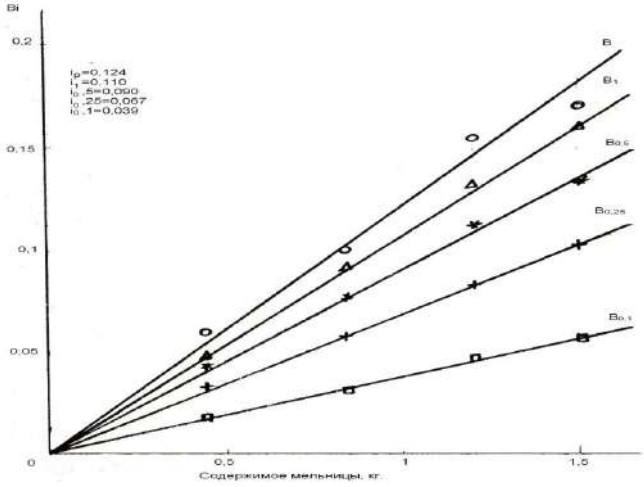



**Рис. 4.** Зависимость производительности мельницы по вновь образованным классам от количественной массы измельчаемого материала мельницы

Выполненные аналитические исследования и расчеты позволяют разработать технико-экономическое обоснование целесообразности проектирования и создания оборудованияразмольного комплекса большой единичной мощности для производства сложно-смешанных поликомпонентных удобрений пролонгированного действия

Экономическая эффективность применения новой техники является очевидность целесообразности ее освоения с более глубоким подходом при обосновании технологии производствасложно-смешанных поликомпонентных удобрений.

Для этого рекомендуется выполнить ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по следующим направлениям:

- создание лабораторных стендов, обеспечивающих выполнение исследовательских работ в области избирательного измельчения фосфоритных руд в смеси свермикулитом и внутренними вскрышными породами, а так же моделирование технологических процессов;
- исследование процесса воздушной классификации измельчаемой шихтовой смеси с целью создания более эффективных воздушно-проходных сепараторов;
- исследование процессов улавливания и обеспыливания газов, выбрасываемых в атмосферу с разработкой более эффективных аппаратов очистки воздуха, в частности, мокрых вихревых газопромывателей, не имеющих стоков в окружающую среду;
- разработка комплектов основного и вспомогательного оборудования для необходимой производительности вентилируемых установок;
- разработка средств контроля и автоматизации вентилируемых установок большой единичной мощности;
- разработка норм, универсальных алгоритмов и программ по расчету материальных балансов и оптимизации схем вентилируемых размольных комплексов с использованием современных ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12367-69. Мельницы трубные для цементного производства.
2. «Углеразмольное, рудоразмольное и пылеприготовительное оборудование», М. 1986.
3. «Газоочистное оборудование». М., 1981.
4. Металлургическое топливо. Справочник. Под ред. И.Н.Сушкина, Г.Ф.Кнорре, Т.А.Зикеева. – М. Металлургия.- 1965 – 471 с.
5. Металлургические печи. Д.В.Будрин, М.А.Глинков, М.В.Канторов и др. М., Металлургия, издат. - т.1. -1963. - 441 с.
6. Криваноин В.А., Марков Б.Л., Металлургические печи. М., Металлургия, 1967, 672 с.
7. Криваноин В.А., Молчанов Н.Г., Соломенцев Л. Металлургические печи. М. Металлургиздат.- 1962. - 600 с.

REFERENCES

1. GOST 12367-69. Melnitsytrubnyedlyatsementnogoproizvodstva.
2. «Uglerazmolnoe, rudorazmolnoeipyleprigotovitelnoeoborudovanie», M. 1986.
3. «Gazoochistnoeoborudovanie», M.. 1981g.
4. Metallurgicheskoetoplivo.Spravochnik. Pod red. I.N. Sushkina, G.F. Knorre, T.A. Zikeeva. – M. Metallurgiya.- 1965 – 471 s.
5. Metallurgicheskiepechi. D.V. Budrin, M.A. Glinkov, M.V. Kantorov i dr. M., Metallurgiya, izdat. - t.1. -1963. - 441 s.
6. Krivanoin V.A., Markov B.L., Metallurgicheskiepechi.M., Metallurgiya.- 1967. - 672s.
7. Krivanoin V.A., Molchanov N.G., Solomentsev L. Metallurgicheskiepechi.M. Metallurgizdat, 1962, 600 s.

Жантасов К.Т., Зият А.Ж., Жантасова Д.М., Жантасов М.К., Алтеев Т.А.

**Күрделі-аралас тыңайтқыштарды алу өндірісінің майдалау қондырғысы**

**Түйіндеме.** Мақалада фосфориттерді майдалауға арналған негізгі майдалау қондырғысын таңдау туралы мәлімет келтірілген. Негізгі технологиялық және техникалық сипаттамалар, майдалау қондарғысының және атмосфераға жіберілетін газды тазалау бойынша есептеулер келтірілген. Құрамында вермикулит пен ішкі жыныстары бар фосфоритті кенді майдалау екпінділігі және технологиялық сызбаның негізгі тепе-теңдік көрсеткіштері бойынша мәліметтер берілген.

**Кілттік сөздер:** ауа ағындарының тепе-теңдігі, айналдырушы агенттің шығыны, сепаратор, ауа ағыны, циклон, электрофильтр, тазалау тиімділігі.

Zhantasov K.T., Ziyat A.Zh., Zhantasova D.M., Zhantasov M.K., Alteev T.A.

**Equipment milling circuit manufacturing hard-blended fertilizers**

**Summary**. The article presents information on the selection of the main equipment of the grinding circuit for crushing rock phosphate. Calculations on major technological and technical characteristics and equipment grinding circuit and cleaning gases emitted into the atmosphere. Provides information on the key balance sheet figures of the technological scheme and dynamics of grinding of phosphate rock containing vermiculite and internal overburden.

**Key words**: balance air flow rate of ventilating agent, a separator, an air flow cyclone, the electrostatic cleaning efficiency.

УДК 66:612.622.37

**К.Т. Жантасов, А.Ж. Зият, Д.М. Жантасова,**
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан
**М.К. Жантасов,**
Крестьянское хозяйство «Жантас», Шымкент, Республика Казахстан
**Т.А. Алтеев**
Таразский инновационно-гуманитарный университет
Тараз, Республика Казахстан)

# РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВЫБОРУ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗМОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЖНО-СМЕШАННЫХ УДОБРЕНИЙ

**Аннотация**. Приведены сведения по существующим видам сухого измельчения, применяемым в различных отраслях экономики. На основании проведенного аналитического обзора рекомендуется технологическая схема измельчения фосфитной руды содержащий вермикулит и внутренниевскрышные породы в вентилируемой установке и применении измельченного материала для производства сложно-смешанных поликомпонентных удобрений.

**Ключевые слова:** измельчение, шаровая барабанная мельница сухого измельчения, технологическая схема, методика расчета, руда, теплота, сушильный агент.

Основными направлениями проектирования, предусматривается использование последних достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта, в результате чего реконструируемые строящиеся предприятия должны быть технически передовыми, экологически чистыми и обеспечивать выпуск продукции высокого качества при пониженных затратах труда, сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов.

Анализ показывает, что до настоящего времени основными конкурирующими направлениями являются разработки технологии сухого измельчения с использованием вентилируемых и аспирируемых трубных шаровых барабанных мельниц.

В настоящее время существует два вида измельчения материалапредусматривающих использованиеаспирируемые шаровые мельницы с решеткамив многокамерном исполнениипромышленностях. Технология измельчения в этих мельницах осуществляется в основном за счет механического транспорта материала в зоне размола и в трактах технологической схемы. Воздух или смесь воздуха с горячими газами, подается в зону размола в таком количестве, чтобы обеспечить сушку и разрежение в мельнице а также исключить пылеобразование.

Согласно Норм по проектированию, технологическая схема и выбор оборудования рассчитываются на необходимое количество вентилирующего агента, потребного для транспортирования, сушки, классификации и улавливания измельченных продуктов.

Достоинство вентилируемой технологии измельчения по сравнению с аспирируемой является в то что она позволяет исключить весь механический транспорт, заменив его на пневмотранспорт измельченных продуктов и, тем самым, устранить пылевыделение на рабочих местах. При этом, измельченные и одновременно высушенные продукты в мельнице транспортируются потоком газов в воздушно-проходной сепаратор, который позволяет получать готовые продукты в заданном диапазоне изменения их крупности.

Однако, при практическом освоении такой технологии в промышленности было установлено [1], что рекомендации Норм по методам расчета вентиляции и производительности вентилируемых установок существенно занижают потребность. При этом также как и в аспирируемой технологии всегда присутствует переизмельчение минеральных компонентов углей, руд и других материалов, что значительно снижает экономичность производства. Исходя из этого применение рекомендуемой Нормами технологии измельчения является нецелесообразным.

А.М. Штейнбергом впервые было установлено [2], что скорость вентиляции шаровой барабанной мельницы непосредственно определяет интенсивность измельчения, а оптимальная ее величина обеспечивает максимум производительности по всем образованным классам крупности при минимальныхэнергозатратах.

Так появилась новая иуниверсальная для всех испытуемых типов руд, оптимальная по минимуму затрат электроэнергии технология измельчения,материалов и барабанных мельниц первой стадии измельчения.

Согласно этой технологии [3] измельчению подвергаются в основном менее прочные частицы материала крупнее 2-3 мм, в то время как классы частиц менее указанного размера, обладающих повышенной прочностью, непрерывно удаляются транспортирующей средой в момент их образования с постоянной скоростью для заданных условий работы мельницы.

Учитывая то, что указанный продукт измельчения на выходе из мельницы уже содержит максимальное количество готовых фракций, для размольного контура классификатор выбирается из расчета их выделения с максимальной эффективностью, но при обязательном учете оптимального расхода транспортирующего сушильногоагента.

Анализ литературных данныхотражает хронологический путь развития важнейших отечественных работ по освоению оптимизированной технологии измельчения по минимуму затрату электроэнергии на размол и пневмотранспорту различного минерального сырья.

Эти работы нашли воплощение в измельчительных комплексах с шаровыми и бесшаровыми мельницами на окомковательных и обогатительных фабриках предприятий черной металлургии бывшего СССР, на никелевом заводе Пунта Горда (Республика Куба), на суриковом заводе лакокрасочной промышленности (г.Кривой Рог) и т.п.

Работами [4–7] установлено, что практическая потребность минимизации всех энергозатрат в общем случае удовлетворяется только технологией избирательного измельчения руд или отдельных минералов.

В основе технологии избирательного измельчения руд лежит принцип минимального переизмельчения готового продукта и составляющих руду минералов различной прочности и вкрапленности. Под избирательностью измельчения по гранулометрическому составу понимаетсято что для отдельного минерала онобъясняется максимальным выходом продукта заданной фракции, а экстремальное содержание минеральных компонентов в полученных фракциях при измельчении смеси минералов различной прочности характеризует избирательность измельчения по вещественному составу.

В настоящее время принцип избирательного измельчения наиболее оптимально реализуется в вентилируемых установках, в которых технологические процессы, основные на сухой рудоподготовке - измельчение, сушка, пневмотранспорт, классификация, предварительное обогащение, улавливание, обеспыливание и очистка газов, выбрасываемых в атмосферу, комплексно увязаны в единой замкнутой трубопроводной системе, находящейся под разрежением, что исключает запыленность окружающего пространства. При этом вентилируемые установки могут быть смонтированы как без выделения, так и с выделением более прочных компонентов.

Следует отметить, что применительно к требованиям технологии избирательной рудоподготовки в частности фосфоритной руды совместно с вермикулитом ивнутренними вскрышными породами угледобычи не имеется в полном объеме размольного и вспомогательного оборудования создаваемого в нашей стране и за рубежом.

Идея создания комплексных технологических линий согласно требованиям технологии избирательного измельчения зародилась в институте «Механобрчермет» [4]. Впервые были разработаны заявка и техническое задание для измельчения известняка и бентонита с воздушно-проходным сепаратором для установки шаровой барабанной мельницы МБО 600/550в комплексе с обжиговыми машинами ОК-520 [8].(г. Кривой Рог)

В данной работе ставится задача использованиявыше указанной разработки при создании комплектной вентилируемой установки для измельчения фосфоритных руд, составляющих 65-70% от количества других добавок в виде внутренних вскрышных пород угледобычи, вермикулита взятых в определенных соотношениях для получения сложно-смешанных минеральных удобрений пролонгированного действия. Работа включает два раздела. В первом разделе приведены расчеты и обоснование подбора оборудования для вентилируемой установки при измельчении известняка. Это дает возможность использовать имеющийся промышленный опыт освоения подобных установок при выполнении ТЭО. Во втором разделе выполнены поисковые исследования параметров измельчаемости фосфоритной руды с введением добавок с целью сопоставления измельчаемости слагающих руду компонентов с известняками, так как смесь выше указанных материалов по своим физико-химическим свойствам в какой-то степени близки к характерным особенностям известняка.

Это позволяет наметить рациональные пути экономического создания всего вспомогательного оборудования вентилируемой установки.

Рекомендуемая технологическая схема измельчения фосфоритовой руды приведена на рис. 1.

Исходная рудная смесь крупностью 70-0 мм и массовой доли влаги 8% поступает в приемный бункер 1, установленный перед каждой мельницей. Объем бункера обеспечивает не менее двухчасовой запас работы мельницы при определениипроизводительности.

Из бункера 1 ленточным питателем 2 рудная смесь подается в мельницу 5 совместно с горячими топочными газами, поступающими из топки 4. Одновременно в мельницу поступает возврат сепаратора 6 совместно с газами рециркуляции.

Измельченный и высушенный в мельнице материал увлекается вентилирующим агентом и через пылевыдающий патрубок по трубопроводу поступает в воздушно-проходной сепаратор 6, где происходит его классификация. Недоизмельченный материал возвращается в мельницу, а готовый продукт улавливается в циклонах 7.

После мельничного вентилятора 8 часть вентилирующего агента возвращается в мельницу, а остальная часть проходит очистку в циклонах 9 и электрофильтре 10, после чего выбрасывается в атмосферу вспомогательным вентилятором 11. Уловленный измельченный продукт собирается в сборный бункер 12, откуда пневмокасальныминасосами 13 подается в силоса.

Мельница обслуживается индивидуальной топкой, которая представляет собой специальную камеру, футерованную огнеупорными кирпичами и оборудованную газовыми горелками, для сжигания природный газ.

Основная идея выбора типоразмеров барабанных мельниц направлена на снижение не только энергетических затрат, при увеличении производительности, но и на снижение удельных затрат металла при строительстве установок большой единичной мощности.

Работы по обоснованию типоразмеров барабанных мельницбыли начаты в институте «Механобрчермет» (г. Кривой Рог, Республика Украина) [4,8,9] на основании новых методов исследований технологических процессов. Впервые для фабрик окомкования разработана заявка и техническое задание на шаровую мельницу ДхL=6х5,5 м для измельчения известняка и бентонита[8].

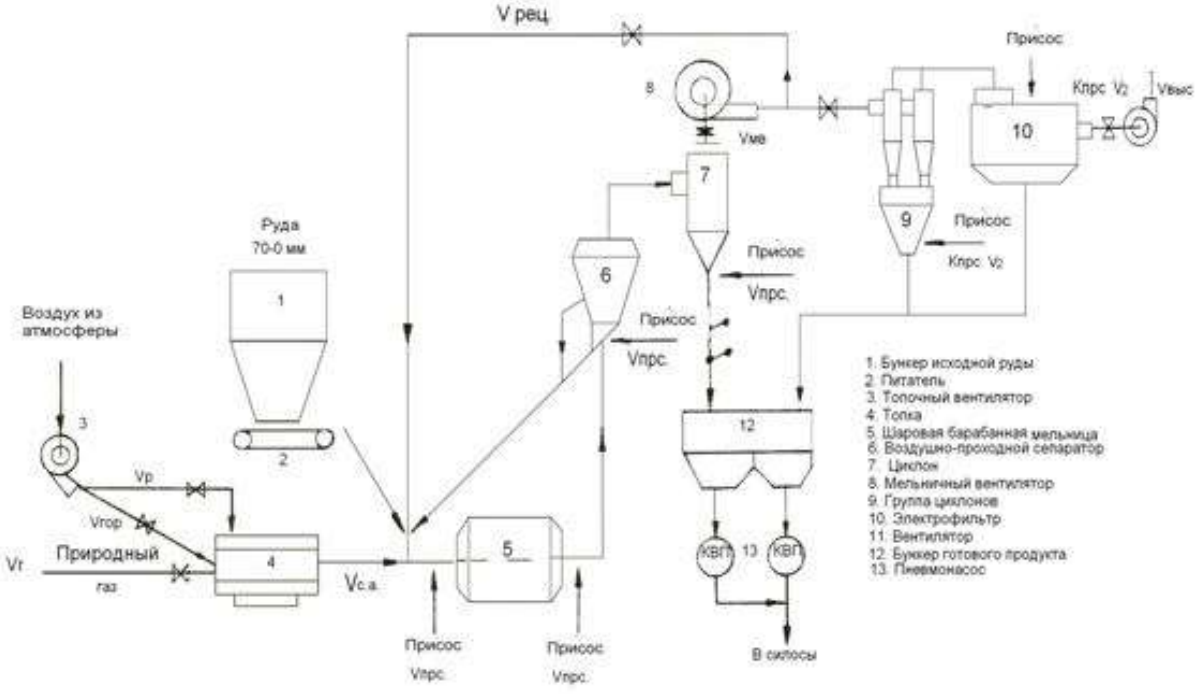



**Рис. 1.** Технологическая схема измельчения фосфоритовой руды

Для методики расчета нами использована работа авторов [8], согласно которой определены:

- полезная мощность $N_0$ , затрачиваемая на вращение дробящей среды по формуле: $N_0$ = 0,15ϑ*D*n , кВт

где:ϑ-вес дробящей среды, т;
D- диаметр мельницы, м;
n- частота вращения, об/мин.
$N_0$ = 0,15 220 60;
$N_0$ = 0,15 240 6,2;
$N_0$ = 2614-3303 ;

-потери на трение по формуле: $N_T$= 4,23 ▪t, кВт

где:t- относительная скорость вращения, доля ед.;

- $h$ - длина мельницы, м;

- мощность вращения барабана;
- мощность на валу привода;
- мощность потребляемая из сети и установленная мощность электродвигателя.

Производительность мельницы рассчитывается по формуле:

$$B=5,1\varphi_м+\sqrt{D}(R_{чу}+0,35)V_б, \text{ т/ч},$$

где:$V_б$ – объем мельницы;

При расчете принимался тот фактор, что остаток на сите класса 0,1 мм должен состовлять не более 15%, что соответствует остатку на стие 0,074 мм не более 24% и в дальнейшем позволяет получать гранулированное удобрение с заданными параметрами.

При проведении расчетов определены удельный расход электроэнергии на измельчение, объем воздуха для вентиляции мельницыскорость вентиляции мельницы, а так жескорость в цапфе мельницы.

Необходимо отметить, что в результате теоретических исследовании и анализе литературных источников выявлено:

-на примере измельчения известняка показано, что шаровая мельница ДхL = 6*5,5 для крупности 15% класса минус 0,1 мм имеет расчетную производительность порядка 250 т/ч;

-переход на мельницу большего диаметра с резервом мощности установленного двигателя $N_y$ = 4000 кВт позволяет при проектированииисключитьотделениедробления и использовать для измельчения исходную рудную смесь крупностью 0-70 мм.

Одним из значемых показателей эффективности производства сложно-смешанных удобрении является определение необходимого количества теплоты расходуемой на процесс вентиляции, так как основной массой подвегаемой измельчению служит фосфорит, масса которого состовляет от 65 до 70%. По этому расчет производится с исползованием следующих допущении:

- $q_{с.а.}$ – количество тепла, вносимое сушильным агентом, организованно подаваемым в размольный контур, на 1 кг сырой рудной смеси, ккал/кг;
- $q_{мех}$ – количество тепла, выделяемое в результате работы мелющих органов мельницы, ккал/кг;
- $q_{прс}$ – количество тепла присосанного воздуха, ккал/кг;
- $q_{исп.}$ – количество тепла, затраченного на испарение влаги в рудной смеси, ккал/кг;
- $q_2$ – количество тепла, уходящего из контура газа на очистку, ккал/кг;
- $q_р$ – количество тепла, затраченного на нагрев рудной смеси, ккал/кг;
- $q_3$ – количество тепла, диссипирующего в окружающее пространство в результате охлаждения установки, ккал/кг.
- $C_{с.а.}$ – теплоемкость сушильного агента перед контуром, ккал/кг·град;
- $C_{прс}$ – теплоемкость присосанного холодного воздуха, ккал/кг·град;
- Ср – теплоемкость сухой рудной смеси, ккал/кг·град;
- $t_1$ – температура сушильного агента перед размольным контуром, град С;
- $t_{прс}$ – температура присосанного воздуха, град С;
- $t_2$ – температура газов, уходящих из контура на очистку, град С.
- Общее уравнение теплового баланса имеет вид:$q_{с.а}+ q_{мех} +q_{прс}= q_{исп}+ q_2+ q_р+ q_3$

Расчет теплового баланса базируется на законе сохранения тепла: в установившемся режиме работы контура количество тепла, поступающего извне должно быть равным количеству тепла, уходящего из него. При этом, количество тепла рециркулирующего агента остается постоянным.

Полученные в соответствии с методикой авторов работы [10] данные расчетов сведены в таблице баланса возушных потоков вентилируемого контура при температуре $900^0$С.

Баланс воздушных потоков вентилируемого контура при $t_1$=900$^0$C.

| ПРИХОД | | РАСХОД | |
|---|---|---|---|
| Наименование | Коли-чество, тыс. нм$^3$/ч | Наименование | Коли-чество, тыс. нм$^3$/ч |
| Подготовленный сушильный агент, с.а. | 28,5 | Воздух, сбрасываемый во II ступень очистки, | 54,5 |
| Принос холодного воздуха на загрузочном патрубке мельница, I=0,5 прс. | 2,8 | | |
| То же, на разгрузочном патрубке мельницы, II=0,3 прс. | 1,8 | | |
| То же, на сепараторе, III=0,1 прс. | 0,5 | | |
| То же, на 1 ступени очистки, IV=0,1 прс. | 0,5 | | |
| Испаряемая влага, пар.<br>Итого | 20,4<br>54,5 | | 54,5 |
| Воздух рециркуляции, рц. | 178,7 | Воздух рециркуляции, рц. | 178,7 |
| Всего на мельничный вентилятор, м.в. | 233,2 | Всего после мельничного вентилятора, м.в. | 233,2 |

С использованием методики Норм авторов работы [10] найдены цифровые значения вышепреведенных допущении, баланса воздушных потоков вентилируемого контура и температура агента составляющая 211,9$^0$C, которая удовлетворяет допущению:$t_B$ = 211,9$^0$ меньше 400$^0$C и удовлетворяет условию ограничения по температуре подшипникрв мельницы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Ниценко В.И., Щелоков Я.М. Результаты промышленных испытаний и оценка надежности формул для расчета параметров шаровых барабанных мельниц. Сборник. Опыт эксплуатации котельных установок Уральских электростанций. ГОСИНТИ, 1966.

2 Штейберг А.М. Влияние различных факторов на режим вентиляции и производительность шаровых барабанных мельниц. Сб. науч.тр. ВНИИМТ №9, ГНТИ, Свердловск, 1963. -С. 271.

3 Красавин А.П., Сандаков В.С., Данилов Ю.А. и др., Комплексное исследование твердых отходов угольного производства. Обзор /ЦНИЭИуголь. – М., 1987.- 29с.

4 Исследование и научное обоснование оптимального размерного ряда шаровых мельниц для фабрик окомкования. Шифр темы 17-74, Ниценко В.И. Арх. №2000И,/Механобрчермет. – Кривой Рог, 1975.

5 Ниценко В.И., Косой Г.Н. и др. Разработка и внедрение технологии избирательного дробления сильвинитовой руды в молотковых дробилках.//Горный журнал. – 1987. - №3.

6Разработать технологию и аппаратурное оформление процессов сухого дробления и классификации сильвитовой руды до крупности 1-5 мм для калийных предприятий. Шифт Т. 05В 86-88, №гос.рег 0501880022493/БФ ВНИИГ; Ниценко В.И. – Минск, 1988.

7А.с. №4358363. Способ избирательного измельчения руд./ Ниценко В.И., Сапешко В.В. и др.

8Барсуков М.И., Голощапов Р.Е. Утилизация пород шахтных отвалов//Уголь. – 1979. - №2. – С. 51-55.

REFERENCES

1 Nitsenko V.I., Shchelokov Ya.M. Rezultaty promyshlennykh ispytaniy i otsenka nadezhnosti formul dlya rascheta parametrov sharovykh barabannykh melnits. Sbornik. Opyt ekspluatatsii kotelnykh ustanovok Uralskikh elektrostantsiy. GOSINTI, 1966.

2 Shteyberg A.M. Vliyanie razlichnykh faktorov na rezhim ventilyatsii i proizvoditelnost sharovykh barabannykh melnits. Sb. nauch.tr. VNIIMT №9, GNTI, Sverdlovsk, 1963. - S. 271.

3 Krasavin A.P., Sandakov V.S., Danilov Yu.A. i dr., Kompleksnoe issledovanie tverdykh otkhodov ugolnogo proizvodstva. Obzor /TsNIEIugol. – M., 1987. - 29 s.

4 Issledovanie i nauchnoe obosnovanie optimalnogo razmernogo ryada sharovykh melnits dlya fabrik okomkovaniya. Shifr temy 17-74, Nitsenko V.I. Arkh. №2000I,/Mekhanobrchermet. – Krivoy Rog, 1975.

5 Nitsenko V.I., Kosoy G.N. i dr. Razrabotka i vnedrenie tekhnologii izbiratelnogo drobleniya silvinitovoy rudy v molotkovykh drobilkakh.//Gornyy zhurnal. – 1987. - №3.

6 Razrabotat tekhnologiyu i apparaturnoe oformlenie protsessov sukhogo drobleniya i klassifikatsii silvitovoy rudy do krupnosti 1-5 mm dlya kaliynykh predpriyatiy. Shift T. 05V 86-88, № gos.reg 0501880022493/BF VNIIG; Nitsenko V.I. – Minsk, 1988.

7 A.s. №4358363. Sposob izbiratelnogo izmelcheniya rud./ Nitsenko V.I., Sapeshko V.V. i dr.

8 Barsukov M.I., Goloshchapov R.Ye. Utilizatsiya porod shakhtnykh otvalov//Ugol. – 1979. - №2. – S. 51-55.

Жантасов К.Т., Зият А.Ж., Жантасова Д.М., Жантасов М.К., АлтеевТ.А.

**Күрделі-аралас тыңайтқыштарды алуға арналған майдалау кешеніне өндірістік қондырғыны таңдау ұсынымын жасау**

**Түйіндеме.** Экономиканың түрлі салаларында қолданылатын құрғақ майдалаудың қолданыста бар түрлері туралы мәліметтер келтірілген. Өткізілген аналитикалық шолу негізінде айналу қондырғысында, құрамында вермикулит пен ішкі жыныстары бар фосфитті кенді майдалаудың технологиялық сызбасы және майдаланылған материалды күрделі-аралас поликомпонентті тыңайтқыштарды алуға пайдалану ұсынылады.

**Кілттік сөздер:** майдалау, құрғақ майдалаудың шарлы барабанды диірмені, технологиялық сызба, есептеудің әдістемесі, кен, жылулық, кептіргіш агент

Zhantasov K.T., Ziyat A.Zh., Zhantasova D.M., Zhantasov M.K., Alteev T.A.

**Development of recommendations on the choice of industrial equipment for grinding complex obtaining hard-blended fertilizers**

**Summary**. The data on existing types of dry grinding, used in various industries. Based on the analytical review recommended flowsheet grinding phosphite containing vermiculite ore and overburden in the inner ventilated installation and use of the crushed material for the production of hard-mixed multicomponent fertilizers.

**Key words**: grinding, ball mill drumdry grinding, process flow diagram, calculation methods, ore, heatdrying agent.

УДК 517.954+517.984.3

**М.А. Мустафин**
(Международный Университет Информационных Технологий
Алматы, Республика Казахстан medeu@rambler.ru)

# СУЩЕСТВОВАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ БИЦАДЗЕ-САМАРСКОГО

**Аннотация.** Данная работа посвящена вопросу существования положительного простого собственного значения для нелокальных эллиптических задач Бицадзе-Самарского
**Ключевые слова:** спектр, задачи Бицадзе-Самарского.

В 1969 г. А.В.Бицадзе и А.А.Самарский в работе [1] рассмотрели нелокальную эллиптическую задачу, возникающую в теории плазмы: ищется гармоническая в ограниченной области ***G*** функция, удовлетворяющая нелокальным условиям, связывающим значения искомой функции на многообразии $\Gamma_1 \subset \partial G$ со значениями на некотором многообразии, лежащем внутри области ***G;*** на множестве $\partial G \setminus \Gamma_1$ ставится условие Дирихле.

Различные варианты и обобщения нелокальных задач, которые содержат преобразования переменных, отображающих границу в замыкание области рассматривались многими авторами. Наиболее полная библиография авторов, занимавшихся данной проблематикой дана в работах А.Л.Скубачевского [2], [3]. В [2] также приведена классификация по типу нелокальных условий.

Пусть - $\Omega$ некоторая открытая ограниченная область в $R^n$ и

$$Lu \equiv -\sum_{i,j=1}^{n} a_{ij}(x)\frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} + \sum_{i=1}^{n} a_i(x)\frac{\partial u}{\partial x_i} + a(x)u = f(x) \qquad (1)$$

равномерно эллиптическое уравнение, заданное в $\Omega$.

Если коэффициенты дифференциального оператора $L$ и граница $\Gamma$ области $\Omega$ достаточно гладки, то для любой гладкой функции $f(x)$ существует единственное непрерывно дифференцируемое в области $\overline{\Omega} = \Omega + \Gamma$ решение $u(x)$ задачи Бицадзе-Самарского (случай 1 по классификации А.Л.Скубачевского [2]), которое представимо в виде

$$u(x) = Af(x) = \int_{\Omega} K(x,y) f(y) dx \qquad (2)$$

где $K(x,y)$ выписывается через функцию Грина для задачи Дирихле.

**Лемма 1.**

Для каждой области $\Omega_1 \subset \Omega$ положительной меры существует такое число $\eta = \eta(\Omega_1) > 0$, что имеет место неравенство

$$\eta \int_{\Omega} K(x,y)dy \le \int_{\Omega_1} K(x,y)dy \quad (x \in \Omega)$$

Доказательство леммы основывается на оценке снизу некасательной производной решения (1) в любой точке его неположительного минимума [4].

Пусть

$$u_0(x) = \int_{\Omega} K(x, y)dy .$$

Функция $u_0(x)$ положительна во всех точках области $\Omega$ и обращается в нуль на границе $\Gamma$.

**Лемма 2.**

Для каждой непрерывной, неотрицательной и не равной тождественно нулю функции $f(x)$ можно указать такие положительные постоянные $\alpha(f), \beta(f)$, что $\alpha u_0(x) \le Af(x) \le \beta u_0(x) \quad \left(x \in \overline{\Omega}\right)$.

Из неотрицательности функции $K(x, y)$ вытекает, что оператор (2) оставляет инвариантным конус $K$ неотрицательных функций в пространстве $C$. если введем в пространстве полуупорядоченность $u << v$, если $u - v \in K$ ([5],[6]).

Тогда утверждение леммы 2 можно переформулировать в следующем виде:

Для каждой ненулевой функции $f(x)$ можно указать такие положительные $\alpha = \alpha(f), \quad \beta = \beta(f)$, что

$$\alpha u_0 << Af << \beta u_0$$

Такие линейные операторы с таким свойством принадлежат классу $u_0$-ограниченных операторов [6].

Каждый вполне непрерывный линейный $u_0$ ограниченный оператор имеет неотрицательный собственный вектор $\varphi_0(x)$ ([5],[6], [7]).Там же доказано, что $u_0$ ограниченные операторы имеют в конусе единтсвенный нормированнный собственный вектор, этому собственному вектору соотсветсвует простое собственное значение $\lambda_0$; собственное значение $\lambda_0$ больше абсолютных величин остальных собственных значений.

Применяя эти результаты к оператору (2) и заметив, что собственные функции этого оператора совпадают с собственными функциями нелокальной задачи Бицадзе-Самарского ([1],[2])

$$\lambda L\varphi(x) = \varphi(x) \quad \left(x \in \Omega\right),$$

приходим к следующее теореме.

**Теорема**.

Пусть граница $\Gamma$ области $\Omega$ принадлежит классу $A^{(1,\lambda)}$, а функции $\frac{\partial a_{ik}(x)}{\partial x_r}, a_i(x), a(x)$ принадлежат классу $C^{(0,\lambda)}$ [8].

Тогда краевая задача Бицадзе-Самарского имеет единственную неотрицательную собственную функцию $\varphi_0(x)$. Соответствующее этой собственной функции собственное значение $\lambda_0$ положительное и простое. Остальные собственные значения по модулю строго меньше, чем $\lambda_0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бицадзе А.В., Самарский А.А. О некоторых простейших обобщениях линейных эллиптических краевых задачах// Докл. АН СССР.-1969.-185,№4.-С.739-740.

2. Скубачевский А.Л. Неклассические краевые задачи, I. Современная математика. Фундаментальные направления, 26, 2007, 3-132

3. Скубачевский А.Л. Неклассические краевые задачи, II. Современная математика. Фундаментальные направления, 33, 2009, 3-179

4. Бицадзе А.В. Краевые задачи для эллиптических уравнений второго порядка, М., Наука, 1966

5. Крейн М.Г., Рутман М.А. Линейные операторы, оставляющие инвариантным конус в пространстве Банаха // Успехи матем. наук, 1948, Т. 3, Вып.1 (23)

6. Красносельский М.А. Топологические методы в теории нелинейных интегральных уравнений, М., Гостехиздат, 1956

7. Красносельский М.А., Ладыженский Л.А. Структура спектра положительных неоднородных операторов, Труды Моск. Матем.общества, 3, (1954).

8. Миранда К. Уравнения с частными производными эллиптического типа, М., ИЛ, 1957

REFERANCES

1. Bitsadze A.V. Samarski A.A.O O nekotoryh prosteishih obobsheniyah ellipticheskih kraevyh zadachah// Dokl.AN SSSR. .-1969.-185,№4.-S.739-740.

2. Skubachevski A.L. Neklassicheskie kraevye zadachi, I .Sovremennaya matematika. Fundamentalnye napravlenya, 26, 2007, 3-132

3. Skubachevski A.L. Neklassicheskie kraevye zadachi, II .Sovremennaya matematika. Fundamentalnye napravlenya, 33, 2009, 3-179

4. Bitsadze A.V. Kraevye zadachi dlya ellipticheskih uravneni vtorogo poryadka, M., Nauka, 1966

5. Krein M.G., Rutman M.A. Lineinye operatory, ostavlyaucshie invariantnym konus prosranstve Banaha// Uspehi matem. Nauk, 1948, T. 3, Vyp.1, S.154-155

6. Krasnoselski M.A. Topologicheskie metody v teorii nelineinyh integralnyh uravneni, M., Gostehizdat, 1956

7. Krasnoselski M.A., Ladyzhenski L.A. Struktura spectra polozhitelnyh neodnorodnyh operatopov, Trudy Mosk. Matem. Obshestva, 3, (1954).

8. Miranda K. Uravneniya s chastnymi proizvodnymi ellipticheskogo tipa , M., IL, 1957

Мұстафин М.А.

**Бицадзе-Самарский есебі үшін оң өзінікі маныз тіршілек ету**

**Түіндеме.** Макаланың мақсаты - оң жай өзінікі маныз Бицадзе-Самарский эллипстік локалдық емес есептері үшін тіршілек ету дәлелдеу.

**Негізгі сөздер:** спектр, Бицадзе-Самарский есептері.

Мустафин М.А.

**Существование положительного собственного значения для задачи Бицадзе-Самарского**

**Резюме.** Цель статьи - доказать существование положительного простого собственного значения для нелокальных эллиптических задач Бицадзе-Самарского

**Ключевые слова:** спектр, задачи Бицадзе-Самарского.

Mustafin M.A.

**Existence of positive eigenvalue for Bitsadze-Samarski problem**

**Summary.** The goal of this article is to prove existence of positive simple eigenvalue for nonlocal elliptical Bitsadze-Samarski problem.

**Key words:** spectrum, Bitsadze-Samarski problems.

УДК 693.542

**Х.Г. Аканов, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова, А.К. Данлыбаева**
**А.К. Нурсейтова, Б.О. Конакбаев**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ БЕТОНА

**Аннотация.** В статье рассматривается определение модуля упругости и коэффициента Пуассона шкалы силоизмерителя испытательного пресса, а также приводятся формулы для вычисления при центрировании образцов деформации фиктивных волокон, совпадающих с центрами отверстий, в которых крепят индикаторы и коэффициент Пуассона бетона для каждого образца при уровне нагрузки, составляющей 30 %.

**Ключевые слова.** бетон, строительный раствор, инертные материалы, железобетон, модуль упругости, коэффициент Пуассона бетона, контрольные образцы, деформация, методы испытания.

Деформативные характеристики при сжатии и начальный модуль упругости по методике определеяют на призмах размером 15х15х60 или 10х10х40 см. Порядок изготовления подготовки и загружения образцов должен соответствовать ГОСТ 10180-78 по определению $R_{сж}$ и $R_{пр}$ [1].

Для измерения деформаций образца на его боковых гранях (по оси) устанавливают приборы (индикаторы часового типа, тензометры рычажного типа, тензорезисторы и др.). Наиболее часто для измерения продольных деформаций применяют индикаторы часового типа. Относительные деформации следует измерять с погрешностью не более 0, 001% ($\varepsilon = 1 * 10^5$). Чтобы избежать влияния деформации припорных частей призмы, которая происходит в стесненных условиях, наибольшая база измерения продольных деформаций не должна быть более ¾ высоты образца [2].

Отбор проб и изготовление образцов из бетонной смеси либо отбор образцов, изготовленных путем выбуривания или выпиливания их из изделий, конструкций и сооружений производят по ГОСТ 10180—78. Образцы изготовляют сериями. Серия должна состоять из трех образцов.

Правила выдерживания образцов сроки испытаний следует принимать по ГОСТ 10180—78, если нет других требований, предусмотренных стандартами или техническими условиями на бетонные железобетонные конструкции и изделия или рабочими чертежами конструкций. Образцы, высверленные или выбуренные из конструкций или изделий, должны до испытания находиться под влажной тканью за исключением образцов, требующих иных условий твердения, предусмотренных ГОСТ 10180—78 [3].

*Оборудование и приборы.* Для измерения деформаций следует применять тензометры по ГОСТ 18957—73 и другие приборы, обеспечивающие измерение относительных деформаций с точностью не ниже $1 \cdot 10^{-5}$. Допускается использовать проводниковые тензорезисторы по ГОСТ 21616—76, наклеиваемые на поверхность бетона [4]. Тензометры и индикаторы для измерения деформации устанавливают на образце с помощью прижимных приспособлений (рамок, струбцин, опорных вставок) в соответствии с фиксируемой базой измерения деформаций. Прижимные приспособления должны обеспечивать неизмененное положение тензометров и индикаторов относительно образца в процессе измерения деформации [4].

Прессы и испытательные машины должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8905—73. Допускается применение другого испытательного оборудования, отвечающего требованиям ГОСТ 10180—78 [3]. Формы для изготовления образцов следует применять в соответствии с требованиями ГОСТ 22685—77, а оборудование для изготовления образцов, приборы и инструменты для определения отклонений размеров и формы образцов от номинальных и неплоскостности их опорных поверхностей по ГОСТ 10180—78.

Для определения плотности (объемной массы) бетона образцов следует применять оборудование по ГОСТ 12730.0—78 и ГОСТ 12730.1—78 [5]. Испытательные машины (прессы) и приборы должны быть аттестованы и проверены в установленном порядке организациями Госстандарта или ведомственными метрологическими службами в соответствии с ГОСТ 8.001—80 и МУ 8.7—77.

*Подготовка к испытаниям*. Перед испытанием образцы следует осмотреть, устранить имеющиеся дефекты, измерить линейные размеры, проверить отклонение формы и размеров в соответствии с ГОСТ 10180—78 . Плотность (объемную массу) и влажность бетона в момент испытания (в тех случаях, когда это необходимо) определяют по ГОСТ 12730.1—78 и ГОСТ 12730.2—78. Перед испытанием образцы должны не менее 2 ч находиться в помещении лаборатории, кроме образцов, испытываемых при нагреве. Интервал рабочих температур помещения, где проводятся испытания, — от 10 до 30°С по ГОСТ 18957—73. На боковых поверхностях образцов следует разметить центральные линии для установки приборов для измерения деформаций и центрирования образцов по оси испытательной машины (пресса). По центральным линиям размечают базы измерения продольных и поперечных деформаций образцов. База измерения деформаций должна в 2,5 раза и более превышать наибольший размер зерен заполнителя и быть не менее 50 мм при использовании тензорезисторов и 100 м — при использовании других приборов для измерения деформаций. База измерения продольных деформаций должна быть не более $^2/_3$ высоты образца и располагаться на одинаковом расстоянии от его торцов. Приборы для измерения деформаций образцов должны быть установлены по четырем его граням или по трем или четырем образующим цилиндра, развернутым под углом 120° или 90°. Приборы для измерения поперечных деформаций

должны быть установлены посредине высоты образца нормально базам измерения продольных деформаций.

Для крепления индикаторов используют приспособления в виде стальных рамок, закрепляемых на образце с помощью четырех упорных винтов — по два с противоположных сторон образца — или опорных вставок, приклеиваемых на образце (рисунок-1).

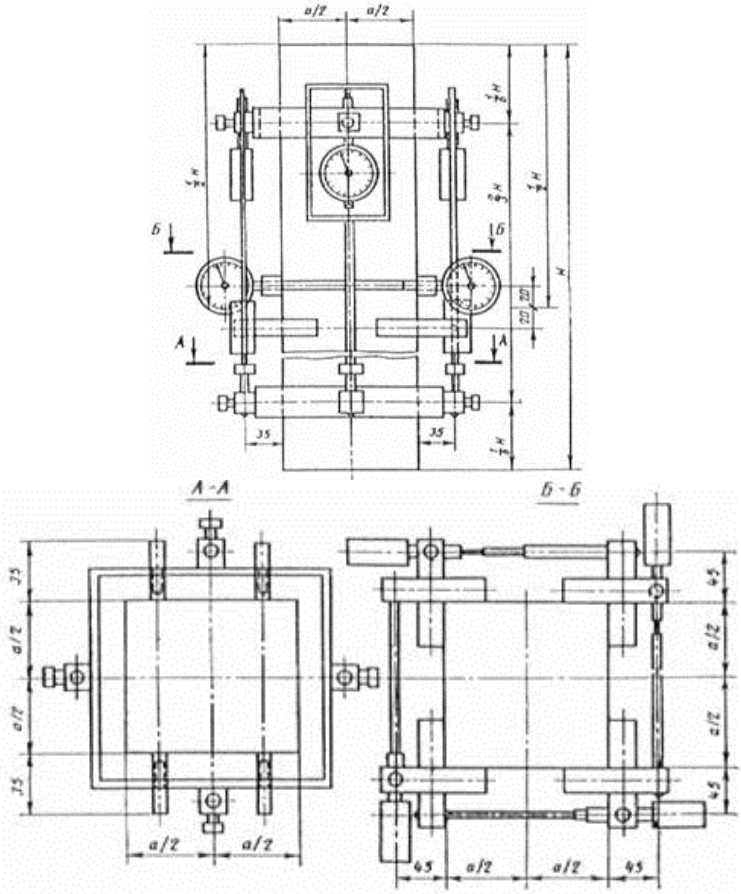



**Рис. 1.** Схема установки приспособлений для крепления индикаторов при измерении продольных и поперечных деформаций образца

Рамки следует изготовлять из стальных полос, опорные вставки — из стальных квадратов или прутков с отверстиями для крепления индикаторов. Масса соединительной вставки для измерения поперечных деформаций образца не должна превышать 10 г в соответствии с требованиями ГОСТ 18957—73. В качестве соединительной вставки для измерения продольных деформаций следует применять соединительные вставки-рамки, обеспечивающие возможность измерения деформаций до конца разрушения образца.

Для крепления опорных вставок следует применять быстрополимеризующийся клей с малым набуханием. Перед наклеиванием поверхность образца следует обезжирить органическим растворителем, а затем нагреть опорную вставку до температуры 50—60°С. Опорную вставку в горячем состоянии прижимают к поверхности образца, предварительно нанеся на нее клей. Рекомендуемая схема установки приспособлений для крепления индикаторов при измерении продольных и поперечных деформаций образца приведены на чертеже.

*Проведение испытаний.* При определении модуля упругости и коэффициента Пуассона шкалу силоизмерителя испытательного пресса (машин) выбирают из условия, что ожидаемое значение разрушающей нагрузки $P_p$ должно быть от 70 до 80 % от максимальной, допускаемой выбранной шкалой. При определении призменной прочности шкалу силоизмерителя выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 10180—78. Перед испытанием образец с приборами устанавливают центрально по разметке плиты пресса и проверяют совмещение начального отсчета с делением шкалы прибора. Начальное усилие обжатия образца, которое в последующем принимают за условный нуль, должно быть не более 2 % от ожидаемой разрушающей нагрузки. Значение ожидаемой разрушающей

нагрузки при испытании образцов устанавливают по данным о прочности бетона, принятой в технической документации, или по прочности на сжатие изготовленных из одного замеса образцов-кубов, определенной в соответствии с ГОСТ 10180—78. Ее значение при одинаковых сечениях кубов и призм следует принимать от 80 до 90 % от средней разрушающей нагрузки образцов-кубов. При центрировании образцов необходимо, чтобы в начале испытания от условного нуля до нагрузки, равной (40 ± 5 %) $P_p$ отклонения деформаций по каждой грани (образующей) не превышали 15 % их среднего арифметического значения. При несоблюдении этого требования при нагрузке, равной или большей (15 ± 5 %) $P_p$, следует разгрузить образец, сместить его относительно центральной оси разметки плиты пресса в сторону больших деформаций и вновь произвести его центрирование. Образец бракуют после пяти неудачных попыток его центрирования.

При центрировании образцов деформации фиктивных волокон, совпадающих с центрами отверстий, в которых крепят индикаторы, относят к граням образца и определяют по формулам:

$$\Delta_1 = \Delta_1^{/} + \frac{(\Delta_2^{/} - \Delta_1^{/})c}{2c + \alpha}; \quad (1)$$

$$\Delta_2 = \Delta_1^{/} + \frac{(\Delta_2^{/} - \Delta_1^{/})(a + c)}{2c + \alpha}; \quad (2)$$

где $\Delta_1^{/}$ и $\Delta_2^{/}$ — деформации фиктивных волокон на противоположных гранях образца;

$\Delta_1$ и $\Delta_2$ — деформации, отнесенные к граням образца;

$a$ — размер стороны образца;

$c$ — расстояние от грани образца до центра отверстий, в которых крепят индикаторы.

При определении призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона бетона нагружение образца до уровня нагрузки, равной (40 ± 5 %) $P_p$, следует производить ступенями, равными 10 % ожидаемой разрушающей нагрузки, сохраняя в пределах каждой ступени скорость нагружения (0,6 ± 0,2) МПа/с. На каждой ступени следует производить выдержку нагрузки от 4 до 5 мин (при нагреве до 15 мин) и записывать отсчеты по приборам в начале и в конце выдержки ступени нагрузки в журнал. При уровне нагрузки, равной (40 ± 5 %) $P_p$, снимают приборы с образца, если нет других требований, предусмотренных программой испытания. После снятия приборов дальнейшее нагружение образца следует производить непрерывно с постоянной скоростью в соответствии с требованием ГОСТ 10180—78. Машины (прессы) для испытаний следует эксплуатировать в соответствии с техническими условиями и правилами. Они должны быть снабжены страховочными приспособлениями в виде упругих элементов, воспринимающими нагрузку разрушения образца и гасящими упругую энергию. Рабочее пространство при проведении испытаний должно быть ограждено металлическими сетками с целью предотвращения разлетания осколков бетона при разрушении образца. Лица, допущенные к проведению испытаний, должны пройти курс обучения, включающий изучение настоящего стандарта, правил эксплуатации испытательных машин (прессов), приборов и аппаратуры, а также инструкции по безопасности труда. Программа обучения должна быть утверждена руководителем организации (предприятия) [3].

*Обработка результатов*. Призменную прочность $R_{\text{пр}}$ вычисляют для каждого образца по формуле

$$R_{пр} = \frac{P_p}{F}, \quad (3)$$

где $P_p$ — разрушающая нагрузка, измеренная по шкале силоизмерителя пресса (машины);

$F$ — среднее значение площади поперечного сечения образца, определяемое по его линейным размерам по ГОСТ 10180—78.

Модуль упругости $E_б$ вычисляют для каждого образца при уровне нагрузки, составляющей 30 % от разрушающей, по формуле

$$E_б = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_{1y}} \quad (4)$$

где $s_1 = P_1/F$ — приращение напряжения от условного нуля до уровня внешней нагрузки, равной 30 % от разрушающей;

$P_1$ — соответствующее приращение внешней нагрузки;

$\varepsilon_{1y}$ — приращение упруго-мгновенной относительной продольной деформации образца, соответствующее уровню нагрузки $P_1 = 0{,}3\ P_p$ и замеренное в начале каждой ступени.

В пределах ступени нагружения деформации определяют по линейной интерполяции.

Коэффициент Пуассона бетона вычисляют для каждого образца при уровне нагрузки, составляющей 30 % разрушающей по формуле [3]

$$\mu = -\frac{\varepsilon_{2y}}{\varepsilon_{1y}}, \tag{5}$$

где $\varepsilon_{2y}$ — приращение упруго-мгновенной относительной поперечной деформации образца, соответствующее уровню нагрузки $P_1 = 0{,}3\ P_p$ и замеренное в начале каждой ступени.

Значения $\varepsilon_{1y}$ и $\varepsilon_{2y}$ определяют по формулам:

$$\varepsilon_{1y} = \varepsilon_1 - \sum \varepsilon_{1n}; \tag{6}$$

$$\varepsilon_{2y} = \varepsilon_2 - \sum \varepsilon_{2n}; \tag{7}$$

где $\varepsilon_1$ и $\varepsilon_2$ — приращения полных относительных продольных и поперечных деформаций образца, соответствующие уровню нагрузки $P_1 = 0{,}3\ P_p$ и замеренные в конце ступени ее приложения; $\sum \varepsilon_{1n}$ и $\sum \varepsilon_{2n}$ — приращения относительных продольных и поперечных деформаций быстронатекающей ползучести, полученные при выдержках нагрузки на ступенях нагружения до уровня нагрузки $P_1 = 0{,}3\ P_p$.

Приращения относительных продольных и поперечных деформаций вычисляют как среднее арифметическое показаний приборов по четырем граням призмы или трем—четырем образующим цилиндра.

Значения относительных деформаций определяют по формулам:

$$\varepsilon_1 = \Delta l_1 / l_1 \tag{8}$$

$$\varepsilon_2 = \Delta l_2 / l_2 \tag{9}$$

где $\Delta l_1$, $\Delta l_2$ ¾ абсолютные приращения продольной, и поперечной деформаций образца, вызванные соответствующим приращением напряжений; $l_1$, $l_2$ — фиксированные базы измерения продольной и поперечной деформации образца.

При использовании тензорезисторов и других аналогичных приборов, шкалы которых проградуированы в относительных единицах деформаций, величины $e_1$ и $e_2$ определяют непосредственно по шкалам измерительных приборов.

При определении средних значений призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона в серии образцов предварительно отбраковывают анормальные (сильно отклоняющиеся) результаты испытаний. Для отбраковки анормальных результатов в серии из трех образцов сравнивают значения $y_l$ призменной прочности, модуля упругости или коэффициента Пуассона в серии, показавших наибольшие и наименьшие значения этих величин со средними их значениями в серии $y$, определенными по формуле (10), и проверяют в соответствии с требованием ГОСТ 10180—78 указанного стандарта. Если эти требования не выполняются, то поступают в соответствии с требованием ГОСТ 10180—78; если условия выполняются, то средние значения призменной прочности бетона, его модуля упругости или коэффициента Пуассона в серии образцов определяют по формуле

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_1, \tag{10}$$

где $\bar{y}$ — среднее значение указанных величин в серии образцов данного размера;

$y_1$ —значение указанных величин по отдельным образцам;

*n* — число образцов в серии.

В журнале результатов испытаний должны быть предусмотрены графы в соответствии с требованиями ГОСТ 10180—78 за исключением значения масштабного коэффициента, поскольку этот коэффициент при определении призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона не требуется. В журнале результатов испытаний должны быть предусмотрены, кроме того, дополнительные графы:

а) состав бетона, жесткость или подвижность смеси, вид, завод-изготовитель и активность вяжущих, вид заполнителей и добавок;

б) модуль упругости бетона отдельных образцов, МПа;

в) средний модуль упругости бетона в серии образцов, МПа;

г) значение коэффициента Пуассона отдельных образцов;

д) среднее значение коэффициента Пуассона в серии образцов;

е) база измерения деформаций, мм;

ж) тип тензометра, примененный для измерения линейных деформаций образца (цена его деления);

з) температура нагрева;

и) температура и относительная влажность воздуха помещения, в котором производились испытания.

В графе «Примечания» должны быть указаны дефекты образцов, особый характер их разрушения, отбраковка результатов испытаний, ее причины и т. д. в соответствии с требованиями ГОСТ 10180 ¾ 78.

ЛИТЕРАТУРА

1. 10180-78. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
2. Лещинский М.Ю. Испытание бетона: Справ. пособие.- М.: Стройиздат, 1980.-360 с.
3. ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы испытаний.
4. ГОСТ 21616—76. Тензорезисторы. Общие технические условия.
5. ГОСТ 12730.1—78. Бетоны. Методы определения плотности.

REFERENCES

1. 10180-78. The concrete. Methods of determination of strength of the control samples.
2. Leszczynski M. Testing of concrete: Ref. the manual. - M: stroiizdat, 1980.-360 C.
3. GOST 24452-80 Concretes. Test methods.
4. GOST 21616-76. The strain gages. General specifications.
5. GOST 12730.1-78. The concrete. Methods for determination of density.

Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Данлыбаева А.К., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.

**Бетонның серпімділік модулін зерттеу**

**Аннотация.** Берілген мақалада серпімділік модулін және сынау баспақтың күшөлшеуіш шкаласының Пуассон коэффициентін анықтау қарастырылады, сонымен қатар индикаторларды бекітетін саңылау центрімен сәйкес келетін жалған талшықтардың өзгеру үлгілерін орталықтандыру кезде есептеу үшін формулалар және жүктеме деңгейлері кезінде әр үлгі үшін 30 пайызды құрайтын бетонның Пуассон коэффициенті келтірілген.

**Түйінді сөздер:** бетон, құрылыс ерітінділері, инертті материалдар, темірбетон, серпімділік модулі, бетонның Пуассон коэффициенті, бақылау үлгілері, деформация, сынау әдістері.

Akanov H.G., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Danlybaeva A.K., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.

**The study of the modulus of elasticity of concrete**

**Summary.** This article discusses the determination of the elastic modulus and Poisson's ratio of the scale siloizmeritelya test press and the following formulas to calculate when centering samples deformation dummy fiber, coinciding with the centers of the holes in which krepjat indicators and Poisson's ratio of concrete for each specimen under load level, making 30 %.

**Key words**. concrete, mortar, inert materials, concrete, elastic modulus, Poisson's ratio of the concrete, the control samples, deformation, test methods.

УДК 004.434

**Т.А. Шмыгалева, Л. Ш. Черикбаева, Б. К. Алимбаева,**
**Ф. С. Телгожаева, С. А. Адилжанова, Г. А. Тюлепбердинова**
(Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан Республикасы
lyailya_sh@mail.ru)

## WEB БЕТІН JSP ТЕХНОЛОГИЯСЫ АРҚЫЛЫ ЖАСАУ

**Аннотация.** Бұл жұмыста электрондық кітаптарды (e-book) интернетке орналастыру қарастырыған. Осы мәселені жүзеге асыру үшін JSP технологиясын пайдаланып, XML құжатында сақталған мәліметтерді WEB беті ретінде шығару. Электрондық кітаптар осы уақытқа дейін әр түрлі технологиялар арқылы жасалынып келді. Бұл жұмыста JSP технологиясын пайдалана отырып электрондық кітап жасаумен қатар JSP технологиясының негізгі аспектілері мен электрондық кітап жасаудағы JSP технологиясының артықшылықтары қарастырылған.

**Кілттік сөздер:** интернет, электрондық кітап, технология, программалық қосымша, сервер, сервлеттер.

Қазіргі таңда интернет көптеген қызықты және ойландыратын жаңалықтарға толы. Интернет ақпарат әлемін бір арнаға байланыстырады. Сондықтан көптеген ұйымдар ақпараттық жүйені құру стратегиясында Интернет пен Web-ке аса көңіл бөліп отыр.

Соңғы бірнеше жылдар ішінде информациялық технологияның бүкіл әлемде, сонымен қатар Қазақстанда заманға сай жетістіктерін дамыту күннен күнге артып келе жатыр. Информациялық технологиялардың даму жолдарын зерттеудегі алынған нәтижелер осы уақыт ішіндегі информатика саласындағы маңызды жетістіктерінің бірі болып саналады. Осындай жетістіктердің арқасында интернет желісін пайдалану мүмкіндігі артып, пайдаланушылар саны арта түсуде. Қандай да бір жасалынған жұмыстарымыздан және ақпараттардан алынған нәтижелерді дәл сол уақыт мезетінде қолдана алатын болсақ, онда олардың маңызы өте зор болатын еді.

Кез-келген компания, кез-келген адам бірінші кезекте Интернет сайттарына көңіл бөле отырып, осындай мәселелерді шешу мүмкіндігін интернет желілерінде кеңінен жүзеге асырады. Осындай себептерге байланысты қазіргі таңда Web программалау саласы өте жақсы қарқынмен дамып жатыр. Орналасқан жеріне, ара-қашықтыққа қарамастан байланыс орната алу Web программалаудың үлкен артықшылығы болып табылады.

Мұнда қарастырып отырған негізгі мәселе-осындай артықшылықтарды, мүмкіндіктерді пайдалана отырып, күннен-күнге дамып келе жатқан Интернет желісінің даму мәселелерін қарастыру, соның ішінде электрондық кітаптардың (e-book) барлық оқырмандарға жеткілікті болуы үшін оны интернетке орналастыру. Осы мәселені жүзеге асыру үшін JSP-ні пайдаланып XML документінде сақталған мәліметтерді WEB беті ретінде шығару, яғни WEB беттерінде электрондық кітаптарды орналастыруды JSP технологиясы арқылы жасау.

Java серверлік беті өзімен бірге web-қосымшасын өңдеу үшін Java технологиясын ұсынып отыр. Сервлеттер технологиясының web-технологиясында ең жетілген және кең ауқымды қолданыс уақытында JSP іске қосылған. Бірақ JSP сервлеттер орнын толықтара алмайды. JSP сервлеттер технологиясының кеңейтілген түрі болып саналады.

Сервлеттер – бұл Java Web серверінде жұмыс істейтін немесе Java қосымшасы серверінде жұмыс істейтін Java прогаммасы. CGI-программасы сияқты сервлеттер Web-қызметтерді браузерге жеткізе алады. Сервлеттер – бұл нақты бір платформаға немесе web серверге байланыссыз құрылған Java кластар. Клиентпен сервердің өзара іс-әрекеті сұраныс-жауап стандартты схемасында құрылады. Сонымен сервлет өзі үздіксіз клиентпен байланыспайды, керісінше жойылған клиентпен байланыс ұстайтын роль атқара отырып web–контейнерге түседі. Сервлеттер Java тілінде жазылады, ал сервлеттер технологиясын кез-келген Java–машинасында жіберілген платформасында қолдануға болады. Бір жағынан Java тілінің көмегімен сервлеттерді бір платформадан басқа платформаға ешқандай компиляциялаусыз апаруға болады.

Сервлеттер – бұл Java Web серверінде жұмыс істейтін Java программасы. CGI- программасы сияқты сервлеттер Web-қызметтерді браузерге жеткізе алады. Сервлет – бұл нақты бір платформаға немесе web серверге байланыссыз құрылған Java класс. Қандайда бір болмасын жаңадан программалауды үйренуді бастау үшін әрқашанда түпкі негізінен бастау керек. Мысалы үшін javax.servlet интерфейсін түсіну үшін де Servlet өте маңызды болып саналады, өйткені ол интерфейс

болып табылады. Servlet-тің сонымен қатар оның конфигурациясын білдіретін контекстін де білу керек. Осыларға байланысты javax.servlet пакетінің мүшелерімен танысу керек.

JSP беті HTML тегі мен Java кодынан тұрады. HTML тегі ұсыну есебін орындайды, ол код құрылымдарды құрады. Өзінің қарапайым формасында JSP беті тек HTML ды ғана өзіне қосады.

JSP технологиясы javax.servlet.jsp және javax.servlet.jsp.tagext пакеттерінен тұратын API JSP-ға негізделеді. Осы екі JSP пакетіне қосымша сервлеттердің екі пакеттері javax.servlet және javax.servlet.http керек.

JSP беті элементтерден және шаблондық берілгендерден тұрады. Элементтер JSP тегтері деп те аталады, олар JSP-нің синтаксисін және семантикасын құрады. Шаблондық берілгендер - бұл JSP-контейнері түсінбейтіндері, мысалы HTML-тектері.

Элементтердің үш түрі бар:

- ✓ Дерективті элементтер
- ✓ Сценарий элементтері
- ✓ Қозғалыс элементтері

Қандайда бір ақпараттар HTML арқылы ұсынылады, ал басқалары кітапқа ұқсас түрде құрылып ұсынылады. Мысалы олар жүйелік басқару, электрондық кітаптар.

Электрондық кітап–(e–book), олда кәдімгі кітап сияқты оның мазмұны, тараулар қатары бар. Электрондық кітап жүйеде жүрсе де кәдімгі баспа кітаптарында жоқ қасиеттерге ие. Мысалы баспашы электрондық кітаптың барлық тарауларының тізімін жасау арқылы, оқырмандарға ыңғайлылық жасап қояды. Мысалы басқа да тарауды оқып жатып, келесі немесе қалаған тарауға лезде өте алады.

Электрондық кітаптың форматын таңдау ең басты шешім болып табылады.

E-book баспа кітаптарының басқа да қасиеттеріне ие. Біріншіден e-book-ты интернетке орналастырсақ, оны барлық қалаған адамдар оқи алады, екіншіден электрондық кітапты кез–келген уақытта өзгерте аламыз. Тек қана бір кемшілік–бұл оқырмандар Интернетке қосылу керек. Дегенмен де қазіргі таңда Интернетке қосылу әдеттегі құбылысқа айналып бара жатыр.

Енді иерархиялық берілгендермен жұмыс істеу үшін формат таңдау қажет. Қазіргі кезде XML-біздің қажетімізге жарауы мүмкін. XML-бұл кең таралған, оны оңай түзетуге болады. Егер кітап құрылысы XML-документінде сақталса, онда оған өзгертулер енгізгіңіз келсе тек XML-документін ғана түзетуге болады.

Электрондық кітаптың құрылысын XML-форматында жақсартумен қатар, енді оны экранға шығару мәселесін қарастыру қажет, ол үшін Java Script-ты қолдану қажет. Объектілі ағаштың ішкі түрін өзгеру үшін Java Script объектілі документте тазалау мен қайта жазу жүргізу керек, сондықтан рамкалармен (frame) жұмыс істеу жеңіл.

Рамкалар (frameset) жиыны, негізгі документ болып табылатын, Java Script–тың барлық кодынан және екі рамкадан тұрады. Сол жақ рамка кітаптың құрылысын, ал оң жақ рамка таңдап алынған HTML-бетін көрсетеді. JavaScript объективті ағашта объектілер арасындағы байланысын көрсетеді.

Әрбір объектінің құрылуы үшін екі функция қажет болады, бұлар: Create Object және append.

Create Object функциясы объектілі ағашта объектіні құру үшін қолданылады, ал append функциясы екі функция арасынағы байланысты құру үшін қолданылады.

Ағаштағы объект кітапты және оның тараулары мен тармақтарын ұсынады.

Әрбір объект ерекше идентификаторлардан тұрады және бұлар осы объектілерді, тарауларды іздеуде қолданылады. Объектінің негізгі бөлігі экранға шығарылған тараулар аты, ерекше идентификаторлар, HTML-дан тұратын URL-дар болып табылады.

Осы үшін элементтерге қосымша ашу немесе жабу элементі де жатады. Ашық объект барлық бұтақтарды көрсетеді, егер олар бар болса. Жабық объект өзегінің жанында, (+) таңбасы тұрады. Осы объектіні ашу үшін (+) таңбасына басу керек. Ашық объект (-) таңбасынан тұрады. Объектіні жабу үшін осы (-) таңбасын басу керек.

Объектіні құру үшін Create Object функциясын шақырып, оған ерекше идентификатор, тарау атын және URL құрамын беру керек.

Java Script объектілі ағашын құрудағы бір қиыншылық - бұл XML документін Java Script кодына трансляциялау болып табылады. Электрондық кітапқа сұраныс кезінде XML файлын әр ретте оқуда серверлік өңдеу қажет болады. Сонымен мұнда жасалынған кітап мазмұнын өзгертуде тек XML-документін ғана түзетуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Курнявян Б. Создание Web приложений на языке Java с помощью сервлетов JSP и EJB -М.: Лори 2005. С.3-19.

2. Дж. Бамбара Д., Дин З, Ашнаульт М., и др. J2EE. Разработка бизнес-приложений -М.: DiaSoft, 2002.С.25-32.

3. Кэри И., Амриш, Хавар Заман Ахмед. Разработка корпоративных Java-приложений с использованием J2EE и UML -М.: Вильямс 2004. С.6-19.

REFERENCES

1. Kurnyavyan B. Building Web applications in Java using JSP servlets and EJB -M.: Lory 2005. P.3-19.

2. Dz. Bambara Dz., Din Z, Achnault M., and oth. J2EE. Developing Business Applications -M.: DiaSoft, 2002.p.25-32.

3. Kery I., Amrish, Havar Zaman Ahmed. Developing Enterprise Java-based applications using J2EE and UML -M.: Vilyams 2004. p.6-19.

Шмыгалева Т.А., Черикбаева Л. Ш., Алимбаева Б. К.,
Телгожаева Ф. С, Адилжанова С. А, Тюлепбердинова Г. А.

**WEB бетін JSP технологиясы арқылы жасау**

**Түйіндеме.** Мақалада жұмыстың нәтижесі ретінде XML файлында құрастырылған электрондық оқу басылымын JSP арқылы Web бетіне шығару жолы көрсетілген. Жұмыста электрондық кітаптардың (e-book) WEB бетіне орналастыру. Осы мәселені жүзеге асыру барысында JSP технологиясының негіз пайдалану. Осы нәтижені алыстан оқыту технологиясының тиімді жолын құру үшін пайдалануға болады.

**Кілттік сөздер**: интернет, электрондық кітап, технология, қосымша, сервер, сервлеттер

Шмыгалева Т.А., Черикбаева Л. Ш., Алимбаева Б. К.,
Телгожаева Ф. С, Адилжанова С. А, Тюлепбердинова Г. А.

**Создание WEB страниц на базе JSP технологий**

**Резюме.** В статье отражены результаты работы - создание электронных учебных пособий для WEB страниц, созданных на базе JSP и XML технологий. В работе автором отражены процессы размещения электронных книг в WEB страницах. Для решения данной задачи непосредственно использовались JSP технологии создания Веб-страниц. Результаты работы могут быть эффективно использованы для дистанционного обучения.

**Ключевые слова**: интернет, электронные книги, технология, приложения, сервер, сервлеты

Шмыгалева Т.А., Черикбаева Л. Ш., Алимбаева Б. К.,
Телгожаева Ф. С, Адилжанова С. А, Тюлепбердинова Г. А.

**Design WEB pages based on JSP technologies**

**Summary.** Paper describes work results- creating electron books (e-book) for WEB pages, developed at JSP and XML technologies. In this paper author is presenting e-book development processes for WEB. For solving this issue JSP technologies were used. Article results could be effectively implemented into distance learning processes.

**Key words**: Internet, electronic-books, technology, software, server, servlets.

УДК 006 : 33 (574)

**С.Б. Джумагазиева, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова, А.К. Нурсейтова**
**Б.О. Конакбаев, А.М. Турмаханова**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

## АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА СТ РК ИСО 9001 НА ПРЕДПРИЯТИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**Аннотация.** В статье изложен уровень качества продукции или услуг, который является надежным индикатором общего состояния фирмы. Отражен, один из наиболее эффективных путей решения проблемы качества связанный с применением международных стандартов ИСО 9000. В работе приведен пример и опыт организаций, внедривших СМК в соответствии со стандартами ИСО 9000, которые невозможны без перестройки общей системы управления производственной и хозяйственной деятельностью.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества, внутренний аудит, соответствие, стандарт, руководитель, предприятие, стратегия, качество, менеджмент.

Уровень детализации документов в различных видах бизнеса может быть различным, в одних - требуется меньшая детализация, в других - большая. В тех случаях, когда детали важны для достижения нужных результатов, могут потребоваться детализированные письменные методики, возможно, сопровождаемые рабочими инструкциями, описывающими процесс выполнения работы шаг за шагом. В этих случаях существует тенденция к включению в документацию мелких деталей [1].

Равным образом вы можете полагаться на опытность и компетентность сотрудников, которые знают, что от них требуется, и не нуждаются в детализированной документации. На тех участках бизнеса, где решения должны приниматься быстро, специалисты, предоставляющие эти услуги, должны обладать необходимой квалификацией, позволяющей им принимать решения на месте. В этих случаях от документированных методик мало пользы, поскольку люди не имеют времени в них заглядывать.

Работы, выполняемые лишь раз в год, должны быть документированы более подробно, поскольку люди обладают меньшим практическим опытом их выполнения по сравнению с работами, выполняемыми постоянно. В результате они могут забыть некоторые детали того, как надо выполнять такие работы к тому времени, как в этом возникнет потребность. К числу таких работ могут относиться некоторые процедуры системы менеджмента качества, установленные в соответствии с ИСО 9001:2000.

Из приведенных рассуждений следует, что методы решения одних задач вашего бизнеса должны быть документированы подробнее других. При этом вы должны сами решить, что и насколько детально следует документировать.

Уровень качества продукции или услуг - надежный индикатор общего состояния фирмы. Один из наиболее эффективных путей решения проблемы качества связан с применением международных стандартов ИСО 9000. Если еще недавно внедрение этих стандартов служило для организации рекламой, то теперь отсутствие системы качества, построенной в соответствии со стандартами ИСО 9000, рассматривается, скорее, как антиреклама [2].

Появление и широкое использование международных стандартов на системы менеджмента качества (СМК) ИСО серии 9000 заставило переосмыслить многие привычные представления о способах жизни и работы организаций в условиях конкуренции и глобализации рынков. За столетнее существование теории и практики менеджмента выработано множество приемов, подходов и методов. Между тем, международной стандарт не может отражать самый передовой мировой опыт, ведь он представляет собой документ, который необходимо согласовать между большим числом представителей различных организаций и разных стран. Поэтому можно утверждать, что ведущие фирмы мира находятся на уровне, который намного опережает стандарты ИСО 9000.

Следовательно, идти в ногу с действующими стандартами - значит лишь пытаться догонять тех, кто ушел далеко вперед. Отсюда вывод: современная эффективная СМК - это система, разработанная на основе не только формальных требований стандартов ИСО 9000, но и мирового и отечественного опыта, находящегося за пределами нынешних версий этих стандартов [2].

Возможны два подхода к внедрению стандартов ИСО 9000. В одном случае стандарты используются как инструмент повышения эффективности деятельности организации, где появляется внутренняя потребность в их внедрении, и высшее руководство осознает, что без этого нельзя развиваться дальше. При такой стратегии на первом месте стоит качество продукции, процессов, системы качества и организации в целом и, естественно, возникает необходимость разработать наиболее рациональный состав документов, выделить ресурсы для повышения результативности системы, провести объективный внутренний аудит, самооценку.

В другом случае стандарты внедряются с целью получения сертификата. При этом необходимость последнего может быть обусловлена требованиями тендера, партнеров или потребителей при заключении контракта, желанием быть не хуже других и т.п. По существу, это не что иное, как навязывание ИСО 9000 извне. При таком подходе все усилия сосредоточены на разработке документации и выполнении формальных требований органов по сертификации. Специалисты, принимающие технические, экономические и управленческие решения, остаются в стороне, а персонал делает только то, что необходимо для проверяющих. Главная цель внедрения стандартов -улучшение качества - отодвигается на задний план. Возможно поэтому в Казахстане по оценкам специалистов до 80% организаций, внедривших и сертифицировавших системы качества, не получили ожидаемого эффекта [2]. Следует подчеркнуть, что главное в СМК - не разработанные

документы, а психологическая готовность высшего руководителя, всего коллектива организации работать по определенным принципам и правилам. Создание СМК - это создание системы управления горизонтальными процессами, что имеет принципиальное значение и предполагает правильное взаимодействие персонала друг с другом без прямого вмешательства руководства. С одной стороны, руководитель организации должен возглавить работы по созданию, анализу эффективности и совершенствованию системы менеджмента качества, с другой стороны эти работы должны вестись автономно, без его непосредственного участия. Руководитель, принимая всю ответственность на себя, распределяет ее на остальных руководителей служб и подразделений и делегирует им соответствующие полномочия.

Основополагающую роль в создании СМК играют [2]:

- личная заинтересованность, поддержка и участие первого руководителя организации;
- позитивные внутренние мотивы внедрения;
- наличие команды из сотрудников, способных помочь своими знаниями и опытом внедрению стандартов ИСО 9000;
- численное превосходство сторонников создания системы качества над ее противниками.

Опыт организаций, внедривших СМК в соответствии со стандартами ИСО 9000, показывает, что решение этой задачи невозможно без перестройки общей системы управления производственной и хозяйственной деятельностью и создания ее подсистем:

- документированной СМК;
- системы взаимовыгодных партнерских отношений с поставщиками;
- системы мотивации персонала к непрерывному улучшению качества продукции, процессов, системы качества;
- системы непрерывного обучения и тренинга персонала;
- системы взаимоотношений с потребителями.

Организация должна проводить мониторинг информации, касающейся восприятия потребителями соответствия организации требованиям потребителей, как одного из способов измерения функционирования системы менеджмента качества. Должны быть установлены методы получения и использования этой информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. quality.eup.ru›GOST/vnst.html.
2. Колин ФОКСВЕЛЛ. Руководство по применению стандарта ИСО 9001:2000 в сфере услуг. / Пер с англ. А.Л. Раскина.- М., РИА «Стандарты и качество», 2002.-192 с. – («Дом качества», вып. 7 (16)).

LITERATURE

1. quality.eup.ru›GOST/vnst.html.
2. Colin FOXWELL. Guidance on the application of ISO 9001:2000 in the service sector. / Translated from English. A. L. Raskin.- M, RIA "Standards and quality", 2002.-192 C. ("House of quality", vol. 7 (16)).

Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К.
Қонақбаев Б.О., Тұрмаханова А.М.

**ҚР-ғы өндіріс орындарындағы СТ РК ИСО стандартын енгізу сараптамасы**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада өнім сапасының деңгейі туралы айтылған. Халықаралық ИСО 9000 стандарты қолданып, сапа байланыс мәселелерді шешудің тиімді жолдары көрсетілген. Жұмыста СМЖ-ны енгізген ұйымдардың нәтижелері мысал ретінде көрсетілген.

**Түйін сөздер:** сапа жүйесінің менеджменты, ішкі аудит, сәйкестік, стандарт, жетекші, жоспар, өндіріс, сапа, менеджмент.

Jumagazieva S.B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K.
Konakbaev B. O., Turmakhanova A. M.

**The analysis of the implementation of the standard ST RK ISO on companies of the Republic of Kazakhstan**

**Summary.** In this paper, the level of quality of products or services, which is a reliable indicator of the General condition of the firm. Reflected, one of the most effective ways of solving the quality problems associated with the use of international standards ISO 9000. In this work we present the example and experience of organizations that have implemented QMS in accordance with ISO 9000, which is impossible without rebuilding the overall management of production and economic activity.

**Key words:** the quality management system, internal audit, compliance, standard, head, enterprise strategy, quality management.

УДК 006 : 33 (574)

**С.Б. Джумагазиева, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова,**
**А.К. Нурсейтова, Б.О. Конакбаев**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан)

# АНАЛИЗ АУДИТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**Аннотация.** В статье приведены качества продукции, которая является одним из важнейших средств конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке, а также рассмотрена система менеджмента качества, регламентируемая стандартом ISO 9001.

**Ключевые слова:** аудит, качество, предприятие, выпускаемая продукция, внедрения системы качества, финансовые показатели результат, экономика, подходы к управлению качеством.

В настоящее время в экономике наблюдается тенденция, при которой такой показатель как качество играет одну из ведущих ролей в управлении производством продукции и ее последующего движения. В развитых странах управление качеством на предприятии притягивает особое внимание всех подразделений, которые влияют на качество выпускаемой продукции или предоставляемой услуги. Для лучшего взаимодействия и, следовательно, для более эффективного результата на предприятиях разрабатываются различные подходы к управлению качеством.

Качество продукции (включая новизну, технический уровень, отсутствие дефектов при исполнении, надежность в эксплуатации) является одним из важнейших средств конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке [1].

Система менеджмента качества, регламентируемую стандартом ISO 9001, можно успешно применять на любом предприятии - как на большом, так и на малом. Если ее должным образом адаптировать и внедрить, это значительно улучшит ориентированный на финансовые показатели результат.

Критический момент в процессе внедрения системы качества, основанной на требованиях стандарта ISO 9001, состоит в том, что вам необходимы аудиторы, способные делать свое дело осмысленно и высокопрофессионально. Основной критерий, определяющий, является ли для фирмы процесс оценки результативности ее системы работы вложением или разбазариванием средств, - это квалификация аудитора.

Стандарты менеджмента качества составлены и работают таким образом, что производство некачественной продукции или оказание некачественной услуги становится практически невозможным. Сертифицировав же компанию в рамках международных стандартов качества, можно исключить эти немалые потери.

Международные стандарты качества повышают конкурентоспособность предприятия путем:

- сведения до нуля количества несоответствующей продукции;
- минимизации жалоб со стороны клиентов; снижения объемов гарантийного обслуживания;
- обеспечения максимальной экономии средств и времени;
- гарантии постоянства качества;
- оптимизированного использования ресурсов [2].

Среди существующего многообразия международных стандартов качества, для каждого предприятия - экспортера независимо от отраслевой принадлежности – базовым стандартом является ISO 9001, в соответствии с которым создается Система Менеджмента Качества.

В РК функционируют многочисленные аудиторские фирмы, а также правительства ведущих мировых аудиторских компаний, которые работают в условиях жестокой конкуренции, постоянно наращивая свой ассортимент и объем работы, улучшая качество аудиторских услуг. В мае 2000 года палата аудиторов РК стала официальным членом международной федерации бухгалтеров. Различают 3 стадии развития аудита:

- Подтверждающая,
- Системно-ориентированная,
- Стадия, базирующая на риске.

На *первой стадии* аудитор проверяет каждую операцию.

На *втором этапе* особое значение придается проверки эффективности внутреннего контроля и аудит проводиться по определенным направлениям.

На *3 этапе* из-за выборочного характера проверки существует аудиторский риск необнаружения (риск необнаружения ошибок).

В настоящее время сложился устойчивый рынок аудиторских услуг, что способствует гармонизации бухгалтерского учета и финансовой отчетности с требованиями международных стандартов.

Перед аудиторами все в большей мере ставится задача дать оценку не только достоверности отчетности, но и финансовой устойчивости организации.

Аудит (аудиторская деятельность) - независимая экспертиза финансовой отчетности организации, которая основывается на проверке:

- соблюдения порядка ведения бухгалтерского учета;
- соответствия операций законодательству РК;
- полноты и точности отражения в финансовой отчетности деятельности предприятия.

**Аудит -** предпринимательская деятельность по независимой проверке бухгалтерского учета и финансовой (бухгалтерской) отчетности организаций и предпринимателей. Организации и предпринимателей принято называть аудируемыми лицами.

*Аудитор* - лицо, проверяющее состояние финансово-хозяйственной деятельности предприятия за определенный период. Аудитором является физическое лицо, аттестованное Квалификационной комиссией и получившее свидетельство о присвоении квалификации "аудитор". Он может заниматься профессиональной деятельностью в составе аудиторской фирмы или самостоятельно, зарегистрировавшись в качестве предпринимателя без образования юридического лица.

*Аудиторская организация* - это коммерческая организация, созданная для осуществления аудиторской деятельности в любой организационно-правовой форме, за исключением акционерного общества открытого типа, производственного кооператива и государственного предприятия [3].

Аудиторские организации обязаны:

1) соблюдать законодательство Республики Казахстан об аудиторской деятельности, стандарты аудита;

2) не препятствовать проведению внешнего контроля качества, проверкам, проводимым уполномоченным органом;

Согласно Закону РК "Об аудиторской деятельности", иностранные аудиторские организации могут осуществлять аудиторскую деятельность в Республике Казахстан только при образовании соответствующих аудиторских организаций - резидентов Республики Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

1. KazEdu.kz›referat/169663.
2. Министерство по инвестициям и развитию Республики Казахстан Инструктивный материал «В помощь экспортеру»: «Внедрение международных стандартов качества для повышения экспортных возможностей предприятий» АО«Национальное агентство по экспорту и инвестициям «KAZNEX INVEST» г. Астана, 2014 г.
3. otherreferats.allbest.ru.

LITERATURE

1. KazEdu.kz›referat/169663.
2. The Ministry for investment and development of the Republic of Kazakhstan Guidance "to help the exporter": "Introduction of international quality standards to improve the export capacity of enterprises of JSC"National Agency for export and investment "KAZNEX INVEST", Astana, 2014.
3. otherreferats.allbest.ru.

Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.

**Қазақстан Республикасында өндіріс орындарындағы сапаны тексерудің нәтижесі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада өнімнің сапасы туралы айтылған. Соның ішінде өнімнің сапасы нарықта өзінің ұстамын ұстап, бәсекеге қабілетті болуы маңызды. ISO 9001 стандартымен және сапа менеджмент жүйесімен реттеліп, қарастырылады.

**Түйін сөздер:** аудит, сапа, өндіріс, өндірілетін өнім, сапа жүйесін енгізу, нәтижелердің қаржылық көрсеткіші, экономика, сапа басқармасына жақындау.

Jumagazieva S.B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.

**Analysis of audit quality at the enterprises of the Republic of Kazakhstan**

**Summary.** In this paper, the quality of the products, which is one of the most important means of competition, winning and retaining positions in the market, and also considered the quality management system under ISO 9001.

**Key words:** audit, quality, company, products, implementation of quality system, financial performance result, the economy approaches to quality management.

УДК 006 : 502 (574)

**А.М. Турмаханова, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова**
**А.К. Нурсейтова, Б.О. Конакбаев, С.Б. Джумагазиева**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан)

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА СТАНДАРТА ИСО 50001

**Аннотация.** В статье изложены и рассмотрена цель внедрения стандарта ИСО 50001, оптимизация процесса потребления энергетических ресурсов, а также входные данные для проверки системы энергоменеджмента.

**Ключевые слова:** энергоменеджмент, международный стандарт ISO, программы энергосбережения, результаты аудитов, внутренний аудит, энергетическа политика, оценка соответствия правовым нормам.

На сегодняшний день повышения энергоэффективности во всех отраслях страны является приоритетным вопросом в развитии Казахстана. Необходимость уменьшения загрязнения окружающей среды вызвано увеличением отходов и выбросов. Поэтому, в целях повышения энергоэффективности планируется внедрить систему энергоменеджмента на основе международного стандарта ISO 50001:2011. Цель внедрения стандарта ИСО 50001:2011 заключается в том, чтобы обеспечить компании структурированным и всеобъемлющим руководством по оптимизации процесса потребления энергетических ресурсов и системным управлением данным процессом [1].

Стандарт ИСО 50001:2011-это Система Энергоменеджмента являющаяся фундаментальной базой для создания эффективного и современного энергетического менеджмента на промышленных, торговых, и других предприятиях и организациях. Предприятия, внедрившие систему энергоменеджмента по стандарту ISO 50001, получили объективную возможность сократить издержки на потребление энергетических ресурсов и снизить выбросы углекислого газа в окружающую среду, а так же даем огромное количество преимуществ пользователям.

Применительно к специфике энергоменеджмента предприятия, основные этапы, которые должны обеспечиваться для эффективного управления энергопользованием на предприятии:

- принятие энергетической политики предприятия;
- планирование производства и потребления энергии;
- внедрение и эксплуатация энергетических установок;
- контроль и измерения в энергопользовании, включая результата деятельности персонала;
- корректирующие и предупреждающие действия по выявленным и прогнозируемым несоответствиям;
- внутренний аудит;
- анализ менеджмента в энергопользовании;
- совершенствование менеджмента [1].

Стандарт предназначен как для самостоятельного применения, так и для его применения в составе других систем управления качеством, воздействием на окружающую среду, безопасными условиями труда, социальной ответственностью.

Предприятие должно периодически проводить внутренний аудит системы энергоменеджмента на соответствие ISO50001 и внутренним документам, а так же эффективности системы энергоменеджмента. Результаты аудита документируются и сохраняются.

Составление и реализация мероприятий программы энергосбережения на предприятии требует четкого плана и постоянного контроля.

для этого необходимо:

1. Энергетическое обследование (энергоаудит);

2. Внедрение системы энергоменеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 50001 - Требования с руководством по использованию в 2013-2014 гг.

Данная работа будет включать в себя:

- Оценка уровня существующей системы энергоменеджмента;
- Проведение обучающего семинара;
- Разработка рекомендаций по внедрению системы энергоменеджмента на предприятии;
- Сертификация согласно международному стандарту ISO 50001 [2].

Результаты:

Предприятие, которое построило и наладило работу качественной системы энергетического менеджмента, получает возможность:

- повысить энергоэффективность;
- экономии затрат на ТЭР;
- реализовать планы по улучшению результативности энергосбережения путем проведения анализа текущего потребления энергии относительно ожидаемого;
- повысить конкурентоспособность;
- повысить имидж;
- соблюдать требования законодательства в области энергопотребления и защиты окружающей среды [3].

Предприятие должно систематически анализировать результаты мониторига и аудитов с целью выделения и анализа несоответсивий системы энергоменеджмента установленным показателям и энергетической политике. На основании анализа должны планироваться корректирующие и предупреждающие мероприятия. Корректирующие и предупреждающие мероприятия должны устранять причины несоответствий и соответствовать масштабу и уровню возникших проблем. Предприятие должно обеспечить исполнение этих мероприятий и внести необходимые коррективы в свою деятельность, во внутренние регламенты и документацию.

Персонал системы энергоменеджмента должен обеспечить периодическую отчетность о состоянии энергопотребления, энергоэффективности и эффективности системы энергоменеджмента. Высшее руководство организации периодически проверяет и анализирует систему энергоменеджмента.

Входные данные для проверки системы энергоменеджмента

- предпринимаемые действия, определенные предыдущими проверками;
- обзор энергетической политики;
- обзор энергетических параметров и индикаторов;
- оценка соответствия правовым нормам и изменения в правовых обязательствах, под которыми подписывается организация;
- временной промежуток, в течение которого были достигнуты поставленные цели и задачи;
- результаты аудитов;
- статус проводимых корректирующих и превентивных мероприятий;
- прогнозируемые результаты;
- рекомендации по повышению энергоэффективности.

Отчет по результатам проверки руководства должен включать решения или действия, направленные на:

- повышение энергоэффективности (по сравнению с результатами последней проверки);
- изменения в энергетической политике;
- изменение целей, задач и/ или других элементов системы энергоменеджмента, в соответствии с обязательствами организации по непрерывному повышению энергоэффективности;
- необходимые ресурсы.

Аудит завершен если все деятельности в аудиторском плане закончены: документы, касающиеся аудита, должны быть сохранены или уничтожены согласно договоренности между сторонами участницами и в согласовании с процедурой аудиторской программы, а так же соответствующих законодательных и других требований. Содержание документов без четкого согласия на то заказчика аудиторской проверки не могут быть разглашены третьей стороне. Если требуется разглашение аудиторского документа, то заказчик аудита должен быть извещены об этом как можно скорее. Поучительные выводы из аудита должны быть записаны в беспрерывном процессе совершенствования системы менеджмента организации [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. old.kazee.kz›cistema-energomenedzhmenta…iso….
2. finexcons.ru›services/energy…and_conservation/.
3. rusnauka.com›10_DN_2014/Economics/6_164237.doc.htm.
4. Международный стандарт аудита (МСА) 500 «Аудиторские доказательства» (Международная федерация бухгалтеров, 2006).

LITERATURE

1. old.kazee.kz›cistema-energomenedzhmenta…iso….
2. finexcons.ru›services/energy…and_conservation/.
3. rusnauka.com›10_DN_2014/Economics/6_164237.doc.htm.
4. International standard on auditing (ISA) 500 "Audit evidence" (international Federation of accountants, 2006).

Тұрмаханова А.М., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К.
Қонақбаев Б.О., Джумагазиева С.Б.

**ИСО 50001 стандарты энергоменеджмент жүйесі бойынша нәтижесі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада ИСО 50001 стандартың енгізу мақсаты баяндалған. Энергия көздерін пайдалану үрдістерін оңтайландыру және кіріс мәліметтерін энергоменеджмент жүйесін тексеру үшін атқарылған зерттеу жұмыстары қарастырылған.

**Түйін сөздер:** энергоменеджмент, ISO халықаралық стандарт, энергия үнемдеу, аудит нәтижелері, ішкі аудит энергияны үнемдеу бағдарламасы, энергиялық саясат, құқықтық нормаға сәйкес баға.

Turmakhanova A. M., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K.
Konakbaev B. O., Jumagazieva S.B.

**Analysis of the energy management system standard ISO 50001.**

**Summary.** In this paper, and discussed the purpose of the implementation of ISO 50001, optimization of energy consumption, as well as the input data for verification of the energy management system.

**Key words:** energy management, ISO, energy efficiency programs, audits, internal audit, Energetichesky policy, assessment of compliance with legal norms.

**ӘОЖ 51(07)372.851**

**А.Б. Біргебаев, А.Б. Кокажаева**
(Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық Университеті
Қазақ мемлекеттік қыздар педагогикалық университеті, Қазақстан Республикасы)

## ОПЕРАТОРЛАР ТЕОРИЯСЫНЫҢ ТАРИХИ АЛҒЫ ШАРТТАРЫН ОҚЫТУДЫҢ МАТЕМАТИКАНЫ ГУМАНИТАРЛАНДЫРУДАҒЫ МАҢЫЗЫ

Математика саласы бойынша мұғалім дайындауда жеке тұлғаны қалыптастыруға физика – математика пәндерін оқыту ғана емес, осы пәндерге қатысты ғылыми теорияларды жасау және дамыту, тарихи алғы шарттарын, оның ғылыми теориялық және ғылым техникалық үдеріске қосқан үлесін білу көп әсерін тигізеді. Функционалдық кеңістіктер мен операторлар теориясының тарихы математиканың гуманитарлық потенциялының біртұтас құрамдас бөлімі болып табылады.

«... Мектептегі ғылымның тарихы деп екі үдерістің бірлігінің білім берудің мазмұнындағы көрінісін айтады, ол нақты ғылымның даму тарихы мен оның идеялары, ұғымдары, көзқарасы, ашылған әртүрлі жаңалықтардың теориясы мен тарихы...» деп жазады Л.Я.Зорин [1]. Г.А.Иванова «...математика мазмұнына математика тарихының элементтерін енгізу проблемалары ғылыми - методикалық көзқарас деңгейінен қарағанда әлі толық зерттеліп біткен жоқ: білім берудегі жаңа әдістер деңгейіндегі көзқарас бойынша тарихи элементтері енгізудің мақсаттары анықталмаған. Оқу материалдарын таңдаудың дидактикалық негізі анықталмаған сонымен қатар, оның салдары ретінде ғылым тарихын математикадан білім беру үдерісіне енгізу арқылы мұғалімге оның гуманитарлық потенциялын толығымен жүзеге асыруға мүмкіндік беретін математика тарихынан әдебиеттер жоқтың қасы. Математика тарихы жалпы тарихтың бөлшегі ретінде қарастырылып, заманауи білім беру деңгейіне сәйкес математика тарихы оқытылмай оқушылардың адамзат қоғамының дамуындағы бүтін көзқарасты қалыптастыру мүмкін емес», «...математика тарихы математиканың және қоғам дамуының екі жақты сипаттық байланысын көрсетеді: бір жағынан қоғам дамуы және оның

сұранысы математика ғылымының дамуына әсер етеді, ал екінші жағынан - математика ғылымының даму деңгейі қоғамдық үдерістің алға басуын айқындайды...» [2].

И.М.Смирнова математика тарихы элементтері орындайтын екі дидактикалық функцияны қосады: тарихи мағлұматтар оқушылардың шығармашылық икемділігін дамытуға жәрдемдеседі және адамгершілік тәрбие берудің құралы болады десе, О.В. Шабанова тарих элементтер математиканы оқытудың жалпы мәдениетті қалыптастыру мақсатында гуманитарлық бағытын жүзеге асыру жолдарының бірі деп анықтайды. Функционалдық анализдің қолданбалы бөлімдерін дифференциалдық теңдеулерге пайдаланудың теориясы мен практикасын қоғамдық үдеріске байланысты түсіну студенттерге, болашақ мұғалімдерге аталған курстың ерекшелігін және оның дифференциялдық теңдеуді шешудегі әдістерін толығырақ түсінуге мүмкіндік береді. Функционалдық кеңістіктердің енгізілуі және операторлар теориясының тарихын білу студенттердің математикада гнесологиялық процесстерді тереңірек түйсінуге жол ашады. Нәтижесінде студенттерде адамзат баласының қоршаған орта туралы білім жинақтау жолдары туралы, таным әдістерінің дамуы туралы көзқарас қалыптасады.

XVIII-XX ғасырларда қоршаған ортаның негізгі физикалық заңдылықтарының сапалық және сандық қатынастарын сипаттауға мүмкіндік беретін дифференциалдық теңдеулер теориясы жасалды. Оның бастауында математикалық анализдың жаратылыстану есептеріне оның ішінде ең алдымен аспан механикасына, гидродинамикадағы, жазықтықтағы және кеңістіктегі геометрияға, техникалық практикаға қолдану аясының кеңейуі жатыр. Бұл ғылымның негізі И.Ньютон, Г.В.Лейбниц, Д.Риккати, Я.Герман, Л.Эйлер, Бернулли, А.К.Клеро, Ж.Л.Даламбер, Ж.Л Лагранж, Г.Монж, П.С.Лаплас, А.М.Лежандр, Ж.Б.Фурье, С.Д.Пуассон, О.Л.Коши, А.Пуанкаре және т.б еңбектерінде қаланды. Олар математиктер ғана емес, механик, физик, астрономдар болды. Олардың нақты қолданбалы есептерді зерттеуге жасаған идеалары мен әдістері дифференциалдық теңдеулердің жалпы кластарын оқып үйрену үшін қолдануға болатыны белгілі болды, соның арқасында XIX ғасырда дифференциалдық теңдеулер жалпы теориясын жасаудың негізі орнықты. Заманауи дифференциялдық теңдеулер теориясын жасауда елеулі үлес қосқан математиктер Ресейде : В.И.Арнольд, Н.Н.Боголюбов, Н.П.Еругин, С.В. Коволевская , М.В. Келдыш, А.Н. Колмогоров, М.А. Лаврентьев, Н.Н Лузин, А.М.Ляпунов, И.Г.Петровский, Л.С. Понтрягин, А.М.Ляпунов, В.В Степанов, А.Н.Тихонов, және т.б., Қазақстанда К.П.Персидский, О.А.Жаутыков, Е.И.Ким, Қ.А.Қасымов Ж.С. Сүлейменов т.б болды.

Дифференциалдық теңдеулерді функционалдық кеңістіктерде операторлық әдістермен шешудің идеалдары С.Банах, Д.Гильберт, И.М. Гельфанд, Л.В. Канторович, Р. Курант, Р. Рихтмаиер, С.Л. Соболев, Л. Хермандер, Н.И.Ахиезер, И.М. Глазман, Б.М Левитан, И.С. Саргсян, С.М. Никольский, А.В. Колмогоров, А.А. Дезин, С.Г.Михлин, Е. Тичмарш, В.С. Владимиров, О.А Ладыженская, Ж.Лионс т.б әйгілі ғалымдардың фундаментальдық жұмыстарында негізі қаланды.

Қазақстанда бұл бағытта М.Өтелбаев, Т.Ш. Кальменов, Р.Ойнаров, М.Б.Муратбеков, К.А. Касымов, У.М.Султангазин, К.Мынбаев т.б зерттеулері ғылымға айтарлықтай үлес қосты. Дифференциялдық теңдеулерді функционалдық кеңістіктерде операторлар әдісімен шешу жалпы түрде функционалдық анализдің әдістері деп аталады. Жалпы «Енгізулер теоремалары мен операторлардың бөліктену теориясыі» функционалдық анализдың бағыттарының бірі ретінде қазіргі таңда фундаменталдық пәнге айналуда. Енді функционалдық анализдің даму тарихына тоқтала кетейік.Функционалдық анализ өткен ғасырдың бас жағында пайда болған ғылым. Математикалық анализдің өз бетінше бір тармағы ретінде соңғы 40-50 жылдардың ішінде орын тапты. Бірақ, бұл оның заманауи математиканың ортасынан ойып орын алуына кедергі келтірмеді. Функционалдық анализ математиканың түбірімен өзгеруінің айқын көрінісі, оны тек қана математикаға айнымалы шаманың енуі арқылы дифференциялдық және интегралдық есептеулердің пайда болуымен салыстыруға болады. Айтылған өзгеріс ең алдымен математикалық анализге пайда болған әр түрлі проблемаларды зерттеу әдістерін өзгертумен байланысты болды. Жекелеген функциялар мен оларды байланыстыратын қатынастар мен теңдеулер арқылы қарастыру объектілерді тұтастықта зерттеумен ауыстырылды, яғни функционалдық кеңістіктерді және олардың түрлендірулерін оқып үйренумен ауыстырды. Демек, дифференциалдық операторлар немесе интегралдық түрлендірулер жекелеген функцияларға емес, тұтас функциялар класына қолдану қарастырылады. Осы кластағы функциялардың түрлендіруінің нәтижелері, операцияның үзіліссіздігі әр түрлі мағнада зерттеледі.

Функционалдық анализдің тағы бір ерекшелігі анализ проблемасын жалпы абстрактілі формада қарастырылуында. Ол, бір қарағанда бір –бірінен алшақ жатқан сұрақтарды біріктіруге және бір мезгілде зерттеуге қатыстыруға жағдай жасайды. Мысал ретінде F(x)=y функционалдық теңдеуін

оқып үйрену (мұндағы x,y кез келген облыстардан алынған объектілер), дифференциалдық теңдеулерді, интегралдық теңдеулерді, шектік есептерді, алгебралық теңдеулердің шексіз жүйесін т.б шешу сияқты көптеген проблемаларды біріктіруге мүмкіндік береді.

Жекелеген функциялардан функционалдық кеңістікке өту, оның кей жағдайда формалды болуына немесе түсінуі қиын болуына қарамастан, кезіндегі алгебралық теңдеулерден функционалдық байланыста болатын айнымалы шамаларға ауысуымен пара – пар.

Бұл жаңа көзқарас тек қана жай жалпылау мақсатынан пайда болған жоқ. Абстракцияның жаңа деңгейіне ауысу математикалық анализдің даму үдерісіндегі жаңа есептердің пайда болуымен табиғи түрде байланысты болды. Функциялар жүйесінің толықтығы, шектік есептердің белгілі бір функциялар класында шешімдерінің бар болуы, бір мезгілде бүтін бір кластық есептердің қарастыру, мысалы, шектік есептердің теңдеудің оң жағынан тәуелді болуын немесе шекаралық шарттан тәуелді болуын зерттеу есептері осы бағыттағы мысалдарға жатады. Міне, осындай есептердің қойылуы мен зерттеулері үшін функционалдық анализдің әдістері өте жемісті нәтиже береді. Сонымен бірге көптеген жағдайларда мәселені қарастырудың жалпылығы барлығына бірдей және нақтырақ терең заңдылықтар мен байланыстарды анықтауға мүмкіндік береді. Есептерді бұл әдіспен шығару барысында жеке есептерге тән мағынасы жоқ бөлшектері алынып тасталады, әрі жалпылаудың маңыздылығына әсері болмайды. Сондықтан қойылатын есептердің пайда болуы және формасы әр түрлі болғанмен оларға жалпы қойылатын мәселелердің ортақ жақындығы айқын байқалады.

Функционалдық анализдің құрылуы классикалық математикалық анализдің бірқатар облыстарындағы зерттеулер: вариациалық есептеулер, интегралдық теңдеулер, ортогональдық функциялар теориясы, Чебышевтың жуықтау теориясы жаңа әдістерді қолдануды қажет ететін т.б проблемалар арқылы пайда болды. Жекелеген функционалдық анализдің сұрақтары осы бағыттағы зерттеулердің астарында пайда болды. Мысал ретінде, вариациялық есептеулердегі функционал ұғымын айтуға болады. Басқа жағынан, теориялық жиындық пәндердің дамуы: нақты айнымалы функциялар теориясы топология, абстрактылы алгебра абстрактылы формадағы жүйелі түрде жүргізілетін жаңа бағытқа арналған аппарат дайындады. Дербес жағдайда функционалдық анализ үшін абстрактілік кеңістіктер теориясы маңызды роль атқарады.

Функционалдық анализдің өз бетінше пән ретінде оқыла басталуын операторлар теориясын шексіз өлшемді унитарлық кеңістікте жүйелі түрде құру кезеңімен байланыстыруға болады. Оны біріншіден Д.Гильберт жасады. Сонымен бірге сызықтық нормалданған кеңістіктер жалпы теориясының дамуы (1918-1923) туралы венгер математигі Ф.Ристің, әсіресе поляк математигі С. Банахтың жұмыстарынан бастау алады.

Функционалдық анализге деген қызығушылық оның аппараты –Гильберт кеңістігіндегі операторлар теориясының кванттық механикада қолданылуы маңызды екені белгілі болғаннан бастап, одан сайын өрби түсті. Соңғы 30-40 жылда әсіресе бұрынғы кеңес үкіметінің математиктерінің жұмыстарында функционалдық анализдің жаңа бағыттары пайда болды; оның әдістері алынған нәтижелері теориялық физикада, математикалық физикада, қолданбалы анализде және басқа математиканың салаларында пайдаланыла бастады.

Функционалдық анализдің әдістері математика және физика пәндерінің әр түрлі салаларында қуатты құрал ретінде кеңінен таралуда. Бұл ретте сызықтық операторлар теориясы аса мәнді рөл атқарды. Соңғы 40-50 жылдың айналасында функционалдық анализдің қолданбалы әдістері енбеген математиканың саласы жоқтың қасы. Тіптен кей уақыттарда ол пәннің тақырыптарын басқа пәндердің ішінен анықтау қиынға соғуда. Бірақ функционалдық анализдің дәстүрлі бағыты болып саналатын бағыттардың бірі операторлар теориясы. Осы операторлар теориясы арқылы функционалдық анализ кванттық механикамен, дифференциалдық теңдеулермен, ықтималдықтар теориясымен және бірқатар қолданбалы пәндермен сапарлас болды. Дифференциалдық теңдеулердің шешімінің бар болуы, жалғыздығы регулярлығы, бастапқы берілгендерден немесе теңдеудің оң жағынан тәуелді болуы, дифференциалдық теңдеудің шешімдерінің айқын түрі, табиғи түрде операторлар теориясының терминінде дифференциалдық өрнекке сәйкес анықталған дифференциалдық оператордың ыңғайлы болатын функционалдық кеңістіктегі есебі ретінде қарастырылады[3-6]. Дифференциалдық операторлар теориясының классикалық әдістері, мысалы жете үзіліссіз операторлар теориясы, сығып бейнелеу әдісі дифференциалдық теңдеулердің шешімдерінің бар болуы, жалғыздығы туралы теоремаларды дәлелдеуге мүмкіндік ашты.

Дифференциалдық теңдеулер теориясының классикалық есебімен салыстырғанда дифференциалдық операторлар теориясы көптеген жаңа ұстанымдағы есептерді қоюға және оларды

шешуге мүмкіндік ашады. Мысалы, сызықтық емес операторлар үшін оның қозғалмайтын нүктелер жиынының құрылымын оқып – үйрену және оның аймағындағы операторлардың әсері, сонымен қатар осы ерекше нүктелердің классификациясы, сол сияқты берілген дифференциалдық операторлардың ауытқуы кезіндегі **қалыптылығы** туралы мәселелерді қарастыру қатты қызығушылық туғызуда. Ал, сызықтық операторлар үшін жоғарыда сызықтық емес операторлар үшін қарастырған есептерден бөлек дифференциалдық операторлардың **спектрлерін** сипаттау және зерттеу есептері, резольвенталарын құру, меншікті функцияларын және оған қосылатын функциялардың толықтығын, меншікті сандарын берілген операторлардың сызықтық немесе сызықтық емес ауытқуларын оқып үйрену есептерін зерттеу тән. Айтылған есептер жай дифференциалдық және симметриялық дифференциалдық өрнектерден туындайтын эллиптикалық дифференциадық операторлар үшін Гильберт кеңістігіндегі өзіне -өзі түйіндес операторларды зерттеуге байланысты өте маңызды. Дербес жағдайда осы операторлар үшін **спектралдық** теоремалар және симметриялық операторлардың кеңейтілуін зерттеумен байланысты мәселелер қарастырылады.

«Функционалдық анализдің қолданбалы бөлімдері» курсы Гильберт және Банах кеңістіктерінде аталған есептерді шешуге арналған. Операторлар теориясының құрамдас бөлімі болып табылатын дифференциалдық операторлар теориясы соңғы жылдары тек қана дифференциалдық теңдеулер теориясында ғана емес заманауи анализде кеңінен қолданылуда. Ол өте маңызды шенелмеген операторлардың мысалы болып қана қоймай (бұл әсіресе сызықтық дифференциалдық операторға байланысты) әр түрлі табиғаттағы объектілерді оқып үйренудің құралы ретінде әрі аппараты ретінде қарстырылады. Мысалы, кез келген жалпыланған дифференциалдық операторлардың үзіліссіз функцияға әсерін функционалдық операторлардың бір кеңістікті екіншісіне бейнелеуі ретінде қарастыруға болады. Осы бағыттағы зерттеулерден бір мысал келтірейік:

**Штурм-Лиувилл операторының дербес жағдайын қарастырайық**. Шеттік нүктесінің біреуінде ерекшелік болсын, әрі $p(x)\equiv 1$ болсын. $q(x)$ - теріс емес нақты айнымалыдан тәуелді және $0 \le x \prec \infty$ аралығында анықталған функция болсын. $H = L_2(0,\infty)$ кеңістігінде А операторын анықтайық:

$$D(A) = \{f \in L_2; -f''(x) + q(x)f(x) \in L_2, f(0) = 0\},$$

$$Af = -f'' + qf, \quad f \in D(A) \tag{1}$$

$f$ және $Af$ кез келген ақырлы $b$ үшін $L_2(0,b)$жататындықтан $q(x)$ $f$ те сол кеңістікте жатады, сондықтан $f'', L_2(a,b)$ кеңістігінде жатады, демек, $f(x)$ және $f'(x)$, $0 \le x \prec \infty$ аралығында үзіліссіз функциялар болады. Яғни, $D(A)$анықтамасындағы $f(0) = 0$ маңызды рөл атқарады.

(Бұл талдаулардан $f', f''$ немесе $gf \notin L_2(0,\infty)$ кеңістігінде жататыны шықпайды. Сондықтан оларды дәлелдеу керек)

$f'' \in L_2(0,b)$ болғандықтан бөлшектеп интегралдау арқылы ;

$$(f, -f'' + qt) = \int_0^\infty \bar{f}(x)[-f''(x) + q(x)f(x)]dx =$$

$$= \lim_{b\to\infty} \int_0^b \bar{f}(x)[-f''(x) + q(x)f(x)]dx =$$

$$= \lim_{b\to\infty} \left\{ -\bar{f}(x)f'(x)\Big|_0^b + \int_0^b \left( |f'(x)|^2 + q(x)f(x)\Big|^2 dx \right) \right\}$$

өрнегін аламыз. Соңғы интегралдың тек қана оң мәнге немесе $+\infty$ ұмтылатыны түсінікті. Екінші жағдайда $\mathrm{Re}\,\bar{f}f^{1}\ +\infty$ ұмтылуы мүмкін еді, яғни $\frac{d|f|^2}{dx}\to\infty$ болады деген сөз, ол $f(x)$ функциясының квадраты интегралданатын функция болатынына қайшы : Сондықтан,

$\int_0^\infty |f'(x)|^2\,dx \prec \infty$ және $\int_0^\infty q(x)|f(x)|^2\,dx \prec \infty\Big)$, яғни $f'$ , $\sqrt{q}f \in L_2(0,\infty)$. Бұл талдауларда шекаралық шарт $f(0)=0$, біз пайдаланбадық. (бірақ ол әлі керек болды.) $A^* = A$ түйіндес операторды табайық және $A^* = A$ болатынын көрсетейік.

Ол үшін
$$(-f''+qf,g)=(f,h) \tag{2}$$

шартын қанағаттандыратын $L_2(0,\infty)$ кеңістігінде жататын $\{g,h\}$ жұп элементін табайық.

Осындай g элементтерінің жиыны $\{g,h\}$ кез келген жұптары үшін $D(A^*)$ және $A^*g=h$ құрайды. Дербес жағдайда $\{g,h\}$ жұбы үшін кез келген

$$\varphi \in C_0^\infty(0,\infty) \text{ үшін } (-\bar{\varphi}u+q\bar{u},g)=(\bar{\varphi},h), \tag{3}$$

Яғни, кез келген $\varphi$ үшін $g,-\varphi''+q\varphi=(h,\varphi)$

Жалпыланған функцияны дифференциалдаудың анықтамасы бойынша $(g,-\varphi'')=(-g'',\varphi)$ сонымен бірге $(g,qu)=(qg,u)$. (Бұл жерде $qg \in L_2(0,-\infty)$ жататыны айтылмайды). Сондықтан $(-g''+qg,\varphi)=(h,\varphi)$ теңдігі барлық **сынамалық** функциясы үшін орындалады.

Яғни,
$$h=-g''+qg \tag{4}$$

Бұл шарт $\{g,h\}$ жұбының талап қойып отырған жұп болуының қасиетті шарты, бірақ жеткілікті емес, себебі (2) теңдіктен (3) шықпайды. Қосымша шартты айқындау үшін g және h элементтері (4) шартты қанағаттандырсын дейік. g элементі үшін f элементіне жүргізілген амалдарды қолдана отырып, g және $g'$ үзіліссіз екенін және $g'$ пен $\sqrt{q}g \in L_2(0,\infty)$ табамыз. Сондықтан $\bar{f}'(b)g(b)$ шегі табылады, сонымен бірге ол нөлге тең, өйткені $\int_0^\infty f'(x)g(x)ax$ ақырлы. Енді тағы бір рет бөлшектеп интералдау жүргізейік

$$(-f''+qf,g)=\bar{f}'(0)g(0)+\lim_{b\to\infty}\left[\bar{f}g'\Big|_0^b+\int_0^b \bar{f}(-g''+qg)dx\right];$$

Тағы сондай ақырлы шегі бар интегралға әкеледі, яғни $b\to\infty$ ұмтылғанда $\bar{f}(b)g'(b)\to 0$ болатыны, тура алдынғы талдаулардағыдай шығады. $f(0)=0$ болғандықтан $\bar{f}(0)g'(0)=0,$ демек,

$(-f''+qf,g)=\bar{f}'(0)g+(f,-g''+qg)=\bar{f}'(0)g(0)+(f,h)$ Сондықтан, барлық $f\in D(A)$ үшін $(Af,g)=(f,h)$ орындалуы үшін (4) теңдігінен бөлек $g(0)=0$ шарты орындалуы қажетті және жеткілікті. Демек $D(A^*)=D(A)$ және $A$ өзіне -өзі түйіндес.

Жоғарыдағы мысалда келтірілген өзіне өзі түйіндес оператор мен физикалық шамалардың байланысын сипаттайтын фон Нейман постулаттарын келтірейік:

**1 постулат**. Квантомеханикалық жүйенің күйі Н комплексті сеперабелдік Гильберт кеңістігіндегі нөлге тең емес вектормен сипатталады, сонымен бірге екі вектор сонда тек сонда ғана бір күйді сипаттайды егер олардың айырмашылығы нөлге тең емес көбейткіште болса ғана. Кез келген бақылауға жататын күйге Н кеңістігінде бір мәнді өзіне өзі түйіндес сызықтық оператор сәйкес келеді. Н кеңістігі квантомеханикалық жүйе күйінің кеңістігі деп, ал оның элементтері күйдің векторлары деп аталады.

**2 постулат.** Бақылауға жататын квантомеханикалық жүйе күйілері сонда тек сонда ғана өлшемді болады егер оған сәйкес келетін өзіне өзі түйіндес операторлардың орын өз ара ауыстыруға болса.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Зорина Л.Я. Дидактические аспекты естественно-научного образования. - .,1993. - 163 с.

2. Иванова Т.А. Теоретические основы гуманитаризации общего математического образования: Дис... д-ра пед. наук. - Нижний Новгород, 1998. -338

3. Бойматов К.Х. Теоремы разделимости.-Докл. АН СССР, 1973, т. 213, № 5, с. I009-I0II.

4. Отелбаев М. О разделимости эллиптических операторов.-Докл;. АН СССР, 1977, т. 234, № 3, с. 540-543.

5. Муратбеков М.Б. Теоремы разделимости и спектральные свойства одного класса дифференциальных операторв с нерегулярными коэффицентами. //Автореферат док.дис. физ.-мат. наук Алматы, 1994-30с.

6. Биргебаев А. Элементы теорем вложения и теории разделимости. КазНПУ им.Абая Алматы-2008, 88 стр.уч. пос.

Біргебаев А.Б., Кокажаева А.Б.

**Операторлар теориясының тарихи алғы шарттарын оқытудың математиканы гуманитарландырудағы маңызы**

**Түйіндеме.** Мақалада математика тарихы жалпы тарихтың бір бөлігі ретінде қарастырылады. Сонымен қатар заманауи білім беру жағдайында математика тарихының адамзат қоғамы дамуындағы рөлі зерттелген. Кванттық механиканың функционалдық талдаулар әдістерімен байланыстары анықталып, мысал келтірілген.

**Түйін сөздер:** спектр, кванттық механика, оператор,сеперабелдік, гуманитарлық потенңиял.

Биргебаев А.Б., Кокажаева А.Б.

**Значение преподавания исторических предпосылок теории операторов в гуманитаризации математики**

**Резюме.** В работе рассматривается история математики, как часть всеобщей истории. Изучается роль истории математики в развитии человеческого общества в условиях современного образования. Определяется связь методов функционального анализа квантовой механикой. Приводится пример.

**Ключевые слова:** квантовая механика, оператор, сеперабельность, гуманитарный потенциял.

Byrgebaev A.B., Kokazhaeva A.B.

**The value of the historical background of teaching the theory of operators in the humanization of mathematics**

**Summary.** To work is considered mathematics history as a part of general history and that without studying of history of mathematics at level corresponding for modern formation at the trained cannot be generated and complete Communication of the self-interfaced operator with quantum mechanics is shown. It is resulted examples.

**Key words:** quantum mechanics, the operator seperabelnost, humanitarian potentsiyal.

УДК 517.432.1

**Г.А. Тулешева, Ж.Н. Сейткулова, Н.А. Бажаев**
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, E-mail: 2920857@mail.ru)

## РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С Э. Д. С., ЗАДАННОЙ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ ФУНКЦИЕЙ

**Аннотация:** Приведено аналитическое решение задачи Коши для определения тока, описывающее явление в электрической цепи с э. д. с., заданной кусочно-линейной функцией, в то время как ранее рассматривались решения дифференциальных уравнений, у которых правая часть была непрерывной функцией и задавалась единым аналитическим выражением. Для данной задачи использовался метод операционного исчисления, позволяющий рассчитать ток в электрической цепи с э. д. с., заданной ступенчатой функцией.

**Ключевые слова:** функция Хевисайда, ступенчатая функция, электрическая цепь.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Пусть имеем электрическую цепь, состоящую из индуктивности L, сопротивления R и емкости C, к которой приложена э. д. с. E (рис. 1), равная $E_1$ при $0 < t \leq T$ и $E_2$ при $t > T$ ; где $E_1$, $E_2$ – постоянные. Обозначим через *i* ток в цепи, а через $Q$ заряд конденсатора, тогда, как известно из электротехники, *i* и $Q$ удовлетворяют следующим уравнениям [1-4]:

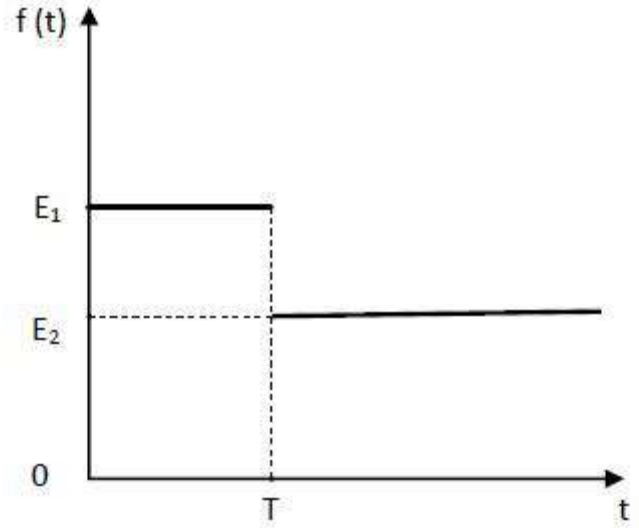



**Рис. 1.** График функции времени

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C}Q = E, \tag{1}$$

$$\frac{dQ}{dt} = i. \tag{2}$$

Из уравнения (2) получаем

$$\frac{d^2Q}{dt^2} = \frac{di}{dt} \tag{3}$$

Подставляя (2) и (3) в (1), получаем для $Q$ уравнение:

$$L\frac{d^2Q}{dt^2} + R\frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C}Q = E. \tag{4}$$

В нашем случае в качестве E возьмем ступенчатую функцию f(t) (рис. 1)

Таким образом имеем задачу Коши с начальными током и зарядом, равными нулю, т. е.

$$L\frac{d^2Q}{dt^2} + R\frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C}Q = f(t)$$

$$Q|_{t=0} = 0, \frac{dQ}{dt}|_{t=0} = 0$$

Рассмотрим э. д. с. f(t) как кусочно-линейную функцию и запишем ее с помощью функции Хевисайда: f(t)= $E_1$, при $0 < t \leq T$ ; далее найдем функцию $\psi_1(t)$ такую, что при $t > T$ выполнялось соотношение $E_1+\psi_1(t)=E_2$ , откуда $\psi_1(t) = E_2 - E_1$ .

Таким образом, $f(t) = E_1\eta(t) + (E_2 - E_1)\eta(t - T)$.

Пользуясь свойством линейности и теоремой запаздывания, находим искомое изображение данной функции f(t):

$$E_1\eta(t) + (E_2 - E_1)\eta(t - T) = \frac{E_1}{p} + \frac{E_2 - E_1}{p}e^{-Tp}.$$

Тогда операторное уравнение имеет вид:

$$Lp^2Q(p) + RpQ(p) + \frac{1}{C}Q(p) = \frac{E_1}{p} + \frac{E_2 - E_1}{p}e^{-Tp}.$$

из которого находим изображение

$$Q(p) = \left(\frac{E_1}{p} + \frac{E_2 - E_1}{p}e^{-Tp}\right)\frac{1}{Lp^2 + Rp + \frac{1}{C}} = = \frac{E_1}{L}\frac{1}{p(p^2 + \frac{R}{L}p + \frac{1}{CL})} + \frac{E_2 - E_1}{Lp}\frac{1}{p^2 + \frac{R}{L}p + \frac{1}{CL}}e^{-Tp}.$$

Выделяя полный квадрат в знаменателе получим

$p^2+\frac{R}{L}p+\frac{1}{cL}=(p+\frac{R}{2L})^2-\frac{R^2}{4L^2}+\frac{1}{cL}=(p+\mu)^2+n^2$, где $\mu=\frac{R}{2L}$ и $n^2=\frac{1}{Lc}-\frac{R^2}{4L^2}$.

Тогда имеем:

$Q(p)=\frac{E_1}{L}\frac{1}{p((p+\mu)^2+n^2)}+\frac{E_2-E_1}{L}\frac{1}{p((p+\mu)^2+n^2)}e^{-Tp}$.

Используя прием разложения на простейшие дроби:

$$\frac{1}{p((p+\mu)^2+n^2)}=\frac{a}{p}+\frac{bp+c}{(p+\mu)^2+n^2}$$

$$a((p+\mu)^2+n^2)+p(bp+c)=1,$$

$$p^2(a+b)+p(2a\mu+c)+a\mu^2+an^2=1,$$

$$\begin{cases} a+b=0 \\ 2a\mu+c=0 \\ a(\mu^2+n^2)=1 \end{cases}$$

$$a=\frac{1}{\mu^2+n^2},\quad b=-\frac{1}{\mu^2+n^2},\quad c=\frac{-2\mu}{\mu^2+n^2}.$$

$Q(p)=\frac{E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}(\frac{1}{p}-\frac{p+2\mu}{(p+\mu)^2+n^2})+\frac{E_2-E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}(\frac{1}{p}-\frac{p+2\mu}{(p+\mu)^2+n^2})e^{-Tp}$,

$Q(p)=\frac{E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}\left(\frac{1}{p}-\frac{p+\mu}{(p+\mu)^2+n^2}-\frac{n\mu}{n((p+\mu)^2+n^2)}\right)+\frac{E_2-E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}\left(\frac{1}{p}-\frac{p+\mu}{(p+\mu)^2+n^2}--\frac{n\mu}{n((p+\mu)^2+n^2)}\right)e^{-Tp}$,

находим соответствующий оригинал

$$Q(t)=\frac{E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}\left(1-e^{-\mu t}\cos nt-\frac{\mu}{n}e^{-\mu t}\sin nt\right)+\frac{E_2-E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}*$$

$$*\left(1-e^{-\mu(t-T)}\cos n(t-T)-\frac{\mu}{n}e^{-\mu(t-T)}\sin n(t-T)\right).$$

Дифференцируя полученное выражение определим силу тока в электрической цепи:

$$Q'(t)=i(t)==\frac{E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}*$$

$$*\left(\mu e^{-\mu t}\cos nt+ne^{-\mu t}\sin nt+\frac{\mu^2}{n}e^{-\mu t}\sin nt-\mu e^{-\mu t}\cos nt\right)+$$

$$+\frac{E_2-E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}\left(\mu e^{-\mu(t-T)}\cos n(t-T)+ne^{-\mu(t-T)}\sin n(t-T)\right)+$$

$$+\frac{\mu^2}{n}e^{-\mu(t-T)}\sin n(t-T)-\mu e^{-\mu(t-T)}\cos n(t-T)),$$

$$i(t)==\frac{E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}*$$

$$*\left(ne^{-\mu t}\sin nt+\frac{\mu^2}{n}e^{-\mu t}\sin nt\right)+\frac{E_2-E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}\left(ne^{-\mu(t-T)}\sin n(t-T)+\right.$$

$$\left.+\frac{\mu^2}{n}e^{-\mu(t-T)}\sin n(t-T)\right)=\frac{E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}\left(n+\frac{\mu^2}{n}\right)e^{-\mu t}\sin nt+\frac{E_2-E_1}{L}\frac{1}{\mu^2+n^2}*$$

$$*\left(n+\frac{\mu^2}{n}\right)e^{-\mu(t-T)}\sin n(t-T)=\frac{E_1}{nL}e^{-\mu t}\sin nt+\frac{E_2-E_1}{nL}e^{-\mu(t-T)}\sin n(t-T).$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. «Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости», М.: Наука, 1981, 182 стр.

2. Пискунов Н.С. «Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов», М.: Наука, т.2, 1985, 420-421 стр.

3. Араманович И.Г., Лунц Г. Л., Эльсгольц Л.Э. «Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости», М.: Наука, 1965, 282 стр.

4. Хайруллин Е.М., Шарипов Ш.А. «Высшая математика – 3», Астана, 2010, 382 стр.

REFERENCES

1. Krasnov M.L., Kiselev A.I., Makarenko G.I. "Complex function. Operational calculus. Stability theory.", M.: Nauka, 1981, 182 p.

2. Piskunov N. S. "Differential and integral calculus for htei", M.: Nauka, volume 2, 1985, 420-421 p.

3. Aramanovich I. G., Luntz., L.E.,Elsgolts "Complex function. Operational calculus. Stability theory ", M.: Nauka, 1965, 282 p.

4. Khayrullin E.M. «Higher mathematic – 3» Astana, 2010, 382 p.

Тулешева Г.А., Сейткулова Ж.Н., Бажаев Н.А.

**Сынық - сызықты функциямен өрнектелген э.қ.к электр тізбегіндегі тоқты анықтау үшін Кошидің бір есебін шешу.**

**Түйіндеме:** Бұл жұмыста тоқты анықтайтын Коши есебінің аналитикалық шешуі берілген және электр тізбегінің э.қ.к. бөлік-сызықты функциясымен өрнектелген. Э.қ.к. баспалдақ функциямен берілгеннен есепке операциялық қисаптың әдістері қолданылып, ол арқылы электр тізбегіндегі тоқ анықталған.

**Түйінді сөздер**: Хэвисайд функциясы, баспалдақ функциясы, электр тізбегі.

Тулешева Г.А., Сейткулова Ж.Н., Бажаев Н.А.

**Решение одной задачи Коши для определения тока в электрической цепи с э. д. с., заданной кусочно-линейной функцией.**

**Резюме** В работе приведено аналитическое решение задачи Коши для определения тока, описывающее явление в электрической цепи с э. д. с., заданной кусочно-линейной функцией Для данной задачи использовался метод операционного исчисления, позволяющий рассчитать ток в электрической цепи с э. д. с., заданной ступенчатой функцией.

**Ключевые слова:** функция Хевисайда, ступенчатая функция, электрическая цепь.

Tulesheva G.A., Seytkulova Z.N., Bazhayev N.A.

**The solution of Cauchy problem to find the current in electrical circuit with EMF defined as piecewise linear function.**

**Summary.** This work shows analytical solution of Cauchy problem to define the current describing the phenomenon in curcuit with EMF defined as piece linear function.To solve this problem the operative calculus method was used. This method allows to calculate the current in curcuit with EMF defined as a step function.

**Key words:** Heaviside function, step function, electrical circuit.

УДК 539.216; 621.039.6

**В.Е. Мессерле, Л.Ж. Иманалина**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

## УГОЛЬ КАК ОБЪЕКТ ПРИЛОЖЕНИЯ ПЛАЗМЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Аннотация.** Рассмотрены химическое строение и структура углей, а также физико-химические основы их термических превращений.Описаны перспективная технология повышения эффективности использования топлива и принцип работы плазменно-топливных систем, реализующих эту плазменно-энергетическую технологию.

**Ключевые слова:**уголь, пиролиз, кокс, пластические свойства угля, летучие продукты, органическая масса угля, плазменно-топливная система.

### Введение

Уголь является одним из основных энергоносителей 21-го века. Сегодня во всем мире на угольных электростанциях производится более 50% тепловой и электрической энергии. При этом доля угля в топливном балансе тепловых электростанций (ТЭС) увеличивается. В тоже время качество энергетических углей повсеместно снижается. Это ведет к трудностям его воспламенения и сжигания при одновременном увеличении вредного воздействия на окружающую среду. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать новые технологии сжигания и газификации низкосортных углей [1]. К таким новым технологиям относятся плазменно-энергетические технологии нагрева, газификации и воспламенения углей. В основе плазменно-энергетических технологий лежат процессы использования твердых топлив: термохимическая подготовка к сжиганию, воспламенение и горение углей, газификация и комплексная переработка [2, 3]. Во всех этих процессах имеет место термическая деструкция угля, которая в значительной мере определяется его химическим строением и структурой. В этой связи в настоящей работе рассматривается химическое строение и структура углей, а также физико-химические основы термических превращений углей

### Химическое строение и структура углей

Уголь — это продукт медленного разложения органических веществ (в основном растительного происхождения) в природных условиях. Возраст угля определяется степенью его метаморфизма (углефикации), которая возрастает в ряду: торф < сланцы < бурый уголь < пламенный

уголь < газопламенный уголь < газовый уголь < жирный уголь < кузнечный уголь < тощий уголь < антрацит. Основными химическими элементами органической массы угля являются углерод, водород, кислород, сера и азот. Любой уголь можно представить следующими составляющими: углерод (C), зола (A), летучие (V), влага (W).

Теплоту сгорания угля можно рассчитать с помощью формулы Менделеева [4]:

$Q_н^р$=4,19[81$C^р$ + 246$H^р$ - 26 ($O^р$- $S^р$) - 6$W^р$] кДж/кг,

где C, H, O и S - концентрация углерода, водорода, кислорода и серы в рабочей массе угля, мас.%. Содержание углерода в органической массе угля возрастает с увеличением степени метаморфизма от 65 для бурых углей до 91 % для антрацитов. Содержание водорода в этом ряду снижается от 8 до 4 %, а кислорода - от 30 до 2 %. Концентрацияазота и серы в углях всех типов колеблется в пределах 0,5-2 % и 0,5-3 % соответственно, а минеральных составляющих — от нескольких до десятков процентов.

При исследовании строения углей широко используются химические методы определения фенольных гидроксильных групп, эфирных связей и природы алифатических структур [5]. Применяются также методы рентгеноструктурного анализа, электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерно-магнитного резонанса (ЯМР), инфракрасной спектроскопии (ИК), масс-спектроскопии и другие физические и физико-химические методы исследования.

На основании проведенных исследований сформулированы следующие представления о химическом строении углей. Основная часть органической массы угля представляет собой жесткий трехмерный полимер нерегулярного строения. Кроме того, в ней содержатся подвижные мономолекулярные или малополимеризованные вещества, связанные с полимерным каркасом донорно-акцепторным взаимодействием или иммобилизованные в порах [6].Жесткая и подвижная фазы угля построены из фрагментов, соединенных между собой алифатическими, эфирными, тиоэфирными, иминовыми мостиками. Каждый фрагмент состоит из ароматического ядра и алифатической периферийной части. Число конденсированных ароматических колец, входящих в ядро, зависит от степени метаморфизма угля.

Кислород входит в основном в феноловые гидроксильные, карбонильные и карбоксильные группы. Концентрация феноловых гидроксильных групп уменьшается с повышением содержания углерода и составляет очень малые значения уже при 89 % C.

Сера в угле содержится в неорганических (дисульфиды, сульфаты) и органических соединениях[1]. Органическая сера составляет обычно от половины до трети общего количества серы.

Азот входит только в состав органическоймассы угля. О строении таких структур судят по составу продуктов экстракции, пиролиза и гидрирования.

**Физико-химические основы термических превращений углей**

При нагреве углей, начиная с температур 620-670 К, топливо начинает разлагаться с образованием первичных продуктов деструкции: летучих и коксового остатка. Выделение летучих (CO, $H_2$, $CO_2$, $CH_4$,$C_6H_6$, $N_2$, $H_2O$и др.) наблюдаетсядо температур 1220 К (антрациты). Количество летучих продуктов ($V^г$), выделяющееся при нагреве угля в стандартных условиях по методике полукоксования твердых топлив [1], является главной характеристикой реакционной способности углей и приводится в справочниках наряду с другими теплотехническими характеристиками и химическим составом [4].Летучие продукты содержат пары воды, водород, метан, оксиды углерода, углеводородные газы и более тяжелые продукты, называемые смолами.

На основании экспериментальных исследований выхода летучих из различных углей [7] сделан вывод о том, что пиролиз угля является совокупностью независимых параллельных, а не конкурирующих реакций.При нагревании угля в инертной атмосфере происходят существенные изменения и с твердым остатком: он становится пластичным, частицы его спекаются, набухают, затем снова затвердевают, образуя массу с пористой структурой — кокс. На пластические свойства углей влияют различные факторы - строение, скорость нагрева, размер частиц. При содержании в углях летучих менее 13-15% пластические свойства отсутствуют. С увеличением содержания летучих до 25-30% пластичность возрастает, а далее уменьшается, исчезая для углей с содержанием летучих 35-40%. При содержании летучих около 32% размягчение начинается при 673 К, а затвердевание при 773 К. С уменьшением содержания летучих температура начала размягчения угля возрастает, а температура затвердевания падает, т.е. зона пластичности уменьшается. Увеличение скорости нагрева усиливает пластические свойства угля: текучесть и набухание возрастают, зона пластичности расширяется.

**Плазменно-топливные системы**

Несмотря на продолжительный период использования угля, последний остается топливом, которое вызывает трудности в эффективном и экологически чистом его сжигании. Уголь является одним из основных источников электроэнергии. Более 40 % электроэнергии в мире вырабатывается на угле. В то же время стоит проблема ухудшения качества углей, поставляемых электростанциям. Увеличение содержания золы и влажности с соответствующим уменьшением теплоты сгорания имеют непрерывный характер. Снижение качества топлива вынуждает обслуживающий персонал электростанций использовать мазут в существенных объемах для стабилизации горения пылеугольного факела.

Для повышения эффективности использования твердых топлив, снижения доли мазута и природного газа в топливном балансе тепловых электростанций и снижения вредных пылегазовых выбросов была разработана плазменно-энергетическая технология воспламенения, термохимической подготовки и сжигания углей. Для реализации данной технологии разработаны плазменно-топливные системы (ПТС). При использовании ПТС мазут, дизельное топливо или природный газ заменяют самой угольной пылью, подвергаемой термохимической подготовке в объеме пылеугольной горелки с использованием электродуговых плазмотронов, являющихся основным элементом ПТС. Технология ПТС основана на плазменной термохимической подготовке угля к сжиганию и заключается в нагреве аэросмеси (угольная пыль + воздух) плазменным факелом до температуры выхода летучих угля и частичной газификации коксового остатка. Тем самым из исходного угля независимо от его качества из аэросмеси получают высокореакционное двухкомпонентное топливо (горючий газ + коксовый остаток). При его смешении с вторичным воздухом в топке котла двухкомпонентное топливо воспламеняется и устойчиво горит без использования дополнительного топлива (мазут или природный газ), традиционно используемого для растопки котлов из холодного состояния и стабилизации горения факела низкосортного энергетического угля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е.Введение в плазменно-энергетические технологии использования твердых топлив. – Новосибирск, 1997.- 118 с.

2. Сакипов З.Б., Мессерле В.Е., Ибраев Ш.Ш. Электротермохимическая подготовка углей к сжиганию. – Алма-Ата: Наука, 1993. – 259 с.

3. Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. Введение в плазменно-энергетические технологии топливоиспользования. – Улан-Удэ, 1996.- 56 с.

4. Энергетическое топливо СССР: Справочник.- М.: Энергия, 1968. – 676 с.

5. Померанцев В.В., Арефьев К.М., Ахмедов Д.Б. и др. Основы практической теории горения. – Л.:Энергоатомиздат, 1986.- 312 с.

6. Химия и переработка угля / Под редакцией В.Л.Липовича. –М.: Химия,1988. – 336 с.

7. Suuberg E.M., Peters W.A. Howard J.B. Product composition and kineticsofligitepurolysis// Ind/ and Eng. Chem. Process Des. And Develop. – 1978.- Vol.17, N1. – P. 37-46.

Мессерле В.Е., Иманалина Л.Ж.

**Көмір плазма энергетикалық технологиялар нысан ретінде**

**Аннотация.** Бұл жұмыста көмірдің химиялық құрылымы мен құрамы қаралған, сонымен қатар термикалық өзгерістерімен және физико-химиялық негіздері. Плазмалық отын жүйелерінің тиімділігін және жұмысын арттыру үшін перспективалы технологияларды сипаттайды, бұл плазмалық энергия технологияны жүзеге асыратын технология.

**Түйінді сөздер:** көмір пластикалық қасиеттері,құбылмалы өнімдері, көмір органикалық салмағы, плазма-отын жүйесі.

Messerle V.E., Imanalina L.Z.

**Coal as the object of applying plasma-energy technologies**

**Summary**. The work considers coal chemical structure, as well as physical and chemical basis of its thermal transformation. It describes prospective technology of enhancing effectiveness of using fuel and principles of operation of plasma-fuel systems being used for this plasma-energy technology.

**Key words**: coal, pyrolysis, coke, plastic properties of coal, volatile products, coal organic matter, plasma-fuel system.

УДК 539.216; 621.039.6

**В.Е. Мессерле, Л.Ж. Иманалина**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАЗМЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

**Аннотация.** Рассмотрены механизмы превращений азота и серы топлива в процессах термообработки углей, привести схемы превращений сернистых соединений угля в инертной и восстановительных средах, а также азотсодержащих соединений угля при факельном сжигании.

**Ключевые слова:** плазменно-энергетические технологии, воспламенение, пиритная сера, топливные оксиды азота.

**Введение.**

Непосредственное сжигание углей пониженного качества, доля которых в топливном балансе ТЭС увеличивается, связано с заметными трудностями из-за ухудшения их воспламенения и выгорания, а также увеличением вредных пылегазовых выбросов.Плазменно-энергетические технологии, базирующиеся на эффективном использовании твердых топлив, целесообразны не только в технико-экономическом аспекте, но и в экологическом отношении.При комплексной переработке угля из его органической массы получают высококалорийный синтез-газ (CO + $H_2$), свободный от оксидов серы и азота, а из минеральной части угля извлекают ценные компоненты (кремний, ферросилиций, карбосилиций, ферроалюминий), что позволяет существенно сократить вредные пылегазовые выбросы в окружающую среду[1, 2].

**Механизмы превращений азота и серы топлива в процессах термообработки углей**

Безмазутные технологии растопки пылеугольных котлов и стабилизации горения факела с использованием электродуговых плазмотронов [3 - 7] способствуют снижению вредных выбросов (оксидов азота, серы и ванадия) в атмосферу.Поскольку плазменно-энергетические технологии базируются на использовании углей, а в углях содержатся азот и сера, рассмотрим процесс превращений последних при нагреве угля. В процессе нагрева угля происходит отщепление функциональных групп, в которые входят азот и сера топлива [8, 9, 10].Уменьшение вредных выбросов может быть достигнуто несколькими путями: очисткой исходного сырья от вредных примесей, удалением оксидов серы и азота из отходящих газов (что является сложной задачей) и проведением процесса в условиях, когда вредные вещества образуются в меньшей степени. Для решения проблемы третьим путем необходимо глубокое понимание механизма превращения серо- и азотсодержащих компонентов угля в различных процессах.

Сера содержится в угле в виде дисульфида железа FeS2 (пиритная сера) и органической серы. Количество органической серы составляет 30-50 % от общей серы. При нагреве угля происходят сложные процессы разложения пирита и органических серосодержащих групп с выделением в основном сероводорода, взаимодействие выделившегося сероводорода с органической массой угля и компонентами золы, разнообразные реакции сероводорода с пиритом и т.д. Схема этих превращений представлена на рис.1[8].

Таким образом, при термической переработке угля осуществляются сложная совокупность реакций выделения сернистых соединений и фиксация их в коксовом остатке, упрощенную схему которых (см. рис.1) можно описать следующим образом:

1.Большая часть серы выделяется из угля при температурах около 1073 К, так как в этих условиях $FeS_2$ полностью разлагается на FeSи $H_2$S, а из органической массы выделяются летучие, содержащие в инертной или восстановительной среде серу в виде $H_2$S, $CS_2$ и серосодержащие соединения смолы (в основном тиофеновые соединения и сульфиды). Дальнейший распад FeS происходит очень медлено, и значительная часть его остается в коксе.

2.При температурах выше 923 К скорость реакции $H_2S$ скомпонентами минеральной массы угля MO и $MCO_3$, где M – это Fe, Mg и Ca, велика и значительная часть выделившегося $H_2S$ связывается или остается в коксе[11].

3.Серосодержащие компоненты смолы в инертной или восстановительной среде при высоких температурах разлагаются на сероводород и низкомолекулярные углеводороды.

4.В парокислородной среде идут радикальные и радикально-цепные газофазные реакции окисления $H_2$S и $CS_2$с образованием оксидов серы (SO, $SO_2$ и $SO_3$).

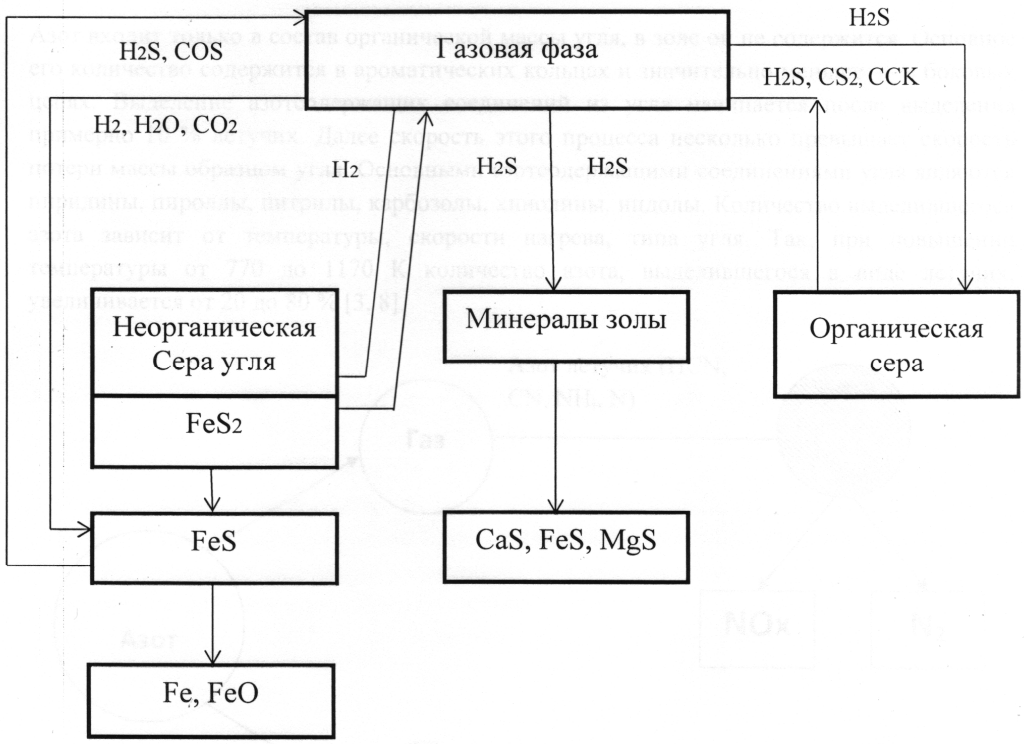



**Рис. 1.** Схема превращений сернистых соединений угля в инертной ивосстановительной средах

Азот входит только в состав органическоймассы угля, в золе он не содержится. Основное его количество содержится в ароматических кольцах и значительно меньше — в боковых цепях. Выделение азотсодержащих соединений из угля начинается после выделенияпримерно 10 % летучих. Далее скорость этого процесса несколько превышает скорость потери массы образцом угля. Основными азотсодержащими соединениями угля являются пиридины, пироллы, нитрилы, карбозолы, хинолины, индолы. Количество выделившегося азота зависит от температуры, скорости нагрева, типа угля. Так, при повышении температуры от 770 до 1170 К количество азота, выделившегося в виде летучих, увеличивается от 20 до 80 % [3, 8].

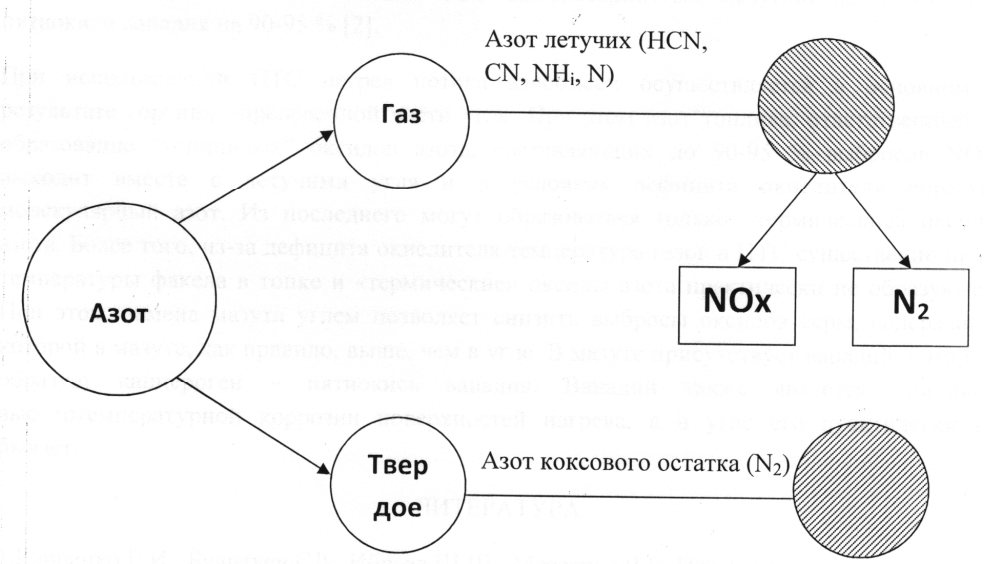



**Рис. 2.** Схема превращения азотсодержащих соединений угля при факельном сжигании.

Дальнейшие превращения выделившихся азотсодержащих летучих зависит от среды: при гидрировании в водороде и газификации водяным паром основные газообразные продукты — $NH_3$ и $N_2$, при сжигании в кислороде и воздухе - $NO_x$ и $N_2$. Превращение азотсодержащих компонентов угля в окислительной атмосфере происходит по схеме, приведенной на рис.2 [3] и приводит к образованию "топливных" оксидов азота.Образование "топливных" оксидов азота начинается при температуре 950 К (температура воспламенения летучих) и увеличивается примерно в 5 раз при повышении температуры до 1200 К, достигая значений 1,0 г/м$^3$. При дальнейшем увеличении температуры до 1800 К концентрация NO растет слабо. При температурах выше 1800 К начинается образование оксидов азота из азота воздуха ("термические" NO) по механизму Зельдовича и содержание их в продуктах резко возрастает (до 16 г/м$^3$ при 3000 К).

Резкое ужесточение в последнее время требований к повышению эффективности топливоиспользования и защите окружающей среды от вредных выбросов является мощным стимулом для развития новых технологий подготовки к сжиганию и комплексной переработки топлив, позволяющих снизить концентрацию NOхв отходящих газах. Перспективными технологиями, позволяющими снизить выбросы NOхявляются плазменно-энергетические технологии топливоиспользования. Применение плазменно-энергетических технологий топливоиспользования, а именно плазменно-топливных систем (ПТС), обеспечивает стабильное воспламенение при повышении эффективности сжигания угля. ПТС не только устраняют необходимость использования дорогостоящих газа и мазута для растопки котлов и стабилизации горения пылеугольного факела,но позволяют снизить выбросы оксидов азота (в 1,5-2 раза), оксидов серы (за счет исключения из топливного баланса ТЭС высокосернистых мазутов) на 30-40 % ипятиокиси ванадия на 90-95 %[2].

При использовании ПТС нагрев потока аэросмеси осуществляется в основном в результате горения определенной части угля. При этом азот топлива, ответственный за образование "топливных" оксидов азота, составляющих до 90-95 % выбросов NOx, выходит вместе с летучими угля и в условиях дефицита окислителя образует молекулярный азот. Из последнего могут образоваться только «термические» оксиды азота. Более того, из-за дефицита окислителя температура газов в ПТС существенно ниже температуры факела в топке и «термические» оксиды азота практически не образуются. При этом, замена мазута углем позволяет снизить выбросы оксидов серы, содержание которой в мазуте,как правило, выше, чем в угле. В мазуте присутствует ванадий, который образует канцероген – пятиокись ванадия. Ванадий также является причиной высокотемпературной коррозии поверхностей нагрева, а в угле его практически не бывает.

ЛИТЕРАТУРА

1.Карпенко Е.И., Буянтуев СЛ., Ибраев Ш.Ш., Мессерле В.Е. Плазмоэнергетические процессы и аппараты в решении природоохранных задач. — Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, - 1992. — 114 с.

2. Мессерле В.Е. Комплексная электротермохимическая переработка низкосортных твердых топлив // Плазменная активация горения Углей. — Алма-Ата: КазНИИЭ, 1989. - С. 31-48.

3.Сакипов З.Б., Мессерле В.Е., Ибраев Ш.Ш. Электротермохимическая подготовка углей к сжиганию. — Алма-Ата: Наука, 1993. — 259 с.

4.Новые материалы и технологии. Экстремальные технологические процессы / Под ред. М.Ф. Жукова. — Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние, 1992. — 178 с.

5.Жуков М.Ф., Карпенко Е.И., Перегудов В.С., Буянтуев СЛ., Мессерле В.Е. и др. Плазменная безмазутная растопка котлов и стабилизация горения пылеугольного факела / Под ред. В.Е.Мессерле и В.С.Перегудова. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1995. — 304 с.

6. Messerle У.Е., Peregudov V.S. Ignition and stabilisation of combustion of pulverised coal fuels bu thermal plasma // Investigations and design of thermal plasma technology. — L.: Cambridge Interscience Publishing, 1995. — Vol. 2. — P. 323—343

7.Blackburn P.R. Pulverised coal heated igniter system // Pat. № 1585943 (B). - 1982. — № 3.

8.Жуков М.Ф., Калиненко Р. А., Левицкий А.А., Полак Л.С. Плазмохимическая переработка угля. — М.: Наука, 1990. — 200 с.

9.Suuberg E.M., Peters W.A. Howard J.B. Product composition and kineticsof ligite purolysis// Ind/ and Eng. Chem. Process Des. And Develop. – 1978.- Vol.17, N1. – P. 37-46/

10.Solomon P.R., Hamblen D.J., Carangelo R.M., Krause J.l. Coal thermal decomposition in an entrained flow reactor: Experiment and theory// Proc. XIXIntern. Symp.Combust. – 1982. – P. 1139-1149.

11.Карпенко Е.И., Мессерле В.Е. Введение в плазменно-энергетические технологии использования твердых топлив. – Новосибирск, 1997.- 118 с.

Мессерле В.Е., Иманалина Л.Ж.

**Плазмалық энергетикалық технологиялардың экологиялық аспектілері отынның қатты түрлерін пайдалану**

**Аннотация.** Бұл жұмыста отындық термикалық өңдеу процестерінде көмір күкірт және азот түрлендіру механизмін қарастыру тапсырма қойылады, қайтару инертті күкірт қосылыстары және көміртек тізбек түрленулер көрсету, және азот бар көмір қосылыстарын факелмен жағу.

**Түйінді сөздер**: плазмалық-энергетикалық технологиялар, қабынуы, пириттік күкірт, отын азот оксидтері.

Messerle V.E., Imanalina L.Z.

**Ecological aspects of plasma-energy technologies used for solid fuels**

**Executive Summary.** The work sets a task of considering mechanisms of nitrogen and sulfur fuel transformation within coal thermal processing processes; bringing schemes of transforming coal sulfur compounds in inert and reducing environment, as well as coal nitrogen containing compounds in flaring.

**Key words:** plasma-energy technologies, inflammation, pyritic sulfur, fuel nitrogen oxides.

УДК 004.65(043)

**С. С. Ихсанов, Т. А. Шмыгалева**
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан
serikbol.i@gmail.com)

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА В РАЗЛИЧНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТРУКТУРАХ

**Аннотация.** Государственная структура, является сложной системой, состоящей из множества отделов и подотделов. Эффективный и объективный мониторинг подобной системы требует значительных машинных, человеческих и временных ресурсов. С целью максимально рационального использования ресурсов широко применяются IT- технологии.

В статье описывается информационная система «Государственная структура», цель которой обеспечение повышения эффективности работы государственных структур, за счет сокращения времени для сбора данных, необходимых для принятия управленческих решений.

Информационная система (ИС) состоит из двух частей. Первая часть - это централизованная база данных, в которой хранится информация об отделах и данные поступающие от них. Вторая часть - это программный комплекс ”Мониторинг государственной структуры” наглядно отображающий текущую ситуацию в отделах в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** база данных, мониторинг, государственная структура, информационные системы, оптимизация.

**Описание схемы работы ИС.** Существуют отделения, в которых принимают обращения от населения. Каждое отделение имеет свои данные (ID отдела, название, контакты, исходные ресурсы). У каждого отдела есть свои нормы по количеству принятых обращений. Они формируются, исходя из общей численности населения района, к которому прикреплен отдел, и ресурсов, выделенных отделу изначально. Эти нормы могут быть дневные, недельные, месячные, квартальные и годовые. Отделы, показатели которых регулярно не соответствуют нормативам, относим к критической категории. Каждое обращение имеет данные (ID обращения, ID отдела, ID сотрудника, вид обращения, дата и время поступления, стадия обращения и т.п.).

В каждом отделе будут учитываться активные ресурсы, то есть количество работников в день, количество рабочих компьютеров, связь с сервером и.т.п. Должна формироваться общая статистика по каждому отделу (число обращений, тип обращений, число неполадок и т.д.)

Исходя из данных, будет составляться список отделов, показатели которых не соответствуют нормам. К каждому отделу из списка будет прикреплена общая информация об отделе, отчет о принятых обращениях, состояние активных ресурсов, вид проблемы.

Между отделами и руководством будет поддерживаться постоянная связь, в целях обеспечения минимального отклика и максимального скорости принятия решений.

Здесь можно выделить три группы сотрудников:

Первый вид: рядовой сотрудник, который принимает обращения;

Второй вид: сотрудник, отвечающий за мониторинг в отделе. Он контролирует работу рядовых сотрудников и учитывает активные ресурсы отдела;

Третьи вид: администратор, который следит за отделами и принимает решения для улучшения работы отделов, исходя из данных поступающих от них.

**База данных.** База данных (БД) расположена на центральном сервере и доступна всем отделам постоянно. Скопление всех данных в одной БД позволяет легко и быстро их анализировать, не обращаясь за информацией к другим источникам и не затрачивая время на их пересылку.

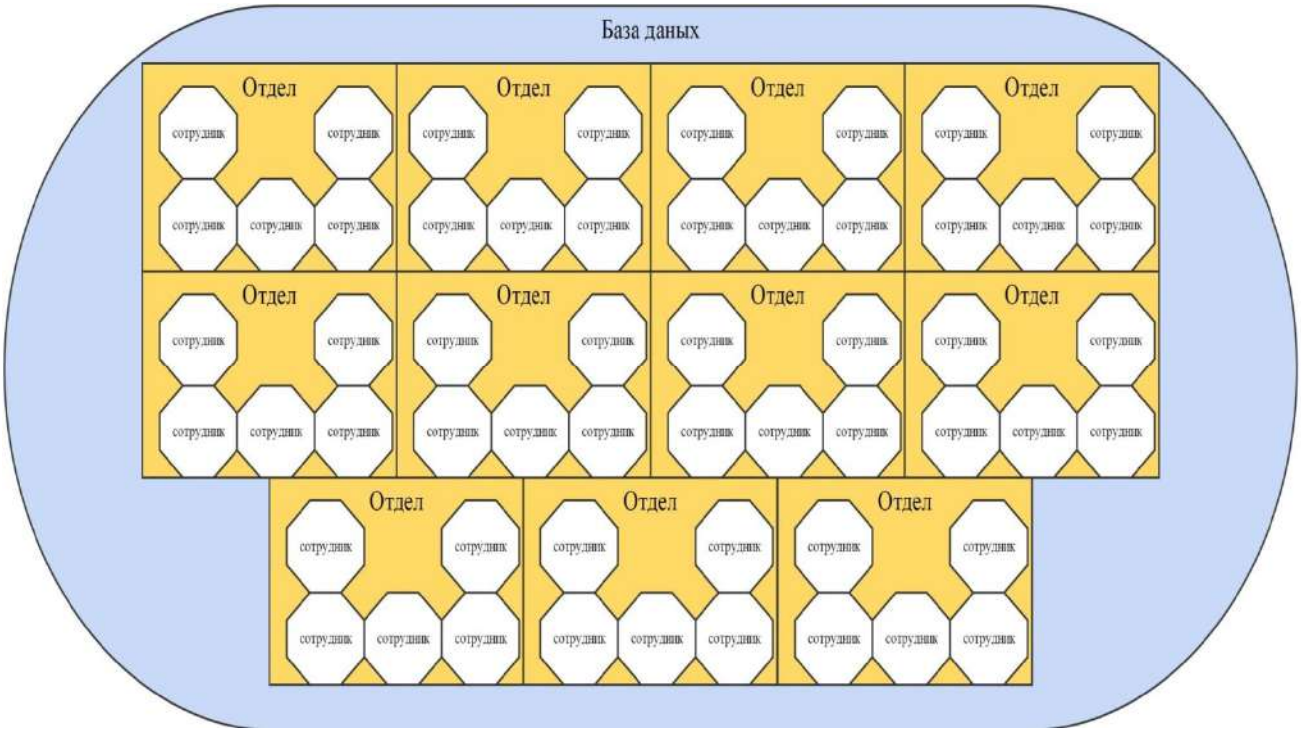



**Рис. 1.** Принципиальная схема Базы данных

Для разработки и администрирования базы данных была использована среда Microsoft SQL server выпуска Enterprise. Данный выпуск позволяет, не беспокоится о проблемах с расширением базы данных, так как объем поддерживаемой БД составляет 524 петабайт. А объем поддерживаемой памяти в два терабайта и возможностью одновременно задействовать до восьми процессоров позволит обеспечить широкие возможности для дальнейшей модернизации и расширения системы.

Общий объем прироста базы данных за год составляет суммарный объем поступающих данных со всех отделений. Прирост(Р) вычисляется следующим образом,

$$P = \left(\sum_{i=0}^{n} M_i * O_i * S_i + A_i)\right) * 365$$

где М – количество людей в отделе, О – это среднее количество обращений в день, S – средний размер обращения которое измеряется в байтах, А- средний размер статистики за день, также измеряется в байтах. Прирост вычисляется с запасом на непредвиденное расширение, без учета выходных и праздничных дней, когда отделы не работают.

Одним из важнейших этапом разработки БД является этап разработки защиты базы данных. В сфере защиты данных есть два основных направления: защита от сбоев и защита от несанкционированного доступа. Для защиты от сбоев разрабатывается стратегия резервного копирования. Для защиты от несанкционированного доступа каждому пользователю предоставляется доступ к данным только в соответствии с его правами доступа. Для нашей базы данных создаются 3 учетные записи: администратора, сотрудника, отвечающего за мониторинг в отделе, рядового сотрудника. Администратору дается полный контроль над БД, сотрудник, отвечающий за мониторинг в отделе, имеет право вносить изменения некоторых сущностей, рядовой сотрудник вносит обращения и видит внесенные ранее обращения.

Подключение к базе данных может производиться через обычную общую сеть интернет, так как предусмотрена защита от несанкционированного доступа к базе данных.

**Программный комплекс (ПК) ”Мониторинг государственной структуры”.**

Разработанное приложение было разработано в среде C++ Builder. Оно позволяет выполнять редактирование базы данных, удаление и добавление записей, представлять записи в определенном виде (таблиц, схем, диаграмм). Главной целью программного комплекса является наглядная визуализация данных об отделах в режиме реального времени. У приложения три режима доступа: администратора, сотрудника, отвечающего за мониторинг в отделе и рядового сотрудника.

У каждого режима есть свой интерфейс, вызывающийся при авторизации пользователя в базе данных. Каждый интерфейс отличается внешним видом и функционалом.

Интерфейс рядового сотрудника включает следующие функции:

- внесение новых обращений;
- просмотр ранее внесенных обращений.

Интерфейс «отвечающий за мониторинг в отделе» включает следующие функции:

- отображение физических и человеческих ресурсов в этом отделе;
- учет активных ресурсов за сутки (число пришедших работников, рабочих компьютеров, устойчивость связи и.т.д);
- связь между отделами и руководством.

Интерфейс администратора включает следующие функции:

- выборку и отображение отделов в критической категории;
- действия для устранения факторов, которые привели отдел к критической категории;
- отображение состояния всех отделов и их ресурсов;
- редактирование состояния всех отделов и их ресурсов;
- связь между отделами и руководством.

**Системные требования.** Со стороны программного комплекса системные требование относительно небольшие. Приложение может работать на любом компьютере, поддерживающем Windows XP и выше, с программным обеспечением для поддержки приложений, написанных на языке C++ и с СУБД Microsoft SQL server.

Со стороны базы данных, для нормального функционирования и поддержки всех пользователей в рамках одной страны или города требуется сервер со следующими параметрами:

- Рекомендуемый минимальный размер ОЗУ 32 гигабайта или более;
- Операционная система Windows Server 2003 R2 или Windows Server 2008 R2 64 bit
- Восьми ядреный процессор
- Количество жестких дисков для размещения базы данных в количестве 8 HDD на 15К оборотов в минуту
- RAID 10 на внешнем контроллере с энергонезависимой кэш памятью не менее 1 Гб

**Вывод.** Таким образом, централизованная информационная система с возможностью удобного мониторинга и наглядного отображения статистики и других данных, касающихся учреждения, сократит время, необходимое для принятия оптимальных управленческих решений в государственных структурах. Что благоприятно отразится на всей системе управления государственными учреждениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Питер Роб, Карлос Коронел Системы Баз данных: Проектирование, реализация и управление 5-е издание [393-433 с.].
2. Шмыгалева Т.А. «Разработка клиент-серверных приложений». Алматы Издательство Қазақ университеті. 2011. 95 с.
3. Макарова Н.В., Волков В.Б. Учебник для ВУЗов. Информатика. Для бакалавров, Спб.: «Питер».
4. Кириллов В.В., Громов Г.Ю. «Введение в реляционные базы данных».
5. Дженнифер Тидвелл Разработка пользовательских интерфейсов.
6. С. Ададуров, А. Хомоненко Работа с базами данных в C++ Builder.
7. Дунаев В. «Базы данных. Язык SQL».
8. Э.В. Фуфаев, Д.Э. Фуфаев. Разработка и эксплуатация удаленных баз данных. Учебник. Москва. Издательский центр “Академия”, 2008.
9. Левнец И.А., Старых В.А., Щавелёв Л.В. Решение проблемы комплексного оперативного анализа информации хранилищ данных //СУБД – 1979.
10. Страуструп Б. - Программирование. Принципы и практика использования C++ -2011.
11. Липачев Е.К. - Технология программирования. Базовые конструкции C_C++ - 2012.
12. Душан Петкович - Microsoft SQL Server 2008.Руководство для начинающих – 2009.

REFERENCES

1. Piter Rob, Karlos Koronel Sistema basy dannyh: proektirovanie, realizazhiy i upravlenie [393-433 s.].
2. Shmygaleva T. A. «Razrabotka klient-servernyh prilogheni». Almaty Kazak universiteti. 2011 95.
3. Makarova N.V., Volkov V.B. Uchebnik dliy VUZov. Informatika. Dliy bakalavrov, Spb.: «Piter» .
4. Kirillov V.V, Gromov G.Y. «Vvedenie v reliazhionnye bazy dannyh».
5. Jennifer Tidwell Razrabotka polzovatelskih interfeisov.
6. S. Adadurov, A. Homonenko Rabota s bazami dannyh C++ Builder.
7. Dunaev V. «Baza dannyh. Yasik SQL.
8. A.V.Fufaev, D.A. Fufaev. Razrabotka I ekcpluatazhia udalennyh baz dannyh. Uchebnik. Moskva. Izdatelski zhentr “Akadeniy”, 2008.
9. Levnezh I.A., Staryh V.A., Shavelov L.V. Reshenie problem kompleksnogo operativnogo analiza informazii hranilisha dannyh // SUBD – 1979.
10. Strustrup B. – Programmirovanie. Prinzhipy i praktikaispolzovaniy C++ - 2011.
11. Lipachev E.K – Tehnologiy programmirovaniy. Bazovye konstrukzhii C_C++ - 2012.
12. Dushan Petrovich - Microsoft SQL Server 2008. Rukovodstvo dly nachinaushih – 2009.

Ихсанов С. С., Шмыгалева Т. А.

**Информационная система для мониторинга в различных государственных структурах**

**Резюме.** В статье описывается информационная система «Государственная структура». Цель данной системы обеспечение повышения эффективности работы государственных структур, за счет сокращения времени для сбора данных, необходимых для принятия управленческих решений.

**Ключевые слова**: база данных, мониторинг, государственная структура, информационные системы, оптимизация.

Ихсанов С. С., Шмыгалева Т. А.

**Мемлекеттік құрылымды мониторингтеуге арналған ақпараттық жүйе**

**Түйіндеме.** Мақалада мемлекеттік құрылымдарға арналған ақпараттық жүйе сиппаталған. Бұл жүйенің мақсаты деректердің тез арада өңделуінің арқасында мемлекетті басқаруда шешімдер қабылдауға қажетті мемлекеттік құрылымдардың жұмысының нәтижесін арттыру болып табылады.

**Кілттік сөздер:** деректер қоры, мониторинг, мемлекеттік құрылым , ақпараттық жүйелер, тиімділікті арттыру.

Ikhsanov S. S; Shmygaleva T. A

**Information system for monitoring various state agencies**

**Resume.** The article is written description of an information system "State structure". The purposes of this system software improve the efficiency of government agencies, by reducing the time to collect the data needed for decision-making.

**Key words:** database, monitoring, government structure, information Systems, optimization.

УДК 622.807:622.271

**М. Жараспаев, Қ. Әділғазы, Х. Тукенова, Д. Абилжанов, А. Умбетова, А. Жумабаева**
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан)

# ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

**Аннотация**. Основными источниками загрязнения промышленных зон являются технологические процессы, ведение которых вызвано самой сущностью добычи полезных ископаемых. При добыче полезных ископаемых, в основном, происходит выделение вредных веществ в виде пыли и газа, которых следует описывать, используя физические величины. В статье введены определения следующих физических величин: мощность и интенсивность пылевыделения, коэффициент рассеяния и интенсивность распространений вредных веществ в атмосферном воздухе.

**Ключевые слова**: источники, запыленность, загазованность, процессы, технология, рассеяние, интенсивность, мощность.

Причиной загрязнения окружающей среды являются выбросы и сбросы вредных веществ при различных технологических процессах материального производства, обеспечивающие жизнедеятельность человека.

Концентрация вредных веществ в единице объеме атмосферного воздуха называется запыленностью или загазованностью. Известны методы и средства контроля запыленности или загазованности воздуха, позволяющие определять ее величину с достаточно большой точностью /1-3/. Описать состояние воздуха рабочих зон и окружающей среды, используя понятия интенсивности загрязнения и запыленности воздуха, которые должны отражать реальные состояние природной среды.

Поэтому для описания состояния атмосферного воздуха промышленных зон целесообразно ввести следующие понятия и их определения: мощности выделения вредных веществ из источника загрязнения, интенсивности выделения и интенсивности распространения, а также коэффициента рассеяния вредных веществ. Эти физические величины могут полностью описать состояние атмосферного воздуха рабочих зон и окружающей среды, прилегающей к добывающей отрасли. Правильное установление этих физических величин позволит выбрать оптимальные средства и способы улучшения рабочих воздуха зон и экологию территории, прилегающей к горнодобывающей отрасли.

Авторами работы /4-6/ получены выражения, позволяющие определить мощность выделения вредных веществ в атмосферу, используя хаотичность движения вредных веществ в атмосферном воздухе и статистика, которая представлена в виде:

$$W = \frac{m_{cp}}{\Delta t} V_{\Delta S \Delta t} = \frac{m_{cp} N(V)}{4V} \Delta S, \qquad (1)$$

где S – площадь источника пылевыделений ;

(V) – среднее значение скорости частиц;

V – объем воздуха при отборе проб ;

$m_{cp}$ – средняя масса пылевыделений частиц, кг. Тогда мощность можно представить в виде:

$$W = \frac{1}{4} N_3(\mathrm{V})\mathrm{S}, \qquad (2)$$

где $N_3$ – запыленность атмосферы в местах отбора пробы воздуха мг/м$^3$;

S – поверхностная площадь источника пылевыделения, м$^3$;

Полученный результат означает, что мощность пропорциональна запыленности воздуха и среднему значению величины скорости частиц. Заметим, что величина, определяемая формулой (2)

представляет собой плотность потока частиц пролетающего через единицу площади в единицу времени.

Модуль величины скорости частиц пыли определяется при различных технологических процессах и воздействии потока воздуха (ветра) модулям суммы скоростей её составляющих, Следовательно, можно записать, что модуль средней скорости частиц равняется выражению:

$$\left\langle \left| \vec{V} \right| \right\rangle = \left\langle \left| \vec{V}_{\text{в}} \right| \right\rangle + \left\langle \left| \vec{V}_{\text{т}} \right| \right\rangle + \left\langle \left| \vec{V}_{\text{д}} \right| \right\rangle$$

где $\left\langle \left| \vec{V}_{\text{в}} \right| \right\rangle$ - среднее значение модуля скорости воздушного потока;

$\left\langle \left| \vec{V}_{\text{т}} \right| \right\rangle$ - среднее значение модуля скорости, возникающие при воздействии технологического процесса;

$\left\langle \left| \vec{V}_{\text{д}} \right| \right\rangle$ - среднее значение модуля скорости при диффузии пылевидных частиц в потоке. В зависимости от вида пылевыделения значение средней скорости диффузии будет намного меньше от первых двух скоростей. Следовательно, величиной можно пренебречь. Поэтому формулу (1) следует представить в виде:

$$W = \frac{1}{4} N_3 \left[ \left\langle \left| \vec{V}_{\text{в}} \right| \right\rangle + \left\langle \left| \vec{V}_{\text{т}} \right| \right\rangle \right] S \qquad (3)$$

Технологический процесс может воздействовать на источник пылевыделения непосредственно, сообщая импульс для перемещения горной массы, а также и пылевыделения может быть и непосредственным, через воздушную среду за счет изменения её аэродинамики под воздействием технологического оборудования.

В формулу (3) можно подставлять величину скорости в векторной форме, что позволит определять направление распространения пылевого потока.

Мощность пылевыделения кроме тех величин, которые входят в формулу (3) зависит ещё и от массы пыли в источнике загрязнения атмосферы. Выделение пыли из источника зависит от распределения пыли на поверхности и в объеме источника. Причем эта зависимость будет определяться технологическим процессом по мере обнажения новых поверхностей или продвижения фронта работ. Первоначальная масса пыли при ведении технологического процесса будет увеличиваться за счет внедрения соответствующего технологического оборудования в горную массу. Следовательно, при технологическом процессе происходит вторичное пылеобразование в той или иной степени в зависимости от вида технологии и применяемого оборудования.

Таким образом, пыль, выделяющаяся из источника, будет изменяться в зависимости от распределения на поверхности, в объеме и за счет технологического процесса. Принято содержание пыли в любом источнике выражать в долях или в процентах. Если процентное содержание пыли на поверхности, в объеме и вторичного пылеобразования обозначит $\varphi_S, \varphi_V, \varphi_T$, то ее можно представить как сумму:

$$\varphi = \frac{\varphi_S + \varphi_V + \varphi_T}{100}. \qquad (4)$$

При умножении формулу (2) на (4) получим выражения для интенсивности пылевыделения при различных технологических процессах, которых можно представить следующим образом:

$$W = \frac{1}{4} \frac{\varphi_S + \varphi_V + \varphi_T}{100} [\left\langle \left| \vec{V}_{\text{в}} \right| \right\rangle + \left\langle \left| \vec{V}_{\text{т}} \right| \right\rangle] N_3 \text{S}, \qquad (5)$$

где W - мощность пылевыделения при соответствующих технологических процессах, мг/с;

$\varphi_S$ - весовое процентное содержание пыли на поверхности источника пылевыделения, %;

$\varphi_V$ - весовое процентное пыли в объеме источника пылевыделения, %,

$\varphi_T$ - весовое процентное содержание пыли за счет технологического процесса, т.е. за счет вторичного пылеобразования %;

$\left\langle \left| \vec{V}_{\text{в}} \right| \right\rangle$ - среднее значение модуля скорости воздушного потока, м/с;

$\left\langle \left| \vec{V}_{\text{т}} \right| \right\rangle$ - среднее значение модуля скорости, возникающие при воздействии технологического процесса на источник пылевыделения, м/с;

$N_3$ - запыленность атмосферы в местах отбора пробы воздуха мг/м$^3$;

$S$ - поверхностная площадь источника пылевыделения, м$^2$.

Полученное выражение (5) позволяет определять мощность пылевыделения при любом технологическом процессе в любой момент времени по мере изменения фронта работы.

Мощность пылевыделения принято измерять в мг/с, которая подтверждается формулой (5). Одним из важных физических характеристик загрязнения атмосферы воздуха является интенсивность пылевыделений из источника загрязнения окружающей среды. Интенсивность пылевыделений должна определяться массой веществ выделяющейся с единицей поверхности источника в единицу времени. Если формулу (3) разделить на $S$, то получим интенсивность пылевыделения из источника загрязнения атмосферного воздуха (5).

$$J_0 = \frac{1}{4}\frac{\varphi_S + \varphi_V + \varphi_T}{100}[\left\langle \left| \vec{V}_{\text{в}} \right| \right\rangle + \left\langle \left| \vec{V}_{\text{т}} \right| \right\rangle]N_3, \qquad (6)$$

где $J_0 = \frac{W}{S}$ - интенсивность пылевыделения отнесенная к единице площади источника в единицу времени, мг\м$^2$·с. Здесь и в дальнейшем интенсивность будем обозначать также, но за единицу измерения примем мг\м$^2$·с.

Таким образом, интенсивность пылевыделения любого источника есть величина, характеризующая перенос массы веществ через единицу площади в единицу времени. Следовательно, выражение (6) определяет интенсивность пылевыделения у самого источника загрязнения атмосферы вредными веществами, которая, перемешиваясь с воздушным потоком, рассеивается, т.е. изменяется с расстоянием.

В связи с таким представлением об интенсивности пылевыделения дальнейшая выкладка совершенно справедлива. Представим себе в потоке запыленного воздуха единичную площадку. Если частицы находятся в равновесии, то через эту площадку будет пролетать в обоих направлениях в среднем одинаковое количество частиц пролетающих в единицу времени в каждом из направлений, также определяется выражением (6).

Если частицы в запыленном воздухе находятся неравновесном состоянии, то их количество от точки к точке поверхности ΔS будет изменяться. Следовательно, и интенсивность пылевыделения от источника изменяется.

Рассмотрим запыленный поток воздуха плотностью частиц d$J$. В результате различных воздействий на некотором расстоянии от источника интенсивность уменьшится на некоторую величину dJ. Здесь нет необходимости рассматривать причины изменения интенсивности пылевыделения J на некотором расстоянии. Изменение интенсивности пылевыделения зависит от многих факторов. Влияние этих факторов на интенсивность пылевыделения на единице длины обозначим β. Тогда изменения интенсивности пылевыделения J на расстоянии dr пропорционально величине этого пути, величине самой интенсивности и величины коэффициента k;

$$dJ = -J \cdot k \cdot dr. \qquad (7)$$

Решения уравнения (7) относительно J позволяет получить формулу распространение вредных веществ в окружающей среде, т.е. изменение интенсивности с расстоянием описывается формулой

$$J=J_0 e^{-kr}, \quad (8)$$

где J – интенсивность пыли на расстояние r;

$J_0$ - интенсивность пылевыделения;

k - коэффициент рассеяния пыли зависит от свойств взаимодействия запыленного воздуха с окружающей средой;

r – расстояние, м. Знак минус поставлен в формуле (7) потому, что изменение dJ и dr имеют разные знаки.

Интенсивность выделения и распространения измеряются в одних и тех же величинах, но они совершено разные физические величины.

Интенсивностью распространения пыли называется масса веществ в единицу времени, пролетающих через единицу площади пространства и измеряется в $\frac{мг}{м^2 с}$:

Коэффициент рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе определяется по выражению

$$k = \left|\frac{\Delta N}{N\Delta r}\right|, \quad (9)$$

где $\Delta N$ - изменение концентрации пыли на расстояние $\Delta r$ ;

N - начальные концентрация пыли;

$\Delta r$ - разность расстояний, м.

Коэффициент рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе называется относительным изменением концентрации вредных веществ с расстоянием.

Аналитические исследования процесса пылевыделения при различных технологических процессах позволяют сделать следующие выводы:

-движение мелкодисперсной пыли у самой поверхности источника носит беспорядочный характер, который обусловлен действием многих факторов;

- беспорядочность движения частиц пыли предопределяет использование методов статистической физики, которая позволяет установить закономерности пылевыделения от источника загрязнения атмосферного воздуха;

- полученное выражение интенсивности пылевыделения является универсальным для всех видов источников загрязнения атмосферы, так как включает основные характеристики побуждающих пылевыделение от различных источников загрязнения атмосферы при различных технологических процессах горного производства;

- интенсивность пылевыделения определяется весовым процентным содержания пыли в объеме и на поверхности источника, а также весовым процентным содержанием пыли при вторичном пылеобразовании. Величины весовых процентных содержаний зависят от интенсивности обнажения поверхности при продвижении фронта работа и от вида технологического процесса,

- величина интенсивности пылевыделения и её направление определяется суммарным воздействием атмосферных и технологических факторов, которые зависят от средних величин скорости воздушного потока и первоначального импульса технологического оборудования;

- величина интенсивности пылевыделения измеряется в системе СИ кг/м$^2$.с, которая характеризует перенос потока частиц через единицу площади в единицу времени;

- интенсивность - величина векторная, направление которой определяется сообщаемым источнику импульсом оборудования, и скоростью воздушного потока. Если направление совпадает, противоположно и под углом, то соответственно суммой, разностью и правилом векторного сложения;

- интенсивностью распространения пыли называется масса веществ в единицу времени, пролетающих через единицу площади пространства и измеряется.

- коэффициент рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе определяется по выражения
- интенсивная область загрязнения рабочих и санитарно-защитных зон определяется величиной и направлением интенсивности пылевыделения, которые зависят от дисперсности пыли, зарядов, минералогического состава, плотности пылевидных частиц и аэродинамических характеристик воздушного потока.

Таким образом, определены основные физические величины, позволяющие описывать состояние атмосферного воздуха промышленных предприятий и прилегающей территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чулаков П.Ч. Теория и практика обеспыливания атмосферы карьеров. – Москва: Недра, 1973. – С. 159.
2. Ушаков К.З., Михайлов В.А. Аэрология карьеров. – Москва: Недра, 1975. – С. 247.
3. Михайлов В.А., Бересневич М.В. и др. Борьба с пылью в рудных карьерах. – Москва: Недра, 1971. – С. 262.
4. Жараспаев М.Т. Еңбек қорғау және карьерлер аэрологиясы. // Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2012. – С. 361.
5. Жараспаев М.Т., Есекин Б.К. Физические основы обеспыливания при выемочно-порузочных работах. – Алматы: Казмеханобр, 1996. – С. 196.
6. Патент РК №7354. Способ лабораторного моделирования навала горной массы. // Адилов К.Н., Жараспаев М.Т., Ахмеджанов Т.К. и др. Опубл. Бюл. №4, 1995.

REFERENCES

1. Chulakov P.Ch. Teoriya i praktika obespylivaniya atmosfery kar’erov. – Moskva: Nedra, 1973. – S. 159.
2. Ushakov K.Z., Mikhailov V.A. Aerologiya kar’erov. – Moskva: Nedra, 1975. – S. 247.
3. Mikhailov V.A., Beresnevich M.V. i dr. Bor’ba s pyl’yu v rudnykh kar’erakh. – Moskva: Nedra, 1971. – S. 262.
4. Zharaspaev M.T. Enbek korgau zhane kar’erler aerologiyasy. // Oku kuraly. – Almaty: KazUTU, 2012. – S. 361.
5. Zharaspaev M.T., Esekin B.K. Fizicheskie osnovy obespylivaniya pri vyemochno-poruzochnykh rabotakh. – Almaty: Kazmekhanobr, 1996. – S. 196.
6. Patent RK №7354. Sposob laboratornogo modelirovaniya navala gornoi massy. // Adilov K.N., Zharaspaev M.T., Akhmedzhanov T.K. i dr. Opubl. Byul. №4, 1995.

Жараспаев М., Әділғазы Қ., Абилжанов Д., Умбетова А., Жумабаева А., Пиржанова Г.

**Қоршаған ортаны ластаушы көздердің негізгі физикалық сипаттамалары**

**Түйіндеме.** Өндірістік зоналардың негізгі ластаушы көзі болып пайдалы қазбаларды алуға бағытталған технологиялық процестер табылады. Пайдалы қазбаларды алу кезінде негізінен физикалық шамаларды қолдану арқылы бейнеленетін шаң және газ түріндегі зиянды заттардың бөлінуі жүреді. Мақалаға мынадай физикалық шамалардың анықтамалары енгізілген: шаң бөлінуінің күші мен қарқындылығы, таралу коэффициенті және атмосфералық ауада зиянды заттардың таралу қарқындылығы.

**Негізгі сөздер:** көздер, шаңдылық, газдылық, процестер, технология, таралу, қарқындылық, күш.

Жараспаев М., Адилгазы К., Тукенова Х., Абилжанов Д., Умбетова А., Жумабаева А.

**Основные физические характеристики источников загрязнения природной среды**

**Резюме.** Основными источниками загрязнения промышленных зон являются технологические процессы, ведение которых вызвано самой сущностью добычи полезных ископаемых. При добыче полезных ископаемых, в основном, происходит выделение вредных веществ в виде пыли и газа, которых следует описывать, используя физические величины. В статье введены определения следующих физических величин: мощность и интенсивность пылевыделения, коэффициент рассеяния и интенсивность распространений вредных веществ в атмосферном воздухе.

**Ключевые слова**: источники, запыленность, загазованность, процессы, технология, рассеяние, интенсивность, мощность.

Zharaspaev M., Adilgazy K., Tukenova H., Abilzhanov D., Umbetova A., Zhumabaeva A.

**The main physical characteristics of the sources of pollution of the natural environment**

**Summary.** The main sources of pollution industrial zones are technological processes, the conduct which caused the very essence mining. During mining operations, mainly, is the release of harmful substances in the form of dust and gas, which should be described using physical quantities. In the article, the definitions of the following physical quantities: the power and intensity of dust emission, the dissipation factor and the intensity of the spread of harmful substances in atmospheric air.

**Key words:** sources, dust, fumes, processes, technology, scattering, intensity, power.

УДК 519.853

**Z.E. Amirgaliyeva**
(Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan
zh.amirgaliyeva@gmail.com)

# MODEL FORMULATIONS AND OVERVIEW OF OPTIMIZATION METHODS FOR THE STANDARD POOLING PROBLEM

**Abstract.** This article considers fundamental to the petroleum industry pooling problem which is formulated as a bilinear optimization program. The pooling problem is a type of minimum cost network flow problem, where we need to find an optimal way of transporting raw materials with different attributes from suppliers to final product customers with certain demand via intermediate mixing pools. Two standard model formulations of the standard pooling problem characterized primarily by either flow or proportion variables and overview of main algorithmic techniques for finding global optimal solution based on literature review are described.

**Key words:** mathematical programming, non-linear optimization, bilinear program, standard pooling problem, optimization algorithms.

The pooling problem is a general form of blending problem, which commonly occurs in petroleum refinery processes. Both pooling and blending problems are considered as types of minimum cost network flow problem, where an optimal way of transporting raw materials from a set of suppliers to a set of customers via determined transshipment nodes in a directed capacitated network is the searched solution. Blending problem is limited to only two sets of nodes: suppliers with raw materials containing different specifications such as concentrations of chemical components or physical properties and final product customers; whereas pooling problem consists intermediate mixing pools between available suppliers (inputs) and final blends (outputs) with end products for the customers which satisfy to a certain demand and specification requirements. Thus in a pooling problem, flows of raw materials are blended in two stages: first in intermediate pools and then at the output to form end products, however some of the flow can be transported directly from inputs to the outputs. Figure 1 demonstrates the pooling problem as a network flow problem over three sets of nodes: inputs, pooling tanks (or transshipment), and outputs [1].

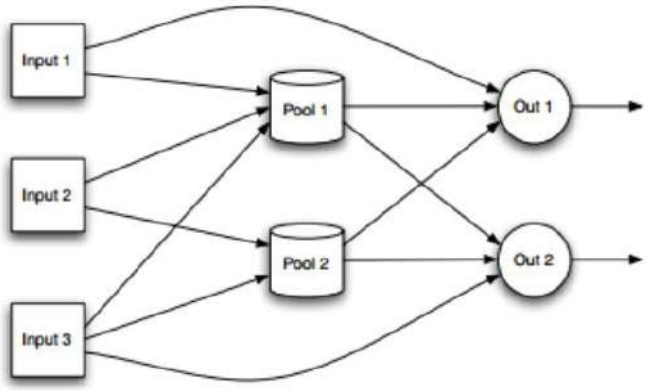



**Figure 1.** An example of pooling problem

In the survey article by Misener et al. (2009) five mathematical model classes for the pooling problem were introduced and formulated: the standard pooling problem, represented as a bilinear program; the generalized pooling problem, expressed as a mixed-integer bilinear program; the extended pooling problem, modeled as mixed-integer nonconvex non-linear optimization problem; the nonlinear blending problem, formulated as a nonconvex non-linear problem; and the crude operations problem, modeled as a mixed-integer nonconvex non-linear.

This paper considers only standard pooling problem, where the flow amounts on a certain network structure of feed stocks, transshipment tanks, and end products are optimized to maximize profit subject to quality constraints on the end product composition [2]. Since the standard pooling problem considers linearly-blending fuel specifications with only one layer of pools, the only sources of non-convexity are bilinear terms which arise from the quality balances about the pools [2, 3]. Because the bilinear terms

participate in equality constraints, the problem considered non-convexifiable and therefore must be solved with global optimization methods to guarantee optimality [2, 4].

For the model formulation of the standard pooling problem following notations, parameters and variables is used (Table 1).

Table 1. **Notation for the standard pooling problem [5]**

| Notation | Description |
|---|---|
| $F_i$, $P_j$, $B_k$<br>Indices:<br>$i \in \{1,2,\dots,n^F\}$<br>$j \in \{1,2,\dots,n^P\}$<br>$k \in \{1,2,\dots,n^B\}$<br>$a \in \{1,2,\dots,n^A\}$ | Feed $i$, pool $j$ and blend $k$<br><br>Feed stocks (input)<br>Intermediate pools<br>Blends (output)<br>Attribute qualities |
| Sets of indices:<br>$X$<br>$W$<br>$Y$ | <br>$(i,k)$ pairs for which connection from $F_i$ to $B_k$ exists<br>$(i,j)$ pairs for which connection from $F_i$ to $P_j$ exists<br>$(j,k)$ pairs for which connection from $P_j$ to $B_k$ exists |
| Variables:<br>$x_{ik}$<br>$w_{ij}$<br>$y_{jk}$<br>$t_j^a$<br>$q_{ij}$ | <br>Flow from $F_i$ to $B_k$ on the arc $(i,k) \in X$<br>Flow from $F_i$ to $P_j$ on the arc $(i,j) \in W$<br>Flow from $P_j$ to $B_k$ on the arc $(j,k) \in Y$<br>Attribute quality of the intermediate pool $P_j$<br>Proportion of the total flow into $P_j$ from $F_i$ |
| Parameters:<br>$p_i^F, p_k^B$<br>$l_i^F, u_i^F$<br>$l_k^B, u_k^B$<br>$l_{ik}^{FB}, u_{ik}^{FB}$<br>$l_j^P, u_j^P$<br>$l_{ij}^{FP}, u_{ij}^{FP}$<br>$l_{jk}^{PB}, u_{jk}^{PB}$<br>$s_i^a$<br>$l_k^a, u_k^a$ | <br>Prices of feed $i$ and blend $k$<br>Lower and upper bounds on the availability of feed $i$<br>Lower and upper bounds on the demand of blend $k$<br>Lower and upper bounds on the capacity of arc $(i,k) \in X$<br>Lower and upper bounds on the capacity of pool $j$<br>Lower and upper bounds on the capacity of arc $(i,j) \in W$<br>Lower and upper bounds on the capacity of arc $(j,k) \in Y$<br>Attribute quality $a$ of feed $i$<br>Lower and upper bounds on the requirements of attribute quality $a$ of blend $k$ |

The standard pooling problem can be formulated using two different ways of modeling that are mathematically equivalent. In the classical flow formulation, originally developed by Haverly (1978), and described formally in Foulds et al. (1992), the variables are partitioned into flow and attribute variables, whereas the proportion model formulated by Bental et al. (1994) is characterized primarily on flow and proportion variables. The type of formulation is seen to affect the number of nonlinear variables obtained in the model. Equations (1) – (8) represent the flow formulation [5].

$$\max_{t,w,x,y} \sum_{(i(j),j)\in W} p^F_{i(j)} \left( \sum_{\substack{i\in W_{(j)}^{-1} \\ i\neq i(j)}} w_{ij} - \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} \right) - \sum_{\substack{(i,j)\in W \\ i\neq i(j)}} p_i^F w_{ij} + \sum_{(i,k)\in X} (p_k^B - p_i^F) x_{ik} + \sum_{(j,k)\in Y} p_k^B y_{jk} \qquad (1)$$

subject to:

supply $i = 1,2,\dots,n^F$:

$$\ell_i^F \le \sum_{\substack{(i(j),j)\in W \\ i=i(j)}} \left( \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} - \sum_{\substack{i\in W_{(j)}^{-1} \\ i\neq i(j)}} w_{ij} \right) + \sum_{\substack{j\in W_{(i)} \\ i\neq i(j)}} w_{ij} + \sum_{k\in X_{(i)}} x_{ik} \le u_i^F \quad (2)$$

demand $k = 1,2,\dots,n^B$:

$$\ell_k^B \le \sum_{i\in X_{(k)}^{-1}} x_{ik} + \sum_{j\in Y_{(k)}^{-1}} y_{jk} \le u_k^B \quad (3)$$

pool capacity $j = 1,2,\dots,n^P$:

$$\ell_j^P \le \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} \le u_j^P \quad (4)$$

attribute $a = 1,2,\dots,n^A$ of pool $j = 1,2,\dots,n^P$:

$$\sum_{k\in Y_{(j)}} (s_{i(j)}^a - t_j^a) y_{jk} - \sum_{\substack{i\in W_{(j)}^{-1} \\ i\neq i(j)}} (s_{i(j)}^a - s_i^a) w_{ij} = 0 \quad (5)$$

requirement of attribute $a = 1,2,\dots,n^A$ of blend $k = 1,2,\dots,n^B$:

$$\ell_k^a \left( \sum_{i\in X_{(k)}^{-1}} x_{ik} + \sum_{j\in Y_{(k)}^{-1}} y_{jk} \right) \le \sum_{i\in X_{(k)}^{-1}} s_i^a x_{ik} - \sum_{j\in Y_{(k)}^{-1}} t_j^a y_{jk} \le u_k^a \left( \sum_{i\in X_{(k)}^{-1}} x_{ik} + \sum_{j\in Y_{(k)}^{-1}} y_{jk} \right) \quad (6)$$

capacity of the arcs:

$$\ell_{i(j)j}^{FP} \le \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} - \sum_{\substack{i\in W_{(j)}^{-1} \\ i\neq i(j)}} w_{ij} \le u_{i(j)j}^{FP}, \quad (i(j),j) \in W \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \ell_{ij}^{FP} &\le w_{ij} \le u_{ij}^{FP}, && (i,j) \in W : i \neq i(j) \\ \ell_{ik}^{FB} &\le x_{ik} \le u_{ik}^{FB}, && 4(i,k) \in X \\ \ell_{jk}^{PB} &\le y_{jk} \le u_{jk}^{PB}, && (j,k) \in Y \end{aligned}$$

non-negativity:

$$w \ge 0, x \ge 0, y \ge 0 \quad (8)$$

In the flow model the objective function and all constraints are linear except for those constraints related to the attribute qualities of pools and final products.

The proportion model substitutes the feeds flow amount variables $w_{ij}$ with proportional flow amounts $q_{ij}$ using the following transformation:

$$w_{ij} = q_{ij} \sum_{k\in Y_j} y_{jk} \quad (9)$$

In this formulation objective function becomes non-linear. The bilinear variables are now given by the two sets, $\{q_{ij}\}$ and $\{y_{jk}\}$. Equations (10) – (16) demonstrate proportion model [5].

$$\max_{x,y,q} \sum_{(i(j),j)\in W} p_{i(j)}^F \left( \sum_{\substack{h\in W_{(j)}^{-1} \\ h\neq i(j)}} q_{hj} - 1 \right) \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} - \sum_{\substack{(i,j)\in W: \\ i\neq i(j)}} p_i^F q_{ij} \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} + \sum_{(i,k)\in X} (p_k^B - p_i^F) x_{ik} + \sum_{(j,k)\in Y} p_k^B y_{jk} \quad (10)$$

subject to:

supply $i = 1,2,\dots,n^F$:

$$\ell_i^F \le \sum_{\substack{(i(j),j)\in W \\ i=i(j)}} \left( 1 - \sum_{\substack{h\in W_{(j)}^{-1} \\ h\neq i(j)}} q_{hj} \right) \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} + \sum_{\substack{j\in W_{(i)} \\ i\neq i(j)}} q_{ij} \sum_{k\in Y_{(j)}} y_{jk} + \sum_{k\in X_{(i)}} x_{ik} \le u_i^F \quad (11)$$

demand $k = 1,2,\dots,n^B$:

$$\ell_k^B \leq \sum_{i \in X_{(k)}^-} x_{ik} + \sum_{j \in Y_{(k)}^-} y_{jk} \leq u_k^B \quad (12)$$

pool capacity $j = 1,2,\dots,n^P$:

$$\ell_j^P \leq \sum_{k \in Y_{(j)}} y_{jk} \leq u_j^P \quad (13)$$

requirement of attribute $a = 1,2,\dots,n^A$ of blend $k = 1,2,\dots,n^B$:

$$\ell_k^a \left( \sum_{i \in X_{(k)}^-} x_{ik} + \sum_{j \in Y_{(k)}^-} y_{jk} \right) \leq \sum_{i \in X_{(k)}^-} s_i^a x_{ik} - \sum_{j \in Y_{(k)}^-} \left( s_{i(j)}^a + \sum_{\substack{i \in W_{(j)}^- \\ i \neq i(j)}} (s_i^a - s_{i(j)}^a) q_{ij} \right) y_{jk}$$

$$\leq u_k^a \left( \sum_{i \in X_{(k)}^-} x_{ik} + \sum_{j \in Y_{(k)}^-} y_{jk} \right) \quad (14)$$

capacity of the arcs:

$$\ell_{i(j)j}^{FP} \leq \left( 1 - \sum_{\substack{h \in W_{(j)}^- \\ h \neq i(j)}} q_{hj} \right) \sum_{k \in Y_{(j)}} y_{jk} \leq u_{i(j)j}^{FP}, \quad (i(j), j) \in W \quad (15)$$

$$\ell_{ij}^{FP} \leq q_{ij} \sum_{k \in Y_{(j)}} y_{jk} \leq u_{ij}^{FP}, \quad (i,j) \in W : i \neq i(j)$$

$$\ell_{ik}^{FB} \leq x_{ik} \leq u_{ik}^{FB}, \quad (i,k) \in X$$

$$\ell_{jk}^{PB} \leq y_{jk} \leq u_{jk}^{PB}, \quad (j,k) \in Y$$

non-negativity and proportion $j = 1,2,\dots,n^P$: $x \geq 0, y \geq 0, q \geq 0$,

$$\sum_{\substack{h \in W_{(j)}^- \\ h \neq i(j)}} q_{hj} \leq 1 \quad (16)$$

The first algorithm to locally improve the standard pooling problem was proposed by Haverly [6]. He introduced a two-step iterative algorithm and showed that developed process may not lead to a global minimum. It was also observed that the solution to his algorithm depended on the starting point. Before development of global optimization methods early efforts in solving this problem were based on successive linear programming (SLP) [9, 10] methods. In general, SLP algorithms linearly approximate the pooling problem using a first-order Taylor expansion, solve the linear program to obtain a new feasible point, linearize the problem at the new point, and iterate [2, 9]. Lasdon et al. [10] qualitatively explained that their SLP method usually found the global optimum when the algorithm was given a reasonable starting point, but would fail for nonphysical initializations. Additionally, Baker and Lasdon [9] noted that SLP was used at Exxon as a transition from linear programming because – before the advent of nonlinear programs – the company had developed the relevant correlations for many nonlinear programs as families of linear programs rather than analytical expressions of nonlinear programs [2]. An algorithm based on generalized Benders' decomposition is detailed in Floudas and Aggarwal (1990) [11]. As in the previous methods, this procedure could not guarantee the convergence to a global optimal solution. More recently, many global optimization algorithms have been introduced. Visweswaran and Floudas [12] used duality theory and Lagrangian relaxations to develop the global optimization algorithm, which is applicable to a wide range of nonconvex nonlinear programs (NLPs). In their later publications the algorithm was improved by integration of global optimization algorithm into branch-and-bound framework and proven to achieve a global $\in$-optimum [14]. Ben-Tal et al. [8] proposed another duality-related approach by defining an alternative formulation for the pooling problem. More studies in Lagrangian-based methods can be found in Adhya et al. [3]. Similarly to [8], Adhya et al. [15] solved a series of lower bounding Lagrangian duals to converge on the global optimal solution, but their approach shows a tighter sequence of lower bounds because the dual is solved by iterating between a procedure for generating Lagrange multipliers and a technique for generating better cuts using the

Lagrangian sub-problems [2]. McCormick [16] and Al-Khayyal and Falk [17] developed an efficient relaxation technique called convex envelopes. Foulds et al. [18], the first to implement the bilinear envelopes of McCormick [16] in a global optimization algorithm, used the branch-and-bound algorithm designed by Al-Khayyal and Falk [17] to address the test cases of Haverly [6] and some larger, novel test cases. The reformulation-linearization technique (RLT), adds redundant constraints to the NLP model of the pooling problem so that, when the problem is relaxed, the resulting underestimation is tighter than it would have been without the additional constraints [2]. A comprehensive study of RLT can be found in the book of Sherali and Adams [19]. Audet et al. (2004) applies their recent branch-and-cut algorithm [20] to the flow and proportion formulations of several problem instances taken from the literature [21]. The results demonstrate that the proportion model is preferable for this method. The computational results also suggest that good heuristics are required to obtain starting solutions for exact methods and/or to solve larger problem instances approximately. A new variable neighborhood search heuristic (VNS) is also developed in [5] and compared to the successive linear programming method and the alternate procedure. VNS is seen to outperform the existing heuristics on the same set of problem instances from the literature as well as on large randomly-generated problem sets [5].

The paper has considered two formulation models of the standard pooling problem and fundamental algorithmic techniques to solve it: successive linear programming, the reformulation-linearization technique, branch-and-cut, branch-and-bound methods, the global optimization program and other Lagrangian-based algorithms. It can be observed that industrial challenge of the pooling problem and the mathematical field of global optimization have positively influenced one another. After the success of algorithms like global optimization techniques, researchers were able to consider larger and more physically-relevant pooling problems. New optimization algorithms to approach the non-linear optimization problems are developing further.

REFERENCES

1. Gupte A. Mixed integer bilinear programming with applications to the pooling problem // Ph.D thesis. – Georgia Institute of Technology. – 2012.

2. Misener R. and Floudas C. Advances for the pooling problem: modeling, global optimization, and computational studies // Applied and Computational Mathematics. – 2009. – vol. 8 (1). – pp. 3-22.

3. Floudas C.A. Deterministic Global Optimization: Theory, Methods and Applications. Nonconvex Optimization and Its Applications. – Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. – p. 739.

4. Gounaris C.E. and Floudas C.A. Convexity of products of univariate functions and convexification transformations for geometric programming // J. of Optim. Theory and Appl. – 2008. – 138(3). – pp. 407-427.

5. Audet C., Brimberg J., Hansen P., Le Digabel S. and Mladenovic N. Pooling problem: Alternate formulations and solution methods // Manag. Sci. – 2004. – 50(6). – pp. 761-776.

6. Haverly C.A., Studies of the behavior of recursion for the pooling problem // ACM SIGMAP Bulletin. – 1978. – 25. – pp. 19-28.

7. Foulds L.R., Haughland D. and Jornsten K. A bilinear approach to the pooling problem // Optim. – 1992. – 24. – pp. 165-180.

8. Ben-Tal A., Eiger G. and Gershovitz V. Global minimization by reducing the duality gap // Math. Program. – 1994. – 63. – pp. 193-212.

9. Baker T.E. and Lasdon L.S. Successive linear programming at Exxon // Management Science. – 1985. – pp. 264-274.

10. Lasdon L.S., Waren A.D., Sarkar S. and Palacios F. Solving the pooling problem using generalized reduced gradient and successive linear programming algorithms // ACM SIGMAP Bulletin. – 1979. – No. 27. – pp. 9-15.

11. Floudas C.A. and Aggarwal A. A decomposition strategy for global optimum search in the pooling problem // ORSA Journal on Computing. – 1990. – 2(3). – pp. 225-235.

12. Visweswaran V. and Floudas C.A. A global optimization algorithm (GOP) for certain classes of nonconvex NLPs–II. Application of theory and test problems // Computers & chemical engineering. – 1990. – 14(12). – pp. 1419-1434.

13. Floudas C.A. and Visweswaran V. New Formulations and Branching Strategies for the GOP Algorithm // I.E. Grossmann (ed.) Global Optimization in Engineering Design. – Kluwer Academic Publishers. – 1996. – pp. 75-110.

14. Adhya N., Tawarmalani M. and Sahinidis N.V. A Lagrangian approach to the pooling problem // Ind. Eng. Chem. Res. – 1999. – 38(5). – pp. 1965-1972.

15. McCormick G.P. Computability of global solutions to factorable nonconvex programs: Part 1-convex underestimating problems // Math. Program. – 1976. – 10(1). – pp. 147-175.

16. Al-Khayyal F.A. and Falk J.E. Jointly constrained biconvex programming // Math. of Oper. Res. – 1983. – 8(2). – pp. 273-286.

17. Foulds L.R., Haughland D. and Jornsten K. A bilinear approach to the pooling problem // Optim. – 1992. – 24. – pp. 165–180.

18. Sherali H.D. and Adams W.P. A Reformulation-Linearization Technique for Solving Discrete and Continuous Nonconvex Problems. Nonconvex Optimization and Its Applications. – Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. – 514 p.

19. Audet C., Hansen P., Jaumard B. and Savard G. A branch and cut algorithm for nonconvex quadratically constrained quadratic programming // Math. Program. – 2000. – 87(1). – pp. 131-152.

20. Floudas C., Pardalos P. et al. Handbook of Test Problems in Local and Global Optimization, In Noncovex Optimization and Its Applications. – Springer US, 1999. – vol. 33. – 442 p.

Амиргалиева Ж.Е.

**Пул ұйымдастырудың стандартты есебіне арналған модельдерді анықтау және оңтайландыру әдістеріне шолу**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада мұнай өнеркәсібі үшін маңызды, қос сызықты оңтайландыру есебі болып анықталатын пул ұйымдастыру есебі қарастырылған. Пул ұйымдастыру есебі – бұл минималды шығыны бар желідегі ағын есебінің бір түрі, мұнда түрлі сипаттамаларға ие шикізатты қамтамасыз етушілерден ақырғы өнім тапсырыскерлеріне шикізат араластыратын аралық сұйықкоймалар арқылы тасымалдаудың ең оңтайлы жолы ізделінеді. Пул ұйымастырудың екі стандартты моделі сипатталған; бірі ағын айнымалылары арқылы анықталған болса, екіншісі мөлшерлестік айнымалыларына қатысты құрылған. Сонымен қатар глобальды оңтайлы шешім табуға арналған негізгі алгоритмдік әдістерге шолу келтірілген. Негізгі сөздер: математикалық бағдарламалау, бейсызықты оңтайландыру, қос сызықты бағдарламалау, пул ұйымдастырудың стандартты есебі, оңтайландыру алгоритмдері.

Амиргалиева Ж.Е.

**Формулирование моделей и обзор методов оптимизации для стандартной задачи организации пула**

**Резюме.** В данной статье рассматривается фундаментальная для нефтяной промышленности проблема организации пула, которая формулируется как оптимизационная задача билинейного типа. Задача организации пула – это разновидность задачи о потоках в сетях с минимальными затратами, где разыскивается оптимальный способ транспортировки сырья с различными характеристиками от поставщиков до клиентов конечного продукта с определенными требованиями через промежуточные резервуары для смешивания сырья. Описаны две стандартных формулировки модели стандартной задачи организации пула, которые отличаются тем, что первая основывается прежде всего на переменных потока, а вторая модель характеризуется переменными пропорции. Также приведены основные алгоритмические методы для нахождения глобального оптимального решения, основанные на обзоре научной литературы. Ключевые слова: математическое программирование, нелинейная оптимизация, билинейное программирование, стандартная проблема организации пула, алгоритмы оптимизации.

УДК 339.138

**А.М. Байхонова**
(Әль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, b.akma@mail.ru)

# ФИРМАНЫҢ ЖАРНАМАЛЫҚ САЯСАТЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

**Аннотация.** Бұл жұмыста жарнама саясатының ұғымы және оның жүзеге асуының технологиясы қарастырылады. Жарнама технологиялары жарнама саласының дамуында басты қозғаушы күші болып табылады. Компанияның басты құндылықтары жарнаманың таратылуындағы ақша қаражаттарын басқаруды реттеуге бағытталған, бұл жерде субъектінің қызметі мен объекті арасындағы қатынасты құру мақсаты қарастырылған.

**Негізгі сөздер**. Жарнама, ынталандыру саясаты, жарнама технологиясы, маркетинг, жылжыту.

Заманауи фирмалардың маркетинг жүйесінде қызметті немесе өнімді жылжыту алдыңғы орындарды алады. Фирманы тиімді жылжыту көптеген факторлармен анықталады, олардың ішінде кәсіпорынды және оның шығаратын тауарларын дұрыс позициялау, өнім немесе қызмет бағытталған мақсатты аудиторияның қызығушылықтары мен ұнатуларын дұрыс түсіну жатады. Маңызды орынды мақсатты аудиториясы бар коммуникация арналары, коммуникацияның формалары мен коммуникация құралдары алады.

Жарнама маркетинг жүйесіндегі жылжыту кешенінің маңызды құраушыларының бірі болып табылады. Ең алдымен, жарнаманың әрқашан әртүрлі коммуникация арналарын қолданатын тұтынушылық аудиторияға, адамдар топтарына бағытталуымен шартталады. Тиімді жарнамалық әрекет әлеуетті немесе бар тұтынушылардың жиынтығынан тұратын, сатып алу туралы шешім қабылдайтын немесе оған әсер ететін мақсатты аудиторияның бөлінуін болжамдайды. Мақсатты аудиторияның белгілерінің ерекшелігі олардың сатып алуға дайындығының әртүрлі кезеңінде тұрумыен сипатталады:

- хабардылық,
- білім,
- көрсетілетін жақсы көңіл,
- ұнату,
- сенімділік,
- сатып алуды жасау.

Сәйкесінше, тауарлар немесе қызметтерді жылжытудың тиімділігі тұтынушының сатып алудың қандай деңгейінде тұрғанына байланысты, сонымен қатар, тауар немесе қызметтің өмірлік циклының нешінші деңгейінде тұрғанына байланысты болады. Берілген факторлар фирманың жарнамалық әрекетін жоспарлағанда және жүзеге асырғанда, тауарды немесе қызметті жылжыту кезінде және нарықта бәсекелестік бағдарын нығайту тиімділігінде анықтаушы мағынаға ие болады. Фирманың жарнамалық әрекеті фирманың жалпы саясатына сәйкес бекітілген жоспарлармен жүзеге асырылады.

Жарнамалық саясат - субъектіге қатысты жарнаманы тарату құралдарын басқаруды мақсатты реттемелегісі келетін, объектіге қатысты олардың арасындағы қарым-қатынасты түзу мақсатында компанияның негізгі құндылықтары негізіндегі ережелер мен идеялардың бекітілген жүйесі.

Жарнамалық саясаттың субъектісі болып фирма (кәсіпорын/компания) табылады. Жарнамалық саясаттың объектісі болып мақсатты аудиторияның уәкілі, жарнаманың тарату құралдары (баспа, телеарна, радио, интернет және басқа да ақпарат тарату құралдары) және бәсекелестер болып табылады.

Жарнамалық саясаттың мақсаты келесідей болып табылады:
- жарнамалық әрекетті ұйымдастырудың тұрақты шамасын анықтау;
- жаранамалық әрекетті ұйымдастырудың негізгі қағидаларын ұйымдастыру;
- жарнамалық әрекетті құрылымдау;
- жарнаманы тарату құралын таңдау жүйесін құру;
- жарнамалық бюджеттің құрылу амалдарын таңдау және бекіту;
- жарнамалық әрекеттің тиімділігін бағалаудың негізгі амалдарын құрау.

Әдеттегідей, жарнамалық саясат келесідей міндеттерді шешеді:
- жарнаманы таратудың қандай құралдарын таңдап алуға болады;
- жарнаманы тарату құралдарын таңдау қағидалары;
- мақсатты аудиторияны тарту үшін қандай құралдарды таңдау керек;
- мақсатты аудиторияға жарнамалық хабарламаны қандай түрде жеткізу керек;
- жарнаманы тарату әдісімен бәсекелестерден бөлек дамуға болатынын анықтау.

Жарнамалық саясат түсінігі жарнамалық стратегия және тактика ұғымымен тығыз байланыста. Жалпы, берілген түсініктер шығармашылық стратегиялардың құрылуы мен жүзеге асуымен, аудиторияға айналуымен және оны жүзеге асырумен, яғни хабарландыруды жіберуді жүзеге асыру формасымен байланысты болады.

Жарнамалық әрекетті жүзеге асыру және оның тиімділігін ұлғайу үшін фирмалар әртүрлі талаптарға жауап беретін жарнамалық хабарландыруларды жіберудің кең құралдарын және арналарын қолдана алады.

Қазақстандық жарнама нарығының дамуын қарастыра отырып фирмалармен әртүрлі коммуникация құралдарын кең пайдаланғанын, сонымен қоса БАҚ құралдары (газеттер мен журналдар, радио, телевидение), сыртқы жарнама көруге болады. Коммуникация арналарын таңдау әртүрлі факторлармен анықталады, олардың ішінде анықтауы мағынаны тауардың түрі және оған тұтынушылардың қарым-қатынасы анықтайды. Тауар немесе қызметке деген назар, еске салу, қызығушылық таныту деген сияқты міндеттерді еске ала отырып, фирмалар жарнамалық әрекеттің бюджетін құрайды, жарнамалық хабарландырудың мазмұнын құрастырып, оны жіберу арнасын таңдайды. Жарнама берушіге жарнамалық хабарды жіберу құралын таңдау өте маңызды болып табылады. Бұл жағдайда жарнамалық әсер етудің қамту кеңдігі, жарнамалық хабарландырулардың пайда болу жиілігі анықталады. Сонымен қатар жарнама тарату құралдары оның бағасына байланысты болады. Жарнамалау арналарын таңдау оның бағасына да байланысты болады. Жарнамалау арналарын таңдаудың негізгі критерийлері болып келесілер табылады [1]:
- қамту, пайда болу жиілігі,
- әсер ету күші,
- тұрақтылығы,
- толыққандығы,
- ұсыныс мерзімі.

TNS компаниясының зерттеуі бойынша қазақстандық нарықтағы 2013 жылы телеарналарда жарнамаланған тауарлардың келесідей топтары көсбасшы болуда: салқындататын сусындар, жуатын-тазалағыш заттар, жеке бас гигиенасының құралдары, банктік қызметтер, шаш күтіміне арналған тауарлар, ұялы байланыс қызметтері, шоколад және шоколадтық бұйымдар, сүтті өнімдер, парфюмерия және басқа да азық-түлік тауарлары [2]. Бұл аталған тауарларды өндірушілер кейбір себептермен басқа коммуникация құралдарына қарағанда телевидениедағы жарнаманы көбірек таңдайды. Ең алдымен айта кететіні, телевидение ең көп аудиторияны қамтиды. Теледидардағы жарнама ең көрнекті және иланымды болып табылады. Телеарнадағы жарнаманың абыройларының ішінен өзектілік, сәттілік атмосферасын құру; фирмалар үшін салмақтылық әсерін, басқаларға қарағанда үлкен масштабтылығын жасап көрсете алады. Әдеттегідей, теледидардағы жарнамалар имидждік жарнамаға қаражат жұмсауды қолдап отыратын, сонымен қатар нарыққа жаңадан шығып жатқан немесе өзінің өнімі жайлы еске салып жатқан халықаралық компаниялармен пайдаланылады. Теледидардағы жарнаманың кемшіліктеріне қарамастан, теледидар барлық жарнама түрлерінің абсолюттік көп артықшылығын қамтиды деген пікір сақталып қалған.

Қазақстандағы жарнамалық хабарландырулардың көп тараған арналарының бірі деп басылымдық мерзімділіктерді айтуға болады. Баспа жарнамасын (газеттер және басқа да басылымдар) қазақстандық нарықта 2013 жылы пайдалануда алдыңғы орынды иеленуші фирмалардың ішінде банк қызметтерінің, құрылыс, дәрілік препараттар, автокөліктер өндірушілері

мен басқа да қызмет және тауар түрлері. Мерзімдік баспаларды пайдалану тауарлар немесе қызметтер жайлы ақпараттарды жіберуде кең клиенттер тобымен қамтамасыз етеді, сонымен қатар сатылып жатқан тауардың бағалық шарттары, жеңілдіктері және сипаттамалары жайлы нақты ақпарат беруге ыңғайлы [3].

Сыртқы жарнама Қазақстан нарығындағы талап етілетін коммуникация құралдарының бірі болып табылады. Жарнама берушілердің сыртқы жарнамадағы алатын аумақтары бойынша алдыңғы орынды банктік қызметтер, салқындататын сусындар, ұялы байланыс қызметтері, сауда қызметтері және басқалар алады.

Заманауи жағдайларда отандық және шетелдік фирмалардың заманауи ақпараттық және коммуникациялық технологияларды коммерциялық әрекетте жан-жақты, соның ішінде жарнамада да қолдануға деген қызығушылығының өсіп келе жатқанын атап өткен жөн. Бір шетінен, бұл ғылыми немесе жоғары технологияларлың заманауи шарттарында бөлек мемлекеттің немесе бүкіл әлемнің экономикасының жылжытушы күші екенін көрсетеді. Жарнамалық әрекет бұл жағдайда ерекшелік болып табылмайды және қатыгез бәсекелестікте бола отырып талдау және құрастыруда ақпараттық технологияларды пайдалана отырып дамып отырады. Екінші жағынан, отандық тәжірибеде жарнаманың дәстүрлі амалдарынан басқа инновациялық ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың амалдарын қолданатын (әсіресе Интернет) аатап өтуге болады.

Ғаламтор желісінің қолжетімділігіне деген шектеулерге қарамастан Қазақстанда Ғаламтор-жарнамаға деген сұраныс ғаламтор-сегментіне өсуді қамтамасыз ете отырып өсіп келе жатыр. Сараптамалық бағалауларға сәйкес онлайн-сектор жыл сайын 50%-ға өсіп келе жатыр. Сәйкесінше ғаламтордағы жарнамаға да шыңындар өсуде. Ғаламтор-жарнама контекстік және медиялық жарнамаға екі негізгі сегментке бөлінген, Қазақстанда біріншісі жақсы дамыған. Баннерлік жарнама ертерек пайда болған және жақсы дамыған, сондықтан нарықтың 85%-ы баннерлік жарнамаға тиесілі [4]. Алайда контектік жарнама тез жылдаамдық алып жатыр, себебі ғаламторда көп бюджетке ие болмай-ақ кішігірім кампанияларды жасаған ыңғайлы болып табылады.

Қазақстандық компаниялардың ішінде ғаламтор жарнамасында банктік мекемелер, сауда ұйымдары және басқалар белсенді шығып жатыр. Осы арнаны тек қана имиджідік деп қана қарастырмай, сонымен бірге өсуге тұрақты үміті бар, ғаламтор аудиториясының жыл сайынғы өсуімен байланысты, Қазақстандағы ғаламтор ену масштабымен, сонымен қатар шетелдік тәжірибені қарастыра отырады.

Ғаламтордағы жарнаманың негізгі артықшылықтары сарапшылардың айтуынша салыстырмалы төмен шығындар, шығармашылық идеяларды жүзеге асыру үшін кең мүмкіндіктер, байланыстардың үлкен жиілігі және тағы басқалар. Берілген арнаның белсенді қолданушыларының ішінде берілген саланың ішінде тәжірибесі бар шетелдік компаниялар. Алайда, сарапшылардың айтуынша, ғаламторға көшу тез арада бола қоймайды, себебі Ғаламтордың жас бойынша бөлінушілігі бар, себебі жарнаманың көп бөлігі 25-44 жас аралығында кеңседе жұмыс жасайтындарға ғана келеді. Ғаламтордағы жарнаманың қазақстандағы нарықта дамуының шектеуші факторы болып мамандардың – маркетолгтардың жетіспеушілігі және тапсырыс берушілердің тәжірибесінің аздығы болып табылады.

Сонда да, болашақта үміті бар және өзін инновациялық жарнаманың уәкілі етіп көрсеткен, сонымен қатар шетелдік нарықта жаңадан пайда болып отырған келесідей технологияларды атап айтуға болады: InDoor TV, X3D video, Just Touch, Ground FX, Free Format Projection, VideoClick [5].

ӘДЕБИЕТТЕР

1. /Меркулов Е.Ю., Никитин Н.В/ Основы бизнес администрирования / обучающий курс. Сост. – М.: Логос, 2006. – 424 б.

2. TNS компаниясының ресми сайтының мәліметтері. [Электронды ресурс] — Режим доступа. – : http://www.tns-global.kz

3. [[Электронды ресурс] — Режим доступа. – : http://www.tns-global.kz/ru/research/mm_tv.php

4. Калабин В. Рынок Интернет рекламы в ожидании миллионов. [Электронды ресурс] — Режим доступа. – : http://vlast.kz/?art=68

5. [Электронды ресурс] — Режим доступа. –http://www.pressclub.kz/images/rahimov_kr10.pdf

6. /Васильев Г.А., Поляков В.А/ Основы рекламы. М.: ЖОО арналған оқулық, 2009. – 342 б.

REFERENCES

1. Merkulov E.Ju., Nikitin N.V/ Osnovy biznes administrirovanija / obuchajushhij kurs. Sost. – M.: Logos, 2006. – 424 p.
2. Materials from offcial website of company TNS. [electronic resource] — Rezhim dostupa. – : http://www.tns-global.kz
3. [Jelektrondy resurs] — Rezhim dostupa. – : http://www.tns-global.kz/ru/research/mm_tv.php
4. Kalabin V. Rynok Internet reklamy v ozhidanii millionov. [Jelektrondy resurs] — Rezhim dostupa. – : http://vlast.kz/?art=68
5. [Jelektrondy resurs] — Rezhim dostupa. –http://www.pressclub.kz/images/rahimov_kr10.pdf
6. Vasil'ev G.A., Poljakov V.A/ Osnovy reklamy. M.: ZhOO arnalғan oқulyқ, 2009. – 342 b.

Байхонова А.М.

**Фирманың жарнамалық саясаты және оны жүзеге асыру технологиясы**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада өз кәсібінің гүлденуін қалайтын барлық фирмалардың жүргізетін жарнамалық саясаты жан-жақты қарастырылған. Жарнама саясатын ұстану және оны қажетті тәсілдер арқылы жүзеге асыру керектігі жайлы мәнін толық ашып көрсетілген.

**Негізгі сөздер.** Жарнама, ынталандыру саясаты, жарнама технологиясы, маркетинг, жылжыту.

Байхонова А.М.

**Рекламная политика фирмы и методы ее реализации**

**Резюме.** В данной статье рассматривается рекламная политика, которую проводят все фирмы, заинтересованные в процветании своего бизнеса. Описано, насколько важно иметь рекламную политику и уметь ее реализовывать.

**Ключевые слова:** рекламная политика, бизнес, процветание.

Baikhonova A.M.

**Advertising policy of firm and technologies their implementation**

**Summary.** This article discusses the advertising policy pursued by all firms interested in the prosperity of your business. There tale us about importance of having advertising policy and be able to implement them.

**Basic words.** Advertising, motivating policy, advertising technologies, marketing, promotion.

УДК 006 : 33 (574)

**С.Б. Джумагазиева, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова, А.К. Нурсейтова**
**Б.О. Конакбаев, А.М. Турмаханова**
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан)

# АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА СТ РК ИСО 9001-2009 НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РК

**Аннотация.** В статье анализированы существующие, три причины, препятствующие достижению высоких экономических результатов за счет создания сертификации. Изложен подход к оценке эффективности СМК, в виде сравнения запланированных и достигнутых результатов.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, степень реализации, экономические показатели деятельности компаний, сертификация, конкуренция, объем продаж.

В настоящее время большинство предприятий уже осознали, что добиться серьезных экономических успехов на внутреннем и внешнем рынках в условиях жесткой конкуренции можно только путем постоянного улучшения качества выпускаемой продукции. Поэтому в последние два-три года на предприятиях заметно активизировалась деятельность по созданию, внедрению и сертификации систем качества (СК) на соответствие требованиям МС ИСО серии 9000. Если в 2000 г. число отечественных предприятий и организаций, получивших сертификат соответствия СК требованиям МС ИСО серии 9000, исчислялось десятками, то на данный момент – уже исчисляется тысячами.

Однако исследования специалистов и практика показывают, что ряд предприятий, несмотря на интенсивную работу по сертификации СК, не смог добиться улучшения экономических показателей,

таких как прибыль, рентабельность, снижение себестоимости продукции, повышение производительности труда, увеличение объема продаж.

Существуют, по крайней мере, три причины, препятствующие достижению высоких экономических результатов за счет создания и сертификации СК [1].

*Первая причина* - это не всегда верные целевые установки руководителей предприятий. Принимая управленческие решения о проведении мероприятий по обеспечению качества, они преследуют цель не создания эффективно функционирующей СК, которая реально будет гарантировать качество продукции в соответствии с запросами и ожиданиями потребителей, а именно получение свидетельства, сертификата [1].

*Второй причиной*, препятствующей достижению высоких экономических результатов, является то, что большинство предприятий, внедряющих МС ИСО серии 9000, не ведет учета затрат на качество, так как в стандартах ИСО версии требование управления затратами на качество не было обязательным. В версии 2000 г. введен обязательный учет затрат на качество как элемент СК. Ведение такого отчета требует создания новых форм бухгалтерской отчетности, так как существующие формы позволяют вычленить только один элемент затрат на качество - потери от брака [1].

*Третья* и, на наш взгляд, наиболее серьезная причина, препятствующая достижению экономического эффекта, заключается в отсутствии надежного метода количественной оценки экономической эффективности создания, сертификации и функционирования СК на предприятиях.

Как правило, в данном подходе опираются на мотивы внедрения СМК и те преимущества, которые даст предприятию ее реализация. Распространенным подходом к оценке эффективности СМК является сравнение запланированных и достигнутых результатов. При всей наглядности данный метод имеет серьезный недостаток: такого рода исследования зачастую базируются на оценках представителей компаний, которые носят субъективный характер и могут быть умышленно завышены. Пример использования этого методического подхода приведены в таблице -1 [2].

Таблица 1. **Степень реализации выгод от функционирования СМК, соответствующих МС ИСО серии 9000** на предприятиях [2]

| **Выгоды** | **Варианты ответов (%)** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **нет эффекта** | **небольшое улучшение, но не такое, как ожидалось** | **улучшения соответствуют ожиданиям** | **улучшения превзошли ожидания** | **улучшения значительно превзошли ожидания** |
| Улучшения управленческого контроля | 11 | 31 | 46 | 12 | 0 |
| Возросшая эффективность, производительность | 9 | 33 | 41 | 18 | 0 |
| Обеспечение большой согласованности действий | 5 | 19 | 54 | 19 | 2 |
| Снижение количества отходов | 49 | 23 | 23 | 6 | 0 |
| Улучшение качества обслуживания клиентов | 15 | 20 | 46 | 17 | 1 |
| Снижение издержек | 49 | 18 | 28 | 5 | 0 |
| Возросшая мотивация персонала, его удержание | 53 | 16 | 24 | 8 | 0 |

Стоимостные показатели: объем производства; валовой доход (или оборот); прибыль; чистый доход. Поскольку затраты и результаты разнесены во времени, то при определении и тех, и других предлагается учитывать их разновременность с помощью процедуры дисконтирования.

Определение результативности СМК на основе анализа динамики экономических показателей в зависимости от влияния СМК на деятельность предприятия. Обзор "Lloyd's Registrar Quality Assurance (LRQA)" показал, что в сертифицированных компаниях наблюдаются более высокие экономические показатели деятельности, чем в среднем по отрасли. В таблице - 2 приведены

результаты сравнительного анализа экономических показателей, полученных в результате обследования 222 предприятий машиностроительного профиля, имеющих СМК, со средними по отрасли 2 [2].

Таблица 2- **Экономические показатели деятельности компаний с сертифицированными по ИСО системами качества** [2].

| Экономические показатели деятельности предприятия | Предприятия, имеющие СМК, сертифицированные по ИСО 9000 | | | Средние но отрасли |
|---|---|---|---|---|
| | крупные компании | средние компании | малые компании | |
| Рентабельность (%) | 4,4 | 4,9 | 6,8 | 1,9 |
| Отдача от вложенного капитала (%) | 16,6 | 16,2 | 17,5 | 7,7 |
| Объем продаж на одного работающего (тыс. фунтов стерлингов) | 93,5 | 62,2 | 53,7 | 47,7 |
| Прибыль на одного работающего (тыс. фунтов стерлингов) | 3,6 | 2,9 | 4,2 | 0,9 |
| Инвестиции в расчете на одного работающего (тыс. фунтов стерлингов) | 21,2 | 23,9 | 18,9 | 11,0 |

Практика показывает, что успешные компании чаще идут на разработку и внедрение СМК, соответственно, более высокие экономические и финансовые показатели этих компаний часто связаны с влиянием этого фактора. Следует также принимать во внимание и зависимость эффективности внедрения СМК от мотивации предприятия по использованию МС ИСО серии 9000.

ЛИТЕРАТУРА

1. quality.eup.ru›ECONOM/ocenka.htm.
2. studme.org›1578050310919…effektivnosti_sistemy

LITERATURE

1. quality.eup.ru›ECONOM/ocenka.htm.
2. studme.org›1578050310919…effektivnosti_sistemy

Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К.,
Қонақбаев Б.О., Тұрмаханова А.М.

**ҚР-ғы өндірістерде СТ РК ИСО 9001-2009 стандартты енгізе отырып экономикалық тиімділігін сараптау**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада экономикалық нәтижелер жоғары дәрежедегі жетістіктерге жету үшін, стандартизацияның үш себебі кедергі келтіретіні мысал ретінде көрсетілген. СЖМ тиімділігі алдын ала жоспарлау мен жеткен жетістіктерін салыстырмалы түрде көрсетілген.

**Түйін сөздер**: экономикалық тиімділік, жүзеге асыру дәрежесі, компаниялардың іскерлігінің экономикалық көрсеткіші, сертификаттау, бәсекелестік, сату көлемі.

Jumagazieva S.B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K.,
Konakbaev B. O., Turmakhanova A. M.

**Analysis of economic efficiency of introduction of standard ST RK ISO 9001-2009 at the enterprises of the Republic of Kazakhstan**

**Summary.** This article analyzed the existing three reasons that prevent the achievement of high economic results through the creation of certification. Describes an approach to the evaluation of the effectiveness of the QMS, in the form of a comparison of the planned and achieved results.

**Key words:** economic efficiency, degree of implementation, the economic performance of companies, certification, competition, sales volume.

УДК: 378:005.6

**А.З. Айткожаев, А.Е. Боранбаева, А.З. Нурмуханова**
(КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

# АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РАМКАХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**Аннотация:** В статье изложены два основных пути формирования СМК в вузах. Отражена совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления политики в области качества с помощью таких средств, как планирование качества, управление качеством, обеспечение качества и улучшение качества.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества, качество, образование, высшее учебное заведение, разработка системы управления качества, система качества вуза.

Согласно решениям 30-й сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО, основными принципами формирования образовательной стратегии на пороге XXI века являются доступность, качество, мобильность. Таким образом, в настоящее время главной задачей образовательной политики нашего государства является обеспечение современного качества образования на основе сохранения его фундаментальности и соответствия актуальным и перспективным потребностям личности, общества и государства [1]. Мы говорим о повышении степени соответствия предоставляемых вузами услуг требованиям современного рынка труда, запросам потребителей этих услуг - абитуриентов, их родителей в соответствии с ИСО 9000: 2000 "Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь", мы говорим о повышении качества предоставляемых услуг.

**Качество -** степень соответствия присущих продукции (услуге) характеристик требованиям. Достичь поставленных целей невозможно без эффективного руководства всеми процессами деятельности вуза, влияющими на качество образовательной услуги. В последнее время термин "руководство" все чаще замещается термином "менеджмент". Менеджмент (от англ. manage - управлять) - способ и манера общения с людьми, власть, искусство управления, особого рода умения и навыки, орган управления и административная единица (по Оксфордскому словарю) [2].

В зарубежных странах идея управления качеством образования не является приобретением последних лет. В США, Великобритании, Японии уже достаточно долгое время существую подразделения научно-исследовательских центров, занимающиеся проблемами развития высшего образования и разработкой методов наиболее эффективного управления процессами вуза.

Следует отметить, что на данный момент также большое количество вузов применяет принципы управления качеством в своей деятельности, что дает повод представителям украинских вузов при разработке и внедрении СМК высшего образования ориентироваться на разработки и достижения своих зарубежных коллег.

Возможны два основных пути формирования СМК в вузах.

Первый - разработка уникальной модели системы управления качеством, разработанной на примере конкретного учебного заведения, отчасти универсальной и применимой для других организаций.

Второй - использование универсальных принципов создания современных систем менеджмента качества, используемых в различных сферах человеческой деятельности. т.е. прямое применение принципов всеобщего менеджмента качества (TQM), нашедших отражение в требованиях международных стандартов ISO серии 9000: 2000 и критериях национальных премий в области качества [2].

Но СМК вуза, сформированная по любому из указанных путей, должна обязательно учитывать специфику вуза как объекта создания СМК. Можно выделить следующие особенности: разветвленная организационная структура, три уровня управления (университет, факультет, кафедра); большое число поставщиков и внутренних потребителей, значительное количество внутри вузовской документации.

Система качества вуза - совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления политики в области качества с помощью таких средств, как планирование качества, управление качеством, обеспечение качества и улучшение качества.

Политика в области качества является основным документом системы качества. Она определяет цель построения и функционирования системы качества, а также обязательства Высшего руководства по достижению поставленной цели.

Система качества вуза охватывает следующие сферы его деятельности: Педагогическую, Научную, Административную, Хозяйственную. Указанные сферы деятельности взаимосвязаны между собой и в большинстве случаев пересекаются [3].

Продолжается совершенствование системы с целью повышения ее производительности, надежности, оперативности доступа и удобства ее использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Knowledge.allbest.ru/management/..

2.Московский педагогический государственный университет в г. Челябинске. Кафедра правовых дисциплин. Выпускная квалификационная работа. Формирование системы менеджмента качества и ее внедрение в высшее учебное заведение. Пилимон И.Н., Подорожко И.В. Челябинск 2009.

3. http expert nica ru sbornik articles doc malikovprokopenkocvirinko doc

REFERENCES

1.Knowledge.allbest.ru/management/.

2.Moscow state pedagogical University, Chelyabinsk The Department of legal disciplines Final qualifying work The formation of the quality management system and its implementation in a higher education institution. Philemon I. N., Podoroga Century. And. Chelyabinsk 2009.

3. http expert nica EN sbornik articles doc doc malikovprokopenkocvirinko.

Айтқожаев А.З., Боранбаева А.Е., Нұрмұханова А.З.

**Жоғары оқу орындары аясында сапа менеджмент жүйесін енгізуді талдау**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада жоғары оқу орындарында сапа менеджмент жүйесін қалыптастырудың екі негізгі жолдары баяндалған. Мақалада сапаны жоспарлау, сапаны басқару, сапаны қамтамасыз ету және жетілдіру сияқты әдіс-тәсілдер арқылы сапа саласындағы саясатты жүзеге асыруға қажет ұйымдық құрылым, әдістемелер, үрдістер және ресурстар жиынтығы мәлімделген.

**Түйін сөздер:** сапа менеджмент жүйесі, сапа, білім, жоғары оқу орны, сапаны басқару жүйесін дайындау, жоғары оқу орнының сапа жүйесі.

Aitkozhaev A.Z., Boranbaeva A.E., Nurmuhanova A.Z.

**Analysis of the implementation of the quality management system within higher education institutions**

**Summary.** This article describes the two main ways of forming QMS in higher education. The paper reflects the totality of the organizational structure, procedures, processes and resources needed to implement the quality policy by means such as quality planning, quality management, quality assurance and quality improvement.

**Key words**: quality management system, quality education, higher education, the development of the quality management system, the quality system of the university.

ӘОЖ 314.182

**К.Н. Мамырова, Ш.Б. Сыдық**
(Қазақ Мемлекеттік Қыздар Педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, E-mail: loving.9666@mail.ru)

# ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ХАЛҚЫНЫҢ ӨМІР СҮРУ ҰЗАҚТЫҒЫ ӨМІР СҮРУ САПАСЫНЫҢ КӨРСЕТКІШІ РЕТІНДЕ

**Аннотация:** Бұл мақалада өмір сүру ұзықтығы көрсеткіштерінің халықтың өмір сүру сапасын бағалаудағы рөлі баяндалады. Қазақстан Республикасының халқының соңғы жылдардағы жынысы мен жекеленген жас құрамы бойынша саны қарастырылды, республика өңірлері бойынша туған кездегі күтілген халықтың өмір сүру ұзақтығы көрсеткіштеріне талдау жасалады.

**Түйін сөздер:** өмір сүру сапасы, өмір сүру ұзақтығы.

Адамдардың өмір сүру деңгейін арттыруға қатысты мәселелерді зерделеуге көптеген экономистердің жұмыстары арналды. Бұл саладағы зерттеулермен Кейнс, Котлер, Брю, Маслоу, Фишер және т.б. сияқты теоретиктер айналысты. Көрсетілген экономистер өмір сүру деңгейінің әртүрлі ұлттық үлгілерін, оларды бағалау көрсеткіштерін, реттеу тетіктерін әзірледі.

Соңғы онжылдықтарда ғалымдар «өмір сапасы» деген терминге беретін мағына және оған салынатын мазмұн елеулі өзгерістерге ұшырады.

Қазіргі уақытта өмір сапасы анықтамасының көптеген тұжырымдамалық тәсілдері бар. Оған сәйкес өмір сапасы осы немесе өзге де қоғамның әлеуметтік бағдарларына, уақыт кезеңіне, құбылыстың мәнінің анықтамасына және т.б. байланысты әртүрлі мазмұнмен толығуы мүмкін тұрақты дамушы санат ретінде қарастырылуға тиіс көзқарас бір мәнді болып табылады. «Өмір сапасы» санатының мәні анықтамасының әртүрлі тәсілдер талдау бірыңғай бір рет және мәңгілік белгіленген оның тұжырымын әзірлеудің мүмкін еместігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл халықтың өмір сапасын және оның әртүрлі жақтарын қарастыруға арналған көптеген жұмыстардың болуымен расталады, оларда қазіргі уақытқа дейін қандай әлеуметтік-экономикалық процестердің және құбылыстардың бұл терминмен белгіленетіндігін түсінудің бірыңғайлығы жоқ. Бір жағынан мәні бойынша адам және қоғамның тіршілік қызметінің барлық процестерін қамтитын осы санатты шекті кеңейтілген түсіндіру кездеседі. Екінші жағынан өмір сапасының көрсеткіштері кейде ешқандай ғылыми дәлелдемесіз адамдардың өмірін қамтамасыз ету процестерінің тек қана тар бөлігін қамтиды.

«Өмір сапасы»деген термин өткен ғасырдың 50-жылдарының ортасында пайда болды, ол кезде «өмір сүру деңгейі» санаты толық шамада халықтың әл-ауқатын көрсеткен жоқ. Проблеманы зерделеу ондаған жыл кейін Батыстың жоғары дамыған елдерінде қоғамның дамуының индустриялық кезеңіне өту жүзеге асырыла бастаған кезде басталды, бұл экономикалық прогрестің гуманитарлық мазмұнына қызығушылыққа негізделді. Бастапқыда өмір сапасы негізінен қоршаған ортаны, денсаулықты қорғау және қалаларды жаңарту мәселелерімен байланысты болды. Бірақ бертін келе бұл проблема қоғамның өмір сүрі қабілетін қамтамасыз ету тұрғысында қарастырылып, таяу болашақта адамзат қол жеткізетін – ол кезде бірінші кезекке ақша емес, әлеуметтік және мәдени құндылықтардың үйлесімділігі шығатын адамдар арасындағы жаңа қарым-қатынастары бар өркениеттің келесі кезеңіне өтудің кейбір футурологиялық идеалының құрамдас бөлігі ретінде түсіндіріле бастады.

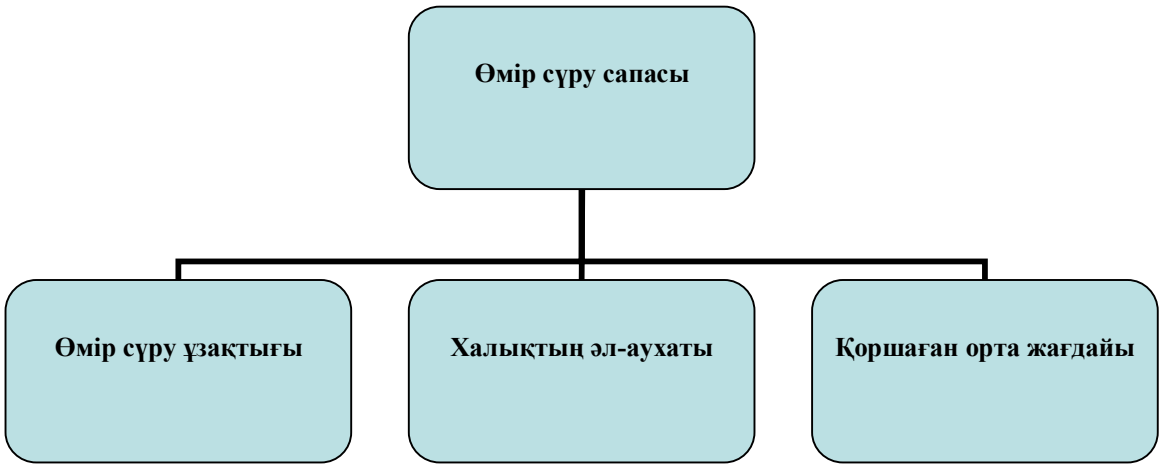
Өмір сапасы адамдардың материалдық және рухани қажеттіліктерін қанағаттандыру дәрежесін субъективті бағалау ретінде анықтала бастады. Өмір сапасы проблемаларына жаңа қызығушылық

тоқтамаған экономикалық дағдарысқа және әлемде әлеуметтік-экономикалық қарама-қайшылықтардың ушығуына байланысты соңғы жылдары туындады, бұл негізінен әлем елдерінің көпшілігінде халықтың нақты табыстарының төмендеуінен, мүліктік сараланудың тереңдеуінен көрінді.

Өмір сапасын сондай-ақ, адам үшін өмірлік маңызды жақтардың, процестердің және еңбек қызмет аспектісіндегі сияқты жалпы тіршілік қызметі аспектісіндегі оның қазіргі болмысын көрсететін белгілі бір сипаттамалар жиынтығы ретінде қарастыру керек.

Қазіргі заманғы экономикалық сөздік «өмір сапасы» деген терминді «өмір сүру деңгейі» деген ұғымның жалпылануын білдіретін және «тек қана материалдық ізгіліктер мен қызметтерді тұтыну деңгейін емес, сондай-ақ, қажеттіліктерді қанағаттандыру, денсаулық, өмірдің ұзақтығы, адамды қоршаған орта жағдайлары, жан рахатын қамтитын» әлеуметтік-экономикалық санат ретіндеі анықтайды [1].

Өмір сүру сапасын адам денсаулығын, әлеуметтік және рухани дамуын, дербестігінің деңгейі мен дәрежесін жан-жақты сипаттайтын интегралды санат ретинде қарастыруға болады. Оның құрамдас бөліктері қатарына басты компанентерді көрсетуге болады: өмір сүру ұзақтығы, халықтың әл-аухаты, қоршаған орта жағдайы (1-сурет) [2].




**1-сурет.** Өмір сүру сапасы құрылымы

Аталған компоненттерге әлемнің барлық елдері үшін дерлік ұдайы есептеп шығарылатын және салыстырылатын көрсеткіштер жүйесі ұсынылды. Бұл ретте базалық көрсеткіштердің сан мәндерін көбейту адам дамуының нақты құбылыстағы талдау мүмкіндіктерін кеңейту туралы баяндалды[3].

Соның ішінде, ұзақ өмір суруді сипаттайтын көрсеткіштерге тоқталып өтейік. Ұзақ өмір сүруді сипаттайтын көрсеткіш болып туылған кездегі өмірдің алдағы болжалды ұзақтығы саналады. Қысқалық үшін көбне болжалды өмір сүру ұзақтығы туралы айтады. Осы көрсеткіш халықаралық статистиканың ең көп тараған көрсеткіштерінің бірі болып табылады және «өлім-жетім кестесі» есептеулері барысында анықталады.

Салауатты өмір салтына көшу, қоршаған ортаны жақсарту, тұрмыс деңгейін арттыру мен денсаулық сақтау жүйесін ұдайы дамыту жағдайлары кезінде, дүниеге келген нақты нәрестеге туған жылының жағдайларына байланысты болдамды өмір сүру ұзақтығы белгіленетін сәбиге қарағанда орта есеппен ұзағырақ өмір сүрудің сәті түседі.

Осы көрсеткішті толықтыратын көрсеткіш – белгілі бір жасқа дейінгі өмір сүрмейтін халықтың үлесі. Ол халықтың жоқшылық индекстерін есептеу кезінде пайдаланылады және ұзақта салауатты өмір сүру мүмкіндігінен айыру дәрежесін сипаттайды.

**1-кесте.** 2014 жыл басындағы Қазақстан Республикасы халқының жынысы мен жекелеген жас құрамы бойынша саны

| | Барлығы | | | соның ішінде, жас | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0-15 | | | 16-62(57) | | | 63(58)&+*) | | |
| | барлығы | еркектер | әйелдер | барлығы | еркектер | әйелдер | барлығы | еркектер | әйелдер | Барлығы | еркектер | әйелдер |
| **Қазақстан Республикасы** | 17160774 | 8284815 | 8875959 | 4682514 | 2404120 | 2278394 | 10700389 | 5377353 | 5323036 | 1777871 | 503342 | 1274529 |
| Ақмола | 735566 | 355260 | 380306 | 175193 | 89816 | 85377 | 464247 | 238583 | 225664 | 96126 | 26861 | 69265 |
| Ақтөбе | 808932 | 390274 | 418658 | 214095 | 110261 | 103834 | 521300 | 259674 | 261626 | 73537 | 20339 | 53198 |
| Алматы | 1984518 | 974556 | 1009962 | 567815 | 290942 | 276873 | 1227390 | 624458 | 602932 | 189313 | 59156 | 130157 |
| Атырау | 567861 | 278629 | 289232 | 180082 | 92351 | 87731 | 345239 | 174855 | 170384 | 42540 | 11423 | 31117 |
| Батыс Қазақстан | 623977 | 301301 | 322676 | 153538 | 79104 | 74434 | 398271 | 202619 | 195652 | 72168 | 19578 | 52590 |
| Жамбыл | 1084482 | 531304 | 553178 | 352661 | 181192 | 171469 | 636580 | 322324 | 314256 | 95241 | 27788 | 67453 |
| Қарағанды | 1369667 | 647468 | 722199 | 318149 | 163026 | 155123 | 867958 | 434937 | 433021 | 183560 | 49505 | 134055 |
| Қостанай | 880776 | 415993 | 464783 | 181036 | 92736 | 88300 | 572132 | 287833 | 284299 | 127608 | 35424 | 92184 |
| Қызылорда | 739776 | 369543 | 370233 | 244297 | 125316 | 118981 | 440582 | 227082 | 213500 | 54897 | 17145 | 37752 |
| Маңғыстау | 587419 | 291697 | 295722 | 196344 | 101213 | 95131 | 354957 | 180088 | 174869 | 36118 | 10396 | 25722 |
| Оңтүстік Қазақстан | 2733279 | 1356492 | 1376787 | 984925 | 504756 | 480169 | 1567884 | 797121 | 770763 | 180470 | 54615 | 125855 |
| Павлодар | 752793 | 354716 | 398077 | 165063 | 84783 | 80280 | 486009 | 242303 | 243706 | 101721 | 27630 | 74091 |
| Солтүстік Қазақстан | 575766 | 274261 | 301505 | 121942 | 62921 | 59021 | 363085 | 187050 | 176035 | 90739 | 24290 | 66449 |
| Шығыс Қазақстан | 1394018 | 663136 | 730882 | 306188 | 156921 | 149267 | 884634 | 449835 | 434799 | 203196 | 56380 | 146816 |
| Астана қ. | 814435 | 393158 | 421277 | 205577 | 105842 | 99735 | 554248 | 272354 | 281894 | 54610 | 14962 | 39648 |
| Алматы қ. | 1507509 | 687027 | 820482 | 315609 | 162940 | 152669 | 15873 | 476237 | 539636 | 176027 | 47850 | 128177 |

*Дерек көзі: ҚР Статистика агентінің мәліметтері

Дамушы елдер үшін сәбилер шетінеуі мен аналар өлім-жетімінің орасан маңыздылығына қарамастан, алдағы өмірдің орташа болжалды ұзақтығы ұзақ өмір сүрудің әмбебап көрсеткіші болып жеке дара бой көрсетеді, әрі ол ел халқының жас құрылымына тәуелсіз және ол дамушы, сондай-ақ индустриялы елдерді де ең озық түрде саралауға мүмкіндік береді.

Орташа даму деңгейіндегі елдер үшін осы көрсеткіш бес жасқа дейінгі балалардың өлім-жетімімен ал дамыған елдер үшін аналар өлім-жетімі коэффициентімен толықтырылуы мүмкін[4].

Адамның өмір сүру ұзақтығы — бұл бір жылы туған адамдар тобының орташа өмір сүру ұзақтығын көрсететін көрсеткіш. Бұл жағдайда әр жастағы адамдар тобындағы өлім деңгейі бір қалыпты қалады.

Қазақстан хылық саны 2014 жылғы мәлімет бойынша 17160774 адамды құрады. Жекелеген жас құрамы бойынша 0-15 жастағы халық саны 4682514 адам, 16-62 жас аралығы 10700389 адам, 63 жастан жоғары халық саны 1777871 адамды құрап отыр (1-кесте).

ҚР Статистика агенттінінің 2009 жылы жүргізген санағы нәтижесінде, Қазақстанда жасы жүзден асқан – 26 адам. Ұлттық санақ жүргізілген 2009 жылы 130 жасқа толған Қарағандылық Сахан Досова әлемді таңғалдырып, жер шарындағы ең егде адамдардың бірі атанған. Ол журналистерге өзінің ұзақ жасау сырын ұлттық тағамдар – құрт, талқанды талшық етіп, үнемі көтеріңкі көңіл күйде жүретіндігімен түсіндірген. Әйтсе де, әлемді таңдандырған әжей сол жылы көп ұзамай көз жұмды.

БҰҰ Даму бағдарламасының 2013 жарияланған 199 елді қамтитын адамның орташа жас ұзақтығы рейтингісінде. Қазақстан 138-орын алған. ҚР Статистика агенттігі мәліметтеріне қарағанда, Қазақстанда 2013 жылы туған ұл баланың жас ұзақтығы – 64,84, қыз баланың жас ұзақтығы 74,33 жас болады деп күтілген. Ал Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы деректері бойынша, дәл осы жылы табысы жоғары елде туған ұл баланың орташа өмір сүру жасы – 76 болса, қыз баланың жас ұзақтығы – 82 жас. Яғни қазақстандық ұл балалар ауқатты мемлекеттердегі замандастарына қарағанда – 11 жас, қыздар 8 жасқа жуық кем өмір сүрмек.

Мемлекеттің әл-ауқаты мен демографиялық ахуалының арасында байланыс бар екенін барлық сарапшылар мойындайды. Әлі күнге дейін бай және кедей елдер арасында айырмашылық бар – табысы жоғары елдерде тұратын адамдардың кірісі төмен елдерге қарағанда ұзақ өмір сүруге мүмкіндігі көбірек екені белгілі. Табысы жоғары елдердегі адам жасының ұзақтығы инфекциялық емес аурулармен күрестің сәтті жүруіне байланысты. Әйтсе де, Денсаулық сақтау министрлігі мәліметтеріне қарағанда, соңғы жылдары Қазақстанда адамның өмір сүру ұзақтығы екі жарым есеге өскен. Статистикалық мәліметтер бойынша, 2013 жылы Қазақстан халқының болжанған өмір сүру ұзақтығы 70,45 жасқа көтерілген (1-диаграмма, 2-кесте).

**1-диаграмма**-Қазақстан Республикасының Туылған кезде кеүтілетін халықтың өмір сүру ұзақтығы (2000-2014 жж)



**2-кесте**. Қазақстан Республикасының өңірлері бойынша туылған кездегі халықтың өмір сүру ұзақтығы (2013 ж)

| Өңірлер | Күтілген жас | Өңірлер | Күтілген жас |
|---|---|---|---|
| Астана қаласы | 74,29 | Батыс Қазақстан облысы | 70,21 |
| Алматы қаласы | 73,65 | Павлодар облысы | 70,19 |
| Маңғыстау олбысы | 71,68 | Жамбыл облысы | 69,73 |
| Ақтөбе облысы | 71,10 | Қостанай облысы | 65,59 |
| Алматы облысы | 70,71 | Шығыс Қазақстан облысы | 69,49 |
| Оңтүстік Қазақстан облысы | 70,69 | Қарағанды олбысы | 68,98 |
| Атырау облысы | 70,68 | Ақмола облысы | 68,29 |
| Қызылорда олбысы | 70,62 | Солтүстік Қазақстан облысы | 68,08 |

Дерек көзі: ҚР Статистика агенттінің мәліметтері

2-кестеден көріп тұрғанымыздай, туылған кездегі халықтың өмір сүру ұзақтығы ең жоғарғы көрсеткіштері Астана(74,29 жас), Алматы қалалары(73,65жас) және Маңғыстау(71,68 жас) облысында, ал ең төмен көрсеткіштері Қарағанды(68,98 жас), Ақмола(68,29 жас), Солтүстік Қазақстан (68,08 жас) облыстарында байқалады.

Қазақстан Республкасы Президентінің «Қазақстан-2050» стратегиясы қалыптасқан мемлекеттің жаңа саяси бағыты» атты Қазақстан халқына жолдауында атап айтқандай, «Біздің басты мақсатымыз –әлеуметтік қауіпсіздік және азаматтардың бақуаттылығы. Бұл-қоғамдағы тұрақтылықтың жақсы кепілі. Біздің қоғамды уақыт сынына төтеп бере алатын жаңартылған және әлдеқайда тиімді әллеуметтік саясатқа деген сұраныс өсіп келеді. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, әлеуметтік саясаттың мінсіз және әбебеп үлгісі жоқ. Бұл барлық азаматтары сол әлеуметтік жүйеге қанағаттанатындай бірде-бір қоғамның жоқтығы сияқты. Әлеуметтік қауіпсіздік және азаматтардың бақуаттығы мәселелерін шешу-бұл әрбір қазақстандыққа әсер ететін қиын және өте маңызды міндет. Сондықтан, бұл тұста әр қадам мұқият ойластырылған болуы тиіс» [5].

Қазақстан Президенті Нұрсұлтан Назарбаев биылғы халыққа Жолдауында қазақстандықтардың өмір сүру ұзақтығын 80 жасқа жеткізу бойынша міндет қойған

Қорта айтқанда, ұзақ сапалы өмір сүру бойынша нақты ұсыныстарды атап айтуға болады. Олардың барлығы тұрақты түрде денешынықтыру жаттығуларын жасап, сапалы ауызсу пайдаланып, үйлестірілген ас ішіп, сыртқы және ішкі ортаның тазалығын сақтап, аурулардың алдын алып, белсенді қарым-қатынас жасап, ой қызметімен шұғылданып, көтеріңікі көңіл күйді сақтауға келіп тірелетіні анық.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Қазіргі заманғы экономикалық сөздік. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б.
2. Г.Н.Нүсіпова, Д.А. Тажиева, Г.Қ.Қайранбаева. ҚР сәби өлім-жетім көрсеткіштері өмір сүру сапасының индикаторы ретінде.//ҚазҰУ хабаршысы. География сериясы. -2014.- №1(38). –С. 8-14.
3. Қазақстандағы Адам дамуы: оқулық/ Жалпы редакцияны басқарған Н.Қ.Мамыров және Ф.Акчураю. Алматы: Taimas Printhouse, 2014.
4. Ahand S., Sen A ‘Human Devolement Index: Methodology and Measurment’// background Paper for Human Devoloment Report 1993,-NewYourk: UNDP, 1992
5. ҚР Президентінің «Қазақстан-2050» стратегиясы қалыптасқан мемлекетің жаңа саяси бағыты» атты Қазақстан халқына Жолдауы. Электрондық ресурс: http://www.inform.kz/kaz/article/2518877
6. http://taldau.stat.kz/kk/NewIndex/GetIndex/703906

REFERENCES

1. Kaziri zamangi economikalyk sozdik. Raizberg B.A., Lozovski L.SH., Stradubseva E.B.
2. G.N.Nyussupova, D.A. Tathiyeva, G.K. Kairanbayeva. KR sabi olim-zhetim korsetkishteri omir suru sapasynyn indikatory retinde.// KazUY habarshisi. Geographya seriasy. -2014.-№1(38)-S.8-14.
3. Kazakhstandagy Adam damuy: oqulyq/ Zhalpy redakssiyany baskargan N.Q.Mamyrov jane F.Akchurayu. Almaty: Taimas Printhouse, 2014.

4. Ahand S., Sen A ‘Human Devolement Index: Methodology and Measurment’// background Paper for Human Devoloment Report 1993,-NewYourk: UNDP, 1992

5. KR pezidentinin «Kazakhstan-2050» strategiyasy «kaliptaskan memlekettin zhana sayasi bagyty» atty Kazakhstan halkyna Zholdauy. Electronicresourse: http://www.inform.kz/kaz/article/2518877

6. http://taldau.stat.kz/kk/NewIndex/GetIndex/703906

Мамирова К.Н., Сыдык Ш.Б.

**Качество показателя продолжительности жизни населения Республики Казахстан**

**Аннотация:** В статье излагается роль показателя продолжительности жизни в оценке качества жизни население. Предусмотрено число населения Республики Казахстан по половым и отдельно возрастным признакам. По регионам Республики сделен анализ о показателях продолжительности жизни населения при рождении.

**Ключевые слова:** качество жизни, продолжительность жизни, признаки.

Mamyrova K.N., Sydyq SH.B.

**As an indicator of longevity and quality of life of the papulation of the Republic of Kazakhstan**

**Abstract:** This aticle describes the role of life longevity in the assessment of quality of life. Provided the number of papulation of the Republic of Kazakhstan on sexually and separately age. By regions made an axpectancy at birth.

**Key words:** quality of life and longevity of life.

**МАЗМҰНЫ**

**Жер туралы ғылымдар**

*Абетов А.Е, Ахметов Е.М., Жылқыбаева Г. А., Абетова С.А.*
ОҢТҮСТІК ТЯНЬ-ШАН МЕН ТҰРАН ТАСТАРЫ БУЛАНУЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ШОҒЫРЛАНУ АЙМАҒЫНЫҢ ГЕОҚОЗҒАЛЫСЫ..... 3
*Тілекова Ж.Т., Ошақбаев М.Т., Тонкопий М.С.*
ІЛЕ-БАЛҚАШ БАССЕЙІНІНІҢ ЖЕР ҮСТІ СУЛАРЫНЫҢ САПАСЫНА БАҒА БЕРУ……... 14
*Адырбайқызы Р., Жапарова А.Т.*
АҚАБА СУЛАРДЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗАРТУ ..... 20
*Бейсембинова А.С., Бижигитова А.С.*
ИНФОТУРЛАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ НЕГІЗДЕРІ..... 24
*Парвиз К., Еділбаев Б., Шоқанова А.*
ЖАҢА КАБУЛ ҚАЛАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫНДАҒЫ ҚАЛДЫҚТАРДАН ҚҰРЫЛЫС ЖҮРГІЗУ..... 30

**Техникалық ғылымдар**

*Пяк О.Ю., Сейдалиев Т.О.*
ТОТТАНУҒА ТӨЗІМДІ БОЛАТТАН ЖҰҚА ҚАБЫРҒАЛЫ КҮРТ ИІЛГЕН БҰРЫЛЫМДАРДЫ ЖАСАУ ТИІМДІЛІГІ..... 39
*Бекбаев А.Б., Кругликов А.П., Мейірбеков Б.К., Сүгіров С.С.*
КҮН ЭНЕРГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУДІ ҚАЙТА ЖАСАУ ӘДІСІ НӘТИЖЕСІ..... 44
*Куатбеков Б.Н., Абылова М.К.*
КВЕРШЛАГ ТИПТЕС КӨПДІҢДІ ГОРИЗОНТАЛЬ ҰҢҒЫҒА СҰЙЫҚТЫҚТЫҢ СҮЗГІЛЕНУІ КЕЗІНДЕГІ ДЕБИТІН ЕСЕПТЕУ..... 48
*Тугелбаева Г.Т., Мусабекова Г.Ж., Тойшыбекова Б.А.*
ФИЗИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ МОДЕЛЬДЕУДІ ҚОЛДАНУ..... 53
*Махаммад Башир, Сидорова Н.В.*
БЕТОНДЫ ЕРІТУГЕ АРНАЛҒАН СУ ЖӘНЕ БЕТОН ТӘРІЗДИ ҒИМАРАТТАР ҮШІН..... 56
*Асет М., Абдуллаев А.Т.*
ФРЕЗЕРЛІ СТАНОКТЫҢ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ..... 59
*Жамалов А., Мәрзия, Тойшыбекова Б., Мусабекова Г.*
КҮННЕН ЖЫЛУДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ, ОНЫҢ КҮЙІ, ЖОБАЛАНУ КЕЛЕШЕГІ……... 64
*Жұмаділова Ж.О.*
ЖЭС ҚАЗАНДЫҚТАРЫНДА ОТЫНДЫ ЖАҒУ КЕЗІНДЕ ЗИЯНДЫ ЗАТТАРДЫҢ БӨЛІНУІН ТЕХНИКАЛЫҚ РЕГЛАМЕНТКЕ СӘЙКЕС ЕСЕПТЕУ..... 67
*Орлова Е.П., Уразаев Д.*
КОМБИНИРЛЕУ КЕРМЕЛЕУДІҢ ЕКІОПЕРАЦИЯЛЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ЕСЕПТЕУ ӘДІСІ..... 72
*Жұмаділова Ж.О., Тортбаева А.Қ.*
ҚЫСЫММЕН ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН ЖАБДЫҚТАРДЫ ТЕХНИКАЛЫҚ РЕГЛАМЕНТКЕ СӘЙКЕС РЕТТЕУ..... 80
*Сеитұлы К.*
ҮЙІНДІ ҚИЯБЕТТЕРІНДЕ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕССТЕРДІҢ ДАМУЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАРДЫ ЖҮЙЕЛЕУ..... 84
*Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А.*
БУГАЗДЫ ТӘСІЛМЕН БИТУМИНОЗДЫ ЖЫНЫСТАРДЫ БАЛҚЫТУ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ. ..... 88
*Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А.*
РАЦИОНАЛЬДІ ЖЫЛУТАСЫМАЛДАҒЫШ ЖӘНЕ МҰНАЙДЫ ШЕГЕРУ..... 90
*Мамбеталиева А.Р., Даулетбаков Т.С.*
ТОТЫҚҚАН ПОЛИМЕТАЛДЫ ӨНЕРКӘСІПТІК ӨНІМДЕРДІ СУЛЬФИДТІ МАТЕРИАЛДАРМЕН ӨҢДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ..... 93
*Арыстанбаев Қ.Е., Апсеметова Г.О., Махамбетов К.А.*
ЗАМАНАУИ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ НЕГІЗІНДЕ СОРҒЫШТАРДЫ «ҚҰРҒАҚ ЖҮРІСТЕН» ҚОРҒАУ ТӘСІЛІ..... 96
*Қалыбеков Т., Жақыпбек Ы., Қадылхан Е.*
МҰНАЙ-ГАЗ КЕНОРЫНДАРЫН ИГЕРУДЕГІ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛИГОНДЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР ТӘСІЛДЕРІ..... 100
*Жамалов А., Скакова А.Б., Мәрзия, Тайтеленова Қ.К.*
ТӘЖІРИБЕ ЖҮРГІЗУГЕ АРНАЛҒАН ЖЕЛ ЖӘНЕ КҮН ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ..... 105

*Утеулина Қ.Ә., Тұрлыбекова Г.Қ.*
СУТЕГІНІҢ СПЕКТРЛІК СЫЗЫҚТАРЫНЫҢ КЕҢЕЮІ БОЙЫНША ИОНДАЛҒАН ПЛАЗМАНЫ ТАЛДАУ ..... 110
*Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Мотовилов И.Ю.*
МӨРУ ҚЫРТЫСЫНДАҒЫ СИРЕК ЖЕРКЕНІНЕҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ КОНЦЕНТРАТ АЛУДЫ ЗЕРТТЕУ ..... 112
*Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Киселева О.В.*
СҰЙЫҚ ЖЫЛУ ӨТКІЗГІШТІҢ ФАЗАЛЫҚ АУЫСУ ЭНЕРГИЯСЫН ҚОЛОДАНУШЫ ГЕОЛИОЖЫЛУЛЫҚ ҚАЙТЫМДЫ ЭНЕРГОЖИНАҚТАУШЫ ЖҮЙЕ ..... 115
*Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.*
ТЫҒЫЗДАМАЛАР ТЕХНИКАСЫНДА ТІЛІМШЕЛІ СИЛЬФОНДАРДЫ ҚОЛДАНУ ..... 124
*Касенов К.М. Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.*
СЫМСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ ..... 128
*Бимбетова Г.Ж., Сакыбаев Б.А.,Надиров К.С., Сакибаева С.А., Жантасов М.К., Орынбасаров А.К., Джусенов А.У.*
МҰНАЙҚҰБЫРЛАРДЫ КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУ ҮШІН ҮШҚАБАТТЫ АРАЛЫҚ ҚАПТАМА ЖАБЫНДЫ АДГЕЗИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ӘЗІРЛЕУ ..... 131
*Телешева А.Б.,Турдалиев А.Т.,Чумаков Е.В., Удербаева А.Е.,Әлімбетов А.Б., Тусупкалиева Э.К.*
АД 31 ҚОРЫТПАСЫН ҚҰЮ КЕЗІНДЕГІ СУЫТУ РЕЖИМДЕРІНІҢ МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ ..... 135
*Иванов К.С., Шингисов Б.Т.*
БЕЙІМДЕЛГЕН ЕКІ ПАРАМЕТРЛІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІ ..... 139
*Нугуманов К.К., Исагулов Н.М.*
БҰРҒЫЛЫҚ ПОРШЕНДЕРДІҢ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ЖАҢА ТЕХНИКАЛЫҚ ШЕШІМДЕР .. 147
*Бараев А., Аширбаев Н.К., Баймишева А.*
«ТЕЖЕУІШ ЛЕНТА-ШКИВ БЕТІ» ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЖЫЛУ АЛМАСУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ ..... 152
*Бараев А., Аширбаев Н.К., Баймишева А.*
ТӨМЕНДЕТУ-КӨТЕРУ АМАЛДАРЫН ОРЫНДАУДАҒЫ ЖЫЛУ МӨЛШЕРІН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ ОНЫ БҰРУ ӘДІСТЕРІ ..... 156
*Ахметова А.Е., Емелхан А.Б., Тарасов Д.А., СергеевА.П., Тягунов А.Г., Тұрлыбаева Б.Ж.*
ОҚУ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ ФОРМУЛАСЫН ШЫҒАРУ ЖӘНЕ НЕГІЗДЕУ ..... 160
*Ордабекова А.Ж., Шингисова Р.К.*
AUTOCAD-ТА 3DОБЪЕКТТІМҮСІНДЕУІН (ВИЗУАЛИЗАЦИЯСЫ) ОРЫНДАУДЫҢ МЫСАЛ ТУРАЛЫ МАҚАЛА ..... 165
*Шоколакова Ш.К.*
WAMS ТЕХНОЛОГИЯ ҚОЛДАУМЕН ҚАЗАҚСТАН ҰЭЖ РЕЖІМДЕРДІН МОНИТОРИНГ ЖАСАУ ... 169
*Черикбаева Л.Ш., Болысханова М.Ж., Бурлибаев А.Ж., Темирбекова Ж. Е.*
АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН БИЗНЕСТЕ ҚОЛДАНУ ..... 175
*Абжанова Ш.А., Абильмажинова Н.К., Таева А.М., Мухтарханова Р.Б., Жүсіп Н.*
ЖЫЛІҚЫ ЕТІНЕН ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТТАР ЖАСАУДА ДЕГИДРОКВЕРЦЕТИНДІ ПАЙДАЛАНУ ..... 178
*Құмар Б.К., Абдрахманов С.Т., Утебаева А.К.*
ГАЗ АЙДАУ АГРЕГАТЫНЫҢ СЕНІМДІЛІК КРИТЕРИЙЛЕРІНІҢ САРАПТАМАСЫ ..... 182
*Дарибаева Н.Г., Ж.Байдельдина О., Нуранбаева Б.М.*
ТҰТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙДЫ ЖИНАУ, ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН КӨТЕРУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ ..... 191
*Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Орынбасаров А.К., Бесбаева Н.А., Абдрахманов К.*
ӘР ТҮРЛІ ҚҰРЫЛЫМДЫ БЕТТІК-АКТИВТІ ЗАТТАРДЫ КОМПАУНДАУ ЖОЛЫ АРҚЫЛЫ КЕШЕНДІ ӘСЕРДЕГІ ЖАҢА ДЕЭМУЛЬГАТОРЛАРДЫ ҚҰРУ ПРИНЦИПТЕРІН НЕГІЗДЕУ ..... 196
*Аманжолова С.Т., Қалижанова А.У., Шайқұлова А.Ә., Мырзахан Т.Ш., Қозбакова А.*
ҮЛЕСТІРІЛГЕН КОМПЬЮТЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕР ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЖЕЛІЛІК ТОПОЛОГИЯЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ..... 199
*Исаева Ж. А.*
КОМПОЗИТТІКДИСПЕРСИЯ-КҮШЕЙТІЛГЕН ГИПСМАТЕРИАЛДАР ..... 207
*Байтімбетова Б.А., Рябикин Ю.А.*
ГРАФИТКЕ УЛЬТРАДЫБЫС ӨРІСІНДЕ ӘСЕР ЕТУ АРҚЫЛЫ ТҮЗІЛГЕН ГРАФЕН ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ЗЕРТТЕУ ..... 214
*Жанабаев З.Ж., Ибраимов М.К., Сагидолда Е.*
НАНОӨЛШЕМДІ КЕУЕКТІ КРЕМНИЙ ҚАБЫРШАҚТАРЫНДАҒЫ РЕЗОНАНСТЫҚ ТУННЕЛЬДІК ЭФФЕКТІЛЕР ..... 220

*Балбаев Г.К., Шингисов Б.Т., Курманалиева Ш.М.*
ЖЕЛ ҚОНДЫРҒЫҒА АРНАЛҒАН ПЛАНЕТАРЛЫҚ БЕРІЛІС ҚОРАБЫН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ САНДЫҚ СИПАТТАУ ..... 225
*Мусанов А.*
АЛМАЗДЫ КЕҢЕЙТКІШТЕР ..... 231
*Байтімбетова Б.А., Ақанаев Б.А., Дуаметұлы Б, Сәрсембаева Б.Д.*
АРОМАТИКАЛЫҚ КӨМІРСУТЕКТЕР АТМОСФЕРАСЫНДА АЛЫНҒАН КӨМІРТЕКТІ НАНОТҮТІКШЕЛІ ЖҮЙЕНІҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СӘУЛЕЛЕНУМЕН ӘСЕРЛЕСУІ ..... 235
*Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х., Затыбеков К.С.*
ҚҰМКӨЛ КЕН ОРЫНЫНЫҢ МҰНАЙ КЕРНЫҢ ТБАЗ ЕРІТІНДІЛЕРІМЕН ЫЛҒАЛДАНУ ШЕГІНІҢ БҰРЫШЫН АНЫҚТАУ ..... 241
*Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х., Затыбеков К.С.*
АРЫСҚҰМ КЕН ОРЫНЫНЫҢ МҰНАЙ КЕРНЫҢ ТБАЗ ЕРІТІНДІЛЕРІМЕН ЫЛҒАЛДАНУ ШЕГІНІҢ БҰРЫШЫН АНЫҚТАУ ..... 246
*Мукапил К., Бекетова Г., Жумангалиева Н., Тулемисова В.*
АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУДЫҢ БИОМЕТРИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ ..... 250
*Шангытбаева Г.А., Жумагулова А.А., Шангитбаев Н.К*
"ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУДЕН БАС ТАРТУ" БӨЛІСТІ ЖЕЛІЛІК ШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ ҮЛГІЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ ..... 262
*Шайханова А.К., Оспанов Е.А., Карпинский Н.П.*
КОМПЬЮТЕР ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН МОДУЛЯРЛЫ ЭКСПОНЕНЦИРЛЕУ ӘДІСТЕРІ ..... 268
*Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.*
КӨЛІК ЖҮКТЕСІ ӘРЕКЕТІМЕН ТОНЕЛЬДІҢ КЕРНЕУ-ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ ТҮЙІНЕ ТЕРЕН ОРНАЛАСҚАН ТОНЕЛЬДІҢ ЕКІ ҚАБАТТЫ ҚАПТАМАСЫМЕН МАСИВТІҢ КОНТАКТ ШАРАЛАРЫН ӘРЕКЕТІ ..... 274
*Емелхан А.Б., Ахметова А.Е., Тягунов А.Г., Сергеев А.П., Турлыбаева Б.Ж.*
ШРИФТТІ ИНВАРИАНТТЫ САНДЫҚ ТҮРДЕ БАҒАЛАУ ..... 280
*Жуманазарова А.М., Койшыбаева Ж.Б.*
MAC OS APPLE ГРАФИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНЕ ЖАЛПЫ ШОЛУ ..... 285
*Ишанбаев Б.М., Чажабаева М.М.*
СЫРТҚЫ ЖЕТЕКТІ БҰРАНДАЛЫ СОРАПТАРДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АЗДЕБИТТІ ҮҢҒЫЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН КӨТЕРУ ..... 290
*Бегимов Т .Б., Кушпанов М.С., Оспанов К.М.*
ШЫҒАРЫЛҒАН СӘУЛЕНІҢ СПЕКТР ТЫҒЫЗДЫҚТАРЫНЫҢ ТӘЖІРИБЕДЕН АЛЫНҒАН ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ ..... 292
*Ыбытаева Ғ.С., Яскевич Т.В.*
ОҚУШЫЛАР УӘЖДЕМЕСІН БАСҚАРУ ҮШІН ТЕСТІЛЕУДЕ ИНТЕРАКТИВТІ ӘДІСТЕРДІ ҚОЛДАНУ ..... 295
*Күнгіров А.Р.*
АВТОМОБИЛЬДІҢ ДИСКАЛЫҚ ТЕЖЕУІШ МЕХАНИЗМІН БАҒАЛАУ ..... 300
*Баймаханов Г.А., Помашев О.П., Сарыбаев М.А.*
2013, 2014 ЖЫЛДАРЫ "МҰНАЙ ШАРУАШЫЛЫҒЫ" ЖУРНАЛЫНДА ЖАРИЯЛАНҒАН ГИДРОЖАРУ ЖҮРГІЗУ ЖҰМЫСТАРЫНА ТАЛДАУ ..... 303
*Ақмалаев К.А., Қасымов А.О., Әбішева А.К., Төлегенова А.S., Айтжанова Н.Т., Тұңғышбайұлы К., Кенебаева Д.Б.*
VPN НЕГІЗІНДЕ КОРПОРАТИВТІ ЖҮЙЕДЕГІ ИМИТАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ЖАСАУ ..... 308
*Байкуаныш С.Б., Мирманов А.Б., Алимбаев, Акмалаев К.А., Толегенова А.С.*
ТЕЛЕМЕТРИКАЛЫҚ ЖҮЙЕДЕГІ ВИМ ДАБЫЛЫН ІСКЕ АСЫРУҒА АРНАЛҒАН БАҒДАРЛАМАЛЫ-АППАРАТТЫ ЖИЫНТЫҒЫ ..... 312
*Ботабаев Н.Е., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.*
КЕУЕКТІ МАТЕРИАЛ ҚАБАТЫНДА АДСОРБЦИЯНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ ..... 318
*Муташева Г.С., Мамитова А.Д.*
ӨНДІРІСТЕ БОЯУ БӨЛІМІНІҢ АҒЫН СУЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ..... 322
*Кудубаева С.Ә., Жарлыкасов Б.Ж.*
ОРТАЛЫҚ ЖӘНЕ ГРАФИКАЛЫҚ ПРОЦЕССОРДА ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ ТАНУДА ПАРАМЕТІРЛЕРДІ АНЫҚТАУ ЖУЙЕСІН ҚҰРАСТЫРУ ..... 326
*Қаржаубаев Ә.С.*
БҰЙЫМ БЕТІНДЕГІ БАЛҚЫЛАНҒАН ҚАБАТТАҒЫ ҚАЛДЫҚ КЕРНЕУДІ ЗЕРТТЕУ ..... 330
*Сейітов Н.*
ФУНДА- МЕНТАЛЬДІ ҒЫЛЫМ МӘСЕЛЕЛЕРІМЕН АЙНАЛЫСЫП ЖҮРГЕН ҒАЛЫМДАР ҚЫЗМЕТІНІҢ БІР КӨЗҚАРАСТЫ ЕМЕС СЫНИ БАҒАЛАУЫ ..... 336

*Жақыпбекова Г.Т., Жүрсінбекова Д.М.*
«E-LEARNING » ЖҮЙЕСІ – ОҚЫТУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЖАҢА ПАРАДИГМА ЖӘНЕ САПАЛЫ БІЛІМ БЕРУ ҚЫЗМЕТ РЕТІНДЕ..... 340
*Нысанов Е.А., Куракбаева С.Д., Нургожаева Р.Е.*
АУАНЫҢ КЕДЕРГІСІ ЕСЕПКЕ АЛЫНҒАН ЖАҒДАЙДА ДЕНЕНІҢ ЕРКІН ТҮСУІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ MATHCAD ОРТАСЫНДА ШЕШУ..... 345
*Сапатаев Е.Е, Скаков М.К, Батырбеков Э.Г.*
ЭЛЕКТРОЛИТТІ ҚЫЗДЫРУДА ҚҰРЫШ БӨЛШЕКТЕРІН ҚАЙТА ӨҢДЕУДЕ ТЕМПЕРАТУРА ТАРАТУЫНДА ГИДРОҚОЗҒАЛЫСТЫ ЭЛЕКТРОЛИТА СИПАТТАМАСЫ..... 349
*Жараспаев М., Мустафина К., Умбетова А., Пиржанова Г., Әбілжанов Д., Қазтай М.*
ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖАҒДАЙДА ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУЛЕР ҮШІН ҚИРАҒАН ТАУ МАССАЛАРЫН ҮЛГІЛЕУ ПРИНЦИПІ..... 355
*Алимарданова М.К., Тлелесова Д.А., Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж.*
МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУМЕН БАЛҚЫТЫЛҒАН ІРІМШІКТІҢ ЖАҢА ТҮРЛЕРІНІҢ ТҰТЫНУ ҚАСИЕТТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ..... 360
*Елшібек Г.Ә., Мұқанова Г.А.*
ЭКО ҮЙДІҢ КОНЦЕПЦИЯСЫНЫҢ ІСКЕ-АСУЫ..... 364
*Платонова Е.С., Жетесова Г.С., Юров В.М., Гученко С.А.*
ИОНДЫ-ПЛАЗМАЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ЭКСПЛУАТАЦИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЖОҒАРЫЛАТУ ..... 370
*Маханбетова А.М., Бейсенбаев О.К.*
ТЕХНОГЕНДІ ҚАЛДЫҚТАР НЕГІЗІНДЕ ПОЛИМЕРІ БАР КОМПЛЕКСТІ МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ЭППАН ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТІМЕН КАПСУЛАЛАУ МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ..... 374
*Сатжанов Б.С., Дуйсалиев Ж.С.*
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ КОНВЕНЦИЯ 2010 ИМПЛЕМЕНТАЦИЯСЫНА СӘЙКЕС ТЕҢІЗ КАДРЛАРЫН ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ ДИПЛОМДАУ ..... 379
*Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Сембаева Ж.Е.*
БИЗНЕС-ҮДЕРІСТЕРІН МОДЕЛЬДЕУМЕН БАСҚАРУ ТӘСІЛДЕРІ..... 383
*Мұратбекова Г.В., Мырзаділов Д.А.*
АРАЛАС АВТОКӨЛІКТІК ТЕМІРЖОЛ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ҮЛКЕН КӨЛЕМДІ КОНТЕЙНЕРЛЕРДІ ТАСЫМАЛДАУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 388

**Химия-металлургия ғылымдары**

*Қаржаубаев Ә.С.*
ЖАЛПАҚ БАЛҚЫЛАУ КЕЗІНДЕ НЕГІЗГІ БӨЛШЕК ПЕН БАЛҚЫЛАУ ҚАБАТЫНЫҢ ІЛІНІСУІН ЗЕРТТЕУ 393
*Тулеуов А.М., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б., Абзалова Д.А.*
ҚҰРАМЫНДА ЛИГНИН БАР ҮСТІРТ-БЕЛСЕНДІ АТТЕКТЕРДІҢ ИНГИБИРЛІК ТИІМДІЛІГІ..... 397
*Мамитова А.Д., Муташева Г.С.*
ОРГАНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ БЕЛСЕНДІ КӨМІРТЕГІНІҢ СУ ЕРІТІНДІЛЕРІНЕН ТҰРАТЫН АБСОРБЦИЯЛАНҒАН ІШКІ МАССА АЛМАСУЫНЫҢ АТҚАРАТЫН РӨЛІ ..... 401
*Набиева И.Д., Мырзалиева С.К., Керимкулова А.Ж., Дүйсенбаева А.Е.*
АВ-17-8 ЖӘНЕ PUROLITE 500 АНИОНИТТЕРІМЕН АҚАБА СУЛАРДАҒЫ АЛТЫВАЛЕНТТІ ХРОМДЫ ТАЗАРТУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІН ЗЕРТТЕУ ..... 404
*Дюсембаев С.А., Алмасов Н.Ж., Руйфенг Янг, Приходько О.Ю., Толепов Ж.К., Максимова С.Я., Сазонов А.Ю., Базаркулова А.Е., Турманова К.Н.*
ЖОҒЫРЫ ЖИІЛІКТІ ИОНДЫ ПЛАЗМАЛЫҚ ТОЗАҢДАТУМЕН АЛЫНЫП ВИСМУТПЕН ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН $GE_2SB_2TE_5$ ҚАБЫҚШАЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 409
*Кулинич В.И., Жүнісов А.Қ., Толымбекова Л.Б.*
ӘР ТҮРЛІ МӨЛШЕРДЕГІ КӨМІРТЕКТІ ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРҒЫШ ПЕН ҚОЛДАНУ КЕЗІНДЕГІ ФЕРРОСИЛИКОХРОМДЫ БАЛҚЫТЫЛУЫН ТАЛДАУ ..... 414
*Кадирсизова А.А., Хаздаев Х.Р., Верменичев Р.Б., Смагулов Д.У.*
КОНТАКТІЛІ БАЛҚЫТУ КЕЗІНДЕГІ ИНЕРМЕТАЛЛИДТІ ҚАБАТТАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ..... 419
*Квятковский С.А., Қожахметов С.М., Семенова А.С., Өмірзаков Б.А., Ким Л.П.*
БЕСТЮБЕ КЕНОРНЫНДАҒЫ НЕГІЗГІ АЛТЫН КЕНІН ЗЕРТХАНАДА БАЛҚЫТУ..... 427
*Қожахметов С.М., Садықов С.Б., Квятковский С.А., Садықов Т.С., Чекимбаев А.Ф., Квятковская М.Н., Ким Л.П.*
ГОРНОСТАЙ КЕНОРЫНДАҒЫ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЬ КЕНДЕРІНІҢ ІШІНДЕГІ СҰЙЫҚФАЗАЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІН 1400 $^0$С-ҚА ДЕЙІН ҚЫЗДЫРУ ЖАҒДАЙЫНДА ЗЕРТТЕУ..... 432
*Қожахметов С.М., Садықов С.Б., Квятковский С.А., Келаманов Б.С., Чекимбаев А.Ф., Садықов Т.С.*
ГОРНОСТАЙ КЕНОРЫНАНДАҒЫ КОБАЛЬТ-НИКЕЛЬ КЕНДЕРІНДЕГІ ӨЗГЕРІС ПРОЦЕССТЕРІН ТӘЖРИБЕЛІК ДЕРИВАТОГРАФИЯ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ СОЛ КЕННІҢ ТОТЫҚСЫЗДАҒЫШ

МЕН БАЙЛАНАСЫН ЖӘНЕ ҚАТТЫФАЗАЛЫҚ ПИРОПРОЦЕССТЕРДІҢ БЕЛСЕНДІРУ ЭНЕРГИЯСЫ ..... 439
*Синяев В. А., Сахипов Е. Н., Левченко Л. В., Токсеитова Г.А., Батырбаева А.А.*
КАЛЬЦИЙ ЖӘНЕ КАЛЬЦИЙ-МАГНИЙ АМОРФТЫ ФОСФАТТАРЫНДАҒЫ СУДЫҢ КҮЙІ..... 447
*Суркова Т.Ю., Барменшинова М.Б., Юлусов С.Б., Бейсахметов Д.А., Есимова Д.М.*
КОНДИЦИЯЛАНБАҒАН УРАНДЫ КЕНДЕРДІ ӨҢДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ..... 453
*Жантасов К.Т., Зият А.Ж., Жантасова Д.М., Жантасов М.К., Алтеев Т.А.*
КҮРДЕЛІ-АРАЛАС ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ АЛУ ӨНДІРІСІНІҢ МАЙДАЛАУ ҚОНДЫРҒЫСЫ..... 459
*Жантасов К.Т., Зият А.Ж., Жантасова Д.М., Жантасов М.К., АлтеевТ.А.*
КҮРДЕЛІ-АРАЛАС ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ АЛУҒА АРНАЛҒАН МАЙДАЛАУ КЕШЕНІНЕ ӨНДІРІСТІК ҚОНДЫРҒЫНЫ ТАҢДАУ ҰСЫНЫМЫН ЖАСАУ..... 464

**Физика-математика ғылымдары**

*Мұстафин М.А.*
БИЦАДЗЕ-САМАРСКИЙ ЕСЕБІ ҮШІН ОҢ ӨЗІНІКІ МАНЫЗ ТІРШІЛЕК ЕТУ..... 470
*Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Данлыбаева А.К., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.*
БЕТОННЫҢ СЕРПІМДІЛІК МОДУЛІН ЗЕРТТЕУ..... 472
*Шмыгалева Т.А., Черикбаева Л. Ш., Алимбаева Б. К., Телгожаева Ф. С., Адилжанова С. А., Тюлепбердинова Г. А.*
WEB БЕТІН JSP ТЕХНОЛОГИЯСЫ АРҚЫЛЫ ЖАСАУ..... 478
*Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О., Тұрмаханова А.М.*
ҚР-ҒЫ ӨНДІРІС ОРЫНДАРЫНДАҒЫ СТ РК ИСО СТАНДАРТЫН ЕНГІЗУ САРАПТАМАСЫ..... 480
*Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.*
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ӨНДІРІС ОРЫНДАРЫНДАҒЫ САПАНЫ ТЕКСЕРУДІҢ НӘТИЖЕСІ..... 483
*Тұрмаханова А.М., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К.,Қонақбаев Б.О., Джумагазиева С.Б.*
ИСО 50001 СТАНДАРТЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІ БОЙЫНША НӘТИЖЕСІ..... 485
*Біргебаев А.Б., Кокажаева А.Б.*
ОПЕРАТОРЛАР ТЕОРИЯСЫНЫҢ ТАРИХИ АЛҒЫ ШАРТТАРЫН ОҚЫТУДЫҢ МАТЕМАТИКАНЫ ГУМАНИТАРЛАНДЫРУДАҒЫ МАҢЫЗЫ..... 487
*Тулешева Г.А., Сейткулова Ж.Н., Бажаев Н.А.*
СЫНЫҚ - СЫЗЫҚТЫ ФУНКЦИЯМЕН ӨРНЕКТЕЛГЕН Э.Қ.К ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНДЕГІ ТОҚТЫ АНЫҚТАУ ҮШІН КОШИДІҢ БІР ЕСЕБІН ШЕШУ..... 492
*Мессерле В.Е., Иманалина Л.Ж.*
КӨМІР ПЛАЗМА ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЫСАН РЕТІНДЕ..... 495
*Мессерле В.Е., Иманалина Л.Ж.*
ПЛАЗМАЛЫҚ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ ОТЫННЫҢ ҚАТТЫ ТҮРЛЕРІН ПАЙДАЛАНУ..... 498
*Ихсанов С. С., Шмыгалева Т. А.*
МЕМЛЕКЕТТІК ҚҰРЫЛЫМДЫ МОНИТОРИНГТЕУГЕ АРНАЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕ..... 501
*Жараспаев М., Әділғазы Қ., Абилжанов Д., Умбетова А., Жумабаева А., Пиржанова Г.*
ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ЛАСТАУШЫ КӨЗДЕРДІҢ НЕГІЗГІ ФИЗИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ..... 505
*Амиргалиева Ж.Е.*
ПУЛ ҰЙЫМДАСТЫРУДЫҢ СТАНДАРТТЫ ЕСЕБІНЕ АРНАЛҒАН МОДЕЛЬДЕРДІ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ..... 510

**Экономикалық ғылымдар**

*Байхонова А.М.*
ФИРМАНЫҢ ЖАРНАМАЛЫҚ САЯСАТЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ..... 516
*Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К. Қонақбаев Б.О., Тұрмаханова А.М.*
ҚР-ҒЫ ӨНДІРІСТЕРДЕ СТ РК ИСО 9001-2009 СТАНДАРТТЫ ЕНГІЗЕ ОТЫРЫП ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН САРАПТАУ..... 519
*Айтқожаев А.З., Боранбаева А.Е., Нұрмұханова А.З.*
ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫ АЯСЫНДА САПА МЕНЕДЖМЕНТ ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУДІ ТАЛДАУ ..... 522

**Жас ғалымдар зерттеулері**

*Мамырова К.Н., Сыдық Ш.Б.*
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ХАЛҚЫНЫҢ ӨМІР СҮРУ ҰЗАҚТЫҒЫ ӨМІР СҮРУ САПАСЫНЫҢ КӨРСЕТКІШІ РЕТІНДЕ..... 524

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Науки о Земле**

*Абетов А.Е, Ахметов Е.М., Жылқыбаева Г. А., Абетова С.А.*
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГЕОДИНАМИКА КОНСОЛИДИРОВАННОЙ КОРЫ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ И ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ..... 3
*Тилекова Ж.Т., Ошакбаев М.Т., Тонкопий М.С.*
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ИЛЕ-БАЛКАШСКОГО БАССЕЙНА..... 14
*Адырбайкызы Р., Жапарова А.Т.*
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД..... 20
*Бейсембинова А.С., Бижигитова А.С.*
ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОТУРОВ..... 24
*Парвиз К., Едилбаев Б., Шоқанова А.*
СТРОИТЕЛЬСТВО НОВОГО ГОРОДА КАБУЛА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ МУСОРОМ 30

**Технические науки**

*Пяк О.Ю., Сейдалиев Т.О.*
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ КРУТОИЗОГНУТЫХ ОТВОДОВ ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛИ..... 39
*Бекбаев А.Б., Кругликов А.П., Мейрбеков Б.К., Сугуров С.С.*
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ 44
*Куатбеков Б.Н., Абылова М.К.*
ВЫЧИСЛЕНИЕ ДЕБИТА ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ К МНОГОСТВОЛЬНОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ТИПА КВЕРШЛАГА..... 48
*Тугелбаева Г.Т., Мусабекова Г.Ж., Тойшыбекова Б.А.*
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ..... 53
*Башир Мохаммад, Н.В. Сидорова*
ВОДА ДЛЯ ЗАТВОРЕНИЯ БЕТОНА И КАК СРЕДА ДЛЯ БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ..... 56
*Асет М., Абдуллаев А.Т.*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА..... 59
*Жамалов А., Мәрзия, Б. Тойшыбекова, Г. Мусабекова*
СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ..... 64
*Жумадилова Ж.О.*
РАСЧЕТ ВЫДЕЛЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМ РЕГЛАМЕНТОМ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ТЭС..... 67
*Орлова Е.П., Уразаев Д.*
МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДВУХОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ВЫТЯЖКИ..... 72
*Жумадилова Ж.О., Тортбаева А.К.*
РЕГУЛИРОВАНИЕ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, В СООТВЕТСТВИИ С ТЕХНИЧЕСКИМ РЕГЛАМЕНТОМ..... 80
*Сеитулы К.*
РАНЖИРОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОТКОСАХ ОТВАЛОВ..... 84
*Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ БИТУМИНОЗНЫХ ПОРОД ПАРОГАЗОВЫМ СПОСОБОМ..... 88
*Шуханова Ж.К., Ибрагимова З.А.*
РАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ И ВЫТЕСНИТЕЛЬ НЕФТИ..... 90
*Мамбеталиева А.Р., Даулетбаков Т.С.*
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОКИСЛЕННЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОМПРОДУКТОВ С СУЛЬФИДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ..... 93
*Арыстанбаев Қ.Е., Апсеметова Г.О., Махамбетов К.А.*
СПОСОБ ЗАЩИТЫ НАСОСОВ ОТ «СУХОГО ХОДА» НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ..... 96
*Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Кадылхан Е.*
СПОСОБЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА И ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ..... 100

*Жамалов А., Скакова А.Б., Мәрзия, Тайтеленова Қ.К.*
ВЕТРО- И ГЕЛИОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ..... 105
*Утеулина К.А., Турлыбекова Г.К.*
ДИАГНОСТИКА ИОНИЗИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ ПО УШИРЕНИЮ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ ВОДОРОДА…… 110
*Шаутенов М.Р., Перегудов В.В., Мотовилов И.Ю.*
ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ РУДЫ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ…… 112
*Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Киселева О.В.*
ОБРАТИМАЯ ГЕЛИОТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГОАККУМУЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА ЖИДКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ…….... 115
*Пяк О.Ю., Сейдалиев Т.О.*
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ СИЛЬФОНОВ В УПЛОТНИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ..……. 124
*Касенов К.М., Пяк О.Ю., Сейдалиев Т.О.*
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ…….. 128
*Бимбетова Г.Ж., Сакыбаев Б.А., Надиров К.С., Сакибаева С.А., Жантасов М.К., Орынбасаров А.К., Джусенов А.У.*
РАЗРАБОТКА СОСТАВА АДГЕЗИОННОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ ТРЕХСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕФТЕПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ..... 131
*Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Чумаков Е.В., Удербаева А.Е., Әлімбетов А.Б., Тусупкалиева Э.К.*
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА АД31 ПРИ ЛИТЬЕ…….... 135
*Иванов К.С., Шингисов Б.Т.*
АДАПТИВНАЯ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ…….... 139
*Нугуманов К.К., Исагулов Н.*
НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В КОНСТРУКЦИЯХ БУРОВЫХ ПОРШНЕЙ……..... 147
*Бараев А., Аширбаев Н.К., Баймишева А.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ «ТОРМОЗНАЯ ЛЕНТА – ПОВЕРХНОСТЬ ШКИВА»…… 152
*Бараев А., Аширбаев Н.К., Баймишева А.*
МЕТОДЫ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ И ЕЁ ОТВОДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СПУСКОПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИИ…… 156
*Ахметова А.Е., Емелхан А.Б., Тарасов Д.А., СергеевА.П., Тягунов А.Г., Турлыбаева Б.Ж.*
ОБОСНОВАНИЕ И ВЫВОД ФОРМУЛЫ СКОРОСТИ ЧТЕНИЯ..... 160
*Ордабекова А.Ж., Шингисова Р.К.*
ОБ ОДНОМ ПРИМЕРЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ 3d ОБЪЕКТА В AutoCAD…….. 165
*Шоколакова Ш.К.*
МОНИТОРИНГ РЕЖИМОВ НЭС КАЗАХСТАНА НА БАЗЕ WAMS ТЕХНОЛОГИЙ…….. 169
*Черикбаева Л.Ш., Болысханова М.Ж., Бурлибаев А.Ж., Темирбекова Ж. Е.*
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В БИЗНЕСЕ…….. 175
*Абжанова Ш.А., Абильмажинова Н.К., Таева А.М., Мухтарханова Р.Б., Жусіп Н.,*
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕГИДРОКВЕРЦЕТИНА В ПОЛУФАБРИКАТАХ ИЗ МЯСА КОНИНЫ…….. 178
*Құмар Б.К., Абдрахманов С.Т., Утебаева А.К.*
АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ НАДЕЖНОСТИ ГПА……. 182
*Дарибаева Н.Г., Байдельдина О.Ж., Нуранбаева Б.М.*
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СБОРА, ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ……..... 191
*Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Орынбасаров А.К., Бесбаева Н.А., Абдрахманов К.*
ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ ПУТЕМ КОМПАУНДИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ…….... 196
*Аманжолова С.Т., Калижанова А.У., Шайкулова А.А., Тлеужан М.Ш., Козбакова А.*
ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЕВЫХ ТОПОЛОГИЙ В СОСТАВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ……..... 199
*Исаева Ж.А.*
КОМПОЗИЦИОННЫЕ ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫЕ ГИПСОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ……. 207
*Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю.А.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ, НА ГРАФИТ…….... 214
*Жанабаев З.Ж., Ибраимов М.К., Сагидолда Е.*
РЕЗОНАНСНЫЕ ТУННЕЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАНОРАЗМЕРНЫХ ПЛЕНКАХ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ…… 220

*Балбаев Г.К., Шингисов Б.Т., Курманалиева Ш.М.*
РАЗРАБОТКА И ЧИСЛЕННАЯ ПРОВЕРКА ПЛАНЕТАРНОЙ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ВЕТРОУСТАНОВКИ……. 225
*Мусанов А.*
АЛМАЗНЫЕ РАСШИРИТЕЛИ……..... 231
*Байтимбетова Б.А., Аканаев Б.А., Дуаметулы Б, Сарсембаева Б.Д.*
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С СИСТЕМОЙ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК, ПОЛУЧЕННЫХ В АТМОСФЕРЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ……. 235
*Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Затыбеков К.С.*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ НЕФТЯНОГО КЕРНА КУМКОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАСТВОРАМИ НПАВ……. 241
*Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Затыбеков К.С.*
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ НЕФТЯНОГО КЕРНА АРЫСКУМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАСТВОРАМИ НПАВ ……. 246
*Мукапил К., Бекетова Г., Жумангалиева Н., Тулемисова В.,*
БИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ…….. 250
*Шангытбаева Г.А., Жумагулова А.А., Шангитбаев Н.К.*
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОБНАРУЖЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЕВЫХ АТАК "ОТКАЗ В ОБСЛУЖИВАНИИ" ..... 262
*Шайханова А.К., Оспанов Е.А., Карпинский Н.П.*
МЕТОДЫ МОДУЛЯРНОГО ЭКСПОНЕНЦИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ……..... 268
*Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.*
ВЛИЯНИЕ КОНТАКТНЫХ УСЛОВИЙ ДВУХСЛОЙНОЙ ОБДЕЛКИ ТОННЕЛЯ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ С МАССИВОМ НА ЕГО НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ……... 274
*Емелхан А.Б., Ахметова А.Е., Тягунов А.Г., Сергеев А.П., Турлыбаева Б.Ж.*
ИНВАРИАНТНАЯ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ШРИФТА..... 280
*Жуманазарова А.М., Койшыбаева Ж.Б.*
ОБЩИЙ ОБЗОР ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ MAC OS APPLE..... 285
*Ишанбаев Б.М., Чажабаева М.М.*
ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВОК ВИНТОВЫХ НАСОСОВ С ПОВЕРХНОСТНЫМ ПРИВОДОМ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ МАЛОДЕБИТНЫХ СКВАЖИН ……. 290
*Бегимов Т.Б., Кушпанов М.С., Оспанов К.М.*
ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ИЗЛУЧАТЕЛЯ..... 292
*Ыбытаева Г.С., Яскевич Т.В.*
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ МЕТОДОВ В ТЕСТИРОВАНИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОТИВАЦИЕЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ…… 295
*Кунгуров А.Р.*
ОЦЕНКА ДИСКОВОГО ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА АВТОМОБИЛЯ……. 300
*Баймаханов Г.А., Помашев О.П., Сарыбаев М.А.*
АНАЛИЗ РАБОТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТОВ ОПУБЛИКОВАННЫХ В «НЕФТЯНОМ ХОЗЯЙСТВЕ» 2013, 2014 ГГ……... 303
*Акмалаев К.А., Касимов А.О., Абишева А.К., Толегенова А.С., Айтжанова Н.Т., Тунгышбайулы К., Кенебаева Д.Б.*
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ VPN …….. 308
*Байкуаныш С.Б., Мирманов А.Б., Алимбаев, Акмалаев К.А., Толегенова А.С.*
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМЛЕКС ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СИГНАЛА ВИМ ДЛЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ…….. 312
*Ботабаев Н.Е.., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б.*
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДСОРБЦИИ В СЛОЕ ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА…… 318
*Муташева Г.С., Мамитова А.Д.*
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ……. 322
*Кудубаева С.А.,Жарлыкасов Б.Ж.*
РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РАСПОЗНАВАНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ И ГРАФИЧЕСКОМ ПРОЦЕССОРАХ….. 326
*Каржаубаев А.С.*
К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТИ НАПЛАВЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ…… 330

*Сеитов Н.*
НЕОДНОЗНАЧНОСТЬ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕНЫХ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМИ ВОПРОСАМИ НАУКИ. …… 336
*Жакыпбекова Г.Т, Журсинбекова Д.М.*
СИСТЕМА «E-LEARNING » – НОВАЯ ПАРАДИГМА И КАЧЕСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СФЕРЕ УСЛУГ ОБРАЗОВАНИЯ..... 340
*Нысанов Е.А., Куракбаева С.Д., Нургожаева Р.Е.*
МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ ТЕЛА С УЧЕТОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХА И РЕШЕНИЕ В СРЕДЕ MATHCAD……. 345
*Сапатаев Е.Е., Скаков М.К., Батырбеков Э.Г.*
ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОЛИТА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ СТАЛЬНОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТНОМ НАГРЕВЕ….. 349
*Жараспаев М., Мустафина К., Умбетова А., Пиржанова Г., Абилжанов Д., Каштай М.*
ПРИНЦИП МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗРУШЕННЫХ ГОРНЫХ МАСС В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ…….. 355
*Алимарданова М.К., Тлевлесова Д.А., Диханбаева Ф.Т., Смаилова Ж.Ж.*
ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ У НОВЫХ ВИДОВ ПЛАВЛЕНЫХ СЫРОВ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ..... 360
*Елшибек Г.А., Муканова Г.А.*
ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ КОНЦЕПЦИЙ ЭКО ДОМА ..... 364
*Платонова Е.С., Жетесова Г.С., Юров В.М., Гученко С.А.*
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ..... 370
*Маханбетова А.М., Бейсенбаев О.К.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАПСУЛИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОМ ЭППАН……... 374
*Сатжанов Б.С., Дуйсалиев Ж.С.*
К ВОПРОСУ ПОДГОТОВКИ И ДИПЛОМИРОВАНИЯ МОРСКИХ КАДРОВ С УЧЕТОМ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ ПДМНВ-2010..... 379
*Жаркевич О.М., Нуржанова О.А., Сембаева Ж.Е.*
СПОСОБЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ..... 383
*Муратбекова Г.В., Мырзадилов Д.А.*
ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ В СМЕШАННОМ АВТОМОБИЛЬНО-ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ СООБЩЕНИИ……... 388

**Химико-металлургические науки**

*Каржаубаев А.С.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЯ С ОСНОВНОЙ ДЕТАЛЬЮ ПРИ ШИРОКОСЛОЙНОЙ НАПЛАВКЕ…… 393
*Тулеуов А.М., Сырманова К.К., Негим Э.С., Калдыбекова Ж.Б., Абзалова Д.А.*
ИНГИБИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ ЛИГНИНСОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. 397
*Мамитова А.Д., Муташева Г.С.*
РОЛЬ ВНУТРЕННЕГО МАССОПЕРЕНОСА ПРИ АДСОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ, АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕМ……. 401
*Набиева И.Д., Мырзалиева С.К., Керимкулова А.Ж., Дуйсенбаева А.Е.*
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ШЕСТИВАЛЕНТНОГО ХРОМА С АНИОНИТАМИ АВ-17-8 И PUROLITE 500 ..... 404
*Дюсембаев С.А., Алмасов Н.Ж., Руйфенг Янг, Приходько О.Ю., Толепов Ж.К., Максимова С.Я., Сазонов А.Ю., Базаркулова А.Е., Турманова К.Н.*
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВИСМУТОМ ПЛЕНОК $GE_2SB_2TE_5$, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИОННОПЛАЗМЕННОГО ВЫСОКОЧАСТОТНОГО РАСПЫЛЕНИЯ..... 409
*Кулинич В.И., Жунусов А.К., Толымбекова Л.Б.*
АНАЛИЗ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОХРОМА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ УГЛЕРОДИСТЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ …… 414
*Кадирсизова А.А., Хаздаев Х.Р., Верменичев Р.Б., Смагулов Д.У.*
ОБРАЗОВАНИЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СЛОЕВ ПРИ КОНТАКТНОМ ПЛАВЛЕНИИ…….. 419
*Квятковский С.А., Кожахметов С.М., Семенова А.С., Омирзаков Б.А., Ким Л.П.*
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПЛАВКИ КОРЕННЫХ РУД ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЕСТЮБЕ……. 427
*Кожахметов С.М., Садыков С.Б., Квятковский С.А., Садыков Т.С., Чекимбаев А.Ф., Квятковская М.Н., Ким Л.П.*
ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИДКОФАЗНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВЫХ РУДАХ ГОРНОСТАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИ ИХ НАГРЕВЕ ДО 1400 $^0$С…….. 432

*Кожахметов С.М., Садыков С.Б., Квятковский С.А., Келаманов Б.С., Чекимбаев А.Ф., Садыков Т.С.,*
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРЕВРАЩЕНИЙ В КОБАЛЬТ-НИКЕЛЕВОЙ РУДЕ ГОРНОСТАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ЕЁ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С ВОССТАНОВИТЕЛЕМ И РАСЧЕТ ВЕЛИЧИН ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ТВЕРДОФАЗНЫХ ПИРОПРОЦЕССОВ…… 439
*Синяев В. А., Сахипов Е. Н., Левченко Л. В., Токсеитова Г.А., Батырбаева А.А.*
СОСТОЯНИЕ ВОДЫ В АМОРФНЫХ ФОСФАТАХ КАЛЬЦИЯ И КАЛЬЦИЯ-МАГНИЯ…….. 447
*Суркова Т.Ю., Барменшинова М.Б., Юлусов С.Б., Бейсахметов Д.А., Есимова Д.М.*
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕКОНДИЦИОННЫХ УРАНОВЫХ РУД …….. 453
*Жантасов К.Т., Зият А.Ж., Жантасова Д.М., Жантасов М.К., Алтеев Т.А.*
ОБОРУДОВАНИЕ РАЗМОЛЬНОГО КОНТУРА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНО-СМЕШАННЫХ УДОБРЕНИЙ……. 459
*Жантасов К.Т., Зият А.Ж., Жантасова Д.М., Жантасов М.К., Алтеев Т.А.*
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВЫБОРУ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗМОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПОЛУЧЕНИЯ СЛОЖНО-СМЕШАННЫХ УДОБРЕНИЙ…… 464

**Физико-математические науки**

*Мустафин М.А.*
СУЩЕСТВОВАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО СОБСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ БИЦАДЗЕ-САМАРСКОГО…… 470
*Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Данлыбаева А.К., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О.*
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ БЕТОНА..... 472
*Шмыгалева Т.А., Черикбаева Л. Ш., Алимбаева Б. К., Телгожаева Ф. С, Адилжанова С. А, Тюлепердинова Г. А.*
СОЗДАНИЕ WEB СТРАНИЦ НА БАЗЕ JSP ТЕХНОЛОГИЙ..... 478
*Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н. , Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О., Турмаханова А.М.*
АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА СТ РК ИСО 9001-2009 НА ПРЕДПРИЯТИЯ РК……. 480
*Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н. , Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О.*
АНАЛИЗ АУДИТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН……. 483
*Турмаханова А.М., Мухтарова М.Н. , Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О., Джумагазиева С.Б.*
АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА СТАНДАРТА ИСО 50001……... 485
*Биргебаев А.Б., Кокажаева А.Б.*
ЗНАЧЕНИЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК ТЕОРИИ ОПЕРАТОРОВ В ГУМАНИТАРИЗАЦИИ МАТЕМАТИКИ..... 487
*Тулешева Г.А., Сейткулова Ж.Н., Н.А. Бажаев*
РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С Э. Д. С., ЗАДАННОЙ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ ФУНКЦИЕЙ…….. 492
*Мессерле В.Е.,. Иманалина Л.Ж*
УГОЛЬ КАК ОБЪЕКТ ПРИЛОЖЕНИЯ ПЛАЗМЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ……... 495
*Мессерле В.Е., Иманалина Л.Ж.*
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАЗМЕННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ…….. 498
*Ихсанов С. С., Шмыгалева Т. А.*
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА В РАЗЛИЧНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТРУКТУРАХ……. 501
*Жараспаев М., Адилгазы К., Тукенова Х., Абилжанов Д., Умбетова А., Жумабаева А.*
ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ 505
*Амиргалиева Ж.Е.*
ФОРМУЛИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И ОБЗОР МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ СТАНДАРТНОЙ ЗАДАЧИ ОРГАНИЗАЦИИ ПУЛА ..... 510

**Экономические науки**

*Байхонова А.М.*
РЕКЛАМНАЯ ПОЛИТИКА ФИРМЫ И МЕТОДЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ..... 516
*Джумагазиева С.Б., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О., Турмаханова А.М.*
АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ СТАНДАРТА СТ РК ИСО 9001 НА ПРЕДПРИЯТИХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН……... 519
*Айткожаев А.З., Боранбаева А.Е., Нурмуханова А.З.*
АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В РАМКАХ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ..... 522

**Исследования молодых ученых**

*Мамирова К.Н., Сыдык Ш.Б.*
КАЧЕСТВО ПОКАЗАТЕЛЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН 524

**CONTENTS**

**Earth sciences**

*Abetov A., Akhmetov Y., Zhylkybayeva G., Abetova S.*
GEOLOGICAL STRUCTURE AND GEODYNAMICS OF COSOLIDATED CRUST OF JUNCTION ZONE BETWEEN THE SOUTHERN TIEN SHAN AND TURAN PLATE…….. 3
*Tilekova Zh., Oshakbaev M.T., Tonkopiy M.S.*
ASSESSMENT OF QUALITY OF A SURFACE WATER OF THE ILE-BALKASH POOL…… 14
*Adyrbaykyzy R., Zhaparova A.T.*
BIOLOGICAL CLEANING OF WASTEWATER..... 20
*Beysembinova A.S., Bizhigitova A.S.*
FOUNDATIONS FOR INFOTOURS…… 24
*Parwiz Qadri, Bauyrzhan T. Yedilbayev, Akmaral SH. Shokanova*
KABUL NEW CITY CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT…….. 30

**Technical sciences**

*Pyak O.U. Seydaliev T.O.*
THE EFFECTIVENESS OF THIN-WALLED KNUCKLE BENDS OF STAINLESS STEEL..... 39
*Bekbaev A.B., Kruglikov A.P., Meirbekov B.K., Sugurov C.C.*
WAYS OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF SOLAR PANELS…….. 44
*Kuatbekov B.N., Abylova M.K.*
CALCULATING THE FLOW RATE OF FLUID FLOW TO A MULTILATERAL HORIZONTAL WELLS TYPE CROSSCUT……. 48
*Tugelbaeva G.T., Mussabekova. G.Zh., Toishibekova B.A.*
USE MODELING IN PHYSICAL SYSTEMS…….. 53
*Mohammad Basheer, N V Sidorova*
WATER FOR SHUTTING OF CONCRETE AS AN ENVIRONMENT FOR CONCRETE BUILIND……. 56
*Asset M., Abdullayev A.T.*
DETERMINATION OF THE STABILITY OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE MILLING MACHINE..... 59
*Zhamalov A., Marziya, Toyshibekova B., Musabekova G.*
STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SOLAR HEATING……. 64
*Zhumadilova Zh.O.*
THE CALCULATION OF EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES IN ACCORDANCE WITH THE TECHNICAL REGULATIONS FOR FUEL COMBUSTION IN BOILERS OF FEC…… 67
*Orlova E., Urazaev D.*
DESIGN PROCEDURE OF TWO-OPERATIONAL TECHNOLOGY OF THE COMBINED EXTRACT….. 72
*Zhumadilova Zh.O., Tortbaeva A.K.*
REGULATION OF VESSELS WORKING UNDER PRESSURE IN ACCORDANCE WITH THE TECHNICAL REGULATIONS……. 80
*Seituly K.*
RANGING OF FACTORS, INFLUENCING ON DEVELOPMENT OF GEOMECHANICAL PROCESSES IN SLOPES OF DUMPS…… 84
*Shukhanova ZH.K., Ibragimova Z.A.*
RESEARCH OF PROCESS OF MELTING OF BITUMINOUS ROCKS IN THE PARAGAS WAY……... 88
*Shukhanova ZH.K., Ibragimova Z.A.*
RATIONAL HEAT CARRIER AND DISPLACER OF OIL…… 90
*Mambetalieva A.R, Dauletbakov T.S.*
TECHNOLOGY FOR PROCESSING OF OXIDIZED POLYMETALLIC SULFIDE MATERIALS MIDDLINGS…….. 93
*Arystanbayev K., Apsemetova G., Makhambetov K.*
WAY OF PROTECTION OF PUMPS AGAINST "THE DRY RUNNING" ON THE BASIS OF THE MODERN SOFTWARE…… 96
*Kalybekov T., Zhakypbek Y., Kadilhan E.*
METHODS FOR DESIGNING AND GEODYNAMIC RANGE OF GEODETIC MEASUREMENTS IN THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS…….. 100
*Zhamalov A., Skakova A.B., Marziya, Taitelenova K.K.*
WIND AND SUN OPTIONS FOR PRACTICAL THE USE..... 105

*Uteulina K.A., Turlybekova G.K.* 110
DIAGNOSTICS OF THE IONIZED PLASMA ON BROADENING SPECTRAL LINES OF HYDROGEN
*Shautenov M., Peregudov V., Motovilov I.*
RESEARCH OF THE RECEIVING THE GRAVITATIONAL CONCENTRATE FROM THE RARE-EARTH ORE OF THE BARK OF AERATION…… 112
*Akhmetov B.S., Kharitonov P.T., Kisseleva O.V.*
REVERSIBLE SOLAR ENERGY ACCUMULATION SYSTEM USING THE ENERGY OF THE HEAT TRANSFER FLUID PHASE TRANSITION..... 115
*Pyak O.U. Seydaliev T.O.*
THE USE OF BELLOWS IN THE SEAL PLATE TECHNIQUE…… 124
*Kasenov K.M. Pyak O.U. Seydaliev T.O.*
EFFICIENCY OF USE OF WIRELESS TECHNOLOGIES……. 128
*Bimbetova G.Zh., Sakibayev B.A., Nadirov K.S., Sakibayev S.A.*
*Zhantasov M.K., Orinbasarov A.K., Dzhusenov A.U.*
DEVELOPMENT OF AN ADHESIVE INTERMEDIATE LAYER OF THREE-LAYER COATING TO PROTECT THE PIPELINE FROM CORROSION…….. 131
*Telesheva A.B., Turdalyev A.T., Chumakov Ye. V., Uderbayeva A.E., Alymbetov A.B., Tusupkalyeva E.K.*
THE INFLUENCE OF COOLING ON MECHANICAL PROPERTIES OF ALLOYS IN CASTING AD31 135
*Ivanov K.S., Shingissov B.T.*
ADAPTIVE TWO- PARAMETRICAL CONTROL SYSTEM…… 139
*Nugumanov K.K., Isagulov N.M.*
NEW TECHNICAL SOLUTIONS IN THE CONSTRUCTION OF DRILLING PISTONS…… 147
*Baraev A., Ashirbayev N.K., Baimisheva A.*
RESEARCH OF HEATEXCHANGE PROCESSES IN "BRAKE TAPE-THE PULLEY SURFACE" SYSTEM……. 152
*Baraev A., Ashirbayev N.K., Baimisheva A.*
METHODS OF CALCULATING THE AMOUNT OF HEAT AND ITS REMOVAL WHEN PERFORMING TRIPPING…….…….. 156
*Akhmetova A.E.,Yemelkhan A.B., Tarasov D.A., Sergeev A.P., Tyagunov A.G., Turlybaeva B.Zh.*
JUSTIFICATION AND CONCLUSION OF A FORMULA OF SPEED OR READING THE NEXT INFORMATION BASED ON THE ACCOUNTING OF SPATIAL CHARACTERISTICS…….. 160
*Ordabekova A.Zh., Shingisova R.K.*
AN EXAMPLE OF THE RENDERING 3D OBJECT IN AUTOCAD…… 165
*Шоколакова Ш.К.*
MONITORING OF MODE NEG OF KAZAKHSTAN ON BASE WAMS TECHNOLOGY……. 169
*Cherykbaeva L.Sh., Bolyshanova M. J., Burlybaev A. Zh., Temyrbekova Zh. E.*
AUTOMATED CONTROL SYSTEMS IN BUSINESS…….. 175
*Abzhanova Sh., Abilmazhinova N., Taeva A., Mukhtarkhanova R., Zhusip N.*
USING DEGIDROKVERTSETINA IN THE SEMIS OF HORSE MEAT…….. 178
*Kumar B.K., Abdrakhmanov S.T., Utebayeva A.K.*
ANALYSIS OF RELIABILITY CRITERIA PUMPING UNIT…… 182
*Daribaeva N.G., Baideldina O.J., Nuranbaeva B.M.*
ANALYSIS AND EVALUATION OF METHODS FOR IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF SYSTEMS OF COLLECTION AND TRANSPORT OF PARAFFIN OIL…….. 191
*Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Orinbasarov A.K., Besbaeva N.A., Abdrahmanov K.*
JUSTIFICATION PRINCIPLES OF NEW DEMULSIFIERS COMPLEX ACTION BY COMPOUNDING SURFACTANTS WITH DIFFERENT STRUCTURES…… 196
*Amanzholova S.T., Kalizhanova A.U., Shaikulova A.A., Myrzakhan T.Sh., Kozbakova A.*
RESEARCH NETWORK TOPOLOGY INCLUDED IN THE DISTRIBUTED COMPUTER SYSTEMS 199
*Issayeva Zh. A.*
COMPOSITEDISPERSION-REINFORCED GYPSUMMATERIALS…… 207
*Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A,*
INVESTIGATION GRAPHENE STRUCTURES FORMED UNDER THE INFLUENCE OF ULTRASONIC FIELD ON GRAPHITE…….. 214
*Zhanabaev Z.Zh., Ibraimov M.K., Sagidolda Y.*
RESONANCE TUNNELING EFFECT IN NANOSCALE POROUS SILICON FILMS…… 220
*Balbayev G., Shingissov B., Kurmanalieva Sh.*
DESIGN AND CHARACTERISTICS OF A PLANETARY GEARBOX FOR WIND TURBINES……... 225
*Mussanov A.*
DIAMOND REAMERS……. 231
*Baitimbetova B.A., Akanaev B.A., Duametuly B, Sarsembaeva B.D.*
INTERACTION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION WITH A SYSTEM OF CARBON NANOTUBES PRODUCED IN AN ATMOSPHERE OF AROMATIC HYDROCARBONS…… 235

*Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Ashirbayev H., Zatybekov K.S.*
DETERMINATION OF THE CONTACT ANGLE OF THE OIL CORE KUMKOL FIELD SOLUTIONS OF NONIONIC SURFACTANT…… 241
*Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Bimbetova G.Zh., Ashirbayev H., Zatybekov K.S.*
DETERMINATION OF THE CONTACT ANGLE OF OIL FIELD ARYSKUM CORE SOLUTIONS OF NONIONIC SURFACTANT…… 246
*Mukapil K., Beketova G., Zhumangalieva N., Tulemisova V.*
BIOMETRIC METHODS OF INFORMATION SECURITY…….. 250
*Shangytbayeva G.A., Zhumagulova A.A., Shangytbayev N.K.*
METHODS AND MODELS OF DETECTION OF DISTRIBUTED NETWORK ATTACKS "DENIAL OF SERVICE"…….. 262
*Shaikhanova A.K., Ospanov E.A., Karpinski M. P.*
METHODS MODULAR EXPONENTIATION USED TO PROTECT INFORMATION IN COMPUTER SYSTEMS…….. 268
*Украинец В.Н., Отарбаев Ж.О., Гирнис С.Р.*
INFLUENCE OF CONTACT CONDITIONS ON TWO-LAYER SHELL A TUNNEL OF A DEEP EMBEDDING AND A MASSIF ON ITS TENSE-DEFORMED CONDITION AT ACTION OF TRANSPORT LOADS…….. 274
*Yemelkhan A.B., Akhmetova A.E., Tyagunov A.G., Sergeev A.P., Turlybaeva B.Zh.*
A SUBSTANTIAL SCALE INVARIANT QUANTIATIVE EVALUATION OF A FONT BASED ON IDEAS OF FRACTAL GEOMETRY…… 280
*Zhumanazarova A.M., Koishybayeva J.B.*
GENERAL OVERVIEW OF GRAPHICS SYSTEM MAC OS APPLE…….. 285
*Ishanbayev B.M., Chazhabayeva M.M.*
USAGE OF SCREW PUMPS UNIT WITH A SURFACE DRIVE IS ONE OF THE WAYS OF RISE IN PROFITABILITY OF STRIPPER WELLS ……. 290
*Begimov T.B., Kushpanov M.S., Ospanov K.M.*
THE RELATIONSHIP OF THE EXPERIMENTAL PARAMETERS OF THE SPECTRAL DENSITY OF THE SHOWN…… 292
*Ybytayeva G.S. Yaskevich T.V.*
ORGANIZATION OF TESTING WHEN CONSIDERING LEARNING SYSTEM AS ACTIVE TWO-LEVEL ORGANIZATIONAL SYSTEM ……. 295
*Kungurov A.R.*
EVALUATION OF THE DISC BRAKE MECHANISM OF VEHICLES……... 300
*Baimakhanov G.A., Pomashev O.P., Sarybaev M.A.,*
ANALYSIS OF WORKS ON HYDRAULIC FRACTURING, PUBLISHED BY "OIL INDUSTRY" 2013 2014…… 303
*Akmalayev K.A., Kasimov A.O., Abisheva A.K., Tolegenova A.S., Aitzhanova N.T., Tungishbaiuli K., Kenebaeva D.B.*
DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF THE CORPORATE NETWORK BASED ON VPN…. 308
*Baikuanysh C.B., Mirmanov A.B., Alimbaev, Akmalayev K.A., Tolegenova A.C.*
HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX TO IMPLEMENT SIGNAL VIM FOR TELEMETRY SYSTEM…. 312
*Botabaev N.E., Syrmanova K.K., Negim E.S., Kaldybekova Zh.B.*
THERMODYNAMIC ASPECTS OF ADSORPTION LAYER POROUS MATERIAL……. 318
*Mutashewa G.S., Mamitova A.D.*
DEVELOPMENT AND RESEARCHES OF TECHNOLOGY OF SEWAGE TREATMENT TINCTORIAL AND FINISHING PRODUCTIONS..... 322
*Kudubayeva S.A., Zharlykasov B.Zh.*
DEVELOPMENT OF SYSTEMS TO DETERMINE GEOMETRIC PARAMETERS, WITH THE RECOGNITION OF SURFACES ON THE CPU AND GPU……... 326
*Karzhaubayev A.S.*
ON THE STUDY OF RESIDUAL STRESSES IN THE SURFACE OF CLAD РГАЗЫ RODUCTS……..... 330
*Seitov N.*
EVALUATION CRITERIA AMBIGUOUSNESS OF SCIENTISTS ACTIVITIES INVOLVED IN FUNDAMENTAL QUESTIONS OF SCIENCE ..... 336
*Zhakypbekova G.T., Zhursinbekova D.M.*
SYSTEM "E-LEARNING» - NEW PARADIGM AND QUALITY EDUCATION IN THE FIELD OF EDUCATION..... 340
*Nysanov E.A. Kurakbaeva S.D., Nurgozhaeva R.E.*
SIMULATION OF FREE FALL OF THE BODY TAKING INTO ACCOUNT AIR RESISTANCE AND THE SOLUTION IN MATHCAD ……. 345

*Sapatayev E.E., Skakov M.K., Batyrbekov E.Г.*
THE EFFECT OF HYDRODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE ELECTROLYTE ON THE TEMPERATURE DISTRIBUTION OF THE TREATMENTS STEEL DETAILS WHEN ELECTROLYTE HEATING…….. 349
*Zharaspaev M., Mustafina K., Umbetova A., Pirzhanova G., Abilzhanov D., Kaztai M.*
THE PRINCIPLE OF MODELING OF RUINED ROCK MASS FOR PHYSICAL EXPERIMENTS IN LABORATORY CONDITIONS…… 355
*Alimardanova M.K., Tlevlesova D.A., Dihanbaeva F.T., Smailova J*
FORMATION OF CONSUMER PROPERTIES OF THE NEW TYPES OF PROCESSED CHEESE USING MATHEMATICAL MODELING…… 360
*Elchibek G. A., Mukanova G. A.*
THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPTS OF ECO HOMES……. 364
*Platonova E.S., Zhetesova G.S., Yurov V.M., Guchenko S.A.*
THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF COATINGS MULTIELEMENT CR-MN-SI-CU-FE-AL…… 370
*Makhanbetova A.M.,Beisenbaev O.K.*
INVESTIGATE THE POSSIBILITY OF ENCAPSULATION OF COMPLEX POLYMER-MINERAL FERTILIZERS ON THE BASIS OF TECHNOLOGICAL WASTE POLYELECTROLYTE EPPAN……... 374
*Satzhanov B.S., Duisaliev Zh.S.*
THE QUESTION OF PREPARATION AND CERTIFICATION OF SEA SHOTS TAKINQ INTO ACCOUNT IMPLEMENTATION THE INTERNATIONAL CONVENTION STCW 2010…..... 379
*Zharkevich O.M., Nurzhanova O.A., Sembayeva Zh.E.*
DESIGN METHODS AND MANAGEMENT BY BUSINESS PROCESSES..... 383
*Muratbekova G., Myrzadilov D.*
SPECIAL ASPECTS OF TRANSPORTATION OF ULTRA-LARGE CONTAINERS IN THE MIXED AUTO AND RAILWAY CONNECTION……. 388

**Chemico-metallurgical sciences**

*Karzhaubayev A.S.*
STUDY THE ADHESIVE STRENGTH OF METAL COATING TO THE MAIN PIECE IN SHIROKOSLOYNOY SURFACING…… 393
*Tleuyov A., Syrmanova K., Negim E., Kaldybekova Zh., Abzalova D.*
THE INHIBITORY EFFECT OF LIGNIN-CONTAINING SURFACTANTS…… 397
*Mamitova A.D., Mutashewa G.S.*
ROLE OF AN INTERNAL MASS TRANSFER AT ADSORPTION OF THE ORGANIC SUBSTANCES FROM WATER SOLUTIONS ABSORBENT CARBON..... 401
*Nabiyeva I.D., Myrzaliyeva S.K., Kerimkulova A.Z., Duysenbaeva A.E.*
INVESTIGATION OF PURIFICATION WATER WASTE FROM HEXAVALENT CHROMIUM WITH AN ANION EXCHANGERS AB-17-8 AND PUROLITE 500..... 404
*Dyussembayev S.A., Almasov N.Zh., Yang Ruifeng, Prikhodko O.Yu., Tolepov Zh.K., Maksimova S.Ya., Sazonov A.Yu., Bazarkulova A.E., Turmanova K.*
PECULIARITIES OF THE STRUCTURE OF BISMUTH MODIFIED $Ge_2Sb_2Te_5$ THIN FILMS OBTAINED BY ION PLASMA HIGH FREQUENCY SPUTTERING …….. 409
*Kulinich V.I., Zhunusov A.K., Tolymbekova L.B.*
ANALYSIS OF MELTING FERROSILICOCHROME WHEN DIFFERENT AMOUNT OF CARBONACEOUS REDUCTANT…….. 414
*Kadirsizova A.A., Khazdayev H.R., Vermenichev R.B., Smagulov D.U.*
FORMATION OF INTERMETALLIC LAYERS IN CONTACT MELTING…….. 419
*Kvyatkovskiy S.A., Kozhakhmetov S.M., Semenova A.S., Omirzakov B.A., Kim L.P.*
EXPERIMENTAL SMELTING NATIVE GOLD ORE DEPOSIT BESTYUBE…… 427
*Kozhakhmetov S.M., Sadykov S.B., Kvyatkovskiy S.A., Sadykov T.S., Chekimbaev A.F., Kvyatkovskaya M.N., Kim L.P.*
INVESTIGATION OF LIQUID PHASE TRANSFORMATIONS IN COBALT-NICKEL ORES OF DEPOSIT GORNOSTAYEVSKOYE BY HEATING TO 1400 $^0$C…… 432
*Kozhakmetov S.M., Sadykov S.B., Kvyatkovskiy S.A., Kelamanov B.S., Chekimbaev A.F., Sadykov T.S.*
EXPERIMENTAL STUDIES GRAV PROCESS OF TRANSFORMATION IN COBALT-NICKEL ORE DEPOSITS GORNOSTAYEVSKOYE, ITS INTERACTIONS WITH A REDUCING AGENT AND THE CALCULATION OF THE ACTIVATION ENERGY OF SOLID-PHASE PYROMETALLURGICAL PROCESSES…… 439
*Sinyev V.A., Saxipov E.N., Levchenko L.V., Toxseitova G.A., Batyrbayeva A.A.,*
STATE OF WATER IN AMORPHOUS CALCIUM PHOSPHATE AND CALCIUM MAGNESIUM…… 447

*Surkova T.Yu, Barmenshinova M.B., Yulussov S.B., Beisahmetov D.A., Yesimova D. M* 453
TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PROCESSINGOF NON-CONDITION URANIUMORES……
*Zhantasov K.T., Ziyat A.Zh., Zhantasova D.M., Zhantasov M.K., Alteev T.A.*
EQUIPMENT MILLING CIRCUIT MANUFACTURING HARD-BLENDED FERTILIZERS……. 459
*Zhantasov K.T., Ziyat A.Zh., Zhantasova D.M., Zhantasov M.K., Alteev T.A.*
DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS ON THE CHOICE OF INDUSTRIAL EQUIPMENT FOR GRINDING COMPLEX OBTAINING HARD-BLENDED FERTILIZERS…… 464

**Physico-mathematical sciences**

*Mustafin M.A.*
EXISTENCE OF POSITIVE EIGENVALUE FOR BITSADZE-SAMARSKI PROBLEM ..... 470
*Akanov H.G., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Danlybaeva A.K., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.*
THE STUDY OF THE MODULUS OF ELASTICITY OF CONCRETE…… 472
*Шмыгалева Т.А., Черикбаева Л. Ш., Алимбаева Б. К.,*
*Телгожаева Ф. С, Адилжанова С. А, Тюлепбердинова Г. А.*
DESIGN WEB PAGES BASED ON JSP TECHNOLOGIES……..…… 478
*Jumagazieva S.B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K.,*
*Konakbaev B. O., Turmakhanova A. M.*
THE ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE STANDARD ST RK ISO ON COMPANIES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN……..…… 480
*Jumagazieva S.B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.*
ANALYSIS OF AUDIT QUALITY AT THE ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN….. 483
*Turmakhanova A. M., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K.*
*Konakbaev B. O., Jumagazieva S.B.*
ANALYSIS OF THE ENERGY MANAGEMENT SYSTEM STANDARD ISO 50001…… 485
*Byrgebaev A.B., Кокazhaeva A.B.*
THE VALUE OF THE HISTORICAL BACKGROUND OF TEACHING THE THEORY OF OPERATORS IN THE HUMANIZATION OF MATHEMATICS…….. 487
*Tulesheva G.A., Seytkulova Z.N., Bazhayev N.A.*
THE SOLUTION OF CAUCHY PROBLEM TO FIND THE CURRENT IN ELECTRICAL CIRCUIT WITH EMF DEFINED AS PIECEWISE LINEAR FUNCTION……. 492
*Messerle V.E., Imanalina L.Z.*
COAL AS THE OBJECT OF APPLYING PLASMA-ENERGY TECHNOLOGIES..... 495
*Messerle V.E., Imanalina L.Z.*
ECOLOGICAL ASPECTS OF PLASMA-ENERGY TECHNOLOGIES USED FOR SOLID FUELS…….. 498
Ikhsanov S. S, Shmygaleva T. A
INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING VARIOUS STATE AGENCIES…….. 501
*Zharaspaev M., Adilgazy K., Tukenova H., Abilzhanov D., Umbetova A., Zhumabaeva A.*
THE MAIN PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SOURCES OF POLLUTION OF THE NATURAL ENVIRONMENT…….. 505
*Amirgaliyeva Z.E.*
MODEL FORMULATIONS AND OVERVIEW OF OPTIMIZATION METHODS FOR THE STANDARD POOLING PROBLEM…… 510

**Economical sciences**

*Baikhonova.A.M.*
ADVERTISING POLICY OF FIRM AND TECHNOLOGIES THEIR IMPLEMENTATION…….. 516
*Jumagazieva S.B., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K.,*
*Konakbaev B. O., Turmakhanova A. M.*
ANALYSIS OF ECONOMIC EFFICIENCY OF INTRODUCTION OF STANDARD ST RK ISO 9001-2009 AT THE ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…….. 519
*Aitkozhaev A.Z., Boranbaeva A.E., Nurmuhanova A.Z.*
ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM WITHIN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS……. 522

**Investiqations of Younq Scientists**

*Mamyrova K.N., SH.B.Sydyq*
AS AN INDICATOR OF LONGEVITY AND QUALITY OF LIFE OF THE PAPULATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN…….. 524

Редакторы:
*Н.Ф. Федосенко*

Верстка на компьютере:
*Л.Т. Касжанова*

Подписано в печать 03.03 2015 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 34,2.
Тираж 500 экз. Заказ № 114.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНТУ каб. 904, тел. 292-63-46
Отпечатано в Учебно-издательском центре
Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева