ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ

ВЕСТНИК КазНИТУ

VESTNIK KazNRTU

№5 (117)

АЛМАТЫ 2016 СЕНТЯБРЬ

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
М.К. Орунханов – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева, Ж.Ж. Байгунчеков-акад. НАНРК, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, Б. Кенжалиев, 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..

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

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

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 904, тел. 292-63-46
n. fedossenko @ ntu. kz

© КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2016

УДК 553.041:552.16

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

ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОГНОЗНО-ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ МЕТАМОРФО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. Изучены метаморфо-метасоматические комплексы на примере Карсакпай-Улытауского рудного района, критерии их выделения космическими технологиями и петрохимическими данными. Процессы магматизма и метасоматоза носят не региональный характер, они связаны с проявлением плюм-тектоники в зоне геосутур. Описана методика картирования таких комплексов и прогнозной оценки их перспективных участков на полезные ископаемые.

По петрохимическим особенностям выделены семь метаморфо-метасоматических комплексов, которые могут служить критерием прогноза перспективных участков и с которыми могут быть связаны определенные виды полезных ископаемых. Приведено их описания и легенда для составления карт распространения метаморфо-метасоматических комплексов.

Ключевые слова: рудная минерализация, прогноз, метасоматоз, петрология

Введение

Район исследований, расположенный в Карсакпай-Улытауском рудном регионе, изучен как по материалам выполненных ранее геологических исследований, так и новыми космогеологическими технологиями. Нами детально изучен с составлением космогеологических схем 1:200 000 Карсакпайский и Улытауский участки в пределах южной части Западно-Улытауского базит-ультрабазитового пояса. Выделенные на космогеологических схемах линейные, кольцевые и дуговые структуры площадные тела являются рудоконтролирующими. Признаками к их выделению послужили спектральные и текстурные особенности обработанных и фильтрованных деривативных изображений и исходных космоматериалов. Выделенные тела магматических образований разделены по составу на кислые, основные и ультраосновные. В отдельную группу площадных тел выделены ореолы возможного магматогенно-термального воздействия на вмещающие породы с образованием метаморфо-метасоматических комплексов (рисунок 1). В местах проявления таких ореолов, вероятно обнаружение полезных ископаемых наземными геологическими или геофизическими методами.

Результаты исследования и их обсуждение

В статье использованы фактические материалы полевого сезона по теме ПЦФ 2015-2017 гг. и богатые данные ГДП-200 [1].

При картировании проявлений эпигенетической минерализации выделяются зоны метасоматических преобразований, которые нельзя однозначно отнести к гидротермально-метасоматическим комплексам. Подобные зоны чаще всего наблюдаются в древних докембрийских блоках. Для горных пород, слагающих эти зоны, характерна непрерывно прослеживаемая на протяжении многих километров ориентированная структура эпигенетических минералов, характерный сланцевый или даже гнейсовидный облик. В отдельных локальных пересечениях удается наблюдать прямую зависимость степени изменения и размеров эпигенетических минералов от интенсивности рассланцованности пород. Набор пород данной группы разнообразен и включает: полевошпатовые, кварц-светлослюдистые и темноцветные ассоциации, известные в обширных исследованиях многих авторов. В формировании подобных пород в условиях ориентированных региональных динамических напряжений, т. е. кроме собственно метасоматического процесса, существенную роль в образовании их играл динамомета-

морфический фактор, что подчеркивается присутствием в этих толщах высокобарических минералов (глаукофан, лавсонит и др.).

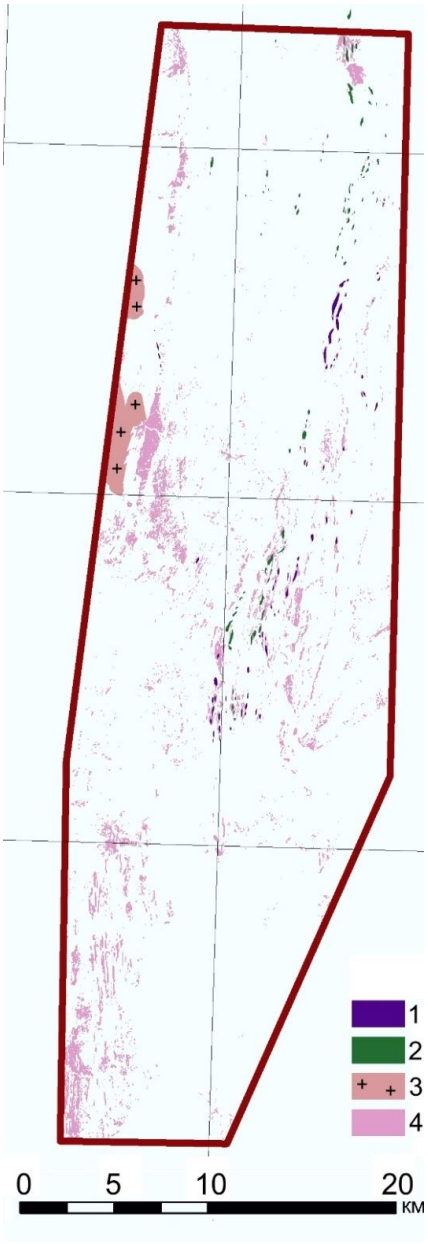


Рис. 1. Выделение по космоснимкам ореолов магматогенно-термального воздействия на пород площади Карсакпай. Горные породы: 1-ультрамафиты; 2-мафиты; 3-кислые; 4-ореолы метасоматоза

По результатам исследований были выделены ареалы развития различных по составу ассоциаций вторичных минералов. Обычно фиксируется непрерывность перехода от внешних обычно очень широких ареалов слабо проявленных вторичных минеральных ассоциаций к участкам, чаще всего локальным, интенсивно и полностью проявленных метасоматитов. Подобные ситуации обычно наблюдаются при приближении к зонам разрывных нарушений. Максимум накопления вторичных, в том числе и рудных элементов, приходится на проявленные метасоматические процессы [2-13].

Петрографическими исследованиями установлено около 50 эпигенетических минералов. Наиболее распространены среди них: серицит, гидросерицит, хлориты, кварц, амфиболы (актинолит, роговая обманка, глаукофан), полевые шпаты (в основном альбит, ортоклаз, микроклин), реже встречаются пренит, лавсонит, пумпелиит, мусковит, пирит, гематит, магнетит. Мало распространены: турмалин, гранат, флюорит, каолинит, малахит, ярозит, серпентин, опал, барит, рутил, везувиан, силлиманит. Для систематизации устойчивых минеральных ассоциаций была использована структурно-вещественная классификация гидротермально-метасоматических пород, приведенная в работе Е.В. Плющева и др. (1981).

По минеральному составу выделены: а) темноцветные; б) светлослюдистые; в) полевошпатовые ассоциации. По размерам зерен: скрыто-мелкокристаллические; мелко-среднекристаллические; средне-крупнокристаллические.

На схеме распространения метаморфо-метасоматических комплексов [1] темноцветные ассоциации обозначены зеленым, светло-слюдистые, березитовые – красным, аргиллизитовые – желтым, грейзеновые – коричневым, полевошпатовые – синим цветом. Локальные тела полнопроявленных метасоматитов изображены внемасштабным значком с соответствующей закраской и индексом. Интенсивность проявления подчеркивается шириной полос, чем шире полоса, тем интенсивнее степень проявления. Участки совмещения разновозрастных ассоциаций показаны сочетанием цветов и штриховкой разных направлений.

Предваряя описание комплексов района, следует еще раз подчеркнуть, что породы, развитые на площади, претерпели неоднократные преобразования разного генезиса и разной интенсивности. В составе комплекса резко преобладают березиты, в основном, серицитовые, реже гидросерицитовые, кроме того наблюдаются пропилиты и фельдшпатиты.

Метаморфо-метасоматические комплексы

Выделяются семь метаморфо-метасоматических комплексов, связанных с разными этапами геологического развития района. Комплексы развиты по породам палеопротерозоя-эдиакара и характеризуются интенсивной степенью изменения, ориентированными структурами эпигенетических минералов и сланцеватым или гнейсовидным обликом. В локальных пересечениях наблюдается прямая зависимость интенсивности изменений и размеров эпигенетических минералов от степени рассланцевания пород (рисунок 2).

1. *Фельдшпатолитовый метаморфо-метасоматический комплекс* (неопротерозой-NPR) выделяется в пределах развития гранито-гнейсовой толщи, представлен фельдшпатолитами Мкн (Орт) + Ал + Кв + Би состава, интенсивнои полнопроявленными. Эпипороды разной зернистости, в основ-

ном, среднезернистые. Характер первичной породы обычно не ясен, но наличие постепенных переходов от гнейсов к порфироидам и реже к метаосадочным породам, позволяет определить первичную породу. Ведущая роль полевошпатового метасоматоза в образовании гранито-гнейсов неоднократно подчеркивалась в работах Л.И. Филатовой, И.З. Филиппович, Ю.З. Рощина и др.

2. *Пропилитовый метаморфо-метасоматический комплекс* (мезо- и неопротерозой MPR-NPR) развит по эффузивным, эффузивно-осадочным породам основного состава и субвулканическим телам того же состава. Комплекс слагает узкую полосу субмеридионального простирания. Представлен фельдшпатофирами (Фф) и пропилитами двух типов: хлоритовыми (Пх) и актинолитовыми (Па).

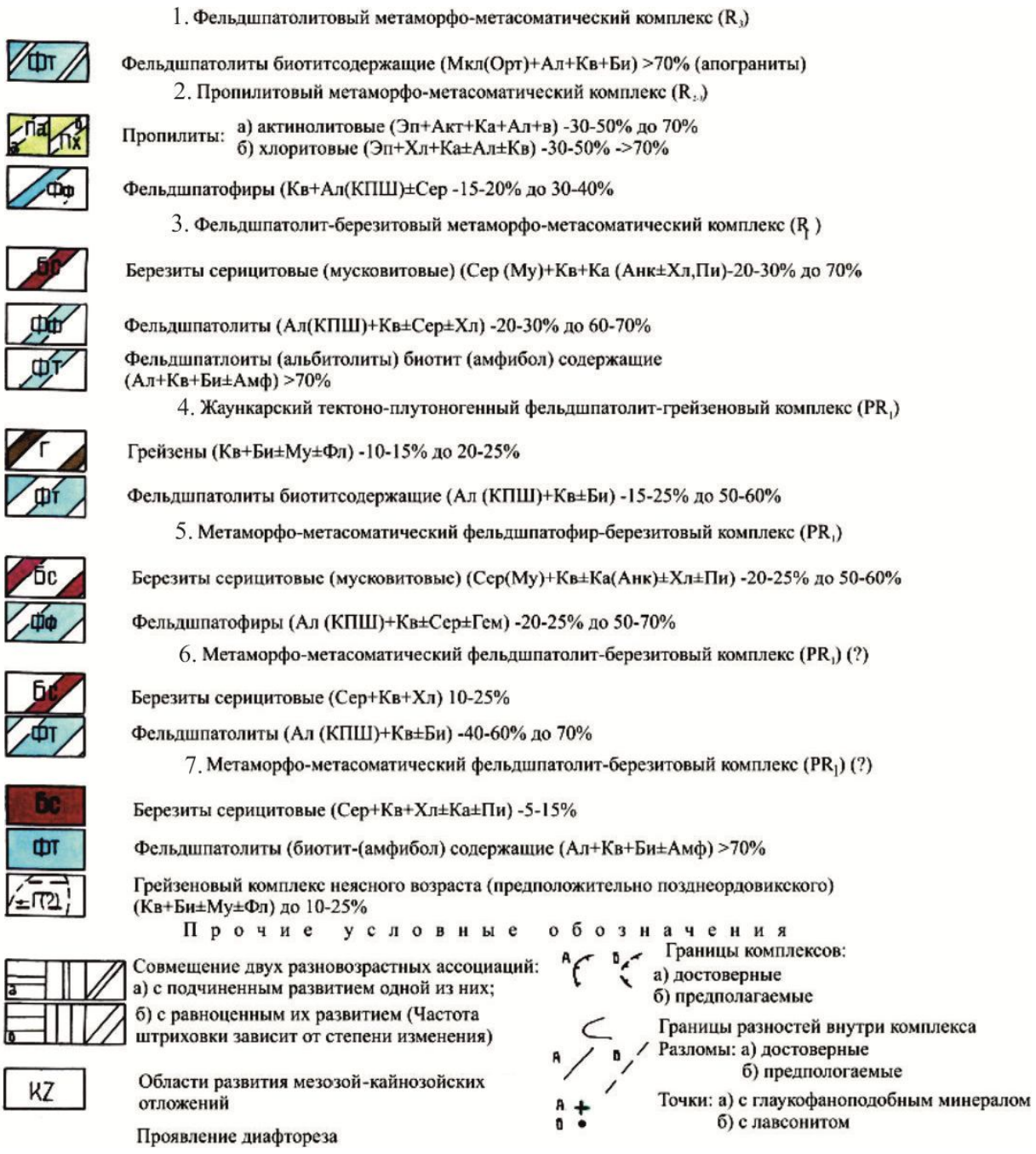


Рис. 2. Легенда для составления карт распространения метаморфо-метасоматических комплексов (по Глухову А.М. и др., 1996)

Фф ассоциация проявлена крайне незначительно и неравномерно. По составу альбитофиры, калишпатофиры – единичны. Пропилитовые изменения интенсивны, но также неравномерны. Максимальная интенсивность (до полнопроявленных разностей) наблюдается в центральной части полосы, но среди полей полнопроявленных Па часто наблюдаются участки умеренно-сильнопроявленных Пх. Интенсивность изменений возрастает в наиболее тектонически прорабо тайных зонах.

В породах этого комплекса встречаются высокобарические минералы (глаукофан, винчит, лавсонит и др.). Образцы, в которых они отмечены, взяты преимущественно из зон крупных разрывных нарушений (Бурмашинский разлом и др.) и в целом свидетельствуют о существенной роли фактора давления при образовании пород комплекса.

3. *Фельдшпатолит-березитовый метаморфо-метасоматический комплекс* (палеопротерозой PPR) развит по нижнерифейским отложениям, образуя широкую субмеридиональную полосу в восточной части района. Выходами средне-верхнерифейского фельдшпатофир-пропилитового комплекса эта полоса разделяется на две зоны: западную и восточную. Для обеих зон характерен натровый метасоматоз и березитовые изменения, но степень их проявления в зонах различна.

В западной зоне наблюдаются фельдшпатофировые (Фф) и березитовые (Бс) ассоциации, последняя обычно резко преобладает. Фельдшпатофиры представлены альбитофирами, крайне редко калишпатофирами, степень проявления до умеренной, на севере района они не выявлены.

Бс ассоциация представлена Сер(Му) + Кв + Ка(Анк) + Хл ± Пи составом. Степень проявления сильная, по направлению к востоку усиливается до интенсивно-полной, наблюдается прямая зависимость от степени рассланцованности породы, В породах этой зоны, особенно в восточной ее части довольно часто наблюдается лавсонит, обычно в интенсивно и полнопроявленных метасоматитах.

Степень изменения от сильноинтенсивной до полной. Интенсивность изменения возрастает по направлению к востоку, при приближении к разлому, разделяющему Улутау-Арганатинскую и Джезказганскую зоны появляются средне- и крупно-средне зернистые породы кварц-альбитового состава (Кв + Ал ± Ей ± Амф) с порфиробластами альбита. Микроскопически иногда в этих породах наблюдаются бластокатакластические структуры. Западнее в этой же зоне – бластопсаммитовые структуры.

Березитовые изменения (Бс) проявлены слабо, редко умеренно и представлены ассоциацией Сер (Му) + Кв ± Ка(Анк). Степень проявления возрастает по направлению к востоку.

В юго-восточной части наблюдаются незначительно проявленные грейзеноидные изменения, явно наложенные, более поздние. Они фиксируются по появлению ассоциации (Би ± Ту), связаны, вероятно, с породами крыккудукского комплекса.

4. *Жауынкарский тектоно-плутоногенный фельдшпатолит-грейзеновый комплекс* (палеопротерозой PPR). Развит по гранитам жауынкарского комплекса. Представлен полевошпатовой (Ал (КПШ) + Кв ± Би – фельдшпатолиты) и грейзеновой (Кв + Би ± Му ± Фл) ассоциациями. Степень проявления полевошпатовой ассоциации умеренно-сильная, в зонах крупных разрывных нарушении интенсивная и полная и эпипороды здесь имеют гнейсовидный облик (гнейсо-граниты). С фельдшпатолитами связана редкоземельно-редкометальная минерализация. Степень проявления грейзеновой ассоциации умеренная, редко до сильной. Экзоконтактовый метасоматоз практически не проявлен.

5. *Метаморфо-метасоматический фельдшпатофир-березитовый комплекс* (палеопротерозой PPR) развит по породам нижней порфироидной толщи, представлен фельдшпатофирами (Фф) и серицитовыми березитами (Бс).

Полевошпатовые изменения проявлены, в среднем, более интенсивно, чем светлослюдистые. Распространены повсеместно, степень изменения от умеренной до полной на отдельных участках. Состав КПШ(Ал) + Кв + Сер ± Хл ± Гем. Судя по петрографическим и петрохимическим данным, резко доминировал калиевый тип метасоматоза.

Березитовая ассоциация (Сер(Му) + Кв ± Ка(Анк) ± Хл ± Пи) распространена также повсеместно, но интенсивность ее проявления зависит от степени рассланцованности пород и меняется от слабо-умеренной до интенсивно-полной, в пределах мелких (до 1х5 м) локальных тел. На северо-западе района в пределах комплекса наблюдается наложенная слабо-умеренно проявленная, редко до сильно-интенсивной березитизация, связанная, вероятно, с внедрением многочисленных мелких тел гранитоидов кырыккудукского комплекса. Золотая минерализация, вероятно, связана здесь с этим этапом березитизэции.

6. *Метаморфо-метасоматический фельдшпатолит-березитовый комплекс* (палеопротерозой PPR?) развит крайне незначительно, по составу фельдшпатолиты (Ал(КПШ) + Кв + Би), обычно ин-

тенсивно и полнопроявленные, характер первичной породы чаще всего не ясен. Светлослюдистые изменения (Сер + Кв + Хл) проявлены слабо-умеренно.

7. *Метаморфо-метасоматический фельдшпатолит-березитовый комплекс* (палеопротерозой PPR?) Развит крайне незначительно на северо-востоке газона, где выходы этого комплекса слагают небольшой тектонический блок среди пород нижнерифейского фельдшпатолит-березитового комплекса. Породы описываемого комплекса претерпели интенсивный натровый метасоматоз и очень схожи с породами палеопротерозойского комплекса и отличается от него лишь более равномерным распространением полнопроявленных разностей, представленных альбитолитами крупно-среднезернистыми и среднезернистыми по составу Ал + Кв ± Би ± Амф.

Березитовые изменения характеризуются слабо-умеренной степенью проявления. Судя по характеру изменений, этот комплекс скорей всего является частью вышеописанного палеопротерозойского, существенно альбитолитового.

Таким образом, состав и количество эпимагматических минералов в породах, развитых на площади работ, зависит от многих факторов, но тектонический чаще всего явно доминирует, особенно в метаморфо-метасоматических комплексах. Ранее эти породы считались региональнометаморфизованными в фации зеленых сланцев и частично эпидот-амфиболитовой. Ю.В. Рощин (1973) выделил в восточной части хлоритовую, биотитовую и гранатовую зоны метаморфизма, которые, по его мнению, имеют «неправильную» (Судовиков, 1964) зональность, т. е. зоны резко различающиеся по степени метаморфизма находятся в непосредственном контакте. Эти зоны обычно линейны и приурочены к крупным разрывным нарушениям. Неравномерность проявления метаморфизма по данным Ю.Н. Рощина характерна для всех трех выделенных им зон метаморфизма.

Неравномерность проявления ассоциаций вторичных минералов и приуроченность их максимального скопления, чаще всего, к зонам разрывных нарушений отмечались и И.Ф. Трусовой (1967).

Подобные факты не совсем соответствуют классическим представлениям о породах, подвергшихся региональному метаморфизму, они могут быть объяснены интенсивным локальным проявлением в зоне геосутуры, связанной с плюм-тектоникой.

Более, вероятно, предположить, что эти породы имеют полигенный метаморфо-метасоматический генезис, причем метаморфизм имеет явно дислокационный (приразломный) характер. Набор минералов, развитых в наиболее дислоцированных зонах соответствует жадеит-лавсонит-глаукофановой фации метаморфизма высоких давлений.

Закономерности размещения полезных ископаемых

Размещение месторождений и проявлений полезных ископаемых по площади тесно связано с меридиональным простиранием геосутурного зоны, а также с составом рудовмещающих толщ и структурно-тектоническим особенностями их залегания.

Характеризуемая площадь насыщена проявлениями полезных ископаемых неравномерно. На ней условно можно выделить следующие рудоносные площади: Карсакпайская *(с известными и перспективными на железные руды),* Карамолинская *(полиметаллы и золото),* Курайлы-Байконурская *(благородные и редкие металлы),* Шотыбасская *(марганец),* Майтобинская *(танатал и ниобий),* Кумолинская *(родусит- и хризотил-асбест)* и Актасскую *(горный хрусталь и цитрин)*. В большинстве случаев границы площадей совпадают с границами стратиграфических подразделений, показанных на карте закономерностей размещения полезных ископаемых.

По территории работ в целом в плане и разрезе максимальное количество проявлений и видов полезных ископаемых сосредоточено на Курайлы-Байконырской площади в венд-кембрийской черносланцевой толще. Работы по изучению ее металлогении проводились эпизодически и различными организациями. Комплексное изучение этой площади может дать положительные результаты.

По территории работ в целом в плане и разрезе максимальное количество проявлений и видов полезных ископаемых сосредоточено на Курайлы-Байконырской площади в венд-кембрийской черносланцевой толще. Работы по изучению ее металлогении проводились эпизодически и, преимущественно специализированными организациями. Комплексное изучение этой площади может дать положительные результаты [14-18].

Выводы

Результаты проведенных исследований позволяют выполнить научно обоснованный прогноз перспективных на полезные ископаемые участков. В основу прогнозной оценки площади легли наблюдения, полученные в процессе полевых работ, и данные предшествующих исследователей.

Определение контуров перспективных площадей основывается на использование прямых и косвенных признаков, литологического и стратиграфического контроля оруденения, степени метасоматических изменений рудовмещающих пород. Приуроченность интенсивных метасоматических преобразований горных пород и связь с ними оруденения объясняется особыми термодинамическими условиями в зоне геосутур и поступлением энергии и вещества по глубинным разломам. Эти явления носят не региональный характер, они связаны с проявлением плюм-тектоники в зоне геосутур [8, 9, 14, 18].

Оценка перспективности прогнозных площадей определяется для каждого генетического типа по аналогии с известными месторождениями или перспективными рудопроявлениями региона, а также по аналогии с содержаниями проявлений, расположенными внутри контура. По материалам [1] всего выделено 25 участков первой очереди, перспективных, но недостаточно изученных и 5 участков с неясными перспективами на данной степени изученности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Геологическое доизучение масштаба 1:200000 площади листа L-42-I за 1990-1996 гг.: отчет о НИР (заключительный) / Кумолинская ПСП: рук.: Глухов А.М., исполн.: Петриляк Д.М., Филатова Г.В. и др. - Караганда, 1996. – 320 с.

[2] Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. - Том 1. Глубинное строение и геодинамика. - Алматы, 2002. - 234 с.

[3] Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. - Том 2. Металлогения. – Алматы, 2002. – 272 с.

4] Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И. и др. Геологическое строение Казахстана .– Алматы: Академия минеральных ресурсов РК, 2000. – 396 с.

[5] Геология и полезные ископаемые юго-востока Тургайского прогиба и Северного Улытау: в 2 т. - Полезные ископаемые. - Алма-Ата: Наука, 1984.

[7] Тектоническая карта Казахстана. Объяснительная записка / В.Я. Кошкин и др. - Алматы, 2007. - 130 с.

[8] Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск, СО РАН, 2001.- 409 с.

[9] Байбатша А.Б. О новом взгляде на геологическое строение и геодинамическое развитие территории Казахстана//Изв. НАН РК, серия геол. - 2008. - № 2. - С. 66–74.

[10] Ермолов П.З. Актуальные проблемы изотопной геологии и металлогении Казахстана. – Караганда: ИПЦ КРУ, 2013. – 206 с.

[11] Байбатша А.Б. Модели месторождений цветных металлов. – Saarbrucken: Deutschland, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 588 с.

[12] Байбатша А.Б. Модели месторождений благородных металлов. Алматы: Асыл кітап, 2014. - 452 с.

[13] Байбатша А.Б. Маманов Е.Ж. Перспективы выявления поисковых геологических предпосылок по данным космического зондирования // Вестник КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – Алматы. - 2015. - № 1. – С. 8-13.

[14] Baibatsha A.B., Bekbotaeva A.A., Mamanov E.Zh. Detection of deep ore-controlling structure using remote sensing // Report on the 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. - Albena, Bulgary, 2015. - P. 113-118.

[15] Байбатша А.Б., Касенова А.Т., Маманов Е.Ж. Петрографическая характеристика горных пород рудопрояления «Караторгай» // Вестник КазНТУ имени К.И. Сатпаева. – Алматы. - 2015. - № 6 (в печати).

[16] Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Касенова А.Т., Маманов Е.Ж. Ұлытау ультрабазиттеріндегі «Қараторғай» мыс-никель кенбілінімі геологиялық құрылысының ерекшеліктері // Материалы МНК «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан и стран СНГ». – Алматы, 2015. – С. 242-247.

[17] Байбатша А.Б., Поцелуев А.А., Маманов Е.Ж. О возможности детальных космогеологических работ для выявления скрытых геологических образований // Материалы МНК «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан и стран СНГ».– Алматы, 2015. – С. 28-33.

[18] Байбатша А.Б. О геотектонике и геодинамике Улытау-Карсакпайской зоны с позиции плюм-тектоники // Материалы МНК «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан и стран СНГ».– Алматы, 2015. - С. 34-41.

Байбатша Ә. Б.

Метаморфтық-метасоматоздық комплекстерді ажырату негізінде болжамдық-перспективалы бөлікшелерді анықтау

Түйіндеме. Метаморфтық-метасоматоздық комплекстер Карсакбай-Улытау кенді ауданы мысалында зерделенген, оларды ғарыштық технологиялар және петрохимиялық деректер бойынша ажырату критерийлері келтірілген. Магматизм и метасоматоз процестері өңірлік сипатқа ие емес, олар геосутура зонасында жергілікті

плюм-тектоника білінімен байланысты. Пайдалы қазбаларға перспективалы осындай бөлікшелерді карталау және болжамдық бағалау әдістемесі сипатталған.

Петрохимиялық ерекшеліктері бойынша жеті метаморфтық-метасоматоздық комплекс бөлініп, олар перспектиалы бөлікшелерді ажыратуға негіз бола алады және олармен пайлады қазбалардың белгілі бір түрлері болуы мүмкін. Осы комплекстердің және метаморфтық-метасоматоздық комплекстер таралуын карталау үшін жасалған легенданың сипаттамасы берілген.

Түйінді сөздер: рудалы минералдану, болжау, метасоматоз, петрология

Baibatsha A. B.

Allocation prognostic and prospective areas through the study of metamorphic- metasomatic complexes

Summary. Studied metamorphic-metasomatic complexes example Karsakpai-Ulytau ore district, the criteria for their allocation of space technologies and petrochemical data. The processes of magmatism and metasomatism are not regional in nature, they involve c manifestation of plume tectonics in geosuture zone. A technique for mapping of such complexes and prognostic evaluation of prospective sites for minerals.

In petrochemical features highlighted seven metamorphic-metasomatic systems that can serve as a criterion of the forecast promising areas and which can be linked certain types of minerals. Their descriptions and legend to map the spread of metamorphic-metasomatic complexes.

Key words: mineralization, deposit forecast, metasomatism, petrology

---

*Работа выполнена в рамках проекта программно-целевого финансирования 758.МОН.ПЦФ.15.1: «Научное обеспечение геологического изучения недр и геолого-оценочных работ для восполнения ресурсов минерального сырья».

УДК 551.242.03:553.982 (576)

Н. Сеитов, Г.П. Тулегенова
(Казахский национальный исследовательский университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан)

ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ СТРУКТУРЫ И ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКО-МЕЗОЗОЙСКИЕ КОМПЛЕКСЫ АКВАТОРИИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ И ЕГО КОНТИНЕНТАЛЬНОЕ ОБРАМЛЕНИЕ

Аннотация. Отмечена роль структурно-тектонического районирования изучаемой территории при прогнозе и поисках месторождений нефти и газа. На основе данных глубокого бурения и геофизических исследований в пределах акватории Северного Каспия и его континентального обрамления выделено несколько региональных блоков, контактирующих между собой через глубинные разломы. Обращено внимание, что блоки с приподнятым положением подошвы земной коры пространственно соответствуют депрессиям в осадочном чехле с мощным разрезом осадочных толщ, куда приурочены обычно крупные месторождения углеводородов. Обособлено несколько региональных и зональных структур, в разрезах которых отмечается ряд потенциально нефтегазоносных комплексов позднепалеозойско-мезозойского возраста. В пределах южной части Прикаспийского осадочного бассейна, территориально относящейся к Северному Каспию, охарактеризованы четыре перспективных комплекса – эйфельско-нижнефранский, верхнефранско-московский, касимовско-артинский и нерасчлененный мезозойский. Что касается фрагмента эпипалеозойской Туранской плиты, контактирующего с Прикаспийским бассейном с юга и являющегося северной частью Северо-Кавказско-Мангышлакской нефтегазоносной провинции, то в располагающихся в ее пределах структурах выделены триасовый, юрский и мел-палеогеновый комплексы.

Ключевые слова. Северный Каспий; потенциально нефтегазоносные структуры; перспективные комплексы.

Нет сомнения, что в вопросах прогноза и поисков месторождений нефти и газа важнейшее значение имеет структурно-тектоническое районирование рассматриваемой территории, поскольку именно такое районирование определяет, в конечном счете, степень тектонического контроля нефтегазоносности не только в региональном, но и в зональном и локальном масштабах. Поэтому вопросы выделения потенциально нефтегазоносных структур и комплексов, в той или иной мере, рассматри-

ваются во многих исследованиях, касающихся нефтегазоносных бассейнов, как таковых, Северного Каспия, в частности **[1-13 и др.].**

В вопросах структурно-тектонического районирования важную роль играет, в свою очередь, определение нижней границы осадочного чехла плит платформ и характер структурного сочетания фундамента с базовыми поверхностями внутри этого чехла. Поэтому иметь соответствующее представление о структурных особенностях поверхности фундамента и возрасте формирования этих структур имеет принципиальное значение.

Анализ геофизических данных, полученных не только сейсмическими методами, но и гравиметрическими и магнитометрическими исследованиями Прикаспийского нефтегазоносного бассейна и контактирующей с ним с южной стороны Северо-Устюртской нефтегазоносной области дал возможность группе казахстанских ученых **[3]** расчленить эту территорию на несколько региональных блоков, так или иначе отличающихся друг от друга по геофизической характеристике, и контактирующих между собой через глубинные разломы **(Рисунок 1).** Как видно из этого рисунка, к Северокаспийской части Прикаспия имеют отношение фрагменты трех региональных структур – юга Астраханско-Актюбинского, востока Северо-Каспийского и юго-западного окончания Южно-Эмбинского блоков, а на севере Северо-Устюртской нефтегазоносной области выделяется, так называемый, Мангышлак-Туаркырский блок. Кстати, по тектонической природе протягивающийся в субширотном направлении Северо-Каспийский блок можно считать естественным продолжением Южно-Эмбинского блока и рассматривать в качестве единой промежуточной рифтогенной структуры, обрамляющей Прикаспийскую синеклизу с юга и юго-востока.. По свидетельству указанных авторов, этот Северо-Каспийско-Южно-Эмбинский блок оказывается одним из двух блоков Прикаспия (другой блок – Аралсорское и Хобдинское региональные поднятия в Центрально-Прикаспийской депрессии), где подошва земной коры располагается на глубине 37-38 км, тогда как на основной территории Прикаспийской синеклизы этот показатель доходит до 52 км. При этом, «указанным наиболее высоким отметкам мантийного слоя отвечает наиболее глубокий прогиб по кровле фундамента, т.е. фиксируется четко выраженный обращенный рельеф» **[3, с. 41].** На первый взгляд кажется, что определение глубин залегания подошвы земной коры в пределах плит платформ не имеет особого значения для оценки перспектив нефтегазоносности осадочного чехла, однако приуроченность ряда крупных и крупнейших месторождений нефти и газа именно прибортовым структурам Прикаспийской впадины, пространственно соответствующей указанному выше Северо-Каспийско-Южно-Эмбинскому блоку с обращенным рельефом, свидетельствует о неоднозначности такого мнения **(см. рисунок 1):** наоборот, именно приподнятым участкам подошвы земной коры пространственно соответствуют депрессии в осадочном чехле с мощным разрезом осадочных толщ, что может оказаться первопричиной высокой нефтегазносности именно этих блоков плит платформ. В данном контексте, оказалось весьма важным выяснение характера строения фундамента и чехла в акватории Северного Каспия в вопросах оценки перспектив нефтегазоносности казахстанского сектора Прикаспия. Полученные данные позволили определить особенности строения осадочного чехла южных и юго-восточных районов Прикаспийской впадины и характер их сочленения со структурами Бозащинского поднятия складчатого фундамента Туранской эпипалеозойской плиты.

Нет сомнения, что в вопросах прогноза и поисков месторождений углеводородов решающую роль играют вопросы выделения региональных и зональных структур по тем или иным комплексам толщ в разрезе осадочного чехла, обособленных с помощью данных сейсмостратиграфии и глубокого бурения. Общеизвестно, что конкретные месторождения нефти и газа, как в региональном, так и в зональном и локальном масштабах, как правило, бывают приуроченными к структурам поднятия. Соответственно, главное назначение структурно-тектонического анализа разреза платформенного чехла в пределах рассматриваемого региона определяется выделением региональных и зональных структурных элементов поднятия по соответствующим уровням стратиграфического разреза, обособленных в результате региональных исследований в пределах перспективных на обнаружение месторождений площадях.

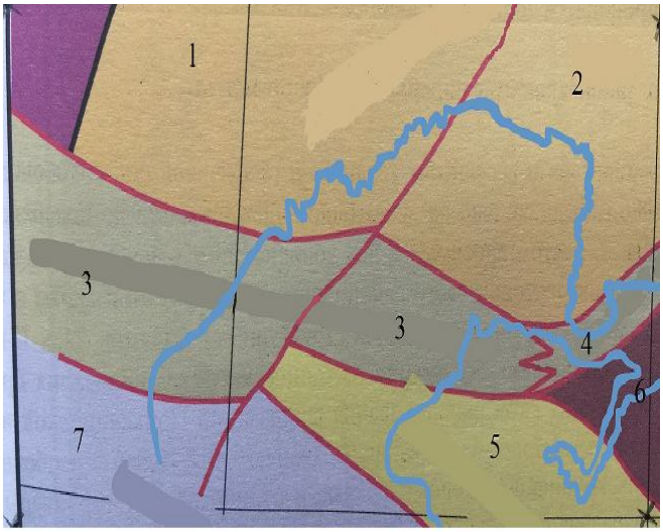


Рис. 1. Блоки с различным возрастом консолидации складчатого фундамента платформ пределах акватория Северного Каспия в и его континентального обрамления
1 и 2 – Астраханско-Актюбинский блок рифейской консолидации Прикаспийской синеклизы; 3 – Северо-Каспийский блок обрамления Прикаспийской синеклизы; 4 – Южно-Эмбинский блок обрамления Прикаспийской синеклизы; 5 –Мангышлак-Туаркырский блок позднекарбоновой консолидации Туранской плиты; 6 Северо-Устюртский блок девонской консолидации Туранской плиты; 7 – Среднекаспийский блок Туранской плиты.

Что касается нижней части осадочного чехла, то ни вещественный состав, ни структурные особенности этих отложений по сей день остаются до конца не выясненными в связи с глубинным залеганием этой части разреза и недоступностью ее для непосредственного изучения. Поэтому в данной статье мы будем касаться вопроса структурно-тектонического районирования Северокапийского региона применительно к верхнепалеозойско-мезозойской части разреза (от среднедевонских до верхнемеловых включительно).

Группа казахстанских ученых, составившая карту прогноза нефтегазоносности Казахстана **[3],** в пределах Прикаспийского осадочного бассейна выделяет потенциально нефтегазоносные комплексы по четырем уровням верхней части разреза палеозойско-мезозойских отложений: 1) эйфельско-нижнефранский комплекс; 2) верхнефранско-московский комплекс; 3) касимовско-артинский комплекс верхнего карбона-нижней перми; 4) нерасчлененный мезозойский комплекс.

При этом, тут же необходимо обратить внимание на то, что довольно мощная толща промежуточных между артинскими и мезозойскими отложениями, т.е. кунгурские отложения нижней перми, так же как весь разрез средне-верхнепермских и триасовых отложений (надсолевой доюрский разрез в целом), в обобщающих исследованиях [3] остались за бортом рассмотрения в аспекте выяснения их структурного плана. Авторы вышеуказанной обобщающей работы это объясняют исключительной сложностью этого уровня разреза в структурном отношении, что не позволяет построение качественных структурных карт. Такая сложность, конечно же, вызвана влиянием солянокупольной тектоники в пределах не только рассматриваемого региона, но и всей Прикаспийской нефтегазовой провинции в целом.

Теперь перечислим основные структуры, сложенные указанными выше четырьмя комплексами *Прикаспийского осадочного бассейна* в пределах акватории Северного Каспия и его континентального обрамления, и кратко охарактеризуем их.

В схеме структурно-тектонического районирования эйфельско-нижнефранского комплекса в пределах акватории Северного Каспия оказывается средняя часть вытянутой с запада на северо-восток Астраханско-Актюбинской системы поднятий и западная часть, так называемого, Тугаракчанского прогиба, так же вытянутого в северо-восточном направлении и чуть вогнутого на север в своей западной части. Эти две структуры являются представителями региональных структур (рисунок 2). При этом в пределах Астраханско-Актюбинской системы поднятий выделено несколько зональных поднятий, являющихся структурами второго порядка по отношению к самой системе. Так, на край-

ней западной части акватории почти целиком располагается Жамбайское поднятие, а на северо-востоке акватории – юго-западная часть Атырауского поднятия. Акватория моря «охватывает» также южную приконтактную часть Новобогатинского поднятия, основная часть которого располагается на северо-западном обрамлении моря, а также – «западный кусок» Тенгизского поднятия, располагающегося в целом восточнее береговой линии севера Северного Каспия (см. рисунок 2).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что конфигурации более или менее крупных региональных структур по эйфельско-нижнефранскому комплексу соответствуют в целом анологичным структурам, обособленным по поверхности фундамента Прикаспийской синенклизы, хотя в строении рассматриваемого комплекса все же отмечается ряд морфологических особенностей. Так, Астраханско-Актюбинская система поднятий по эйфельско-нижнефранскому комплексу по своей ширине оказывается намного меньше, чем ширина своего аналога по фундаменту. Значительно сужается Тугаракчанский прогиб и в его западной Приморской части появляется Тенгизское зональное поднятие, совершенно не фиксируемое по поверхности фундамента. В целом, не смотря на то, что структурный план эйфельско-нижнефранского комплекса значительно нарушен, он все же менее контрастен, и он в определенной степени сглаживает структуру поверхности фундамента.

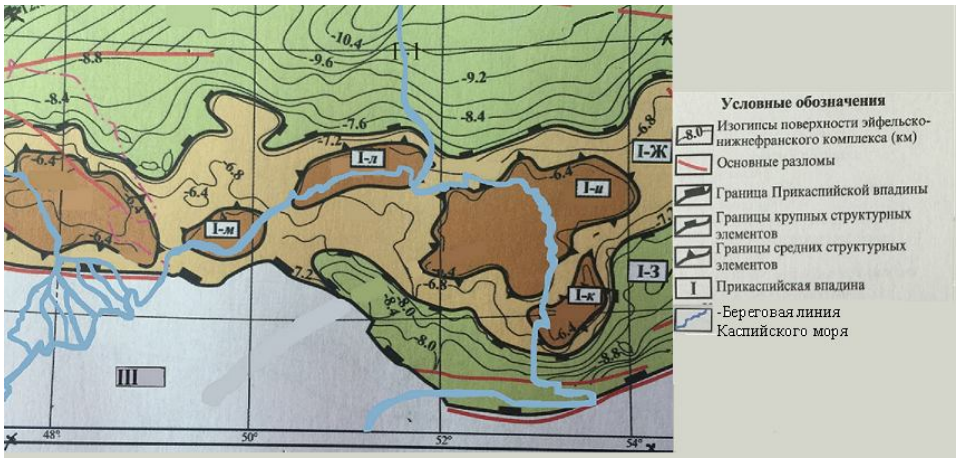


Рис. 2. Схема структурного районирования эйфельско-нижнефранского (D_{1-2}) комплекса Прикаспийского осадочного бассейна в пределах Северного Каспия
I-Ж – Астраханско-Актюбинская счистема поднятий Прикаспийской синеклизы; I-З – Тугаракчанский прогиб Прикаспийской синеклизы; I-н – Астраханское поднятие; I-м – Жамбайское поднятие; I-л – Новобогатинское поднятие; I-и – Атырауское поднятие; I-к – Тенгизское поднятие; III – Средний Каспий.

Структурный план верхнефранско-московского комплекса значительно отличается от плана описанного выше эйфельско-нижнефранского комплекса (рисунок 3). Так, по верхнедевонско-верхнекарбоновому комплексу отмеченные выше важные структурные элементы типа Астраханско-Актюбинского поднятия и Тугаракчанского прогиба полностью отсутствуют. В то же время, появляется вытянутая с юго-запада на северо-восток Маткен-Коздысайская ступень, которая с севера контактирует с Северо-Атырауской системой моноклиналей. На северо-восточной прибортовой части акватория моря появляется дугообразно изогнутая на юго-запад Каратон-Тенгизская система поднятий, представляющая собой внутрибассейновую карбонатную платформу и являющаяся зональной структурой, иерархически соподчиненной указанной выше Маткен-Коздысайскаой ступени. На восточном обрамлении Прикаспийской синеклизы появляется зональное Южно-Эмбинское поднятие, крайнее юго-западное окончание которого протягивается до восточного побережья Каспийского моря [3,6,7,10,11].

Степень нарушенности комплекса уступает таковой нижележащего эйфельско-нижнефранского комплекса. Однако в южной и юго-восточной части Прикасия, в том числе в пределах казахстанской части акватории Каспийского моря существенную роль играют вытянутые в субмеридиональном направлении разломы. Эти тектонические нарушения являются структуроформирующими, вдоль которых протягивается ряд локальных брахиантиклинальных поднятий. Другой, преимущественно седиментационный тип ловушек развит обычно вдоль визейско-башкирского карбонатного уступа, с

которыми могут быть связаны мелкие и среднего масштаба месторождения. Что касается гигантских ловушек, свойственных месторождениям Кашаган и Тенгиз, то эти ловушки относятся к тектоно-седиментационному типу и развиты только в пределах внутрибассейновых карбонатных платформ.

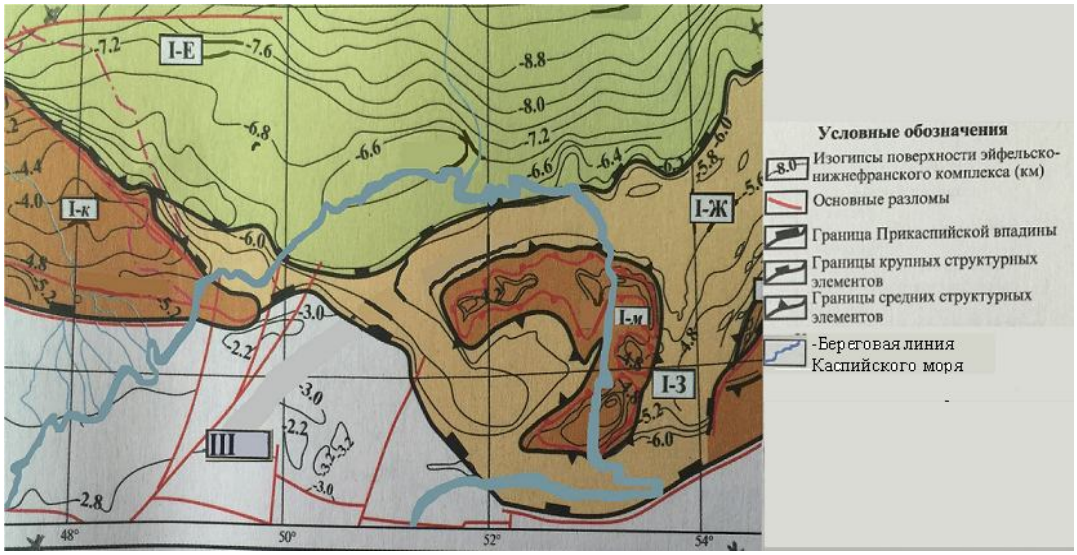


Рис. 3. Схема структурного районирования верхнефранско-московского (D-C) комплекса Прикаспийского осадочного бассейна в пределах Северного Каспия
I- Е – Северо-Атрауская система моноклиналей Прикаспийской синеклизы; I-Ж – Маткен-Коздысайская ступень Прикаспийской синеклизы; I-З – Южно-ЭмбинскоЖанажолская ступень Прикаспийской синеклизы; I-к – Астраханское поднятие; I-н – Каратон-Тенгизское поднятие; III – Средний Каспий.

Касимовско-артинский комплекс верхнего карбона-нижней перми в пределах акватории Каспийского моря в целом сохраняет структурный план предыдущего этапа развития данной территории, хотя их контрастность резко снижается, как по отношению ко всей Маткен-Коздысайской ступени, так и к Каратон-Тенизской системе поднятий, являющейся составной частью указанной ступени. Отличительной особенностью структур этого комплекса в целом является наличие выположенных в разной степени ступней с наклоном от бортов к центру впадины. Еще одной особенностью этого комплекса является его терригенный в целом состав.

Структурно-тектоническое районирование мезозойского комплекса Прикаспийской впадины в целом, в том числе в пределах и обрамлениях акватории Северного Каспия существенно затруднено из-за влияния солянокупольной тектоники. Образование многочисленных ячеек в строении комплекса, «прорванного» соляными куполами и штоками не дает возможность осуществить районирование стандартными методами. Поэтому предыдущими исследователями была проведена нестандартная попытка районирования этого комплекса путем осреднения структурного плана по базовым поверхностям, соответствующим границам стратиграфических систем (подошвы триаса, юры, мела) с использованием геофизических данных. В результате таких работ в строении рассматриваемого комплекса были выявлены относительно приподнятые и относительно опущенные участки, хотя нет никакой гарантии, что эти участки действительно соответствуют положительным (поднятия, своды, валы) или отрицательным (прогибы, впадины, депрессии) структурам.

Тем не менее, даже указанная выше нестандартная методика структурно-тектонического районирования рассматриваемого комплекса дает возможность получить общие сведения о структурном плане распространения составных частей этого комплекса. В частности, группа казахстанских ученых **[3]** отмечает, что в разрезе мезозойских отложений надсолевого комплекса четко выделяются три крупных структурных этажа – доюрский, юрско-палеогеновый и неогеновый. Нас же интересует только мезозойский разрез, поэтому очень кратко отметим структурные особенности только нижнего доюрского комплекса и нижнюю юрско-меловую часть юрско-палеогенового комплекса. Строение доюрского комплекса оказывается настолько сложным, что даже методом осреднения не удается построить качественную структурную карту по этому этажу. Низы второго комплекса, осложненного

солянокупольной тектоникой, но являющегося типичным представителем плитных отложений, довольно удовлетворительно расчленяется по двум базовым границам, соответствующим отражающим горизонтам V (подошва юры) и III (граница юры и мела, или кровля юры).

Подошва юры (горизонт V) в основной территории Прикаспийской впадины четко трассирует крупную приподнятую структуру, протягивающуюся на сотни км при ширине порядка 220 км, которая на юго-востоке впадины, в том числе в пределах акватории Северного Каспия переходит в обширную моноклиналь, осложненную серией ступеней. «Эта система «относительно приподнятых» зон в плане близка к описанным ранее Астраханско-Актюбинской системе поднятий фундамента и нижнего яруса чехла…» [3, с. 49].

Общеизвестно, что к Прикаспийской синеклизе Русской плиты Восточно-Европейской древней платформы с юга примыкает северная полоса тектонической структуры, относящейся к эпигерцинской Туранской плите, которую группа казахстанских ученых [3] обособляет под названием «*Северо-Кавказско-Мангышлакская нефтегазоносная провинция*». Северная полоса этой крупной структуры оказывается в пределах акватории Северного Каспия и его континентального обрамления. Данную полосу некоторые российские ученые относят к северной части «Бозащинско-Мангышлакской системы поднятий» [10] или «Карпинско-Мангышлакской приподнятой зоны» [13]. Казахстанские геологи-нефтяники эту структуру обособляют под названием «Бозащинская система дислокаций» [4,7]. Как бы то ни было, верхнепалеозойско-мезозойский разрез этой полосы, как в геологическом, так и структурном отношении отличается от своих аналогов в пределах Прикаспийской синеклизы. Поэтому будет не лишним очень кратко остановиться на структурно-тектонических особенностях и этих комплексов.

Общеизвестно, что роль складчатого фундамента в этой части рассматриваемого региона играют интенсивно дислоцированные образования палеозойского комплекса. Структуры поверхности фундамента характеризуются блоковым строением, что вызвано сдвиговыми деформациями, ориентированными в основном в северо-западном направлении. Линейные структуры палеозойского фундамента особенно характерны Бозащинской системе дислокаций. В то же время, в пределах региональных структурных элементов выделяется серия зональных отрицательных и положительных структур, которые установлены и в пределах акватории Северного Каспия.

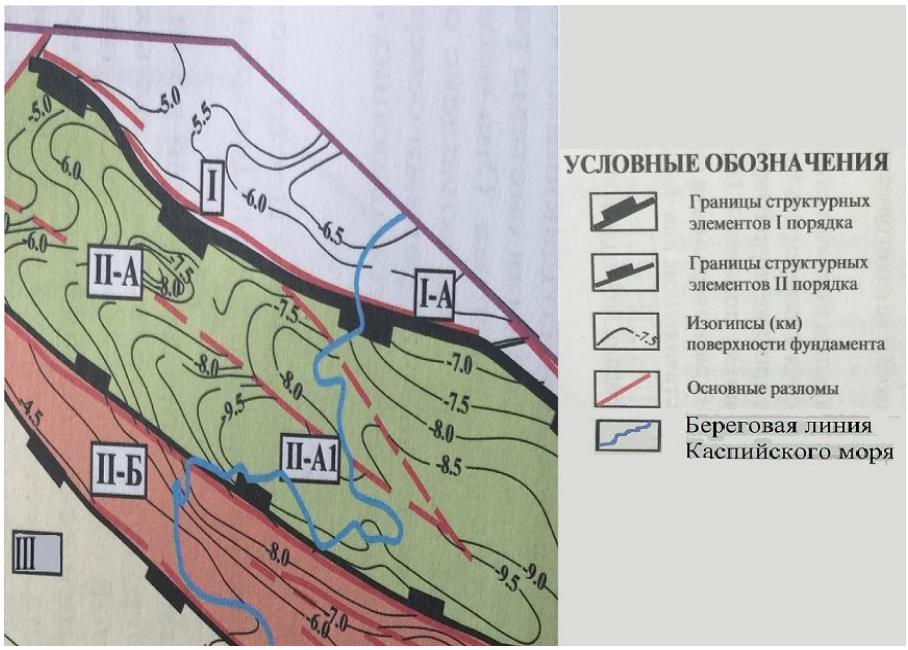


Рис. 4. Схема структурного районирования фундамента Северо-Кавказско-Мангышлакской нефтегазоносной провинции
I – Карпинско-Бозащинская складчато-надвиговая зона; I-А – Бозащинский свод; II – Мангышлакско-Устюртская система прогибов и поднятий; II-А – Северо-Каратауская система прогибов; II-А1 – Южно-Бузачинский прогиб; II-Б – Цетрально-Мангышлакская система поднятий; III – Средний Каспий

Как видно из рисунка 4, в акваторию Северного Каспия и его восточного континентального обрамления «заходят» фрагменты Карпинско-Бозащинской складчато-надвиговой зоны и Северо-Каратауской системы прогибов, являющихся представителями региональных структур. Первая из них представлена южной частью Бозащинского свода, вторая – северо-западным продолжением Южно-Бозащинского свода. К последней с южной стороны примыкает фрагмент региональной структуры Центрально-Мангышлакской системы поднятий, которая, в свою очередь контактирует с юга со структурами Среднего Каспия.

Разрез осадочного чехла данной части рассматриваемого региона можно разделить на три комплекса – триасовый, юрский и мел-палеогеновый.

Триасовский комплекс характеризуется более высокой дислоцированностью по сравнению с перекрывающими его юрскими отложениями. Это особенно касается зональных и даже локальных структур Бозащинского поднятия и Тюбкараган-Каратауской мегантиклинали. В формировании этих структур определяющую роль сыграли, вероятно, надвигово-сдвиговые деформации. Так или иначе, в пределах Северного Каспия довольно часто отмечаются ловушки тектонически экранированного типа применительно именно к триасовым отложениям.

Структуры юрского комплекса хорошо отслеживаются с помощью отражающих горизонтов V и III, соответствующих подошве и кровле юрских отложений. Комплекс присутствует повсеместно, он слабо дислоцирован и залегает на подстилающих отложениях плащеобразно. Применительно к этому комплексу довольно уверенно обособляются не только региональные и зональные структуры, но и локальные. В частности, в пределах Северного Каспия и его восточного континентального обрамления отмечаются фрагменты Бозащинского свода региональной Карпинско-Бозащинской складчато-надвиговой зоны, также как фрагменты Южно-Бозащинского и Северо-Каратауского прогибов Мангышлакско-Устюртской системы прогибов и поднятий. К последней структуре с юга примыкает фрагмент Западно-Мангышлакско-Прикумской ступени, относящейся уже к Среднему Каспию (Рисунок 5). Локальные структуры не нарушают морфологических особенностей зональных элементов. В частности, вдоль линейно вытянутых нарушений отмечаются локальные брахиантиклинали, с которыми могут быть связаны ловушки.

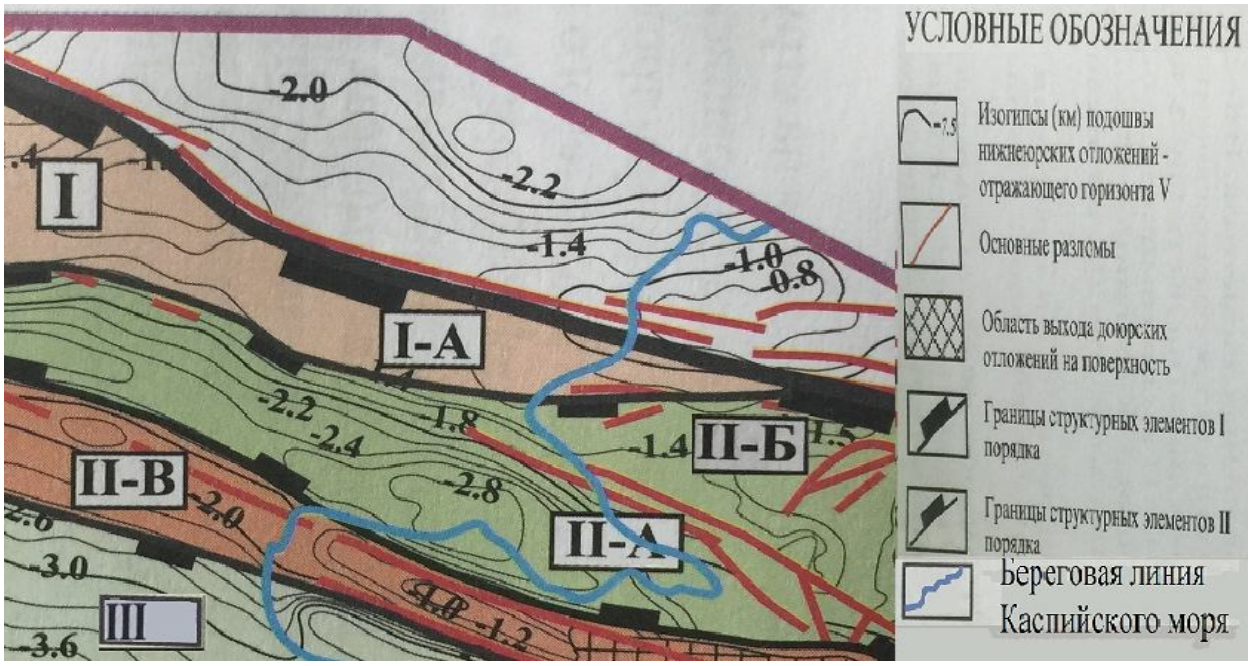


Рис. 5. Схема структурного районирования юрского комплекса Северо-Кавказско-Мангышлакской нефтегазоносной провинции

I – Карпинско-Бозащинская складчато-надвиговая система; I-А – Бозащинский свод; II – Мангышлакско-Устюртская система прогибов и поднятий; II-А – Южно-Бозащинский прогиб; II-Б – Северо-Каратауский прогиб; II-В – Западно-Мангышлакское поднятие; III – Средний Каспий.

Мел-палеогеновый комплекс хорошо выделяется между отражающими горизонтами III и II, соответствующими подошве и кровле комплекса. Структура рассматриваемой толщи повторяет в целом структуру подстилающего юрского комплекса, при этом она еще больше выположена **(Рисунок 6).**



Рис. 6. Схема структурного районирования мел-палеогенового комплекса Северо-Кавказско-Мангышлакской нефтегазоносной провинции

I – Карпинско-Бозащинская складчато-надвиговая система; II – Мангышлакско-Устюртская система прогибов и поднятий; II-А – Бозащинский свод; II-А1 – Южно-Бозащинский прогиб; II-Б – Северо-Каратауский прогиб; II-В – Тюб-Караган-Каратауская мегантиклиналь; III – Средний Каспий.

В целом, по особенностям формирования мезозойских структур, относящихся к эпипалеозойской Туранской плите, и отмечающихся в пределах Северного Каспия и его континентального обрамления, то здесь определяющую роль сыграли надвигово-сдвиговые процессы, формирующие линейные структурные элементы разного порядка и создающие блоки разной величины.

ЛИТЕРАТУРА

[1] *Ажгалиев Д.К.* Палеозойский комплекс Прикаспийского бассейна. Строение и перспективы нефтегазоносности //Материалы третьей Международной научной геологической конференции Атырау-Гео-2015. Атырау, 2015. С. 21-25.

[2] *Варламов А.И. и др.* Выявление и локализация нефтегазоперспективных зон и крупных объектов в подсолевых отложениях Прикаспийской НГП на основе современных технологий их регионального объемного моделирования и комплексного прогнозирования их емкостных свойств //Материалы третьей Международной научной геологической конференции Атырау-Гео-2015. Атырау, 2015. С. 16-19.

[3] *Даукеев С.Ж., Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А. и др.* Глубинные структуры и минеральные ресурсы Казахстана. Том 3. Нефть и газ. Алматы,, 2002. РГП «Информационно-аналитический центр геологии и минеральных ресурсов РК». 248 с.

[4] *Жолтаев Г.Ж.* Геодинамические модели и нефтегазоносность палеозойских осадочных бассейнов Западного и Южного Казахстана: Автореф. дис. ...докт. геол.-мин. наук. Москва, 1992. 52 с.

[5] *Жолтаев Г.Ж., Булекбаев З.* Тектоника и нефтегазоносность ботовых зон Прикасприйской синеклизы. Алматы, «Казахстан», 1975. 202 с.

[6] *Коломиец В.П.* Геологическое строение и прогноз нефтегазоносности локальных структур полуострова Бузачи: Автореф. дис. ...канд. геол.-мин. наук. Алматы, 1999. 30 с.

[7] *Марабаев Ж.Н., Жолтаев Г.Ж. и др.* Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Северного и Среднего Каспия. Астана, 2005. 195 с.

[8] *Матлошинский Н.Г.* Нефтегазоносность девонских отложений Прикаспийской впадины //Материалы второй Международной научной геологической конференции Атырау-Гео-2013. Атырау, 2013. С. 57-62.

[9] *Москаленко Б.Н. и др.* Перспективы обнаружения новых залежей углеводородов в подсолевых отложениях юго-востока Прикаспийской впадины //Материалы второй Международной научной геологической конференции Атырау-Гео-2013. Атырау, 2013. С. 70-73.

[10] *Мурзин Ш.М.* Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности акватории Среднего и Северного Каспия: Автореф. дис. канд. геол,-мин. наук. Москва, 2010. 32 с.

[11] *Нурсултанова С.Г.* Тектоно-седиментационная модель строения и нефтегазоносность доюрских отложений зоны сочленения Прикаспийской синеклизы с Туранско-Скифской плитой: Автореф. дис. канд. геол,-мин. наук. Алматы, 2003. 34 с.

[12] *Подколозин В.Ф., Шестоперова Л.В., Матжанов К.К., Жумалиева К.К.* Геологическое строение палеозойских отложений юго-восточной части Астраханского поднятия в связи с прогнозом фазового состояния углеводородных систем //Материалы третьей Международной научной геологической конференции Атырау-Гео-2015. Атырау, 2015. С. 90-93.

[13] *Попов А.Е.* Палеотектоническое обоснование перспектив нефтегазоносности мезозойских отложений Северного Каспия и его обрамления: Автореф. дис. ...канд. геол.-мин. наук. Волгоград, 2004. 32 с.

Сейітов Н., Төлегенова Г.П.

Солтүстік Каспий айдынын және оның континенттік жағалауларын жоғарыпалеозойлық-мезозойлық кешендер тұрғысынан құрылымдық-тектоникалық аудандастыру

Түйіндеме. Мұнай және газ кенорындарын болжау және іздеу барысында зерттелу аймағын құрылымдық-тектоникалық тұрғыдан аудандастыру мәселесінің өзіндік рөлі айтылған. Терең бұрғылау мен геофизикалық зерттеу деректері нәтижесінде Солтүстік Каспий айдыны ауқымында және оның континенттік жағалауларында бір-бірімен терең жарылымдар арқылы жапсарласқан бірнеше аймақтық блоктар дараланған. Жер қыртысының табаны көтеріңкі орналасқан блоктары шөгінді тысының қатқабаты мейілінше қалың болып келетін депрессияларға сәйкес келетіндігіне, көмірсутектердің ірі кенорындары нақ осы өңірлерге шоғырланғандығына баса назар аударылған. Қимасына көнелігі кешпалеозой-мезозой кезеңдеріне сәйкес келетін бірнеше ықтималды мұнайлы-газды кешендерді кіріктіретін бір топ аймақтық және белдемдік құрылымдар дараланған. Каспий маңы шөгінді алабының Солтүстік Каспий аумағына қарасты оңтүстік бөлігінде төрт түрлі ықтималды мұнайлы-газды кешен сипатталған, олар – эйфель-төменгі фран, жоғарғы фран-москва, қасымов-арт және жіктелмеген мезозой кешендері. Ал Каспий маңы алабымен оңтүстік жақтан жапсарласатын Тұран эпипалеозойлық тақтасының шет-пұшпағы (фрагменті) болып табылатын Солтүстік Кавказ-Маңғыстау мұнайлы-газды провинцияның солтүстік бөлігіне келер болсақ, оның ауқымындағы құрылымдардың триастық, юралық және бор-палеогендік кешендері аталып өтілген.

Кілт сөздер. Солтүстік Каспий; ықтималды мұнайлы-газды құрылымдарҢ әлеуетті кешендер.

Seitov N., Tulegenova G.P.

Potentially oil and gas structures and upper-mesozoic complex of Northern Caspian and its continental framing

Summary. The role of structural-tectonic zoning in study area with the forecast and the search for oil and gas fields. Based on the data of deep drilling and geophysical investigations within the Northern Caspian and the continental framing is allocated a number of regional blocks in contact with each other through deep faults. The attention that the blocks with the raised position of the earth's crust sole space corresponds to depressions in the sedimentary cover with a powerful cut sedimentary strata, which are associated with usually large hydrocarbon deposits. Apart a number of regional and zonal structures in the sections which outlines number of potential oil and gas complexes of Late Paleozoic-Mesozoic age. In the southern part of the Caspian sedimentary basin, geographically related to the North Caspian Sea, characterized by four promising complex - eifel-upperfransk, upperfransk-moscow, kasimov-artinskyi and undifferentiated Mesozoic. The fragment of EpipaleozoicTuran plate is in contact with the Caspian basin from the south and it is the northern part of the North Caucasus-Mangyshlak oil and gas province, in which are located within its structures highlighted the Triassic, Jurassic and Cretaceous-Paleogene complexes.

Key words: North Caspian, potentially oil and gas structures, prospective complexes

УДК 528.8.629.78

М.С. Ельдеева[1], К.Е. Абдрахматов[2], Ж.С. Айтмырзаев[1]
([1]ТОО «Институт сейсмологии», Алматы, Республика Казахстан
[2]Институт сейсмологии, Бишкек, Кыргызская Республика
seismology@seismology.kz, s_makpal88@mail.ru)

ГЛАВНЫЙ ДЖУНГАРСКИЙ РАЗЛОМ

Аннотация. Изучению активной тектоники различных регионов посвящено множество исследований. Особое внимание при этом уделяется активным разломам, так как они хорошо отражают характер современных напряжений и общую направленность процесса деформирования земной коры (Трифонов,1983). Одной из примечательных особенностей Южного Казахстана является наличие серии новейших разломов, которые начинаются от орогенической области (Тянь-Шань и Джунгарский Алатау) и протягиваются в северо-западном направлении, вспарывая тело Казахской платформы (Восточно и Западно Джунгарские, Джалаир-Найманский, Каратауский разломы).

Главный Джунгарский разлом четко наблюдается у подножия склонов гор Улькенсайкан, Баласайкан и Арганаты, отделяя их от Алакольской котловины. Зона Джунгарского разлома простирается в северо-западном направлении протяженностью свыше 300 км.

Ключевые слова: активный разлом, новейший разлом, грунтовая дорога, уступы, новейшая линия разлома.

Главный Джунгарский разлом на большей части территории прослеживается четкой линией и на значительном протяжении проходит непосредственно у основания склона Джунгарского Алатау. Местами он несколько отступает от подножия гор и протягивается на поверхности предгорного четвертичного шлейфа. На других участках, наоборот, линия разлома заходит в окраинные части хребта, где особенно хорошо виден четкий шов, рассекающий палеозойские и кайнозойские отложения, при этом плоскость сместителя либо залегает вертикально, либо круто (70—80°) наклонена к юго-западу. Так, например, на юге Джунгарских ворот, в районе реки Тентек, Джунгарский разлом выражен четкой седловиной, шириной в несколько метров, по которой проходит грунтовая дорога либо тропа (рисунок 1).

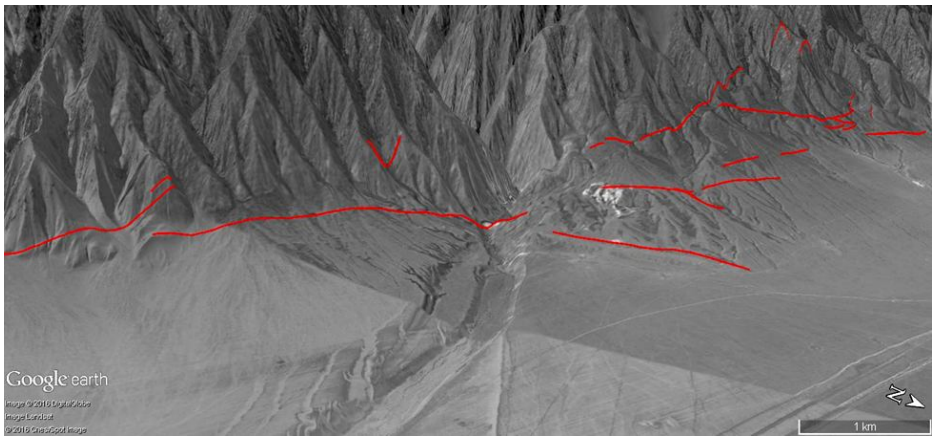


Рис. 1. Структурный рисунок в районе долины Р.Ргайты.

По обе стороны от седловины залегают резко различающиеся по составу и возрасту палеозойские отложения (Войтович, 1969): к северо-востоку—кремнисто-алевролитовые породы верхнего девона — турне, простирающиеся примерно столь разлома и залегающие с вертикальными углам и падения, а к юго-западу— карбонатно-терригенные отложения визе и намюра — среднего карбона, слои которых падают к югу и юго-западу под углами от 50 до 60—70° и срезаются линией разлома. В канавах, вскрывших разлом, видна неширокая (в несколько метров) зона дробления в палеозойских породах, местами — бурые ожелезненные окремненные массивные породы шириной выхода от 0,5 до 2—3 м.

К северо-западу от р. Ргайты Главный Джунгарский разлом несколько отличается по морфологии от его отрезка, расположенного в Джунгарских воротах.

Здесь линия разлома не была повсеместно обновлена в конце верхнего плейстоцена — голоцене и местами, вследствие этого, не выражена четким уступом в рельефе. Кроме того, здесь отсутствуют очень характерные для Джунгарских ворот рвы (провалы). К северо-западу от горы Актас по разлому наблюдается уступ (от нескольких до 10—20 м) к юго-западу на поверхности предгорного пролювиально-делювиального шлейфа. Близ устья ручья Токты, к северо-востоку от линии разлома, на 30—40 м над поверхностью верхнечетвертичного предгорного шлейфа возвышается холм Караултобе, хорошо видный издалека и сложенный нижне-среднечетвертичными делювиально-пролювиальными отложениями.

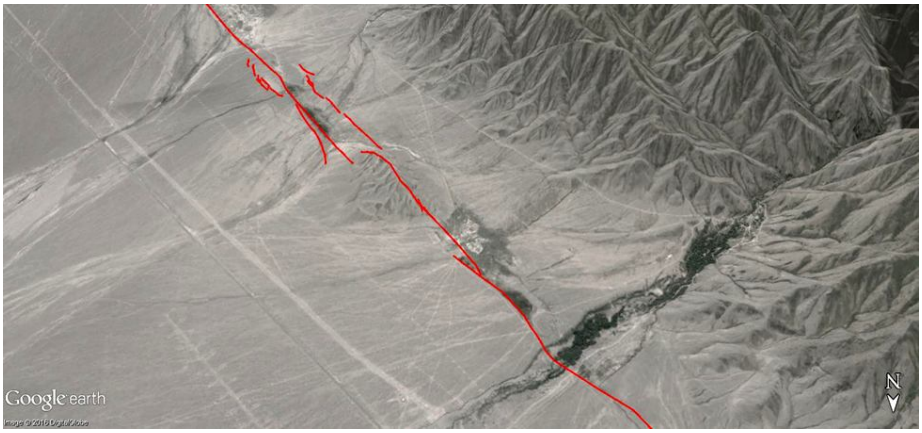


Рис. 2. Структурный рисунок Джунгарского разлома в устье р. Токты

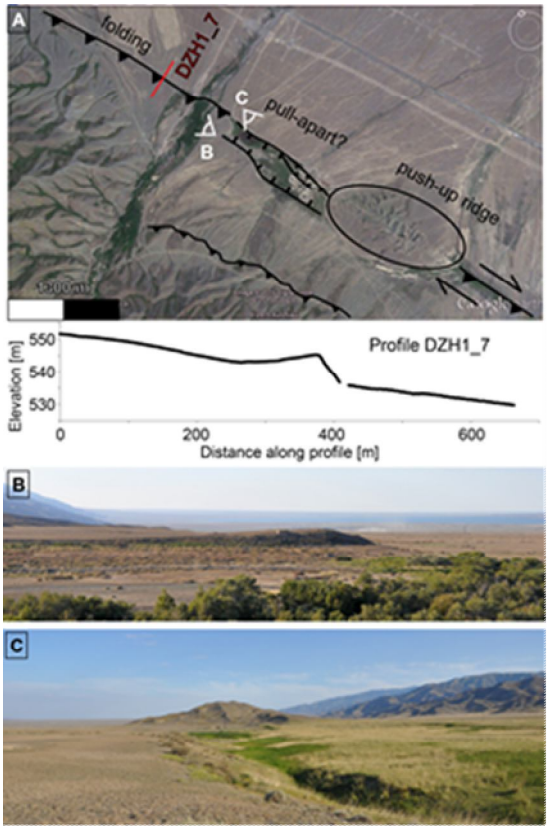


Рис. 3. Особенности деформационных процессов на месте 3.

(A) по простиранию разлома мы наблюдаем разлом / сгиб уступы, сложенные террасы, вероятно, нагрузочный друг от друга структуру и пуш-ап хребет. Вторая цепь разломов проходит вдоль основания горного фронта. Высотной профиль обладает коротковолновой складывание. Обратите внимание на различные масштабы осей. (B) Вид в сторону согнутой террасу, где находится профиль DZH1_7. (C) Вид к пуш-ап хребта с признаками грабеновых впереди. (Grutzner et.,al, 2015)

Еще далее к северо-западу Главный Джунгарский разлом обычно выражен более или менее прямолинейным в плане уступом к северо-востоку высотой от нескольких до первых десятков, реже сотен метров. К северо-востоку от него развиты отложения верхнечетвертичного делювиально-пролювиального шлейфа, а к юго-западу — более древние нижне-среднечетвертичные отложения, из-под которых местами выступают красно-бурые глины миоцена. Местами линия разлома распадается на сближенные, кулисообразно расположенные отрезки. Северо-западнее р. Жаманты до окончания Джунгарского Алатау. Главный Джунгарский разлом проходит непосредственно у основания склона хребта. На отдельных участках он не выражен четкой единой линией, а наблюдается ряд сближенных разрывов с небольшими уступами по ним (рисунок 4).

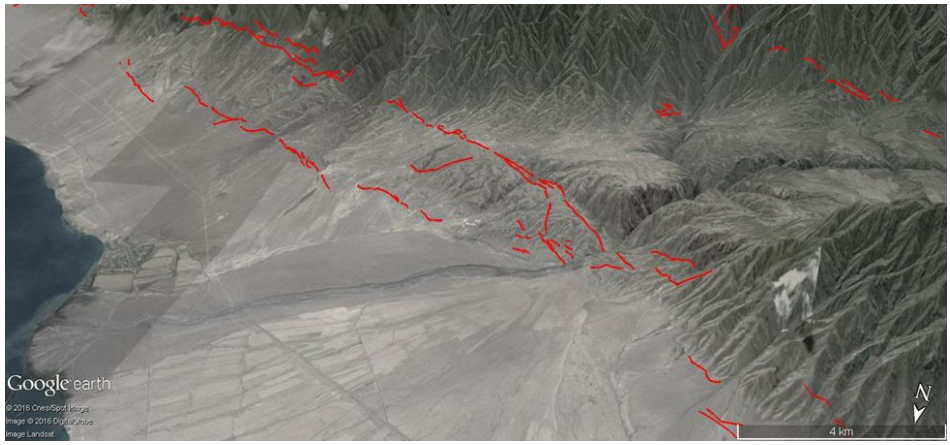


Рис. 4. Структурный рисунок Джунгарского разлома в устье р. Жаманты. Вид с Севера

К северо-западу от Джунгарского Алатау разлом продолжается среди рыхлых четвертичных отложений Алакольской впадины в виде уступа к северо-востоку высотой от нескольких до 100—150 м, вдоль которого на отдельных участках выступают красно-бурые глины миоцена

Главный Джунгарский разлом четко наблюдается у подножия склонов гор Улькенсайкан, Баласайкан и Арганаты, отделяя их от Алакольской котловины; однако между этими островными горами на равнине разлом дешифрируется слабо заметной, иногда исчезающей линией на аэрофотоснимках. На северной оконечности гор Арганаты (рисунок 5), непосредственно к северо-востоку от линии разлома, выраженной здесь глубокой седловиной, выходят нижнесилурийские зеленоцветные и желтовато-серые терригенно-туфогенные отложения с мраморизованными известняками, которые очень резко отличаются от монотонных темно-серых кремнистых алевролитов и яшмовидных пород визе и верх-него девона — турне, развитых в другом его крыле (Войтович, 1969). Здесь, так же как и в районе Дурной речки и горы Актас, четко видно, что новейшая линия разлома, выраженная в рельефе, возникла над крупным палеозойским швом.

В Прибалхашье к востоку от горы Тюлькулам прямолинейная линия Главного Джунгарского разлома резко отделяет палеозойские образования мелкосопочных гор от рыхлых четвертичных отложений Алакольской котловины.

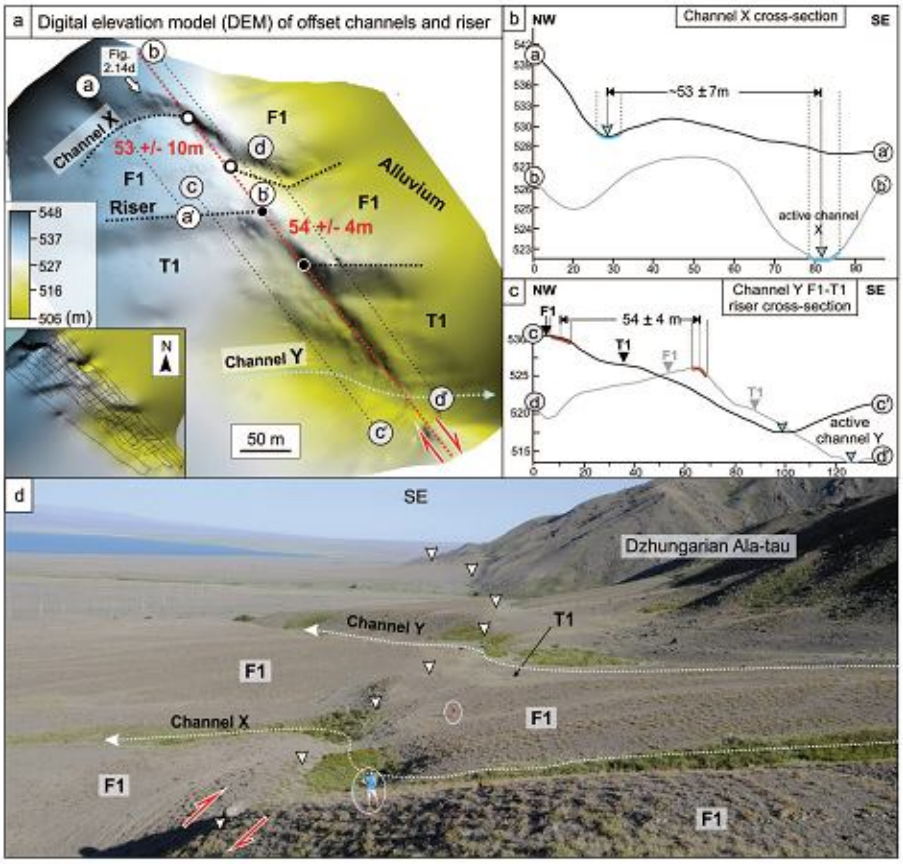


Рис. 5. Джунгарский разлом, Алаколь скольжения скорости место (Campbell et.,al., 2015). (A)

Дифференциальная Глобальная система определения местоположения (ДГСОМ), полученные цифровой модели рельефа (ЦМР) Джунгарского разлома противоположной Алаколь, искусственно освещен от СВ. ЦМР была сделана подгонки поверхность минимальной кривизны к ДГСОМ x,y,z точки обзора, пересечение которых показано в карте вставки. ~54 ± 4 м правой боковой скольжения восстанавливает смещение множество реки стояк из канала Y ЮЗ и СВ Джунгарского разлома (проникающие точки для этого восстановления показаны в виде черных кругов, изложенных в белом).

~53 ± 7 м правого бокового скольжения восстанавливает тальвег активного канала X, ЮВ и северо-востоку от Джунгарского (проникающие точки для этого восстановления показаны как черные круги, обрисованные в общих чертах белые в цвете); (Б) и (с) показывают, топографическая профиль через канал X и стояка F1-T1, соответственно; желтый профилем сечения ограничивают минимальные и максимальные отклонения от «лучшей» проникающие точки и используются для оценки смещения набор ошибок (см. раздел 2.5.1); (D) вид ~ЮВ по простиранию от 45◦35'N, 82◦02'E, показывая правый в боковом направлении смещения и далее набор каналов X (на первом плане) и Y (фон).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Курдюков К.В. Современные разломы вдоль подножия Джунгарского Алатау, //Природа, 1953, № 12.

[2] Трифонов В.Г. Позднечетвертичный тектогенез, М., Наука, 1983, 224с.

[3] Войтович В.С. Природа Джунгарского глубинного разлома. М., Наука, 1969, труды выпуска 183.

[4] Abdrakhmatov, K. Y., Aldazhanov, S. A., Hager, B. H., Hamburger, M. W., Herring, T. A., Kalabaev, K. B., Makarov, V. I., Molnar, P., Panasyuk, S. V., Prilepin, M. T., Reilinger, R. E., Sadybakasov, I. S., Souter, B. J., Trapeznikov, Y. A., Tsurkov, V. Y., and Zubovich, A. V., Relatively recent construction of the Tien Shan inferred from GPS measurements of present-day crustal deformation rates:// Nature, 1996 v. 384, p. 450-453.

[5] Avouac, J. P., Tapponnier, P., Bai, M., You, H., and Wang, G., 1993, Active thrusting and folding along the northern Tien-Shan and late Cenozoic rotation of the Tarim relative to Dzungaria and Kazakhstan: Journal of Geophysical Research, v. 98, p. 6755-6804

[6] Paleoseismology. Edited by J. P. McCalpin, Academic press. 1996. 587pp.

Ельдеева М.С., Абдрахматов К.Е., Айтмырзаев Ж.С.

Басты Джунгар жарқшағы

Түйіндеме. Мақалада Үлкенсайқан, Баласайқан және Арғанаты тау етегін Алакөл шұңқыры бөліп тұрған тау бөктерлерінде байқалатын Басты Джоңғар жарықшағы қарастырылған. Сандық модель бедері мәліметтерінен алынғын қарама-қарсы жағынан Алакөл Джоңғар жарықшағын орналасқан жерін анықтау дифференциалды ғаламдық жүйесі солтүстік шығыстан жасанды жарықтандырылды. x,y,z барлау нүктесінің орналасқан жерін анықтау ғаламдық жүйесі жер бетін минималды қисайтуын қиылыстыру сандық модель бедері жасалды.

Ключевые слова: белсенді жарықшақ, жаңа жарықшақ, қара жол, ойықтар, жаңа жарықшақ желісі.

Yeldeyeva M.S., Abdrakhmatov K.E., Aitmyrzayev Zh.S.

The main Dzhungar fault

Summary. The article considers the main Dzhungar fault, which is observed at the foot of the slopes of the mountains Ulkensaykan, Balasaykan and Arganaty, separating them from Alakol basin. Differential Global Positioning System (DGPS) derived, Digital Elevation Model (DEM) of the Dzhungarian fault opposite Alakol, artificially illuminated from the NE. The DEM was made by fitting a surface of minimum curvature to the DGPS x,y,z survey points.

Key words: active fault, newest fault, dirt road, уступы, scarps, newest fault line.

Sh.K. Khodjaev, G. Aganiyazova

(Казахстанко-Немецкий унивеситет, Алматы, Республика Казахстан, xodjayev.shovkat@mail.ru)

Role of NDVI measurements by satellite images in case of Chirchik river basin in Uzbekistan

Abstract. Paper describes implementation of geo-information system, in order to define crop classification in the research area of Chirchik region. The Landsat data image was obtained from United States Geological Survey (USGS) glovis.usgs.gov. A land use classification was done for the year 2015 using the temporal evolution of the Normalized Difference Vegetation Index and was highlighted for the two main crop, cotton and wheat, in year 2015. Finally, was created a graphs for each crop, which illustrates level of vegetation index per month within the area. Based on collected data (index) were determined crop classification and its areas.

Key words: GIS, satellite images, remote sensing, Crop classification, NDVI, vegetation cover, crops classification

Introduction

Currently, the Central Asian countries face a problem which consists in water scarcity due to the climate change and grow population, whereas excess water is often applied to the main irrigated crop. In Uzbekistan, that leads to severe problems of agricultural land and further to the drying of the Aral Sea. This study area is located the upper part of the Syrdarya river basin and influence of change in the situation Aral Sea. If we use a new module in all regions and rivers it can mitigation climate changed and water shortage as well as together with that increase of crops productivity

Now days in the world of water one of the problems with the population growing every year and the water remain less and less. In the field of agriculture, water management comes down to sourcing and delivering an appropriate amount of water at the limited time to maximize the productivity of crop, as well as minimizing the flooding of agricultural fields to optimize the growth of crops [1].

In the area of agriculture, if farmers hope take maximize the productivity growth of crop that will ensure need an appropriate amount of water for plants. But water does not always give during necessary time or do not always give in the right quantity. As well as water distribution depends on many factors, the main one is crops classification.

The crop classification modelling is the satellite images for the estimation of the grown crops; collection of data on groundwater level; to conduct analysis of dynamics of irrigation land changes. In order to prove above was conducted a hydrological model for data collection with transferable methods GIS within Chirchik region.

Chirchik - is the main water body supplies drinking and irrigation water the capital of Uzbekistan and some rural areas. It's partly formed at the Kyrgyzstan and Kazakhstan territory of, in the middle and final part flow through the territory of Uzbekistan and has a transboundary character (Figure 1) [2].

The area of this district is 268 219, 72 ha where a surface of fields net is about 226 994, 65 ha and settlements 41 223,87 ha. According to the state procurement system, mainly cotton and winter wheat are

grown under irrigation. The climate in the study area is a continental climate with cold winter and very hot and dry summer.

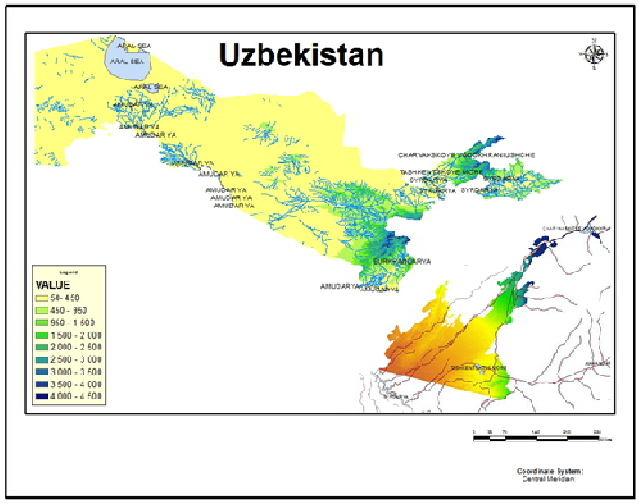


Figure 1: Geographical situation

NDVI measurements by satellite images

The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is calculated from the visible of infrared light reflected by vegetation green plants. Thus index is NDVI range varies between -1 and +1. Negative values of NDVI are assigned as to deep water while positive values represent vegetation cover. The Closest from 1 is area with very high density of vegetation [3].

Based on high resolution image provided by using the USGS Landsat 8 product, a composite was created which comprised eight images covering in the Chirchik river basin. Each image was processed by using GIS software and a composite tool was then performed based on the spatial information of each image. Also was cleaning image with atmospheric reflections of using GIS software of tool map algebra and thus avoid to influence of atmospheric dust inside image. This method allows picturing each field with the clean area [4].

This work was done using raster calculator in GIS for ETM+ red band (4) and near infrared band (5).

First, spectral radiances were converted to Top of Atmosphere (TOA) reflectance using the equation:

$$\rho\lambda = \frac{M\rho * Qcal + A\rho}{\sin(\theta se)}$$

$M\rho$ = Band – specific multiplication rescaling factor from the metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, where x is the band number)

$A\rho$ = Band – specific additive rescaling factor from the metadata (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, where x is the band number)

$Qcal$ = Quantized and calibration standard product pixel values (DN)

θse = Local sun elevation angle. The scene center sun elevation angle in degrees is provided in the metadata (AUN_ELEVATION)[4].

Finally, NDVI was computed using the equation:

NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)

Where NIR and Red are the spectral reflectance of the vegetated land surface in the near infrared (Band 5) and red (Band 4) Landsat 8 bands, respectively [4].

NDVI data were extracted, object based, for each month independently and final was composite all month 2015 year in the study area for create crop classification. Crop classification method used for determine plants growing in the research zone, so it might possible to facilitate a database in terms of crop types and required amount of water.

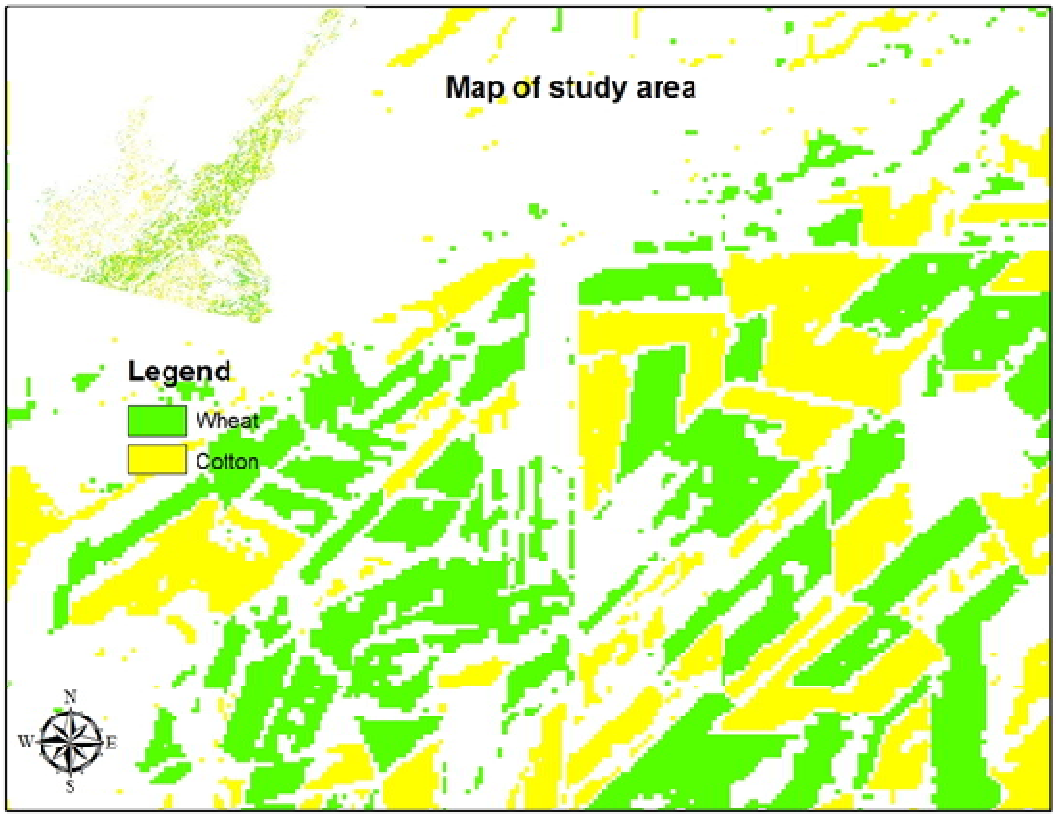


Figure 2: Land use classification over Chirchik river basin for year 2015

Figure 2 illustrate variety of crop types distributed within the Chirchik district. Also, we can see that fields have been divided or joined probably in response in the Chirchik agricultural.in each region have different type of crop classification based on the climate conditions and other factors.

Moreover, it could be get a more detailed information regarding croplands. In case of Chirchik was defined types of crops and its squares, amount of water per month.

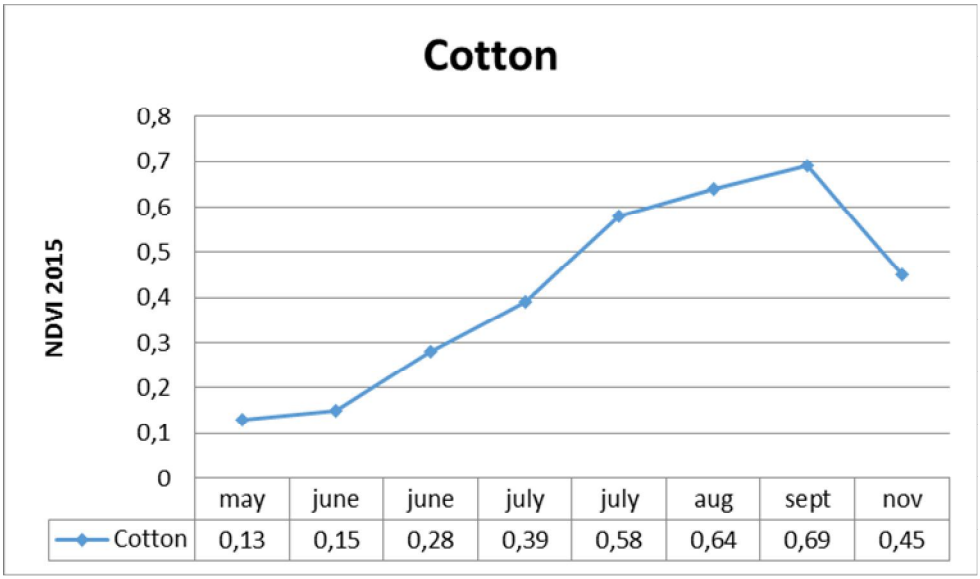


Fig.1. NDVI index of cotton

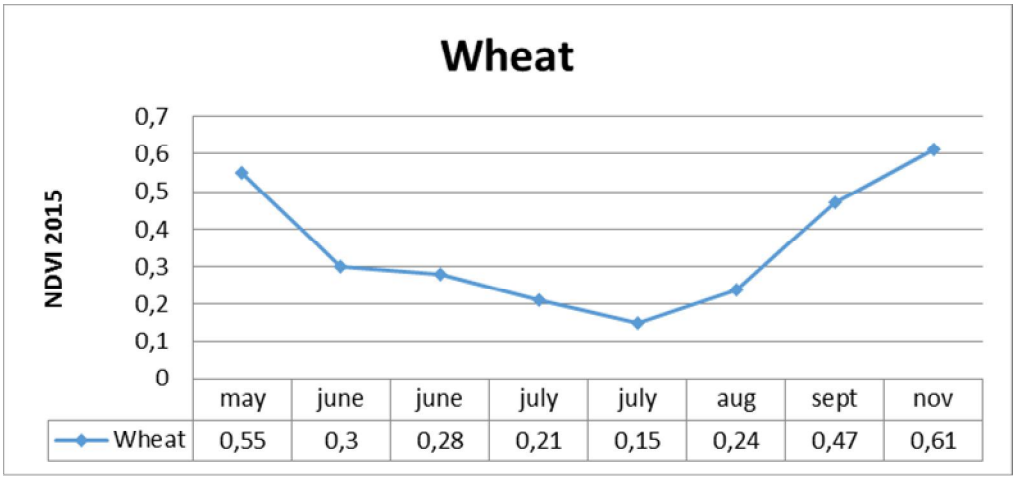


Fig.2. NDVI index of wheat

Table 1: **Classification of crops indicating hectares and percentage**

Class Name	Area (ha)
Cotton	27607,2
Wheat	40749,5
Rice	13669,6
Settlements	41 223,87
Field	226 994,65
Others crops	144968,35

The study area

Finally it was emerge all received data into the Table 1, which classified types of crop within Chirchik region expressed by ha and percentage.

Cotton shows a slight increase between May – June (date of sowing) till the end of September – beginnings of November (date of harvesting). The figure table-1 shows an average of NDVI values in 2015 for all fields which were classified under a given crop. Construction of NDVI trends for each crop is based on knowledge of the vegetation period for wheat, double cropping, usually wheat followed by vegetables and cotton. Indeed, wheat shows highest values in May before harvesting when crop cover is the most important. As for fields under double cropping, an increase of NDVI is observed after wheat harvesting and the associated NDVI decrease.

Thus, operating of the methods could lead to the rational and effective usage of water in real time to withdrawal for future. Furthermore, described methods emerge collected data into database, so it could be possible to create an automated model to control water distribution processes within the region. Advantages of the model are:

- To facilitate a database in terms of time, amount of water distribution within the region
- Real-time data access
- Amount of evapotranspiration within the region

The model will itself calculate all the parameters based on the results automates watering of the crops. It would determine required volume of water per hectare, depending on crops type and control the whole process. Thus, it will make sense to make a withdraws for the next period, and to foreseeing water shortages periods.

New technologies required for upgrade the hydro posts with in regions by installation of modern equipment's due to transfer accurate data in terms of exist amount of water in reservoirs, rivers using radar and laser devices. Also the program module will calculate volume of required water for crops consider daily temperature.

Proposed model based on determination temperature and precipitation data, calculation of evapotranspiration in the research region. Moreover, it makes possible to determine the real amount of water for plants and gives accurate data regarding the watering dates, It would be given a number of water required for definite crop per hectare, By integrating above options could be facilitate a module in order efficiency use of water within region.

Conclusion

Nowadays, researchers have elaborated different methodologies for the assessment crop classification and definition of the type of crop and others. The choice of the methodology that can be applied in every single case depends on the climate conditions and earth that are in place on the study area. Taking into account all the factors in the Chirchik river basin was chosen as methodology the one of the best and reliable results nowadays showing in the world.

Solution optimize system water management with use new module and remote sensing can be an effective management of water resources in addition obtain increase crop productivity in agriculture system.

In addition, if will be use new methods in the agriculture, then can will be created standardized model for supply of an appropriate amount of water in irrigation field. This model will give an accurate an appropriate amount of water for each crop growing in the field and showing watering date.

REFERENCES

[1] Oh Changjo, Lee Jaehyuk, Lee Koanho and others Development of Smart Agricultural Water Management System using IoT Technology. ICID 2015

[2] A. Gafurov, J. Gotzinger, A. Bardossy. Hydrological modelling for meso-scale catchments using globally available data. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, European Geosciences Union, 2006, 3 (4), pp.2209-2242. <hal-00298752>

[3] BASTIAANSSEN, W.G.M., MENENTI, M., FEDDES, R.A., HOLTSLAG, A.A.M., 1998, A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL), 1.Formulation, Journal of Hydrology, pp 198 – 212

[4] Thomas J. Jacksona, Daoyi Chenb, Michael Cosha, Fuqin Lia, Martha Andersonc, Charles Walthall, Paul Doriaswamya, E. Ray Hunt. Vegetation water content mapping using Landsat data derived normalized difference water index for corn and soybeans. Since direct, Remote Sensing of Environment 92 (2004) 475 – 482

Khodjaev Sh.K., Aganiyazova G.

Resume. Based on sattellied images was created a map of study area of Chirchik district in order to determine a crop classification. Based on collected data was calculated area covered by wheat and rice at Chirchik discrict. All data were expressed by hectar and percentage. Finally, were performed graphs for each yield, where could be observed the required amount water for each crop.

Key words: Chirchic district, vegetation cover, wheat, rice, land use classification, modeling

Ходжаев Ш.К., Аганиязова Г.

Резюме. Исходя из спутниковых снимков была создана карта исследуемой местности Чирчикской области. Был подсчитан вегетационный покров, на основе чего определены культуры: пшеница и рис. В конечном итоге, были построены графики на каждую из культур, из которых очевидно необходимое количество воды для каждой культуры.

Ключевые слова: Чирчикская область, растительный покров, пшеница, рис, классификация использование земли, моделирование.

УДК 574.632

[1]З.А. Рузматова, [2]С.А. Газизода
([1]Казахстанско-немецкий университет,
Алматы, Республика Казахстан, zarinaruzmatova2010@list.ru,
[2]Таджикско-Славянский университет, Душанбе, Республика Таджикистан)

К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ БАССЕЙНОВОГО ПРИНЦИПА В УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Аннотация. В статье затрагиваются вопросы трансграничного управления водными ресурсами, а также последствия от их нерационального использования. Растущая нехватка воды в регионе придает воде стратегическую значимость и обусловливает развития новых подходов управления на межгосударственном уровне. В сложившейся ситуации альтернативным решением является внедрение бассейнового принципа, требующего создание межгосударственного институционального механизма управления и распределения водными ресурсами. Рассматриваются предпосылки создания межгосударственных водохозяйственных комиссий, а также примеры успешного внедрения бассейнового принципа в отдельных странах.

Ключевые слова. Бассейновый принцип, МКВК, Кайракумское водохранилище, СССР, обслуживание нужд, межправительственные соглашения, пресная вода

После обретения независимости центральноазиатские республики столкнулись с необходимостью создания устраивающего всех механизма регионального сотрудничества в организации и поддержании управления водными ресурсами. На основе принятых в 1992 году межгосударственных соглашений о сотрудничестве в сфере совместного управления водными ресурсами из межгосударственных водных источников была создана Межгосударственная Координационная Водохозяйственная Комиссия (МКВК), которая должна была нести ответственность за совместное управление водными ресурсами. Позже (в 1993 году) с расширением Программы бассейна Аральского моря (ПБАМ) были созданы две новые организации: Межгосударственный Совет по Аральскому морю (МСАМ) для координации программы и Международный Фонд спасения Аральского моря (МФСА) для аккумулирования финансов и управления ими.

Следует отметить, что необходимость достижения интеграции управления водными ресурсами бассейна Аральского моря была осознана и подготовлена к моменту развала в ряде программных документах Минводхоза СССР и, в первую очередь, в согласованной со всеми государствами до приобретения ими суверенитета Бассейновой схеме комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР. Этот документ, в составлении которого участвовали соответствующие проектно-изыскательские и научно-исследовательские организации всех пяти республик определял принципы и физические объемы водораспределения в регионе с приоритетом орошаемого земледелия. Этот факт и в целом преобладание прежних советских правил в управлении водными ресурсами вызвал конфликт интересов между странами, расположенными выше и ниже по течению центральноазиатских рек.

Безусловно, следует согласиться*, что при составлении вышеуказанных схем были проанализированы все обстоятельства и условия, связанные с использованием водных ресурсов и были разработаны различные варианты размещения и развития производительных сил в регионе. Кроме того, были учтены демографические особенности в целом региона и каждой из республик. Также не должно вызывать возражение, что водохозяйственные проблемы в современной Центральной Азии имеют давнюю историю с начала строительства ирригационных каналов в 30-х годах прошлого века и строительства водохранилищ и гидроэлектростанций в послевоенные годы.

Так, в 1952-1956 гг. на территории Таджикистана было построено Кайраккумское водохранилище, которое обслуживало нужды Таджикистана менее чем на 30% , работая в основном на Сырдарьинскую ГРЭС и водохозяйственные цели Узбекистана и Казахстана. Это водохранилище с гидроэлектростанцией вместе с построенной в 70-х годах Нурекской ГЭС предназначалось для обслужива-

* Управление водными ресурсами. Проф. Салохиддинов А.Т., проф. Икрамов Р.К., Тимирова М.Н. – Ташкент, ТИМИ, 2013г. с.53

ния нужд всех соседних республик. Аналогично, запроектированная с необходимыми обоснованиями, расчетами и тщательной экспертизой в 80-х годах Рогунской ГЭС, строительство которой было осуществлено к моменту принятия 18.02.1992 г. Соглашения между Республикой Казахстан, Республикой Кыргызстан, Республикой Узбекистан, Республикой Таджикистан и Туркменистаном о сотрудничестве в сфере совместного управления использования и охраной водных ресурсов межгосударственных источников, более чем на 90%, соответствовала схеме использования водных ресурсов в рамках единой страны. Немаловажно, что Шуробская ГЭС на Вахше и Даштиджумская на Пяндже, строительство которых так и не началось, соответствовали этим же схемам и этому же единому подходу[†].

Соглашение от 18 марта 1992г., которое явилось основной вехой в организации регионального водохозяйственного сотрудничества между государствами, основано на принципах, установленных в советское время. Новые условия после обретения независимости характеризуются переоценкой приоритетов и целей, слабой экономикой, включая отсутствие прежних размеров федеральной поддержки водохозяйственной инфраструктуры, и воздействием трудного перехода всех государств к рыночной экономике (с различной скоростью этой реструктуризации в странах). Эти факторы являются решающими и требуют осмысливания новой ситуации и выработки нескольких иных принципов для управления водными ресурсами, эксплуатации и поддержания. Безусловно, на основе обобщения мирового опыта управления водными ресурсами.

Так, наиболее привлекательной стороной в программах реорганизации управления водным хозяйством центральноазиатского региона должна стать ориентация на бассейновый принцип. И это связано в первую очередь с тем, что речные бассейны - это относительно замкнутые экосистемы и с этой точки зрения водные ресурсы оказываются в некотором роде в привилегированном, особом положении в природных комплексах. Они представляют собой, по сути дела, системообразующий фактор, увязывающий в одно целое разнообразные проявления биологической жизни на территории. Бассейновый принцип тем и хорош, что он вносит в механизмы управления природопользованием территориальный аспект и придает ему особое звучание. Нужно ли удивляться после этого, что в мировой практике существует тенденция к объединению органов управления окружающей средой (ОС) и органов управления водными ресурсами. Такие комплексные структуры созданы, например, в Венгрии (Министерство ОС и водного хозяйства) и некоторых других странах. Бассейновый подход к управлению водохозяйственными системами сегодня уже не редкость. В большинстве стран в качестве основного производственного объекта управления принимаются водохозяйственные комплексы бассейнов крупных рек: в Польше их выделено 7, Великобритании - 10, Китае - 7, в Германии – 5.

Кроме этого имеются ряд межправительственных соглашений о купле-продаже воды, например, Судан продает на нефть пресную воду Саудовской Аравии; Турция продает воду в объеме 280 $м^3$/с по водоводу более 2000 км через Ирак в Саудовскую Аравию и Кувейт. Завоз пресной воды танкерами, проект привода буксировкой айсберга к берегам Иордании с последующим оттаиванием.

Сейчас в мире нет страны, которую не затрагивала бы в какой-то мере проблема пресной воды. В тропических странах также существуют проблемы пресной воды, т.к. по климатическим особенностям год делится на 2 периода: период дождей и сухой период. В дождливый период вода в избытке, а в сухом периоде – нехватка воды. Существует проблема сбора и сохранения вод дождливого периода и использование ее в сухой период.

Показателен в этом отношении наблюдающийся в странах Центральной Азии средний объем водопотребления[‡] для производства в 1 тонны пшеницы – 5000 $м^3$, риса – 30000 $м^3$, в то время как средний в мире[§] объем водопотребления для производства в 1 тонны пшеницы составляет намного меньше – 1790 $м^3$, и на 1 тонну риса – 2380 $м^3$.

В целом, трансграничное водное сотрудничество в рамках Водной конвенции ЕЭК ООН базируется на ряде ключевых принципов и обязательств. Это принцип справедливого и разумного использования вод, принцип устойчивости, принцип сотрудничества и мирного разрешения споров,

[†] Управление водными ресурсами. Проф. Салохиддинов А.Т., проф. Икрамов Р.К., Тимирова М.Н. – Ташкент, ТИМИ, 2013г. с.50

[‡] Субрегиональный обзор по реализации Повестки 21 в Центрально-Азиатском регионе «Вода, санитария и человеческие поселения». CAREC 2003

[§] Investing in Water for Food, Ecosystems and Livelihoods. Blue Paper. Stockholm 2004

обязательство предотвращения, а также обязательство ограничения и сокращения значительного трансграничного воздействия. Особая ценность этой конвенции и других природоохранных конвенций ООН заключается в рекомендациях по институциональной структуре для продвижения и развития трансграничного сотрудничества. Все водные взаимоотношения всегда рассматриваются на стыке встречных интересов, поэтому вероятность или само возникновение конфликта побуждают искать взаимоприемлемые решения, развивать и упрочивать «водную дипломатию». В мире насчитывается 276 международных бассейнов, объединяющих 145 стран. Водные ресурсы этих водотоков формируются на почти половине территории всей суши планеты. Но только треть трансграничных бассейнов управляется межгосударственными соглашениями, менее 10 бассейнов имеют межгосударственные инструменты регулирования, четко определяющие режимы работы водохранилищ, объемы экологических пропусков, правила распределения воды в период маловодья. Остальные по-прежнему управляются ситуационно и формируют определенную неустойчивость региональной водной безопасности, способной перерасти в конфликт. Формулировки норм глобальных водных конвенций, нормы международного водного права носят рамочный характер, не дают четких рекомендаций по использованию международных водотоков и управлению ими. К примеру, правило «справедливого и разумного использования воды» каждая страна толкует по-своему. Так, в мире всё шире развивается такое явление, как «гидроэгоизм», связанное не только с располагаемыми ресурсами, но и с самим принципом управления. Проявления этого «эгоизма» можно проследить как на внутригосударственном уровне, так и в межгосударственных взаимоотношениях, особенно ярко он проявляется в диспозиции «выше по течению – ниже по течению». В современном мире одной из принципиальных задач управления водными ресурсами всё более отчетливо становится задача формирования в рамках международного водного права этического кодекса пользования и управления водой. Недопустимо в современных условиях использование сопредельными государствами «водного фактора» как инструмента геополитического давления или влияния. Анализ положений действующих соглашений показывает современную тенденцию к смещению понимания основных проблем международного правового регулирования с вопросов распределения воды на вопросы качества воды и охрану окружающей среды. Важно отметить, что соглашения, заключаемые в последнее время, большей частью являются многоцелевыми и включают в себя детальные процедурные механизмы, что свидетельствует о реальном развитии принципов интегрированного управления водными ресурсами и институциональных основ трансграничного водного сотрудничества.[**]

Мировой опыт свидетельствует, что экологически безопасное водопользование и сохранение чистоты вод зависят и в значительной мере обусловлено управленческими подходами, степенью рациональности использования водных ресурсов, их охраной и восстановлением. Таким образом, ключ к решению этих задач – бассейновый принцип управления с передачей решающего голоса при принятии решений общественности.

И в качестве положительного опыта и заимствования в регионе ЦА представляет интерес апробированная в ряде стран Европы и мира модель управления водными ресурсами, ядром которой являются речные бассейновые советы. Они призваны создать платформу для диалога и сотрудничества между органами государственной власти и местного самоуправления, водопользователей, ученых, представителей общественности. Именно этот орган разрабатывает направления водной политики в бассейне, утверждает оперативные и стратегические планы управления, устанавливает ставки платежей за разные виды водопользования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Селиверстова М. В. Вода как стратегический ресурс/В кн.: Экологическая безопасность и природопользование с.263-268

[2] Субрегиональный обзор по реализации Повестки 21 в Центрально-Азиатском регионе «Вода, санитария и человеческие поселения». CAREC 2003.

[3] Управление водными ресурсами. Проф. Салохиддинов А.Т., проф. Икрамов Р.К., Тимирова М.Н. Ташкент, ТИМИ, 2013г.

[4] Investing in Water for Food, Ecosystems and Livelihoods. Blue Paper. Stockholm 2004

[**] Селиверстова М. В. Вода как стратегический ресурс/В кн.: Экологическая безопасность и природопользование с.263-268

Рузматова З.А., Газизода С.А.

Су басқаруға бассейндік ұстанымдарды енгізу мәселесі

Түйіндеме. Мақала бүгүнкі уакыттагы ведомство аралық су шаруашылығы ұйымдарының пайда болуымен мәмілелер және олардың өзектілігі каралады. Бассейндік ұйымдарын эмпирикалық талдау авторы нығайтуға және Тәжікстан су ресурстарын басқарудың бассейндік ұйымдардың кең ауқымды енгізілуін ұсынады, сондай-ақ трансшекаралық ресурстарын тұрғысынан халықаралық өзен бассейндерін басқару тәжірибесі қаралды.

Түйінді сөздер: экологиялық қауіпсіздік, су құқық, гидроэгоизм, су жетіспеушілігі

Ruzmatova Z.A., Gazizoda S.A.

On introduction of basin principle in water management

Summary. The article deals with the emergence of inter-agency water management organizations and their relevance for today. Empirical analysis of Basin Organizations was held, after which the author proposes strengthening and large-scale introduction of basin organizations in water resources management in Tajikistan. There were reviwed an international experience of basin management in terms of transboundary water resources.

Key words: ecological safety, water law, hydroegoism, water shortages

УДК: 913:58 (282.255.582)

[1]Ж.Т. Мукаев, [2]Ж.О. Озгелдинова

([1]Государственный университет им. Шакарима, г.Семей Казахстан,
[2]Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан,
zhandos.mukaev@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

Аннотация. Рассматривается влияние рекреационной деятельности на растительный покров территориальных рекреационных систем озера Алаколь. Приведена классификация стадии дигрессий, растительного покрова, основанная на шкале дигрессий разработанной Н.С. Казанской, с учетом природных особенностей исследуемой территории. Для обеспечения репрезентативности полученных результатов проведено сравнение основных показателей с эталонными участками. Выявлены основные виды (индикаторы) растений, наиболее толерантные к рекреационному воздействию. Даны рекомендации для снижения негативного рекреационного воздействия на растительный покров территориальных рекреационных систем.

Ключевые слова: рекреационная деятельность, растительный покров, дигрессия растительного покрова, территориальные рекреационные системы, озеро Алаколь.

Основными функциями растительного покрова в территориальных рекреационных системах являются две: стабилизирующая и эстетическая, которые могут рассматриваться как определяющие при выборе путей использования и охраны растительности. Нарушения стабилизирующей функции могут, проявляться в виде усилении процессов дефляции и эрозии. Наличие, разнообразие и контрастность растительности – важные составляющие эстетической ценности территориальных рекреационных систем. Дигрессия растительного покрова приводит к утрате эстетической привлекательности и комфортности территории используемой для отдыха.

Оценка современного состояния растительного покрова производилась в зависимости от основных факторов трансформации растительности, связанных с рекреационной деятельностью человека. Для оценки степени антропогенной нарушенности растительности на каждом участке были проведены описания по стандартной схеме геоботанических исследований: фиксировалась высота растений, проективное покрытие, фенологическое состояние.

Для характеристики процессов трансформации природных комплексов и определения норм рекреационного воздействия на прибрежные ландшафты озера были выбраны участки на восточном побережье озера Алаколь вблизи села Кабанбай.

Изучение растительности проводилось нами по общепринятой методике геоботанических исследований Л.Г. Раменского [1]. Были выбраны 3 аналогичных участка, которые отражали разную степень рекреационной дигрессии. Площадь каждого участка составила около 1 га (100×100 м). Описание травянистого покрова осуществлялось нами – на учетных площадках по 1 м^2 в 3-кратной по-

вторности. Обилие растений учитывали путем подсчета количества стеблей каждого вида в пределах пробных площадок.

На каждой стадии рекреационной дигрессии были заложены пробные площади, где располагались полигоны трансекты. Выбор в качестве контрольных замеров трансектного метода обусловлен тем, что трансектный метод изучения рекреационного фитоценоза неоднократно апробировался в исследованиях Н.Л. Горбачевской, В.Г. Линника [2]; В.В. Непомнящего [3]. Для всех видов травянистых растений определялось состояние с использованием специальной шкалы Н.Л. Горбачевская, В.Г. Линник [2].

Для оценки состояния степени нарушенности растительности нами принята следующая классификация стадии дигрессий растительного покрова, основанная на разработанной Н.С. Казанской шкалы дигрессий растительного покрова, с учетом природных особенностей исследуемой территорий [4].

I стадия. Тропинки занимают не более 5% площади. Травяной покров не нарушен. Фоновая, неизменная растительность, деятельность человека не внесла в природный комплекс сколько–нибудь заметных изменений;

II стадия. Выбитые участки занимают до 10-15% всей площади. Травянистый покров мало нарушен. Слабая степень нарушенности растительного покрова, растительность примята вдоль тропинок;

Ш стадия. Выбитые участки составляют 15-20% площади, травянистый покров нарушен. В результате посещения природных комплексов (рекреационных территории) людьми появилась сеть тропинок, растительность вдоль тропинок повреждена;

IV стадия. Выбитые участки составляют 20-60% территории. Травяной покров деградирующий. Тропинки густой сетью окутывают прибрежные ландшафты, происходят изменения в видовом составе доминатов, видовой состав сообщества изменен и обеднен, появляются рудеральные виды;

V стадия. Выбитая часть составляет до 60-100% территории. Травянистый покров, характерный для данных условий местопроизрастания, деградирован. Значительная часть площади лишена растительности, сохраняются лишь пятна, фрагменты сорняков и однолетников. Наблюдается площадное вытаптывание, почва плотная и вытоптанная.

Безопасной можно считать такую нагрузку, при которой в природном комплексе не происходит необратимых изменений. Воздействие таких нагрузок на природный комплекс приводит его ко II или III стадиям рекреационной дигрессии. Если, при I и II стадиях дигрессии нагрузка на природные комплексы считается вполне допустимой, то на III стадий рекреационная нагрузка будет считаться предельно допустимой. Когда природный комплекс переходит с III в IV стадию дигрессии, т.е. превышает границу устойчивости, рекреационные нагрузки, воздействующие на него, считаются опасными. Переход природного комплекса с III на IV на стадию развития на первый план выходят уплотнение и нарушение свойств почв. Разрушаются берега водоемов, на наклонных участках начинается развитие оврагов. Поэтому разрушение природного комплекса на IV и V стадиях дигрессии можно принять за необратимый процесс.

Л.Я. Курочкина к основным негативным воздействиям на растительность в пределах Алаколь–Сасыккольской группы озер отнесла черезмерный выпас скота, нерегламентированное сенокошение с выжиганием кустарников и лоха, рубки леса, рудеральное загрязнение. На месте нерегулируемых и неосвоенных сенокосов возникают злаково–софоровые (*Pseudosphora alopecuroides, Camelina sativa, Stipa sarepanta*) пастбищно–сенокосные сообщества с участием полыни веничной (*Artemisia scoparia*) и кузинии (*Cousinia alata, C. astracanica*). Широко распространены вторичные кермеково–солодковые (*Glycyrrhiza uralensis, Limonium gmelinii,* L. otolepis) луга (сенокосы) чиевые луга (*Achnatherum caragana, A splendens*) с типичным проявлением процессов засоления и зарастания джижой и чингилом (*Halimodendron halodendron*), особенно в условиях постоянного сенокошения и рукотворных пожаров. Среди антропогенно измененной растительности вокруг населенных пунктов формируются разнообразные мозаичные группы многолетних агрессивных сорняков (*Peganum harmala*) и неустойчивых малолетниковых и однолетниковых весенних и осенних обедненных сообществ с преобладанием эбелека (Ceratocarpus utriculosus), полыни веничной (*Artemisia scoparia*), анизанты кровельной (*Anisantha tectorum*), и мелких красноцветных – эфемеров. При глубоких нарушениях растительности и почв самовосстановление затруднено [5].

В общей сложности на исследуемой территории было обследовано 3 участка, отражающих общую закономерность рекреационного природопользования на восточном побережье озера Алаколь.

На каждом выделе была определена стадия рекреационной дигрессии, с последующим описанием полигонов трансект на каждой из стадий.

На территории рекреационных выделов были выделены 3-я, 4-я и 5-я стадии дигрессии: 3 стадия – распространена приблизительно на расстоянии 200 м от уреза воды; 4 стадия – соответствует наибольшей концентрации отдыхающих, распространена параллельно санитарной зоне, на расстоянии 100 м от уреза воды, 5 стадия дигрессии (Рисунок 1) распространена небольшими участками на территории, где отсутствует санитарная прибрежная защитная полоса, т.е. в местах скопления отдыхающих, приезжающих на личном автотранспорте (таблица 1).



Рис. 1. Участок с пятой стадией дигрессий растительного покрова

Таблица 1. **Изменение общей площади проективного покрытия (%) травяного покрова на рекреационных выделах**

Номер рекреационного выдела	Стадия дигрессии	Номер полигона				
		A	B	C	D	E
		A1	B2	C3	D4	E5
Первый выдел	IV	50	60	50	60	60
	V	20	5	5	20	5
Второй выдел	III	60	60	50	60	60
	IV	40	40	30	40	50
Третий выдел	III	60	70	60	60	50
	IV	35	40	30	30	15

Анализ изменения современного состояния растительного покрова показал, что для первого рекреационного выдела характерна пятая стадия дигрессии и полное вытаптывание травянистого покрова, для четвертой стадии рекреационной дигрессии среднее покрытие травянистой растительностью ~ 58%; на втором рекреационном выделе составляет ~ 58%; и на третьем рекреационном выделе ~ 65%. Четвертая стадия дигрессии характеризуется резким изменением покрытия травянистой растительностью: для второго – 44% и третьего рекреационного выдела соответственно: – 30% Уменьшение показателей общей площади проективного покрытия (ОПП) свидетельствует об индикационной роли растительности при усилении рекреационного прессинга.

Результаты наших исследований позволили выявить основные виды (индикаторы) растений, наиболее толерантных к рекреационному воздействию. Доминирующими видами в рекреационной зоне являются (*Achnatherum splendens (Trin.) Nevski)*, (*Halimodendron halodendron*), (*Phragmites*).

С одной стороны, присутствие и доминирование данных видов является показателем устойчивости к антропогенному прессингу, но с другой стороны, преобладание данных видов характеризует рекреационную дигрессию полупустынных ландшафтов. Для участков с распространением 4 стадии рекреационной дигрессии характерно присутствие видов индикаторов в угнетенном состоянии. Для более полной характеристики травяного покрова нами был определен показатель высоты травяного

покрова позволяющие сравнить процесс трансформации травяного покрова на каждой стадии рекреационной дигрессии.

Особенностью рекреационного использования побережья озера Алаколь является тот факт, что максимальные нагрузки приходятся на узкую береговую и аквальную полосу озера шириной 50-100 м. Наибольшая удаленность от уреза воды составляет 200-300 м (места размещения отдыхающих), где нагрузки приходятся на территории вдоль дорог и тропинок и участкам, прилегающим к домам отдыха. Таким образом, при рекреационном использовании озера наибольшее воздействие испытывают в основном водоохранные зоны и участки, расположенные вдоль дорог и тропинок.

Анализируя процессы трансформации на территориях, подверженных рекреационным нагрузкам и для обеспечения репрезентативности полученных результатов, мы провели сравнения основных показателей с эталонными территориями (Рисунок 2), каковыми выступают аналогичные ландшафты не подверженные воздействию рекреантов (таблица 2).



Рис. 2. Эталонный участок

Таблица 2. **Сравнительная характеристика эталонных и антропогенно–измененных прибрежных степных ландшафтов озера Алаколь**

Показатель		Эталонный участок	Территория рекреационных выделов		
			участки с 3 стадией дигрессии	участки с 4 стадией дигрессии	участки с 5 стадией дигрессии
ОПП* (%)		75–85	50–70	30–60	5–20
Средний балл по шкале состояния	Achnatherum splendens Link.	4,9	4,3	2,6	0
	Halimodendron halodendron (Pall.) Voss.	4,6	4,1	2	1
	Phragmites	4,8	3	1	0
Высота (см)	Achnatherum splendens Link.	170	62	57	51
	Halimodendron halodendron (Pall.) Voss.	150	93	85	54
	Phragmites	130	70	8	5
*ОПП – общая площадь проективного покрытия					

Анализ сравнительных данных показал, что процесс рекреационной дигрессии протекает в соответствии с тенденциями, описанными в библиографических источниках, и зависит от величины оказываемых рекреационных нагрузок. Экспериментальные наблюдения Д.Б. Вудворд [6], за ландшафтно–экологическим состоянием Алматинского государственного природного заповедника показали, что в результате долгосрочного туристко–рекреационного воздействия происходят заметные изменения видового состава растительности. При краткосрочном туристко–рекреационном воздействии наблюдаются такие процессы как снижение общей высоты травостоя, общего проективного покрытия и ухудшение состояния растительного покрова в целом.

Изменение проективного покрытия на разных участках свидетельствует об изменениях фитоценоза, произошедших при усилении рекреационного прессинга. Результаты исследований по показателю проективного покрытия не выявили значительных изменений на стадиях дигрессии. Так, средний показатель ОПП на третьей стадии составил 62%, на четвертой – 40%. Схожая ситуация наблюдалась и для других показателей, таких как высота, состояние жизненности. Таким образом, можно констатировать, что под влиянием рекреационной деятельности травяной покров претерпевает значительные изменения, которые обусловлены не только интенсивностью антропогенного воздействия, но и реакцией на него травяного яруса в целом и отдельных видов, т.е. зависят от биологических особенностей видов.

Полученные результаты позволяют говорить о том, что антропогенное влияние на растительный покров рекреационных зон озера Алаколь оказывает многообразное по своим результатам воздействие. Некоторые виды обычных растений для этой территории, подвергаются угнетению и исчезают с участков, наиболее интенсивно используемых человеком в рекреационных целях.

Для снижения негативного воздействия на растительный покров рекреационных зон на наш взгляд необходимы мероприятия по благоустройству территорий. В первую очередь необходимо оборудовать подходы к озеру рациональной дорожно–тропиночной сетью, что значительно повысит устойчивость растительного покрова. Для озеленения территории наряду с тополем и карагачом можно использовать такие растения как лох и чингиль.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.

[2] Горбачевская Н.Л., Линник В.Г. Методика экспериментального определения устойчивости травяного и почвенного покрова к вытаптыванию // В кн.: Влияние массового туризма на биогеоценозы леса. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1978. – С. 13-17.

[3] Непомнящий В.В. Об опыте выявления рекреационной дигрессии в приозерных ландшафтах Республики Хакасия // Матер. науч. конф. «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий». – Абакан: Изд-во Хакасского госунивер. им. Н.Ф. Катанова, 2005. – Т. 2, вып. 9. – С. 20-21.

[4] Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин М.М. Рекреационные леса. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.

[5] Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана / под ред. М.Ж. Бурлибаева и др. – Астана: ТОО «Типография Комплекс», 2007. – Т. 3. – 254 с.

[6] Вудворд Д.Б. Оценка туристко-рекреационной емкости ландшафтов Алматинского Государственного Природного Заповедника Республики Казахстан: автореф. … канд. геогр. наук. – Алматы, 2008. – 17 с.

Мұқаев Ж.Т., Өзгелдинова Ж.Ө.

Рекреациялық іс-әрекеттің алакөл көлі аумақтық рекреациялық жүйелерінің өсімдіктеріне әсері

Аннотация. Мақалада Алакөл көлі аумақтық рекреациялық жүйелерінің өсімдік жамылғысына рекреациялық іс-әрекеттің әсері қарастырылған. Н.С. Казанская жасаған дигрессия шкаласы негізінде қарастырылып отырған аумақтың табиғат ерекшеліктерің ескере отырып өсімдік жамылғысының дигрессия кезендерінің классификациясы келтірілген. Алынған нәтижелердің репрезинтативтілігін қамтамасыз ету үшін негізгі көрсеткіштермен эталонды аландармен салыстырулар жүргізілді. Рекреациялық әрекетке толерантты өсімдіктердің негізгі түрлері (индикаторлар) анықталды. Аумақтық рекреациялық жүйелердің өсімдік жамылғысына рекреациялық әрекеттің кері әсерін төмендету үшін нақты ұсыныстар берілді.

Негізгі сөздер: рекреациялық әрекет, өсімдік жамылғысы, өсімдік жамылғысының дигрессияся, аумақтық рекреациялық жүйелер, Алакөл көлі.

Mukayev Zh., Ozgeldinova Zh.

Influence recreational activities on the vegetation cover of territorial recreation systems alakol lake

Summary. Consider the problem of the influence of recreational activities on the vegetation cover of the territorial recreation systems Alakol lake. Presents classification stage of the degradation of the vegetation cover, based on a scale developed digression N.S. Kazanskaya with considering the natural characteristics of the study area. For representativeness of the results conducted a comparison of basic indicators with a reference site. Identified basic types (indicators) plants, the most tolerant of recreational influence. Gives recommendations to reduce the negative effects of recreation on the vegetation cover of the territorial recreation systems.

Keywords: recreational activity, vegetation cover, vegetation digression, territorial recreational system, Lake Alakol.

УДК 574.632(574.31

[1]Ж.О. Озгелдинова, [2]Ж.Т. Мукаев

([1]Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана

[2]Государственный университета им. Шакарима, г. Семей

ozgeldinova@mail.ru, zhandos.mukaev@mail.ru)

КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ ГЕОСИСТЕМ БАССЕЙНА РЕКИ САРЫСУ

Аннотация. Приведены результаты выявления системообразующих факторов геосистем бассейна реки Сарысу и их иерархии на основе модели компонентного анализа, которые позволяют получить данные о структуре взаимосвязей параметров для формирования информации о современном состоянии и прогноза динамики геосистем при разработке оптимальной структуры природопользования.

Ключевые слова: бассейн реки, геосистема, компонентный анализ геосистем.

Компоненты геосистем – это результат взаимопроникновения и взаимодействия качественно разных тел, мы имеем основание рассматривать их как первую ступень географической интеграции. По отношению к геосистемам географические компоненты служат структурными частями первого порядка, точнее – частями их вертикальной структуры, поскольку им присуще упорядоченное ярусное расположение внутри геосистемы. Особенность географических компонентов состоит в том, что в каждом из них присутствует вещество всех остальных компонентов, и это придает им новые свойства, которыми не могло бы обладать химически чистое и физически однородное вещество [1].

Компонентный анализ – один из методов многомерной статистики, в его основу положена гипотеза: наблюдаемые или измеряемые параметры являются лишь косвенными характеристиками изучаемого объекта или явления. Существуют внутренние (скрытые, не измеряемые) параметры, называемые главными компонентами, как предполагается, сохраняют всю информацию, содержащуюся во множестве наблюдаемых переменных. И хотя такие компоненты заранее нам не известны, компонентный анализ ставит задачу представить наблюдаемые параметры в виде линейных комбинаций главных компонентов и определить их, т.е. для каждого объекта указать значение каждого главного компонента. В таком случае модель компонентного анализа может быть записана в виде [2, 3], формула (6):

$$Y\,[n \times m] = F\,[n \times m] \cdot A\,[m \times m] \qquad (6)$$

где $Y\,[n \times m]$ представляет собой совокупность всех n наблюдаемых значений всех m параметров;

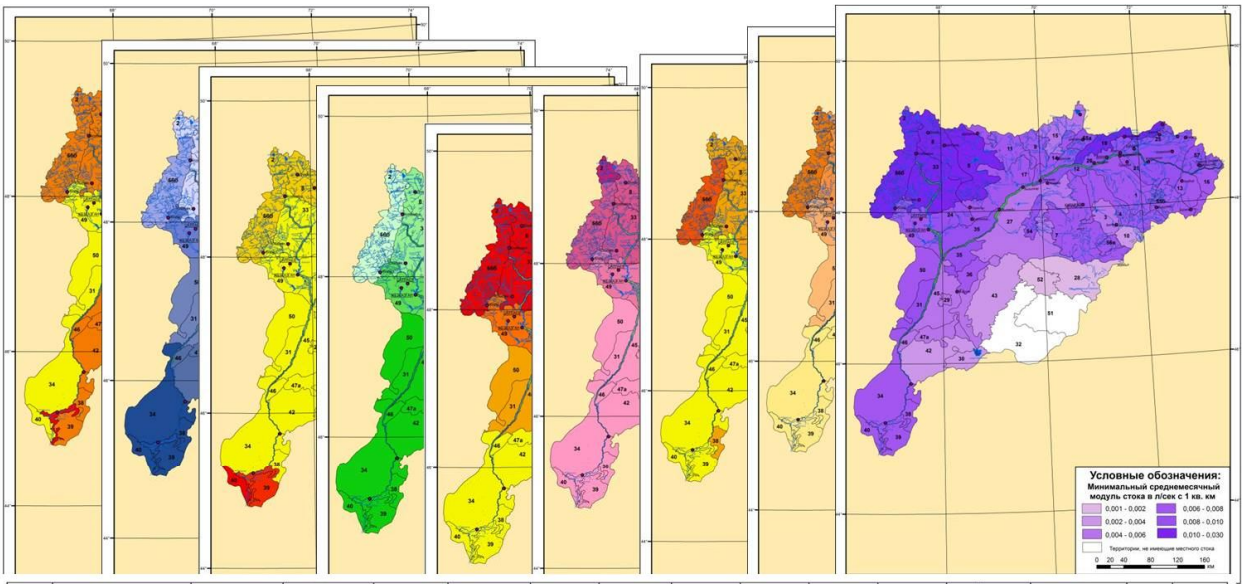
$F\,[n \times m]$ - матрица, включающая совокупность всех n получаемых значений всех m главных компонент, это искомая матрица значений новых переменных в каждой точке опробования;

$A\,[m \times m]$ - так называемая матрица компонентных нагрузок, или весовая матрица, она является связующим звеном между старыми и новыми переменными.

Главные компоненты отражают не простую сумму параметров, описывающих систему - они являются результатом системного взаимодействия этих параметров, тем новым свойством, которое появляется при построении системы. И процесс интерпретации главных компонент заключается в

выявлении общих причин, вызывающих «параллельное» или «антипараллельное» изменение измеряемых параметров. Свертывание информации заключается в том, что число действующих на систему факторов всегда меньше числа параметров, являющихся их проявлением, примером чему может служить проявление климатического фактора через температурный режим и т.д.

Для компонентного анализа геосистем бассейна реки Сарысу были изучены фондовые материалы геоморфологических, гидрогеологических, почвенных исследований, данные метеослужб, картографический материал. На основе картографических материалов [4], с применением метода пространственной интерполяции получены отдельные количественные показатели геосистем, и в качестве исходных данных использованы численные значения следующих параметров: суммарная солнечная радиация *(СумСолРад)*, среднее годовое количество осадков *(СрГодКолОс)*, средний годовой слой стока *(СрГодСлСт)*, коэффициент увлажнения *(КоэфУвл)*, коэффициент вариации годового стока *(КоэфВарСт)*, водообеспеченность *(Водообесп)*, мутность речных вод *(МутРечВод)*, крутизна склона *(КрСк)*, содержание гумуса *(СодГум)*, валовая продуктивность естественных кормовых угодий *(ВалПрЕсКорУг)*, годовая величина испаряемости *(ГодВелИсп)* (рис. 1). Из исходных данных, ввиду неполноты определений, были исключены параметры, характеризующие геологию, подземные воды и др. В вычислении матрицы значении в геосистемах для построения компонент применена ПО «FACTOR» (программист Т.Ф. Савина по алгоритмам Л.М. Павличенко).



№ геосистем	Площадь км²	Площадь %	Средняя продолжительность солнечного сияния за год в часах	Суммарная солнечная радиация в килокалориях на кв. см в год	Сред нее годовое количество осадков в мм	Средний годовой слой стока в мм	Максимальный речной сток в мм	Минимальный речной сток в л/сек с км²	Коэффициент вариации годового стока	Мутность речных вод в г/м³	Коэффициент увлажнения	Водообеспеченность в тыс.м³/км²	Годовая величина испаряемости в мм	Валовая продуктивность естественных кормовых угодий в ц/га	Крутизна склона в градусах	Содержание гумуса в слое 0-20 см, в %
1	4337,3	3,1	2765	131,0	250,0	10,0	21,0	0,00	1,12	32,0	0,26	8,1	950,0	3,77	3,	2,3
2	768,12	0,5	2610	126,5	225,0	25,0	45,0	0,03	0,85	33,5	0,26	9,5	875,0	4,05	3,	2,4
3	1198,5	0,8	2755	132,0	237,5	8,0	15,0	0,00	1,20	33,0	0,24	7,8	950,0	3,47	2,	2,1
4	2819,3	2,0	2765	131,0	250,0	10,0	21,0	0,00	1,12	32,0	0,26	8,1	950,0	3,77	3,	2,3
5	4809,4	3,4	2660	128,0	212,5	12,5	32,5	0,03	1,14	34,0	0,23	9,0	925,0	3,61	3,	3,3
6	38,29	0,0	2590	126,0	237,5	27,0	50,0	0,01	0,86	34,0	0,28	9,8	850,0	3,96	4,	2,3

Рис. 1. Фрагмент матрицы исходных данных

Полученные в результате обработки исходных данных выделилось 12 главных компонентов, описывающих 100% общей дисперсии. Полученные значения компонент имеют положительные и отрицательные значения.

Различия в знаках в данном случае означает не разную направленность показателей, а разную интенсивность его проявления – положительные значения характеризуют с более интенсивным его проявлением, чем отрицательные. Содержание нагрузок рассматривается как коэффициенты взаимо-

связи конкретного признака с компонентой, поэтому статистическую значимость можно определить по обычным статистическим таблицам для парных коэффициентов корреляции в зависимости от длины выборки [5].

При анализе матрицы нагрузок главных компонент мы выяснили следующую закономерность: по мере увеличения номера компоненты количество статистически значимых нагрузок уменьшается, что проявляется через уменьшения вклада компоненты в суммарную депрессию.

Матрица значений четырех первых главных компонент, которые объясняют 89% суммарной дисперсии системы. Минимальные значения ГК имеют пустынные ландшафты региона исследования. Также характер изменения значений компонент для геосистем по мере уменьшения их абсолютных высот можно видеть на рисунке 2.

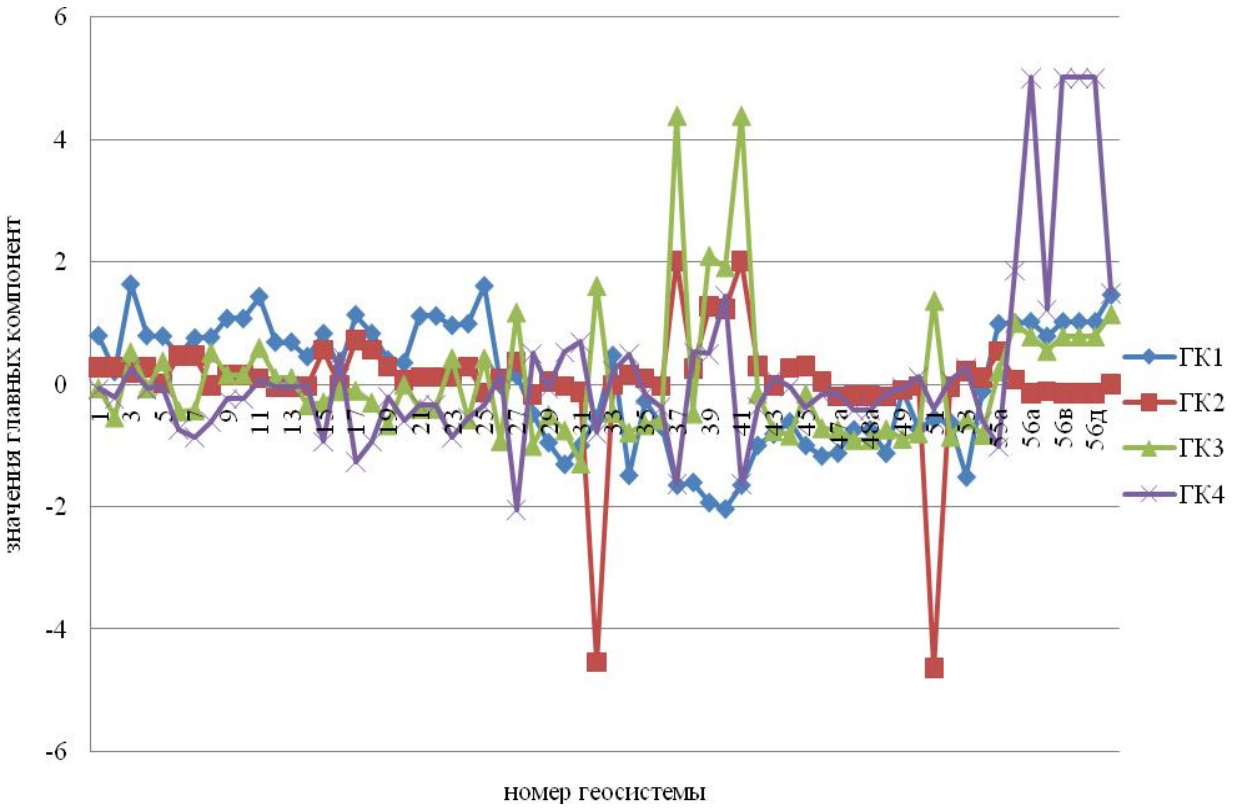


Рис. 2. График изменения значений главных компонент для геосистем бассейна реки Сарысу

Ниже представлена запись вида компонент через сочетание характеристик геосистем при учете только статистически значимых нагрузок:

ГК 1 (55%): +[*КоэфУвл, СрГодКолОс, Водообесп, СрГодСлСт, КрСк, ВалПрЕсКорУг*], -[*ГодВелИсп, СумСолРад, КоэфВарСт, МутРечВод, СодГум*];

ГК 2 (15%): +[*МутРечВод, КоэфВарСт, Водообесп, СодГум, ВалПрЕсКорУг, СрГодСлСт, КоэфУвл, СрГодКолОс, КрСк*], -[*ГодВелИсп, СумСолРад*]; ГК 3 (10%): +[*СодГум, ВалПрЕсКорУг, КрСк, СрГодСлСт, СрСолСия, СумСолРад, ГодВелИсп, СрГодКолОс, КоэфУвл*], -[*КоэфВарСт, Водообесп, МутРечВод*];

ГК 4 (9%): +[*КрСк, СрГодСлСт, МутРечВод, СумСолРад, ГодВелИсп, СрГодКолОс, СодГум, КоэфУвл, КоэфВарСт*], -[*ВалПрЕсКорУг, Водообесп*];

ГК 5 (5%): +[*ВалПрЕсКорУг, КрСк, КоэфВарСт, СумСолРад, ГодВелИсп, СрГодКолОс, КоэфУвл*], -[*СодГум, СрГодСлСт, МутРечВод, Водообесп*];

ГК 6 (4%): +[*СрГодСлСт, ВалПрЕсКорУг, МутРечВод, СумСолРад, ГодВелИсп*], -[*СодГум, КрСк, СрГодКолОс, КоэфВарСт, КоэфВарСт, Водообесп*];

ГК 7 (2%): +[*СрГодКолОс, КоэфУвл, СумСолРад, КоэфВарСт, ГодВелИсп*], -[*КрСк, Водообесп, ВалПрЕсКорУг, СодГум, МутРечВод, СрГодСлСт*].

В скобках указан весовой вклад каждого компонента в общую дисперсию системы. Противоположность знаков нагрузок на исходные переменные свидетельствует о разнонаправленности воздействия изучаемого показателя на геосистемы, выделившихся в одну компоненту. Интерпретация полученных результатов базируются на детальном изучении и сопоставлении показателей геосистем, выделившихся в различных соотношениях и, в первую очередь, выявлении наиболее общих признаков сходства между ними, при этом использовались общегеографические закономерности формирования геосистем.

Проведем анализ ГК 1, на который приходится 55% суммарной дисперсии. Из введенного набора показателей с большими положительными нагрузками выделились следующие показатели геосистем: *КоэфУвл, СрГодКолОс, Водообесп, СрГодСлСт, КрСк, ВалПрЕсКорУг.* Следовательно, значения первого главного компонента будут больше в тех геосистемах, где имеются повышенные по отношению к среднему значения всех этих характеристик. В совокупности данные показатели с высокими положительными нагрузками характеризуют основные факторы формирования и дифференциации геосистем – геолого-геоморфологический и климатический. В условиях континентального и резкоконтинентального климата, исключительно напряженного водного баланса, при разновысотном, местами дробно расчлененном рельефе, литологической пестроты почвообразующих, нередко остаточно засоленных, сложилась своеобразная ландшафтная структура геосистем бассейна реки Сарысу. Из физико-географического описания территории следует, что среднегодовое количество атмосферных осадков имеет в разных зонах разный диапазон колебаний. Так, в полупустынной зоне осадки составляют 170-210 мм, в пустынной 120-150 мм. Климатические условия исследуемой территории создают неблагоприятные гидротермические условия для произрастания естественной растительности. Слой стока определяется сочетанием атмосферных осадков и уклонов поверхности, поэтому его значения выше в горных геосистемах.

С высокими по модулю отрицательными нагрузками в ГК 1 выделились следующие показатели – *ГодВелИсп, СумСолРад, КоэфВарСт, МутРечВод, СодГум.* Поскольку знак нагрузок этих показателей отрицательный, рост значений ГК 1 будет наблюдаться при уменьшении их значений. Для бассейна характерна интенсивное испарение, годовая величина составляет 1095 мм, что обратно пропорционально положительным результатам ГК 1. Продолжительность солнечного сияния зависит от широты местности, времени года и условий облачности; в течение года продолжительность солнечного сияния на равнинах иследуемой территории преобладает и составляет до 136-144 за год в часах. Обострение циклонической деятельности в низкогорных районах в течение года снижает продолжительность солнечного сияния до 128 часов. Таким образом, при увеличении абсолютных отметок в горах суммарная солнечная радиация уменьшается, т.е. наблюдается обратная пропорциональная зависимость между параметрами. Такую же зависимость легко проследить и для мутности рек: при движении по равнине части кинетической энергия потока снижается, ее уже не хватает для переноса взвешенных частиц. Коэффициент вариации стока уменьшается на равнинных территориях, а также на территориях, покрытых хорошо поглощающими воду породами. Значения ГК 1 растут при одновременном росте количества осадков и слоя стока (сопровождаемых ростом валовой продуктивности естественных кормовых угодий как зависимого от водности показателя) и при одновременном уменьшении годовой величины испаряемости и коэффициента вариации стока и т.д.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что компонентный анализ совмещает возможности статистического моделирования и системного анализа конкретных объектов (геосистем). Системный анализ при построении компонентного анализа позволяет выделять функции геосистемы и ранжировать их по вкладу в суммарную дисперсию системы, учитывает характер взаимосвязи и самоорганизацию системы. Основным результатом модели является не только выявление функции системы (системообразующих факторов) на основе интерпретации системы взаимосвязей исходных признаков, но и территории по интенсивности проявления этой функции [6]. Таким образом, компонентный анализ позволяет выявлять взаимосвязи в системе, исследовать структуру взаимосвязей, ранжировать процессы по степени влияния на формирование состояния геосистемы [7, 8].

Полученные результаты о структуре взаимосвязей параметров геосистем на основе компонентного анализа являются дополнительной информацией для оценки современного состояния и прогноза динамики природных комплексов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука СО, 1978. – 319 с.

[2] Йёреског К.Г., Клован Д.И., Реймент Р.А. Геологический факторный анализ. – Л.: Недра, 1980. – 223 с.

[3] Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ. – М.: ГИФМЛ, 1963. – 500 с.

[4] Национальный Атлас Республики Казахстан / под ред. А.Р. Медеу и др. – Алматы, 2010. – Т. 1. – 150 с.

[5] Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 417 с.

[6] Павличенко Л.М. Многомерные статистические модели в геоэкологии. – Алматы: ProService LTD, 2007. – 173 с.

[7] Павличенко Л.М. Системное моделирование природно-технических геосистем // В кн.: Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – С. 132-135.

[8] Павличенко Л.М. К технологии построения моделей прогноза изменений экогеосистем // Гидрометеорология и экология. – 2000. – №1. – С. 37-60.

Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.

Сарысу өзені алабы геожүйелерінің жүйе қалыптастырушы факторларының компонентті анализі

Түйіндеме. Сарысу өзені алабы геожүйелерінің жүйе құрушы факторлары анықталып, компоненттік анализ моделі негізінде құрылған иерархиясы келтірілген. Аланған нәтижелер параметрлер құрылымының өзара байланысы бойынша мәлімет алуға, геожүйелердің қазіргі жағдайы мен динамикасы бойынша болжам жасап табиғат пайдаланудың оптимальды құрылымын жетілдіріп жасауда деректер алуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: өзен алабы, геожүйе, геожүйелердің компоненттік анализі.

Ozgeldinova Zh.O., Mukayev Zh.T.

Component analysis of geosystem's backbone factors of basin river Sarusu

Summary. The results of the identification of systemic factors of Sarysu basin geosystems and hierarchy which is based on the model of component analysis, which provide data of the structure of the parameters relationships for generating information about the current status and forecast the dynamics of geosystems in the optimal environmental management structure development.

Key words: basin, geosystem, component analysis geosystems.

УДК 912.43/916

Е.Х. Кәкімжанов, Қ.К. Мақаш, Ж.Қ. Мукалиев, Ж.Т. Кожаев
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан,
E-mail: erka_7717@mail.ru., zh_gis@mail.ru)

АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУА БАССЕЙНІНІҢ КҮКІРТ ДИОКСИДІМЕН ЛАСТАНУ КАРТАСЫН ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚҰРАСТЫРУ

Аннотация. Мақалада Алматы қаласының ауа бассейнінің ластануы және статистикалық мәліметтердің негізінде 2008, 2009, 2010 жылдар аралығындағы динамикалық өзгерістерінің карталарын құрастыру әдістері жайында қарастырылады. Күкір диоксидімен ластануда Алматы қаласы алғашқы екі жылдан қарағанда, соңғы жылы біршама тазарғандығын көрсетеді. Бұл мақаланың негізгі ерекшелігі кесте түрінде берілген статистикалық мәліметтерді, ГАЖ технологиясын пайдаланып бейнелеу түрінде көрсеткен. Осы мәліметтерді ГАЖ технологиясын пайдалана отырып картографиялау әдістерін анықтау болып табылады.

Түйін сөздер: күкір диоксиді, ГАЖ технологиясы, картографиялау әдістері.

Кіріспе. Дүние жүзінде, оның ішінде біздің елімізде де экология мәселесі ең маңызды орын алуда. Қоршаған табиғи орта – бұл адамдардың денсаулық жағдайына және тіршілік әрекеті жағдайына, өмір сапасына әсер ететін табиғатты құраушылардың жиынтығы болып табылады. Қазіргі кезде Алматы қаласы дүниежүзіндегі 25 ластанған қаланың тізіміне енді. Сондықтан қаланың экологиялық жағдайын зерттеу, жақсарту жұмыстары маңызды орын алуда. Геоэкологиялық карталар аумақтың

қоршаған табиғи ортасының экологиялық жағдайы туралы ақпараттық мақсатта, сонымен қатар жақсарту шараларын орындау барысында уақытты үнемдеуге қажетті құралдың бірі.

Бұл мақалаланың өзектілігі Алматы қаласы табиғи ресурстар және табиғатты тиімді пайдалану басқармасы мен РМҚ «КазГидроМет» орталығы ұсынған статистикалық мәліметтерді қолдана отырып, қаламыздың экологиялық ластану карталарын ГАЖ технологияларын қолдана отырып құрастыру ұстанымдары мен әдістерін ұсынылып отыр.

Мақаланың мақсаты Алматы қаласы ауа бассейінінің күкірт диоксидімен ластану картасын ГАЖ технологиясын қоладану арқылы құрастыру әдістерін көрсету керек. Бұл мақсатқа жету үшін келесідей мәселелер шешіледі:

- ArcGIS Geostatistical Analyst қосымшасы арқылы картографиялау әдістерін анықтап алу;
- ArcGIS Spatial Analyst қосымшасы арқылы үлгілеудің ыңғайлы графикалық интерфейсі ModelBuilder қолдануға мүмкіндігін анықтау;
- Алматы қаласының атмосферасының күкірт диоксидімен ластану картасын құрастыру.

Зерттеу нысаны мен зерттеу әдістері.

Алматы қаласы Қазақстанның оңтүстік-шығысында теңіз деңгейінен 650-1200 метр биіктіктегі Тянь-Шань таулы жүйесінің солтүстігінде Іле Алатауының солтүстік бөктерінде Үлкен және Кіші Алматы өзендерінің аралығында, Евразия құрылығының дәл ортасында орналасқан. Солтүстік жағында қала территориясы сәл еңістеу жазыққа ұласады. Атырабының 600 м-ден жоғары орналасқан өңірі – қалың ағаш өскен шұрайлы алқап.

Қала түгелімен Алматы облысының территориясымен қоршалған, бірақ әкімшілік жағынан Алматы облысының құрамына кірмейді. Солтүстігінде Алматы Іле ауданымен, батысында және оңтүстігінде Талғар ауданымен шектеседі. Қаланың географиялық координаттары – 77˚ шығыс бойлық және 43˚ солтүстік ендік [2].

Ауа басейнінің экологиялық жағдайына ең алдымен антропогендік ықпалдың мәнісі зор. Қазіргі таңда ауа басейнінің жағдайын жақсарту көптеген ғалымдардың және де қазіргі технологиялардың мүмкіншіліктері бар. Атмосфера ол барша адамдардың денсаулық жағдайына, өміру сүру деңгейіне әсер ететін фактордың бірі. Жалпы ауа басейніне және де қоршаған ортаға, қаланың урбандалуы, құрылыстың қарқыны, кәсіпорындардың шаруашылық қызметінің, автокөліктердің нәтижелері көп ықпал жасап отыр.

Біз статистикалық мәліметтерді «2006-2010 жылдардағы Алматы қаласындағы қоршаған ортаны қорғау» статистикалық жинағындағы көрсетілген мәліметтерді қолдандық.

«2006-2010 жылдардағы Алматы қаласындағы қоршаған ортаны қорғау» статистикалық жинағында Алматы қаласының экономикалық жүйесінің тұрақты дамуына әсер ететін әлеуметтік және экономикалық факторларды сипаттайтын, экологиялық мәліметтер, қоршаған ортаны қорғауға арналған шығындар және экологиялық төлемдер туралы, сондай-ақ Алматы қаласының оқу орындарында экологияға байланысты мамандықтар бойынша кадрларды дайындау туралы ақпарат көрсетіледі.

Жинақты мемлекеттік статистика органдары кәсіпорындар мен ұйымдардан алатын деректердің, іріктемелі зерттеулер нәтижелерінің және басқа да статистикалық байқаулар нысандарының негізінде Алматы қаласы Статистика департаментінің әлеуметтік және демографиялық статистика басқармасы әзірледі.

Жинақ экономисттерді, статистика саласындағы мамандарды, басқару органдарының қызметкерлерін, ғылыми қызметкерлерді, бұқаралық ақпарат құралдарын және жұртшылықты қамтитын кең пайдаланушылар қаумына арналған.

Алматы қаласының бірнеше әкімшілік аудандарында орналасқан, атмосферадағы ауаның ластануын бақылайтын посттарында жүргізілді (2-сурет):

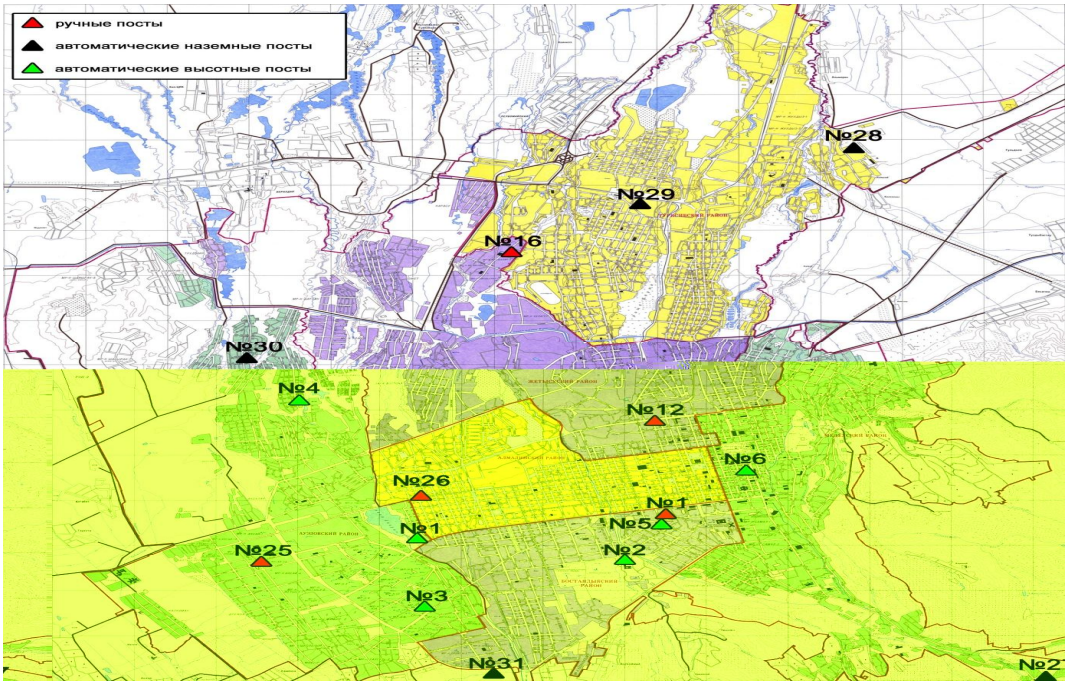
-Бақылау пункті №1 – Амангелды көш., метеостанция (Бостандық ауданы);

-Бақылау пункті №12 – Райымбека даңғылы Наурызбай Батыр көшесінің қиылысында (Алмалы ауданы);

-Бақылау пункті №16 – Айнабулак-3 шағын ауданы (Жетісу ауданы);

-Бақылау пункті №25 – Маречека көшесі мен Б. Момышұлы көшесі (Әуезов ауданы);

-Бақылау пункті № 26 – Толе би көшесі, 249,"Тастак-1" шағын ауданы (Алмалы ауданы).



2-сурет. Алматы қаласының атмосферадағы ауаның ластануын бақылайтын посттарындың орналасу схемасы

Біз Алматы қаласының М 1:50 000 топографиялық картасын жуктеп алып, оны ArcGis 10.1 бағдарламасында карторафиялық сандау әдісін қолдандық. РМҚ «КазГидроМет» орталығы ұсынған посттардың орналасуынна байланысты статистикалық мәліметтерді енгіздік. Статистикалық мәліметтерді ArcGis 10.1 бағдарламасының қосымша модулы Spatial Analyst арқылы жұмыс істедік. Себебі ArcGIS Spatial Analyst ГАЖ ұсынған аналитикалық мүмкіндіктерді толық өлшемде әрекет жасауына мүмкіндік береді. ArcGIS Spatial Analyst қауіптерді бағалаудың біртұтас картасы түрінде экологиялық ластану таралу индексі мен оның пайда болу ықтималдығын тұрғызуға арналған. Бізге ArcGIS Spatial Analyst модулі, кеңістіктік үлгілеу және талдау құралдарының кең жиынтығын ұсынады.

ArcGIS Spatial Analyst – тің көптеген функцияларын үлгілеудің ыңғайлы графикалық интерфейсі ModelBuilder – де қолдануға мүмкіндік береді.

Нәтижелері мен талқылау.

Ірі мегаполистің жалпы табиғи климат жағдайы атмосфераның жерге жақын қабатында ластаушы (зиянды) заттардың артық жинақталуымен сипатталады. Өз кезегінде ол жылдың мезгілдеріне қарамастан үйреншікті болып кеткен, қара бұлттың пайда болуына әкеліп соғады. Атмосфералық ауаның ластануын табиғи желдету әлсіз болған жағдайда бұл тұрғындардың денсаулығына кері әсерін тигізеді және шешімін күттірмейтін, өзекті экологиялық мәселеге айналып отыр.

Алматы қаласы үшін атмосфералық ауаны негізгі ластаушылар ретінде азот тотығы, күкірт диоксиді, көміртек оксиді және өлшеулі заттар болып отыр және атмосфера ластануының экологиялық қауіптілігін анықтап адамның денсаулығына кері әсерін тигізетін де осылар.

Автокөлік құралдарының шыққан жылын және оның түрлерін ескеріп жасалған есептер-қала атмосферасына тарайтын ластаушы заттардың жылдық шығарындыларының көлемі 2008 жылы 190 100 тоннаны құрағанын көрсетті, оның ішінде АЛИ$_5$ көрсеткішінің құрамына кіретін ингредиенттер бойынша (1-кесте):

- өлшеулі заттар (күйе) – 308,8 т/жылына;
- көміртек тотығы – 145829,9 т/жылына;
- азот тотығы – 17990,2 т/жылына;
- күкірт тотығы – 1860,2 т/жылына;
- формальдегид – 133,9 т/жылына.

1-кесте. Алматы қаласы атмосферасының азот тотығымен ластануының ШЖК-дан асу көрсеткіштері.

Бақылау уақыты / Аудан аты	2008	2009	2010
Алмалы № 12	1,06	0,82	1,02
Алмалы № 24	1,45	1,27	1,4
Бостандық № 1	0,72	0,76	1,28
Әуезов № 25	1,42	0,98	1,22
Жетісу № 26	1,18	0,61	1,03

Ластанудың жоғары деңгейін құрайтын табиғи факторлар жиынтығы атмосфераның ластану потенциалын (АЛП) құрайды. Ол ластану көздеріне тәуелді.

Атмосфера ластануын картографиялау келесіден тұрады:

- атмосфера ластануының потенциалын картографиялау;
- ластану көздерін картографиялау;
- ластану дейңгейін картографиялау.

Атмосфераның ластану потенциалын картографиялау стационарлы метеорологиялық бақылаулардың мәліметтері негізінді құрылады. Атмосфера ластануының климаттық және метеорологиялық потенциалын ажыратады.

Климаттық потенциал ұзақ уақытқа анықталатын негізгі климаттық параметрлерден тұрады. Мына формула бойынша есептеленеді:

$$ПЗА=2,5*\exp\{[0,04/(z_2-z_1)^2]-[0,4z_1(z_2-z_1)]\} \quad (1)$$

$$Ф(z_1)=1-2P_1;\ Ф(z_2)=1-2P_2; \quad (2)$$

$$P_1=Рин+Рә.ж-Рт.а+Рт;\ P_2=Рт.а+Рт, \quad (3)$$

мұнда: Рин – инверсиялар; Рә.ж - әлсіз желдер; Рт.а – турақты ауа; Рт – тұман.

Атмосфера ластануының потенциалын картографиялау. Метеостанциялар үшін формулаларды қолдана отырып мәндерді есептеп, изосызықтар жүргізуді қамтиды. Атмосфера ластануының метеорологиялық потенциалы нақты метеорологиялық жағдайлармен анықталады және өзгеріп тұрады. Т.Г.Селега формуласымен анықтайды:

$$АЛМП=(Рә.ж+Рт)/(Рж.ш+Рж.ж); \quad (4)$$

мұнда: Рә.ж-әлсіз желдер; Рт-тұманды күндер; Рж.ш-жауын шашын; Рж.ж-жел жылдамдығы.

Атмосфераның ластану көздерін картографиялау инвентаризация мәліметтері негізінде, қалдықтар көлемі туралы есептер негізінде алынады.

Атмосфералық ауа ластануының көрсеткіштері ингредиент бойынша (жеке) және интегральді (кешенді) болып бөлінеді. Ингредиент бойынша көрсеткіштер поллютантардың

концентрацияларының абсолюттік мәндерін, ШРШ-ға нормирленген мәндер, ШРШ-дан жоғарғы мәндерді қамтиды.

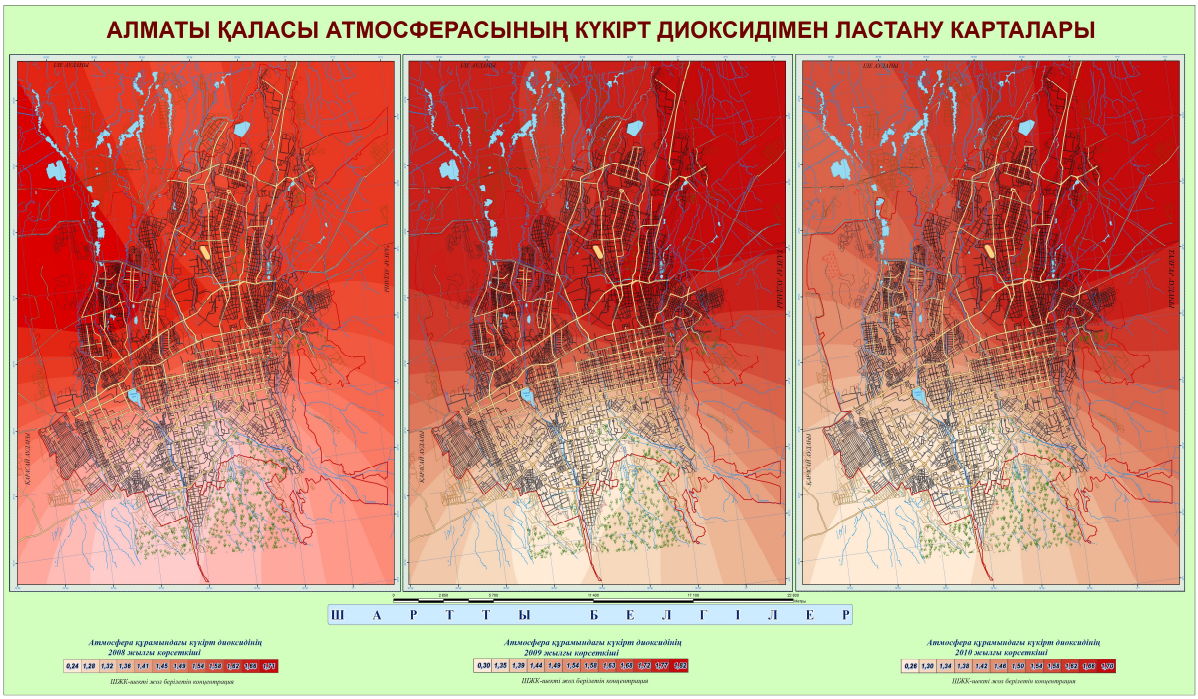
Интегральді көрсеткіштін негізгісі атмосфера ластануының индексі болып табылады:

$$ЕСЛ = \left(\sum \frac{g_{cpi}}{ПДК_{cci}}\right)^{K_{i2}}, \quad (5)$$

мұнда: g_{cpi}-і-затының орта жылдық концентрациясы;

$ПДК_{cci}$- і-затының орта тәуліктік ШРК;

K_i-константа (деңгей көрсеткіші).



3-сурет. Алматы қаласының атмосферасының күкірт диоксидімен ластану карталары.

1 класс қауіптілігі -1,7 ; 2 класс қауіптілігі - 1,3; 3 класс қауіптілігі -1,0; 4 класс - 0,9. Алматы қаласының ауа бассейні ресурстарының ластануын картографиялау.

Әрбір станциялардан алынған статистикалық мәлімметтерді ArcGis 10.1 бағдарламасының қосымша модулыі Spatial Analyst арқылы жұмыс істеледі.

ArcGIS Spatial Analyst бізге төмендегі нақты мәселелерді зерттеуге көмектесті:

- Атмосфералық мәліметтерлерді талдаулар;
- Қоршаған ортаның күйін талдау және т.б.

ArcGIS Spatial Analyst ГАЖ ұсынған аналитикалық мүмкіндіктерді толық өлшемде әрекет жасауына мүмкіндік береді.ArcGIS Spatial Analyst экологиялық қауіптердің таралу индексінің бетін құруға арналған қосымша болып саналады.

ArcGIS Spatial Analyst модулінде жоғарыдағы формулаларды, осы қосымшаның калькуляторына кіргізу арқылы статистикалық мәліметтердің орта мәндерін есептетіп және статистикалық мәліметтерер негізінде интерполяция арқылы карта құрастырылды. Мұнда ArcGIS Spatial Analyst модулінің кригиндик әдіс пен сплайн әдістері қолданылады. Біз негізінен сплайындық әдісті таңдадық, себебі сплай әдісінде формулалардың негізі енгізіліп автоматты түрде есептеп интерполяциялық негізін көрсетеді. Ал кригингтік әдістің тиімсіздігі айтылған формулалар есепке алынбай тек статистикалық мәліметтің негізінде ғана карта тұрғызыады. Нәтижесінде 2008, 2009, 2010 жылдар арасындағы Алматы қаласының ауа басейінінің күкірт диоксидімен ластану карталары құрастырылды (3-сурет). Бұл карталарда Алматы қаласының ауа басейінінің күкірт диоксидімен ластану деңгейлері көрсетіліп, қазіргі кезде ластану деңгейі жоғары аймақтардың орны анықталып. Сол аймақтарға жақсарту шаралары енгізілу шараларын жоспарлауға болады. Картада көрсетілгендей 2008, 2009 жылдар да ластану деңгейі жоғары болған. Әсіресе Түркісіб, Алатау және Жетісу аудандарында күкірт диоксидімен ластану деңгейінің жоғары екенін көрсетіп тұр. Сондай-ақ 2010 жылдағы көрсеткіш бойынша Алатау ауданы толығымен, ал Жетісу ауданының батыс оңтүстік бөліктері бір шама тазарып жақсарғанын көрсетіп тұр. Мұнда қорта айтсақ статистикалық мәліметтерді ГАЖ технологиясында қолдана отырып бейнелеу әдістері, Алматы қаласының ластану деңгейінің аймақтарын көруге және жоспарлауға мүмкіндік береді.

Қорытынды.

Қазіргі заманғы ғылыми-техникалық ілгерілеу қарыштап алға басуы адамзат өмірін жақсартуға тікелей игі ықпал етумен қатар, қоршаған орта-табиғатқа орны толмас орасан зор зиян да тигізіп келеді.

Карта адам өмірінде ежелден бері ерекше орын алады, қолданылу салалары күн сайын кеңеюде және оларды құрастырудың тәсілдері түрленіп өзгеруде.

Экологиялық картографиялаудың тарихи дамуына шолу жасау арқылы дипломдық жұмысымыздың өзектілігі, мақсаты және шешілетін мәселелерін анықтай келе, жүргізілген ғылыми жұмыстың орны нақтылы белгіленді.

«Алматы қаласы аумағын қамтитын геожүйелерге антропогендік ықпалды сипаттау» атты дипломдық жұмысты жазған кезде біріншіден, зерттеу ауданыма, яғни Алматы қаласының жалпы географиялық жағдайына сипаттама бердік.

Аталған ғалымдардың қолданған әдістерімен толық танысқаннан кейін, осы карталарды құрастырудың қазіргі ГАЖ бағдарламалық кешендері арқылы құрастырудың мүмкіндіктерін іздестірдік және атмосфераның ластану карталарын құрастыру үшін қажетті, әрі тиімді әдістерді қарастырдық.

Табиғи ортаның экологиялық жағдайын толық сипаттайтын геоэкологиялық міндеттері және классификациясымен танысқаннан кейін, осы карталарды дәстүрлі әдіспен жасау кезеңдерімен танысқаннан кейін, оның қазіргі таңда кең қолданысқа ие болған ГАЖ технологиялары көмегімен қалай жасалатынын баяндадым.

Осы аталған барлық ғылыми-зерттеу жұмыстарын атқарғаннан кейін біз, «Алматы қаласының атмосферасының күкірт диоксидімен ластану карталары» құрастырдық. ГАЖ технологиялары көмегімен, сонымен қатар Алматы қаласы табиғи ресурстар және табиғатты тиімді пайдалану басқармасы мен РМҚ «КазГидроМет» орталығы ұсынған статистикалық мәліметтерді қолдана отырып, 1:35000 масштабтағы Алматы қаласы атмосферасының 2008-2010 жылдар аралығындағы фенолмен және азот тотығымен ластану карталарын, Алматы қаласы атмосферасының ластану картасын құрастырдық.

Зерттеу нысандарының табиғи-географиялық жағдайлары туралы Республикамыздағы ғылыми қорларда бар мәліметтерді ГАЖ технологиялары арқылы Алматы қаласының экологиялық жағдайын жақсартуды жоспарлау жұмысы үшін маңызы зор ірі масштабтағы карталары құрастырылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Алматы. Энциклопедиялық анықтама. Алматы Қазақ Совет энциклопедиясының бас редакциясы, 1983, 11-21 бб.

[2] Соколов С.И. Почвы Алматинской области. Почвы Казахской ССР. 4-басылым. –Алма-Ата, 1962.

[3] «Экологическое картографирование», Стурман Владимир Ицхакович Москва, 2003. 38-43 бб.

[4] «Эколого-географическое картографирование городов» В.З.Макаров, Б.А. Новаковский, А.Н. Чумаченко. «Научный мир» баспасы, 2002. 83-91 бб.

[5] «Геоэкологическое картографирование», Б.И. Кочуров, Д.Ю.Шишкина, А.В.Антипова, С.К.Костовска, «Академия» баспа орталығы. 2009. 94-103 бб.

[6] Блануца В.И. «Интегральное экологическое районирование: концепция и методы». - Новосибирск: «Наука» баспасы, 1993. 117-123 бб.

[7] Филатов Н.Н. «Географические информационные системы. Применение ГИС при изучении окружающей среды». – Петрозаводск. «КГПУ» баспасы, 1997. 141-156 бб.

[8] http://www.alatau.almaty.kz/page.php?page_id=146&lang=2&article_id=1238. Алматы ауасының атмосфералық жағдайы.

[9] Алматы қаласы табиғи ресурстар және табиғатты пайдалануды реттеу басқармасы. 2009-2018 жж Алматы қаласының қоршаған орта ластануы көрсеткіштерін жақсарту Кешенді бағдарламасына қосымша. 2010 ж. су экологиялық жағдайы. Алматы, 2010.

[10] http://www.almatyeco.kz/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=69&lang=kk. Алматы қаласының қоршаған орта ластануы көрсеткіштерін жақсарту Кешенді бағдарламасының 2009 ж есебі.

[11] Қоршаған ортаны қорғау 2005-2009. Статистикалық жинақ. Қазақстан Республикасы Статистика агенттігі Алматы қаласының Статистика департаменті. Алматы, 2010. – 12-19 бб.

[12] Қоршаған ортаны қорғау 2005-2009. Статистикалық жинақ. Қазақстан Республикасы Статистика агенттігі Алматы қаласының Статистика департаменті. Алматы, 2010. – 34-37 бб.

[13] Қазақстан Республикасы Статистика агенттігі Алматы қаласының Статистика департаменті. «Алматы 2010 жылы» Алматы қаласының статистикалық жылнамалығы. Алматы, 2011. – 127-134 бб.

Какимжанов Е.Х., Макаш К.К., Мукалиев Ж.К., Кожаев Ж.Т.

Создание карт воздушного бассейна города Алматы, загрязненной диоксидом серы, с использованием ГИС технологий.

Резюме. В статье рассматриваются методы построения карт динамических изменений загрязнения воздуха города Алматы на основе статистических данных в период 2008, 2009, 2010 гг. Загрязнение диоксидом серы города Алматы последние годы уменшается. Ключевой особенностью являются таблицы в виде статистических данных, визуализируются с помощью ГИС-технологий.

Ключевые слова: Диоксид серы, ГИС технология, методы картирования.

Kakymzhanov E.H., Makash K.K., Mukaliyev Zh.K., Kozhaev Zh.

The creation of maps of air basin of Almaty sulfur dioxide pollution using GIS technology.

Summary. This article focuses on the methods of mapping the dynamic changes of air pollution in Almaty on the basis of statistical data for the period 2008, 2009, 2010. A sulfur dioxide pollution in Almaty comparison of recent years shows the relative performance of purified air. This article is the key feature of the table in the form of statistical data is visualized using GIS technology. This article is informed, to define methods of mapping using GIS technology.

Key words: Sulphur dioxide, GIS technology, mapping methods.

УДК 550.822

А.Б. Адамбаева, Б.В. Федоров

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, amangul_1996@mail.ru)

СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПОИСКЕ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Аннотация. Рассмотрен вопрос получения полной и достоверной геологической информации с помощью проходки горно-разведочных выработок, буровых скважин и геофизических методов. Геофизические методы исследования скважин предназначены для изучения геологического разреза и, в частности, выявления пластов разной литологии, определения углов и азимутов их падения, выделения полезных ископаемых в разрезах, а также для изучения физико-механических свойств горных пород. Физические свойства горных пород, определяемые в результате исследования в скважинах, служат не только для непосредственного получения той или иной геологической информации, но и для интерпретации геофизических данных. С помощью комбинаций геофизических методов с буровыми работами можно проводить разведку глубинных частей месторождения, прослеживать и оконтуривать залежи полезных ископаемых.

Ключевые слова: геологическая информация, горно-разведочные выработки, буровые скважины, геофизические методы, залежи полезных ископаемых, колонковое бурение, отбор керна, шлама.

Полная и достоверная геологическая информация очень важна при поисках и разведках полезных ископаемых. Она дает возможность оценить масштабы обнаруженного месторождения, форму, глубину и элементы залегания, мощность и концентрацию полезных компонентов. Дополнительная информация о физико-механических свойствах геологического разреза, его трещиноватости, раздробленности и монолитности дает возможность горнякам выбрать способы вскрытия месторождения и его эксплуатации. Современные технические средства разведки имеют возможность проникновения на большие или меньшие глубины вглубь земли и получить важные сведения о размерах геологических тел и качестве полезного ископаемого в недрах. Такой процесс осуществляется тремя способами: путем проходки горных разведочных выработок, при помощи бурения разведочных скважин, посредством геофизических измерений. В комплекс каждой их этих групп технических средств входят машины, инструменты и приборы для документации, опробования и другие исследования в процессе поисков и разведки.

Наиболее надежные разведочные данные получаются из горных выработок. Менее достоверные результаты дают наблюдения и исследования в буровых скважинах. И, наконец, весьма приблизительные представления о телах полезных ископаемых складываются в результате геофизических измерений. В то же время горные выработки являются наиболее трудоемкими и дорогостоящими способами разведки. Бурение обычно дешевле и быстрее дает результаты. Самыми дешевыми и скоростными являются геофизические методы.

Горные разведочные выработки применяются как для прослеживания тел полезных ископаемых по их выходам на поверхность, так и для вскрытия глубинных частей месторождения. Наиболее распространенными являются канавы, шурфы (дудки), штольни, шахты, квершлаги, штреки, орты (рассечки), гезенки и восстающие. Трудность проведения подземных горных выработок при разведке месторождений полезных ископаемых заключается в том, что механизация их проходки во многих случаях оказывается слишком дорогой и громоздкой для геологоразведочной организации.

Разведочные скважины являются наиболее распространенным способом проникновения на глубину с целью получения сведений о наличии и условии залегания полезного ископаемого в недрах. В большинстве случаев при помощи бурения удается выяснить, достаточно ли надежно получение полезного ископаемого в нужном объеме и качестве. Хотя буровые скважины дают менее точные сведения о залеже полезного ископаемого, чем горные выработки, однако разведочное бурение применяется весьма широко благодаря подвижности буровых агрегатов, быстроте бурения при значительно меньшим расходе денежных и материальных средств. Колонковое бурение – наиболее распространенный вид буровых разведочных работ. Главными преимуществами колонкового бурения являются: 1) получение керна - фактического каменного материала, характеризующего полезное ископаемое и геологический разрез; 2)возможность бурения скважин в любом направлении. Только полностью сохраненный без каких-либо изъянов керн может обеспечить полную и достоверную геологическую информацию. К сожалению, условия, при которых в процессе бурения получается целый, прочный столбик породы, встречаются редко. Часто разрезы по скважинам представлены слабыми, размываемыми, слоистыми, трещиноватыми, раздробленными, разрушенными породами. Для повышения выхода керна в этих условиях применяются специальные технико-технологические мероприятия: 1) использование двойных колонковых снарядов, защищающих формирующийся керн от прямого воздействия бурового раствора и вращения колонкового набора; 2) бурение коронками большого диаметра; 3) уменьшение напора промывной жидкости; 4) бурение короткими уходками (0,5-0,8); 5)затирка рыхлого материала на забое скважины всухую.

Геофизические методы, как способы разведки месторождений полезных ископаемых получили широкое развитие в современном разведочном деле. Результаты геофизических исследований весьма важны для составления геологических разрезов и оконтуривания площади распространения полезного ископаемого, особенно в начальной период разведки , а также для прослеживания и оконтуривания отдельных тел полезных ископаемых или продуктивных площадей как в плане, так и в разрезах.

Гравиметрические работы крупных масштабов на земной поверхности дают возможность оконтуривать рудные поля и отдельные крупные залежи полезных ископаемых по значениям аномалий силы тяжести. В подземных горных выработках используются гравиметр и гравитационный вариометр для выявления слепых рудных тел.

Магнитометрические работы позволяют выявлять рудоносные зоны и отдельные тела с высокой точностью, если магнитные их свойства резко отличаются от свойств окружающих горных пород. Эти работы позволяют не только выявлять месторождения железных руд, но также находить крупные залежи медно – никелевых руд, обладающих повышенной магнитностью благодаря присутствию в них пирротина.

Сейсмометрические работы имеют большое значение для выявления и оконтуривания залежей нефти и солей в сложных структурных условиях. Многие залежи нефти были оконтурены сейсмометрическим методом.

Электрометрические работы являются наиболее распространенным видом геофизических исследований в процессе разведки разнообразных месторождений полезных ископаемых. Для изучения структуры месторождения успешно применяются детальные измерения методами электропрофилирования и естественного поля. Для выявления, оконтуривания, установления элементов залегания отдельных тел или их частей применяются методы заряженного тела, вызванной поляризации и радиопросвечения.

Все перечисленные способы разведки месторождений полезных ископаемых с применением геофизических средств имеют одну общую особенность, отличающую их от способов разведки при помощи горных разведочных выработок или буровых скважин. Геофизические методы могут применяться для разведки глубинных частей месторождения, для прослеживания и оконтуривания залежей полезных ископаемых только в сочетании с проходкой хотя бы единичных буровых скважин.

Весьма важную роль в получении геологической информации играет область геофизических исследований, связанную с измерениями в скважине – скважинная геофизика. Каротаж скважин включает большое число геофизических методов: электрический каротаж, гамма-нейтронный каротаж, нейтронно-активационный каротаж, акустический каротаж, термометрия, каротаж магнитной восприимчивости и т.д. Для замера пространственного положения скважины применяется инклинометрия. На рис.1 представлены перечисленные способы получения геологической информации.

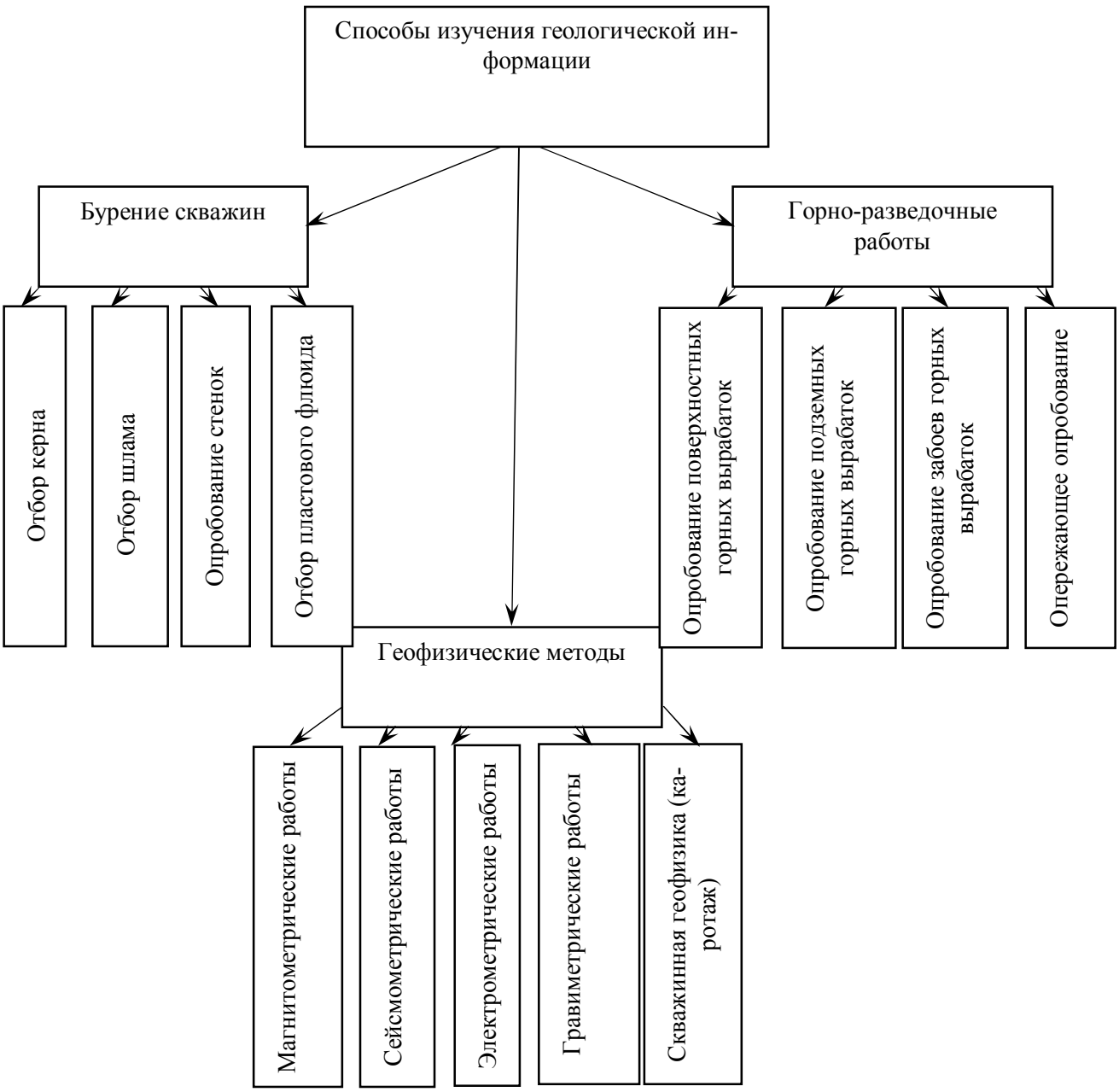


Рис. 1. Способы получения геологической информации

Надо отметить, что в процессе строительства скважин существуют два вида получения геологической информации, взаимно дополняющие друг друга:

1) Косвенные с помощью различных геофизических методов.

2) Прямые виды с получением наглядных образцов или непосредственных визуальных наблюдений: отбор керна, шлама, отбор проб воды, газа, флюидов, взятие ориентированного керна, визуальное наблюдение стенок скважин с помощью телеметрии.

Геофизические методы непрерывно совершенствуются, появляются новые приборы и средства, позволяющие увеличить объем геологической информации и решить технологические задачи при сооружении и ремонте скважин.

При рассмотрении этого вопроса можно привести пример по сооружению геотехнологических скважин при добыче уранового сырья на объектах АО " Волковгеология", где применяются следующие виды получения геологической информации:

1) Отбор керна по рудной толще с помощью снарядов собственной конструкции.

2) Стандартный каротаж (КС, ПС), токовый каротаж, кавернометрия, термометрия, гамма-каротаж. Из перечисленных методов геофизических исследований следует, что они используются не только для получения новой геологической информации, но и решают также чисто технологические задачи. Например, с помощью кавернометрии можно достаточно точно подчитать необходимый объем цементирования, с помощью токового каротажа установить места возможных утечек в резьбовых соединениях.

Больших успехов достигли также исследователи в разработке методов, позволяющих визуально обследовать стенки скважины и внутрискважинное оборудование, а также в создании устройств для отбора ориентированного керна. Существующие скважинные телесистемы, разработанные в Казахстане, позволяют определять изучаемых объектов, углы падения пластов и простирание геологических структур, размеры, трещиноватость и ее направление, вкрапленность и другие неоднородности природных образований. Помимо, повышения геологической информативности, телеметрическая аппаратура позволяет также решать технологические задачи, в частности, степень загрязнения подземных вод, состояние эксплуатационной колонны и фильтров, степень зарастания отверстий последних минеральными наростами и т.д. Используемые при этом приборы относительно просты и надежны. Через опущенный в скважину телезонд геологические структуры просвечиваются мощным потоком лучей, создавая возможность визуального наблюдения на мониторе за литологией и тектоникой разреза.

Принципиальная схема аппаратуры скважинной видеосъемки приведена на рис.2. Система дает возможность просматривать в реальном масштабы времени цветное панорамное изображение поверхности стенок скважины с одновременной записью и привязкой к глубине и геодезические системы координат, причем изображение можно увеличивать в 5 или более раз с разрешающей способностью до 0,1 мм.

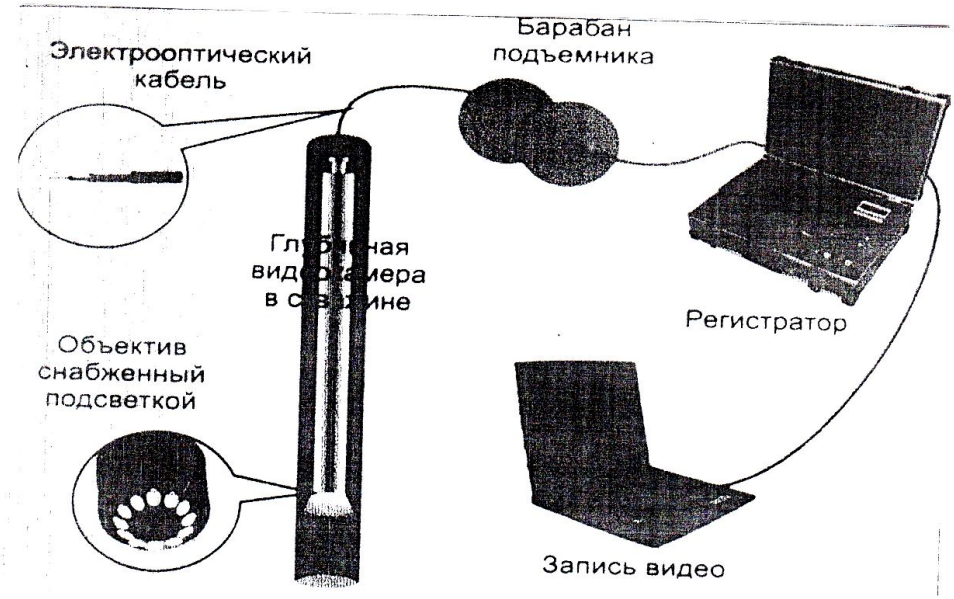
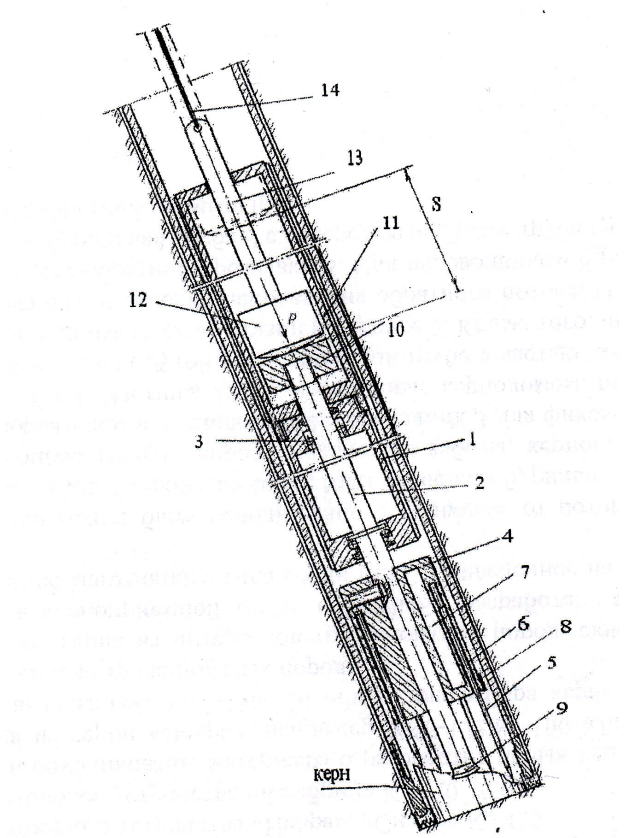


Рис. 2. Аппаратура скважинной видеосъемки



Другим важным источником получения дополнительной геологической информации является отбор ориентированности керна. Кернометрические исследования позволяют определить элементы залегания (азимут и угол падения структурных элементов) геологического объекта – слоистости, трещиноватости, сланцеватости и т.д. Взятие ориентированности керна широко практикуется при бурении разведочных скважин на действующих карьерах, где знание об истинном направлении трещиноватости пород необходимо для обеспечения безопасности ведения горных работ.

Сотрудниками компании “Бурмаш” и КазНИТУ имени К.И.Сатпаева разработан керноориентатор “След” (рис.3) , защищенный патентом и предназначенный для ориентированного взятия керна. Прототипом указанного прибора является керноориентатор фирмы “VAN RUTH PRODUCTS” (Австралия).

Рис. 3. Керноориентатор “След”
1 – корпус, 2 – вал, 3 – подшипники, 4 – груз со смещенным центром тяжести, 5 – шесть игольчатых стержней, 6 – резиновые оболочки стержней, 7 – полость в грузе 4, 8 – риска, 9 – клинообразное долото, 10 – наковальня, 11 – копсух, 12 – ударник, 13 – тяга, 14 – канат.

Принцип действия керноориентатора “След” основан на сканировании рельефа торца керна с помощью игольчатых стержней, занимающих известные положения относительно апсидальной плоскости, и одновременном ударном воздействии клинообразного долота на торец образца для получения следа на нем (черты, лежащей в апсидальной плоскости). Работа прибора осуществляется следующим образом. В снаряд со съемным керноприемником (до спуска последнего) опускается инклинометр для замера зенитного и азимутального углов, а после его извлечения спускается на канате керноориентатор. При этом игольчатые стержни 5 должны быть максимально выдвинуты из груза 4. В таком положении концы стержней оказываются ниже клинообразного долота 9, которым оканчивается вал 2. При контакте прибора с забоем (торцом керна, который будет формироваться в процессе будущего рейса) игольчатые стержни под действием веса керноориентатора вдвигаются внутрь груза 4 до тех пор, пока долото не коснется породы. Таким образом, концы игольчатых стержней и долота повторяют конфигурацию забоя (верхнего торца будущего керна). Затем наносят удар по наковальне 10 ударником 12. Ударный импульс воздействует через клинообразное долото на торец керна. В результате на последнем остается след (черта), находящийся в апсидальной плоскости. Керноориентатор извлекается из скважины и осторожно укладывается в футляр таким образом, чтобы положение стержней и пики оставалось неизменным. Затем в снаряд опускается керноприемник, и скважина углубляется на величину цикла. После подъема керна на поверхность его верхний столбик подносят к выдвинутым стержням и пике ориентатора. Путем медленного вращения образца вокруг оси добиваются контакта всех шести игольчатых стержней и пики с торцом керна. В этом положении рельеф керна повторит поверхность, на которой находятся концы стержней и пики. Поэтому риска 8 на грузе 4 укажет направление апсидальной плоскости, которое фиксируется на верхнем столбике керна маркером. Контроль правильности этой операции осуществляется по следу, оставленному на торце керна клинообразным долотом. Затем, используя геолого-структурные признаки (слоистость, торцевые сколы, рельеф кусков), увязывают все столбики керна между собой и отмечают на них след апсидальной плоскости, уже зафиксированный на верхнем столбике.

Таким образом, при использовании керноориентатора “След” положение апсидальной плоскости определяется двумя независимыми методами: сканирование рельефа торца и ударным воздействием клинообразного долота. Кроме того, необходимость использования двух методов обосновывается еще и тем, что в определенных геологических условиях один из методов нельзя использовать. Например, метод сканирования не применим, если торец плоский и перпендикулярен оси скважины.

Два рассмотренных визуальных технологических средств направлены на решение одной главной задачи – выявление реального пространственного положения геологического объекта в земной коре. Они взаимно дополняют друг друга и для повышения надежности информации их рекомендуется принимать совместно.

Выводы

1. Наиболее эффективна геологическая информация, полученная при совместном применении буровых работ и геофизических измерений.
2. Геофизические методы, кроме повышения геологической информативности объкта, широко и эффективно применяются при решении чисто технологических проблем, в особенности при сооружении эксплуатационных скважин.
3. Необходимо интенсивно углублять исследования методов визуального исследования непосредственно в скважинах, что значительно расширяет и уточняет информацию о геологических объектах.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В.И. Бирюков, С.Н. Куличихин, Н.Н. Трофимов “Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых”. – М.: Недра, 1979.

[2] Б.В. Федоров “Бурение скважин”. − Алматы. − 2002.

[3] Т.Н. Мендебаев, Н.Ж. Смашов “Новая методика изучения геологического строения недр земли”. − Известия НАН РК, Серия геологическая. − 2010. − №4. − стр.41-46.

[4] Б.В. Федоров, С.К. Кудайкулов, Д.С. Кудайкулов “Керноориентатор. Предварительный патент РК №17574”. − 2004.

[5] С.К. Кудайкулов, В.А. Суворов, Б.В, Федоров и др. “Сравнительные испытания технических средств взятия ориентированного керна при колонковом бурении” − Сб. Новости науки Казахстана. − №3 (82) Алматы:КазГОСИНТИ. − 2004. − стр. 82-88.

[6] С.К. Кудайкулов “Бурениие скважин в сложных условиях снарядами со съемными керноприемниками (ССК)”. − Алматы: КазНИТУ. − 2010.

Адамбаева А.Б., Федоров Б.В.

Пайдалы қазбаларды іздеу және барлау кезіндеі геологиялық ақпарат алудың жолдары мен құралдары

Түйіндеме. Бұл мақалада тау-кен қазбаларын, бұрғылау ұңғыларын және геофизикалық әдістерді пайдалана отырып, толық және дәл геологиялық ақпаратты алу мәселесін қарастырылды . Ол ең үлкен экономикалық тиімділік өндіріс және жеткілікті толық геологиялық ақпарат бұрғылау операциялары бар геофизикалық әдістерді комбинациясын қамтамасыз екендігі анықталды. Геофизикалық әдістер кеңінен және тиімді ұңғымаларды салуға таза технологиялық проблемаларды шешу үшін пайдаланылады. Айтарлықтай ұңғымалардағы қарқынды ғылыми әдістерді тереңдету қажет, өйткені олар геологиялық объектілер туралы ақпаратты кеңейтеді және нақтылайды.

Түйін сөздер: геологиялық ақпарат, тау-кен және геологиялық барлау қазбаларын ұңғымалар, геофизикалық әдістер, пайдалы қазбалар, колонкалық бұрғылау, құбырлар, шлам.

Adambayeva A.B., Fedorov B.V.

Ways and means of obtaining geological information in prospecting and exploration of mineral resources.

Summary. In this article we consider a matter of getting complete and accurate information to help penetration of mining and exploration workings, drill holes and geophysical methods. It was found that the greatest economic benefit and sufficiently complete geological information provides a combination of geophysical methods with drilling operations. Geophysical methods other than increasing the geological information content analyzing processes , is widely and effectively used in the solution of a purely technological problems , especially in the construction of wells. It is necessary to deepen the research -intensive methods of visual study directly in the wells, which significantly expands and clarifies information about the geological sites.

Key words: geological information, the mining and exploration workings, boreholes, geophysical methods of mineral deposits, core drilling, coring, mud.

УДК 004.9+550.34

А.Т.Турарбек
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан, Turarbek_asem@mail.ru)

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СЕЙСМОЛОГИИ

Аннотация. Мониторинг сейсмоопасных регионов приводит к накоплению данных, не позволяющих проводить их комплексный анализ для принятия оперативных решений. Возникает необходимость организации мониторинга землетрясений на основе использования географических информационных систем (ГИС). Это позволяет проводить оперативный сбор данных (космические снимки, геофизические измерения и др.), а также анализировать признаки подготовки землетрясений и оценивать возможные угрозы их проявления в пространственно-временном масштабе. Прогнозирование землетрясений может быть долгосрочным и краткосрочным. Оно осуществляется сетью сейсмических станций на территории РК. При прогнозировании землетрясений к динамическим наблюдениям в первую очередь относятся результаты сейсмологического, геофизического, геодезического, геохимического и гидрогеологического мониторинга. В некоторых случаях эти наблюдения дополняются метеорологическими данными, результатами атмосферных и космических наблюдений и информацией о планетарных ритмах.

Ключевые слова. Сейсмология, геоинформационная система, базы данных, система управления базами данных, землетрясение.

Борьба человечества с последствиями сильных и катастрофических землетрясений ведется на протяжении всей его истории, и до настоящего времени успехи на этом поприще достаточно скромные. Это объясняется сложностью и труднодоступностью изучения глубинных явлений деформирования верхней оболочки Земли, в которой протекает сейсмический процесс. Наукой ,изучающей распространение сейсмических волн в недрах Земли, или наукой о землетрясениях и связанных с ними явлениях, является сейсмология. Прогнозирование землетрясений важнейшее мероприятие в системе контроля сейсмической обстановки, позволяющее своевременно принять меры к защите населения и территорий, резко снизить затраты на ликвидацию последствий землетрясений. Прогнозирование землетрясений может быть долгосрочным и краткосрочным. Оно осуществляется сетью сейсмических станций на территории РК. При прогнозировании землетрясений к динамическим наблюдениям в первую очередь относятся результаты сейсмологического, геофизического, геодезического, геохимического и гидрогеологического мониторинга. В некоторых случаях эти наблюдения дополняются метеорологическими данными, результатами атмосферных и космических наблюдений и информацией о планетарных ритмах. В рамках научных работ с целью предсказания землетрясений сейсмологи исследуют связь предстоящего землетрясения с разными факторами: движением земной коры, выпуском радона или водорода, изменением ускорения сейсмических волн, масштабные изменения температуры почвы, изменения в концентрации ионов в ионосфере, изменением уровня грунтовых вод в скважинах, электромагнитными полями (сейсмоэлектромагнетизм) [1]. В прогнозировании землетрясений геоинформационные системы в настоящее время превратились в один из основных инструментов научных и прикладных исследований, в которых легко можно обработать географические карты и с точностью провести методы географического (пространственного) анализа.

Географическая информационная система - это современная компьютерная технология для картирования и анализа объектов реального мира, а также событий, происходящих на нашей планете [2]. Информационная технология объединяет традиционные операции работы с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического анализа, которые предоставляет карта. Данные возможности отличают геоинформационные системы от других информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, с осмыслением и выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий, с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий.

В настоящее время геоинформационные системы проникли практически во все сферы жизнедеятельности. К основным можно отнести: экологию и природопользование, морская, авиационная и автомобильная навигация, управление городским хозяйством, региональное планирование, оператив-

ное управление и планирование в чрезвычайных ситуациях (землетрясения, цунами, пожары и др.), социология и политология и т.д. [3]

Основными функциями геоинформационных систем являются:

• геопространственный анализ специальных и общегеографических данных;

• моделирование геопространства - создание моделей геопространства;

• сбор и подготовка геоинформации - получение исходных данных для моделирования;

• визуализация - требуется для контроля и восприятия человеком результатов пространственного анализа.

Обработку информации в геоинформационных систем в области сейсмологии можно разбить на три уровня:

• на уровне сбора информации – дешифрирование фотоснимков и картографических изображений, обработка данных дистанционного зондирования Земли, группировка атрибутивных данных по классификационным признакам, характеризующим свойства объектов;

• на уровне моделирования – редактирование картографических данных, анализ атрибутивных данных и др.;

• на уровне представления данных – генерализации картографических изображений – отбор и отображение картографических объектов соответственно масштабу, содержанию и сейсмологической направленности, и обобщения геоданных.

Если рассматривать состав геоинформационных систем можно разделить его на аппаратную часть, программный комплекс, данные, блок анализа данных и квалифицированный персонал, который управляет работой геоинформационной системой. Для геоинформационных систем в сейсмологии состав полностью сохраняется.

Геоинформационные системы работают с различными видами данных: пространственными, атрибутивными и библиотеками условных знаков.

Операции, осуществляемые геоинформационной системой при работе с данными:

• ввод данных; В геоинформационных системах автоматизирован процесс создания цифровых карт, что кардинально сокращает сроки технологического цикла.

• управление данными; Геоинформационные системы хранят пространственные и атрибутивные данные для их дальнейшего анализа и обработки.

• запрос и анализ данных; Геоинформационные системы выполняют запросы о свойствах объектов, расположенных на карте, и автоматизируют процесс сложного анализа, сопоставляя множество параметров для получения сведений или прогнозирования явлений.

• визуализация данных; Удобное представление данных непосредственно влияет на качество и скорость их анализа. Пространственные данные в геоинформационных системах предстают в виде интерактивных карт. Отчеты о состоянии объектов могут быть построены в виде графиков, диаграмм, трехмерных изображений.

Программное обеспечение, используемое при сейсмических исследованиях, можно разделить на несколько групп: векторные геоинформационные системы, растровые геоинформационные системы, горно-геологические системы, сервисные программы. Векторные геоинформационные системы широко используются при картосоставительских работах. Из наиболее часто встречающихся пакетов следует отметить ArcGIS, Mapinfo, ПАРК и др. Растровые ГИС традиционно используют для дешифрирования материалов аэрофото- и космосъемок при поисково-съемочных работах. В сейсмологии используют Erdas Imagine, ENVI, ER Mapper и др. Горно-геологические системы предназначены для моделирования месторождений полезных ископаемых. Наибольшее распространение получили Surpac, Micromine, Datamine, Gemcom, MineScape и др. Сервисные программы позволяют подготовить данные для геоинформационных систем. Это векторизаторы, электронные таблицы, программы для скачивания данных с GPS и т.д.

В основе построения геоинформационных систем лежит система управления базами данных. Модель данных в геоинформационных системах имеет сложный смешанный характер так как пространственные данные и разнообразные связи между ними плохо описываются реляционной (табличной) моделью. Геоинформационные системы прогнозирования землетрясений создаются на основе уже существующих систем управления базами данных, приобретение или аренда СУБД составляет основную часть затрат на программное обеспечение системы. Под системой управления базами данных принято понимать комплекс программ и языковых средств, предназначенных для создания, ве-

дения и использования баз данных. Система управления базами данных выполняет множество функций, которые в противном случае следовало бы программировать в геоинформационных системах. Различают два пути использования системы управления базами данных в геоинформационных системах: 1) выполнение геоинформационных-процедур полностью через системы управления базами данных; 2) некоторые данные (обычно таблицы атрибутов и их отношений) доступны через системы управления базами данных, поскольку они вполне соответствуют модели [4].

Если рассматривать геоинформационные системы используемые в сеймологии наиболее хорошо себя зарекомендовали такие геоинформационные системы, как ArcInfo и ArcView GIS американской компании ESRI. Из относительно простых западных геоинформационных систем можно назвать систему MapInfo, которая также весьма широко распространена в мире. Геоинформационная система Prediction для прогноза землетрясений и горных ударов: разработка и примеры применения на конкретных территориях – в Байкальской рифтовой зоне и Норильском месторождении [5]. TRON – онлайн–технология системного прогнозирования землетрясений в режиме реального времени. Для математического и статистического анализа используется единая БД о поведении домашних птиц, рыб и зверей, наполняемая пользователями сети Интернет [6]. Каждая из этих геоинформационных систем в первую очередь предназначена для оперативной обработки геоданных. Таким образом, современные геоинформационные технологии находят свое широкое применение не только в области решения задач картографического обеспечения различных сфер деятельности, но и в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного характера.

Геоинформационные системы широко применяются на различных стадиях изучения сейсмологических исследований, оценки и прогнозирования сейсмических изменений. Использование геоинформационной системы позволяет проводить мониторинг сейсмической обстановки и осуществлять как среднесрочный, так и долгосрочный прогноз землетрясений для любого района при наличии необходимой сейсмологической информации. На сегодняшний день достоверность такого прогноза, составляет около 70%. Исходя из этого с уверенностью можно утверждать, что применение геоинформационных технологий позволяет совершенствовать сейсмологические методы и повышать их оперативность.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мишин С. В., Шарафутдинов В. М. Параметры процесса землетрясения // Вестник СВНЦ ДВО РАН.- 2007.- № 1.- С. 64-70.

[2] Қ. Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева. - “Геоақпараттық жүйе негіздері. - Алматы: ҚазҰТУ, 2008 - 166 б.

[3] Ананьев Ю.С. - Геоинформационные системы: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 70с.

[4] Цветков В.Я.- Геоинформационные системы и технологии. - М.: Финансы и статистика, 1998. - 288 с.

[5] Официальный сайт Глобальной Сети Прогнозирования Землетрясений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://seismonet.org/index.html.

[6] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tron.ru/AINUR/.

Турарбек Ә.Т.

Сейсмологиядағы геоақпараттық жүйелер

Түйіндеме. Сейсмикалық аймақтардың мониторингі үлкен мөлшерде деректердің жинақталуына алып келеді бұл өз кезегінде жедел шешім қабылдау үшін жан-жақты талдау жүргізуге мүмкіндік бермейді. Сол себепті геоақпараттық жүйелерді пайдалану арқылы жер сілкінісі мониторингін ұйымдастыру қажеттілігі туындайды. Бұл (спутниктік суреттер, геофизикалық өлшеу және т.б.) жедел деректер жинауды мүмкіндік береді, сондай-ақ жер сілкінісін алдын алу белгілерін талдау және уақыт-кеңістігіндегі мүмкін болатын қауіпті бағалауға болады.

Түйінді сөздер. Сейсмология, геоақпараттық жүйе, жер сілкінісі, деректер қоры, деректер қорын басқару жүйелері.

Turarbek A.T.

Geographic information system in seismology

Summary. Monitoring of seismic regions, leading to the accumulation of large amounts of data that do not allow them to carry out a comprehensive analysis for operational decision-making. There is a need to organize earthquake monitoring through the use of geographic information systems (GIS). This allows the collection of operational data (satellite imagery, geophysical measurements, and others.), As well as to analyze the signs of earthquake preparation and evaluate the possible threat to their existence in the space-time scale.

Key words. Seismology, geographic information system, database, database management system, an earthquake.

ӘОЖ 528.(Ұ574)

Е.Қ. Суюнбаев
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы)

ІЛЕ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ САЛАСЫНДАҒЫ ЖЕРПАЙДАЛАНУ ЖҰМЫСТАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛЕРІ

Аннотация. Ел ішіндегі ешқандай да жасампаз қызмет егжей-тегжейлі топографиялық картасыз жүзеге аспайды. Өнеркәсіп немесе ауыл шаруашылық саласындағы кез келген бастамалар елдің сол немесе басқа жерлерінің картасын, сонымен бірге жергілікті жердің көрінісі үлкен дәлдікпен және сәйкес нақтылықпен көрсетілген үлкен масштабтағы картаны табандылықпен талап етеді. Топографиялық картаны алу үшін кең түрдегі геодезиялық жұмыстар қажет. Бір көзбен қарағанда геодезиялық жұмыстар ауыл шаруашылығының мәселесінен өте алыс көрінгенімен, ауыл шаруашылығының жұмыстары дәл еселенген геодезиялық жұмыс көмегімен алға жылжиды. Келесі мақала ауыл шаруашылығындағы, нақтырақ айтқанда Іле ауыл шаруашылығының саласындағы жұмыстарды геодезиялық қамтамасыз етудің жолдары мен әдістеріне негізделген. Іле ауыл шаруашылығының жер пайдалану жұмыстарында геодезиялық құрылғылар мен арнайы бағдарламалардың қолданылу принциптері келтірілген. Қазақстан Республикасының аумақтарының геодезиялық және картографиялық ақпаратпен қамтамасыз етілгендігі жөніндегі мемлекеттік статистика мәліметтерінің қорытындысы мақаланың көрсеткіші ретінде келтірілді.

Негізгі сөздер: геодезия, ауылшаруашылығы жұмыстары, топографиялық карталар, геодезиялық жұмыстардың әдістері, Іле ауылшаруашылығы.

Алматы облысы Іле ауданында жерге орналастыру мен жер кадастрлық жұмыстарын "Жер-ҒӨО" РМК Алматы облыстық филиалының Іле аудандық бөлімшесі жүргізеді. Ауданда ауылшаруашылығы мақсатындағы жерлерді пайдалану қарқынды дамып келеді. Осыған сәйкес геодезиялық жұмыстар үлкен сұранысқа ие. Негізінен ауыл шаруашылығы мақсатындағы жер құрамына ауыл шаруашылығы алқаптары мен ауыл шаруашылығының жұмыс істеуіне қажетті ішкі шаруашылық жолдары, коммуникациялар, тұйық су айдындары, мелиорациялық жүйе, қора-жайлар мен ғимараттар орналасқан жер, сондай-ақ басқа да алқаптар (сор, құм, тақыр және ауыл шаруашылығы алқаптарының алабына қосылған басқа да алқаптар) жатқызылады.

Төменде геодезия әдістерімен байланысты жерпайдалану жұмыстары келтірілді.

Іле ауданында жер кадастрлық және жерге орналастыру жұмыстарын жүргізу үшін жер пайдаланушылар, аудандағы бөлімшеге келіп өтініш білдіреді. Сол өтінішке сәйкес, жерге орналастырушы маман жер учаскесінің орналасқан орнына барып GPS құралымен өлшеу жұмыстарын жүзеге асырады. Камералды дайындық жұмыстары барысында, келісім сызбасындағы жер учаскесінің орнын басқа шекаралас жер пайдаланушылармен тексеріп анықтау қажет. Бұл жұмысты атқару үшін фотопланшет номенклатурасы арқылы кезекші картаны даярлау керек. Содан соң келісім сызбасында орналасқан орнын анықтап шектесіп жатқан жер пайдаланушылардың аттарын көрсетеді, соңынан фотопланшеттегі немесе компьютердегі мәліметтермен салыстырады. Келісім сызбасы бойынша берілуге тиісті учаскенің шекарасы жобаланады.

Қазіргі кезеңде жер учаскелерін жобалау фотопланшет бойынша компьютерлік бағдарлама арқылы жасалады. Ең алдымен шекаралас жер пайдаланушылардың шекара нүктелерінің көшірмесі мен геодезиялық берілген мәліметтерін аламыз: оның ішінде де бұрылыс нүктелерінің координаттары мен олардың ара қашықтық ұзындық өлшемдерін аламыз. Компьютерде MAPINFO бағдарламасын ашамыз. Осыдан соң бізге қажетті планшетті алып ГИС мәліметтерін ашамыз.

Берілген координат мәліметтерімен келісім сызбалары бойынша учаскелерді жобалауға кірісеміз. Учаскелерге кадастырлық нөмір беріп оған жер иеленушінің аты жөнін және пайдалану рәсімін жазамыз, содан соң осы мәліметерді компьютердің еске сақтауына енгізіп, онда учаскенің ауданын т.б. көрсеткіштерін енгіземіз.

INSERTER кіргізу бағдарламасын ашамыз, содан соң онда жазылған тексттен өзімізге қажетті координат нүктелерін аламыз. Алынған координат нүктелеріне түзетулер енгізіп жазбаларды дұрыстаймыз. Жазылған ведомостте бұрылу нүктелерін көрсетіп контурларды көрсетеміз және

мінездемесін жазамыз (егістіктер, арық отықтар, далалық жолдар т.б.). Жұмыс сызбалары мен орналастыру сызбаларында шекараны көрсету мынадай әдіспен жүзеге асырылады:

- жұмыс сызбалары мен шекара қою сызбалары әуелі фотопланшеттің ксерокс көшірмесін жасап оған берілетін жер учаскесін түсіруден басталады. Жұмыс сызбасына ескі нүктелер қара түспен көрсетіледі, ал қызыл түспен жаңадан белгіленген жер учаскелері түсіріледі және оның көрінетін жергілікті элементтер мен жобаланған шекара нүктелерінің арасы 20 метрлік өлшеу лентасымен болмаса сәулелі өлшеуішпен өлшенеді.

- бұрыштық нүктелердің координаты өлшем құралдарының көмегімен, американдық жер серігі жүйесіндегі GPS (Gloolal Position System) немесе россиялық жерсеріктік ГлоНаСС (глобалды навигациялық жер серіктік жүйесі) құралдар арқылы жүргізіледі;

- бұрыштық нүктелер мен координат арасы 20 метрлік лентамен теодолиттің көмегімен немесе жарықтық қашық өлшеуішпен, кейде электронды тахеометрмен қойылады.

Жұмыс сызбасындағы координаттар арнайы ведомсте қара түспен жазылып ара қашықтықтары өлшем бойынша жазылады және шектесетін жер иеленушілердің шекарасы көрсетіледі. Іле ауылшаруашылық ауданындағы жерге орналастыру жұмыстарындағы геодезиялық қамтамасыздандырудың жалпы жағдайы осындай. Далалық жұмыстарға келсек, жер учаскелерінің шекарасын қою әртүрлі әдістермен қойылады.

Бұрын геодезиялық тәсілмен шекараларды қою былайша жүргізілетін еді:

- сәуле (жарық) қашықтықты өлшеуші аспаппен және 20 метрлік лентамен;
- алдыңғы екі әдістерді біріктіре отырып жерге белгілер қою;
- бұрылыс нүктелерін координат бойымен анықтап 20 метрлік лентамен сәулелі аппаратпен қою.

Қазіргі кезде геодезиялық әдістер төмендегінше:

- теодолит жолын электронды тахеометр көмегімен қою:
- Leica, Trimble, Sockia аппараттарын қолданып координат нүктелерін қою кезінде американдық жер серігі жүйесін CPS, немесе Торсоп және Россияның жер серіктік жүйесіндегі ГлоНаСС.

Осы әдістемелердің барлығы бір-бірімен салыстырып, олардың қазіргі кезде пайдаланып жүрген геодезиялық әдіске тоқталамыз.

Шекара белгілерін координатты анықтау арқылы тахеометрлік жүріспен қою. Бұл әдістеменің қолданылуы берілген жердің ауданына тікелей байланысты, шекара сызбалары құрғақ жерлермен өтетін болса бұл әдістер жердің элементтері анықталынып қойылады. Координаттарды шығару компьютерлердің есептеулерімен шығарылып ара қашықтықтары шығарылады және планшетке түсіріледі. Принтердің көмегімен ведомостке жазылады, бұрыштарының өлшемі көрсетіледі. Жер бетіне түсірілгенде, триангуляцияның нақты белгілеріне жалғастырылып нүктелері қатайтылады, тахеометр өлшемінің дәлдігі 7" және одан да дәлірек болып шығады. Заман талабына сай технологиялар үнемі даму үстінде.

Іле ауданы жағдайындағы қолданылатынгеодезиялық қамтамассыз етудің негізгі жолдары.

Топографо-геодезиялық және картографиялық өндірісі - мемлекеттік органдарды, заңды және жеке тұлғаларды геодезиялық және картографиялық материалдармен қамтамасыз етуге бағытталған. Кызметтің маңызды үлесі республика экономикасының әр түрлі салаларын топографиялық, геодезиялық және картографиялық қамтамасыз ету, Қазакстан Рес- публикасының мемлекеттік шекарасын демаркациялау бойынша жұмыстарды жалғастыру, қазіргі заманғы технологиялар негізінде жер қыртысын тік қозғалысын зерттеу, масштабтық қатардағы мемлекеттік топографиялық карталарды жаңарту ушін сандық аэротусірлімдерді қолдану, географиялық объектілерді атаулары саласында қызметі болып табылады.

Министрліктің 2014-2018 жылдардағы Стратегиялық жоспарына және 2016-2018 жылдардағы республикалық бюджет жобасына сәйкес, жергілікті жердің қазіргі заманғы жағдайына сәйкес келетін Қазақстан Республикасы аумағын геодезиялық және картографиялық ақпаратпен қамтамасыз ету 2016 жылдың қорытындысы бойынша - 38 пайызға, 2017 жылы - 46 пайызға, 2018 жылы - 55 пайызға жеткізу жоспарлануда.

2018 жылы барлық облыс орталықтарының, ірі қалалары мен елді мекендерінің және моно-қалалардың 1:2000 масштабтағы сандық топографиялық жоспарлармен қамтамасыз ету үшін аэротүсірілім жұмыстарын аяқтау көзделуде. Аумақтарды жоспарлау жекелеген аумақтардың кешенді дамуы мен стратегиялық-бағдарламалық құжаттарын ескере отырып, аса маңызды дамып

келе жатқан аумақтарға, экономикалық даму орталықтарына бағытталған. Сондай-ақ, жергілікті атқарушы органдардан түсетін картографиялық материалдар мен геодезиялық маліметтердің қажеттілігі туралы өтініш-хаттар есепке алынып, талданады.

Қолда бар аумақтық жаңартылған карталар мен қалалардың жоспарлары жергілікті атқарушы органдармен аз қолданылатындығын атап ету керек. Ағымдағы жылдың мамыр айында әкімдіктерге ақпарат ретінде республика аумағындағы бұрыннан әзірленген картографиялық материалдары туралы, сондай-ақ жаңартылған материалдары туралы хабарланды.

Топографиялық карталар мен жоспарлар қалалар, кенттер және ауылдық елді мекендердің бас жоспарларын жобалауда, егжей-тегжейлі жоспарлау мен құрылыс нобайларының жобаларын құруда, жергілікті жерді зерттеу және бағалауға, жергілікті жерде бағытты белгілеу мен нысаналауға, жобалау-іздестіру жұмысын орындауға, құрылыс және елді мекендерді қайта жанғыртуды қамтамасыз етуге, өнеркәсіптік, гидроэнергетикалық және жол құрылысына, арналар таңдауға және құбырларды жүргізуге, байланыс және электр беру желісінде, ірі масштабты геологиялық түсірілім және іздестіру-барлау жұмыстарына, мелиоративтік жүйелерді тікелей жобалауға, жерге орналастыру және орман шаруашылығын жүгізуге, объектілердің коор- динаттарын анықтауға пайдаланылатындығы негізгі геодезиялық жұмыстар екенін атап өткіміз келеді.

Осыған байланысты, жергілікті атқарушы органдарынан басымдылығы және қажеттілігі негіздемесімен геодезиялық және картографиялық қамтамасыз етуге жататын аумақты, жергілікті елді мекендерді таңдауға өз ұсыныстарын жолдау арқылы жүзеге асырады.

Енді бір айта кететін жайт бүгінгі таңда өзінің біріңғай ашық координат жүйесінің болмауы, елді мемлекеттік геодезиялық қызметпен қамтамасыз ету 1942 жылгы бірыңғай мемлекеттік координат жуйесіне және Балтық биіктік жуйесіне негізделгендіктен, жеке және заңды тұлғалар үшін картографиялық өнімдердің қолжетімсіздігі шешілмеген мәселелердің бірі болып келеді. Қолданыстағы 1942 жылғы координат жүйесінің шектеу белгісінің бар болуы, экономика мен өнеркәсіптің әр түрлі салаларында геодезиялық және картографиялық материалдар мен мәліметтерді алуға, мемлекеттік емес құрылымдар, жеке және заңды тұлғалардың, сонымен бірге шетелдік инвесторлардың қол жеткізуін шектейді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] «Қазақстанның жер ресурстары» ғылыми-тәжірбиелік журнал – 2015 қараша-желтоқсан, №6

[2] «Основы геодезии, картографии и космоаэросъемки», / Кусов В.С. – Москва, «Академия», 2014г.

[3] https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%8F (Википедия, геодезия)

[4] «Геодезические работы при землеустройстве», Саратов 2009 г.

Суюнбаев Е.Қ.

Методы геодезического обеспечения землепользования в условиях Илийского района

Резюме. Рассмотрены способы геодезических обеспечении в сельскохозяйственных работ в условиях Илийского района. Были изучены такие показатели, как: значительность геодезических работ в сельскохозяйственной сфере, виды топографических карт, методы использования компьютерных программ в воплощении сельскохозяйственных работ, геодезические методы, основные способы геодезических обеспечении в условиях Илийского района, государственные статистические показатели. В ходе осуществления запланированного проекта на 2017-2022 гг., были приведены следующие геодезические работы, которые должны быть решены как перспективные обязанности. К ним относятся:

1) Установить государственную систему координат Республики Казахстан;
2) Установить государственные геодезические спутниковые сети;
3) Обновить нынешнюю государственную геодезическую сеть;
4) Реконструкция нынешних картографических материалов при переходе с одной системы координат в другую.

Ключевые слова: геодезия, сельскохозяйственные работы, землеустроительные работы, топографические карты, методы геодезических работ, сельскохозяйственные работы Илийского района.

Suiunbaev E.K.

Methods of geodesic guaranteeing land tenure in conditions Ile district.

Summary. In the article, the ways of geodesic guaranteeing in agricultural works in condition Ile district are considered. Examined such factors as the importance of geodesic works in agriculture sphere, types of topographic maps, methods of using computer programs in realization of agricultural works, geodesic methods, main ways of geo-

desic guaranteeing in condition Ile district, state statistic indices. In working accomplishment of planned project in 2017-2022 years, there are given the next geodesic works, which must be determined as perspective obligations. They are:

1) To set state co-ordinate system of the Republic of Kazakhstan;
2) To set state geodesic sputnik network;
3) To renew present state geodesic network;
4) Reconstruction of present cartographical materials in the time of changing from one co-ordinate system to another.

Key words: geodesy, agriculture works, topographical maps, methods of geodesic works, agriculture of Ile district.

УДК 553.982

А.Б. Жасыбаев
(ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина»
Алматы, Казахстан, e-mail: *aydin1990@mail.ru*)

ГЕОХИМИЯ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАССОЛОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы геохимии элементов, содержащихся в кунгурских соленосных отложениях Прикаспийской впадины. Описываются характерные особенности редких и щелочных металлов: стронций, литий, рубидий и цезий. Показано, что стронций является близким аналогом кальция. В результате исследования приведены данные о пределах содержания стронция в кунгурской соленосной формации Прикаспийской впадины. Литий в повышенных количествах содержится в прослоях глин и мергелей, рубидий же изоморфно встречается в калийсодержащих минералах, в максимальных количествах он обнаружен в карналлитах и карналлитовой породе, высокие концентрации цезия соответствуют галопелитам. Целесообразность и экономическая эффективность переработки гидрогеоминерального сырья подтверждается длительной добычей во многих странах лития, йода, брома, калия. По экспертным оценкам, в настоящее время в природных водах сосредоточено 55% мировых запасов лития, 40% - рубидия, 35% - цезия. В настоящее время разработан ряд технологических схем переработки промышленных рассолов месторождений углеводородного сырья с получением литиевых, магниевых, бромных продуктов и йода. Имеются принципиальные технологические возможности получения других продуктов, в том числе соединений бора, рубидия, цезия и стронция.

Ключевые слова: стронций, геохимические особенности, изоморфные позиции, растворимость, кунгурские отложения, Прикаспийская впадина

Лидером Нации Н.А.Назарбаевым в Стратегии «Казахстан - 2050» отмечена необходимость внедрения принципиально новой системы управления природными ресурсами. Одним из таких видов природных ресурсов является гидрогеоминеральные ресурсы - промышленные подземные воды, которые представляют собой природные рассолы, содержащие отдельные компоненты или их соединения в количествах, обеспечивающих по технико-экономическим показателям их рентабельную добычу и переработку.

Анализ результатов исследований на территории Казахстана позволил выделить несколько перспективные территорий, в числе которых Прикаспийская провинция, приуроченная к одноименной впадине с четырьмя областями промышленных вод.

Прикаспийская впадина относится к одному из сложнейших структурных элементов в составе древней Русской платформы и представляет собой крупнейшую в мире соляно-купольную область с глубоко погруженным докембрийским фундаментом, сложенным в восточной части – доуралидами, в западной – дорифейскими складчатыми образованиями, залегающими, по геофизическим данным, на глубине 10-23 км.

В осадочной толще выделяются надсолевой, солевой и подсолевой структурные и гидрогеологические этажи. Подземные воды надсолевого гидрогеологического этажа характеризуются пестрой минерализацией и преимущественно хлоридным натриевым (реже хлоридным натриево-кальциевым) составом с незначительными концентрациями редких и рассеянных элементов.

Солевой структурный этаж сложен галогенной толщей кунгурского яруса нижней перми и казанского яруса верхней перми. Внутрисолевые крепкие рассолы линзообразно запечатаны в доломи-

товых и ангидритовых коллекторах внутри соляных пород и имеют локальное распространение. Рассолы по химическому составу хлоридные натриево-магниево-калиевые, магниево-натриевые, магниевые с минерализацией 320-520 г/л. Концентрации полезных компонентов в них достигают (мг/л): калия - 60 000, йода - 47, брома - 4250, бора - 1000, стронция - 3530.

Подсолевой структурный этаж условно выделяется от кровли докембрийского кристаллического фундамента до артинского яруса нижней перми включительно. Для этого этажа характерны весьма крепкие рассолы терригенных и терригенно-карбонатных нижнепермских докунгурских отложений и рассолы более низкой минерализации терригенных, карбонатных и карбонатно-сульфатных отложений карбона и девона. Подсолевые рассолы докунгурских отложений нижней перми имеют минерализацию 244-503 г/л, характеризуются хлоридным натриево-кальциевым и кальциевым составом и высокими концентрациями калия, редких и рассеянных элементов, абсолютные содержания которых достигают следующих величин (мг/л): калия- 10 000, йода - 20, брома - 2500, стронция - 12 000. Рассолы карбонатных и карбонатно-сульфатных отложений нижнего карбона и верхнего девона имеют относительно пониженную минерализацию (198-390 г/л) и более низкие концентрации микроэлементов, чем в нижнепермских докунгурских рассолах, кроме йода, концентрации которого достигают местами 90-95 мг/л.

Целесообразность и экономическая эффективность переработки гидрогеоминерального сырья подтверждается длительной добычей во многих странах лития, йода, брома, калия. По экспертным оценкам, в настоящее время в природных водах сосредоточено 55% мировых запасов лития, 40% - рубидия, 35% - цезия.

Промышленное освоение промышленных рассолов задерживается из-за их уникального химического состава. Для комплексной безотходной переработки таких рассолов (с извлечением всех или большинства полезных компонентов) необходимы специальные технологические схемы. В настоящее время разработан ряд технологических схем переработки промышленных рассолов месторождений углеводородного сырья с получением литиевых, магниевых, бромных продуктов и йода. Имеются принципиальные технологические возможности получения других продуктов, в том числе соединений бора, рубидия, цезия и стронция.

Стронций. По физико-химическим свойствам стронций (кларк 0,034 ‰) является близким аналогом кальция и это во многом определяет его геохимию. Sr и Ca имеют близкие значения радиусов ионов (Ri_{Ca}^{2+}1.04*10^{-8}см, Ri_{Sr}^{2+} 1.2*10^{-8}см), растворимости солей с анионами подземных вод (ПРСаCO_3, $SrCO_3$ = n*10^{-9}, ПР $CaSO_4$ =n*10^{-5}, ПР $SrSO_4$ =n*10^{-7}, растворимости $CaCl_2$ *6H_2O = 745 г/кг, $SrCl_2$*6H_2O = 529 г/кг). Стронций и кальций также характеризуются очень близкими значениями ионного потенциала, электроотрицательности и теплоты гидратации.

Во всех геохимических процессах поведение стронция контролируется кальцием. Стронций, занимающий изоморфные позиции в кристаллических решётках минералов, при взаимодействиях в системе «вода-порода» переходит в водную среду в результате селективного выщелачивания. Если он присутствует в породах в виде собственных минералов, то происходит их растворение. Стронцианит ($SrCO_3$) является труднорастворимым соединением (ПР$SrCO_3$ = 1,6*10^{-9}), но его растворимость, как и растворимость $CaCO_3$ увеличивается в кислой среде при понижении pH и увеличении концентраций CO_2 в системе:

$$SrCO_3+H^+ = Sr^{2+} + HCO_3^-$$
$$SrCO_3 + H_2O + CO_2 = Sr^{2+} + 2HCO_3^-.$$

Целестин ($SrSO_4$) является гораздо более растворимым соединением (ПР$SrSO_4$ = 2,14*10^{-7}). Расчёт для равновесных условий показывает, что уменьшение концентраций Sr в связи с нарастанием сульфат-ионаSO_4^{2-} может происходить только при его значениях выше 1000 мг/л. В общем случае растворимость целестина увеличивается при наличии в воде катионов и анионов, образующих с Sr^{2+} и SO_4^{2-} устойчивые комплексные соединения. Это прежде всего катионы поливалентных металлов Fe^{3+}, Al^{3+} и др., а также анионы $ФК^{2-}$, PO_4^{3-} и др.

Таким образом, распределение стронция, как и кальция, ограничивается произведением растворимости, поэтому содержание Sr уменьшается с ростом концентрации Al^{3+}, K^+, SO_4^{2-}, pH воды.

Отражением близости кристаллохимических свойств стронция и кальция является тесная ассоциация Sr с кальцийсодержащими минералами и породами, известняками и доломитами, сульфатами и боратами. Изоморфизм Ca-Sr известен в эндогенных условиях и об этом свидетельствует геохимия

соленосных толщ. В кунгурской соленосной формации Прикаспийской впадины пределы его содержаний весьма широкие: от <5 до 4600-6580 г/т. В галопелитах среднее количество стронция по данным Валяшко Т.Ф./4/ составляет 480 г/т, что превышает его содержания в «средних» глинах земной коры - 300 г/т. В гипсах и ангидритах Прикаспия содержания Sr обычно достигают высоких значений (до 4800 - 6580 г/т), в полигалитах они изменяются от 1500 до 4600 г/т (среднее значение 2614 г/т / 4/), причём в полигалитах он содержится исключительно в виде изоморфной примеси.

При одновременном в кинетическом отношении переходе Sr и Ca из осадочных пород должны формироваться подземные воды с величиной отношения Ca/Sr порядка n*100 . В реальных подземных водах и в рассолах Прикаспийской впадины изменчивость этих отношений гораздо большая. Причина увеличения значения Ca/ Sr заключается в том, что в соответствии с энергетическим рядом ионообменной сорбции двухвалентных элементов (Ba>Sr>Ca>Mg) стронций лучше кальция сорбируется глинистыми породами и при увеличении минерализации подземных вод в мелкодисперсных породах увеличение концентраций Ca происходит быстрее, чем концентраций Sr.

С увеличением минерализации раствора при развитии сульфатредукции и других процессов, приводящих к метаморфизации воды, концентрация щелочноземельных элементов определяется растворимостью их хлоридов и поэтому эти растворы обогащены элементами щелочноземельного ряда в том числе калицием и стронцием.

Геохимические особенности щелочных металлов. Редкие щелочные металлы Li, Rb и Cs в природе не образуют собственных минералов и в породах находятся в виде изоморфных примесей преимущественно калиевых минералов. Рост редких элементов в подземных водах с увеличением глубины и температуры увязывается с катагенетическим преобразованием осадочных пород, в частности с альбитизацией обломков полевых шпатов терригенных пород, в которых присутствуют изоморфные примеси этих элементов. Наиболее интенсивно разрушаются под действием гидротермальных растворов и повышения пластового давления калиевые полевые шпаты, превращаясь в каолинит, гиббсит и слюдистые минералы:

$2KAlSi_3O_8 + 2H^+ + 9H_2O = Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 2K^+ + 4H_4SiO_4$
КПШкаолинит

$KAlSi_3O_8 + H^+ + 2H_2O = 1/2Al_2Si_4O_{10}(OH)_2 + K^+ + H_4SiO_4$
КПШпирофиллит

$3KAlSi_3O_8 + 2H^+ + 12H_2O = KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + 2K^+ + 6H_4SiO_4$
КПШмусковит

$KAlSi_3O_8 + H^+ + 7H_2O = Al(OH)_3 + K^+ + 3H_4SiO_4$
КПШгиббсит

$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + H^+ + 9H_2O = 3Al(OH)_3 + K^+ + 3H_4SiO_4$
мусковитгиббсит

$2KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2 + 2H^+ + 3H_2O = 3Al_2Si_2O_5(OH)_4 + 2K^+$
мусковиткаолинит

Известно, что литий и рубидий ведут себя подобно калию и в процессе каолинизации калиевых полевых шпатов наиболее интенсивно высвобождаются и переходят в подземную воду литий и рубидий.

Литий. По результатам экспериментальных опытов, проведённых Т.Ф.Валяшко и А.Ю.Малевским данный элемент в природных солях (галит) изоморфно почти не рассеивается и не образует собственных минералов, а остаётся в основном в маточном рассоле. Для осаждения Li в виде собственных солей и изоморфных примесей необходимы его очень высокие концентрации в природных хлоридных рассолах . В кунгурских соленосных отложениях Прикаспийской впадины по данным Валяшко литий в повышенных количествах (до 30-70 г/т) содержится только в прослоях глин и мергелей, а соляных породах и минералах его концентрации не превышают 5 г/т и это свидетельствует оего весьма слабом переходе в осадок вместе с галитами и накоплении в рассоле. При подземном испарении и гидратации минералов литий практически не выпадает из раствора, а накапливается в нём. Его содержание контролируется минерализацией и концентрацией хлор-иона и не зависит от геохимических особенностей других ионов. Высокая растворимость солей Li , маленький радиус иона и максимальная энергия гидратации определяют его инертность в подземных водах.

Рубидий. Для него характерен парагенезис с калием, основанный на близости их геохимических свойств. Данный элемент в соленосных отложениях Прикаспия изоморфно встречается в калийсодержащих минералах. В мексимальных количествах он обнаружен в карналлитах и карналлитовой

породе (до 110 г/т), также он встречается в каинитах (до 75 г/т). В небольших количествах он обнаружен в некоторых полигалитах (до 10 г/т) и калиборитах (до 27 г/т), но обычно в этих минералах он присутствует в очень незначительных концентрациях (< 5 г/т). Относительно высокие содержания Rb в карналлитах вероятнее всего связаны с неизменностью кристаллохимических свойств этого минерала, постоянством физико-химических процессов галогенеза и свидетельствуют о слабых колебаниях содержания рубидия и отношения K/Rb в океане от палеозоя до наших дней. Содержание рубидия в пластовых водах повышено по сравнению с океаническими и находится в прямой зависимости от их минерализации и концентрации калия.

Цезий по своим физико-химическим свойствам близок к рубидию и их общая близость к параметрам калия определяет ту же схему распределения в эвапоритах, что и для рубидия. Гораздо меньшая его распространённость в природе (кларк 3,7 г/т) и большее различие между K определяют его изоморфное вхождение в карналлит. Отношение Rb/Cs = 1/350 /2,3/ в океанической воде вполне соответствует геохимическим данным по распределению цезия в галогенных породах и составляет в основном < 0,3 г/т. В эвапоритовых отложениях Прикаспийской впадины содержания Cs изменяются в пределах < 1 - < 9 г/т., причём более высокие его концентрации соответствуют галопелитам.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Прокопьева Р.Г. Микроэлементный состав подземных вод как отражение геохимических процессов в системе порода - вода - углеводороды залежи (на примере Западной Сибири).

[2] Bolter E., Turekian K.K., Schutz D.F. The distribution of Rb, Cs, Ba in the oceans. - Geoch. etCosmoch. Acta,1964, vol. 28, N 9.

[3] Schutz D.F., Turekian K.K. The investigation of the geographical and vertical distribution of several trace elements in sea water using neutron activation analyses. - Geoch. etCosmoch. Acta,1965, vol. 29, N 4.

[4] Валяшко Т.Ф. Редкие элементы в галогенных формациях. М. «Наука», 1973. 184 С.

[5] Herrmann A.G. ZurGeochemie des Strontiums in den salinarenZechsteinablagerungen der Stabfurt, - Serie des Sudharzbezirkes/ Cemie der Erde, 1961, Bd. 21, H.2.

[6] Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. М., Недра, 1980.

[7] Шварцев С.Л. Источники кальция, стронция и бария крепких и сверхкрепких рассолов хлоридно-кальциевого типа (в связи с формированием последних). - Геология и геофизика, 1973, № 6, с. 21-31.

[8] Козлов В.Г., Левшенко Т.В. Микрокомпоненты в пластовых водах Медвежьего, Уренгойского и Оренбургского месторождений / Геология нефти и газа, 1985, №4, С 52-54.

[9] Корценштейн В. Н. Водонапорные системы крупнейших газовых и газоконденсатных месторождений СССР. М., Недра, 1977.

Жасыбаев А.Б.

Сирек кездесетін элементтердің геохимиясы. Стронцидің геохимиялық ерекшелігі

Түйіндеме. Аталған мақалада Каспий су алабының күнгірт тұзды қатпарында орналасқан элементтердің геохимиясы қамтылған. Сонымен қатар стронций сияқты сирек кездесетін элементтермен литий, рубидий және цезий сияқты сілтілік металдардың құрамы сипатталады. Стронций шын мәнінде кальцияға ұқсас екендігі көрсетіледі. Стронцийдің бөлінуі оның ерігіштігімен шектеледі. Зерттеу қорытындысы бойынша Каспий су алабындағы күнгірт тұзды қатпарындағы мәліметтер алынды. Жоғары мөлшердегі литийді топырақтың ортаңғы бөлігінде болса, мергел, рубидийді изоморфты түрде калий құрамдас минералдарда кездестіруге болады. Ал көп бөлігі карналитті қабаттарда көптеп шоғырланған.

Кілттік сөздер: стронций, геохимялық ерекшелігі, изоморфтық бағыт, ерігіштік, Каспий су алабы.

Zhassybaev A.B.

Geochemistry of Rare Elements. Geochemical Features of Strontium

Summary. The article shows the geochemistry of the elements, contained in Kungurian saline deposits of the Caspian depression. The characteristics of rare elements such as strontium, alkaline metals such as lithium, rubidium and cesium are described. It is shown that strontium is a close analogue of calcium. Distribution of strontium, limited by solubility of product. In consequence of study shows that composition limits of strontium in Kungurian saline formation of the Caspian depression. Lithium in increased amounts are contained in the layers of clay and marl, rubidium as an isomorphic form are found in potassium-containing minerals, in the maximum amount are discovered in carnallite and carnalliteroche, high concentrations of cesium conforms to halopelits .

Key words: strontium, geochemical features, isomorphic positions, solubility, Caspian depression.

УДК 621.81.44.001.76

Д.Т. Төлеубаева, Н.Т. Сурашов
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, dana21.94@mail.ru)

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВТОРИЧНЫХ ВАЛОВ АВТОМОБИЛЕЙ

Аннотация: Описывается предназначение и принцип работы, а также изготовление вторичного вала коробки передач. Предполагаемый метод дает нам возможность повысить точность обработки и уменьшить затраты на изготовление детали. Известен способ центрирования валов машин (по патенту РФ 2316725), заключающийся в том, что одновременно двумя индикаторами, попарно установленными диаметрально противоположно на каждом фланце распорной части муфты в вертикальной или горизонтальной плоскости, измеряют смещение валов относительно друг друга при их синхронном повороте на 180° и осуществляют коррекцию их положения.

Ключевые слова:вал,коробка передач,шлиц,обработка

Современное машиностроение развивается в условиях жесткой конкуренции, и развитие его идет в направлениях: существенное повышение качества продукции; сокращение времени обработки на новых станках за счет технических усовершенствований; повышение интеллектуальной оснащенности машиностроительной отрасли.

Коробка передач служит для изменения тягового усилия на колесах автомобиля, а также для получения заднего хода и отъединения двигателя от ведущих колес. Коробка передач основана на изменении передаточных чисел путем введения в зацепление шестерен с различным числом зубьев.[1]

Через коробку передач автомобиля проходит мощность. Ведомый вал установлен в коробке соосно с ведущим валом, передним концом в выточке первичного вала на роликоподшипнике и застопорен кольцом, а задним – в стенке картера на шарикоподшипнике. Этот подшипник предохраняет вал от осевых смещений стопорным кольцом, установленным в выточке наружной обоймы подшипника и крышке подшипника. На заднем шлицевом конце вала закрепляется червячная шестерня привода спидометра (с помощью стяжной гайки) и фланец крепления карданного вала. На шлицах ведомого вала установлены каретки и синхронизаторов четвертой и пятой передач, а также второй и третьей передач и зубчатая муфта включения первой передачи и заднего хода.[2]

Вторичный вал предназначен для передачи мощности с главного вала на раздаточный и для переключения режимов. В подшипниковых опорах, закрепленных в корпусе гидропередачи, вращаются шестерни: первой ступени 18, снимающая мощность с турбинного вала I ГТР, и второй ступени, снимающая мощность с турбинного вала II ГТР и ГМ. Как в большинстве узлов гидропередачи, радиальные усилия воспринимаются роликовыми подшипниками, а осевые усилия - шариковыми подшипниками, установленными в стаканах с радиальным зазором. Внутренние обоймы подшипников стопорятся в осевом направлении пружинными кольцами или круглыми гайками со стопорными шайбами. Наружные обоймы застопорены либо пружинными кольцами, либо крышками. Ступицы шестерен и соединены между собой неподвижной шлицевой муфтой, наружные шлицы которой входят во внутренние шлицы ступиц шестерен.

Вторичный вал коробки передач шлицованный, переменного сечения. На нем размещаются синхронизаторы и шестерни первой, второй, третьей и пятой передач. В переднем торце вторичного вала имеется паз для привода масляного насоса. На шлицы вторичного вала насажена каретка синхронизатора пятой и четвертой передач, а каретка синхронизатора третьей и второй передач - на шлицованную втулку, закрепленную на валу при помощи шпонки.

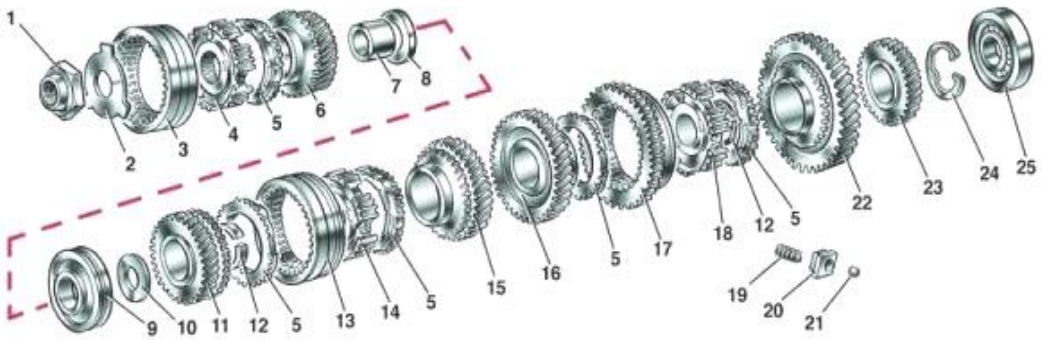


Рис. 1. Конструкция вторичного вала

1 – гайка; 2 – упорная пластина; 3 – скользящая муфта синхронизатора 5-й передачи; 4 – ступица скользящей муфты; 5 – блокирующее кольцо синхронизатора; 6 – шестерня 5-й передачи; 7 – втулка шестерни;8 – упорная шайба;9 – шариковый подшипник;10 – упорная шайба;11 – шестерня 4-й передачи; 12 – стопорное кольцо ступицы синхронизатора;13 – скользящая муфта синхронизатора 3-й и 4-й передач; 14 – ступица скользящей муфты; 15 – шестерня 3-й передачи;16 – шестерня 2-й передачи;17 – скользящая муфта синхронизатора 1-й и 2-й передач с зубчатым венцом заднего хода;18 – ступица скользящей муфты синхронизатора 1-й и 2-й передач;19 – пружина синхронизатора;20 – сухарь;21 – фиксатор;22 – шестерня 1-й передачи;23 – шестерня ведущая главной передачи;24 – стопорное кольцо;25 – роликовый цилиндрический подшипник.

Вторичный вал установлен на двух опорах: роликовом подшипнике, установленном в гнезде первичного вала, шариковом подшипнике, установленном в гнезде заднего торца картера и закрепленном от осевых перемещений стопорным кольцом, установленным в канавке его наружного кольца.

Вторичный вал выполняется с шлицами, по которым скользят каретки расцепляющихся шестерен или монтируются зубчатые муфты для включения шестерен, находящихся в постоянном зацеплении. В тех случаях, когда расцепляющиеся шестерни выполнены со спиральным зубом, шлицы делаются также спиральными.[3]

Вал вторичный коробки передач воспринимает динамические нагрузки, таким образом, его тело должно иметь хорошую пластичность. При этом зубчатые и шлицевые венцы испытывают большие контактные нагрузки, поэтому они должны иметь достаточно высокую твердость. Предъявленным требованиям отвечает сталь хромомарганцевая с молиб-деном – 25ХГМ, подвергнутая после изготовления заготовки вала закалке с последующим отпуском, а также нитроцементации. Основным технологическим свойством стали, является ее большая износостойкость.

Обрабатываемость учитывается коэффициентом обрабатываемости, который зависит от материала резца. Основными характеристиками стали, являются ее физические характеристики. В частности, предел текучести, временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, относительное сужение. Также очень важное значение имеет состав стали. Состав стали, влияет, в частности, на штампуемость материала и, соответ-ственно, должен учитываться при выборе метода получения заготовки.

Содержание углерода, указанное выше, позволяет обеспечить хорошую прочность и пластичность материала детали. Эта сталь 25ХГМ – быстрорежущая с 25% содержанием углерода и добавками до 1,5%, хрома, марганца и молибдена.

Добавление хрома, повышает устойчивость стали против отпуска, т.е. способствует получению однородной мартенситной структуры, способствует получению высокой и равномерной твердости, а также, повышенной износостойкости.

Марганец повышает твердость, предел прочности, текучести, а также, увеличивает прокаливаемость.

Включение молибдена, повышает устойчивость стали против разупрочнения при отпуске, прокаливаемость, теплостойкость и сопротивление ползучести; уменьшает чувствительность к перегреву; устраняет склонность стали к отпускной хрупкости.[3]

Патент RU 2504459 “Способ чистовой обработки зубьев эвольвентных шлицевых валов”.При рассмотрении данного патента первое что нужно обратить внимание так это прототип, в данном случае: SU 210631 “ Способ чистовой обработки зубьев”

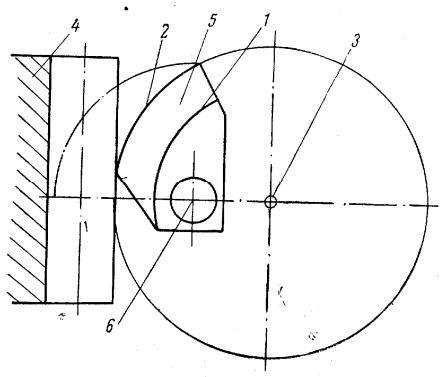


Рис. 2. Способ чистовой обработки зубьев

Недостатком SU 210631 способ чистовой обработки зубьев известного способа является то, что для обработки впадин зубьев шлицевого соединения по внутреннему диаметру используют другой режущий инструмент. Это снижает точность обработки и приводит к дополнительным затратам времени на обработку эвольвентного шлицевого соединения с центрированием по впадине зубьев вала. Указанная операция при обработке зубьев высокой твердости производят шлифованием. В патенте RU 2504459 решили эту проблему так: способ чистовой обработки зубьев эвольвентных шлицевых валов включает обработку вращающимся лезвийным инструментом, при этом обработку ведут лезвийным инструментом с тремя режущими кромками, двумя из которых обрабатывают одновременно соответствующие боковые поверхности двух зубьев, а третьей режущей кромкой обрабатывают поверхность впадины между зубьями, причем третью режущую кромку на вращающемся инструменте располагают на диаметрально противоположной стороне от вершин режущих кромок, обрабатывающих боковые поверхности зубьев, а указанную третью режущую кромку располагают параллельно оси вращения инструмента на расстоянии а от указанной оси. Задачей и техническим результатом изобретения является снижение затрат на осуществление чистовой обработки зубьев эвольвентных шлицевых валов при обеспечении требуемой точности параметров шлицев вала.

Патент RU 2316725 C1. “Способ центрирование валов машин”. При рассмотрении данного патента первое что нужно обратить внимание так это прототип, в данном случае: РФ №2316725

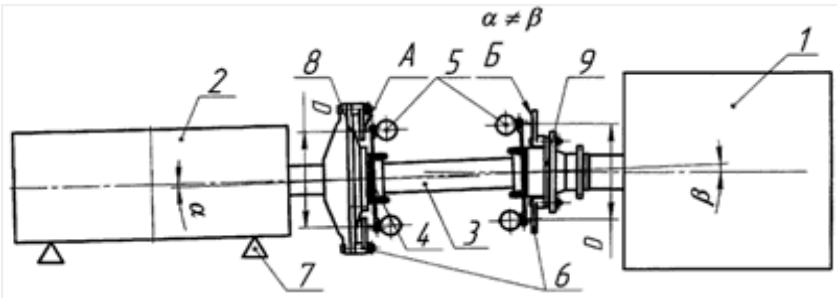


Рис. 3. Способ центрирования валов

Способ заключается в том, что одновременно двумя индикаторами из четырех, попарно установленными диаметрально противоположно на каждом фланце распорной части муфты в вертикальной или горизонтальной плоскостях, измеряют смещение валов относительно друг друга при их синхронном повороте на 180°. Осуществляют коррекцию их положения. При этом индикаторы устанавливаются на одинаковом расстоянии от оси вращения, перед поворотом валов шкалы индикаторов устанавливают на нуль. После поворота валов разворачивают одну из машин до совпадения показаний диагонально размещенных индикаторов, после чего перемещают одну из машин параллельно

относительно достигнутого при развороте положения до совпадения осей валов. Контролируют это положение по уменьшению показаний всех индикаторов в два раза. Технический результат: повышение точности центрирования валов машин и снижение трудоемкости.

Известен способ центрирования валов машин (по патенту РФ 2316725), заключающийся в том, что одновременно двумя индикаторами, попарно установленными диаметрально противоположно на каждом фланце распорной части муфты в вертикальной или горизонтальной плоскости, измеряют смещение валов относительно друг друга при их синхронном повороте на 180° и осуществляют коррекцию их положения.

Данный способ взят за прототип.

Недостатком данного способа является то, что при его осуществлении результаты вычислений не позволяют определить величину перемещения машин, необходимую для совмещения осей валов. Перемещения машин осуществляются перемещением их опор, при этом необходимо знать величину перемещения этих опор, что также не отражается в предлагаемых расчетах.

Недостатком данного способа является и то, что предполагается идентичность размеров фланцев муфты, поверхности которых служат упором для индикаторов. При разных размерах фланцев необходимо применение разных по размеру установочных кронштейнов для индикаторов, с изменением методики расчетов, иначе применение способа становится просто невозможным.[4]

ЛИТЕРАТУРА

[1] http://kazedu.kz
[2] http://knowledge.allbest.ru
[3] http://bibliofond.ru
[4] http://www.findpatent.ru

Төлеубаева Д.Т., Сурашов Н.Т.

Автомобиль өндірісіндегі екінші біліктің технологиялық процессін жетілдіру

Түйіндеме: Мақалада жұмыс принципі мен тағайындалуы,сонымен қатар беріліс қорабындағы екінші білікті жасалу жолы сипатталады.Ұсылған әдіс өңдеу дәлдігін жоғарлату және бөлшекті дайындау кезінде шығын азаюын көрсетеді.

Кілттік сөздер: білік,беріліс қорабы,шлиц,өңдеу

Toleubaeva D.T., Surashov N.T.

Improvement of technological process of production of secondary billows of car

Summary: This article describes the purpose and principle of operation as well as the production of the secondary shaft of the gear-box. Estimated method enables us to increase the precision of processing and reduce the costs for manufacturing the item.

Key words: shaft,gear-box,slot,processing

УДК 004.9

Б.Б. Тусупова, П. Р. Рамазанов, А.К. Кыштобаев
(КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ «АДМИНИСТРИРОВАНИЕ» ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «ОКМ»

Аннотация. В статье описываются преимущества дистанционного обучения на основе облачных вычислений. Рассматриваются основные проблемы и факторы, учитываемые при построении дистанционного обучения на основе облачных вычислений.

Ключевые слова: облачные вычисления, инновационные технологии, виртуальная лаборатория, информационная система, дистанционное образование.

В настоящее время без использования современных информационных технологий не может эффективно работать ни одно образовательное учреждение. При этом содержание и развитие собственной IT-инфраструктуры при каждом образовательном центре обходится очень дорого. С каждым годом уровень данных затрат все больше и больше возрастает. Учреждения расходуют большие

суммы на компьютерную технику, телекоммуникационное оборудование и программное обеспечение. Помимо вышеуказанных затрат значительные финансовые вложения требуются и для поддержания высокого уровня профессионализма этих сотрудников.

Предложенная на основе «облачные вычисления» модель, (Cloud computing) является хорошей альтернативой классической модели обучения. Главным ее плюсом можно считать существенную экономию средств образовательного учреждения, в котором используются «облачные вычисления». Ведь в этом случае компьютерная инфраструктура и/или информационные сервисы предоставляются как услуги "облачного" провайдера. Документы, электронные письма, программы и прочие данные участников образовательного процесса хранятся на удаленных серверах провайдера. При этом для учреждения нет необходимости содержать собственную дорогостоящую IT-инфраструктуру и переплачивать за вычислительные ресурсы, которые в большинстве случаев не задействованы на полную мощность. Единственное, чем необходимо обеспечить преподавателей и обучающихся с использованием облачных технологий, – это доступ к сети Интернет.

Использование облачных вычислений в области образования имеет много положительных сторон. Особо значимыми из них можно считать следующие преимущества [1]:

– Экономические преимущества. Использование облачных технологий не требует капитальных затрат на создание и обслуживание собственных центров обработки данных, закупку серверного и сетевого оборудования для создания собственной IT-инфраструктуры. Также не требуются закупка и установка дорогостоящего программного обеспечения, регулярные обновления платформ и систем. Все эти расходы ложатся на поставщика облачного решения. В результате снижается нагрузка на технический персонал, что позволяет задействовать тех же научных сотрудников в других, более полезных для учреждения проектах.

– Гибкая масштабируемость (эластичность). Благодаря такой характеристике облачных сервисов, как эластичность, у образовательного учреждения имеется возможность постепенно наращивать объем используемых услуг без значительных предварительных вложений. В периоды пиковых нагрузок (например, во время сессий), не требуется планировать введение дополнительных информационных мощностей, поскольку облачные сервисы могут масштабироваться автоматически и практически неограниченно.

– Высокая доступность. Облачные сервисы доступны в течение 99,5% времени, а некоторые провайдеры гарантируют доступность на уровне 99,9% . Это очень удобно для преподавателей и обучающихся, поскольку они могут реализовать возможности по обучению практически в любое время и не зависеть от локальных информационно-образовательных ресурсов учреждения. В результате это приводит к колоссальной экономии времени. Кроме того, постоянная доступность снимает преграды по получению дистанционного образования, например, в удаленных регионах, где на процесс обучения может влиять разница во времени. Высокая доступность образовательных ресурсов благоприятно влияет на рейтинг образовательного учреждения.

– Уменьшение воздействия на окружающую среду. Во многих странах, объявлен курс на энергосберегающие ("зеленые") технологии, которые наносят меньший вред окружающей среде, чем традиционные. В соответствии с "зеленой" концепцией центры обработки данных должны использовать энергосберегающие технологии при проектировании и эксплуатации. Как показывает практика, для уменьшения воздействия на окружающую среду выгоднее использовать облачные услуги, которые используют "зеленые" технологии, чем внедрять такие технологии в локальной IT-инфраструктуре. Например, компания Google заявляет об увеличении энергоэффективности в 80 раз при использовании её облачных технологий (Google Apps for education).

– Удовлетворение потребностей конечных пользователей. Для конечных пользователей облачные технологии предоставляют еще больше преимуществ. Очень удобно, когда данные доступны из любого места, где есть Интернет и с любого устройства, будь то персональный компьютер, смартфон или планшет. Пользователям не нужно заботиться о резервных копиях, данные безопасно хранятся в "облаке". Облачная инфраструктура гарантирует сохранность данных. Если говорить о стандартном офисном пакете, который поставляется учебным заведениям бесплатно и может использоваться для решения очень широкого круга задач, то учащимся не потребуется приобретать, устанавливать и обновлять его на своих компьютерах. Единственное приложение, которое будет требовать обновления – это веб-браузер.

– Концентрация на ключевых задачах. В любой сфере образования главная задача образовательных учреждений – концентрация усилий на образовании и исследованиях. При использовании облачных технологий сокращаются издержки на развертывание и поддержку используемых в работе приложений, высвобождаются человеческие ресурсы, которые могут быть задействованы в образовательном процессе.

Перед тем как выбрать провайдера облачных услуг, необходимо разработать перечень критериев, которые удовлетворяли бы потребностям организации по следующим направлениям [2]:

– Функциональность. В этом направлении важно учесть требования пользователей к возможностям программ, используемых при работе в облаке. Для офисных пакетов ключевым будет список поддерживаемых форматов и их совместимость с другими обычными и облачными приложениями, возможность экспорта в другие форматы. Немаловажно оценить и максимальный объем хранилища, предоставляемый каждому пользователю. Для прочих систем следует проанализировать дополнительные функциональные возможности, которые добавляют дополнительные возможности в эти решения (например, SMS-уведомления о переносе времени предстоящего экзамена и т.п.) и могут быть полезны для образовательного учреждения.

– Платформа. В настоящее время разработчики веб-браузеров стремятся к корректному отображению содержимого веб-страниц вне зависимости от вида операционной системы, используемой конкретным конечным пользователем. Но образовательному учреждению следует с особым вниманием отнестись к выбору основной платформы, для которой поставщик облачных услуг гарантирует полноценное функционирование.

– Технические особенности. Перед переносом рабочих процессов в облако потребуется провести работы по автоматизации некоторых рутинных действий, например, написать скрипты по автоматической регистрации пользователей в облаке и загрузить первоначальную информацию.

– Удобство и доступность для пользователей. При выборе провайдера облачных услуг следует внимательно отнестись к удобству использования пользователями той или иной системы. Продуманность и лаконичность пользовательского интерфейса позволят сотрудникам более эффективно выполнять поставленные перед ними задачи. Многие поставщики облачных решений предоставляют бесплатный тестовый период. Рекомендуется организовать контрольную группу из преподавателей и студентов, которые помогли бы оценить удобство использования системы. Не следует забывать про возможность работы в выбранной системе для людей с ограниченными возможностями.

– Договор. Необходимо проанализировать стандартный договор, предоставляемый провайдером. Особое внимание следует обратить на следующие моменты: срок действия договора, штрафы за досрочное расторжение, возможность миграции данных во внешние системы, первоначальная и последующая стоимость услуг. В договоре об уровне сервисного обслуживания должны быть указаны размеры компенсаций, выплачиваемых в случае сбоев при эксплуатации систем. Особо важно оценить объем гарантий в тех случаях, когда услуги предоставляются бесплатно. Перед началом использования услуг рекомендуется ознакомиться с отзывами других пользователей о системе. Несмотря на то, что облачные услуги достаточно просты в использовании, следует обратить внимание на возможные варианты оказания технической поддержки. Может оказаться, что выгоднее заказать платную поддержку у поставщика облачных услуг, чем поддерживать конечных пользователей самостоятельно.

– Расходы. При планировании бюджета на переход к облачным технологиям следует оценить не только расходы на сами облачные услуги, но и оценить все сопутствующие затраты. Это могут быть расходы на управление, координацию и техническую реализацию проекта миграции в облако, различные юридические консультации, связанные с заключением договора, работы по первоначальному обучению пользователей работе в системе и т.д.

Для решения обозначенных выше проблем, в учебный процесс Казахского Национального Исследовательского Технического университета имени К.И. Сатпаева, ведутся работы по созданию виртуальной лаборатории на основе технологий облачных вычислений. Данная лаборатория позволит предоставлять учащимся удаленный доступ к необходимым файловым ресурсам для выполнения заданий, связанных с освоением учебных материалов и обеспечением доступа к базовым приложениям, находящимся в университете, независимо от местоположения учащегося.

Из рисунка 1 можно понять, что данная ВЛ будет включать в себя:

Первое, узел управления (ControllerNode), которая будет содержать службу идентификации (Identityservice), службу образов (ImageService), управляемую часть службой вычислений (Compute) и

приборной панелью (dashboard). Она также будет включать в себя поддержку таких услуг, как базы данных SQL, очереди сообщений (messagequeue) и сетевых протокола службы времени (NTP). Дополнительно еще будет иметься часть блока хранилища (BlockStorage), базы данных и услуги по обработке данных (DataProcessingservices).

Второе, узел доступа (ComputeNode) по умолчанию использует KVM (Kernel-basedVirtualMachine) как гипервизор, также обеспечивает услуги межсетевого экрана и политики доступа.

Данная ВЛ будет ориентирована на инфраструктуру как сервис (IaaS), предоставляя студентам виртуальные машины различной конфигурации. Использовать ВЛ можно как в качестве публичного облака (public) или же в качестве своего частного облака (private) предоставляя доступ к материалам только своим коллегам или студентам. Данная распределенная система возможна к применению во всех областях деятельности человека, где внедрена информационная система: образование, бизнес, медицина и др.

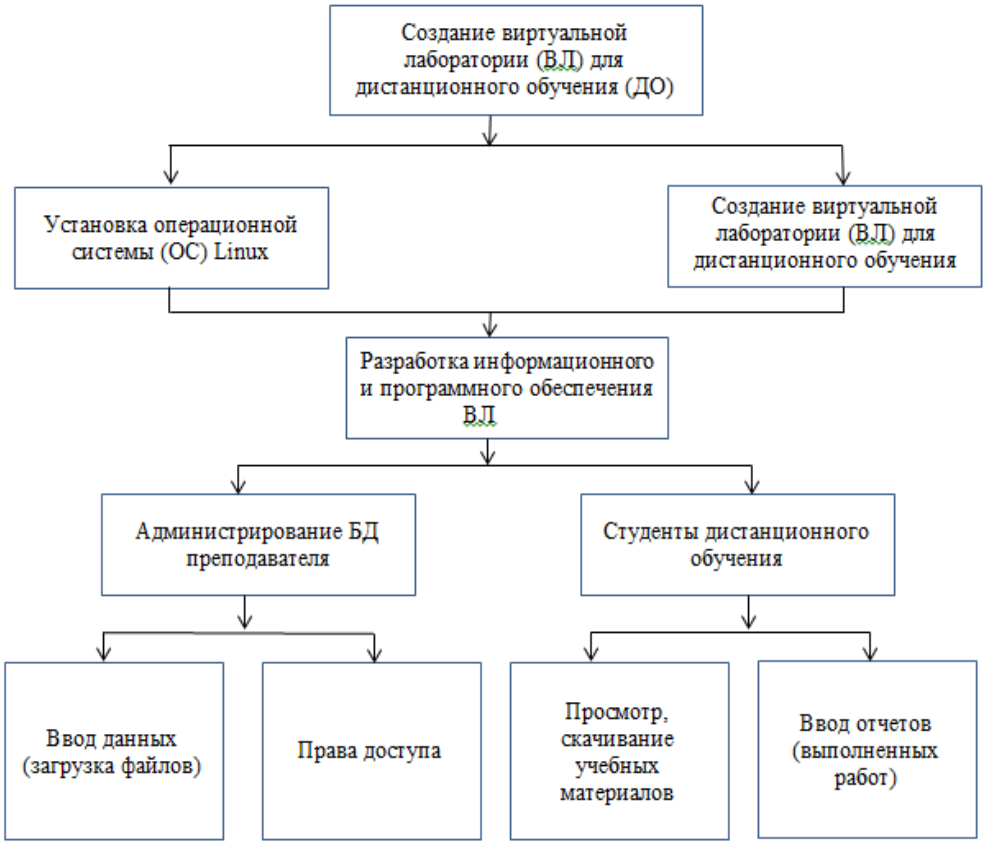


Рис. 1. Модель иерархической структуры работ ВЛ

По возможности данную ВЛ можно значительно масштабировать, подключив значительное количество вычислительных нодов (узлов) и узлов хранения данных. Также при масштабировании рекомендуется увеличивать количество узлов контроллера. Это требуется для разгрузки уже существующего узла, и распределить нагрузки, подаваемое на узел управления. Также это делается с целью создания отказоустойчивой системы, на примере кластера [4].

Главным плюсом данной системы является ее открытость. Любой знающий программист может произвести изменения системы под определенную инфраструктуру.

Согласно предложенной модели, преподаватель со своего аккаунта может загружать на сервер материалы связанные с учебным процессом – лекции (как в виде текста так и в видео формате), тесты для проведения рубежного контроля и проверки учащихся на усвоение темы. Учащиеся со своего аккаунта могут читать материалы, смотреть видео или сохранять их к себе на локальный компьютер при необходимости, а так же проходить тестирование. Работа с практическими и лабораторными работами осуществляются по следующему принципу – преподаватель со своего аккаунта загружает или

назначает задания для учащегося, учащийся проводит по данному заданию эксперимент и готовит отчет, после чего отправляет его на сервер где преподаватель проверяет его и выставляет оценку. СМС центр работает в обе стороны, как преподаватель так и учащийся могут отправлять и получать сообщения, что позволяет проводить индивидуальные консультации или направлять учащегося на дополнительное освоение материала при необходимости. Календарные события загружаются преподавателем в случае назначения дополнительных занятий для группы, консультаций к экзаменам или проведения СРС. Календарные события представляют собой описание, время и дата проведения. После загрузки за одни сутки до начала у студентов появляются напоминания в их личном кабинете.



Рис. 2. Модель информационной системы

На основе представленных моделей, была программно реализована подсистема «Администрирование», которая включает в себя модуль преподавателя.

Так как при дистанционном обучении преподаватель выдает задания студентам, ему по ходу работы приходится выполнять административные функции в ВЛ, которые заключаются в следующем:

Администрирование БД преподавателя, представленное на рисунке 2, включает в себя следующие функции:

– Создание и редактирование учетных записей. Функция позволяет добавлять и удалять учетные записи студентов проходящих курс обучения. Для ввода данных необходимо внести адрес электронной почты студента, который будет использоваться в дальнейшем как логин учетной записи, и временный пароль, который студенту будет необходимо изменить при первой авторизации.

– Учебная дисциплина. Функция позволяет добавлять учебные дисциплины, а так же лекционные занятия в текстовом виде или в виде видео файла, практические занятия в виде готового кода, а так же тестовые задания позволяющие удаленно проводить рубежные контроль или просто для проверки усвоенного материала.

– Календарь. Функция позволяет устанавливать даты проведения занятий и дополнительных консультаций, информация о которых будет в виде напоминания появляться у всех студентов курса.

– Хранилище данных. Функция позволяет загрузить на «облако» дополнительную литературу по дисциплине, экзаменационные вопросы для подготовки и т.д.

– СМС. Функция позволяет отправлять сообщения студентам или группам студентов. Группы студентов можно сформировать в разделе.

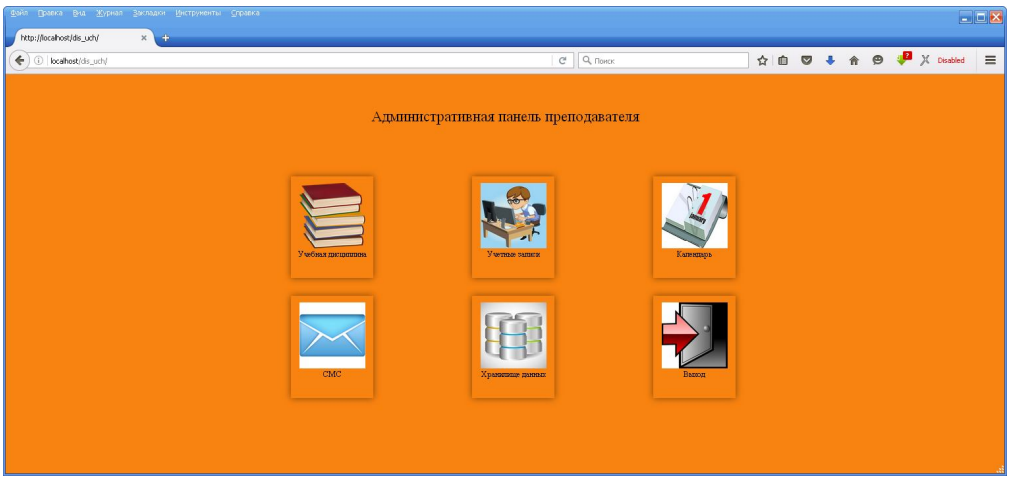


Рис. 3. Администрирование БД преподавателя

Основной вывод можно сделать, что облачные вычисления предлагают учебным заведениям новые возможности для предоставления динамичных и актуальных, основанных на интернет-технологиях приложений для электронного образования. Данная технология оказала влияние на архитектуру, предоставляемые сервисы и логистику внедрения учебных курсов. Облачные технологии несут с собой новые риски, но также и возможности для учебных заведений и учащихся, соответственно, предоставлять и получать лучшие сервисы за меньшие деньги [3].

Облачные вычисления могут быть использованы в различных формах и на разных уровнях образовательного процесса. В том числе с помощью облачных ресурсов можно сформировать контекстную образовательную среду, которая может продуктивно использоваться при выполнении творческих заданий, служить основой для организации различных форм образовательной деятельности без ущерба образовательному процессу. Так после лекционных занятий могут быть размещены небольшие тесты для закрепления и проверки знаний обучающегося по результатам которого можно выявить «проблемные» места учащегося, как самостоятельно так и преподавателем, за счет чего может быть рекомендовано пройти материал заново или изучить дополнительную литературу представленную на сервисе. Экзаменационные и рубежные контроли можно проводить путем тестов или создания видеоконференции, что позволит избежать фальсификации итоговых баллов со стороны учащегося. Лабораторные или практические работы назначаются и проверяются самим преподавателем по средствам передачи данных от преподавателя к студенту через смс сервис приложения или через назначение задания через панель администрирования. Такая концепция позволяет полностью изучать предмет учащимся удаленно или же быстрый возврат к учебному процессу в случае болезней или командировок.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Склейтер Н. Облачные вычисления в образовании. Аналитическая записка. М.: Юнеско, 2010.

[2] Батура Т. В., Мурзин Ф.А., Семич Д.Ф. Облачные технологии: основные понятия, задачи и тенденции развития. Электронный научный журнал: Программные продукты, системы и алгоритмы.

[3] Голицына И.Н., Афзалова А.Н. Использование облачных вычислений в образовательном процессе: Журнал Образовательные технологии и общество. Выпуск № 2, том 17, 2014.

[4] Кыштобаев А.К., Тусупова Б.Б., Мамырова А.К. Разработка моделей и методов создания информационных систем на основе облачных вычислений. // Труды Международных Сатпаевский чтений «Роль и место молодых в реализации новой экономической политики Казахстана», - Алматы: КазНТУ 2016, том II, - С.318-321

Тусупова Б.Б., Рамазанов П.Р., Кыштобаев А.К.

«КМН» виртуалды зертхананың «Әкімшілік» ішкі жүйесін жобалау

Түйіндеме. Бұл мақалада «бұлтты» есептелімдер арқылы қашықтан білім алу артықшылықтары сипатталынады. «Бұлтты» есептеулер негізінде қашықтықтан оқыту құрылысынын басты проблемалар және факторлар қарастырылады.

Түйін сөздер: бұлтты есептеу, инновациялық технологиялар, виртуалды зертхана, ақпараттық жүйе, қашықтан білім беру.

Tusupova B.B., Ramazanov P.R., Kyshtobaev A.K.

Development of subsystems of the «Administration», virtual laboratory «basis of computer simulation»

Summary. This article describes the advantages of distance learning, based on cloud computing. The main problem and the factors taken into account in the construction of distance learning based on cloud computing.

Key words: cloud computing, innovative technologies, virtual laboratory, information system, remote education.

УДК 530.19 + 519.68

[1]Б.А. Мукушев, [2]Г.С. Нурбакова, [2]Н.Т. Исимов

([1]Государственный университет им. Шакарима в Семей, Республика Казахстан, bazarbek1@rambler.ru
[2]Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

Аннотация: В статье рассмотрен один из основных характеристик поля тяготения небесных тел, как гравитационный потенциал. Теоретически изучены гравитационные потенциалы материальной точки и системы материальных точек, также закономерности потенциала внутри планеты. На основе понятия гравитационного потенциала выведено уравнение работы поля тяготения Солнца по перемещению точечного тела. Получен график гравитационного потенциала Солнечной системы на основе численных методов.

Гравитационное взаимодействие между небесными телами (звезды, Солнце, планеты, естественные спутники этих планет, космические аппараты и др) осуществляется посредством поля тяготения Поле тяготения или гравитационное поле порождается этими телами и является одной из форм материи. Для гравитационного поля, создаваемого несколькими телами, выполняется *принцип суперпозиции*.

Силовой характеристикой гравитационного поля служит *напряженность*, т.е. отнесенная к единице массы сила, действующая на частицу, помещенную в данную точку поля.

Гравитационное поле называют *центральным*, если во всех его точках векторы напряженности направлены вдоль прямых, которые пересекаются в одной и той же точке О, неподвижной по отношению какой-либо инерциальной системе отсчета. Силы тяготения небесных тел относятся к категории *центральных сил.* А также силы тяготения тел являются *консервативными.* Пространство, в котором действуют консервативные силы, называется *потенциальным полем.*

Центральное поле называют *сферически симметричным*, если численное значение вектора напряженности поля зависит только от расстояния *r* до центра сил *О.*

Ключевые слова: Гравитационное поле, гравитационный потенциал, связь между потенциалом и потенциальной энергией, энергия связи, потенциальная яма.

1 Потенциальная энергия взаимодействия изолированных двух небесных тел

Гравитационная энергия небесных тел есть их потенциальная энергия, обусловленная их взаимным гравитационным тяготением. Потенциальная энергия системы взаимодействующих небесных тел – это физическая величина, численно равная работе, совершаемой силами взаимодействия при взаимном удалении всех тел системы из данного расположения на бесконечное расстояние друг от друга. Для любой небесных тел, находящихся на конечных расстояниях, гравитационная энергия отрицательна, а для бесконечно удалённых, то есть для гравитационно не взаимодействующих тел, гравитационная энергия равна нулю. Полная энергия системы небесных тел, равная сумме гравитационной и кинетической энергии, постоянна. Для изолированной системы гравитационная энергия является *энергией связи*. Отрицательный знак гравитационной энергии сам по себе означает, что сила взаимодействия (тяготения) мешает взаимному удалению небесных тел, является силой сопротивления по отношению к их взаимному удалению. Работа ее в таких условиях отрицательна. [1].

Каждой точке потенциального поля соответствует некоторое значение силы $\vec{F}$ действующей на тело, и некоторое значение потенциальной энергии U. Значит, между силой $\vec{F}$ и U должна быть связь $dA=\vec{F}d\vec{r}$, с другой стороны, $dA = -dU$, следовательно $\vec{F}d\vec{r} = -dU$, отсюда

$$\vec{F} = -\frac{dU}{d\vec{r}} \quad (1)$$

Проекции вектора силы на оси координат:

$$F_x = -\frac{\partial U}{\partial x} \quad F_y = -\frac{\partial U}{\partial y} \quad F_z = -\frac{\partial U}{\partial z}$$

Вектор силы можно записать через проекции:

$$\vec{F} = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z}\vec{k}\right) = -\text{ grad } U$$

$\text{grad} = \frac{\partial}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial}{\partial z}\vec{k}$ Градиент – это вектор, показывающий направление наибыстрейшего изменения функции. Следовательно, вектор $\vec{F}$ направлен в сторону наибыстрейшего уменьшения U.

Нам нужно вычислить значение потенциальной энергии взаимопритяжения между однародным сполошным шаром со сферически симметричным полем и материальной точкой (Рис.1).

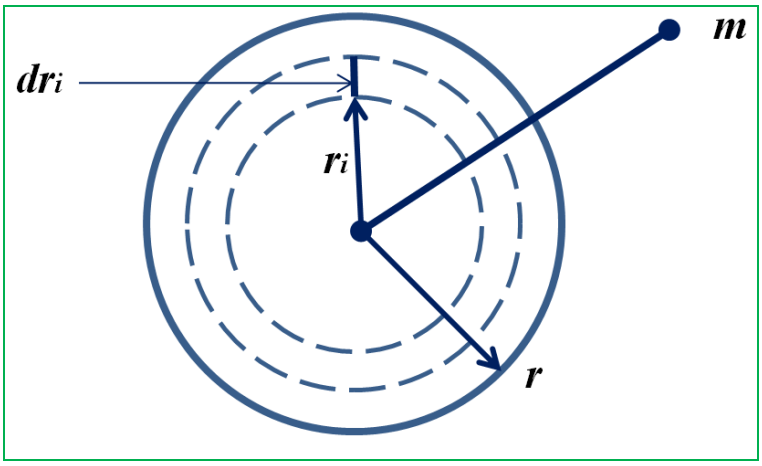


Рис.1

Разобьем все сферическое тело на большое число тонких слоев и проследим действие этих слоев на частицу массы m, находящуюся на расстоянии r от центра тела. Известно, что если масса m находится вне шарового слоя, то потенциальная энергия массы m такова, как если бы вся масса слоя собралась в его центре [2]. Если $r \geq R$, то масса m является внешней по отношению ко всем слоям сферического тела, следовательно, ее потенциальная энергия U такова, как если бы вся масса тела собралась в его центре. Используя уравнение (1) напишем:

$$U(r) = -\int F(r)dr + C_1$$

Где C_1 – некоторая константа, которую найдем из условия $U(\infty) = 0$. Очевидно, $C_1 = 0$. После постановки выражения для силы $\left(F(r) = -\gamma\frac{mM}{r^2}\right)$ получим:

$$U(r) = -\gamma\frac{mM}{r} \quad (2)$$

Теперь рассмотрим ситуацию при $r < R$. На частицу m действует сила тяготения сплошного шара радиусом r, а сила тяготения внешнего слоя толщиной d ($r< d\leq R$) равно нулью (Рис.2). Таким образом:

$$F = -\gamma\frac{mM(r)}{r^2} = -\gamma\frac{m\rho\frac{4}{3}\pi r^3}{r^2} \quad \text{где} \quad \rho=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \quad \text{Получим } F = -\gamma\frac{mMr}{R^3}$$

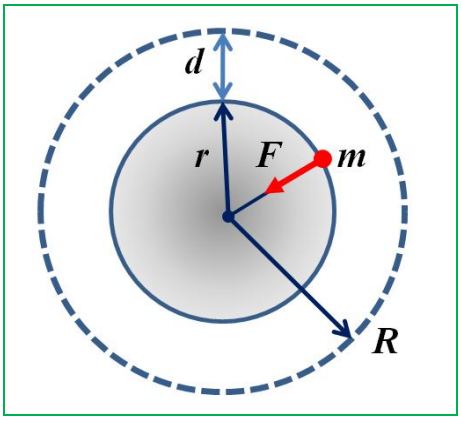


Рис.2

Тогда $U(r) = \int \gamma \frac{mMr\,dr}{R^3} + C_2$. Константа C_2 находим из граничного условия $U(R) = -\gamma \frac{mM}{R}$. После подставки получим, $C_2 = -3\gamma \frac{mM}{2R}$. Следовательно,

$$U(r) = \gamma \frac{mM}{R}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2 - \frac{3}{2}\right) \qquad (3)$$

Общее уравнение потенциальной энергии взаимопритяжения между сполошным шаром (U(r)) и материальной точкой взависимости от расстояния (r) можно писать в таком виде:

$$U(r) = \begin{cases} -\gamma \frac{mM}{r}, & r \geq R \\ \gamma \frac{mM}{R}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{r}{R}\right)^2 - \frac{3}{2}\right), & r < R \end{cases} \qquad (4)$$

График общей зависимости U(r) для случая взаимодействия Земли с космическим аппаратом массой 10 тонн представлен на рис.3.

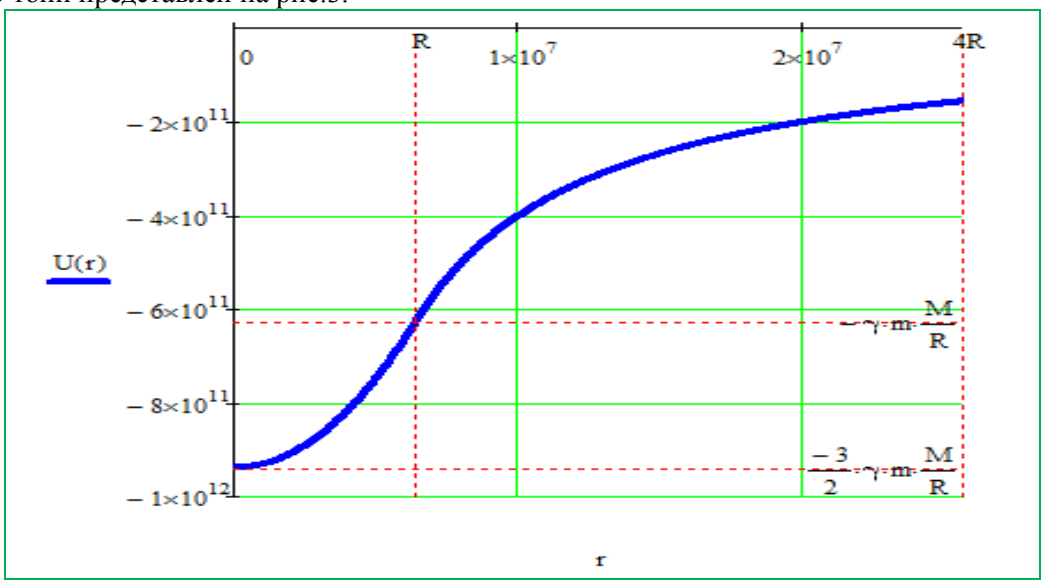


Рис.3

2 Гравитационный потенциал небесного тела

Из закона всемирного тяготения непосредственно следует, что векторное поле напряженности связано с полем скалярной функции, получившей называние *гравитационного потенциала*. Это связь определяется известным соотношением [3]

$$\vec{g} = -\,\mathrm{grad}\,\varphi = -\,\nabla\varphi \qquad (5)$$

Это соотношение следует понимать так, что в каждой точке поля напряженность направлено по нормали к поверхности равного потенциала. Таким образом, силовые линии поля гравитации являются семейством ортогональных траекторий поверхностей постоянных потенциалов.

Гравитационный потенциал в данной точке поля с декартовыми координатами *x, y, z* определяется формулой

$$\varphi = G\iiint \frac{\rho d\tau}{r}; \quad r^2 = (x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2, \tag{6}$$

где $d\tau$ –элемент объема в точке x', y', z', ρ - плотность в той же точке, r – расстояние элемента dr от данной точки x,y,z. Интегрируем по координатам x', y', z' в пределах объема тела, создающего рассматриваемое поле. Очевидно, что если размеры и плотность этого тела конечны, то гравитационный потенциал и соответствующая ему, согласны (5), напряженность конечны и непрерывны во всех точках поля, расположенных как вне, так и внутри тела.

Когда источником поля тяготения служит материальная точка с заданной массой M, потенциал поля на расстоянии r равен

$$\varphi = -\frac{GM}{r} \tag{7}$$

Этой же формулой определяется потенциал во внешних точках поля, созданного небесным телом сферическим распределением массы.

Во внутренних точках этого тела потенциал на расстоянии r от центра равен

$$\varphi = \frac{GM(r)}{r} + 4\pi G\int_r^K \rho(r) r dr \tag{8}$$

Через M(r) здесь обозначена масса внутренней части тела, ограниченной сферой радиуса r.

Напряженность, соответствующая потенциалу (8), равна $-\frac{GM(r)}{r^2}$ и направлена к центру; она обусловлена массой M(r) внутренней области , тогда как внешний сферический слой создает в этой области поле с постоянным потенциалом, которому отвечает нулевая напряженность.

В частном случае, когда ρ = const, формула (8) дает

$$\varphi = -2\pi G\rho\left(R^2 - \frac{1}{3}r^2\right) \tag{9}$$

вследствие чего напряженность по абсолютному значению оказывается равной $\frac{4}{3}\pi G\rho r$.

Во внешних точках гравитационный потенциал удовлетворяет дифференциальному уравнению Лапласа

$$\nabla^2\varphi = 0 \tag{10}$$

А во внутренних точках тела – уравнению Пуассона.

$$\nabla^2\varphi = -4\pi G\rho \tag{11}$$

Точнее, гравитационный потенциал материальной точки, или небесного тела с постоянной плотностью ($r \geq R$, где R – радиус шара) выражается по формуле $\varphi = -\frac{GM}{r}$, где M масса тела. Эта же формула справедлива и для гравитационного потенциала любого тела со сферически-симметричным распределением плотности массы внутри него.

Можно вычислить работу по перемещению точечного тела (m) в поле тяготения другого точечного тела с массой M (Рис.1).

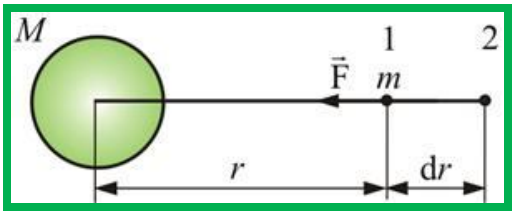


Рис. 4

Определим работу, совершенную силами поля тяготения при перемещении в нём материальной точки массой *m* (работу по удалению материальной точки массой *m* от Земли массой *M* на расстояние *r*).

На данную точку в положении 1 действует сила: $\vec{F} = \gamma\frac{mM}{r^3}\vec{r}$

При перемещении этой точки на расстояние d*r*, совершается работа $dA = -\gamma\frac{mM}{r^2}dr$

(знак минус показывает, что сила и перемещение противоположны). Тогда общая работа

$$A=\int_{r_1}^{r_2} dA = -\int_{r_1}^{r_2} \gamma \frac{mM}{r^2} dr = m\left(\frac{GM}{r_2} - \frac{GM}{r_1}\right)$$

Эта формула показывает, что затраченная работа не зависит от траектории, а зависит лишь от координат точки. Следовательно, работа консервативных сил при перемещении точки *m* вдоль произвольного замкнутого контура *L* тождественно равна нулю.

Итак, работа тяготения тела с массой M по перемещению точечного тела m_0 равна

$$A = m\left(\frac{GM}{r_2} - \frac{GM}{r_1}\right) \quad (12)$$

Выражения $-\frac{GM}{r_2}$ и $-\frac{GM}{r_1}$ есть гравитационные потенциалы в точках r_2 и r_1 окрестности тела M [4].

Гравитационный потенциал равен отношению потенциальной энергии материальной точки, помещённой в рассматриваемую точку гравитационного поля, к массе этой точки. В этом случае мы имеем дело с изолированной системой двух тел. Таким образом, гравитационный потенциал является *энергетической характеристикой* поля тяготения.

3 Гравитационный потенциал системы материальных точек

Для гравитационного поля выполняется *принцип суперпозиции*: гравитационное поле двух материальных точек (или тел) равно сумме гравитационных полей каждой из этих точек (или тел) по отдельности. Иначе говоря, силы тяготения не экранируются.

Согласно принципа суперпозиции, гравитационный потенциал n точек равен сумме гравитационных потенциалов всех точек:

$$\varphi = \gamma\left(\frac{m_1}{r_1} + \frac{m_2}{r_2} + \cdots + \frac{m_n}{r_n}\right) = \gamma \sum_{i=1}^{n} \frac{m_i}{r_i} \quad (13)$$

Если точек бесконечное число, а массы их бесконечно малы, то имеем дело с интегральной суммой, и нашу формулу следует записать так

$$\varphi = \gamma \int_T \frac{dm}{\rho}$$

где ρ - расстояние между фиксированной точкой P и элементом притягивающей массы dm.

Пусть x, y, z - координаты точки P, а ξ, η, ζ - координаты текущей точки с массой *dm* тогда формулу ( ) можно переписать следующим образом:

$$\varphi(x,y,z) = \gamma \int_T \frac{dm(\xi,\eta,\zeta)}{\sqrt{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2}}$$

Приведенный интеграл берется по всему объему тела, это трехкратный интеграл. Его величина зависит от распределения плотностей внутри тела [5].

4 Гравитационный потенциал Солнечной системы

Все планеты Солнечной системы и самого Солнца имеют форму, близкую к сферической. Поэтому, гравитационное поле шара можно рассматривать, как первое приближение к гравитационному полю планеты.

Для создания графика гравитационного потенциала Солнечной системы был использован пакет прикладных программ MathCAD [6,7]. Из-за невозможности охвата всей Солнечной системы, мы ограничились набором четырех планет: Земля, Марс, Юпитер и Сатурн.

$G=6{,}67\cdot10^{-11}$ н·м^2/кг^2 , масса Солнца $M_c=2\cdot10^{24}$кг, масса Земли $m_1 = 6\cdot10^{24}$ кг, растояние Земли от Солнца $l_1 = 1{,}5\cdot10^{11}$ м, $m_2 \approx m_1$ – масса Марса, $l_2 = 1{,}5\cdot l_1$ - растояние Марса от Солнца; $m_3=318\cdot m_1$, $l_3 = 5{,}2\cdot l_1$ - масса Юпитера и его растояние от Солнца; $m_4=95\cdot m_1$, $l_4=9{,}3\cdot l_1$ - масса Сатурна и его растояние от Солнца. Из уравнения (13) напишем для Солнца и четырех планет формулу потенциала для каждой точки пространства:

$$\varphi = \varphi_c+\varphi_з+\varphi_м+\varphi_ю+\varphi_c$$

Для случая парада планет потенциал Солнечной системы записывают в таком виде:

$$\varphi(r) = -G\frac{M_c}{r} - G\frac{m_1}{|r-l_1|} - G\frac{m_2}{|r-l_2|} - G\frac{m_3}{|r-l_3|} - G\frac{m_4}{|r-l_4|} \quad (14)$$

На рис.5 представлен график уравнения (5), где по абциссе отложены расстояние в метрах, а по ординате – потенциал в Дж/кг.

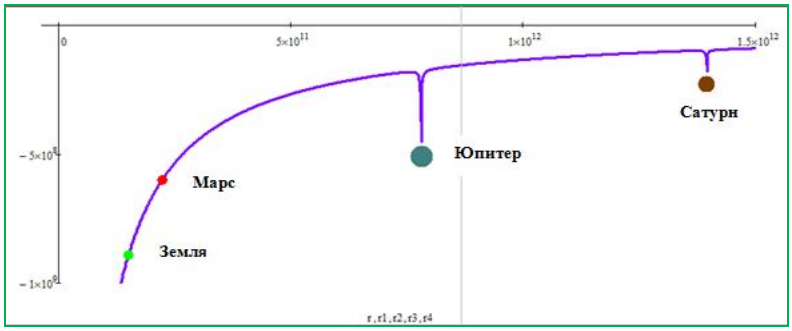


Рис. 5

Заметим, что в пространстве солнечной системы гравитационный потенциал создается исключительно благодаря Солнцу. По этому, графики уравнений (7) и (14) почти не отличаются. Итак, график гравитационного потенциала Солнечной системы при условиях $r \geq R_c$, (R_c – радиус Солнца) есть гипербола, на которую накладывается очень узкие едва заметные вертикальные пики, расположенные около Юпитера и Сатурна. Эти пики не видно около Земли и Марса из-за их ничтожно малого значения.

Каждая планета тоже создает гравитационное поле. Планеты-гиганты как Юпитер и Сатурн создают более мощные поля по сравнению с другими планетами. Глубина каждого пика равна потенциальной энергии единичной массы тела, находящего в центре этой планеты. График гравитационного потенциала Солнца и пики носят название *потенциальной ямы* для единичной массы тела, находящей в центре Солнца или планет. То есть все планеты находятся в *гравитационных ловушках* Солнца. Общая механическая энергия отдельной планеты с массой m в Солнечной системе состоит из суммы кинетической энергии и потенциальной энергии:

$$E = \frac{m\vartheta^2}{2} - \frac{G\,mM_c}{r} = -\frac{GmM_c}{2r} \qquad (4)$$

Из последнего уравнения можно делать вывод, что все планеты обречены вращаться вокруг Солнца. r – расстояние центра некоторой планеты от центра Солнца.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Стручков В.В., Яворский Б.М. Вопросы современной физики.- М.: Просвещение, - 1973.

[2] Р.Фейнман и др. Фейнмановские лекции по физике 1том. – Издательство «Мир» - М.:1977. – 432 с.

[3] Сивухин Д.В. Общий курс физики (Механика) – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005. - 560 с

[4] Карманов Ф.И. Компьютерное моделирование межпланетных перелетов в Солнечной системе // Сорросский образовательный журнал. 2000. - №9.

[5] Дубошин Г. Н. Небесная механика. Основные задачи и методы / Глав. ред. физ.-мат. лит. — М.: Наука, 1968.

[6] Кирьянов Д. Mathcad 14 в подлиннике. Санкт-Петербург. – 2007.- 682 с.

[7] Очков В. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов. – Санкт-Петербург. – 2007.- 370 с.

Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т.

Аспан денелерінің гравитациялық өрісі

Түйіндеме: Мақалада аспан денелерінің тартылыс өрісінің маңызды сипаттамасының бірі – гравитациялық потенциал қарастырылған. Материалдық нүктелердің және материалдық нүктелер жүйесінің гравитациялық потенциалы, сонымен қатар планета ішіндегі потенциал заңдылықтары зерделенген. Гравитациялық потенциал заңдарын пайдалана отырып Күн жүйесіндегі материалдық нүктенің қозғалысы кезіндегі тартылыс күшінің жасайтын жұмысы қортылып шығарылған. Күн жүйесінің гравитациялық потенциалының графигі сандық әдістер көмегімен алынған.

Түйін сөздер: Гравитациялық өріс, гравитациялық потенциал, потенциал және потенциалдық энергия арасындағы байланыс, байланыс энергиясы, потенциалдық шұңқыр.

Mukushev B.A., Nurbakova G.S., Isimov N.T.
The gravitational field of celestial bodies
Summary: This paper studied the laws of the gravitational potential of the heavenly bodies. Theoretically studied gravitational potentials of the material point and system of material points. The regularities of the potential inside the planet. Calculated equation work field of the Sun gravity on the movement of the point of the body. Obtain the schedule of the gravitational potential of the solar system on the basis of numerical methods.
Keywords: gravitational field, the gravitational potential, the relationship between potential and potential energy, the binding energy, the potential well.

УДК 621.357

Б.Н. Ниязханова, Н.Т. Сурашов
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, bal_1401@mail.ru)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Аннотация. Гальванические покрытия металлической толщиной от долей мкм до десятых долей мм, которые наносят методом электролитического осаждения на поверхность металлических изделий с целью защиты их от коррозии и механического износа, а также сообщения поверхности специальных физических и химических свойств.

При помощи гальванического покрытия имеется возможность добиться повышенной стойкости с химической точки зрения остающегося все тем же цинкового, хромового, свинцового или иного слоя. Повышается стойкость к износу для плоскостей трения, а при использовании медного, никелевого, хромового, серебряного, золотого покрытия получаются неповторимые по красоте произведения. При этом заготовкой для гальванического покрытия может стать полимерное, пластиковое или композитное изделие, которое не только станет прочнее на собственной поверхности и красивее на вид, но и получит электропроводящие свойства. Гальваническое нанесение покрытий металла предназначено для максимальной защиты от коррозии. Таким способом обычно обрабатываются мелкие и небольшие детали. Гальваническое покрытие защищает металл от разрушительного воздействия щёлочи, едких кислот, от атмосферных осадков, резкого перепада температур. Детали, обработанные таким способом, приобретают особую прочность, улучшается из износостойкость, увеличивается срок эксплуатации.

Ключевые слова: гальваническое нанесение покрытий, защиты от коррозии, гальванотехника, гальваническая обработка деталя.

Гальваническое нанесение деталей широко используется при сборке автомобилей, строительстве воздушных судов, в космической отрасли, радиотехнике и ювелирном деле, в других сферах промышленности. Покрытие не только сохраняет металл, но и делает его красивым. Так при изготовлении ажурных решёток из металла, перил, ограждений, карнизов, металлических козырьков покрытие гальваникой играет эстетическую роль.

Как же производят гальваническую обработку детали? Деталь погружают в специальный раствор, через который пропускают электрический ток, ионы оседают на поверхности заготовки, образуя на его стенках плотную, тонкую плёнку. Гальваническое покрытие служит надёжной защитой изделия от коррозии, различных повреждений. Чем дольше будет производиться обработка, тем толще будет плёнка на поверхности металла.

Процесс нанесения гальванического покрытия состоит из трех этапов: подготовка поверхности, нанесение покрытия, окончательная обработка после покрытия.

Подготовка поверхностей. Гальваническое покрытие копирует покрываемую поверхность. Поэтому в первую очередь у изношенных деталей восстанавливают их первоначальную геометрическую конфигурацию. Например, овальную и коническую шейку подшипника шлифуют до восстановления цилиндрической формы. Механической обработкой удаляют также поврежденный поверхностный слой (задиры, цвета побежалости и др.). Перед нанесением защитно-декоративного покрытия поверхности полируют, так как это покрытие очень тонкое и малейшие неровности будут впоследствии видны.

Детали очищают и обезжиривают в моечных растворах или органическими растворителями (уайт-спирт, ацетон и др.). Поверхности, не подлежащие покрытию, защищают от разъедающего воздействия электролита. Для этой цели применяют различные колпаки, футляры, втулки и чехлы из эбонита, текстолита и винипласта, а также наносят кисточкой несколько слоев смеси цапон-лака с нитроэмалью в соотношении 1:2. Детали крепят в таких подвесках, которые обеспечивают хороший электрический контакт, правильное положение детали относительно анода и содействуют выделению водорода с катода.

Закрепленные на подвеске детали тщательно обезжиривают. Обычно это делается электрохимически в горячем щелочном растворе, где детали являются катодом. Если через раствор пропустить слабый ток, то через несколько минут выделяющиеся на катоде пузырьки водорода сорвут с детали масляную пленку. Простейшие детали можно обезжиривать протиранием их венской известью (смесью окисей кальция и магния). После обезжиривания детали промывают в горячей, а затем в холодной воде. Деталь достаточно чиста, когда вода равномерно растекается по ее поверхности.

Непосредственно перед нанесением покрытия производят анодную обработку (декапирование) деталей, так как даже самая чистая деталь, соприкасаясь с воздухом, покрывается тончайшей окисной пленкой, препятствующей прочному сцеплению покрытия с деталью. Обычно пленку удаляют анодной обработкой. Например, при хромировании подвеска опускается в ванну для хромирования. На несколько десятков секунд детали подключаются анодом, а затем сразу же катодом. При железне-нии анодную обработку проводят в отдельной ванне, в которой находится водный раствор серной кислоты. После этого детали промывают в холодной, а затем в горячей воде и помещают в ванну для железнения.

Нанесение покрытия. Гальванически наносят покрытия из хрома, никеля, железа, меди и цинка. Для этого применяются гальванические ванны, имеющие кислотоупорное покрытие и оборудованные водяными рубашками. Гальванические процессы обычно проходят при довольно высоких температурах и из электролита испаряются вредные для здоровья газы. Поэтому ванны имеют местную вытяжную вентиляцию. Подвески подключаются в электрическую сеть при помощи расположенных над ваннами шин напряжения.

Для получения качественного покрытия установленная температура электролита и плотность тока автоматически поддерживаются регуляторами. Существенно влияет на качество и состав электролита. В ходе электролиза состав изменяется, поэтому время от времени восстанавливают первоначальный состав.

Обработка после нанесения покрытия. После хромирования подвески с деталями ополаскивают в дистиллированной воде, чтобы избежать потерь хрома в электролите. Затем детали нейтрализуют в растворе кальцинированной соды и несколько раз промывают в воде. После демонтажа деталей с подвески убирают защитные колпаки и лак. Хромированные детали выдерживают несколько часов в масляной ванне при температуре 180... 200 °С для повышения пластичности покрытия. Детали, восстановленные железнением, промывают в горячей воде, нейтрализуют в горячем 10 %-ном растворе каустической соды и снова промывают в горячей воде. Для уменьшения водородной хрупкости детали выдерживают в горячем масле или сушильном шкафу несколько часов при температуре 100...150 °С. Восстановленные детали прошлифовывают под номинальный размер.

У деталей с декоративно-защитным покрытием проверяют сцепление покрытия с деталью. Для этого на деталь наносят алмазом или твердосплавной пластинкой крест-накрест риски, расстояние между которыми несколько миллиметров. Возникающие квадратики не должны отрываться от детали. Некачественное хромовое покрытие удаляют с детали в 5 ... 20 %-ном растворе соляной кислоты [1]

На сегодня очень много видов гальванического нанесения покрытий на поверность деталей, поэтому на эту патентов тоже много. Каждый патент имеет свою особенность в технологическом процессе.

Патент RU 2 416 679 C2 “Способ формирования износостойких гальванических железных покрытий”

Изобретение относится к восстановлению изношенных деталей машин и механизмов путем нанесения на их поверхность гальванических железных покрытий, обладающих повышенной износостойкостью [2].

Известен способ нанесения на поверхность изношенных деталей гальванических железных покрытий с целью восстановления их геометрических размеров и упрочнения истираемой во время работы поверхности [3]. При этом восстанавливаемая деталь и растворимый анод, изготовленный из

низкоуглеродистой стали, помещаются в раствор электролита, содержащего соли железа, натрия виннокислого, серную и соляную кислоты, и подключаются к источнику тока. Электролиз ведется при постоянной плотности тока до получения требуемой толщины покрытия. При плотности катодного тока 60-100 А/дм2 покрытия имеют твердость 50- 60 HRC и высокую износостойкость, сравнимую с износостойкостью закаленной углеродистой стали.

Недостатком этого способа является высокая хрупкость покрытия, что приводит к его разрушению в процессе эксплуатации.

Наиболее близким к предлагаемому способу является способ формирования износостойких композиционных гальванических железных покрытий, получаемых из электролитов-суспензий в процессе гетероадагуляции частиц дисперсной фазы на катоде с последующим их заращиванием электроосажденным металлом-матрицей [4].

Патент RU(11) 2 476 626(13) C2 «Способ обработки детали с гальваническим покрытием».

Способ обработки детали с гальваническим покрытием включает покрытие детали радикалообразующим веществом и последующее обезводороживание покрытия. Обезводораживание осуществляют с одновременным диффузионным молекулярным армированием путем размещения детали в печи, нагрева до температуры начала термодеструкции радикалобразующего вещества и выдержки при данной температуре до завершения процесса обезводораживания покрытия. Технический результат заключается в повышении износостойкости гальванических покрытий, подвергаемых обезводороживанию, без дополнительных затрат времени на упрочняющую обработку деталей.

Недостатками данного способа являются большая длительность обработки и снижение твердости покрытия.

Известен способ повышения прочности поверхностных слоев путем диффузионного молекулярного армирования (ДМА) [5], заключающийся в том, что обрабатываемую поверхность сначала активируют путем холодной пластической деформации, а затем производят химико-термическую обработку. Пластическую деформацию поверхности осуществляют при непрерывной подаче радикалообразующего вещества в зону деформации до достижения заданной величины наклепа материала поверхностного слоя. Химико-термическая обработка заключается в нагреве детали до температуры химической модификации радикалообразующего вещества, при которой начинается деструкция его молекул, и выдержке в печи при данной температуре при непрерывной подаче радикалообразующего вещества в течение времени, необходимого для предельного насыщения радикалами упрочняемого поверхностного слоя. В качестве радикалообразующих веществ предложено использовать минеральные масла. Для уменьшения окисления радикалообразующего вещества предложено добавлять в него антиокислительные присадки. Обработанные таким способом поверхностные слои характеризуются повышенной твердостью, износостойкостью и коррозионной устойчивостью.

Вывод. В итоге всего можно сказать, что *гальванический способ покрытия поверхностей* не является наилучшим путем увеличения сопротивляемости трущихся поверхностей схватыванию. Однако, этот способ наиболее приемлем, так как он прост, технологичен, позволяет вести работы с большой точностью, покрывать поверхность деталей тонким слоем электролитического металла (а это сохраняет прочностные свойства основного металла), не связан с нагревом, что гарантирует от структурных изменений в металле, не деформирует детали, не требует изменения их конструкции и вместе с тем резко меняет физико-химическую картину поверхностных явлений, происходящих в процессе трения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] http://bibliotekar.ru/spravochnik-58/33.htm

[2] Патент РФ №2416679. Способ формирования износостойких гальванических покрытий/ Гурьянов Г.В., Ивашкин Ю.А. Опубл. 20.04.2011.

[3] Мелков М.П., Шевцов А.Н., Мелкова И.М. Восстановление автомобильных деталей твердым железом. - М.: Транспорт, 1982. - 198 С.

[4] Гурьянов Г.В. Электроосаждение износостойких композиций. Кишинев:ШТИИНЦА, 1985. - 238 С.

[5] Патент РФ №2198954. Способ упрочнения поверхностей деталей/ Громаковский Д.Г., Ковшов А.Г., Малышев В.П., Ибатуллин И.Д., Дынников А.В., Шигин С.В., Анучин Ю.Е., Маруженков К.И. Опубл. 20.02.2003.

Ниязханова Б.Н., Сурашов Н.Т.

Бетке гальваникалық жабындыны қолдану технологиялық процесі

Түйіндеме. Мақалада бөлшектің бетіне гальваникалық жабындыны қолдану қарастырылған. Ол металды максималды түрде тот басудан қорғайды. Бұл тәсіл ұсақ немесе аса ірі емес бөлшектерге қолданылады. Гальваникалық жабынды металды сілтінің металды жою әсерінен, күйдіргіш қышқылдардан, жауын-шашыннан, температураның күрт өзгерулерінен сақтайды. Осы тәсіл қолданылған бөлшектердің ерекше беріктігі, төзімділігі, қолдану ұзақтығы артады.

Кілттік сөздер: гальваникалық жабынды, тот басудан қорғау, гальванотехника, бөлшекті гальваникалық өңдеу.

Niyazkhanova B.N., Surashov N.T.

Technological process of galvanic drawing coverings

Summary. In article galvanic drawing a covering on a surface of details is considered. Galvanic drawing coverings of metal it is intended for the maximum corrosion prevention. In such a way fine and small details are usually processed. Electroplated coating protects metal from destructive influence of alkali, caustic acids, from an atmospheric precipitation, sharp temperature difference. The details processed in such a way get special durability, improves from wear resistance, life increases.

Key words: galvanic drawing coverings, corrosion prevention, galvanotechnics, galvanic processing of part.

УДК 637.525

Я. М. Ұзақов, А. М. Таева, К. К. Макангали, С. Ш. Мусаева, Ж. С. Тлеуова
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
uzakm@mail.ru)

ТҮЙЕ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМДАР ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

Аннотация. Мақалада ақуыз-май эмульсиясын қолданып түйе етінен жасалған шұжық технологиясы көрсетілген. Зертеулер нәтижесінде ақуыз-май эмульсиясы қосылып жасалған түйе етінен ысталып- пісірілген шұжық өнімінің тағамдық құндылығы артқанын көреміз. Осыған байланысты ет өнеркәсібінде ақуыз-май эмульсиясын қолдану дайын ет өнімдерінің сапасын арттыру, тағамдық құндылығын жоғарылату мүмкіндігін береді. Елімізде дәстүрлі емес ет шикізат көздерін қолдану мүмкіндігі карастырылып жатыр.

Негізгі сөздер. Ет өнімдері, шұжық өнімі, ақуыз-май эмульсиясы, тағамдық құндылығы, түйе еті, өркеш майы.

КІРІСПЕ. Қазақстан Республикасының тамақ өнеркәсібі дамуының басты бағыттарының бірі ет саласында дәстүрлі шикізаттан жасалған өнімдерінен бөлек, тамақ өнімдерінің жаңа түрлерін дәстүрлі емес шикізаттан жасап шығару болып табылады. Сондықтан ет өндіру өнеркәсібінің перспективалық және қарышты дамып жатқан бағыттарының бірі түйе етінен, құрамы ақуыз, май, дәрумендер және микроэлементтерге бай өнімдер рецептурасы мен технологиясын жасап шығару.

Ет өнеркәсібінің дәстүрлі емес өнімдеріне өсімдік шикізатын қоса отырып, функционалды тамақтануға арналған құрамы жануар белогына бай өнімдер жасау бағыты белсенді дамып келеді. Себебі қазіргі таңда салауатты өмір салтына көшу, өз денсаулығына жауапкершілікпен қарау алдыңғы орында тұр. Адам денсаулығы көбіне оның тамақтануына байланысты. Дұрыс тамақтанудың негізгі көрсеткіші ол барлық тамақ компоненттерінің дұрыс қатынас пен көлемде ағзаға жеткізілу. Сондықтан ет индустриясы адам денсаулығын сақтау үшін құрамына өсімдіктер қосу арқылы дәрумендер мен микроэлементтерге бай өнімдер шығаруға бағытталған.

Қазіргі кездегі экономикаық жағдайды ескере отырып, ет технологиясы мен дұрыс тамақтану салаларын жаңаша қарастырғанда, құны төмен қол жетімді шикізат көзін рационалды пайдалана отырып, жоғары сапалы ет-өсімдікті өнімдер технологиясын жасау аса қажет болып келеді. Осындай технологияларды енгізу арқылы өндірушілерге аса тиімді, өзіндік құны төмен, сонымен қатар тұтынушының талаптарына сай жоғары сапалы өнімдер шығару қазіргі таңда өзекті мәселе болып табылады.

Бұл бағыт тұтынушылардың экологиялық таза, қауіпсіз өнімдерге қажеттіліктерін максималды канағаттандыратын, жоғары тағамдық және биологиялық құндылыққа ие ет-өсімдік өнімдер технологиясын жасап шығаруға мүмкіндіктер береді.

Зерттеу әдістері. Еттің химиялық құрамын анықтау ет және ет өнімдерінің сапасын, тағамдық құндылығын, құрамындағы ылғал, ақуыз, май және минералды заттар жайлы білуге мүмкіндік береді.

Ылғал құрамын анықтау. Еттің ылғал құрамы оның қасиетіне, сақтау және жылумен өңдеу кезінде жоғалтатын шығынына, сонымен қатар дайындалатын өнімнің сапасына әсер етеді. Ылғал мөлшерін еттегі ылғалды престеу жолымен бөлу арқылы анықтайды. Ылғал құрамын ГОСТ 9793-74 және ГОСТ Р 51479-99 сәйкес анықтайды. Ет және дайын өнімдердің құрамындағы ылғал мөлшерін 1050С температурада кептіру арқылы анықтайды.

Май құрамын анықтау. Май құрамы ГОСТ 23042-86 сәйкес анықталады.

Еттің құрамындағы ақуыздарды анықтау. Тәжірбиеде пайдаланылатын ақуыздарды анықтаудың сандық әдістері макромалекулалардың құрамдас бөліктерін анализдеуге немесе олардың концентрциясына тура тәуелді жағдайда өзгеретін ақуыздар ерітінділерінің кейбір физикалық қасиеттерін зерттеуге негізделген. Бірінші жағдайда зерттелетін объектідегі құрамындағы ақуыз құрамы туралы азот мөлшері бойынша немесе әр түрлі ақуыздар үшін жалпы атомдардың кейбір спецификалы топтары бойынша сонымен қатар, бір немесе басқа аминқышқылының қалдығы бойынша жалпы және қалдықты азотты I әдісімен анықталады.

Күл құрамын анықтау. Минерализация процесін жылдамдатуға (2-3 есе) магний ацетатын немесе азот қышқылының ерітіндісін қолдану арқылы жетуге болады. Магний ацетатының ерітіндісі күлденетін заттың ауа оттегісімен ыңғайлы қамтамасыз ететін тесікті құрылысын түзеді. Азот қышқылын қосу органикалық заттардың жақсы тотығуын туғызады. Көрсетілген катализаторларды пайдалану сонымен қатар күлдеу кезінде ұшқыш компоненттердің жоғалуын төмендетеді. Өнімнің сапасын (иісі, дәмі, шырындылығы, түсі, консистенциясы) 5-баллды жүйе бойынша бағалайды.

Зерртеу нәтижелері. Жоғары ақуызды өнімдерін алу мақсатында біз Алматы Технологиялық Университетінің «Тағам өнімдерінің технологиясы» кафедрасының зертханасында өсімдік-ақуыз композициясын пайдаланып ысталып пісірілген түйе етінен жасалған шұжықтың өндіру технологиясын әзірледік (1-сурет).

Тәжірибе жүргізу үшін түйе ұшасының 1-ші категориялы жая бөлігін алдық. Алдымен шикізатты ветеринарлық тексерістен өткізіп одан кейін жуып-шайылады.

Тұзды су әзірлегенде жалпыға ортақ нормативтік құжаттар мен әдебиеттерге шолуды басшылыққа алдық. Жалпы тұзды су ақуыз-май эмульсиясы мен су, тұз, құмшекер, натрий нитриті, ыстауға арналған ароматизатор, сонымен қатар Е витаминінен тұратын қоспадан дайындалады.

Ас тұзы келесі талаптарды сай болуы керек: түсі ақ, жағымсыз иісі және механикалық қоспалары болмауы керек. Құрамындағы натрий хлориді 96,5-99%, ылғалдылығы – 0,5-3%. Ас тұзы ет пигменттеріне әр түрлі әсер береді. Тұздалмаған етте тұз үш валентті темірді (Fe^{3+}) құрайтын миоглобин мен гемоглобиннің қышқылдануын тездетеді.

Тұздыққа 0,075% натрий нитритінің ерітіндісін қолданады. Ол келесі талаптарға сай болуы керек: 95%-дан кем емес нитрит, ылғалдылығы 3%-ке дейін, 1% – суда ерімейтін қоспалар. Етті тұздау кезінде натрий нитритінің қатысуымен нитрозомиоглобин түзіледі.

Қоспалар мен дәмдеуіштер тағамға өзіндік дәм мен иіс береді. Тұздыққа келесі дәмдеуіштерді қостық: қара бұрыш, гвоздика, кардамон, кориандр, корица, хош иісті бұрыш, мускат жаңғағы.

Тұздықты дайындау. Тұздық ақуыз-май эмульсиясынан (асқабақ шырыны + өсімдік майы) және су, ас тұзы, натрий нитриті, сұйық түтіннен құралған қоспадан тұратын ерітінді түрінде дайындалады.

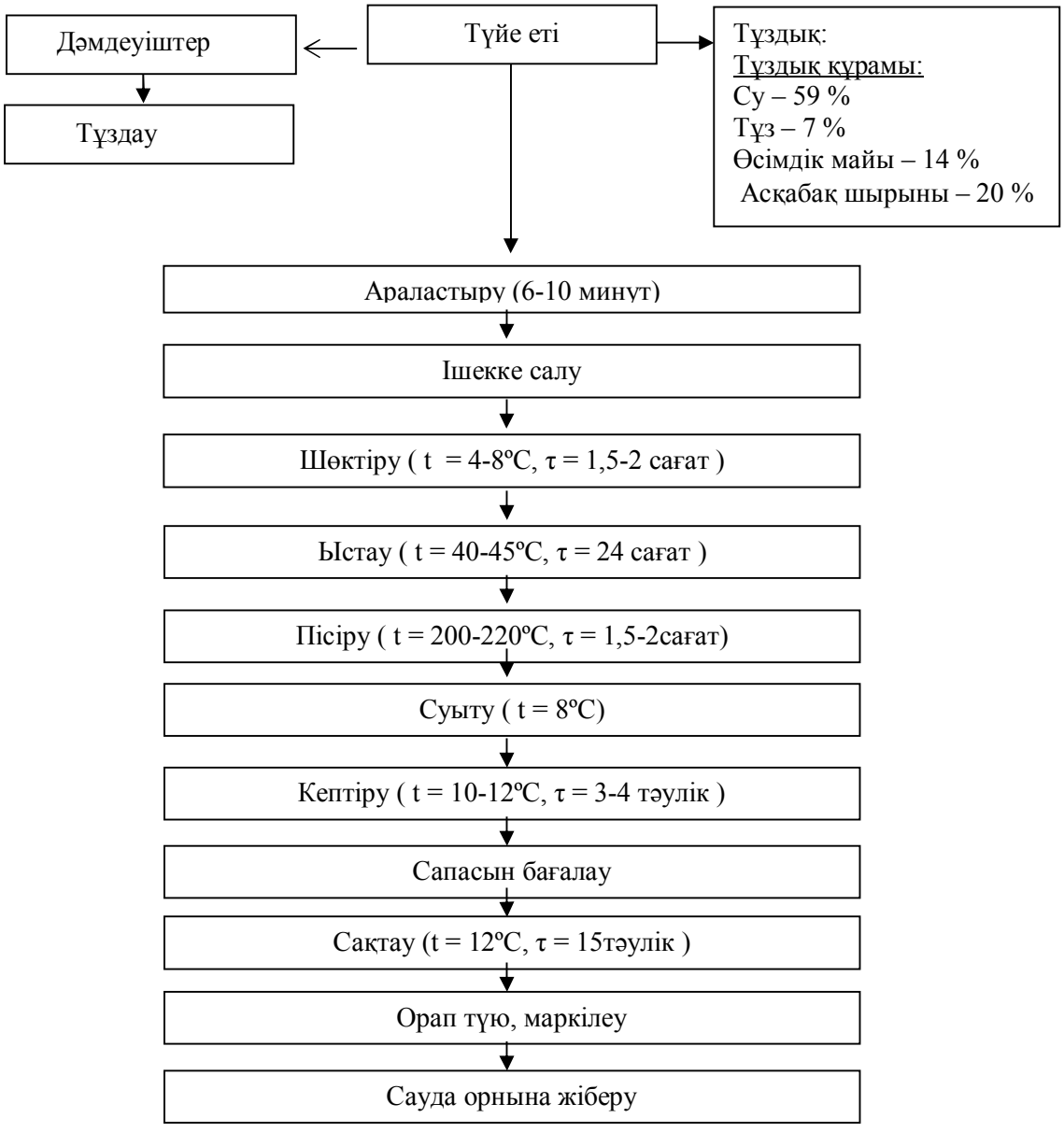
1-кесте. **Тұздық компоненттерінің мөлшері**

Компонент	Мөлшері, %
Су	59
асқабақ шырыны	20
өсімдік майы	14
ас тұзы	7
натрий нитриті	0,075

Тұздықты дайындау үшін сиымдылығы 20 л ыдысқа 17 л суық су, 2 кг ас тұзын қосып, жақсылап араластырылады да, асқабақ шырынын, өсімдік майын қосып, белгілі бір уақытқа сіңдіріп қоямыз. Тұздықты қолданар алдында сүзгіштен өткізіп, 4^0С-тан аспайтын температурада салқындатамыз. Содан кейін түйе етінің жая бөлігі мен қойдың құйрық майын тұздыққа саламыз да жақсылап массирлейміз. Осы процесс арқылы еттің шығымы жоғарылайды, сонымен қатар кескенде ет шикізатының жұмсаруына себеп болады.

Тұздау барысында концентрациясы 2,5%-тік 0,075 г натрий нитритінің ерітіндісін, қара бұрыш, хош иісті бұрыш, кардамон, кориандр, корица қосамыз. Тұздау уақыты 48 сағат.

Дайын болған өркеш майы мен жаяны тұздықтан аламыз. Ет пен өркеш майды майдалап тураймыз. Туралған өнімге әртүрлі дәмдеуіштер қосып жақсылап араластырамыз да алдын-ала тазартылып дайындалған жылқы ішегіне піспектейміз. Етке толтырылған ішекті кендір жіппен байлап, алюминді фольгамен екі қабаттап ораймыз. Содан соң 180-200°С температурада 180 мин бойы термиялық өңдеуге жібереміз.



1-сурет. Түйе етінен дайындалған шұжықтың технологиялық сызбасы

Алюминді фольга – тағамды дайындауға, оны ыстық немесе суық күйде сақтауға, қайталап жылытуға арналған тиімді материал.

Сұйық түтін – тұздыққа барлық компоненттер ерігеннен кейін процестің соңында қосылады. Сұйық түтін тағамның құрылымды-механикалық көрсеткіштерін жоғарылатады, өнімді кескендегі түсін тұрақтандырады, сақтау кезіндегі тағамның бірқалыптығын ұстайды.

Қуырылып пісірілгеннен кейін өнімді ауа температурасы 0°С төмен және 4°С жоғары болмайтын температура аралығында 6-8 сағат бойы суытады. Дайын өнім 9-суретте көрсетілген.

Тағамның органолептикалық көрсеткіштерінің бағасын арнайы дәм сараптау комиссиясы қойды. Дәм сараптау комиссиясы «Ысталып пісірілген түйе етінен жасалған шұжықтың» сапасын жоғары бағалады. Сынаққа алынған үлгілер дәмді және хош иісті болды. Дайын өнімнің негізгі органолептикалық көрсеткіштері 2-кестеде келтірілген

2-кесте. **Дайын өнімнің негізгі органолептикалық көрсеткіштері**

Өнім	Консистенциясы	Дәмі	Иісі	Түсі	Бағасы, балл
Түйе етінен жасалған ысталып пісірілген шұжық	тығыз	тұзды, бөгде дәмі жоқ	хош иісті, бөгде иісі жоқ	қоңыр-қызыл	5,0

Жалпы тағам өнімдерінің маңызы олардың химиялық құрамы мен биологиялық құндылығымен анықталады. Әсіресе ақуыздардың, алмастырылмайтын аминқышқылдарының мөлшерімен, олардың арақатына-сымен және құрамының үйлесімділігімен, басқа да тағамдық заттармен бірге болуымен анықталады.

3-кесте. **Ысталып пісірілген түйе етінен жасалған шұжықтың химиялық құрамы мен тағамдық құндылығы**

Көрсеткіштер	Алынған нәтижелері	
	Сынаққа алынған шұжық	«Прима» шұжығы (бақылау)
Тағамдық құндылығы, %		
Ақуыз	31,0	17,1
Май	16,78	33,8
Көмірсулар	0,14	0,0
Ылғалдығы	49,24	44,6
Күл	2,84	4,3
Энергетикалық құндылығы, ккал	275	373

Осы кестеде берілген мәліметтер бойынша «Ысталып пісірілген түйе етінен жасалған шұжықтың» құрамында ақуыз мөлшері 30% болды. Бұл бақылау ретінде алынған «Прима» шұжығымен салыстырғанда 1,8 есе жоғары екенін көрсетеді. Май мөлшері 16,78% құрады. Сонымен қатар, сынаққа алынған өнімде көмірсулар мөлшері 0,14% құрады, ал «Прима» шұжығында олардың мөлшері ескермеуге болатын 0,0% болды. Байқалған өзгерісті сынаққа алынған өнім құрамында асқабақ шырынының болуымен болжауға болады. Зерттелген өнімнің ылғалдылығы – 49,24%, күл – 2,84%-ды құраса, бақылау шұжығында сәйкесінше 44,6% және 4,3% құрады.

Дайын өнімнің энергетикалық құндылығы 275 ккал құрады. «Прима» шұжығының энергетикалық құндылығы 373 ккал, ал «Докторская» шұжығының сәйкесінше 257 ккал құрайды. Соңғысы көбінесе диеталық тағам ретінде қолданылады. Осы мәліметке сүйеніп, өндірілген қуырылып пісірілген шұжықты да диеталық тағам ретінде ұсынуға болады.

Сонымен, алынған нәтижелер дайындалған өнімнің дәмдік қасиеттері, яғни тағам құндылығы жоғары екенін көрсетеді. Осындай өнімдерді дайындаудың пайдасы өте зор. Өйткені, халқымыз сапалы әрі таза өнімдерді пайдалануды қалайды. Түйе еті сиыр етіне қарағанда арзан, тағамдық және биологиялық құндылығы көрсеткіштері жағынан кем емес. Қазіргі таңда бұл тағам түрі үлкен сұранысқа ие болатынына толық ғылыми негіз бар.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Я. М. Узаков, И. М. Чернуха.И снова о верблюжатине: исследование нутриентного состава //Мясная индустрия. – 2014. - №12. – С. 30-32.

[2] В.Б. Крылова, Т.В. Густова, Н.Н. Манджиева. Использование нетрадиционного животного сырья в технологии мясных и мясорастительных консервов // Мясная индустрия. – 2010. - № 11. – С. 20-23.

[3] Я. М.Узаков, А. М. Таева, Б. С. Тамабаева. Химический состав и пищевая ценность верблюжатины // Мясная индустрия. – 2015. -№11. – С. 36-37.

[4] Лисицын А.Б., Липатов Н.Н., Кудряшов Л.С. и др.Производство мясной продукции на основе биотехнологии.-М. ВНИИМП.-2005-369 с.

[5] Узаков Я.М Диханбаева Ф.Т.,Абжанова Ш.А., Ергазы улы С., Рскелдиев Б.А. Новые виды цельномышечных варено-копченых мясных продуктов // Мясная индустрия, г.Москва, 2010, №2 С. 42-44 с.

Узаков Я. М., Таева А. М., Макангали К. К., Мусаева С. Ш.

Разработка технологии национальных продуктов из верблюжатины

Резюме. В статье приведена технология национального варено-копченого продукта из верблюжатины с применением белково-растительной эмульсии. Расматривается применение нетрадиционных видов мясного сырья в мясной промышленности, в частности мясные продукты из верблюжатины.

Ключевые слова. Мясные продукты, колбасные изделия, белково-растительная эмульсия, пищевая ценность, верблюжатина, горбовой жир.

Uzakov Y. M., Taeva A. M., Makangali K. K., Musaeva S. Sh.

Development of technology for national products of camel meat

Summary. This article describes the technology of national cooked smoked products from camel with protein and vegetable emulsion. It is risen application of non-traditional raw meat in the meat industry, in particular meat products from camel.

Key words: Meat products, sausages, protein and vegetable emulsion, nutritional value, camel meat, hump fat.

ӘОЖ 664.69:633.1/3

Г.К. Искакова, Г.А. Умирзакова, Б.Ж. Мулдабекова
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы
zhan_u_a@mail.ru)

ПОЛИДИСПЕРСТІ СҰЛЫ ҰНЫН ҚОЛДАНЫП МАКАРОН ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ

Аннотация. Жүргізілген зерттеулер нәтижесін талдай келе, физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері жақсы жоғары сортты наубайханалық ұннан дайындалған макарон өнімдерін алу үшін рецептураға 7,5 % жоғары емес, қиыршықты макарон ұнынан дайындалған макарон өнімдері үшін - 10,0 % жоғары емес полидисперсті сұлы ұнын қосуға болады, одан әрі дәнді бұршақты ұнның мөлшерін көбейту дайын өнімдердің технологиялық қасиеттерінің төмендеуіне алып келеді.

Полидисперсті сұлы ұнын қолдану макарон өнімдерін бағалы тағамдық құрауыштармен – ақуыздармен, ауыстырылмайтын аминқышқылдармен, дәрумендермен және минералды заттармен байыту үшін оңтайлы.

Түйін сөздер: макарон өнімдері, наубайханалық ұн, макарондық ұн, полидисперсті ұн, дайын өнім сапасы.

Кіріспе

Адамның қазіргі мәселелерінің бірі – адам денсаулығына пайдалы тағам құру. Ағзадағы ақуыздар, тағамдық талшықтар, дәрумендер, макро - және микроэлементтер тапшылығы денсаулық үшін қауіптілікті білдіреді және өсімдік шикізатын өңдеуді қайта қарауды жедел талап етеді.

Макарон өнімдерінің дәстүрлі түрлерінің тағамдық құндылығы жеткіліксіз, негізгі қоректік заттар: ақуыздар және көмірсулардың теңгерімсіздігіне ие. Қазіргі таңда макарон өндірісі алдында ассортименттерді жақсарту, өнімнің сапасын арттыру, ақуыздармен, дәрумендермен, басқа да тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары құрауыштармен байытылған өнімдер өндіруді кеңейту міндеттері қойылған.

Осы мәселені шешудің неғұрлым келешегі бар жолы – тамақтану сапасын арттыруға мүмкіндік беретін, отандық өндірістің диеталық және емдік өнімдердің сұранысын қанағаттандыратын, өсімдік шикізатын өңдеу жолымен алынған, биологиялық бағалы қоспалармен байытылған өнімдер өндіру.

Өсімдік дақылдарының арасында өндіріс көлемі және өсу қарқыны бойынша астық тұқымдастар жетекші орын алады. Осы дақылдар өндірілетін ақуыз ресурстары, жетіспейтін аминқышқылдарымен адамның тамақтану рационын толтырған жағдайда барлық тұрғындарды қанағаттандырар еді. Астық дақылдарының ақуыздары үшін басты шектелген амин қышқылдары лизин, триптофан және метионин болып табылады [1-5]. Сұлы, арпа, күріш, қонақ жүгері, жүгері, тары, қарақұмық дәнді дақылдар тобына жатады. Дәнді дақылдар тұқымдарының құрамында 7-13 % ақуыз, кейбіреуінде 15 % дейін болады.

Осы астық дақылдарының химиялық құрамының айырмашылықтарынан басқа, соның ішінде елеу өнімдерінің, олардың негізгі құраушысы крахмалдың құрылымы мен негізгі қасиеттерінің айырмашығын атап өткен жөн: ол амилаза мен амилопектиннің әр түрлі арақатынасы, кілегейлену температурасы және түйіршіктер өлшемдері бойынша.

Әртүрлі дәстүрлі емес шикізаттардың арасында макарон өндірісінде сұлы ұны қызығушылық танытты.

Сұлы өнімдері ежелден белгілі, біздің таңда астық дақылдарының ішінде бірінші орынға лайықты. Сұлыдан алынған өнімдер жоғары тағамдық құндылығымен ерекшеленеді. Олар 58,2-63,5 % крахмалдан, 12,3-13 % ақуыздан тұрады, астық дақылдарының ішінде амин қышқылдар бойынша анағұрлым теңдестірілген. Сұлы өнімдері май құрамы бойынша алда (5,3 – 7,2 %, соның ішінде 2,49 % полиқанықпаған май қышқылдары құрайды), фосфатидтер және стериндер (0,1-0,5 %), тағамдық талшықтар (4,8-8 %). Сұлы өнімдерінде дәрумендер мөлшері көп (мг %): 0,31-0,49 тиамин, 0,06-0,11 рибофлавин, 1-1,1 ниацин, 20 мг % биотин, 0,27 пиридоксин, 0,9 пантотен қышқылы, 20-29 мкг % фолацин, 3,2-3,4 Е дәрумені, макро- және микроэлементтер (мг %): 330-350 калий, 325-350 фосфор, 110-129 магний, 81-95 күкірт, 70-73 хлор, 52-64 кальций, 23-35 натрий, 3-3,9 темір, 14-43 кремний, сонымен қатар хром, марганец, мырыш, фтор, йод және т.б. [6-9].

Сұлы дәнінде қалқанша безі қызметіне әсер ететін органикалық қышқылдар мен заттар (тиреостаниндер) табылған. Сұлы ас ішекте майдың сіңірілуіне көмектесетін ферментке, сонымен қатар бауыр мен ұйқы безіне қолайлы әсер ететін полифенолға бай. Сұлы құрамында сондай-ақ, өсімдік амилазасы бар, көмірсулар сіңірілуіне көмектесетін ферменттер.

Сұлыдан алынатын өнімдер ассортименті өте кең: уатылмаған сұлы жармасы, жұқартылған сұлы жармасы, балалар тағамы үшін сұлы жармасы, "Геркулес" сұлы үлпектері, талқан, сұлы ұны және т. б. Сұлыдан алынатын барлық өнімдер түрлерінің алу технологиясында өнім сапасының органолептикалық көрсеткіштерін жақсартуға және сақтау кезінде тұрақтылығын жоғарылатуға мүмкіндік беретін гидротермиялық өңдеу қарастырылған. Гидротермиялық өңдеу ең бірінші сұлының өзіне тән ащы дәмін жояды, өнімге жағымды иіс пен түс береді, сондай-ақ ферменттер әсерсіздендіруіне ықпал етеді [10-12]. Сонымен, бидай ұнына қарағанда сұлы ұны өте бағалы табиғи құрауыштарға ие. Ғылыммен дәлелденгендей, бұл сирек дақыл көмірсулар, ақуыздар, майлар және В тобының дәрумендері қатынасының тиімді пайыздық мөлшерімен ерекшеленеді. Соған байланысты макарон өнімдері өндірісінде сұлы және оның өңделген өнімдерін қолдану тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары өнім алуға мүмкіндік береді.

Жоғарыда берілгендерге байланысты, макарон өнімдерінің тағамдық және биологиялық құндылығын арттыруға, полидисперсті сұлы ұнын қолдану негізінде олардың органолептикалық және физика-химиялық көрсеткіштерін жақсартуға бағытталған зерттеу өзекті болып табылады.

Полидисперсті ұн озық технология бойынша механоактиватор диірменінде сұлының бүтін дәндерін ұсақтап алады. Онда адам ағзасына қажетті барлық қоректік және дәрумендік заттардан құралатын дәннің барлық морфологиялық бөліктері сақталады [13-15].

Зерттеу объектілері және әдістері

Эксперименттік зерттеулерді жүргізу үшін наубайханалық жоғарғы сортты бидай ұны, макарондық ұн (қиыршық), полидисперсті сұлы ұны қолданылады және макарон өнімдерінің сапасына қоспалардың әсері анықталды.

Макарон өнімдерінің органолептикалық және физика-химиялық сапалық көрсеткіштері нұсқаулыққа сәйкес анықталынды [16].

Сыртқы түрін анықтау үшін (түсі, бетінің күйі, пішіні, иісі және дәмі) макарон өнімдерінің сынамасын тегіс бетке орналастырады, мұқият араластырамыз және қараймыз.

Маркасы СЭШ – 3М кептіргіш шкафта 130^0С температурада 40 мин бойы ұнтақталған макарон өнімдерін мұқият кептіру жолымен анықталады және пайызбен шығарамыз.

Макарон өнімдерінің қышқылдылығын сулы болтушка әдісімен анықтаймыз және градуспен есептейміз.

Макарон өнімдерінің пісіру қасиеттері келесі көрсеткіштермен сипатталады: пішіні сақталуымен, дайын болғанша пісіру ұзақтығымен, өнім массасының ұлғаю коэффициентімен ($К_м$), пісірілген суға ауысқан ҚЗ мөлшерімен, пісірілген су күйімен.

Өнімдердің піскеннен кейінгі күйін анықтау үшін 50…100 г макарон өнімдерін мөлшері он есе қайнаған суға саламыз және дайын болғанша пісіреміз. Піскеннен кейін макарон өнімдерін елекке орналастырамыз, судың ағып кетуін күтеміз және сырт көзбен қарау арқылы өнімдердің пішінінің сақталуын және олардың өзара жабысқақтығын анықтаймыз.

Дайын болғанша пісіру ұзақтығын өнімдерді қайнаған суға салудан бастап ұнды піспеген қабаттың жойылуына дейінгі уақыт аралығымен анықтаймыз. Макарон өнімдерін пісіру кезінде өнімінің аздаған бөлігін ыдыстан мерзіммен алып, оны екі әйнек (микроскоптың әйнегін қолдану ыңғайлы) аралығына орналастырамыз және қысамыз. «Фитиля» піспеген ұн қабатының жойылуы пісірілген өнімнің дайын болғандығын көрсетеді.

Өнімнің массасының ұлғаю коэффициенті пісіру кезінде мына формула бойынша есептелінеді:

$$K = M_2\text{-}M_1/M_1$$

мұндағы: M_2 – пісірілген өнім массасы, г (пісірілген су алынғаннан кейін анықталады);
M_1 – құрғақ өнім массасы, г.

Пісіру суына ауысқан құрғақ заттар мөлшері тездетілген әдіспен анықталынды және пісіруге алынған құрғақ өнім массасына пайызбен есептелінеді.

Пісіру суына ауысқан П (в %), құрғақ заттар мөлшерін келесі формуламен анықтадық:

$$П=(в\text{-}а)\cdot V/G\cdot 50\bullet(100)$$

мұндағы: в – құрғақ қалдығы бар ыдыс массасы, г;
а – бос ыдыс массасы, г;

Нәтижелер және оларды талқылау

Рецептураға полидиперсті сұлы ұнының мүмкін мөлшерлерін анықтау мақсатында нұсқаулықта көрсетілген рецептура және технологиялық параметрлер бойынша зертханалық жағдайда макарон өнімдерін дайындадық [16]. Макарон өнімдерін наубайханалық және макарондық ұн массасына 5; 7,5; 10; 12.5; 15; 17,5; 20,0 % мөлшерлерде полидисперсті сұлы ұнын қолданылып шығардық. Макарон өнімдерінің органолептикалық, физика-химиялық сапалық көрсеткіштерін анықтадық. Полидисперсті сұлы ұны қоспай дайындалған наубайханалық және макарондық ұннан алынған макарон өнімдері бақылау сынамалары болды. Зерттеу нәтижелері 1 және 2 кестелерде көрсетілген.

1 және 2 кестелерге сәйкес 7,5 және 10,0 % дейін полидисперсті сұлы ұнының қосылуымен наубайханалық және макарондық ұннан алынған макарон өнімдерінің органолептикалық көрсеткіштері өте жақсы болып шығарылды: олар дұрыс пішінге ие, жабыспайды, өнім түсі біркелкі, яғни бақылау үлгілерімен салыстырғанда ерекшеліктері байқалмады. Бірақ, полидисперсті сұлы ұнының құрамын одан әрі арттырса өнімнің органолептикалық көрсеткіштері нашарлайды.

Алынған нәтижелерді талдау көрсеткендей, қоспа қосу өнім сапасының нашарлауына себепкер болады. Сонымен, полидисперсті сұлы ұны мөлшерін 5 тен 20 % дейін арттырсақ наубайханалық ұннан дайындалған өнім қышқылдылығы 2,8 дан 4,4 град. дейін, макарондық ұннан дайындалған - 2,5 дан 4,2 град. дейін жоғарылайды, бақылау сәйкесінше 2,6 және 2,5 град. құрайды. 1, 2 кестелерде көрсетілгендей, полидисперсті сұлы ұны мөлшерін 5 тен 20 % дейін арттырсақ дайын болғанша пісіру ұзақтығы сәйкесінше, бақылаумен салыстырғанда 0 - 3 және 0 - 4 мин артады. Өнімнің масса ұлғаю коэффициенті төмендейді, сәйкесінше, 1,77 нен 1,28 дейін және 1,80 нен 1,39 дейін.

Бұл көрсеткіштер макарон өнімдерінің пісіру қасиетінің негізгі көрсеткіші – пісірілген суға ауысқан құрғақ заттар мөлшерімен тығыз байланыста. Сонымен, наубайханалық жоғары сортты ұнның массасына полидисперсті сұлы ұнының құрамы 5 тен 20 % дейін өскен сайын берілген көрсеткіш бақылаумен салыстырғанда 0,04-4,96 % %, макарондық ұнда – 0-3,39 % өседі. Полидисперсті

сұлы ұнының құрамын арттырсақ пісірілген өнімдер жабысуынан көрінетін пісірілген өнімдер пішінінің сақталуы нашарлайды.

Сөйтіп, жүргізілген зерттеулер полидисперсті сұлы ұнын наубайханалық жоғары сортты ұн массасына 7,5 % және макарондық ұн (қиыршық) массасына 10,0 % мөлшерде қосылуы дайын макарон өнімдерінің сапасына өте жағымды әсерін көрсетті.

1-кесте. **Наубайханалық ұннан дайындалған макарон өнімдерінің сапасына полидисперсті сұлы ұнының әсері**

Көрсеткіштер аталуы	Бақылау	Сұлы ұны құрамы, %						
		5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
Органолептикалық көрсеткіштері:								
-бетінің күйі	тегіс	тегіс						
- пішіні	берілген түрге тән	өзіне тән						
-түсі	ақшыл-кремді	ақшыл-кремді	ақшыл, сұры реңді				сұры реңді	
-дәмі	өнімге тән, бөтен дәмсіз	өнімге тән, бөтен дәмсіз						
-иісі	өнімге тән, бөтен иіссіз	өнімге тән	өнімге тән, сұлы ұнының иісі әрең білінеді				сұлы ұнының иісі анық білінеді	
Физика-химиялық көрсеткіштері:								
-ылғалдылығы, %	12,8	12,8	13,0	13,0	12,8	12,5	12,8	13,0
-қышқылдылығы, град	2,6	2,8	3,0	3,2	3,6	4,0	4,2	4,4
Пісіру қасиеттері: - пішінінің сақталуы	өзгермеген, жабысқақ емес	өзгермеген, жабысқақ емес		аздап жабысады				жабысқақ
-өнім массасының ұлғаю коэффициенті ($К_м$)	1,80	1,77	1,74	1,65	1,51	1,46	1,38	1,28
-пісірілген суға ауысқан ҚЗ мөлшері, %	8,24	8,28	8,50	9,36	10,32	11,37	12,8	13,2
-пісірілген су күйі	мөлдір	мөлдір		мөлдір емес				
- дайын болғанша пісіру ұзақтылығы, мин	7	7	7	8	8	9	9	10

2-кесте. **Макарондық ұннан (қиыршық) дайындалған макарон өнімдерінің сапасына полидисперсті сұлы ұнының әсері**

Көрсеткіштер аталуы	Бақылау	Сұлы ұнының әсері, %						
		5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
Органолептикалық көрсеткіштері:								
-бетінің күйі	тегіс	тегіс						
- пішіні	берілген түрге тән	өзіне тән						
-түсі	янтарлы-сары	янтарлы-сары	янтарлы сұры реңді				янтарлы сұры реңді	
-дәмі	өнімге тән, бөтен дәмсіз	өнімге тән, бөтен дәмсіз						
-иісі	өнімге тән, бөтен иіссіз	өнімге тән, сұлы ұнының иісі әрең білінеді					сұлы ұнының иісі анық білінеді	

Физика-химиялық көрсеткіштері:								
-ылғалдылығы, %	12,7	12,8	13,0	13,0	12,8	12,5	12,8	13,0
-қышқылдылығы, град	2,5	2,5	2,6	2,8	3,2	3,4	4,0	4,2
Пісіру қасиеттері: - пішінінің сақталуы	өзгермеген, жабысқақ емес	өзгермеген, жабысқақ емес			аздап жабысады			
-өнім массасының ұлғаю коэффициенті ($К_м$)	1,83	1,80	1,79	1,76	1,63	1,55	1,45	1,39
-пісірілген суға ауысқан ҚЗ мөлшері, %	6,25	6,25	6,43	6,76	7,73	8,05	8,48	9,64
-пісірілген су күйі	мөлдір	мөлдір			мөлдір емес			
- дайын болғанша пісіру ұзақтылығы, мин	10	10	10	10	11	11	12	12

Қорытынды

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде, физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері жақсы жоғары сортты наубайханалық ұннан дайындалған макарон өнімдерін алу үшін рецептураға 7,5 % жоғары емес, қиыршықты макарон ұнынан дайындалған макарон өнімдері үшін - 10,0 % жоғары емес полидисперсті сұлы ұнын қосуға болады, одан әрі дәнді бұршақты ұнның мөлшерін көбейту дайын өнімдердің технологиялық қасиеттерінің төмендеуіне алып келеді.

Сонымен, ұсынылған мәліметтерді талдауға сәйкес, полидисперсті сұлы ұнын қолдану құнды тағамдық құрауыштармен макарон өнімдерін байыту үшін қолайлы.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Медведев Г.М. Технология макаронных изделий.- СПб.: ГИОРД, 2005.-312с.

[2] Искакова Г.К., Мулдабекова Б. Макарон өндірісінің технологиясы: шикізаттар және материалдар. -Алматы: «Полиграфия-сервис и К^0», 2014.-166 б.

[3] Изтаев А., Искакова Г.К. Инновационные технологии макаронных изделий на основе муки зерновых и бобовых культур: монография. – Алматы: Полиграфия-сервис и К^o, 2014.- 264с.

[4] Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник. - М.: ДеЛи принт, 2008. – 276 с.

[5] Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельянова. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

[6] Иунихина В., Мельников Е. Продукты из овса // Хлебопродукты. – 2006. - № 3. – С.30-32.

[7] Осипова Г., Волчков А. Новый рецептурный компонент для макаронных изделий // Хлебопродукты.- 2008. -№7. - С.51-52

[8] Осипова Г., Корячкина С. Обогащение макаронных изделий пищевыми волокнами // Хлебопродукты.-2007. -№11.-С.38-40

[9] Корячкина С.Я., Осипова Г.А., Перковец М.В. Макаронные изделия функционального назначения // Материалы международной научной конференции «Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма».- Орел: Орел ГТУ, 2005. - С.263-267

[10] Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 280 с.

[11] Морозова О. Использование сортовой овсяной муки в производстве макарон// Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2007. - № 7. – С.1.

[12] Осипова Г., Волчков А. Производство макаронных изделий с использованием альтернативного сырья // Хлебопродукты. – 2008. - № 2. – С.38-39.

[13] Изтаев А.И. Нанотехнология и наноматериалы для пищевых и перерабатывающих производств: учебное пособие / А.И.Изтаев, Н.А. Горбатовская, Г.Т.Увакасова, А.М. Омралиева. – Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2015. – 328 с.

[14] http://findfood.ru/product/ovsjanaja-muka

[15]http://sostavproduktov.ru/produkty/hleb-i-muchnye izdeliya /muka /ovsyanaya

[16] Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / Под ред. Л.П. Ковальской. - М.: Агропромиздат, 1991.-336с.

Искакова Г.К., Умирзакова Г.А., Мулдабекова Б.Ж.

Производство макаронных изделий с использованием полидисперсной овсяной муки

Резюме. В результате проведенных исследований установлено, что для получения макаронных изделий из хлебопекарной муки высшего сорта с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями в рецептуру допустимо внесение не более 7,5 %, для макаронных изделий из макаронной муки крупки – не более 10,0% полидисперсной овсяной муки, дальнейшее увеличение дозировок полидисперсной овсяной муки приводит к ухудшению технологических свойств готовой продукции.

Применение полидисперсной овсяной муки целесообразно для обогащения макаронных изделий ценными пищевыми компонентами – белками, незаменимыми аминокислотами, витаминами и минеральными веществами.

Ключевые слова: макаронные изделия, хлебопекарная мука, макаронная мука, полидисперсная мука, качество готовых изделий.

Iskakova G.K., Umirzakova G.A., Muldabekova B.ZH.

Production of macaroni products using polydisperse oat flour

Symmary. As a result of researches it is established that to obtain pasta of bread-making flour with good physico-chemical and organoleptic indicators in the formulation may permit no more than 7.5 %, pasta from pasta flour semolina – not more than 10.0% polydisperse oatmeal, a further increase in dosages of polydisperse oatmeal leads to deterioration of the technological properties of the finished product.

The use of polydisperse oat flour is suitable for enrichment of pasta a valuable food components – proteins, essential amino acids, vitamins and minerals.

Key words: pasta, bread flour, macaroni flour, polydisperse flour, quality of finished products.

УДК 541.64

Н.Т. Сурашов, С.С. Серикова, М.И. Гудович

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

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА АЭРОПОРТА г. АЛМАТЫ

Аннотация. В современном аэропорту авиационная наземная техника применяется для технического и коммерческого обслуживания воздушных судов, эксплуатационного содержания аэродромов. Применение авиационной наземной техники в современных условиях обеспечения своевременного выполнения погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки груза и рационального нахождения своего багажа пассажирами является актуальным.

Рекомендуется усовершенствовать систему сортировки и транспортировки багажа путем модернизации системы управления и увеличения длины пластинчатого конвейера за счет внедрения считывания лазерных штрих-кодов. Данная модернизация ускорит загрузку и разгрузку багажа, транспортировать его к нужному месту и снимет нагрузку на обслуживающий персонал. Настоящее руководство содержит сведения по конструкции пластинчатый конвейер “КП-О”, применяемый в аэропорту г. Алматы, предназначен для транспортировки багажа при выдаче его пассажирам, также для транспортировки багажа в зоне обработки грузов. Багаж, находящийся на движущемся конвейере снимается вручную.

Ключевые слова: погрузка-разгрузка, транспортировка; пластинчатый конвейер; багажное отделение аэропорта; раздача багажа; перераспределение багажа в аэропорту.

В настоящее время в аэропорту г. Алматы транспортировка, прием и выдача багажа полностью механизированы, однако имеются погрузочно-разгрузочные устройства на которых требуется модернизация конструкции.

Недавно в аэропорту г. Алматы установлен пластинчатый конвейер “КП-О”, позволяющий пассажирам, получать свой багаж. Пластинчатый конвейер позволяет втрое ускорить выдачу багажа пассажирам, которые теперь смогут получить его в более комфортных условиях. Выдача багажа производится с помощью тележек с установленными сверху пластинами. Соединенные между собой тележки образуют большую замкнутую цепь. Данное устройство является важной частью инфраструктуры современного аэропорта [1-3].

Настоящее руководство содержит сведения по конструкции пластинчатый конвейер “КП-О”, применяемый в аэропорту г. Алматы, предназначен для транспортировки багажа при выдаче его

пассажирам, также для транспортировки багажа в зоне обработки грузов. Багаж, находящийся на движущемся конвейере снимается вручную.

Конвейер ‘’КП-0”состоит из следующих основных сборочных единиц:

прямых секций; угловых секций; натяжных секций; приводной секции; силовой установки; пластин; грузонесущих тележек; направляющих роликов;

обрамления, цоколей; постов аварийного останова.

Каркас пластинчатого конвейера состоит из набора секций: прямых, угловых, натяжных и приводной, которые составляются и стыкуются на ровном полу. На каждой секции имеется минимум две точки (опоры) регулировки конвейера по высоте, т.к. конвейер при монтаже в аэровокзале должен выставляться строго горизонтально. Диапазон регулировки -20 мм от указанной величины в технических данных. Тележки соединены между собой звеньями с осями, на которые устанавливаются направляющие ролики. Грузонесущие пластины прикрепляются винтами к тележке. С наружной и внутренней стороны конвейера устанавливаются обрамления. По внутреннему контуру конвейера устанавливаются "высокие”обрамления. Внутреннее пространство конвейера закрывается ламинированными панелями ДСП, образуя подиум. Цоколи устанавливаются на пол и соединяются с секцией специальными скобами, охватывающими резьбовые опоры секций. Скобы зажимаются двумя гайками на опоре [4].

Тяговое усилие конвейеру передается путем зацепления осей тележек, находящихся в зоне привода со втулками тяговой цепи, установленной на приводной секции.

С целью усовершенствования системы сортировки и транспортировки багажа рекомендуем модернизировать систему управления пластинчатого конвейера за счет внедрения лазерного считывания штрих-кодов. Эта система имеет один недостаток: штрих-код может находиться в нижней части багажа, что делает его невозможным для считывания, поэтому в аэропорту г. Алматы на багаж следует наносить два штрих-кода с разных сторон.

Вместо ручной сортировки багажа, рекомендуем использовать систему «RFID», которая позволит не только сортировать, но и транспортировать багаж к нужному месту. В этом случае не нужно будет менять конвейер, можно использовать старый, что значительно сэкономит финансовые затраты на покупку и установку нового, но необходимо изменить конструкцию пластинчатого конвейера, в котором сейчас вручную сортируют багаж, а затем также вручную доставляют его до требуемого места разгрузки или загрузки. Конструкция нового пластинчатого конвейера будет удлинена до мест разгрузки и загрузки багажа, на всем этом удлинённом пластичатом конвейере будут установлены лазерные считыватели штрих кодов под разными углами для лучшего считывания. Эта модернизация ускорит загрузку и разгрузку багажа и снимет нагрузку на обслуживающий персонал в загруженном аэропорту г. Алматы. Ведь загруженный аэропорт создает напряжение на персонал, делает его раздражительным, и в результате, делает не комфортным время провождение пассажиров в терминале аэропорта, поэтому данная модернизация не только выгодна с точки зрения финансов, но и улучшит привлекательность аэропорта для пассажиров.

Технологии радиочастотной идентификации (RFID) уверенно завоевывают логистический сектор, а также находят широкое применение в сфере почтовых операций. В последнее время Всемирный почтовый союз (Universal Postal Union, UPU) принимает активное участие в продвижении Системы глобального мониторинга (Global Monitoring System, GMS), в основе которой - технологии RFID. Новая система позволит серьезно улучшить качество работы почтовых служб, усовершенствовать процессы доставки почтовых отправлений адресатам. В настоящее время почтовых операторов - Почта Германии, Королевская почта Великобритании, Почта Австралии - уже внедрили новые стандарты в производственную деятельность и достигли хороших результатов. При транспортировке и размещении на складе груза, снабженного RFID-меткой, его местонахождение легко отслеживать и автоматически регистрировать в общей базе данных. Система позволяет резко сократить время обработки груза при прохождении пунктов досмотра и упрощает поиск крупногабаритных грузов на больших складах.

Системы RFID позволяют считывать информацию, находящуюся вне пределов видимости. Идентификационный код хранится в метке, состоящей из микрочипа, прикрепленного к антенне. Приемопередатчик, часто называемый ридером или считывателем, связывается с меткой с помощью радиоволн. По функциональности RFID-метки, как метод сбора информации, очень близки к штрих-кодам, наиболее широко применяемым сегодня для маркировки товаров, однако по функциональности значительно превосходят их.

Технология RFID эффективно решает следующие задачи отслеживания и автоматической маршрутизации почтовых отправлений:

– минимизация влияния человеческого фактора;

– сокращение времени доставки;

– возможность контроля большого объема почтовых отправлений на каждом этапе их перемещения;

– для считывания информации не требуется прямая видимость радиочастотной метки, поэтому с целью обеспечения скрытности и сохранности она может располагаться внутри упаковки;

– возможность практически одновременного чтения большого количества меток.

В настоящее время технология радиочастотной идентификации RFID имеет огромный потенциал массового применения в самых разных сферах общественных отношений.

Радиочастотная идентификация — это современная технология идентификации, предоставляющая существенно больше возможностей по сравнению с традиционными системами маркировки. Технология основана на радиочастотном взаимодействии между метками, закрепленными на идентифицируемом объекте и считывающим устройством, которое может быть как мобильным, так и неподвижным. Считывающее устройство, в свою очередь, связано с программным обеспечением, отвечающим за дальнейшую обработку информации, полученной по сигналу метки.

Наиболее распространенные метки (Tag), как и многие штрих-коды (Bar Code), представляют собой самоклеящиеся этикетки. Но если на штрих-коде информация хранится в графическом виде, то на метку данные заносятся и считываются при помощи радиоволн. Метка является миниатюрным запоминающим устройством. Она состоит из микрочипа, который хранит информацию, и антенны, с помощью которой метка передает и получает информацию. Иногда метка имеет собственный источник питания (такие метки называют активными), но большинство меток его лишены (пассивные метки).

Физически, метка представляет собой либо гибкую пластиковую подложку, на которую нанесены элементы микросхемы метки, либо пластиковый корпус, в котором элементы метки герметично запаяны. В обоих случаях размеры меток могут варьироваться, но редко превышают по площади поверхность спичечного коробка. Корпусированные метки изготавливаются, как правило, для эксплуатации в агрессивных средах или для специального применения .

Один из ключевых элементов функционирования RFID — передача данных в системе. Она осуществляется посредством соединения метки и считывателя с помощью антенн на каждой стороне, как показано на рисунке 1.1.

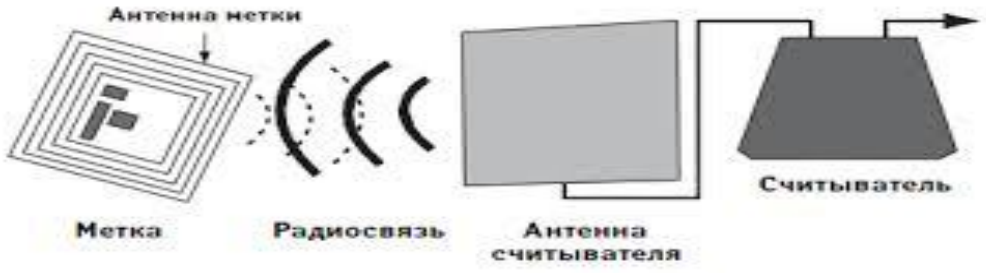


Рис. 1.1. Связь метки, считывателя и антенны.

Связь радиометка — считыватель в большинстве RFID-систем может быть как электромагнитной, так и магнитной (индуктивной). Метод, используемый в конкретной системе, зависит от таких требований, как стоимость, размеры, скорость, дальность считывания и точность. К примеру, дальность считывания в RFID-системах с индуктивной связью обычно невелика и измеряется в дюймах. Системы такого типа используются главным образом в приложениях, где нужен именно малый диапазон, скажем, в контроле доступа. В этом случае метка отключит блокировку дверного замка с RFID, только если ее поднести непосредственно к считывателю; если же мимо этого считывателя у двери по коридору пройдет человек, у которого метка может оказаться в бумажнике или сумке, система это проигнорирует.

Элементом, обеспечивающим связь метки и устройства считывания сигнала, служит антенна. И метка, и считыватель имеют свои антенны.

Другим важным атрибутом системы RFID является рабочая частота связи считывателя и метки. Выбор конкретной частоты зависит от таких требуемых параметров приложения, как скорость, точность, условия среды, а также стандарты и нормативы, которые регламентируют работу данного приложения. Скажем, RFID-приложения для отслеживания животных работают в частотном диапазоне 134.2 кГц, выбранном согласно принятым стандартам и нормативам [5].

Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (считыватель или ридер) и транспондера (он же RFID-метка, иногда также применяется термин RFID-тег).

Большинство RFID-меток состоит из двух частей. Первая — интегральная схема (ИС) для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного (RF) сигнала и некоторых других функций. Вторая — антенна для приёма и передачи сигнала. Эти метки могут быть представлены в разном виде:

– радиочастотные этикетки (RFID этикетки);

– метки, встроенные в пластиковый или металлический корпус;

– RFID наклейки разнообразных форм;

– бесконтактные RFID карты.

В настоящее время авиационная наземная техника во многих аэропортах находится в критическом состоянии, поэтому остро встает вопрос о ее замене на новую. Но с приобретением новой наземной авиационной техники также возникают проблемы, так как отечественную давно уже не производят, а импортная не каждый аэропорту может приобрести из-за финансовых проблем. В этих условиях зарубежные фирмы постепенно завоевывают казахстанский рынок, но в то же время импортная наземная авиационная техника не адаптирована к условиям эксплуатации в Казахстане и к системам воздушных судов, отсутствует дорогостоящая сервисная служба, что в совокупности является серьезным препятствием для ее закупок казахстанскими потребителями. Обзор и анализ существующих конструкции наземной техники в аэропорту г. Алматы выявил, что имеется ряд вопросов, которые требуют своего исследования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Басов А.И. Механическое оборудование обогатительных фабрик и заводов тяжелых цветных металлов. - М.: Металлургия, 2008. - 112 с.

[2] Бекжанова С.Е., Бекжанов Д.З., Бекжанов С.З. Технология и механизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. Учебник / под ред. д.т. наук, профессора Бекжановой С.Е. - Астана: Издательство «Парасат алемі», 2005. - 220 с.: ил.

[3] Сурашов Н.Т. Прогнозирование конструкций рабочих органов землеройно-транспротных машин на основе анализа патентной информации: монография для строительных и технических вузов. – Алматы: КазГАСА ,2004. – 164с.

[4] Марон Ф.П., Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. - Минск: Высшая школа, 2004. - 269 с.

[5] Максим Власов. RFID: 1 технология – 1000 решений: Практические примеры использования RFID в различных областях. — М.: Альпина Паблишер, 2014. — 218 с

Сурашов Н.Т., Серикова С.С., Гудович М.И.

Алматы қаласының әуежайында*ғы* тиеу және түсіру *ж*ұмысының механизациясын тілімі жалпақ конвейер*і* арқылы жаңарту.

Түйіндеме. Қазіргі заманауи әуежайда авиациялық жер үсті техникасы үшін техникалық және коммерциялық қызмет көрсету,әуе кемелерін пайдалану әуеайлақтарды ұстау қолданылады. Жердегі авиациялық техниканы қазіргі жағдайда қолдану уақтылы және ұтымды орындалуын өзінің багажын қамтамасыз ету, тиеу-түсіру жұмыстарын және жүкті тасымалдау жолаушылар үшін өзекті болып табылады.

Алматы қаласының әуежайында жүктерді тасымалдау және тілімі жалпақ конвейернің ұзындығының аумақтыгның жүйесін жанарту және оларды лазерлық штрих-код арқылы сұрыптау ұсынылады. Айтылмыш жанарту жүйесі, жүктерді тиеу-түсіруін , оларды керек жеріне дейін тасымалдауды үдемелейді және кызмет корсетушілердін жумысын женілдетеді.

Кілтті сөздер: тиеу-түсіру, тасымалдау; тілімі жалпақ конвейер; әуежайдың багажы; тарату багажы; әуежайдағы багажды қайта бөлу

Surashov N.T., Serikova S.S. Gudovich M.I.

Mechanization of cargo handling work by modernization plat conveyor airport Almaty

Summary. The modern airport aviation ground equipment used for technical and commercial aircraft maintenance, operational content airfields. The use of aviation ground equipment in modern conditions to ensure timely loading and unloading and transportation of cargo and rational finding their accompanying luggage is relevant.

It recommended at the airport of Almaty to improve baggage sorting and transport system by upgrading the control system and increase the length of the plate conveyor through the introduction of reading laser barcodes. This upgrade will speed up the loading and unloading of luggage, transport it to the desired location and lift the burden on the staff.

Key words. loading and unloading, transportation; apron feeder; Airport luggage compartment; distribution of luggage; redistribution of luggage at the airport.

ӘОЖ 658.264/265:621.311.243

[1]Бахтияр Б.Т., [1]Бергенжанова Г.Р., [2]Алкенова Г.Х.
([1]Алматы энергетика және байланыс университеті,
[2]Алматы мемлекеттік энергетика және электронды технологиялар колледжі
bahtyar.baljan@mail.ru[1], gulliverik@mail.ru[1], angel_zolotoi@inbox.ru[2])

ЕКІ АЙНАЛМАЛЫ ГЕЛИОЖҮЙЕНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ АЙЫРМАШЫЛЫҚТАРЫ МЕН ЕСЕПТЕЛІНУ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта еліміздің көптеген аймақтарындағы экологиялық жағдайы өте төмен, себебі жылу электр стансаларында және де басқа өндіріс орындарында пайдаланатын қатты және сұйық отындарың жануынан туындайтын қалдықтардың көбейуі ал оның экологияға тигізетін зианды әсері күннен күнге ұлғайып бара жатыр. Сондықтан болашақта жылу және электр энергиясын өндіруде жаңа, экологиялық таза энергия көздерін пайдаланудың қажеттілігі туындап отырғандығы белгілі.

Міне осы тұрғыдан алып қарағанда жоғарыдағы айтылған мәселелерді шешуге күн, жел және жер асты ыстық суларының энергиясын пайдаланудың тиімділігі айқындалып отыр. Мысалы еліміздің оңтүстік аймақтары үшін күн энергиясын пайдалану өте тиімді, себебі бұл аймақ жер белбеуінің орталық жане оңтүстік ендіктерінде, және де субтропикке ауысу жолағында орналасқан (40 және 50 с.ж.ш.аралығында , батыстан шығысқа 2995 км және солтүстіктен оңтүстікке 1600 км-ге созылып жатыр).Сонымен қатар оңтүстік аймақтарда күнің сәулелену ұзақтығы өте жоғары (3100 сағатқа дейін) жалпы сәулеленудің бақыланатын аймақтығы 1900,5 мың. км құрайды.

Түйін сөздер: екі айналмалы күн коллекторы, күн жүйесі, ынталы гелиожүйе.

Қазіргі уақыттарда еліміздің оңтүстік аймақтарында күн энергиясын түрлендіретін гелиоэнергетикалық жүйелерді пайдалану экологиялық және экономикалық жағынанда өте тиімді. Күнмен жылыту гелиожүйелері деп жылу көзі ретінде күн радиациясы энергиясын пайдаланатын жүйелерді айтады. Олардың басқа төменгі температуралы жылыту жүйелерінен ерекшелігі ол күн радиациясын ұстауы және оны жылу энергиясына айналдыратын арнайы қондырғыларды қолдануы болып табылады. Солардың ішіндегі ынталы гелиожүйені пайдаланудың ерекшеліктерін ескерсек, онда Оңтүстік аймақтарда дербес тұтынушыларды жылу және ыстық су мен қамтамасыз ету үшін өте тиімді. Ынталы гелиожүйенің ерекшеліктеріне тоқталып кетейік.

Ынталы гелиожүйеде –гелиоколлектор және жүйенің тетіктері жылытатын жүйеге яғыни ғимратқа тән емес олар жекеленген өзіндік құрылғы болып табылады. Ынталы жүйенің негізгі элементтері: күн коллекторы, аккумулятор, жылуалмастырғыштар, қосалқы жылу көздері, сантехникалық тетіктер, таратушы және реттеуші құрылғылар, автоматика жүйесі. Әрбір нақты жағдайда элементтерді таңдау, құрамы және құрастыру климаттық факторлармен, объектінің түрлерімен, жылу қолдану іретімен, экономикалық көрсеткіштермен анықталады. Жылу тасымалдағыштар ретінде көбінесе гелиожүйелерде сұйық (су, этилгликол ерітіндісі, органикалық сұйық) немесе ауа қолданылады. Пайдалынатын көптеген гелиожүйелерде ауаның тығыздығы және жылу сыйымдылығы аз болғандықтан көбінесе сұйық денелерді қолданылады. Күнмен жылыту жүйелерінде шоғырландырғыш(фокустаушы), жазық немесе басқа пішіндес-типті күн коллекторлдарыда қолданылады.

Ынталы гелиожүйелер әртүрлі белгілері бойынша жіктеледі:

Қызметі жөнінен:

- жылы сумен қамту жүйелері (ЖСҚЖ);
- жылыту жүйелері;
- құрамалы жүйелер;

Қолданылатын жылутасымалдағыш түрі жөнінен:

- сұйық;
- ауа;

жарамдылық мерзімі жөнінен:

- жыл бойғы;
- маусымдық;

техникалық шешімі жөнінен:

- бір айналмалы(контурлы);
- екі айналмалы ;
- көп айналмалы ;

Ыстық сумен қамтамасыз ететін маусымдық гелио жүйелер әдетте бір контурлы және жазғы және аралық айларда, сыртқы ауаның температурасы оң болғанда пайдаланады.Оларға қосымша жылу көзі қажет болады, немесе қызмет көрстілетін объектінің қызметіне және пайдалану шарттарына тәуелді.

Ғимаратты жылытуға аранлаған гелио жүйелер екі контурлы, немесе көбнесе көп контурлы, әртүрлі контурлар үшін әртүрлі контурлар қолданылуы мүмкін (мысалы, гелиоконтурда –қатпайтын сұйықтардың ерітінділері, аралық контурларда –су, ал тұтынушы контурында -ауа). Ғимараттарды ыстықпен және салқындатуға арналған жыл бойы жұмыс атқаратын құрамалы(комбинациялық)гелио жүйелер көп контурлы болып келеді және жылудың қосымша көзін органикалық отынмен немесе жылу трансформаторы жұмыс істейтін дәстүрлі жылу генераторын қосады. Күн гелиожүйесінің есептік жұмысын жүргізу үшін күн энергиясының коллектордың бетіне келіп түсетін шамасын анықтау, күн коллекторының орналасу бұрышын және коллектордың орналатырылатын орнаның ендігіне сәйкес Күннің қозғалу траекториясы мен оның уақыт бұрыштарының көрсеткіштерін анықтау қажет.

Гелиожүйенің бетіне түсетін толық күн радияциясы күн дискісінен таралатын, тікелей және аспан бөліктері мен қоршаған ортадағы элементтерден шағылып келіп түсетін шашыранды радиациядан тұрады. Тік бетке түсетін тура радияция күннің бұрыштық биіктігімен анықталады. Радияцияның барлық түрлері климаттың ауысып отыруына байланысты атмосфераның мөлдірлігінен, бұлттылығынан, ауаның ылғалдылығынан, тәуелді. Сондықтан гелиожүйенің жұмыс мерзімін қамтамасыз ету көбінесе ұзақ мерзімді орташа сипаттамаға негізделеді.Осындай негізгі сипаттама ретінде көпжылдық, орташа айлық, күндізгі шашыранды және суммарлы радияциялар қолданылады. Күндізгі суммамен осындай радиация ретінде бірлік ауданға бүкіл бір күн бойы түскен радияцияның толық энергиясын анықтайды.

Коллектордың жылу қабылдағыш бетіне түсетін күн радияциясы бірінші контурдаға жылу тасымалдағыш денеге жылу энергиясына түрінде беріледі, содан ол екінші контурдағы суға жылу алмастырғыш арқылы беріледі. Біз қарастыратын Оңтүстіктегі Арыс стансасы аймағына тұрғызылатын гелиожүйенің есептік жұмыс жүргізу үшін оның орналасқан аймағының климаттық көрсеткіштерін ескереміз. Аймақтың климаттық сипаттамалары 1-кестеде көрсетілген.

1- кесте. **Күн радициясының күндізгі уақытта түскен уақыттараның көлденең түсуінің орташа мәндері (МДж/м^2)**

Аймақ	Айлар											
	қаңтар	ақпан	наурыз	сәуір	мамыр	маусым	шілде	тамыз	қыркүйек	қазан	қараша	желтоқсан
Арыс стансасы	9,89	15,3	21,0	26,21	30,5	32,2	30,7	27,29	22,60	17,1	11,3	8,69

Күн радиациясының көлбеу беттікке H_T күндізгі уақытта орташа айлық келіп түсуі:

$$H_T = \overline{R} \cdot \overline{H}, \qquad (1)$$

мұндағы $\overline{H}$ - горизонтал беттікке қосынды радиацияның күндізгі уақытта орташа айлық келіп түсуі; $\overline{R}$ - горизонтал және көлбеу беттіктерге қосынды радиацияның күндізгі уақытта орташа айлық келіп түсулерінің қатынасы.

$\overline{R}$ анықтау үшін күн радиациясының құраушыларын: тікелей, диффузиялық, шағылып түсуін білу қажет. Диффузиялық сәуле изотропты (яғни аспан кеңістігіне қалыпты таралған) деп болжасақ, онда $\overline{R}$ келесі түрде жазуға болады:

$$\overline{R} = \left(1 - \frac{\overline{H}_d}{\overline{H}}\right) \cdot \overline{R}_b + \frac{\overline{H}_d}{\overline{H}} \cdot \frac{1+\cos s}{2} + \rho \cdot \frac{1-\cos s}{2}, \qquad (2)$$

Мұндағы: H_d - горизонтал беттікке диффузиялық радиацияның күндізгі уақытта орташа айлық келіп түсуі; $\overline{R}_b$ - горизонтал және көлбеу беттіктерге қосынды радиацияның күндізгі уақытта орташа айлық келіп түсулерінің қатынасы; S – коллектордың горизонтқа көлбеу бұрышы; ρ – жердің шағылысу қабілеттілігі, және ρ қар жабынының ұзақжатуына байланысты 0,2 – ден 0,7 дейін өзгереді.

Бұл теңдеудің бірінші, екінші және үшінші мүшелері аспан кеңістігінің тікелей және диффузиялық сәулеленуіне және жерден коллектордың бетіне шағылысып сәулеленуіне сәйкесті үлесін көрсетеді.

Диффузиялық радиацияны өлшеуді $\overline{H}_d$ сирек жүргізетіндіктен, оны күннің қосынды радиациясын өлшеу арқылы жүргізеді. Зеттеу қосынды радиацияда диффузиялық құраушының үлесі $\overline{H}_d / \overline{H}$ бұлтты күндердің көрсеткішіне $K_T = H / H_0$ байланысты болатынын көрсетті.

Бұл жерде H_0 - жердің атмосферасының шектігінен тыс горизонтал беттікке радиацияның күндізгі уақытта орташа айлық келіп түсуі. Атмосфералық қабаттан тыс күн радиациясын (күн тұрақтысын) пайдалана отырып, геометриялық тұрғыда есептеледі. Солтүстік ендік үшін H_0 мәндері 1 кестеде келтірілген.

$$\overline{H}_d / \overline{H} = 1{,}39 - 4{,}03K_T + 5{,}53K_T^2 - 3{,}11K_T^3. \qquad (3)$$

2-кесте. **Күндізгі уақытта жер беті атмосферасының шектігінен тыс горизонталды беттікке күн радиациясының орташа айлық келіп түсуі (МДж/м^2) , 40-45 ендікте.**

Солтүстік ендік	Қаңтар	Ақпан	Наурыз	Сәуір	Мамыр	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүк	Қазан	Қараша	Желтоқан
40	16,1	21,3	28,2	35,2	40,1	42,0	41,3	37,2	30,3	23,1	17,1	13,6
45	13,0	18,1	25,1	31,8	39,1	42,2	41,1	36,1	28,2	19,8	11,1	10,6

Теориялық жағынан алып қарағанда $\overline{R}_b$ атмосфераның өткізгіш қабілеттілігінің функциясы болып табылады. Алайда бұл шаманы горизонтал және көлбеу беттіктерге радиацияның атмосферадан тыс келіп түсулерінің қатынасы анықтауға болады. Оңтүстікке қарай бағытталған беттіктер үшін $\overline{R}_b$ (4) теңдеуі арқылы табуға болады. Азғана қателігі бар $\overline{R}_b$-ның бұл мәндерін, абсолюттік мәні бойынша азимуты 15^0 аспайтын беттіктер үшін де пайдалануға болады. Оңтүстік бағыттан ауытқу үлкен болғанда $\overline{R}_b$ есептеу үшін Клейн тәсілін қолдануға болады:

$$\overline{R}_b = \frac{cos(\varphi - s)\cos\delta \sin\omega_s' + \pi/180\omega_s' \sin(\varphi - s)\sin\delta}{\cos\varphi\cos\delta\sin\omega_s + \pi/180\omega_s \sin\varphi\sin\delta}, \quad (4)$$

мұндағы ω_s - батып бара жатқан күннің горизонтал беттікке сағаттық бұрышы; ω_s' - батып бара жатқан күннің көлбеу беттікке сағаттық бұрышы

ω_s келесі формуламен анықталады:

$$\omega_s = arc\cos(-tg\varphi\, tg\delta), \quad (5)$$

мұндағы δ – күннің иілуі.

Күннің иілуі δ :

$$\delta = 23{,}45\sin\left(360\frac{284+n}{365}\right), \quad (6)$$

мұндағы *n* - жылдың ішіндегі күннің реттілік нөмірі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Климотологический справочник СССР: Метереологические данные за отдельные годы. Солнечная радиация и солнечный баланс. Л.: Гидрометеоиздат., 1964.

[2] Даффи Д.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. М.: Мир, 1977. 429 с.

[3] Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Под ред. Э.В.Сарнацкого, С.А.Чистовича. М.: Стройиздат,1990.

[4] Тарнижевский Б.В., Алексеев В.Б., Кабилов З.А., Абуев И.М. Солнечные коллекторы и водонагревательные установки // Теплоэнергетика. 1995. № 6. С. 48-51.

[5] Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. М.:Энергоатомиздат, 1991

[6] Амерханов Р.А. Теплотехника. /Р.А.Амерханов, Б.Х.Драганов – М.: Энергоатомиздат, 2006, 432 с.

[7] Бекман У., Клейн С., Дж.Даффи Расчет систем солнечного теплоснабжения. М.:Энергоиздат, 1992.

Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Алкенова Г.Х.

Различия в двух вращающихся технических гелиосистем и методы вычисления.

Резюме. На примере геликоллектора рассмотрено действие двухконтурного солнечного коллектора. Выявлены преимущества выбранного материала для солнечного коллектора.

Ключевые слова: двухконтурный коллектор, солнечная система, потенциальные гелиосистемы

Bakhtiyar B. T., Bergenzhanova G.R., Alkenova G. X

Distinctions in two heliosystems rotating technical and methods of calculation.

Summary. On the example of a gelikollektor it is considered a double-circuit solar collector. Advantages of the chosen material to a solar collector are revealed.

Key words: two planimetric collector, solar system, potential gelisistema.

УДК 502.175:629(574-25)

А. С. Бегимбетова
(Алматинский университет энергетики и связи,
Алматы, Республика Казахстан, ainur.begimbetova@mail.ru)

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ГОРОДА АЛМАТЫ

Аннотация. В настоящее время в городе Алматы мы наблюдаем стремительно развивающуюся автомобилизацию. На сегодняшний день по данным УДП ДВД г. Алматы количество подвижного состава автотранспорта составляет около 770000. Такое большое число машин в сочетание с отставанием в развитие улично-дорожной сети привело к увеличению плотности транспортных потоков и их интенсивности. В часы пик почти

на всех магистралях города мы наблюдаем «пробки», заторы, что в свою очередь приводит к потере времени, росту выбросов автотранспорта, загрязнению окружающей среды, психологическим стрессам, и как следствие к дорожно-транспортным происшествиям. Для решения данной проблемы, как показывает международная практика, необходимо использовать программные продукты для моделирования транспортных потоков. Важнейшей задачей транспортного моделирования является прогнозирование транспортной ситуации в зависимости от внешних (социально-экономических, демографических, природно-климатических) и внутренних (развитие сетей, транспортных систем, подвижного состава и т.п.) изменений, анализ и подготовка рекомендаций для предотвращения кризисных моментов развития [4].

Ключевые слова: транспортое моделирование, транспортая система, улично-дорожная сеть, градостроительное планирование.

Транспортное моделирование дорожного движения – исключительно важный инструмент работы транспортного инженера. Грамотное транспортное моделирование позволяет выбрать правильные решения и избежать дорогостоящих ошибок. Кроме того, моделирование транспортных процессов зачастую дает возможность найти простое решение сложной транспортной проблемы. Пренебрежение моделирования транспортных процессов может привести к излишнему увеличению, либо уменьшению ширины проезжей части и ухудшению экологии за счет:

- приближения скоростных полос движения к жилой застройке;
- вырубки зеленых насаждений (бульвар);
- увеличения реальной скорости движения до опасных величин, в связи с чрезмерным снижением плотности потоков.

К примеру, для того чтобы выделить в городе коридоры и полосы для движения общественного транспорта, должна быть проделана серьезная аналитическая работа, подразумевающая дальнейшую реконструкцию многих уже давно сложившихся улиц, а прежде чем начинать строить в городском пространстве те или иные объекты, необходимо проанализировать их влияние на дорожную ситуацию. Градостроительные проекты городов должны тщательно просчитываться, учитывая прогнозы роста числа населения, количество рабочих мест в разных районах города [1-3].

В масштабе городской агломерации, как правило, требуются решения задач и получение ответов на следующие вопросы:

- как изменится функционирование городской транспортной системы при изменении внешних транспортных связей, например, при строительстве объездной дороги и выводе транзитных потоков за пределы городской территории или при выносе крупных объектов тяготения за городскую черту;
-как изменится работа транспортной системы при введении в эксплуатацию новых элементов УДС (развязки, дополнительные транспортные связи и т.п.) или транспортных систем (линий метро, LRT и т.п.);
- каких изменений в транспортной системе города может потребовать строительство нового жилого района или расположение емкого центра тяготения;
- какого перераспределения потоков транспорта и пассажиров следует ожидать в случае временного закрытия или ликвидации какого-либо элемента транспортной системы;
- каким образом отразится на работе транспортной системы введение различного рода ограничений на передвижение по городской территории (платный проезд по магистрали, за въезд в тот или иной район, введение зонального тарифа на общественном транспорте и т.п.) [4].

Важнейшей задачей транспортного моделирования является прогнозирование транспортной ситуации в зависимости от внешних (социально-экономических, демографических, природно-климатических) и внутренних (развитие сетей, транспортных систем, подвижного состава и т.п.) изменений, анализ и подготовка рекомендаций для предотвращения кризисных моментов развития [4].

Классические транспортные модели на макроуровне представляют собой решение 4-х уровневой задачи. Их структура в самом общем виде представлена на рисунке 1.

Для решения глобальных градостроительных задач имеются российские разработки:

- Программа Transnet (институт системного анализа РАН, Москва);
- Программное обеспечение, разработанное НИПИ Территориального развития и транспортной инфраструктуры, г. Санкт-Петербург;
- ПКМ МАДИ, Москва;
- Программный комплекс по технико-экономическим обоснованиям решений на федеральной сети автомобильных дорог (ГипродорНИИ, г. Москва);

- Автоматизированная методика расчета пассажиропотоков в генпланах городов и КТС (ЦНИИП Градостроительства, г. Москва).

Российские программные продукты не доведены до ”товарного” вида, не рекламируются и не используются без участия их разработчиков. Они создавалось исключительно под конкретных пользователей и для решения конкретных задач. Используемый в них математический аппарат базируется на упрощенных методиках и алгоритмах, а эмпирические данные получены, как правило, в эпоху строительства социализма и не отвечают современным реалиям [3].

Согласно обзору Интернет-ресурсов к числу достаточно апробированных в развитых странах мира программных продуктов, предназначенных для транспортного моделирования на макроуровне, относятся следующие пакеты:

TransCad® (Caliper Corp., USA);
EMME/2™ (Montreal University);
TRIPS (MVA UK);
CUBE (http://www.citilabs.com);
SATURN (Leeds University, UK, только для транспортных потоков);
VISSUM (компонент пакета PTV Vision, PTV AG, Karlsruhe, Germany).



Рис. 1. Архитектура классической 4-х ступенчатой транспортной модели

Модели, используемые в развитых странах мира, требует осторожного применения в Республике Казахстан, по крайней мере, по двум причинам:

- во-первых, имеются специфические отличия в организации движения, например, за рубежом общественному транспорту предоставляется определенный приоритет движения, разрешен правый поворот на красный свет светофора и т.п.;

- во-вторых, поведение отечественных водителей на дороге не отличается высокой дисциплинированностью [4].

Основываясь на литературных источниках [3,4,6] в целом по городу для транспортной ситуации в городе Алматы характерно:

- низкая скорость движения;
- частые предзаторые и заторые ситуации;
- перегруженность улично-дорожной сети;
- наличие большей доли транзита через центральную часть города;
- трудности движения из-за неправильных парковок;
- общественный транспорт не является достойной альтернативой использованию личного транспорта;
- низкая дисциплина участников дорожного движения.

Согласно литературным источникам [3,4,7], ключевыми причинами сложившейся неблагоприятной транспортной ситуации является:

- неоптимальное распределение транспортных потоков по УДС;
- недостаточность управления движением: отсутствие приоритета движения общественного транспорта, неоптимальность организации движения на уровне дорожных знаков (ограничение/запрет создается по субъективному решению) и неразвитость автоматизированных систем управления движением (АСУД);
- недоработки по автостоянкам (недостаточное количество, ненадлежащий надзор за правилами парковки, что уменьшает ширину проезжей части);
- опережение спроса на движение над его удовлетворением.

Ни один город в мире не решил проблему затруднённого движения увеличение пропускной способности [3,7]. Только внедрив грамотную организацию движения и управления спросом на перевозки, можно справиться со сложившимися транспортными проблемами. Однако правильная организация движения должна быть связана со стратегией развития общественного транспорта и с градостроительным планированием.

Таким образом, для принятия грамотных и обоснованных решений для решения транспортных проблем необходимо моделирование, так как система обладает свойствами, делающими ее непредсказуемыми и трудно просчитываемой:

- подстройка под управление и компенсация увеличения пропускной способности при развитии сети увеличением спроса и перераспределением его в новых условиях;
- непредсказуемость поведения каждого водителя;
- воздействие случайных факторов (ДТП, погода, сезонность, праздники) [7].

Ввиду отсутствия в Республике Казахстан опыта работы с транспортными моделями реализация проекта по транспортному моделированию осуществлялась по следующей схеме. Заказчиком работы от имени акимата г. Алматы выступил департамент пассажирского транспорта и автомобильных дорог, исполнителем работ в соответствии с тендерными процедурами было определено ТОО Научно-исследовательский институт Транспорта и Коммуникаций (ТОО НИИ ТК).

Формулировка целей и задач транспортного моделирования на первом этапе была сделана ТОО НИИ ТК по согласованию с департаментом пассажирского транспорта и автомобильных дорог. Информационное и материально-техническое обеспечение работ по моделированию выполнило ТОО НИИ ТК при содействии в информационном обеспечении со стороны различных проектных и исследовательских организаций г. Алматы.

В данном случае применялась прогнозная модель, которая заключается в загрузке транспортной сети. Прогнозные модели позволяют моделировать процессы передвижения населения и грузов по городу с выбором путей следования видов транспорта. Область применения этого вида модели – это поддержка решений в области планирования развития города, анализ последствий изменений в организации движения, выборе альтернативных проектов развития транспортной сети, уменьшение заторов на магистралях, улучшение экологической ситуации в городе и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: 46 Справочник. Пер. с англ. /В.У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

[2] Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. Сильянов В.В. М.: Транспорт, 1977, 303 с.

[3] Отчет о проведение Международного семинара «Решение проблем организации автомобильного движения в центре Москвы» (г. Москва 20-21 февраля, 2002 г.)

[4] М.М. Бекмагамбетов, А.В. Кочетков. Анализ современных программных средств транспортного моделирования.// Исследования, конструкции, технологии. – Алматы, №6 (77), 2012. С. 25-34

[5] Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. М.: Транспорт, 1978, 125 с.

[6] Nagel K. Particle hopping models and traffic flow theory, Los Alamos National Laboratory (Received 12 September 1995).

[7] В.В. Семенов. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса. - М., 2004. - 44 с.

Бегимбетова А.С.

Ерекшеліктері көлік ағынын модельдеу Алматы қаласының үшін

Түйіндеме. Мақалада көлік ағынын моделдеудің негізгі мақсаты және міндеттері қарастырылған. Істегі көліктік моделдердің россиялық және шетелдік жасалымдарына қысқаша талдаулар жүргізілді. Автормен Алматы қаласындағы көлік мәселелерінің ерекшеліктеріне аса көңіл аударылған, жағымсыз көлік оқиғаларының негізгі себептері ақықталған. Бірінші кезекте пайда болған жағдай үшін шешім болып болжау моделі табылады, онда көлік желілерін сауатты жүктеу.

Негізгі сөздер: көліктік моделдеу, көліктік жүйе, көше – жол желісі, қала салуды жобалау.

Begimbetova A.S.

Features of modeling of transport streams for Almaty City

Summary. In the article considered the basic goals and objectives of the modeling of transport streams. Are briefly analyzed of existing transport models of Russian and foreign developments. The author emphasis on peculiarities of transport situation in the city of Almaty, identified the main causes of adverse transport situation. In the first stage solution for the situation becomes predictive model that consists in competent load of the transport network.

Keywords: transport modeling, transport system, street - road network, urban planning.

УДК 663.549

Э.Б. Аскарбеков, Г.И. Байгазиева, А.К. Кекибаева, М.Г. Маринов
(Алматинский технологический университет, Алматы, Республика Казахстан,
erik_ab82@mail.ru)

ДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ ЭТАНОЛА В ПРОЦЕССЕ СБРАЖИВАНИЯ СИРОПА САХАРНОГО СОРГО ДРОЖЖАМИ SACCHAROMYCES CEREVISIAE РАСЫ ETHANOL RED

Аннотация. Сироп из стеблей сахарного сорго с высоким содержанием углеводов представляет собой ценное сырье для производства этилового спирта. На выход и качество этилового спирта влияет много факторов: концентрация сахара, кислотность и pH сусла, температура брожения, раса применяемых дрожжей. В данной статье исследована динамика образования этанола в процессе сбраживания сиропа сахарного сорго дрожжами Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red при разной температуре брожения и установлена зависимость накопления этилового спирта от температуры и продолжительности брожения.

Ключевые слова: сахарное сорго, этиловый спирт, Saccharomyces Cerevisiae, температура брожения.

Введение. Анализ мировой экономики показывает, что для высоко динамичного движения вперед в любой стране явно не достаточно сосредотачиваться только на развитии сложившегося экономического потенциала, включая использование только традиционных ресурсов и направлений. Доминируют те страны, которые параллельно развитию сложившихся, постоянно ищут и формируют новые особенно отечественные сырьевые ресурсы и создают на их базе новые направления в экономике и сельском хозяйстве [1].

В Республике Казахстан разработана программа по развитию агропромышленного комплекса «Агробизнес - 2020», которая и направлена на повышение конкурентоспособности субъектов агропромышленного комплекса в стране и развития сельскохозяйственной отрасли Казахстана в целом [2].

Одним из наиболее эффективных направлений реализации данной программы может стать использование культуры сорго как нового сырьевого ресурса в сельском хозяйстве и перерабатывающей отрасли.

Сорго – уникальное злаковое растение, как по своим биологическим особенностям, так и по хозяйственным признакам. Обладает явно выраженным количественным признаком, так как различают четыре вида сорго: зерновое, сахарное, травянистое и венечное. Основными достоинствами его являются исключительная засухоустойчивость, солевыносливость, высокая продуктивность, стабильность урожаев по годам, легкость переработки и универсальность использования [3,4]. Экономически более эффективно использовать сахарное сорго в пищевых и энергетических целях. В настоящее время эти направления самые приоритетные во всем мире. В соке стеблей сорго содержится 18-20% сахаров, которые по качеству имеют ряд преимуществ. В природе не существует другого растения, которое могло бы так быстро синтезировать сахарозу. Из сока сорго сахарного можно вырабатывать сахарный сироп и спирт. Из-за содержания в большом количестве в соке сахарного сорго глюкозы и растворимого крахмала, в нем не образуется кристаллический сахар. Из сока можно получить сироп 75% концентрации с повышенным содержанием фруктозы и глюкозы, обладающие высокой питательной ценностью. [5].

Сок из стеблей сорго с высоким содержанием углеводов представляет собой ценное сырье для производства этилового спирта [6].

Необходимо отметить, что получение этанола из сахарного сорго, в сравнении с зерновым сырьем, менее затратное и позволяет высвободить огромное количество семян злаковых для пищевой и комбикормовой отраслей, позволяя создать безотходную технологию при ее переработке [7].

На выход и качество этилового спирта влияет много факторов: концентрация сахара, кислотность и pH сусла, температура брожения, раса применяемых дрожжей.

В производстве спирта, независимо от того, что применением определенных режимов дистилляции и ректификации можно влиять на состав спирта, процесс брожения и метаболиты дрожжей имеют существенное значение для его качества.

Повышение рентабельности производства и улучшение качества готовой продукции может быть обеспечено совершенствованием технологии использования дрожжей-сахаромицетов, играющих важнейшую роль в обеспечении ключевых биотехнологических процессов [8]. В связи с этим огромный практический интерес представляет возможность использования дрожжей Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red при сбраживании сиропа из сока сорго при разных температурах с выделением максимального количества этилового спирта.

Объект исследования. Для исследования использовали сорго сахарное отечественной селекции Казахстанская -20, с получением сиропа на их основе, дрожжи Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red.

Результаты исследования. Накопление этилового спирта в сбраживаемой среде зависит от видовой принадлежности дрожжей и условий процесса брожения. Создание оптимальных условий для действия многочисленных ферментативных комплексов определяет физиологическую активность дрожжей, а также качественный и количественный состав продуктов их обмена.

На данном этапе исследования изучена динамика накопления этилового спирта при брожении соргового сусла дрожжами Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red в зависимости от температуры.

Для нормальной жизнедеятельности дрожжей и оптимальных условий сбраживания сироп из сока сорго необходимо разбавить водой до концентрации сухих веществ 20--22 %. Для приготовления соргового сусла рекомендуется применять артезианскую воду. Охлажденное до температуры брожения сорговое сусло засевали суспензией дрожжей Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red в количестве 10 г/дм сусла (в пересчете на прессованные дрожжи влажностью 75 %). Далее колбы с исследуемой сбраживаемой средой, закрытые затворами, объемами 0,5 и 1,5 дм ставили на брожение в термостат при температурах 30, 35 и 40°С.

В процессе сбраживания отбирали пробы бражки, перегоняли и определяли концентрацию этилового спирта, примесей (ацетальдегида, этилацетата, а также пропилового, изобутилового, изоамилового спиртов) на газовом хроматографе, накопление дрожжевых клеток - прямым подсчетом на камере Горяева под микроскопом.

Результаты эксперимента по определению накопления биомассы дрожжей, этанола и основных примесей представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Показатели зрелой бражки при сбраживании соргового сусла дрожжами Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red при разной температуре**

Содержание (% об):	Температура, °С		
	30	35	40
Этилового спирта	9,88	10,1	9,64
Ацетальдегида	0,000208	**0,000241**	0,000150
Этилацетата	0,000197	**0,000184**	0,000106
Пропанола	0,001443	**0,001648**	0,000951
Изобутанола	0,000891	**0,000963**	0,000920
Изоамилола	0,002340	**0,002724**	0,003550
Суммы примесей	0,005079	**0,005760**	0,005677
Количество дрожжевых клеток млн/см	300	245	230

Из полученных данных видно, что дрожжи расы Ethanol Red при всех температурах накапливают большое количество биомассы и этанола. Максимальное количество накопившегося этанола составляет 10,1% об. При температуре брожения 35°С (рисунок 1).

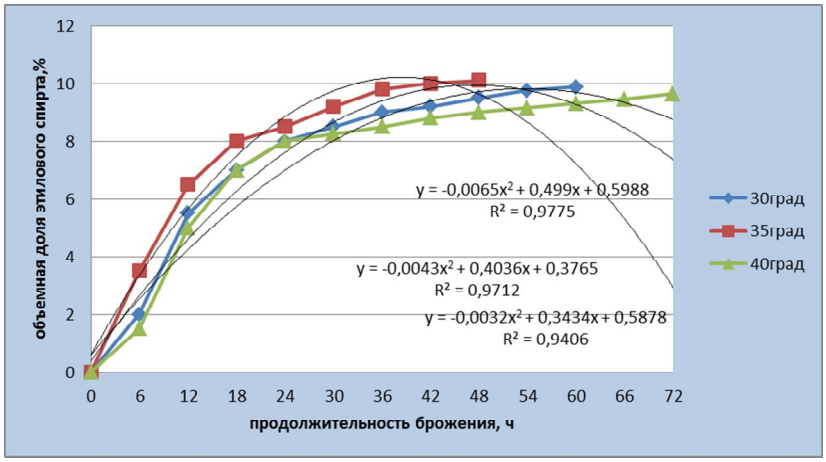


Рис. 1. Динамика накопления этилового спирта при сбраживании соргового сусла дрожжами Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red

Экспериментальные зависимости накопления этилового спирта от температуры хорошо описываются полиномами второго порядка с достаточно высокой точностью (R2 = 0,9775 при температуре 30°С, R2 = 0,9712 при температуре 35°С, R2 = 0,9406 при темепературе 40°С).

Накопление ацетальдегида идет наиболее интенсивно в первые 10-12 часов, затем содержание ацетальдегида снижается. Наибольшее количество ацетальдегида наблюдали у расы Ethanol Red при температуре 35°С (0,000241 % об.).

Этилацетат в процессе сбраживания сиропа из сока сорго накапливался равномерно. Его максимальное количество в бражке при сбраживании расой Ethanol Red наблюдали при температуре 30°С, при этом оно составило 0,000197 % об.

Накопление пропанола в процессе сбраживания сиропа из сока сорго происходит наиболее интенсивно в первые 25 - **30** часов. Далее наблюдали снижение скорости его накопления. Максимальное количество пропанола наблюдали для расы Ethanol Red при температуре 35°С которое составило 0,001648 % об.

Максимальное количество изобутанола накапливалось расой Ethanol Red при температуре 35°С (0,000963 % об.) Наибольшее накопление изоамилола наблюдали при температуре 40°С; для расы Ethanol Red оно составило 0,00355 % об.

На рисунке 2 представлена динамика накопления суммы примесей при сбраживании соргового сусла дрожжами Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red.

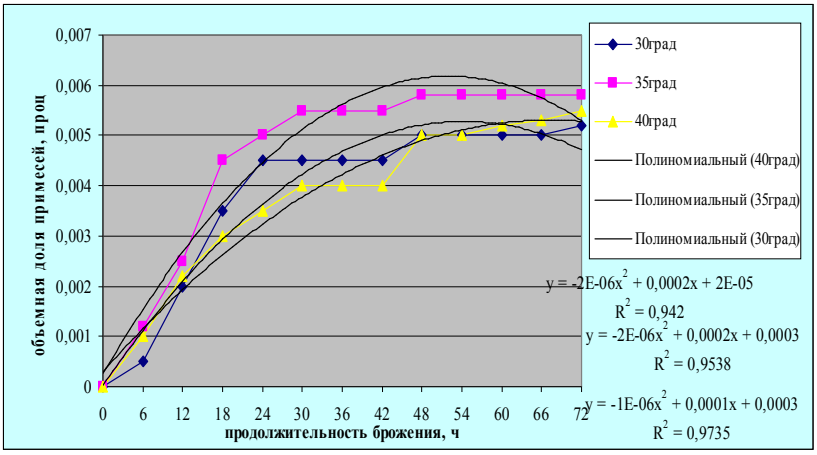


Рис. 2. Динамика накопления суммы объемных долей примесей при сбраживании соргового сусла дрожжами Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red.

Из рисунка 2 видно, что суммарное количество примесей растет равномерно на всем протяжении процесса сбраживания, однако особенно интенсивно в первые 30 часов брожения. Раса Ethanol Red накапливает небольшое количество суммы примесей при исследованных температурах, что является важным как с технологической так и с экономической точки зрения.

Экспериментальные исследования подтверждены полиноминальной регрессией второй степени с высокой достоверностью результатов.

Таким образом, установлено, что дрожжи расы Ethanol Red способны сбраживать сироп из сока сорго в интервале температур 30-35 °С за 48-60 ч при регламентном расходе осахаривающих материалов с показателями, представленными в таблице 2. Так при температуре 35°С дрожжи расы Ethanol Red сбраживали сироп из сока сорго за 49 часов, при этом накапливали 10,1 % об. этилового спирта. При этой температуре наблюдали минимальные потери со сбраживаемыми углеводами и нерастворенным крахмалом - 0,31 и 0,02 г/100 см.

Таблица 2. **Технологические показатели бражки при сбраживании сиропа из сока сорго дрожжами Saccharomyces Cerevisiae расы Ethanol Red**

Содержание (% об):	Температура, °С		
	30	35	40
Время брожения, ч	56	49	72
Начальная концентрация сусла, % СВ	16	16	16
pH	5,2	5,2	5,2
Титруемая кислотность, $см^3$ р-ра NaOH конц. 0.1 моль/дм на 20 см бражки	0,58	**0,64**	0,68
Этиловый спирт, % об.	9,88	**10,1**	9,64
Отброд, %	0,1	**0,0**	0,3
Сбраживаемые углеводы, г/100 см	0,35	**0,31**	0,40
Нерастворенный крахмал, г/100 см	0,02	**0,02**	0,05

Раса Ethanol Red является термотолерантной, с высокой бродильной активностью, оптимум ее рабочих температур находится в диапазоне 30- 35°С. Каталитическая активность зимазного комплекса ферментов достигает максимальной величины именно в этом температурном диапазоне. Благодаря этому в исследованном нами температурном интервале раса Ethanol Red более полно и эффективно сбраживает сахара сиропа, о чем свидетельствует высокое накопление этанола и биомассы. Тот факт, что при использовании расы Ethanol Red наблюдается меньшая конечная концентрация суммы примесей, можно объяснить, генетическими особенностями опытных дрожжей и их повышенной толерантностью.

Результаты экспериментальных исследований математически обработаны и подтверждены уравнением двухфакторной множественной регрессией

$$z = -25.12 + 0.14x + 1.8y - 0.0009x^2 - 0.0005xy - 0.026y^2$$

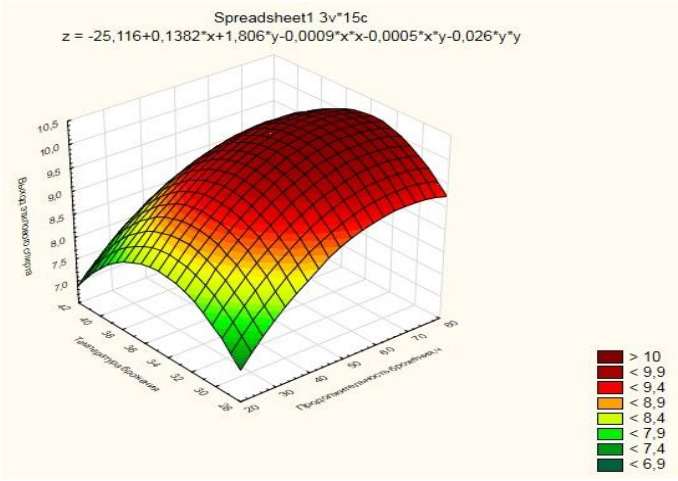


Рис. 3. Влияние температуры и продолжительности брожения на выход этилового спирта

Данные расчета математического анализа влияния температуры и продолжительности брожения на выход этилового спирта графически отражены на рисунке 3.

Согласно математическим расчетам уравнение регрессии статистически надежно, что подтверждает правильность проведенных экспериментальных исследований и обоснованность вывода о том, что при сбраживании соргового сусла при температуре брожения 35^0С максимальное количество накопления этилового спирта будет составлять 10,1% уже при 49 часах брожения.

Вывод. Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что раса дрожжей Ethanol Red эффективно сбраживает сироп из сока сорго при оптимальной температуре 35°С, что влечет за собой сокращение времени сбраживания, максимальное накопление этанола, минимальное содержание сбраживаемых углеводов и нерастворенного крахмала, при этом обеспечивает небольшое суммарное накопление примесей

ЛИТЕРАТУРА

[1] Большаков А. З. Сорго как сырьевой ресурс в кормопроизводстве // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №. 3.- С31-35

[2] http://mgov.kz/ Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 февраля 2013 года № 151 Об утверждении Программы по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013 - 2020 годы «Агробизнес-2020»

[3] Балакай С. Г. Сорго – культура больших возможностей \\ Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 1(05).- 2012.- С.87-92.

[4] Алабушев А. В. Уникальные возможности сорго // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 19-21.

[5] Болдырева Л. Л., Бритвин В. В. Перспективы использования сорго сахарного для производства концентрированного сиропа // Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоре.-2010.-С.76-80.

[6] Курило В. Л., Ганженко А. Н., Герасименко Л. А. Продуктивность сахарного сорго как сырья для производства биотоплива //Сахарная свёкла. – 2013. – №. 4. – С. 38-42

[7] Сарсенбаев Б. А. Сорго сахарное перспективная культура многоцелевого использования // Биология және медицина сериясы. – 2014. – С. 3-7.

[8] Мартыненко Н. Н. Биотехнологические основы высокоэффективных препаративных форм дрожжей рода Saccharomyces // Дисс….докт.техн.наук. М.: – 2009. – С. 459.

Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К., Маринов М.Г.

Қант құмайы шәрбәтінің Ethanol Red тұқымды Saccharomyces Cerevisiae ашытқыларымен ашу үрдісі барысында этанолдың түзілу динамикасы

Түйіндеме. Құрамынды көмірсу мөлшері жоғары құмай сабағынан жасалған шәрбат этил спирті өндірісі үшін өте бағалы шикізат болып табылады. Этил спиртінің шығымы мен сапасына көптеген факторлар әсер етеді: қант концентрациясы, сусло pH пен қышқылдылығы, ашу температурасы, пайдаланылатын ашытқы тұқымы. Бұл мақалада қант құмайы шарбатының Ethanol Red тұқымды Saccharomyces Cerevisiae ашытқыларымен ашу кезінде этаналодың қалыптасу динамикасы зерттелген, сонымен қатар этил спиртінің түзілуі температура мен ашу ұзақтығына тәуелділігі анықталған.

Тірек сөздер: қант құмайы, этил спирті, Saccharomyces Cerevisiae, ашу температурасы.

Askarbekov E.B., Baygaziyeva G. I., Kekibayeva A.K., Marinov M.G.

Dynamics of formation of ethanol during the fermentation of sweet sorghum syrup yeast Saccharomyces Cerevisiae race Ethanol Red

Summary. Syrup from sorghum stalks with the high content of carbohydrates represents valuable raw materials for production of ethyl alcohol. An exit and quality of ethyl alcohol are influenced by many factors: concentration of sugar, acidity and pH mashes, the fermentation temperature, race of the applied yeast. In this article dynamics of formation of ethanol in the course of a sbrazhivaniye of syrup of a sugar sorghum is investigated by Saccharomyces Cerevisiae yeast of race Ethanol Red at a different temperature of fermentation and dependence of accumulation of ethyl alcohol on temperature and duration of fermentation is established.

Key words: sorghum, ethanol, Saccharomyces Cerevisiae, fermentation temperature.

УДК 656.11:656.08

Е.К. Айдарбеков, Д.А.Аспанбетов[1], А.И. Бекбосынов[2]
([1]АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт»,
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: aydarbekov_kazdornii@mail.ru
[2]Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова,
Бишкек, Республика Кыргызстан)

ТЕНДЕНЦИИ ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. Приведены основные тенденции дорожной безопасности в Республике Казахстан. Причины и аспекты дорожно-транспортных происшествий в совокупности с серьезными экономическими потерями для национальной экономики лишний раз подчеркивают актуальность и целесообразность увеличения расходов на дорожную безопасность. Важнейшей задачей транспортного моделирования является прогнозирование транспортной ситуации в зависимости от внешних (социально-экономических, демографических, природно-климатических) и внутренних (развитие сетей, транспортных систем, подвижного состава и т.п.) изменений, анализ и подготовка рекомендаций для предотвращения кризисных моментов развития [4]. Анализируя причины возникновения ДТП, мы можем прийти к выводам, что человеческий фактор является превалирующей причиной возникновения ДТП. Из-за низкой дисциплины водителей допускаются 88% от всех ДТП, из них на легковые АТС приходится 83%, грузовые 3,4%, автобусы 3,3% и иные АТС 10,3%.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, экономические потери, производственные потери, человеческие потери, материальный ущерб, смертельный исход, тяжелые и легкие травмы, ДТП с повреждением только имущества.

Во всем мире признано, что дорожно-транспортные происшествия являются большой социально-экономической проблемой. Так, ежегодно в результате ДТП в мире более 10 млн человек погибают и получают ранения. Это 27,3 тыс. человек в день, что равноценно 92 авиакатастрофам Боинга 777 с 300-ми пассажирами на борту. Глобальные экономические потери составляют, по данным Всемирного Банка, около 1 трлн. долл в год или 1,4% от мирового ВВП 2012 года [8, с. 2] (см. таблицу 1).

Таблица 1. **Экономические потери от ДТП за 2012 год**

№ п/п	Страна	Млрд. $ (2012)	ВВП, млрд. $ (2012)	% от ВВП
1	Австралия	15,4	1014	1,52
2	Австрия	14,1	370	3,81
3	Бельгия	17,4	447	3,88
4	Германия	43,0	3443	1,25
5	Нидерланды	15,6	774	2,01
6	Сингапур	0,8	403	0,19
7	Швейцария	11,0	418	2,64
8	Великобритания	23,5	2247	1,05
9	США	557,7	16163	3,45

Примечание: сформировано по источникам [1, с. 542], [2, с. 78], [3, с. 28], [6, с. 2], [7, с. 138], [9, с. 5], [10, с. 47], [14, с. 26], [15, с. 171] путем индексации в цены 2012 года индивидуально по каждой стране.

Согласно прогноза ООН к 2020 году дорожно-транспортный травматизм станет третьей причиной инвалидности и смертности людей [8, с. 2].

Эта проблема весьма актуально и для Казахстана. За последние 10 лет на дорогах республики погибло 32 700 человек, порядка 190 тыс. человек получили ранения различной степени тяжести. Для сравнения за аналогичный период (2003-2013 гг.) в только 11 авиакатастрофах Казахстана погибло 88 человек, а в мире общее количество жертв составило 4 750 человек.

Как следует из рисунка 1 и таблицы 2, после значительного ежегодного увеличения числа ДТП и погибших в начале 2000 г., их количество уменьшилось в период с 2008 по 2011 годы. Однако в последние годы статистика вновь увеличилась. В 2013 году зафиксировано почти удвоение числа ДТП и раненных по сравнению с 2012 годом, хотя число погибших остается более или менее на том же самом уровне. С вводом ужесточающих законодательных норм в части штрафов количество ДТП и тяжесть последствий удалось немного сократить к 2015 году. Большинство погибших являются водителями 4-колесных автотранспортных средств (61%), далее следуют пешеходы (24%).

Таблица 2. **Количесво дорожно-транспортных происшествий, ед. [18]**

	2003	**2005**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
ДТП	14013	14517	15942	13739	12534	12008	11955	14168	23359	20 378	18 890
Погибшие	2754	3374	4365	3351	2898	2797	2449	3022	3037	2 585	2 453
Раненные	16951	17422	18951	16400	14788	13878	22902	17488	29872	25 942	24 055

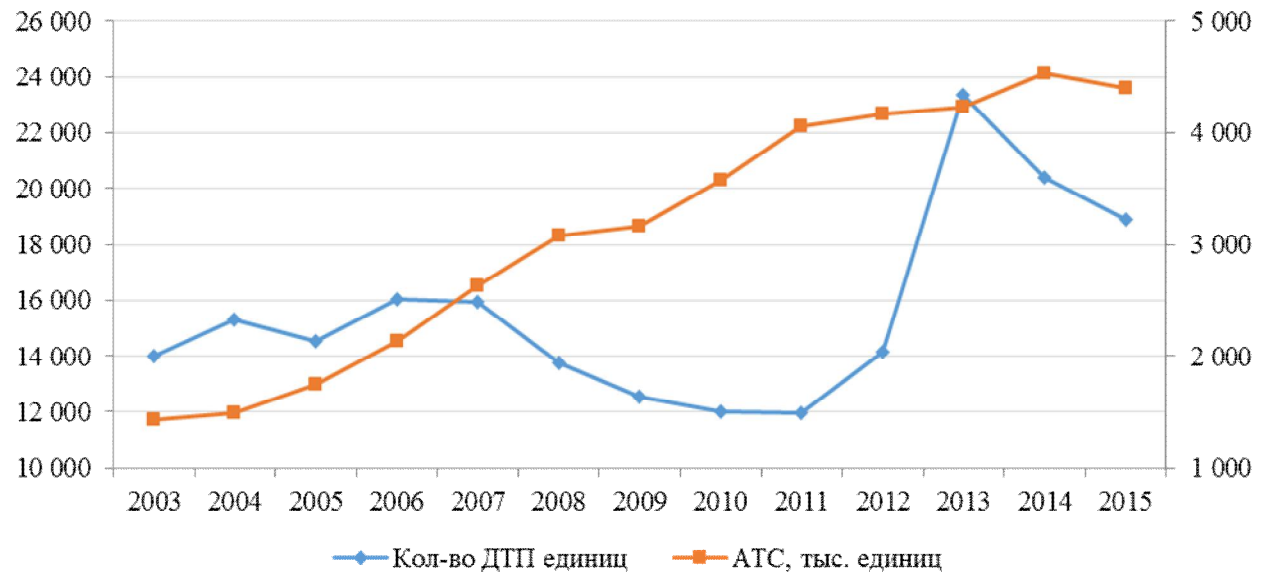


Рис. 1. Темпы автомобилизации в Республике Казахстан[1]

Так, за период с 2012 по 2014 годы число происшествий выросло на 43,8%, при этом **наибольший** рост отмечается в сравнении 2012 года с 2013 (64,9%), и снижение показателя в сравнении 2013 года с 2014 (12,8%).

[1] Официальный сайт Комитета по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. Режим доступа: http://stat.gov.kz/faces/wcnav_externalId/homeNumbersTransport?_afrLoop=183940978-95274#%40%3F_afrLoop%-3D18394097895274%26_adf.ctrl-state%3Dipe286gvh_90

Анализ мест совершения ДТП показывает, что 80% происшествий происходит в населенных пунктах, 10,3% - на дорогах республиканского значения, 9,7% - на дорогах областного и районного значения (см. таблицу 3).

Таблица 3. **Число ДТП по видам дорог за 2014-2015 годы[18], единиц**

Всего по Республике Казахстан		В том числе					
		в населенных пунктах		на дорогах республиканского значения		на дорогах местного значения	
2014	**2015**	**2014**	**2015**	**2014**	**2015**	**2014**	**2015**
20 378	18 890	16 314	14 963	2 093	2 002	1 971	1 925

По состоянию на 2015 год показатель ДТП на 100 000 чел. В разрезе регионов согласно рисунку 2 значительно различается (от 45 в Северо-Казахстанской области до 332 в г. Алматы).

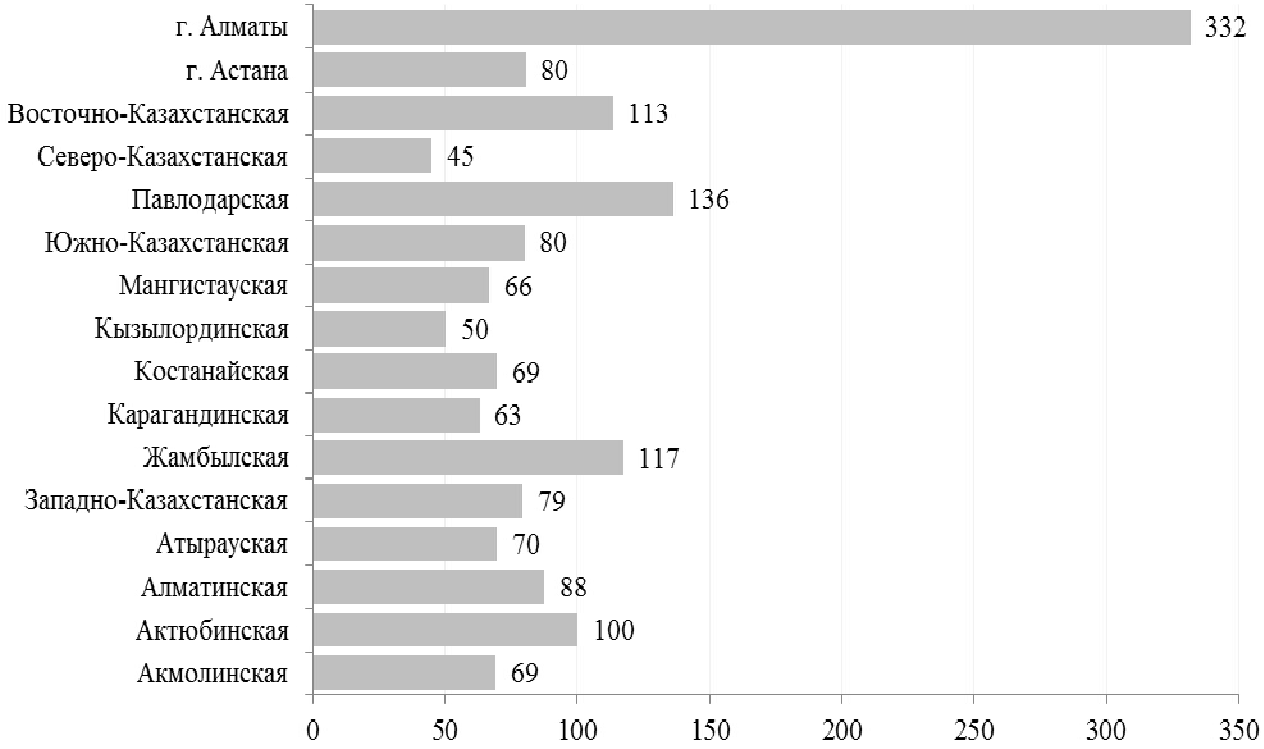


Рис. 2. ДТП на 100 000 чел (2015 год) [18]

Структура пострадавших (см. рисунок 3) по возрастам показывает наибольшую долю погибших и раненных среди населения в 21 – 29 лет.

Анализируя причины возникновения ДТП, мы можем прийти к выводам, что человеческий фактор является превалирующей причиной возникновения ДТП. Из-за низкой дисциплины водителей допускаются 88% от всех ДТП, из них на легковые АТС приходится 83%, грузовые 3,4%, автобусы 3,3% и иные АТС 10,3%.

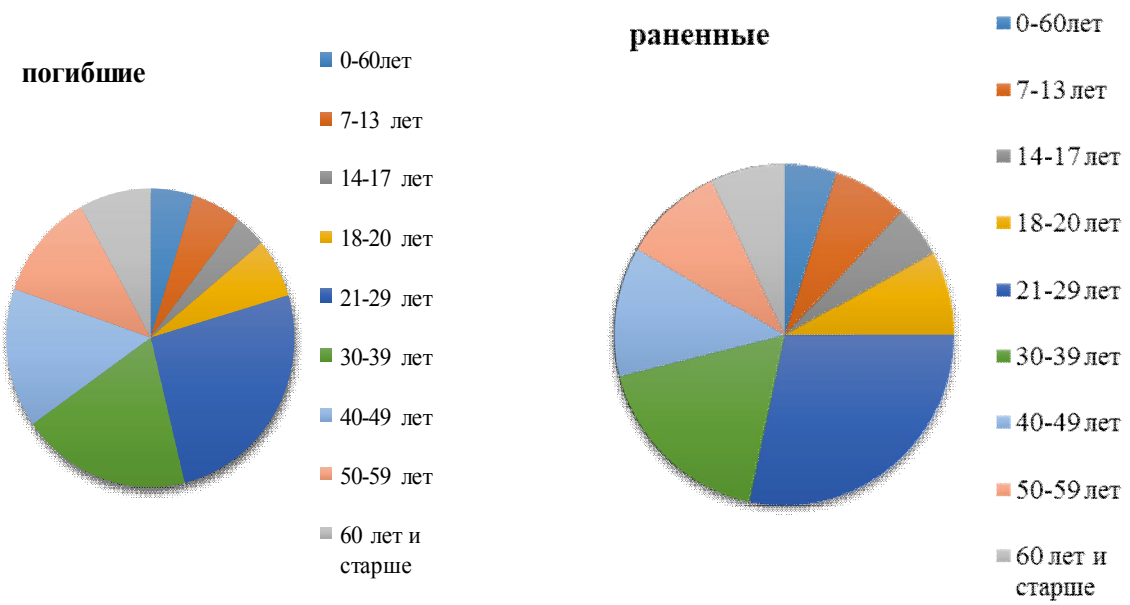


Рис. 3. Структура пострадавших в ДТП по возрасту[18]

Характерными причинами ДТП является превышение скоростного режима и выезд на встречную полосу движения (см. таблицу 4) . На них приходится практически 39% причин от общего числа ДТП.

Таблица 4. **Причины возникновения ДТП**

Причины	2013		2014		2015	
	Всего	в % от общего числа ДТП	Всего	в % от общего числа ДТП	Всего	в % от общего числа ДТП
Число ДТП - всего, единиц, в том числе:	23 359	100,0	20 378	100,0	18 890	100,0
превышение скорости	5 289	22,6	6 073	29,8	6 138	32,5
при проезде пешеходных переходов	2 207	9,4	2 012	9,9	1 685	8,9
выезд на полосу встречного движения	1 700	7,3	1 381	6,8	1 211	6,4
переход пешеходами проезжей части в неустановленном месте	1 475	6,3	1 029	5,0	773	4,1
другие	12 688	54,3	9 883	48,5	9 083	48,1

При этом ДТП на дорогах основное количество ДТП связано с наездом на пешехода и столкновением АТС, что опять же подтверждает влияние человеческого фактора (см. рисунок 4).

В целом, учитывая статистику ВОЗ, количество смертельных исходов в ДТП составляет 24,2 на 100 тыс. человек в 2013 году, это в два раза больше чем в Узбекистане и в 4 раза, чем в Западной Европе.

Тем не менее, эта цифра искажена низкой степенью автомобилизации Казахстана, т.е. 71,8 летальных исхода в ДТП на 100 тыс. зарегистрированных автотранспортных средств (за исключением мотоциклов). Это на 30% выше, чем в России (55,4) и более чем 15 раз выше, чем в странах Западной Европы (порядка 5) [19, с. 6].

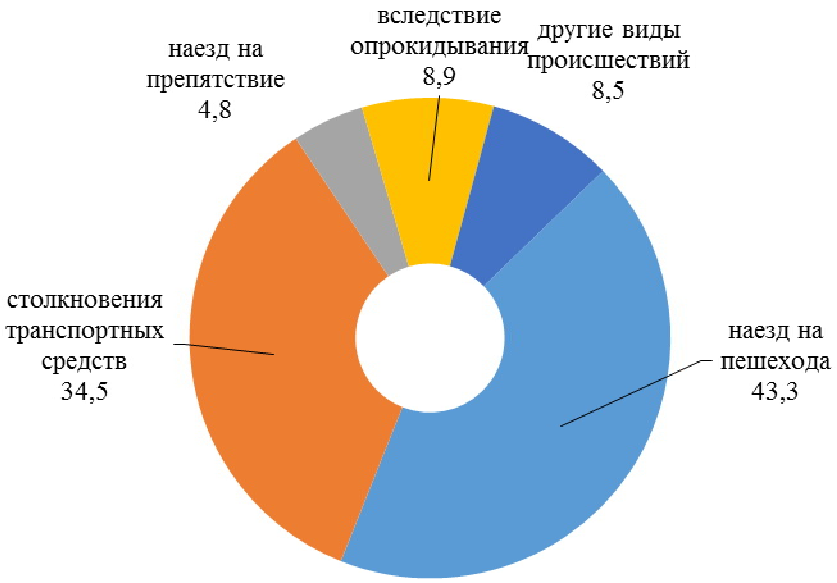


Рис. 4. Структура видов ДТП за 2015 год[18]

Согласно Р РК 218-121-2014 «Методические рекомендации по оценке экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах в Республике Казахстан» совокупные экономические потери от ДТП по дорогам республиканского значения с 2009 по 2015 годы составили 2 080,15 млрд. тенге с ежегодным приростом 6% (см. таблицы 5, 6 и 7).

Таблица 5. **Динамика экономических потерь от ДТП по дорогам республиканского значения, млн. тг.**

Наименование	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Медицинские расходы	431	421	430	519	589	540	539
Производственные потери	161562	167388	197126	247051	285365	265019	267216
Человеческие потери	46274	47849	56226	70544	81647	75878	76577
Материальный ущерб	1579	1543	1547	1920	2388	2256	2258
Административные расходы	3160	2912	2238	2455	2753	1755	2062
Всего	**213006**	**220112**	**257567**	**322489**	**372742**	**345447**	**348652**

Примечание: рассчитано по Р РК 218-121-2014

При этом совокупные экономические потери за последние 5 лет составили более 3-х триллионов тенге, при объемов инвестиций в дорожный сектор 1,2 трлн. тенге, что в 2,5 раза меньше потерь (см. таблицу 8).

Таблица 6. **Экономические потери от ДТП РК за 2015 год, млн. тг.**

Наименование потерь	ДТП со смертельным исходом	ДТП с серьезными травмами	ДТП с легкими травмами	ДТП с повреждением только имущества	Итого
Медицинские расходы	1121	673	198		1991
Производственные потери	561148	30368	914		592431
Человеческие потери	159991	15555	570		176116
Материальный ущерб	6834	635	2224	9028	18721
Административные расходы	2292	718	3419	15149	21579
Всего	**731386**	**47949**	**7326**	**24177**	**810838**

Примечание: рассчитано по Р РК 218-121-2014

Таблица 7. **Экономические потери от ДТП по автодорогам республиканского значения за 2015 год, млн. тг.**

Наименование потерь	ДТП со смертельным исходом	ДТП с серьезными травмами	ДТП с легкими травмами	ДТП с повреждением только имущества	Итого
Медицинские расходы	402	106	31		539
Производственные потери	261107	5953	156		267216
Человеческие потери	73516	2993	68		76577
Материальный ущерб	824	77	268	1089	2258
Административные расходы	223	69	327	1443	2062
Всего	**336071**	**9199**	**850**	**2531**	**348652**

Примечание: рассчитано по Р РК 218-121-2014

Таблица 8. **Сравнительная динамика экономических потерь от ДТП по дорогам республиканского значения и инвестиций на них 2011-2015 гг., млн. тг.[16]**

Годы	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**Итого**
Экономические потери от ДТП	257 567	322 489	372 742	345 447	348 652	**1 646 897**
Инвестиции в дорожный сектор	189 779	199 865	230 033	268 411	347 456	**1 235 544**

Примечание: рассчитано по Р РК 218-121-2014

Важнейшей задачей транспортного моделирования является прогнозирование транспортной ситуации в зависимости от внешних (социально-экономических, демографических, природно-климатических) и внутренних (развитие сетей, транспортных систем, подвижного состава и т.п.) изменений, анализ и подготовка рекомендаций для предотвращения кризисных моментов развития [4].

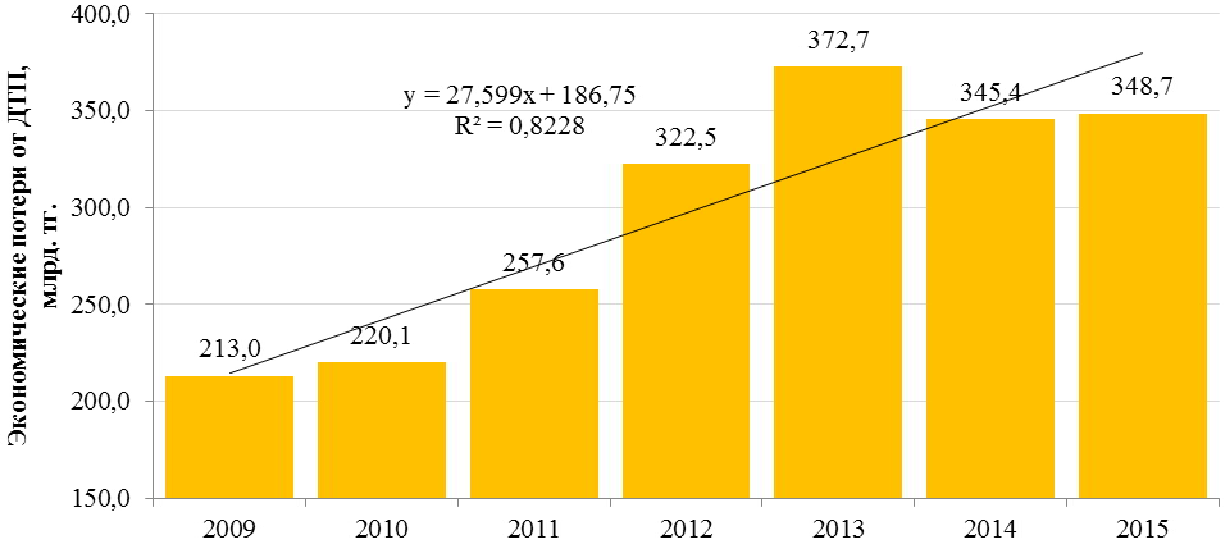


Рис. 5. Динамика экономических потерь от ДТП, млрд. тг.

Примечание: рассчитано по Р РК 218-121-2014

В связи с чем, повышение потенциала дорожных органов в принятии системных мер, направленных на повышение безопасности дорожного движения и сокращение смертности и увечий людей в результате ДТП, должны стать главными факторами при реализации государственной и инвестиционной политики в Республике Казахстан.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ADB. 2005. The cost of road traffic accidents in Singapore. Азиатский Банк Развития – Ассоциация стран Юго-Восточной Азии.

[2] Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics. 2006. Cost of road crashes in Australia 2006. Report 118 – 132 p.

[3] Council et al. 2005. Crash Cost Estimates by Maximum Police-Reported Injury Severity Within Selected Crash Geometries. Office of Safety Research and Development Federal Highway Administration – 69 p.

[4] Department for International Development. Project R7780 Guidelines for Estimating the Cost of Road Crashes in Developing Countries. Final Report. May 2003 – 39 p.

[5] Department for Transport (DfT). 2011. A valuation of road accidents and casualties in Great Britain in 2011 – 6 p.

[6] Department for Transport (DfT). 2012. A valuation of road accidents and casualties in Great Britain: Methodology note – 4 p.

[7] Department of Highways. The Study of Traffic Accident Cost in Thailand. Final Report. Faculty of Engineering Prince of Songkla University September 2007.– 276 p.

[8] Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020. General Assembly resolution 64/255

[9] Kranz T. Federal Highway Research Institute (BASt). Economic costs of road traffic accidents in Germany. – 16 p.

[10] Lindberg G.et al. 1999. Calculating transport accident costs final report of the expert advisors to the high level group on infrastructure charging (Working group 3) – 54 p.

[11] Ministry of Transport. The Social Cost of Road Crashes and Injuries 2013 update. – 18 p.

[12] Ross A. et al. The Cost of Road Traffic Accidents in the Republic of Srpska. Draft Report. Swedish National Road Consulting AB (SweRoad) – 43 p.

[13] WHO guide to identifying the economic consequences of disease and injury. Department of Health Systems Financing Health Systems and Services. ISBN 978 92 4 159829 3. 2009 – 136 pp. P. 28

[14] Wijnen W. Bouwstenen voor berekening van de kosten van verkeersongevallen 2003-2009. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV – 34 p.

[15] Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма/Пер. с англ. – М.: Издательство «Весь Мир», 2004. – 280 с.

[16] Ведомственная статистика Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию РК

[17] Интернет портал World Life Expectancy. Режим доступа: http://www.worldlifeexpectancy.com/

[18] Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. Режим доступа: http://stat.gov.kz/

[19] ADB. TA-8676 KAZ Kazakhstan: Managing for Development Results in the Transport Sector of Kazakhstan. Final report. 2016 – 97 p.

Айдарбеков Е.К., Аспанбетов Д.А., Бекбосынов А.И.

Қазахстандағы жол қауіпсідігінің тенденциялары

Түйіндеме. Бұл мақалада Қазахстан Республикасы жол қауіпсіздігінің негізгі тенденциялары келтірілген. Ұлттық экономиканың елеулі экономикалық шығындарын ұштастыра отырып, жол-көлік оқиғаларының себептері мен аспектілері жол қауіпсіздігі шығындарын арттыру өзектілігін және орындылығын атап көрсетеді.

Түйінді сөздер: жол-көлік оқиғасы, экономикалық шығындар, өндірістік шығындар, адамдар өлімі, материалдық шығындар, өлім, ауыр және жеңіл жарақат, тек мүлік зақымымен жол-көлік оқиғасы.

Yssenbek Aidarbekov, Daulet Aspanbetov, Arman Bekbosyn

Road safety trends in Kazakhstan

Summary. This article provides basic road safety trends in the Republic of Kazakhstan. The reasons and aspects of road accidents in conjunction with serious economic losses to the national economy underscore the relevance and feasibility of increasing road safety costs.

Key words: road traffic accident, economic loss, loss of production, loss of life, property damage, fatal outcome, heavy and light injuries.

УДК 541.136/.136.88

М.С. Лепихин, А.М. Тобышева, А.П. Курбатов, А.К. Галеева,
А.К. Рахимова, Ф.И. Мальчик
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, makxvell@mail.ru)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА НАНОТРУБОК РУТИЛА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА

Аннотация. Поиск альтернативных анодных материалов сейчас в основном сосредоточен на оксидах переходных металлов, каковым и является диоксид титана как наиболее перспективный. Исследования показывают строгую зависимость интеркаляции лития от размеров частиц TiO_2 и выявлено прогрессивное увеличение емкости ЛИА при уменьшении размеров частиц. Нанотрубчатые структуры оксида титана, полученные методом электрохимического анодирования,улучшает эту характеристику. Анодирование проводилось в водных и неводных электролитах при 30 или 60В, с последующим анализом образцов методомэлектронной микроскопии. Электрохимические характеристики изучались методами хронопотенциометрии и сканирующей электрохимической микроскопии.Лучшими значениями емкости и стабильности заряда/разряда обладают электроды, полученные электрохимическим методом с применением фосфатного электролита.

Ключевые слова: литий-ионные аккумуляторы, анодный материал, титановые нанотрубки, электрохимическое анодирование, сканирующая электрохимическая микроскопия.

Введение

Благодаря химической инертности, более высокой емкости, отсутствию токсичности и малой стоимости, диоксид титана находит все большее применение в качестве перспективного анодного материала для мощных литий-ионных аккумуляторов. Особенно большое внимание уделяется наноструктурированному TiO_2 для интеркаляции лития, потому что это не только низковольтный материал, но и быстроинтеркалирующий/деинтеркалирующий материал [1].

Существуют два основных метода получения нанотрубок на основе оксида титана: химический и электрохимический [2-3]. Но большее предпочтение уделяется электрохимическому синтезу так, как он прост в применении и в результате получаются пленки сферической структуры [4-5]. Было опубликовано достаточно большое количество работ о титановых нанотрубках, полученных электрохимическим окислением титана, и изучении их структуры [6-8]. Однако нет данных о механизме формирования и особенностях кристаллической структуры нанотрубок оксида титана. В связи с этим,интересно проанализировать методы, пригодные для изучения механизма роста нанотрубок TiO_2.

Согласно литературным данным морфологией титановых нанотрубок можно управлять, варьируя такие параметры, как очистка и метод окисления, температура, продолжительность окисления, напряжение, природа и концентрация электролита, скорость травления [9-10]. Несомненно, взаимосвязь условий синтеза и параметров получаемых образцов представляет научный интерес.

Методика проведения эксперимента

Для электрохимического анодирования титановой ленты использовались электролиты различного состава и концентрации: 1) этиленгликоль + NH_4F, 2) H_3PO_4 + NaF, 3) Na_2SO_4 +NaF [11-12].

Из титановой ленты марки ВТ1-00 толщиной 0,12 мм были вырезаны пластины определенных размеровдля проведения процесса анодирования. Для очистки титановой ленты от последствий проката применяли 3 типа обработки.

Электрохимический синтез заключался в следующем, в ячейку заливали электролит и опускали в электролит титановую пластину и стеклографитовые пластины, в качестве противоэлектродов. Ячейка представляет собой емкость с рубашкой (термостатируемой), предназначенную для поддержания температуры за счет циркуляции теплоносителя, который нагревается или охлаждается с помощью термостата. На ячейку подавалось напряжение в 30 или 60 В, и проводилось анодирование титана в течении 1 часа. При этом фиксировали силу тока через определенные промежутки времени. После анодирования образцы имели аморфную структуру. Для достижения кристаллической структуры образцы из титана подвергали термообработке в муфельной печи при 450 °С в течение 2 часов

[13]. Затем для наглядной оценки полученных материалов образцы были отправлены на сканирующую электронную микроскопию, чтобы получить снимки лучших результатов [14].

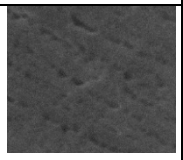
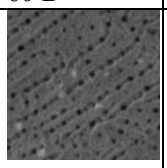
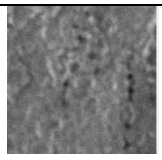
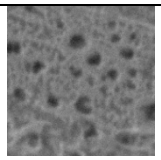
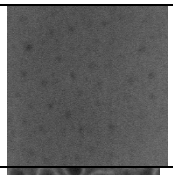
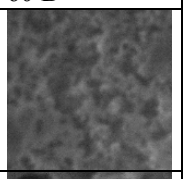
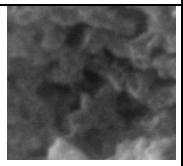
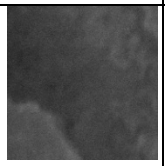
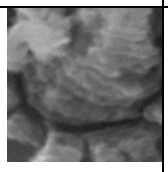
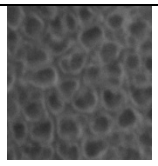
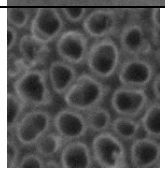
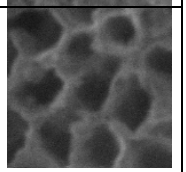
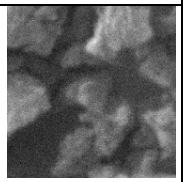
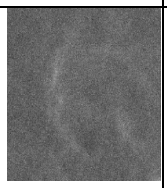
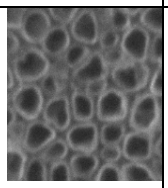
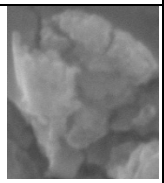
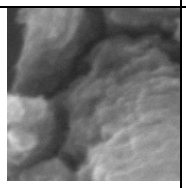
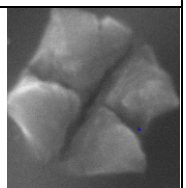
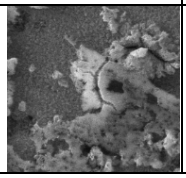
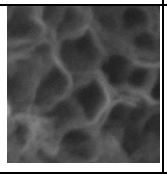
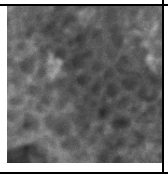
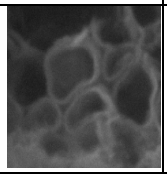
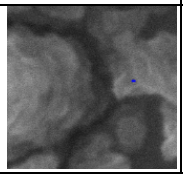
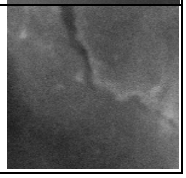
Циклирование было проведено в двухэлектродной ячейке. В качестве рабочего электрода использовались титановые материалы. Противоэлектродами служил литий металлический, который располагался по обе стороны от титанового электрода. В качестве электролита выбран 1 М раствор $LiClO_4$впропиленкарбонате (ПК).

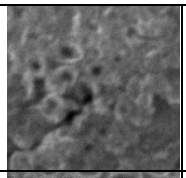
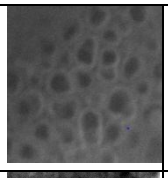
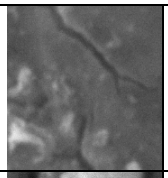
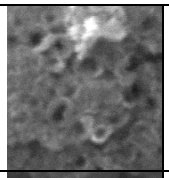
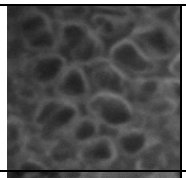
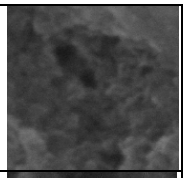
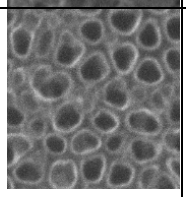
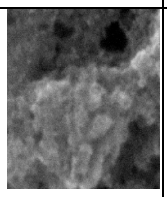
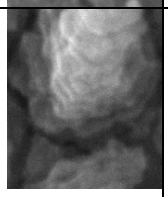
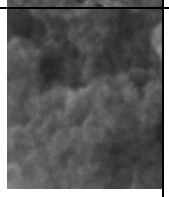
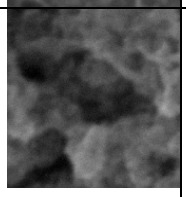
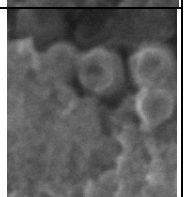
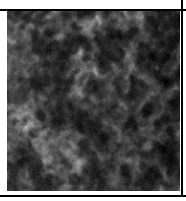
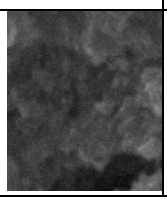
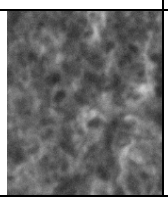
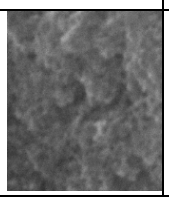
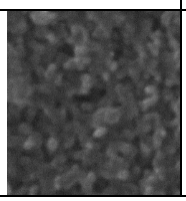
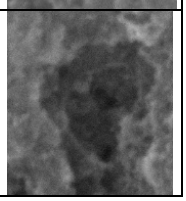
Для сканирующей электрохимической микроскопии в качестве электродов применяли титановую пластинку, хлорсеребряный электрод и платиновый ультрамикроэлектрод (УМЭ) размером 0,025 мм. Также над поверхностью титана устанавливали платиновое кольцо для проведения анодирования. В качестве модельного электролита был использован раствор H_3PO_4(0,5М) + NaF(0,14М). Заранее обработали пластинку в растворе HCl, ультрамикроэлектрод выдержали в течение 10 минут в концентрированном растворе HNO_3. Плотно и строго по центру установили титановую пластинку в ячейке и залили электролит. С помощью потенциостата-гальваностата VersaSTAT 3F было проведено окисление пластинки при 10,0 В в течение 5 минут. С помощью системы позиционирования, платформы для перемещения, контроллеров двигателя установили УМЭ прямо на поверхности титана. Задавая посредством компьютера полюса, высоту, режимы (разомкнутых цепей и гальваностатический) и при этом, меняя полярность электродов, получили 2D- и 3D-зависимости для разности потенциалов [15].

Результаты и обсуждение

Оценка результатов полученных образцов нанотрубок оксида титана производилась с помощью сканирующего электронного микроскопа и снимки СЭМ объединены в общую таблицу 1 для сравнения.

Таблица 1. **Оценка образцов титановых нанотрубок методом сканирующей электронной микроскопии**

	Предварительная обработка					
	1)C_3H_6O+C_2H_5OH 2)$H_2O_{2д}$		1)C_3H_6O+C_2H_5OH 2)$H_2O_{2д}$ 3) HCl 4)$H_2O_{2д}$		1)C_3H_6O+C_2H_5OH 2)$H_2O_{2д}$ 3)HF+HNO_3 4) $H_2O_{2д}$	
Напряжение	30 В	60 В	30 В	60 В	30 В	60 В
Этилен-гликоль+ NH_4F						
H_3PO_4+NaF 0,5М 0,14М						
H_3PO_4+NaF 1М 0,14М						
H_3PO_4+NaF 0,5М 0,28М						

Na_2SO_4+NaF 1M 0,1M						
Na_2SO_4+NaF 2M 0,1M						
Na_2SO_4+NaF 1M 0,2M						

Как видно из данной таблицы, мы варьировали такими параметрами, как предобработка, тип и концентрация электролита, напряжение. Удачные результаты в основном получились при обработке пластин: C_3H_6O+C_2H_5OH, $H_2O_{2д}$, HCl, $H_2O_{2д}$; с использованием электролита H_3PO_4(0,5M)+NaF(0,14M) при наложении потенциала 30,0 и 60,0 В. На полученных снимках наблюдается четкая картина образования нанотрубчатой структуры, и при большем увеличении такая структура сохраняется. Были рассчитаны параметры этих нанотрубок, которые представлены в таблице 2. Экспериментальные величины входят в пределы литературных данных [16].

Таблица 2. **Параметры титановых нанотрубок**

№	Условия получения	Средняя величина			Литератур данные
		$D_{вн}$,нм	l (толщина стенки), нм	L (расстояние м/у центрами), нм	$D_{внутр}$, l, L, нм
1	I обработка Na_2SO_4(1M)+NaF(0,1M) U=60.0 В, I=1.6-2.0 А	129	28	189	20-150, 10-40, 50-200
2	II обработка H_3PO_4(1M)+NaF(0,14M) U=30 В, I=30-50 мА	135	26	202	20-150, 10-40, 50-200
3	I обработка Na_2SO_4(2M)+NaF(0,1M) U=30 В,I=300-500 мА	115	25	172	20-150, 10-40, 50-200
4	II обработка H_3PO_4(0.5M)+NaF(0,28M U=60 В, I=350-600 мА	229	38	293	20-150, 10-40, 50-200
5	II обработка H_3PO_4(0.5M)+NaF(0,14M U=60В, I=80-100мА	121	28	197	20-150, 10-40, 50-200
6	II обработка H_3PO_4(0.5M)+NaF(0,28M U=30 В, I=400-800 мА	71	21	112	20-150, 10-40, 50-200
7	I обработка H_3PO_4(0.5M)+NaF(0,28M U=60 В, I=300-500 мА	203	32	297	20-150, 10-40, 50-200
8	III обработка H_3PO_4(0.5M)+NaF(0,14M U=30 В, I=150-250 мА	170	30	183	20-150, 10-40, 50-200

9	III обработка H_3PO_4(0.5M)+NaF(0,14M U=60 В, I=200-500 мА	164	36	221	20-150, 10-40, 50-200
10	III обработка Na_2SO_4(1M) + NaF(0,1M) U=30 В, I=200-400 мА	144	31	173	20-150, 10-40, 50-200

Одним из факторов, определяющих протекание этого процесса, является состав и концентрация электролита. Для электрохимического анодирования титановой ленты готовили электролиты различного состава и концентрации.

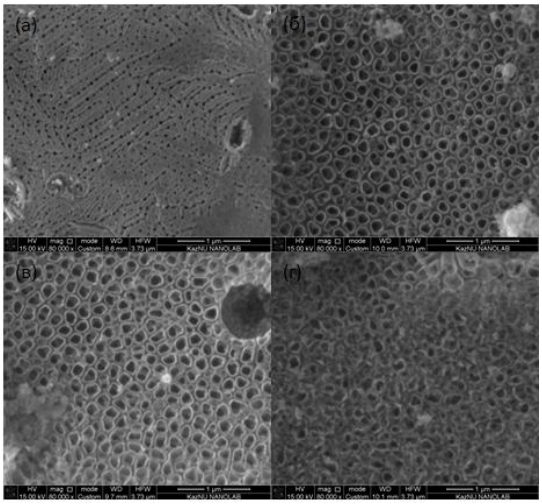
Таблица 3. **Электролиты для анодного окисления титана**

Электролит	ЭГ + NH_4F	H_3PO_4+NaF	Na_2SO_4+NaF
I	30% и 0,1М	0,5М и 0,14М	1М и 0,1М
II		1М и 0,14М	2М и 0,1М
III		0,5Ма и 0,28М	1М и 0,2М

Помимо смены пары электролитов, мы увеличивали концентрацию одного из компонентов вдвое, тем самым изменяя концентрацию начального раствора, заметно влияющего на рост титановых нанотрубок. pH анодного раствора влияет на способность электролита растворять сформированный оксид, более высокие скорости растворения оксида происходят в кислой среде. Это одна из причин, по которой вместо фторидной соли используют фтористоводородную кислоту. В нашем случае с кислотность изменяли с помощью H_3PO_4.

Аналогично концентрация ионов фтора должна быть низка, чтобы минимизировать растворение, но также должна быть на уровне, достаточном, чтобы обеспечить рост нанотрубок. При увеличении концентрации NaF в 2 раза рост нанотрубок не происходил, в то время как, при начальной концентрации получались хорошие образцы.

Поверхности материалов представлены на рисунке 1.

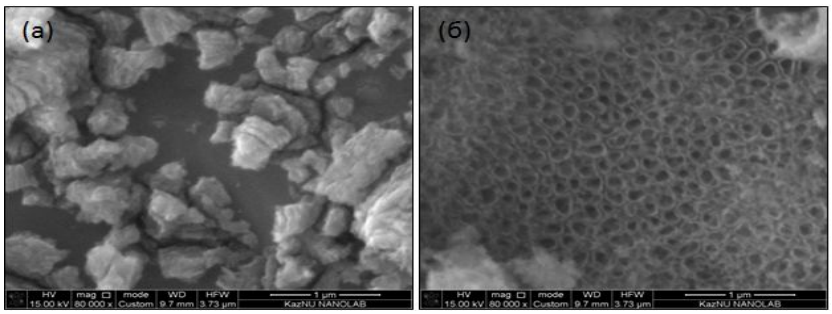


(а) ЭГ(30%)+NH_4F(0,1М), (б) H_3PO_4(0,5М)+NaF(0,14М),
(в) H_3PO_4(1М)+NaF(0,14М), (г) Na_2SO_4(1М)+NaF(0,1)

Рис. 1. Изображения СЭМ титановых нанотрубок в различных электролитах

На первом изображении (а) представлено начало зарождения в форме пористой структуры оксида титана. На последнем снимке (г) не наблюдается четкой картины образования структурированных нанотрубок, но возможно, что при большем увеличении имеются отверстия хаотичной структуры. После многочисленных экспериментов было установлено, что электролит, состоящий из 0,5М H_3PO_4 и 0,14М NaF с установленным потенциалом 30 В дает лучший результат.

Снимки СЭМ поверхности титановых нанотрубок, полученных при различном напряжении представлены на рисунке 2.



30 В (а), 60 В(б)

Рис. 2. Изображения СЭМ поверхности титановых нанотрубок, полученных в электролите H_3PO_4(0,5М)+NaF(0,14М) при различном напряжении

При напряжениях менее 30 В происходит закрытие пористой структуры. Это связано с тем, что в процессе роста нанотрубок происходит образование плотного слоя побочных продуктов на поверхности нанотрубок TiO2. Плотный слой образуется в результате гидролиза комплексных анионов $[TiF6]^{2-}$, которые образуется в результате реакции взаимодействия фторид – ионов с внутренней поверхностью нанотрубок TiO2. Гидролиз протекает в связи с тем, что в нанотрубке наблюдается градиент значений pH от меньшего значения у дна до большего у устья нанотрубок. При малом диаметре нанотрубок происходит их закупоривание (рисунок 2(а)). При высоких напряжениях анодирования (60 В) наблюдается интенсивное растравливание поверхности титана без образования упорядоченной структуры (рисунок 2(б)).

На формирование титановых нанотрубок должно оказывать значимое влияние состояние исходной поверхности титана, а именно степень ее обработки. Титановая лента обязательно проходит промышленный прокат, поэтому содержит на поверхности различные включения. Для очистки поверхности титана обычно используется смесь органических растворителей и перекиси водорода. Было предложено ввести в обработку неорганические растворители: соляную кислоту и смесь плавиковой и азотной кислот. По результатам видно получение ярко выраженной наноструктуры, за счет того, что окиси с поверхности титана были удалены.

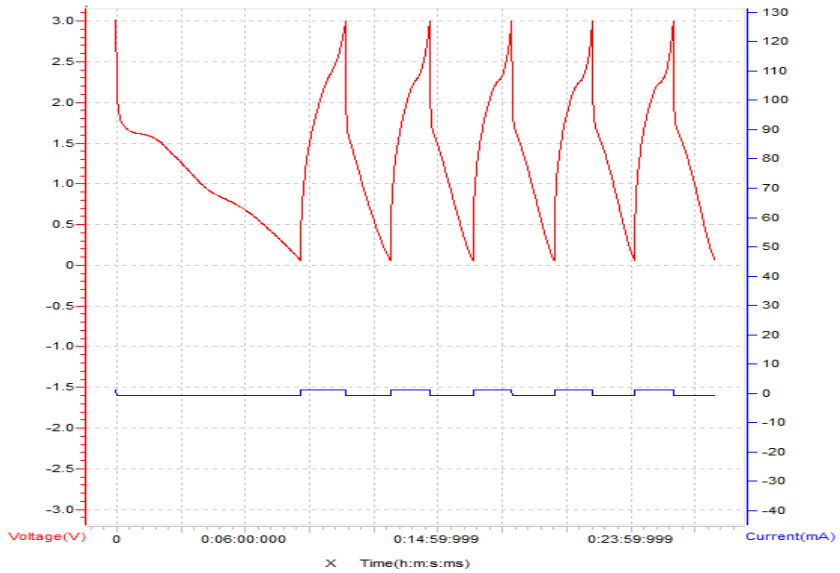


Рис. 4. Гальваностатическая кривая заряда/разряда анодного материала на основе оксида титана, снятого при силе тока, равной 0,1 мА

Гальваностатические кривые титановых электродов, полученных в фосфатном электролите, при силе тока 0,1 мА представлены на рисунке 4. Емкости исследуемого анодного материала при разной силе тока представлены в таблице 4.

Таблица 4. **Относительная и удельная емкости исследуемого анодного материала при разной силе тока**

Сила тока, мА	0,1				0,5				1,0			
Цикл	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Емкость Qз; мАч/см^2	0,2848	0,2631	0,2538	0,2395	0,3456	0,3348	0,3112	0,3019	0,4015	0,3649	0,3514	0,3421
Емкость Qр, мАч/см^2	0,2190	0,2144	0,2103	0,2089	0,2388	0,2314	0,2280	0,2264	0,3017	0,2969	0,2943	0,2917
Эффективность Qр/Qз, %	76,90	81,49	82,86	87,22	69,09	69,12	73,26	74,10	75,14	81,36	83,75	85,27

Согласно рисунку 4, площадка циклирования небольшая, но циклы равномерно повторяются. В нашем случае площадок разложения электролита четко не наблюдается, но отчетливо видны площадки интеркаляции и деинтеркаляции лития. Следовательно, исследуемый материал демонстрирует хорошие данные, при этом не происходит деградации материала, что очень важно для анодного материала. На представленном графике первая зарядная кривая намного длиннее последующих. Это также связано с образованием поверхностной пленки на поверхности электрода из продуктов разложения электролита.

Для исследования механизма роста такой структуры был применен метод СЭХМ. Полученные данные в ходе сканирования представлены на рисунках 5-6.

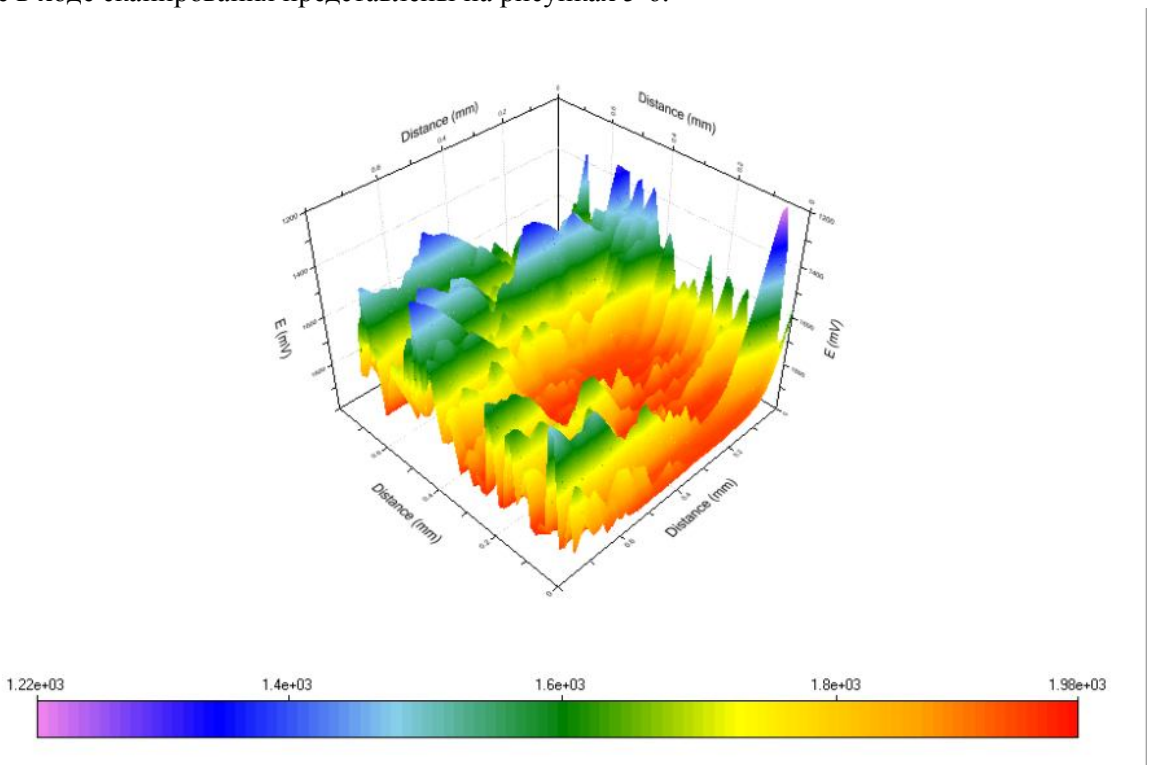


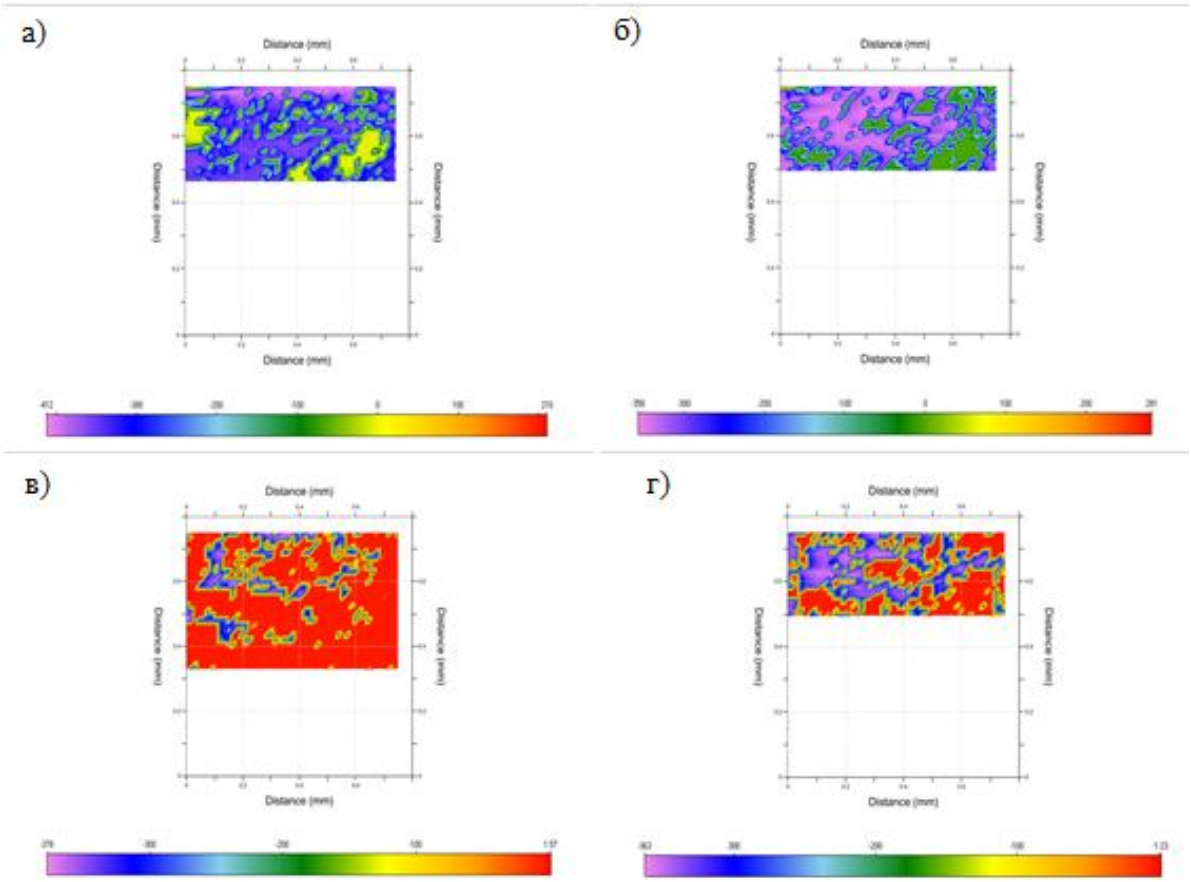
Рис. 5. 3D-кривая СЭХМ: 3-х электродная система, рабочий электрод – Pt, вспомогательный электрод – Ti, электрод сравнения – х/с, режим гальваностатический, I=20нА, h=1мкм

Принцип этого метода заключается в применении 3-х электродной системы в различных режимах исследования. Мы исследовали поверхность в гальваностатическом режиме. Согласно рисунку 5, координаты X и Y являются направлениями в плоскости, исследуемой площади, а Z-направление обозначает

интервалы значений потенциала в цветном формате. По этим кривым можно судить об изменение потенциала. Связано это с неровностью пленки, что подтверждается и изображениями СЭМ.

В ходе исследования также применили 2-х электродную систему, в качестве рабочего электрода которого служила титановая подложка. По полученным кривым можно судить, что такая система может послужить одним из факторов изменения условия исследований. Измерения проводились при одних условиях с изменением полярности. Данные на основе 2-х электродной системы представлены на рисунке 6.

Одним из вариантов изменения условия исследований являлось варьирование высоты УМЭ относительно поверхности подложки. Можно сказать, что применение такого фактора в 2-х электродной системе не сильно влияет на картину, полученную при сканировании. Измерения проводились на высоте 1 мкм, 5 мкм, 7 мкм, 10 мкм, 12 мкм и 15 мкм от поверхности титановой подложки. Менее четкая картина наблюдается на высоте выше 10 мкм от поверхности. В то же время в 3-х электродной системе на высоте выше 1 мкм УМЭ не чувствует поверхность пленки.



а) 1 мкм; б) 5 мкм; в) 7 мкм; г) 5 мкм

Рис.6. 3D-кривые СЭХМ на основе 2-х электродной системы с различной высотой от поверхности титановой подложки

Заключение

На основании проведённых исследований разработки метода для рассмотрения механизма роста нанотрубок оксида титана можно сделать следующие выводы:

Усовершенствована методика изготовления материалов на основе нанотрубок TiO_2 путем выбора оптимальных параметров получения и синтезированы анодные материалы для ЛИА на основе нанотрубчатого оксида титана.

Проведено исследование полученных образцов методом электронной микроскопии и получены характеристики интеркаляции лития в анодные материалы на основе нанотрубок TiO_2.

Лучшими значениями емкости и стабильности заряда/разряда обладают электроды, полученные электрохимическим методом с применением фосфатного электролита.

Отработан и усовершенствован метод сканирующей электрохимической микроскопии для изучения закономерности формирования структур из оксида титана электрохимическим методом, и показана применимость метода для анализа неоднородной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] PierPaoloProsinia, CinziaCentoa, AlfonsoPozio. Electrochemical characterization of titanium oxide nanotubes // ElectrochimicaActa. –2013. - Vol.111. - P.120- 121.

[2] Yan Wang, Yiming He, Qinghua Lai, Maohong Fan. Review of the progress in preparing nano TiO2: An important environmental engineering material // Journal of environmental sciences. – 2014. – Vol.26. – P.2140-2167.

[3] Zixue Su, Wuzong Zhou. Porous anodic metal oxides // Science foundation of China. – 2008. Vol.16. – P.42-46.

[4] A. Pozio, M. Carewska, F. Mura, R. D'Amato, M. Falconieri, M. De Francesco,G.B. Appetecchi. Composite anodes based on nanotube titanium oxide fromelectro-oxidation of Ti metal substrate // Journal of Power Sources. - 2014. – Vol.247. - P.883-889.

[5] M. NoraniMuti, A.A. Dzilal, J.O. Dennis.Effects of synthesis parameters on the structureof titania nanotubes // Journal of Engineering Science and Technology. – 2008. -Vol.3. –P.163-171.

[6] Dong Fang, Shuisong Chen, Ming Jiang, Qiong Li, ZhipingLuo, Lei Liu, ChuanxiXiong. Growth mechanisms of multilayered anodic-titanium-oxide nanotube membranes // Materials Science in Semiconductor Processing. – 2014. – Vol.18. – P.105–113.

[7] Dongsheng Guan, Paul J. Hymel, Ying Wang.Growth mechanism and morphology control of double-layer and bamboo-type TiO2 nanotube arrays by anodic oxidation // ElectrochimicaActa. – 2012. – Vol.83 – P.420-429.

[8] D. Regoninia,b,*, C.R. Bowen a, A. Jaroenworaluck c, R. Stevens. A review of growth mechanism, structure and crystallinity of anodized TiO2 nanotubes // Materials Science and Engineering. – 2013. – Vol.74 – P.377–406.

[9] Naeimeh-Sadat Peighambardoust, FarzadNasirpouri. Manipulating morphology, pore geometry and ordering degree of TiO_2 nanotube arrays by anodic oxidation // Surface & Coatings Technology. – 2014. – Vol.235. – P.727-734.

[10] N. Kılınç, E. Şennik, Z.Z. Öztürk. Fabrication of TiO2 nanotubes by anodization of Ti thin films for VOC sensing // Thin Solid Films. – 2011. – Vol.520. – P.953-958.

[11] Yong X. Gan, Bo J. Gan, Lusheng Su. Biophotofuel cell anode containing self-organized titanium dioxide nanotubearray // Materials Science and Engineering. – 2011. - Vol.176. - P.1197-1206.

[12] Huaqing Li, Surendra K. Martha, Raymond R. Unocic, HuiminLuo, Sheng Dai, Jun Qu.High cyclability of ionic liquid-produced TiO2 nanotube arrays as an anodematerial for lithium-ion batteries // Journal of Power Sources. – 2012. - Vol.218. – P.88-92.

[13] Kai Ren, Yong X. Gan, Taurean J. Young, Zaki M. Moutassem, Lihua Zhang. Photoelectrochemical responses of doped and coated titanium dioxide composite nanotube anodes // Composites: Part B. – 2013. - Vol.52. - P.293-295.

[14] Andrea Lamberti, Nadia Garino, Adriano Sacco, Stefano Bianco, Diego Manfredi, Claudio Gerbaldi.Vertically aligned TiO2 nanotube array for high rate Li-basedmicro-battery anodes with improved durability // ElectrochimicaActa. - 2013. – Vol.102. - P.233-239.

[15] Yinchang Li, Qun Ma, Jun Han, LiliJi, Junxia Wang, Jieyu Chen, Yongqian Wang. Controllable preparation, growth mechanism and the propertiesresearch of TiO2 nanotube arrays // Applied Surface Science. – 2014. – Vol.297. – P.103-108.

[16] Wei C., Bard A.J. Scanning electrochemical microscopy. New York: Taylor & Francis Group, 2012. – P.5-74.

Лепихин М.С., Тобышева А.М., Курбатов А.П., Галеева А.К., Рахимова А.К., Мальчик Ф.И.

Литий-иондыаккумуляторлардың электродтары үшін рутил нанотүтікшелерің қасиеттері мен электрохимиялық қалыптасуы

Түйіндеме. Қазір балама анодтық материал іздеу негізінен ауыспалы металдардың оксидтері, ең перспективті титан диоксидіне шоғырланған. Зерттеулер литийдің интеркаляциясының TiO_2 бөлшектерінің мөлшеріне катаң тәуелділігін көрсетеді және бөлшектердің мөлшерінің азаюымен литий-ионды аккумуляторларының сыйымдылығының артуы айқындалған. Электрохимиялық анодттау әдісімен алынған нанотүтікшелі титан оксидінің құрылысы бұл сипаттаманы арттырады. Анодтау сулы және сусыз электролиттерде 30 немесе 60 В кезінде, үлгіліерді талдау кейін электронды микроскопия әдісімен жүргізілді. Электрохимиялық сипаттамалар хронопотенциометрия және сканирлеуші электрохимиядық микроскопия әдістерімен зерттелді. Сыйымдылықтың үздік шамалары мен заряд/разряд тұрақтылығы фосфатты электролиттер қолданылған электрохимиялық әдіспен алынған электродтар ие.

Түйін сөздер: литий-ионды аккумуляторлар, анодтық материал, титан нанотүтікшелері, электрохимиялық анодтау, сканирлеуші электрохимиялық микроскопия.

Lepikhin M.S., Tobysheva A.M., Kurbatov A.P., Galeeva A.K., Rakhimova A.K., Malchik F.I.

Electrochemical formation and properties of rutile nanotubes for lithium-ion battery electrodes

Summary. Nowadays, transition metal oxides have received much attention as alternative anode materials , particularly titanium dioxide is believed to be the most perspective example. Recent research shows a strict correlation of the lithium intercalation with the size of TiO2, moreover with the decrease of particle size LIA capacity increases dramatically. This characteristic was improved by nanotube structure titanium dioxide, which was obtained by electrochemical anodization. Anodizing was carried out in aqueous and non-aqueous electrolytes at 30 or 60 V, followed by analysis by electron microscopy. The electrochemical characteristics were studied by chronopotentiometry and scanning electrochemical microscopy. The best results of capacity and charge / discharge stability were performed by electrodes, which were obtained by an electrochemical method using phosphate electrolyte.

Key words: Lithium-ion batteries, the anode material, titanium nanotubes, electrochemical anodization, scanning electrochemical microscopy.

УДК: 622.692.2.07(075)

С. Н. Киябаев, Р. М. Ильчубаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, riza92@bk.ru, kiyabaev_s@kaznu.kz)

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕГО НЕФТЕПРОВОДА

Аннотация. В статье поставлена задача определить оптимальную глубину заложения нефтепровода и оптимальную толщину изоляции в комплексе с остальными параметрами горячей перекачки. На основе существующих формул и критерия минимальности приведенных затрат получены уравнения, определяющие оптимальные параметры горячих трубопроводов. То есть, стоимость на разработку траншеи и изоляционное покрытие будет минимальной. Данный фактор является важным пунктом при строительстве горячего нефтепровода. Актуальность заключается в том, что большое значение глубины заложения нефтепровода (то есть, когда стоимость сооружения трубопроводной траншеи высокая) позволяет уменьшить теплопотери в окружающую среду, вследствие чего малая толщина тепловой изоляции, и наоборот. Оптимальным будет вариант, для которого сумма приведенных затрат на теплоизоляцию и разработку траншей будет минимальной.

Ключевые слова. Горячий нефтепровод, коэффициент теплопередачи, глубина заложения, толщина изоляции, траншея.

Целью работы является определить оптимальную глубину заложения нефтепровода, оптимальную толщину тепловой изоляции на основании существующих формул для определения полного коэффициента теплопередачи в зависимости от приведенных затрат.

Актуальность заключается в том, что большое значение глубины заложения нефтепровода (то есть, когда стоимость сооружения трубопроводной траншеи высокая) позволяет уменьшить теплопотери в окружающую среду, вследствие чего малая толщина тепловой изоляции, и наоборот. Оптимальным будет вариант, для которого сумма приведенных затрат на теплоизоляцию и разработку траншей будет минимальной.

Основы теории и практики проектирования и сооружения неизотермических нефтепроводов были заложены В. Г. Шуховым. Дальнейшее развитие теоретических основ технологии транспорта высоковязких нефтей с предварительным подогревом по нефтепроводу было отражено в работах: В.И. Черникина, В. С. Яблонского, П. И. Тугунова, Л. С. Абрамзона, В. М. Агапкина и др. В этих работах затронуты различные вопросы организации транспорта высоковязких нефтей, в частности вопросы нахождения оптимального числа станций подогрева нефти и оптимальной толщины изоляции. При этом глубина заложения трубопровода считается постоянной, определенной из технологических соображений [6].

Рассмотрим горячий нефтепровод длиной L, диаметром D_0, между двумя тепловыми станциями (печами подогрева) с начальной температурой нефти $T_н$ и конечной $T_к$, который требуется заложить на глубину H с толщиной тепловой изоляции $\delta_{из}$.

Чтобы определить минимальное значение приведенных затрат, приравниваем производную от выражения приведенных затрат по $D_{из}$ к нулю:

$$P = Э + EK_{из} \tag{1}$$

где Э – эксплуатационные расходы по одному пункту подогрева, независящие от $D_{из}$, [тг/год];

E – норматив амортизационных отчислений.

Так, как Э можно считать в 1-ом приближении постоянным при различных глубинах заложения $Э = sGL$, то:

$$dP / dD_{из} = dЭ / dD_{из} + EdK_{зи} / dD_{из} = 0$$

$$0 + EdK_{из} / dD_{из} = 0$$

$$dK_{из} / dD_{из} = 0 \tag{2}$$

Капитальные затраты составят сумму затрат на трубу (разработка траншеи, заложение трубы и т.д.) и стоимости изоляции:

$$K_{из} = \left(E \cdot H + n \cdot H^2\right) \cdot L \cdot C_{тр} + \frac{\pi}{4} \cdot \left(D_{из}^2 - D_{п}^2\right) \cdot \rho_{из} \cdot C_{из} \cdot L \tag{3}$$

где E – ширина траншеи по низу, которая принимается в зависимости от диаметра трубопровода, для $D_N > 700$ принимают $1{,}5 \cdot D$, для $D_N < 700$ $D+300$ мм, [м] [4];

n – коэффициент откоса, принимают в зависимости от грунта;

$C_{тр}$ – стоимость рытья траншеи за 1 м^3, [тг/ м^3];

$C_{из}$ – стоимость единицы массы изоляционного покрытия, [тг/кг];

H – глубина траншеи, [м] [5].

$$Шу = \frac{K \cdot \pi \cdot D_0 \cdot L}{G \cdot c} = \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0} \tag{4}$$

где K – коэффициент теплопередачи;

D_0 – внутренний диаметр нефтепровода, [м];

L – длина нефтепровода, [м];

G – массовый расход нефтепродукта, [кг/с];

c – удельная теплоемкость, [Дж/(кг·К)];

$T_н$ – начальная температура подогрева нефтепродукта, [К];

$T_к$ – конечная температура НП, перед пунктом подогрева, [К];

T_0 – температура оружающей среды, [К] [1].

Из формулы Шухова выражаем коэффициент теплопередачи К:

$$K = \frac{G \cdot c}{\pi \cdot D_0 \cdot L} \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0} \tag{5}$$

Величина коэффициента теплопередачи К определяется по формуле теплопередачи для трубы с многослойной изоляцией:

$$\frac{1}{KD_0} = \frac{1}{\alpha_1 \cdot D_0} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_м} \ln \frac{D_N}{D_0} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{из}} \ln \frac{D_{из}}{D_N} + \frac{1}{\alpha_2 \cdot D_{из}} \tag{6}$$

где $\lambda_м$ и $\lambda_{из}$ – коэффициенты теплопроводности металла трубопровода и изоляции, [Вт/(м·К)];

D_0 и D_N – соответственно внутренний и наружный диаметр трубопровода, [мм];

$D_{из} = D_N + 2 \cdot \delta_{из}$; $\delta_{из}$ – толщина изоляции;

α_1 – коэффициент теплоотдачи от ядра потока нефти или нефтепродукта на стенки трубы, [Вт/(м^2· К)];

α_2 – коэффициент теплоотдачи от трубы в грунт (или от поверхности грунта в окружающий воздух), [Вт/(м^2· К)] [2].

В нашем случае для расчетов используем упрощенная формула внешнего коэффициента теплопередачи (при $H/D_N > 1$):

$$\alpha_2 = \frac{2 \cdot \lambda_{гр}}{D_{из} \ln \frac{4h}{D_{из}}} \tag{7}$$

где h – глубина заложения трубопровода в грунт (по оси), [м];

$\lambda_{гр}$ – коэффициент теплопроводности грунта, [Вт/(м·К)] [3].

После подстановки α_2 и сокращения, получаем:

$$\frac{1}{KD_0} = \frac{1}{2 \cdot \lambda_{гр}} \ln 4h - \frac{1}{2 \cdot \lambda_{из}} \ln D_N + \frac{\ln D_{из}}{2} \left(\frac{1}{\lambda_{из}} - \frac{1}{\lambda_{гр}} \right) \tag{8}$$

Так, как параметр Шухова постоянный, то при помощи его выражение h можно выразить через Dиз в формуле, подставив (5) в (8):

$$\frac{1}{\frac{G \cdot c}{\pi \cdot D_0 \cdot L} \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0} \cdot D_0} = \frac{1}{2 \cdot \lambda_{гр}} \ln 4h - \frac{1}{2 \cdot \lambda_{из}} \ln D_N + \frac{\ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{из}} - \frac{\ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{гр}}$$

$$\frac{1}{2 \cdot \lambda_{гр}} \ln 4h = \frac{\pi \cdot L}{G \cdot c \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{из}} \ln D_N - \frac{\ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{из}} + \frac{\ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{гр}}$$

$$\ln 4h = 2 \cdot \lambda_{гр} \left(\frac{\pi \cdot L}{G \cdot c \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0}} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{из}} \ln D_N - \frac{\ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{из}} + \frac{\ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{гр}} \right)$$

$$\ln 4h = \frac{\pi \cdot L \cdot 2 \cdot \lambda_{гр}}{G \cdot c \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0}} + \frac{2 \cdot \lambda_{гр}}{2 \cdot \lambda_{из}} \ln D_N - \frac{2 \cdot \lambda_{гр} \cdot \ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{из}} + \frac{2 \cdot \lambda_{гр} \cdot \ln D_{из}}{2 \cdot \lambda_{гр}}$$

$$h = \frac{1}{4} \cdot e^{\frac{\pi \cdot L \cdot 2 \cdot \lambda_{гр}}{G \cdot c \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0}} + \frac{\lambda_{гр}}{\lambda_{из}} \ln D_N - \frac{\lambda_{гр} \cdot \ln D_{из}}{\lambda_{из}} + \ln D_{из}} \tag{9}$$

Взяв производную ($dh/dD_{из}$) получаем:

$$\frac{dh}{dD_{из}} = \frac{1}{4D_{из}} \left(1 - \frac{\lambda_{гр}}{\lambda_{из}}\right) \cdot e^{\frac{\pi \cdot L \cdot 2 \cdot \lambda_{гр}}{G \cdot c \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0}} + \frac{\lambda_{гр}}{\lambda_{из}} \ln D_N - \frac{\lambda_{гр} \cdot \ln D_{из}}{\lambda_{из}} + \ln D_{из}} \tag{10}$$

Обозначим $\frac{\pi \cdot L \cdot 2 \cdot \lambda_{гр}}{G \cdot c \cdot \ln \frac{T_H - T_0}{T_K - T_0}} + \frac{\lambda_{гр}}{\lambda_{из}} \ln D_N - \frac{\lambda_{гр} \cdot \ln D_{из}}{\lambda_{из}} + \ln D_{из}$ на $c(D_{из})$, тогда:

$$h = \frac{1}{4} \cdot e^{c(D_{из})} \tag{11}$$

Так, как в формуле (11) глубину заложения нефтепровода считают по оси, то в формуле (3) H равно:

$$H = h + \frac{D_{из}}{2} \tag{12}$$

Подставив (12) в (3) и обозначив $E=1,5\ D_{из}$ получим:

$$K_{из} = \left(D_{из} \cdot h \cdot (1,5+n) + n \cdot h^2 + \frac{D_{из}^{\ 2}}{2} \cdot \left(1,5 + \frac{n}{2}\right) \right) L C_{тр} + \frac{\pi}{4} \cdot \left(D_{из}^2 - D_n^2\right) \rho_{из} C_{из} L$$

$$K_{из} = L C_{тр} \left(D_{из} \cdot h \cdot (1,5+n) + n \cdot h^2 + \frac{D_{из}^2}{2} \left(1,5 + \frac{n}{2}\right) + \frac{\pi \cdot \rho_{из} C_{из}}{4 \cdot C_{тр}} \cdot \left(D_{из}^2 - D_n^2\right) \right) \tag{13}$$

Обозначим $\frac{\pi \cdot \rho_{из} \cdot C_{из}}{C_{тр}}$ через A:

$$K_{из} = L C_{тр} \left(D_{из} h (1,5+n) + n \cdot h^2 + \frac{D_{из}^2}{2} \left(1,5 + \frac{n}{2}\right) + \frac{A}{4} \left(D_{из}^2 - D_n^2\right) \right) \tag{14}$$

Подставим (11) в (14) получим:

$$K_{из} = L C_{тр} \left(D_{из} \frac{e^{c(D_{из})}}{4} \cdot (1,5+n) + n \left(\frac{e^{c(D_{из})}}{4} \right)^2 + \frac{D_{из}^2}{2} \left(1,5 + \frac{n}{2}\right) + \frac{A}{4} \left(D_{из}^2 - D_n^2\right) \right) \tag{15}$$

Приравняв $(dK_з/dD_{из})$ к нулю в формуле (15), получим алгебраическое уравнение относительно $D_{из}$:

$$\frac{e^{c(D_{из})}}{4} \cdot \left(3 + 2n - \frac{1,5\lambda_{гр}}{\lambda_{из}} - \frac{n \cdot \lambda_{гр}}{\lambda_{из}}\right) + \frac{e^{2 \cdot c(D_{из})}}{16 \cdot D_{из}} \cdot \left(2n - \frac{2n\lambda_{гр}}{\lambda_{из}}\right) + D_{из} \left(1,5 + \frac{n}{2} + \frac{A}{2}\right) = 0 \tag{16}$$

Подставим (11) в (16), получим:

$$h \cdot (3+2n)\left(1 - \frac{\lambda_{гр}}{2\lambda_{из}}\right) + \frac{2nh^2}{D_{из}} \cdot \left(1 - \frac{\lambda_{гр}}{\lambda_{из}}\right) + \frac{1}{2} D_{из} (3 + n + A) = 0 \tag{17}$$

Уравнение (17) решено при следующих параметрах: D_0 = 1,2 м, L = 100 км, G = 111 кг/с, $T_н$ = 363 К, $T_к$ = 323 К, T_0 = 273 К $\lambda_{гр}$ = 1 Вт/(м·К) и $\lambda_{из}$ = 0,062 Вт/(м·К), $\rho_{из}$ = 400 кг/м^3, c = 1926 Дж/(кг·К)].

Напомним, что $A = \pi \cdot \rho_{из} \cdot C_{из} / C_{тр}$, то решая уравнение (17) находим оптимальные значения h и $\delta_{из}$, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1. **Значения h и $\delta_{из}$ при различных значениях A**

n = 1:0,5 (глина)			
$C_{из} / C_{тр}$	0,05	0,125	0,25
h, м	1	1,4	1,6
$D_{из}$, м	2,2	1,7	1,2
$\delta_{из}$, м	0,53	0,25	0,03
n = 1:0,67 (для супесей, суглинок)			
$C_{из} / C_{тр}$	0,05	0,125	0,25
h, м	1,2	1,6	2
$D_{из}$, м	2,3	1,6	1,3
$\delta_{из}$, м	0,56	0,24	0,08
n = 1:1,25 (насыпной грунт и песок)			
$C_{из} / C_{тр}$	0,05	0,125	0,25
h, м	0,9	1,5	2,4
$D_{из}$, м	1,26	1,18	1,2
$\delta_{из}$, м	0,03	- 0,01	0

При анализе параметров видно, что при увеличении отношения стоимостей, глубина заложения трубопровода h увеличивается, а толщина изоляции $\delta_{из}$ уменьшается. При n = 1:1,25 значение $\delta_{из}$ имееет отрицательный знак, так как, большая глубина заложения горячего нефтепровода обеспечивает полную теплоизоляцию нефтепровода. Следовательно, при глубоком заложении «горячего» нефтепровода нанесение теплоизоляционного покрытия нецелесообразно.

Данные таблицы показывают оптимальные параметры трубопровода между двумя нефтеперекачивающими станциями, при которых капитальные затраты будут минимальными.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тугунов П.И., Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: Учебное пособие для вузов/ П.И. Тугунов, В.Ф. Новоселов, А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. – Уфа: ООО "ДизайнПолиграфСервис", 2002.

[2] Бородавкин П.П., Подземные магистральные трубопроводы/ П.П. Бородавкин. – М.: Недра, 1982.

[3] Алиев, Р.А. Трубопроводный транспорт нефти и газа: Учебник для вузов. / Р.А. Алиев, Р.Д. Белоусов, А.Г. Немудров. – М.: Недра, 1988.

[4] СНиП РК 3.05-01-2010. Магистральные трубопроводы. – 2011.

[5] Пшенин В. В. Обоснование оптимальных режимов перекачки высоковязких нефтей с предварительным подогревом с учетом характеристик центробежных насосов. – Санкт-Петербург, 2014.

[6] Бекбаулиева А.А. Перекачка вязких и застывающих нефтей: Учебное пособие. –г.Актау, 2011.

Қиябаев С.Н., Ильчубаева Р. М.

Ыстық құбырдың ықшамды параметрлерін есептеу

Түйіндеме. Жұмыста ыстық құбырдың ықшамды салыну тереңдігі мен оқшаулау қалыңдығын оның басқа параметрлерімен бірлесе есептеу мақсаты қойылған. Бұрыннан бар формулалар негізінде күрделі қаржының аз болу шарты бойынша ықшам параметрлерді анықтайтын теңдеу алынған. Осы параметрлер ыстық құбырлар салу кезінде маңызды фактор болып табылады.

Түйін сөздер: Ыстық құбыр, жылу коэффициенті, салыну тереңдігін, оқшаулау қалыңдығы, ор.

Kiyabaev S. N., Ilchubayeva R. M.

Calculation of the parameters of hot pipeline

Summary. The article seeks to determine the depth of the pipeline and insulating coating thickness in combination with the other parameters of the hot swapping. On the basis of the existing formulas and test cost is minimal given the equations that determine the optimal parameters of the hot pipes. This factor is an important point in the construction of the hot pipeline.

Key words: Hot pipeline, heat transfer coefficient, laying depth, thickness of the insulation trench.

ӘОЖ 621.311.22:620.9

[1]Бахтияр Б.Т., [1]Г.Р. Бергенжанова, [2]Г.Х. Алкенова
([1]Алматы энергетика және байланыс университеті,
[2]Алматы мемлекеттік энергетика және электронды технологиялар колледжі
bahtyar.balgan@mail.ru[1], gulliverik@mail.ru[1], angel_zolotoi@inbox.ru[2])

ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ОТЫН ДАЙЫНДАУ ЖОЛЫНДАҒЫ ІШКІ ӨНДІРІСТІК МҰҚТАЖДЫҚТАРЫНА ШЫҒЫНДАЛАТЫН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ҮНЕМДЕУ ШАРАЛАРЫ

Аңдатпа. Адамзаттың өмірі үшін энергия айтарлықтай маңызды қызметтер атқарады. Жылыту, суыту, жарықтандыру, тұрмыстық құралдар, көлік сияқты қызметтерге сұраныс артуда. Энергия - негізгі мұқтаждықтарды қанағаттандырады және экономикалық өсу мен әлеуметтік дамудың маңызды бөлігі болып табылады. Қазақстан Республикасының ел шарушылығы дамуының негізгі бағыттары өндіріс, қоғамдық ғимараттар және үй құрылыстарын жүргізу - энергетика саласының өркендеуіне міндетті талап қояды. Жылу электр станцияларына (ЖЭС) электр тоғын шығаруымен қатар, өндіріс пен тұрғын үйлерді арзан жылу көзімен қамтамасыз ету жүктелген. Жылу электр стансаларындағы нақты процесс жылу және электр шығындарымен қоса жүргізіледі. Жылу электр станцияларының өзіндік өндірістік мұқтаждықтарына шығындалатын электр энергиясы қондырғының түріне, оның параметрлеріне, жағылатын отын түріне тікелей тәуелді (1). Жұмыстық қондырғыны, жағылатын отын түрін немесе жұмыстық дененің параметрлерін өзгерте отырып энергия үнемдеуші процестерге қол жеткізуге болады.

Мәтін сөздер: жылу электр орталығы, ішкі мұқтаждықтар, энергия үнемдеу.

Энергия – материя қозғалысының
түрлі формасының жалпы сандық өлшемі

Энергетика – энергияны өндіру, оны тұтынушыларға тарату және қолданумен байланысты адамзаттың іс әрекетінің аумағы. Энергияны өндіру үшін отын керек - газ, мұнай, көмір, ядролық энергия және тағы басқа біріншілік энергия көздері (күн, жел күшімен қимылдаушы және гидроэнергия). Осы энергияның барлық түрлерін қандай да бір машиналар немесе қондырғылардың көмегімен түрлендіру қажет. Көптеген елдерде біріншілік энергияның көп мөлшері жабдықты пайдалану үшін босқа жоғалады. Дегенмен, энергияны сақтау және оны қолданудың тиімділігін жоғарылату туралы білім дамуда (2).

Дәстүрлі энергетика проблемаларының ұлғаю мерзімінде, әсіресе қазба отын қорының таусылуына, экологияға тигізіліп жатқан зиянның артуына және энергия тасымалдағыштар құнының қарқынды өсуіне байланысты, энергияны үнемдеу мәселелерінің өзектілігі жоғарылауда. Энергия үнемдеу кешенді мәселерді қамтиды, әрі келесідей бағыттар бойынша дамуда: энергияны үнемді тұтынушыларды шығару, технологиялық процестерді жетілдіру, екіншілік энергоресурстарды қолдану, энергия түрлендіргіштердің (электр станциялар және жылу электр орталықтары) жұмыс режимін тиімділендіру, құны арзан және қол жетімді энергия көздерін іздестіру. Сонымен қатар, кез келген энергия түрі жұмыс атқару процесі кезінде жылуға айналады, ендеше жылу шығындарын азайту энергияны үнемдеудің негізі болып табылады.

Адамзаттың даму деңгейі үшін энергетика әсерінің үлкен екенін ескере отырып, энергияны тұтыну талдауына барлық индустриалды мемлекеттерде және әлемде үлкен ықпал жасалған, әрі жасалуда.

Қазақстан Республикасын 2020 жылға дейін дамытудың стратегиялық жоспары еліміздің жалпы энергетика саласын дамытуды көздейді. Жоспардың құрама бөлігінде, атап айтқанда энергетиканың алты негізгі бағытта дамуы ұсынылған. Бірінші бағытта мұнай өнеркәсібін дамытуды қарқындату, екінші бағытта еліміздің экономикалық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін табиғи газды өндіруді жылдамдату және ішкі нарықта газдық инфрақұрылымдарды дамыту ұсынылған. Үшінші бағыт мұнай химиялық өнеркәсіпті дамытуды, яғни елімізде маңызды мұнай химиялық өнімдерді шығаратын жаңа зауыттарды іске қосуды қарастырады. Стратегиялық жоспардың келесі үш бағыты электр, атом энергетикасын әріқарай дамытуды және барлық өнеркәсіп салаларында энергияны үнемдеудің басымды шараларын енгізуді ұсынады.

Электр энергетикасы саласын дамыту бағдарламасы еліміздің электр энергиясы арзан мемлекеттер қатарында қала беруін, өнеркәсіптік өнімдер шығаруда энергия сыйымдылығын азайтуды,

энергетика саласына жаңа инвестициялық жобаларды енгізуді көздейді. Қазіргі кезде республикамыздың электр энергиясын өндіру жүйесі орталық азия энергетикалық жүйесімен параллель режімде жұмыс жасауда. Орталық жүйеден тәуелсіз болу үшін оңтүстік аймақта электр энергиясының тапшылығын жою - энергетика саласын дамытудың басты жолы. Сондықтан алдағы уақытта жаңа Балқаш жылу электр станциясы, солтүстік-оңтүстік бағытта электр энергиясын өндіруші жаңа буын іске қосылуы қажет. Осы тұрғыдан болашақта энергетикалық қондырғылардың жұмысын жақсы игерген, техника-экономикалық көрсеткіштерін дұрыс анықтай білетін білікті мамандар әрдайым сұраныста болады.

Қазақстанның энергияны үнемдеу саясатының басты мақсаттарының бірінде «Энергия тұтыну деңгейін төмендетуге және тұрақтандыруға ықпал ететін энергияны үнемдеу процесін құру және оны басқарудың нарықтық механизмдерін құру» керектігі айтылған.

Энергияны үнемдеу - отын-энергетика ресурстарын ұтымды және үнемді пайдалануға бағытталған (ұйымдастырушылық, ғылыми, практикалық, ақпараттық) қызмет.

Энергияны үнемдеу объектілері - отын-энергетика ресурстарының, жылу және электр энергиясының барлық түрлерін шығаруға, өңдеуге, тасымалдауға, өндіруге, сақтауға және пайдалануға байланысты процестер.

Энергия үнемдеу технологиялары, жабдығы және материалдары - отын-энергетика ресурстарын пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін технологиялар, жабдықтар мен материалдар.

Электр станциялардың өзіндік өндірістік мұқтаждықтарына шығындалатын электр энергиясы қондырғының түріне, оның параметрлеріне, жағылатын отын түріне тікелей тәуелді (1- кесте). 1кВт·сағ электр энергиясын үнемдесе, шамамен 360 г.ш.о. үнемделеді (3,4).

1-кесте. **ЖЭО ішкі мұқтаждықтарына жұмсалатын электр энергиясының шамасы**

Электр станциясы	Электр энергиясының шығыны, % өндіру бойынша
ЖЭО жоғары қысымды	6,5

Жылу электр орталығында отынды жағуға дайындайтын және оны ошаққа тасымалдайтын қондырғылардың жиынтығын отын жолы деп атайды. Қатты отынды қолданған кезде отын жолында шанақтар, ылғалды көмір мен көмір ұнтағын жеткізгіштер, көмірді ұнтақтаушы диірмендер, диірмен желдеткіштері, ажыратқыштар, ленталық конвейерлер, көмір тозаңы құбырлары және т.б. орналасады. Мазутты жағушы отын жолында газ және мазут құбырлары, шығын өлшегіштер, тығындаушы және реттеуші арматуралар орналасады. Қатты отын станцияға темір жол ашық вагондарымен әкелінеді. Вагонаударғыш көмегімен көмір түсіріледі. Таспалы тасығыш көмегімен көмір көмір үйіндісіне не ұсақтау буынына жіберіледі. Одан ұсақтағыш қазандық шанағына келіп түседі. Ұсақталған көмір бөлшектерінің өлшемі 25 мм-ден аспайды. Ұсақталған көмір ұнтақтайтын диірменге келеді, онда ұнтақталады және кептіріледі. Әрі қарай көмір тозаңы бірінші ауа көмегімен оттық арқылы ошақ құтысына (камерасына) беріледі. Екінші ауа оттық арқылы ошаққа тікелей беріледі (5,6).

Жылу электр орталықтарындағы қазандарда қатты отын қабаттарда немесе алаулы-қабаттарда жанады. Отын қабаттары ошақ құрылымында орналасады. Қабатты ошақ деп көлденең өлшемі 100 мм-ге жуық қатты отын кесектерін, қалыңдығы 300 мм-ге жуық колосникті торда орналасқан қабатта жағатын құрылғыны айтады. Отын колосникті торға жоғарыдан беріледі, жануға қажет ауа тордың тесіктері (тесіктердің қосынды ауданы 5-15% құрайды) арқылы төменнен жоғары жіберіледі. Отынның негізгі массасы қабатта кокс түрінде жанып кетеді, бөлінген жанғыш газдар да қабатта немесе қабаттың бетінде жанып үлгереді. Осындай шартты қамтамасыз ету үшін отын дайындау жолында қатты отын бірнеше ұнтақтау процестерінен өтеді.

Жылу электр орталықтарында ішкі мұқтаждықтар үшін электр энергиясы отынды ұнтақтауға және тасымалдауға, сору және үрлеуге, қоректік және айналымдық сорғыларға, жылуландыруға ыстық суды айдау үшін қолданылатын желілік сорғыларға шығындалады, сонымен қатар көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларында - күл мен қожды әкету үшін қолданылатын багерлік және шайғыш сорғыларға жұмсалады. Көмірдің маркасынан басқа барабанды ұнтақтағыш қондырғыларда көмір тозаңын дайындау үшін шығындалатын электр энергиясы:

- барабандардың айналу санына;
- шарлардың мөлшері мен өлшеміне;

- желдету дәрежесіне;
- қоспаның шартты деңгейіне;
- араластырғыштардың құрылымына;
- көмірді ұнтақтауға аралық дайындауға (2-кесте).

2-кесте. **Барабанды ұнтақтағыш қондырғыларда көмір тозаңын дайындау үшін шығындалатын электр энергиясы**

Отын маркасы	Ұнтақтағыш түрі	Электр энергиясының шығыны, кВт·сағ/т
АШ	Ш-50	39-43
Т	Ш-16	34-37
ГСШ	Ш-50	26-27
Д	Ш-50	27-28
Г	Орта жүрісті балғалы	20-21

Электр станциясында сорғылар, желдеткіштер, түтінсорғыштар электр энергиясының басты тұтынушылары болып табылатын энергия шығынын азайту бағытталған жалпы шаралар:

- желінің гидравликалық сипаттамаларына желдеткіштер мен сорғылардың сипаттамаларын сәйкестендіру;
- айналым санын және жұмыстық қалақтардың диаметрін азайту;
- кенеттен кеңею және тарылу, тік, әрі артық бұрылыстарды дұрыс орналастыру арқылы желідегі кедергілерді азайту, өткізгіш қималарды үлкейту;
- қуаты жоғары электрлік қозғалтқыштарды аз қуаттыға алмастыру.

Қорытынды. Міне, аталмыш шарлардың бірін қолдана отырып, отын дайындаушы қондырғылар мен аспаптарды іске қосу үшін жұмсалатын электр энергиясының шығынын біршама азайтуға болады. Әрі, осы үнемділік нәтижесінде қажетті энергияны өндіруге жұмсалатын отын шығыны азаяды, сонымен қатар отынды үнемдей отырып, қоршаған ортаға тасталатын зиянды қалдықтар мен артық жылудың мөлшері азаяды. Сондай – ақ қаражат шығыны азайып, пайда артады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Дукенбаев К.Д. Нурекен Е. Энергетика Казахстана (технический аспект). -Алматы:, 2001.-312с.

[2] Немцев З.Ф., Арсеньев Т.В. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение. -М.: Энергоиздат, 1982. -400 с.

[3] Белинский С.Я., Липов Ю.М. Энергетические установки электростанций. -М.: Энергия, 1978. -301 с.

[4] Хазен М.М:, Матвеев Г.А., Грицевский М.Е. Теплотехника. -М.: Высшая школа, 1984. -479 с.

[5] Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987.- 328с.

[6] Тепловые и атомные электрические станции: Справочник/Под общ. Ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина.-2-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 608с.

Бергенжанова Г.Р., Бахтияр Б.Т., Алкенова Г.Х.

Жылу электр орталығының отын дайындау жолындағы ішкі өндірістік мұқтаждықтарына шығындалатын электр энергиясын үнемдеу шаралары.

Түйіндеме. Мақалада жылу электр орталығындағы отын дайындау жолында жұмыс істейтін қондырғыларға шығындалатын электр энергиясын үнемдеу шаралары келтірілген.

Мәтін сөздер: жылу электр орталығы, электр энергиясы, энергия үнемдеу.

Bergenzhanova G.R., Bakhtiyar B. T., Alkenova G.H.

Methods saving electric energiya the combined heat and power plants spent for own needs of installations of a fuel path.

Summary. In article saving electric energiya spent for the drive of installations of a fuel path of combined heat and power plant is considered methods.

Key words: combined heat and power plants, electric energy, energy saving.

УДК 539.3

А.М. Кожанова
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
aida_8304@bk.ru)

СЕБЕП-САЛДАР ДИАГРАММАСЫН ҚОЛДАНЫП ТЕХНИКА-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ҮЛГІСІН ҚҰРУ

Аннотация. Білім алуда тиімді және нәтижелі әдістердің бірі байыпты-ойын түрінде көрсету. Бұл ізденушіге тәжірибені қажет етпей жұмыс жасауға мүмкіндік береді. Бұл әдетте бизнес ойындар жеке компьютермен басқара алынады. Жекелеп алынған нақты экономикалық жүйенің фрагменттері осы ойында келтірілген. Автоматтандырылған жүйемен жүзеге асырылған ойын негізінен екіге бөлінеді: симулятор және ойын қатысушыларымен қарым-қатынасты жүзеге асыру ол шешімнің нәтижесін анықтайды. Симулятор шынайы фрагмент үлгісінің алгебралық теңдеулер жүйесін шешеді. Бұл үлгі айнымалылардың арасындағы математикалық қарым-қатынасты шешеді. Себеп-салдар диаграммалар қарым-қатынас модельдеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Мақала жүйелік динамика әдісін қолданып техника-экономикалық жүйені құру әдістемесін ұсынады. Инженерия динамикалық үлгі құру әдістемесін ұсынады. Бұл мақалада себеп-салдар диаграммасының мысалы ойын түрінде және математикалық үлгісі келтіріледі. Логистиканы оқу және ұйымдық шешім қабылдаудың үлгісін келтіру үшін мысалдар келтіріледі. Қызметтер-нарық және талдау, жеткізу жүйесі және фирмалар-басекелес нарықтағы АТ фирмалар. Бұл ойындар логистикке эксперттік-практикалық зерттеу жұмыстарды жүргізу барысында, информатика мамандықтарының студенттеріне кәсіпкерлік деңгейін жоғарылату мақсатында нарықтағы бос жұмыс орындарға талаптануына себеп болады.

Кілттік сөз: байыпты ойын, бизнес-шешім ойыны, себеп-салдар диаграммасы.

КІРІСПЕ

Байыпты ойын немесе оны қолдану ол бірнеше ойындар категориясы: үлгілеудің аппараттық құралы, оқып-үйрену видеоойыны, ұйымдастыру және компьютерлік шешім қабылдаудың үлгісі [1] түріндегі ойындар. “Байыпты” деген сөз ойындарды қолдану аймағымен байланысты [2].

Байыпты ойын типінің бір түрі ретінде-бизнес ойыны шешімінің үлгісі (БОШҮ) [2], [3], [4] ретінде компьютерлік үлгімен жұмыс тобын ұйымдастыру. Бұл үлгі ойын сценариясымен және ойын мақсатымен нақты фрагмент үлгісін көрсетеді. Ойын басекелестікке қабілетті болады кейде болмайды. Басекеге қабілетті ойында команданың бір немесе бірнеше жеңіліс тапқандарда мақсат бірдей. Бұл мақсат кері болады (мысалы, табыс өте жоғары,кәсіпкерлікті дамыту, нарықты бақылау, құны аз есепті орындау). БОШҮ эксперимент жалпы үлгісімен үлгілеу үшін қажет. Бұл эксперимент ойынның қатысушыларымен орындалады. Ойын сценариясында көрсетілгендей қатысушылар менеджер болып ойнайды. Олар тізбекті шешімді шығарып және оның нәтижесін талдайды. Оларда ойын стратегиясы болуы қажет. Негізі қатысушылар тәуелсіз шешім қабылдайды және ойын жетекшісі ойынды қадағалайды. Қадағалау деген ол ұйымдастыру, түсіндіру, анықтау және т.с.с. Ойын үлгісін қадағаламай төмен тиімділікпен қолдануға болады[5]. Байыпты ойынның кілттік пункті - ойын сценариясы. Бұл жағдайды, принциптерді, мәселелерді, рұқсат етілген мақсатын анықтай алуы қажет. Сценария ойын уақытын және нәтиже бағасының критерийлерін анықтай алуы қажет.

Бизнес - шешім қабылдау ойынының үлгісі 1 - суретте келтірілген.

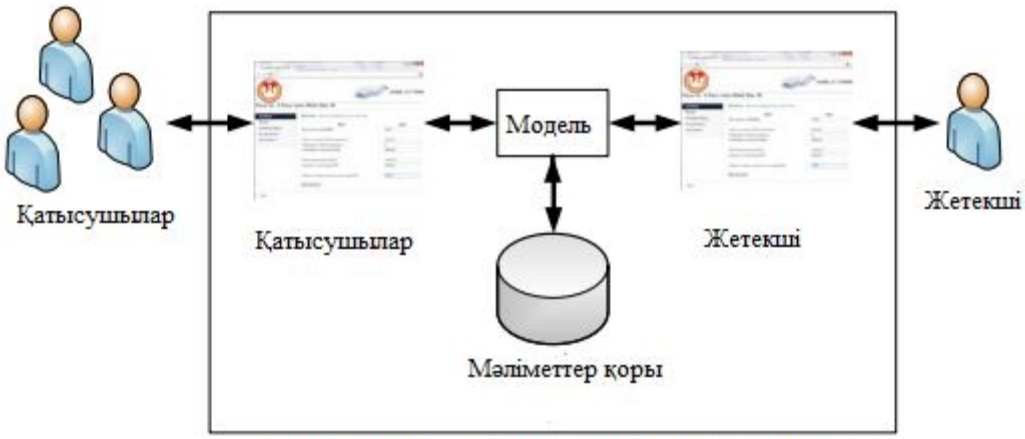


1-сурет. Ойынды үлгілеуді ұйымдастыру.

Әртүрлі зерттеулер бизнес оқыту аймағында байыпты ойынды қолдану жоғары тиімді екенін көрсетіп отыр [7].

Бизнес ойынының элементтері және типтік құрылымы

БОШҮ есептеуіш техникасының техникалық құралын қолданады: бағдарламалық жабдық және компьютерлік желі. Бизнес ойын ұйымдастырудың компоненттері үлгісі 2-суретте келтірілген.



2-сурет. Ойын бағдарламалық жабдықтың архитектурасы

БОШҮ кілттік элементі болып, ойындар ішіндегі имитационды үлгі. Бұл үлгі ереже бойынша жүйелік динамика әдісін қолданады. Үлгі БОШҮ-ге алдын ала анықталған бизнес-сценариямен анықталады. Үлгі БОШҮ үлгісі динамикалық болып табылады. Әртүрлі уақытқа байланысты ойын күйін айқындайтын мәліметтер қоры барлық айнымалылардың мәнін сақтайды. Қолданушы интерфейсі қолданушыға коммуникациялық ойындарға рұқсат береді (қатысушылар және жетекші) үлгі арасында бір-бірімен (егер ойын сценариясы қарастырылған болса).

Техника-экономикалық жүйенің динамикалық имитациялық үлгісін құруға арналған себеп-салдар үлгісі

Жүйенің үлгісін құру үшін комплексті зерттеуді, пәнаралық жетік білуді қажет етеді. Үлгіні, жүйенің үлгісін құру кезінде келесі аймақтағы білімді қажет етеді[20]:

- жүйелік талдау,
- жүйелік үлгілеу,
- сандық әдістер,
- статистика,
- кейбір өрістер үлгілеу жүйесіне байланысты

Ититационды үлгінің этаптары келесіден тұрады;

- Сөздік үлгі-ойынды сөз түрінде сипаттау (бұл сценарияның бір бөлігі ретінде);
- Жүйенің динамикасының графикалық үлгісі – айнымалылар арасында байланысты графика түрінде көрсету;
- Математикалық үлгі – айнымалылар байланысын дифференциалдық жүйе және интегралдық теңдеулер түрінде көрсету;
- Компьютердік үлгі – әртүрлі ортада жүзеге асыруды қолданып бағдарламалық жабдықтауды жүзеге асыру.

Үлгіні тұрғызғанда келесі әдістер қолданылады:

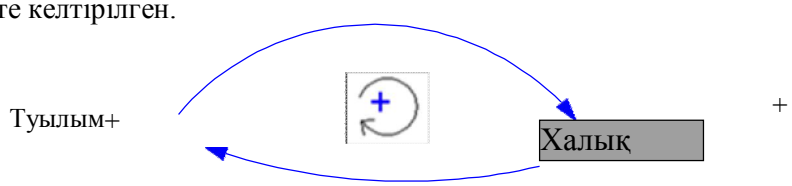
- Сөздік (тізім) айнымалылар (кесте, айнымалылар үлгісін сипаттайтын, мағынасын сипаттайтын параметрлер);
- Имитацонды үлгінің құрылымы диаграммасы;
- Себеп-салдар диаграммасы (диаграмманың себепті нүктелері);
- Алгебралық теңдеулер;

$$TAX=0.23*INCOME \ (1)$$

- Қосымша теңдеулер (t-уақытқа байланысты):

$$LEVEL_t = LEVEL_{t-1} + (INCOME_t - OUTCOME_t) \ (2)$$

Инкрементальді теңдеулер экономикалық процестерге өте жақсы сәйкес келеді. Бизнесте болатын циклды сипатқа ие, бір күннен жылға дейін болатын цикл ұзындығы болады. Себеп Loop диаграммасы үлгінің элементтері өзара байланысы бар себеп-салдар диаграммасын сипаттайды. Бұл график арнайы белгілеулермен келтірілген (1-кесте). Қарапайым себеп-салдар мысалы екі айнымалының байланысы 3-суретте келтірілген.



3-сурет. Қарапайым екі айнымалының байланысы схемасы.

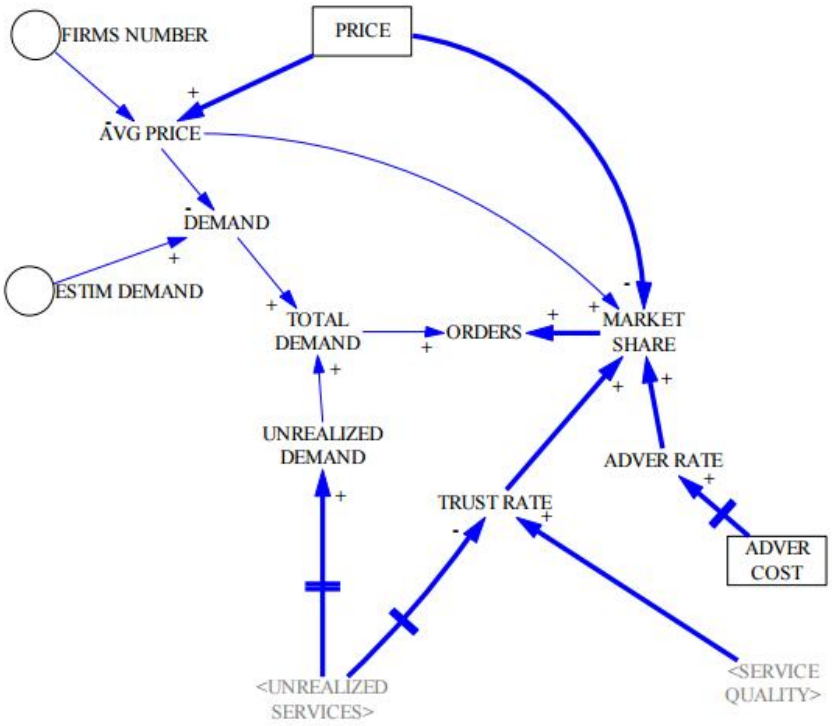
3-суреттегі қатынас, бір мәннің көбеюі екіншісінің көбеюіне әкеп соғады. Табиғатта бұл өсім себеп-салдар диаграммамен көрсетілмеген. Бұл математикалық есеп. Екі айнымалы байланысындағы нүкте оң байланыс болып табылады.

1кесте. **Себеп-салдар диаграммасындағы графикалық элементтер**

Графикалық элементтер	Мәні	Комментария
Жалақы	Айнымалы мәні	Эндогенді
GROSS PROFIT	Эндогенді айнымалы	Осы схемада(үлгі)
TAX RATE	Эндогенді айнымалы	Тұрақты немесе айнымалы
<STAFF LEVEL>	Басқа диаграммадан айнымалы(үлгі)	
CASH	Эндогенды айнымалы	Жинақталушы айнымалы
	Себеп-салдар байланысы	Скалярлы байланысы
	Себеп-салдар байланысы	Векторлы байланысы
	Кешігу себеп-салдар байланысы	Скаляр немесе вектор
+ -	Әсер ету байланысы	+ - оң (өсу эффекті) - - кері (кему эффекті)

Ойын симуляторы ұсынған себеп-салдар диаграммасы үлгісінің мысалы
Жалпы нарықтың үлгісі

Ойында жалпы нарықтың үлгі маңызды роль атқарады. Бұл үлгі нарықтағы кез-келген компания үшін тапсырыс берудің көлемін (Orders) анықтайды. Үлгі 4-суретте көрсетілген. Айнылмалылар тізімі 2-кестеде келтірілген.



4-сурет. Нарық үлгісі.

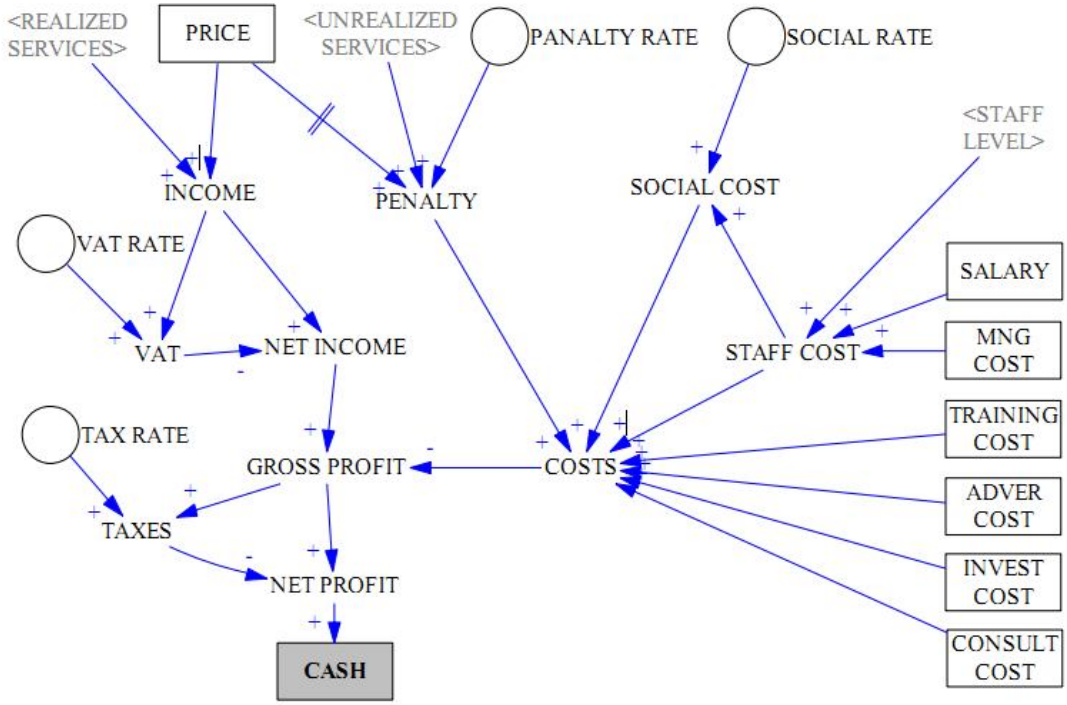
2-кесте. **Нарық үлгісінің айнымалылары және олардың мәндері**

Айнымалы аты	Айнымалы типі (*)	Үлгінің элементтерін сипаттау
PRICE	D	Осы айдағы талап етілген қызметтің құны
ADVER COST	D	Үлестіру шығыны
UNREALIZED	X	Осы айда қызмет көлемі қамтамасыз етілмеді.
SERVICES	X	Нарықтағы фирма саны
SERVICE QUALITY	P	Осы айда нарықтағы қызметтің сұранысы
FIRMS NUMBER	E	Нарықтағы фирманың саны
DEMAND	P	Осы айдағы қызметтің нарықтағы сұранысы
ESTIM DEMAND	E	Қызметтің болжаған нарықтық сұранысы
UNREALIZED	E	Алдыңғы ай бойынша орындалмаған нарықтық сұраныс
DEMAND	E	Орындалмаған талап бойынша жалпы нарықтық сұраныс
TOTAL DEMAND	E	Нарықтағы қызметке сұрайтын орташа баға
ORDERS	E	Фирманың нарықтағы орны
AVG PRICE	E	Фирма жарнамасының нарықтағы құны
MARKET SHAR	E	Нарықта фирмаға деген сенім

(*) D-шешім, P – параметрлер, E – эндогенды айнымалы, X – сыртқы айнымалы.

Компанияның ақша ағымының динамикалық моделі

Компанияның ақша қаражаттарының қозғалыс моделі - әрбір ойында әзірленген ең маңызды модельдердің бірі осы қолма-қол ақшамен есеп айырысу ойын шешімдеріне қатысушылар мен олардың нәтижелері негізінде болады. Өңделген үлгі 5-суретте көрсетілген. Берілген айнымалы және олардың түрлері, сондай-ақ мәндер жиынтығы 3-кестеде келтірілген.



5-сурет. Компанияның ақша айналым үлгісі.

3-кесте. **Ақша айналым ағыны үлгісінің айнымалылары және олардың мәндері**

Үлгі айнымалысының аты	Айнымалы типі (*)	Үлгінің элементтерін сипаттау
REALIZED SERVICES	X	Ағымдағы айдың қызмет көлемі.
PRICE	D	Осы айдағы талап етілген қызметтің құны
UNREALIZED SERVICES	X	Осы айдағы көрсетілмеген қызмет көлемі
SOCIAL RATE	P	Әлеуметтік қамтамасыздандыру деңгейі
SALARY	D	Қызметкерлер жалақысы
STAFF LEVEL	X	Компанияның жұмыспен қамту деңгейі
MNG COST	D	Қызметкерлерді басқару шығыны
INCOME	E	Осы айдағы табыс
PANALTY RATE	P	Көрсетілмеген қызмет айыппұлы (бағаға байланысты процент)
PENALTY	E	Кері қайтарылған қызмет қаражаты
SOCIAL COST	E	Осы айдағы әлеуметтік қамтамасыздандыру шығыны
STAFF COST	E	Осы айдағы кәсіпорынның құрылымының айлығы шығыны
VAT RATE	P	ҚҚС (НДС) құны
VAT	E	Осы айдағы шығын
NET INCOME	E	Осы айдағы табыс
COSTS	E	Осы айдағы жалпы шығын
TRAINING COST	D	Мамандарды дайындау құны
ADVER COST	D	Үлестіру құны
INVEST COST	D	Инвестициялық шығын
CONSULT COST	D	Кеңес беру шығыны
TAX RATE	P	Пайда салығы құны
GROSS PROFIT	E	Осы айдағы валдық табыс
TAXES	E	Осы айдағы төленген салық
NET PROFIT	E	Осы айдағы таза салық
CASH	E	Қаржы (кері айналым)

(*) D – шешім, P – параметрлер, E – эндогенді айнымалы, X – сыртқы айналым.

Қорытынды

Өңделген ойын шешімдері осы мақалада сипатталған болатын. Бұл ойындар ұйымдық шешім қабылдау процестеріне және логистика оқытуда пайдаланылады. Олар ойындарды орындағанда: ҚЫЗМЕТТЕРІ - нарық және бәсекелесті талдау, LOGCHAIN –жеткізу жүйесі процестері және бәсекеге қабілетті нарықтағы АТ компания. Ойын дамуына тән процесті құру модельдеуді құрумен жүзеге асады. Екі өте маңызды ішкі жүйелер толығымен ұсынылып, себеп-салдарлық схемасы қалай қолдануға болатыныны туралы егжей-тегжейлі айтылды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Майкл Д. (2006). Байыпты ойын: ақпараттандыру және үйрету ойындары. Бостон, Массачусетс: Курс PTR.

[2] Петридис П., Хаджикоста К., Гуан В.С., Данвелл И., Бейнс, Т., Бигдели А., Урень, В. (2015). Мемлекет-оф-арт іскер ойын. Халықаралық журнал байыпты ойын, 2 (1) шығ., 55-69бет.

[3] Милош, Е., Милош, М. (2014). Small Computer Enterprise басекелес нарықтағы шешім 7-ші Халықаралық білім алу, ғылыми және инновациялық зерттеу конференциясы- Ичери, 17-19-го қараша 2014 жыл,Севилья, Испания, 1831-1838 бет.

[4] Систани, С. М., Систани, Г. А. (2014). Кәсіпкерлік және үйрену ойыны. Зерттеу журналы, 3 (7) т, 98-102 бет.

[5] Пенья-Мигель, Н.(2015). Байыпты ойын: Инструменты для обучения.
Международный журнал технологий в процессе обучения, т. 22 (4), стр. 27-40.

[6] Беллотти, Ф., Берта, Р., (2014). Кәсіпкерлікті дамыту барысындағы байыпты ойын.Entertainment Computing, т. 5, 357-366б.

[7] Гильен-Ньето, В., Алесон-Карбонелл, М. (2012). Байыпты ойын және оқытудың тиімділігі: Компьютер&Бәлім алу т. 58 (1), 435-448 б.

Кожанова А.М.

Построение динамических моделей технико-экономических систем с помощью причинно-следственной диаграммы

Резюме. Серьезные игры являются одним из наиболее эффективных и продуктивных методов обучения. Они позволяют выработать практические навыки без практики. Они, как правило, интерактивные управляемые компьютером деловые игры. Отдельные фрагменты реальной экономической системы моделируются в этих играх. Автоматизированное проведение таких игр в основном состоит из двух частей: подсистема осуществляет взаимодействие с участниками игры и симулятора, определяющих последствия принимаемых решений. Симулятор решает дифференциальные и алгебраические уравнения, которые представляют собой модель фрагмента реальности. Эта модель создается математизации отношений между переменными. В статье представлена методика динамических моделей построения технико-экономических систем с использованием метода системной динамики.

Kozhanova A.M.

Building dynamic models of technical-economic systems using causal diagrams

Summary. Serious games are one of the most efficient and productive methods of education. They allow to work out practical skills without practice. These are usually interactive computer-controlled business games. Selected fragments of the real economic system are modelled in these games. Environmental computer-aided realization of such games essentially consists of two parts: subsystem implementing the interaction with the participants of the game and simulator, which determine the consequences of decisions. The simulator solves differential and algebraic equations that represent a model of a fragment of reality. This model is created by the mathematisation of relationships between variables. Cause-and-effect (causal) diagrams can be used to model relationships. The article presents the methodology of dynamic models of technical-economic systems construction using the method of System Dynamics. In this paper its also given the essence of causal diagrams and examples of their practical use a building the structure of mathematical models which is used in serious business games.

УДК 004.78

Р. Мустакаев, Т. Бакибаев, Р. Мухамедиев
(Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Казахстан, г.Алматы,
Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК, Казахстан, г.Алматы)

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА ДАННЫХ CRM СИСТЕМ. ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ

Аннотация. В работе на основании практического опыта идентифицируются основные функции и структура данных систем управления взаимоотношениями с клиентами (CRM). Дана общая характеристика CRM систем. Приведено описание основных функций системы, которые удобно разделить на аналитические и операционные. Описана обобщенная структура данных, присущая CRM-системам, реализуемым в различных сферах деятельности. Практический опыт реализации CRM показывает, что им присущи многие общие черты, начиная с перечня реализуемых функций и заканчивая основными информационными сущностями, поддерживаемыми в системе. В частности, функции систем можно разделить на операционные и аналитические, которые предназначены как для поддержки текущей деятельности компании, так и для анализа накопленных данных. Для реализации функций CRM систем широко используются методы бизнес аналитики и интеллектуальных бизнес систем, в частности, машинное обучение.

Ключевые слова. CRM система, информационная система, база данных, структура данных.

Введение

CRM (Customer Relationship Management) системы - это класс информационных систем, позволяющих управлять взаимодействием с потребителями. CRM системы проделали большой путь развития от момента осознания проблемы и до появления развитых систем анализа больших объемов быстро меняющихся данных (Big Data). Вначале своего развития эти системы были некоторой частью триады «data warehousing, data mining and CRM" [1]. С течением времени пришло осознание необходимости CRM как отдельной системы поддержки успешных бизнес процессов. Основным продуктивным механизмом CRM, обеспечивающим выработку решений и рекомендаций, являются техники, объединенные термином data mining. В последнее время эти техники претерпевают переход от обработки данных, хранящихся в традиционной форме в виде реляционных баз данных, к обработке быстро меняющихся данных большого объема, т.н. больших данных (Big Data). Ключевыми техниками обработки бизнес Big Data являются методы машинного обучения [2], [3], [4]. Методы машинного обучения и другие методы поиска закономерностей в данных объединяются термином Business Intelligence and Analytics (BI&A), эволюцию которых в соответствии с [5] можно разделить на 3 этапа:

- Аналитика, основанная на структурированных данных
- Аналитика, основанная на неструктурированных web-данных
- Клиенто-центрированная аналитика на основе активности с применением мобильных устройств

В силу многообразия CRM систем единого строгого определения данного класса информационных систем не существует, хотя и предложено несколько толкований данного термина. В работе [6] даётся следующее лаконичное определение: "Customer relationship management (CRM) is a combination of people, processes and technology that seeks to understand a company's customers". Обобщенно, CRM рассматривается как система организующая широкий класс процессов взаимодействия между пользователями и организацией, предоставляющей услуги, которые направлены на получения выгоды как для пользователей, так и для организации [7], [8]. CRM как один из классов информационных систем включают в себя многие аспекты взаимодействия: продажи, запросы/отзывы клиентов, бизнес контакты и т.п.

Принято считать, что функции CRM реализуются в четырех измерениях

- Идентификация пользователя
- Привлечение пользователя
- Удержание пользователя
- Развитие пользователя

Таким образом, одна из основных целей систем данного класса – консолидировать и систематизировать всю информацию о клиентах. Это позволяет эффективно отслеживать и анализировать поведение клиентов и также держать более продуктивную связь с ними.

В частности, финансовым организациям CRM системы помогают отследить – какие из их клиентов генерируют наибольшие денежные потоки, какие финансовые услуги и в каких регионах наиболее востребованы на рынке, какие сегменты клиентов требуют повышенного внимания в силу риска расторжения с ними договорных отношений.

Работа состоит из двух основных частей, в которых, на основании практического опыта, описываются функции и основные информационные сущности CRM систем.

Функции CRM системы на практике

CRM-системы можно применить во многих задачах организации. Практически функции данных систем можно разделить на операционные и аналитические. Перечень основных функций CRM-систем с учетом упомянутого деления приведен в Таблице 1. Приведённый перечень сформирован на основании опыта разработки CRM систем для финансовой организации и коалиционной программы лояльности.

Таблица 1. **Функции CRM-систем**

Операционные функции	Аналитические функции
• Хранение профиля клиента • Хранение информации об ответственных сотрудниках компании • Автоматизация обработки и хранение истории заказов • Контроль качества обслуживания • Управление маркетинговыми кампаниями • Коммуникация с клиентами	• Консолидация данных • Формирование статистики • Сегментация клиентов • Прогнозирование

Операционные функции позволяют автоматизировать и сделать более прозрачной текущую деятельность компании:

Хранение профиля клиента - в минимальном виде это идентификационная и контактная информация о клиенте. Но также возможно хранение расширенной информации. Например, региональная принадлежность, сфера деятельности. В случае физических лиц – это также, например, может быть пол, возраст, семейное положение и т.п.

Хранение информации о сотрудниках компании, ответственных за работу с клиентом позволяет оперативно определить сотрудника, курирующего работу с обратившемся в компанию клиентом.

Автоматизация обработки и хранение истории заказов – это обеспечение возможности оперативно зарегистрировать новый заказа или найти/скорректировать/изменить статус зарегистрированных ранее заказов. Как правило, включает в себя хранение всей информации о заказах с возможностью быстрого поиска. Основные составляющие информации о заказе – это время регистрации и выполнения заказа, предоставляемые товары/услуги, суммы поставки и себестоимости заказа, задействованные человеческие ресурсы со стороны компании.

Под контролем качества обслуживания понимается возможность реагирования на инциденты низкого качества обслуживания. Например, ситуации с превышением времени выполнения или негативным отзывом клиента.

Функции управления маркетинговыми кампаниями позволяют работать с информацией о маркетинговой активности (в т.ч. – таргетированной). Под маркетинговой активностью понимаются специальные предложения, скидки, рекламные акции и т.д.

Коммуникация с клиентами – в наиболее частом случае – сбор отзывов, проведение опросов. Коммуникация может быть со всеми клиентами (массовая рассылка, опрос), конкретным клиентом (получения отзыва о выполненном заказе) или с заданным сегментом клиентов (специальное предложение).

Аналитические функции ориентированы на накопление и работу с собранными в системе к текущему моменту данными с целью оптимизации дальнейшей деятельности компании.

- Консолидация данных – это сбор данных из различных источников. Во многих случаях, в компании организовано несколько информационных систем, поддерживающих ее деятельность. Чтобы статистика была максимально многогранной, данные различных систем загружаются в единое хранилище данных DWH (Data Warehouse).

- Формирование статистических отчетов обеспечивает для менеджмента объективную картину деятельности компании, которая, в свою очередь, создает фундамент для принятия решений.

- Под сегментацией клиентов понимается разбиение клиентов на группы, сходные по тем или иным признакам (в том числе – поведенческим). Сегментация необходима, например, для проведения таргетированных рекламных акций. Одним из инструментов сегментации клиентов являются алгоритмы машинного обучения.

- С помощью функций прогнозирования система может сделать некоторые предположения на ближайшее будущее на основе накопленных статистических данных. Например, таким образом можно оценить ближайшие перспективы спроса на определенные товары/услуги. Методы машинного обучения и статистики, например, регрессионный анализ, часто используются для решения таких задач.

Структура данных CRM системы

Практический опыт реализации CRM систем показывает, что структура данных CRM включает в себя ряд концептуальных сущностей, присущих большинству систем данного класса. В первую очередь необходимо учесть, что в CRM-системах присутствуют как OLTP (Online Transaction Processing), так и DWH (Data Warehouse) подсистемы. OLTP-часть решает задачи операционной информационной поддержки бизнес-процессов, DWH-часть ориентирована на хранение информации за длительные периоды и её аналитику, т.е. извлечение ценной информации из накопленных данных.

Ниже описана упрощенная структура, применимая к OLTP, так и DWH-системам на примере реляционной модели данных. Схематично структура изображена на Рисунке 1.

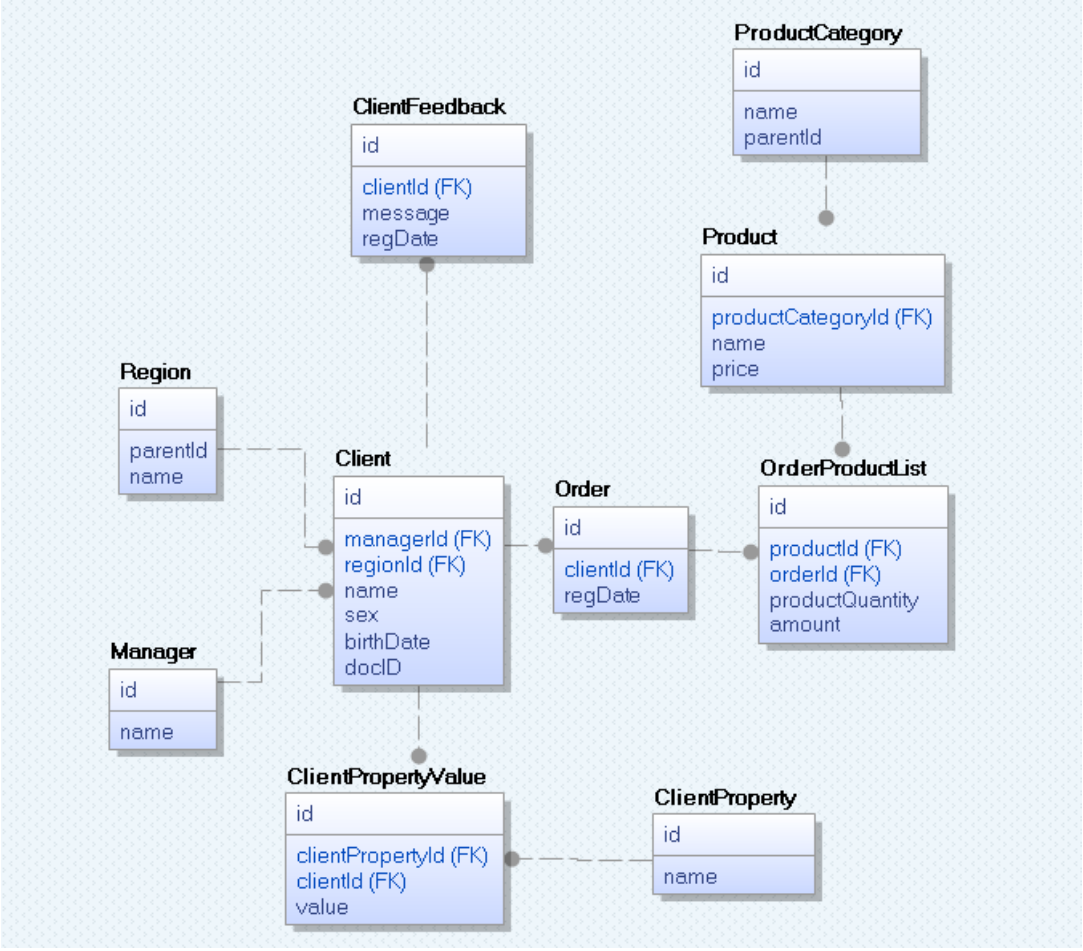


Рис. 1. Упрощенная модель структуры данных CRM-системы

Центральной сущностью CRM-системы является **клиент**. К атрибутам данной сущности относится вся относительно постоянная информация о клиенте, такая как (идентификатор пользователя (ID), ФИО, дата рождения, пол, дата регистрации в системе, документарные данные, регион проживания и т.п.).

Как правило, изначально о клиенте нет других данных, кроме перечисленных выше. С течением времени сущность клиента связывается с другими сущностями (в частности – событиями), имеющими отношение к данному клиенту.

Регионы. Многие сущности в системе тем или иным образом связаны с некоторым регионом. Например, клиент проживает в некотором регионе; определенный род услуг также может быть закреплен за некоторым регионом. Для этого в системе хранится справочник, который используется для определения региональной принадлежности различных сущностей. Под регионами могут пониматься страны, области, города, районы и т.п. сущности зависящие от целей системы. В случаях, когда необходимо одновременно поддерживать регионы различных уровней, выстраивается иерархическая структура.

Сотрудники организации, в частности, менеджеры. За клиентом может быть закреплен менеджер, который его курирует. Т.е. в системе некоторая сущность отражает менеджеров компании, уникальные идентификаторы которых привязываются к клиентам. Менеджер, закрепленный за клиентом, может меняться с течением времени (например - в связи с ротацией или текучкой кадров). Кроме того, менеджеры могут быть связаны с некоторым видом услуг (продуктов).

Заказы (операции) клиента – это наиболее важная сущность, характеризующая клиента. Заказы определяют активность клиента в рамках деятельности компании, а соответственно и интерес компании к данному клиенту. Заказы связаны с клиентом в соотношении один-ко-многим. Неотъемлемыми атрибутами заказа являются время/сумма. Дополнительно может храниться, например, информация об обслуживающих заказ сотрудниках, составе/параметрах заказа, региональной принадлежности заказа.

Товары/услуги. Для описания деталей заказа создаются дополнительные сущности. Например, в случае, если заказ состоит из покупки нескольких товаров и услуг, то в системе отдельно формируются справочники товаров/услуг, в которых хранится вся информация по каждому товару/услуге: наименование/описание, цена, категория, региональная принадлежность (некоторые услуги могут быть доступны только в определенных регионах). А сам заказ сохраняется в связке с некоторой собирательной сущностью – корзиной товаров/услуг, состоящей из списка купленных товаров с указанием количества и дополнительных параметров покупки.

Категории товаров/услуг. Хранение перечня товаров/услуг систематизируется разбиением на категории. Категории могут иметь различное количество уровней вложенности.

Свойства клиента. Важной функцией CRM-систем является хранение различной дополнительной информации о клиенте. Базовая информация хранится в качестве атрибутов сущности Клиент. Кроме базовой информации может потребоваться хранение еще множества свойств, которые могут определять потенциально интересные клиенту категории товаров, например, наличие автомобиля, живет ли клиент в квартире или частном доме, его семейное положение, наличие детей, привычки (например, курение), марка личного автомобиля. Набор таких свойств существенно зависит от направления бизнеса и маркетинговой стратегии компании. Более того, с течением времени может потребоваться ввести в систему новые свойства. Свойства клиента могут хранить разные типы информации: целые и вещественные числа, булевы значения, текст. В качестве универсального решения нередко все сохраняется в строковом виде. Исключением являются бинарные данные – их хранение можно вынести в отдельные таблицы, специально для этого созданные.

Отзывы клиентов. Клиенты могут оставлять отзывы о качестве обслуживания или, например, обращаться в службу поддержки по поводу проблем. Каналы связи могут быть различными - через сайт, call-центр, опросные листы. Сообщения могут быть как от конкретных клиентов, так и анонимные. Сохранение информации об обращениях клиентов может оказаться полезным для последующего анализа качества обслуживания. В качестве инструментов анализа достаточно популярны алгоритмы анализа текстов.

Сегменты клиентов. На основе свойств и истории активности клиенты могут быть разбиты на группы, близкие по некоторому набору признаков. Сущность сегментов связывается с сущностью клиентов по типу многие-ко-многим. То есть один клиент может принадлежать множеству сегментов также, как и один сегмент объединяет многих клиентов.

Кампания. Маркетинговая кампания – достаточно абстрактная описательная сущность: в общем смысле это запись, описывающая действие или серию действий в отношении некоторого сегмента клиентов. Под кампанией может пониматься email-рассылка, массовая скидка, спец-условия для заданного типа клиентов и т.д.

Заключение

Практический опыт реализации CRM показывает, что им присущи многие общие черты, начиная с перечня реализуемых функций и заканчивая основными информационными сущностями, поддерживаемыми в системе. В частности, функции систем можно разделить на операционные и аналитические, которые предназначены как для поддержки текущей деятельности компании, так и для анализа накопленных данных. Для реализации функций CRM систем широко используются методы бизнес аналитики и интеллектуальных бизнес систем, в частности, машинное обучение.

Информационная структура CRM систем, как правило, содержит следующие сущности (но не ограничивается ими):

- Клиенты
- Сотрудники организации
- Свойства клиента
- Заказы
- Товары/услуги
- Категории товаров/услуг
- Регионы
- Сегменты клиентов
- Маркетинговая кампания
- Отзывы клиентов

CRM системы являются важной частью информационной системы предприятия. Их использование позволяет, в конечном итоге, улучшить экономические показатели организации. Выделение общих элементов подобных систем позволяет унифицировать процесс проектирования, разработки и сопровождения и, в конечном итоге, снизить стоимость общую стоимость жизненного цикла системы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Rygielski C., Wang J. C., Yen D. C. Data mining techniques for customer relationship management //Technology in society. – 2002. – Т. 24. – №. 4. – С. 483-502.

[2] Condie T. et al. Machine learning for big data //Proceedings of the 2013 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. – ACM, 2013. – С. 939-942.

[3] Muhamedyev R. Machine learning methods: An overview //CMNT. - 19(6). – 2015. - P. 14-29.,

[4] Мухамедиев Р. И., Мухамедиева Е. Л., Кучин Я. И. Таксономия методов машинного обучения и оценка качества классификации и обучаемости //Cloud of Science. Т. 2. № 3.– С. 359-378.

[5] Chen H., Chiang R. H. L., Storey V. C. Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact //MIS quarterly. – 2012. – Т. 36. – №. 4. – С. 1165-1188.

[6] Chen I. J., Popovich K. Understanding customer relationship management (CRM) People, process and technology //Business process management journal. – 2003. – Т. 9. – №. 5. – С. 672-688.

[7] Knox S. et al. Customer relationship management. – Routledge, 2007.

[8] Ngai E. W. T., Xiu L., Chau D. C. K. Application of data mining techniques in customer relationship management: A literature review and classification //Expert systems with applications. – 2009. – Т. 36. – №. 2. – С. 2592-2602.

[9] Peppard J. Customer relationship management (CRM) in financial services //European Management Journal. – 2000. – Т. 18. – №. 3. – С. 312-327.

[10] Coltman T., Devinney T. M., Midgley D. F. Customer relationship management and firm performance //Journal of Information Technology. – 2011. – Т. 26. – №. 3. – С. 205-219.

[11] Kumar V., Reinartz W. Customer relationship management: Concept, strategy, and tools. – Springer Science & Business Media, 2012.

[12] Siddiqi K. O. Interrelations between service quality attributes, customer satisfaction and customer loyalty in the retail banking sector in Bangladesh //International Journal of Business and Management. – 2011. – Т. 6. – №. 3. – С. 12.

Mustakayev R., Bakibayev T., Muhamedyev R.

Basic Functions and Data Structure of CRM Systems Based on Experience.

Summary. In this paper we show the functions and data structures of customer relationship management systems (CRM) based on our experience. We give the general characterization of CRM systems. We described their basic functions that can be split into analytical and operational ones. We generalized the data structure that is standard for the CRM systems in different areas.

Key words: CRM System, Information System, Databases, Data Structures

Мустакаев Р., Бакибаев Т., Мухамедиев Р.

CRM жүйелерінің деректер құрылымы мен негізгі міндеттері. Практикалық тәжірибе.

Түйіндеме. Жұмыста практикалық тәжірибе негізінде клиенттермен қарым-қатынас жасау басқару жүйесі (CRM) деректерінің құрылымы мен негізгі міндеттері сәйкестендіріледі. CRM жүйесі туралы жалпы сипаттама берілген. Жұмыста аналитикалық және операциялық болып бөлінетін жүйенің негізгі міндеттері жөнінде мәліметтер келтіріліген. Түрлі салада қолданылатын CRM-жүйеге тән жиынтықталған деректер құрылымы сипатталған.

Негізгі сөздер: CRM-жүйе, ақпараттық жүйе, деректер базасы, деректер құрылымы.

УДК 621.927.9:66.091

Е.С. Орынбеков., Н.А. Кали

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, Eljan_79@ mail.ru, nazik_0792@list.ru)

ОСНОВЫ МЯГКОГО МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Аннотация. Исследована возможность использование механохимических методов синтеза которые позволяют избежать растворителей, что существенно упрощает экологические проблемы в химических производствах.

Как правило, для механохимического синтеза используются высокореакционные соединения - гидратированные оксиды, гидроксиды, твердые кислоты, основные и кислые соли, их кристаллогидраты, т.е. вещества, с участием которых протекают реакции с выделением воды.

В последнее время для синтеза неорганических соединений используется метод механической активации, заключающийся в проведении твердофазных реакций в измельчительных аппаратах. В процессе совместной механической обработки твердых смесей происходят измельчение и пластическая деформация веществ. Таким образом, из приведенного краткого обзора следует, что созрела необходимость в обобщении и систематизации возможностей, механизмов и закономерностей ММхС для образовательного процесса.

Ключевые слова: механохимический синтез, гидроксиды, интенсификации диффузионно-контролируемых реакций, химическая связь.

Проблема синтеза неорганических соединений - одна из основных в химии и химической технологии. Всегда была привлекательной идея использовать для синтеза реакции между твердыми веществами, минуя стадии растворения. Однако плохое смешение компонентов, малая площадь поверхности соприкосновения, сильное диффузионное сопротивление затрудняют протекание твердофазных реакций, они протекают с малыми скоростями и требуют длительных выдержек при высоких температурах. Наблюдаемое же в ряде случаев ускорение твердофазных реакций связано, как правило, с участием жидких и газовых фаз.

В последнее время для синтеза неорганических соединений используется метод механической активации, заключающийся в проведении твердофазных реакций в измельчительных аппаратах. В процессе совместной механической обработки твердых смесей происходят измельчение и пластическая деформация веществ. При этом увеличивается число точечных контактов, осуществляется их постоянное обновление, реализуются процессы размножения и миграции дефектов в объеме твердых тел, причем подвижность их может быть достаточной для перемешивания вещества на молекулярном уровне и интенсификации диффузионно-контролируемых реакций. Метод нашел применение для синтеза соединений из исходных реагентов с различным типом химической связи (металлической,

ковалентной, ионной и т.д.). С его помощью проводится синтез самых разнообразных соединений: сложных оксидов, гидридов, фосфатов, комплексных и тугоплавких соединений, сплавов, интерметаллидов и т.д. Использование механохимических методов синтеза позволяет избежать растворителей, что существенно упрощает экологические проблемы в химических производствах.

В химии твердого тела существует термин "мягкая химия" для методов, основанных на предварительном получении промежуточных соединений, например гидратов, из которых в дальнейшем удается синтезировать новые метастабильные фазы.

Как правило, для механохимического синтеза используются высокореакционные соединения - гидратированные оксиды, гидроксиды, твердые кислоты, основные и кислые соли, их кристаллогидраты, т.е. вещества, с участием которых протекают реакции с выделением воды. Системы из твердых фаз, содержащих конституционную воду, казалось бы, можно считать твердофазными. Однако выделение воды придает им особую специфику, поскольку вода принимает участие во взаимодействии. Пример процессов такого рода - относительно малоизученные взаимодействия твердых кислот с гидроксидами, гидратированными оксидами и солями. Как правило, твердость этих соединений в 3-4 раза ниже, чем безводных оксидов, что позволяет снизить уровень механических нагрузок и перейти к более мягким условиям активации. Совмещение механически активированного процесса с кислотно-основным взаимодействием сильно повышает эффективность процессов. Для такого типа было введено название "мягкая механохимия" или "мягкий механохимический синтез" (ММхС).

Реакции в смесях гидроксидов и гидратированных оксидов широко используются для получения сложных оксидов, в том числе совместно соосажденных гидроксидов, путем термической активации. Реакции в указанных смесях обычно протекают через стадии дегидратации с образованием простых оксидов и их последующего взаимодействия при высоких температурах. Иногда простые оксиды образуются при нагревании даже в том случае, если смеси получены совместным осаждением.

Было показано, что в некоторых системах при нагревании может быть реализован более эффективный механизм, заключающийся в сопряжении реакций дегидратации и синтеза. Но, к сожалению, круг таких смесей, в которых были бы близки температуры дегидратации, что является условием сопряженной реакции, достаточно узок.

Затрудненность протекания реакций синтеза в условиях термической обработки в смесях гидроксидов и гидратированных оксидов связана с отсутствием плотных контактов между частицами и их быстрым исчезновением после начального этапа взаимодействия. Активные центры (анионные вакансии, нескомпенсированные и координационно-ненасыщенные связи), образовавшиеся в результате дегидратации, пространственно разобщены и не вносят вклада в ускорение реакции. Механическая активация (МА) обеспечивает постоянное их сближение и контакт свежеобразованных поверхностей с находящимися на них активными центрами.

Кроме указанных, очень важны для взаимодействия гидратированных веществ химические факторы, в частности различие в кислотно-основных свойствах реагентов. Если имеется контакт между частицами МА веществ, то реакция нейтрализации между твердым основанием и кислотой, как и в водных растворах, протекает с малой энергией активации. В том и другом случае реакции связаны с переносом протона, который может совершаться достаточно легко, в том числе и по туннельному механизму. Приведем ряд примеров реакций синтеза сложных оксидов на основе гидратированных оксидов в условиях механической активации.

Так был осуществлен синтез разнообразных оксалатных комплексов при механической активации твердой щавелевой кислоты с гидроксидами и основными солями металлов по реакциям:

$$Me(OH)_x \text{ или } MeO_x(H_2O)_y + H_2C_2O_4(\text{тв}) \rightarrow H_n[Me_x(C_2O_4)_{4,5,6}]\times zH_2O$$

где Me = A1, Ga, Cr, In, Zr, Hf, Ti, Sn, Nb, Ta, Ge.

Как правило, синтез проходил с образованием "медообразной массы", из которой относительно легко кристаллизовались твердые комплексные кристаллогидраты. Полученные оксалатные комплексы затем были использованы для получения высокоактивных и высокодисперсных катализаторов, различных пигментов и других практически важных соединений.

Был также механохимически синтезирован феррит и кобальтит лития из гидроксида лития и кислых оксидов железа и кобальта:

$$Li(OH)\times H_2O + \gamma\text{–}FeOOH \text{ или } CoOOH \rightarrow LiFeO_2 \text{ или } LiCoO_2 + 2H_2O$$

Аналогичным путем в работах синтезирован гексаферрит бария:

$$Ba(OH)_2\times H_2O + 12\gamma\text{–}FeOOH \rightarrow BaFe_{12}O_{19}\ 8H_2O$$

По данным электронно-микроскопических исследований, порошки состоят из частиц размером 0.1–0.2 мкм и вторичных образований размером 10–50 мкм и обладают хорошими магнитными свойствами. Методом механохимического синтеза были получены также образцы гексаферрита бария, легированные добавками кобальта и титана, согласно формуле $BaCo_xTi_xFe_{12-2x}O_{19}$ где x изменялось от 0.5 до 0.75. Полученные образцы пригодны для использования в магнитной записи.

Была изучена механохимическая реакция

$$mMg(OH)_2 + nSiO_2 \rightarrow mMgO\times nSiO_2 + mH_2O$$

Реакция протекает с участием промежуточного соединения $mMg(OH)_2\bullet nSiO_2$ образующегося в момент контакта между частицами. Затем две гидроксильные группы OH^- переходят от Mg^{2+} к Si^{4+} с выделением одной молекулы воды. В результате образуются ионы O^{2-}, обладающие высокой подвижностью, происходит перестройка связей в SiO_4–тетраэдрах, которая приводит к образованию структуры силиката магния (форстерита).

Было изучено влияние механической активации на синтез муллита $3A1_2O_3\bullet 2SiO_2$ из смесей активированного гидроксида алюминия и силикагеля. Показано, что в неактивированных смесях компоненты претерпевают фазовые превращения, аналогичные превращениям индивидуальных соединений, не оказывая друг на друга заметного влияния. Муллит образуется при температурах выше 1400°С в результате взаимодействия высокотемпературных модификаций оксидов алюминия и кремния.

Напротив, в активированной смеси отсутствуют все эффекты, характерные для неактивированных компонентов, за исключением эндотермического эффекта при 200°С, связанного с полной дегидратацией смеси. Взаимодействие между компонентами наблюдается уже на стадии МА. Это обнаружено методом ЯМР. После совместной механической активации наблюдается переход $A1^{3+}$ из октаэдрического окружения в тетраэдрическое (химический сдвиг σ = 52 м.д.) и пентаэдрическое (химический сдвиг σ = 32 м.д.) окружение. В исходном гидроксиде ионы алюминия имеют только октаэдрическую координацию. В ходе ММхС формируется алюмосиликатная структура и образуется вода по реакции конденсации:

$$\begin{array}{c} | \\ —Si—O—H \\ | \end{array} + \begin{array}{c} | \\ H—O—Al \\ | \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} | \\ —Si—O—Al— \\ | \end{array} + H_2O$$

При нагревании смеси формируется фаза со структурой шпинели, которая при 1100°С (вместо указанной выше температуры 1400°С) переходит в муллит. Возможность применения более низкой температуры отжига позволяет получать муллит в высокодисперсном состоянии ($S_{уд}$ = 50 м^2/г).

При проведении механохимического синтеза фторапатита из смесей ортофосфатов, оксида кальция и фторида кальция были изучены реакции

$$Ca(OH)_2 + CaHPO_4 \rightarrow Ca_{10-x}(HPO_4)_x(PO_4)_{6-x}(OH)_n\times H_2O$$
$$Ca(OH)_2 + CaHPO_4\times 2H_2O \rightarrow Ca_{10-x}(HPO_4)_x(PO_4)_{6-x}(OH)_{2-x}$$
$$Ca(OH)_2 + Ca_2(H_2PO_4)_2\times H_2O \rightarrow CaHPO_4 + 2H_2O$$

Было показано, что скорость механохимических реакций увеличивается в зависимости от типа фосфатного комплекса в ряду

$$CaHPO_4 \rightarrow CaHPO_4\times 2H_2O \rightarrow Ca_2(H_2PO_4)_2\times H_2O$$

т. е. от содержания протонов в кислой соли. Чем легче идет перенос протона, тем выше скорость реакции. В ходе ММхС образуется промежуточная рентгеноаморфная фаза. Молекулы воды, являясь одним из структурных компонентов промежуточной фазы, стабилизируют ее, что приводит к

зависимости скорости ее формирования от количества воды в смеси, т.е. чем больше воды, тем больше скорость формирования рентгеноаморфной, а затем и конечной фазы и, следовательно, выше скорость ММхС.

Таким образом, из приведенного краткого обзора следует, что созрела необходимость в обобщении и систематизации возможностей, механизмов и закономерностей ММхС для образовательного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Механохимические явления при сверхтонком измельчении / Под ред. В.М. Кляровского и В.И. Молчанова. - Новосибирск: Наука, 1971. - 175 с.

[2] Болдырев В.В., Аввакумов Е.Г. Механохимия неорганических веществ // Успехи химии. 1971. Т. 40. Вып. 10. С. 1835-1855.

[3] Механохимический синтез в неорганической химии. - Новосибирск: Наука, 1991. - 259 с.

[4] Бутягин П.Ю. Проблемы и перспективы развития механохимии // Успехи химии. 1994. Т. 63. № 12. С. 1031-1043.

[5] Молчанов В.И., Юсупов Т.С. Физико-химические свойства тонкодиспергированных минералов. - М: Недра, 1981. - 157 с.

[6] Лаптева Е.С., Юсупов Т.С., Бергер А.С. Физико-химические изменения слоистых силикатов в процессе механической активации

Орынбеков Е.С., Кали Н.А.

Жұмсақ механохимиялық синтездердің негіздері

Түйіндеме. Мақалада зерттеу еріткішті болдырмау үшін механохимиялық синтез әдісі арқылы зерттелді, ол айтарлықтай химия өнеркәсібінде экологиялық проблемаларды жеңілдетеді.

Әдетте, механохимиялық синтез пайдаланылады высокореакционные қосылыстар – гидратталған оксидтері, гидроксидтері, қатты, қышқыл, негізгі және қышқыл тұздары, олардың кристаллогидраттары, т. е. заттар қатысуымен болатын реакциялар су бөле отырып жүреді.

Соңғы уақытта синтезі үшін бейорганикалық қосылыстардың механикалық іске қосу әдісі пайдаланылады, ол өткізу қаттыфазалық реакциялар ұнтақтау аппараттары. Процесінде бірлескен механикалық өңдеу қатты қоспалардың орын ұсақтау және пла

Негізгі сөздер: механохимиядлық синтез, гидроксидтері, қарқындату вакуумды диффузиондық-бақыланатын реакциялар, химиялық байланыс.

Orynbekov E.S.,.Kali N.A

Fundamentals of soft mechanochemical synthesis

Annotation. In this paper we have investigated the use of mechanochemical methods of synthesis which make it possible to avoid solvents, which greatly simplifies environmental problems in chemical industries.

Usually, mechanochemical synthesis are highly reactive compounds - hydrous oxides, hydroxides, solid acid, basic and acid salts, their hydrates, i.e. substances with which the reactions with release of water.

In recent years, synthesis of inorganic compounds use a method of mechanical activation, i.e. carrying out solid-phase reactions in milling equipment. In the process of joint mechanical treatment of solid mixtures occur crushing and plastic deformation of substances.

Key word: : mechanochemical synthesis, the hydroxides, the intensification of diffusion-controlled reactions, chemical bonding.

С. Ш. Сарбаев, Ж. К. Имаш
(КазАТК, Алматы, Республика Казахстан)

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗВОЗОМ МЕСТНЫХ ВАГОНОВ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЗЛЕ

Аннотация. Обоснованы способы повышения эффективности работы с местными грузами и ресурсом вагонного парка путем внедрения автоматизированной системы управления местной работой в узле. Принципиальным отличием АС ЦУМР от верхних уровней управления является то, в нем осуществляется управление каждым вагоном в отличие от поездов и групп вагонов в АДЦУ и поездопотоков в ЦУП АО НК «КТЖ».

Ключевые слова: перевозки, АСУМР, местные грузы, АС ЦУМР, перевозки.

На Карагандинском отделении перевозок внедрена автоматизированная система - Центр управления местной работой (АС ЦУМР), направленная на повышение эффективности работы с местным грузом, поступающим под выгрузку, и ресурсом, обеспечивающим погрузку и для концентрация управления разнородным транспортным потоком для более эффективной организации местной работы. Она создана на базе автоматизированной системы управления местной работой (АСУ МР) отделения дороги в составе действующего автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП). Назначение АСУ МР — организация оперативного управления местной работой на отделении железной дороги. Принципиальным отличием АС ЦУМР от верхних уровней управления является то, в нем осуществляется управление каждым вагоном в отличие от поездов и групп вагонов в АДЦУ и поездопотоков в ЦУП АО НК «КТЖ». Структура управления ЦУМР показана на рис 1.

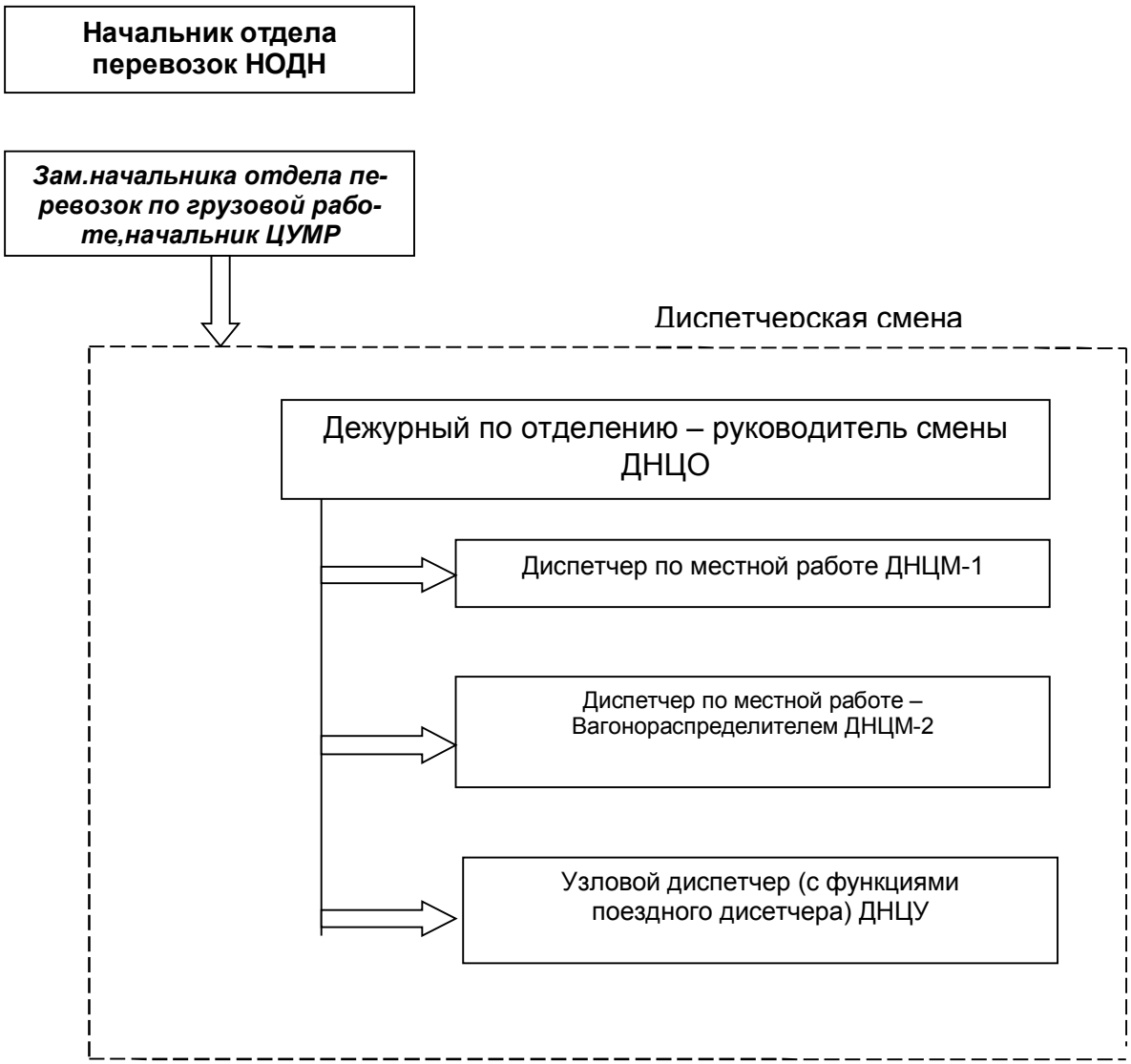


Рис. 1. Структура управления ЦУМР

АС ЦУМР состоит из двух подсистем: АСУ СТ (станции) и АСУ МР (местной работы). АСУ СТ внедрена на станциях, выполняющих грузовую работу на отделении дороги с автоматизированными рабочими местами. Основные рабочими местами АСУ СТ оснащены:

- начальник станции (заместитель начальника станции по оперативной работе, заместитель по грузовой работе);
- маневровый диспетчер (дежурный по станции, где нет маневрового диспетчера);
- оператор СТЦ;
- приемосдатчик;

• оператор ПТО;
• оператор СТЦ по учету вагонного парка;
• техник анализатор графика исполненной работы.

Основными составляющими информационного обеспечения АС ЦУМР являются:

• базы данных с исходными параметрами расчетного полигона: участки, станции, парки и пути парков станций, районы местной работы, подъездные пути ветвевладельцев и контрагентов, грузовые фронты системы организации местных вагонопотоков и графика движения местных поездов;

• базы данных ЭТРАН (база заявок на погрузку и учет обеспечения заявок порожними вагонами);

• базы данных графика исполненного движения (ГИД);

• динамические базы данных поездной, вагонной, локомотивной моделей дорожного и линейного уровня;

• данные архива вагонных моделей;

• базы данных оперативного планирования и управления местной работой АС ЦУМР.

Нижний уровень АС ЦУМР - АСУ СТ (станции) объединяет работу разных по характеру работы станций отделения на одном сервере, что позволяет видеть дислокацию каждого вагона на любой станции с детализацией до станционного или подъездного пути (раньше это было возможно только на станциях, оснащенных АСУСС).

Кроме того, в состав АСУ СТ входят новые подсистемы:

• текущее планирование поездообразования на сортировочной станции - позволяет определять время готовности к отправлению поездов своего формирования и транзитных за 6 часов вперед, что улучшает качество планирования работы локомотивов и локомотивных бригад;

• автоматизированное ведение графика исполненной работы (ГИР) маневрового диспетчера станции - дает наглядную информацию о работе станции с составом всем пользователям уровня станции, отделения и управления дороги, включенным в АСУ СТ;

• оптимизация формирования многогруппных поездов - снижение затрат на маневровую работу по формированию групповых поездов (сборных, цистерн по видам налива и т.д.);

• определение оптимальной очередности подачи и уборки вагонов на грузовые фронты и подъездные пути - позволяет снизить простой местного вагона за счет уменьшения времени ожидания подачи (уборки) и одновременно снизить затраты на маневровую работу на грузовых станциях;

• табло коллективного пользования - в реальном режиме времени отображает дислокацию местных вагонов и вывозных, передаточных, маневровых и диспетчерских локомотивов, показатели местной работы станций отделения.

Верхний уровень АС ЦУМР - автоматизированная система управления местной работой (АСУ МР) отделения дороги включает в себя оперативно- диспетчерский персонал, обеспечивающий руководство работой станций и подразделений и программное обеспечение:

- комплекс задач сменно-суточного планирования погрузки по станциям отделения:
- управление порожними вагонами (прикрепление порожних вагонов к заявкам на погрузку);
- расчет сменно-суточного плана погрузки вагонов по станциям отделения;
- комплекс задач сменно-суточного планирования выгрузки по станциям отделения

Функциональное распределение обязанностей двух диспетчеров по местной работе позволяет сконцентрировать управление всеми местными вагонами:

• диспетчер по местной работе (ДНЦМ-1) - планирование погрузки, выгрузки и обеспечение контроля за их выполнением в течение отчетных суток;

• диспетчер по местной работе (ДНЦМ-2) -руководство развозом, сбором, подачей и уборкой вагонов по всему отделению, за исключением окружной ветви.

ЦУМР работает в тесном взаимодействии:

• с отделом перевозок отделения - по вопросам обеспечения заявок грузоотправителей;

• Департаментом перевозок и дорожным диспетчерским центром (ЕДЦУ) - по вопросам организации грузовой работы, развоза и сбора местного груза, отправления порожних вагонов по регулировочным заданиям, пропуска местных поездов по участкам.

Для повышения эффективности управления местной работой, в ЦУМР функционирует автоматизированная система АС ЦУМР. Функциональный состав первой очереди системы позволяет организовать информационное обеспечение оперативного управления по всем изложенным выше элемен-

там, а также поддержку принятия управляющего решения по вопросам сменно-суточного планирования погрузки и выгрузки.

Основным отличием уровня управления ЦУМР от верхних уровней ДЦУ и ЦУП состоит в том, что управление осуществляется транспортным потоком, представленным в виде ***каждого*** вагона или группы вагонов, объединенных по общим параметрам. На это сориентированы и внедряемая новая технология управления местной работой в ЦУМР, и программное обеспечение системы АСУ МР.

Таким образом, любое планирование погрузки, выгрузки и продвижения вагона на отделении осуществляется в диалоге с автоматизированной системой и связано с оценкой параметров или истории нахождения на отделении этих вагонов.

Расширение зоны информационного обеспечения оперативного управления, а следовательно и прямой работы оперативного и диспетчерского персонала ЦУМР безусловно позволяет повысить качество планирования и улучшить использование подвижного состава.

Экономический эффект для обоснования целесообразности при планировании мероприятий по внедрению АС ЦУМР можно определить по формуле:

$$Э=\sum ci + C + E_н (Ki - K) + Э_{вн}, \quad (1)$$

где: c_i - снижение годовых эксплуатационных расходов по i-тому элементу затрат, тыс.тенге;

C - изменение годовых текущих расходов, связанных с обработкой информации (экономия "+", увеличение "-"), тыс.тенге;

$E_н$ - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений в новую технику, $E_н = 0,15$;

K_i - экономия капитальных вложений в сфере эксплуатации по i-тому элементу затрат, тыс.тенге;

K - капитальные вложения, связанные с внедрением АДЦУ, тыс.тенге;

$Э_{вн}$ - годовой эффект, получаемый вне транспорта, тыс.тенге.

Годовой прирост прибыли или экономия затрат рассчитывается на основе достигнутого в результате освобождения перевозочных ресурсов и освоения за счет этого дополнительных грузовых перевозок по формуле:

$$\Delta П = C_i + C + П, \quad (2)$$

где: $\Delta П$ - прирост прибыли от дополнительных перевозок грузов в результате высвобождения перевозочных ресурсов за год, тыс.тенге.

Важным при внедрении АС ЦУМР является не сама денежная эффективность, а прямой эффект, не подлежащей денежной оценке улучшение условий труда, повышение технологической дисциплины, прогрессивность.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Основы эксплуатационной работы железных дорог / В.А. Кудрявцев, В.И. Ковалев, А.П. Кузнецов и др. – М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 350 с.

[2] Широков, А.П. Оперативное управление работой станции. Часть 1 / А.П. Широков. − Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2000. – 64 с.

[3] Меркулов, А.В. Применение компьютерных технологий при создании сложных информационно-управляющих систем на железнодорожном транспорте: учеб. пособие в 2-х частях / А.В. Меркулов. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. – 382 с.

[4] Широкова, В.В. Диспетчерское управление движением на железнодорожном транспорте. Часть 1. / В.В. Широкова. − Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2004. – 31 с.

УДК 621.3.038

Д.Д. Таболдиев, Б.Т. Аширбеков
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, damir_tdd@mail.ru)

БЕСПРОВОДНОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Аннотация. В статье рассматривается технология беспроводной передачи энергии, используемая в солнечной космической станции, может также с успехом применяться и в других программах, где требуется транслировать энергию с одного космического аппарата (КА) на другой. В случае использования ЯЭУ система беспроводной передачи энергии позволяет осуществлять стыковки многоразового МБ с модулями полезной нагрузки непосредственно на низкой околоземной орбите, куда они выводятся РН. Отпадает необходимость доставки полезной нагрузки на радиационно-безопасную орбиту (РБО) межорбитального буксира (высотой 800-1000 км), что сопряжено с дополнительными затратами.

Использование принципа беспроводной передачи энергии накладывает также значительно меньшие ограничения на энергомассовые и ресурсные характеристики энергоустановки: космическая энергостанция выводится на рабочую орбиту один раз, что допускает существенно худшие значения удельной массы. Имеется также возможность повысить ресурс энергетической установки за счет массы (многократное резервирование, меньшая энергонапряженность реактора в случае использования ЯЭУ, дополнительная радиационная защита электронного оборудования и т.п.). В принципе возможно техническое обслуживание энергетических станций на их рабочей орбите с заменой критически важных элементов.

Ключевые слова: солнечная космическая станция, энергоснабжение, КА, ГСО.

Основными причинами, которыми может быть обусловлена целесообразность использования принципов беспроводной передачи электроэнергии в той или иной энергетической космической системе (несмотря на неизбежные потери электрической мощности в канале передачи) являются следующие:

— невозможность либо нецелесообразность использования ядерной или солнечной энергетической установки большой мощности в составе КА в силу особенностей его целевого назначения и/или условий функционирования при большой потребной мощности системы электропитания;

— необходимость энергоснабжения нескольких пространственно разделенных потребителей от одной космической энергостанции;

— неприемлемо высокая удельная масса и/или относительно небольшой ресурс энергетической установки, приводящие к целесообразности разделения источника энергии и потребителя;

— возможность повышения эффективности КА за счет покрытия пиковых электропотреблений посредством беспроводной передачи энергии без увеличения проектной мощности автономных энергоустановок КА.

Каждая из указанных причин может быть проиллюстрирована конкретными примерами. Использование энергетической установки большой мощности практически невозможно в составе долгоживущего низкоорбитального КА с высотой орбиты 200-300 км, так как ЯЭУ не может быть использована из соображений радиационной безопасности, а солнечные батареи большой площади будут создавать слишком большое аэродинамической сопротивление, ведущее либо к быстрому сходу КА с орбиты, либо неприемлемо большому расходу топлива на ее поддержание. В этом случае может оказаться целесообразным энергоснабжение КА обеспечивать энергетической станцией, расположенной на более высокой орбите. При этом площадь приемника излучения должна быть значительно меньше площади солнечных батарей, обеспечивающих аналогичную мощность.

Другим примером может служить КА для проведения экспериментов в условиях микрогравитации. Потребный уровень микроускорений может быть столь низким, что становится невозможным размещение на борту энергоустановок с движущимися частями (например, ориентируемых солнечных батарей), а выбор орбиты (например, орбита международной космической станции высотой 350-400 км) может исключить использование ЯЭУ, а высокая потребная мощность и большой ресурс — электрохимические генераторы и химические источники тока. Одним из возможных путей решения проблемы является передача энергии от находящейся поблизости (но механически не связанной с КА) энергетической станции.

В ряде случаев представляет интерес энергоснабжение нескольких пространственно разделенных потребителей от одной энергостанции. Примером может служить сеть малых исследовательских зондов на поверхности Луны (либо других тел Солнечной системы), оснащенных в качестве источников электропитания буферными аккумуляторными батареями, периодически подзаряжаемыми от энергетической станции, размещенной на орбите.

Возможно также создание энергетической системы, включающей одну, либо несколько энергостанций, обеспечивающих электропитанием (полностью или в период пиковых нагрузок) группировок КА. Так, мощная солнечная или ядерная космическая энергостанция, размещенная на относительно низкой орбите, могла бы снабжать электроэнергией группировку КА, размещенных, например, на ГСО. При этом КА должны быть оснащены буферными аккумуляторными батареями и приемниками излучения от системы беспроводной передачи энергии. Суммарная масса и габариты данного оборудования могут оказаться существенно меньше масс и габаритов автономных энергоустановок КА. При этом снижаются затраты на выведение КА и их эксплуатацию.

Однако наиболее ярко преимущества систем с беспроводной передачей энергии могут проявиться в космических транспортных системах. Энергетические установки большой мощности востребованы для создания космических транспортных аппаратов — межорбитальных буксиров (МБ), оснащенных ЭРДУ Важной характеристикой МБ является их удельная масса (отношение массы МБ к электрической мощности ЭРДУ), от которой зависит эффективность выполнения транспортных операций (от данного параметра зависит масса полезного груза, доставляемая на целевую орбиту и оперативность доставки). Удельная масса МБ определится в первую очередь удельной массой его энергетической установки. Использование в транспортной системе элементов беспроводной передачи энергии позволяет снизить удельную массу МБ за счет отсутствия в его составе собственно автономной энергетической установки — масса приемника-преобразователя электромагнитного излучения канала передачи энергии должна быть существенно меньше. Кроме того, располагая сравнительно маломощными энергетическими установками в составе энергостанций, можно получить большую мощность в ЭРДУ буксира за счет приема энергии поочередно от нескольких станций (в период, когда энергостанция не излучает мощность, идет процесс ее накопления). В этом случае удельная масса МБ также снижается за счет отнесения массы элементов конструкции и служебных систем МБ к большему значению электрической мощности, подводимой к ЭРДУ

В случае использования ЯЭУ система беспроводной передачи энергии позволяет осуществлять стыковки многоразового МБ с модулями полезной нагрузки непосредственно на низкой околоземной орбите, куда они выводятся РН. Отпадает необходимость доставки полезной нагрузки на радиационно-безопасную орбиту (РБО) межорбитального буксира (высотой 800-1000 км), что сопряжено с дополнительными затратами.

Использование принципа беспроводной передачи энергии накладывает также значительно меньшие ограничения на энергомассовые и ресурсные характеристики энергоустановки: космическая энергостанция выводится на рабочую орбиту один раз, что допускает существенно худшие значения удельной массы. Имеется также возможность повысить ресурс энергетической установки за счет массы (многократное резервирование, меньшая энергонапряженность реактора в случае использования ЯЭУ, дополнительная радиационная защита электронного оборудования и т.п.). В принципе возможно техническое обслуживание энергетических станций на их рабочей орбите с заменой критически важных элементов.

В РКК «Энергия» была исследована межорбитальная транспортная система на базе технологии беспроводной передачи энергии применительно к задаче доставки грузов на ГСО. Для данной задачи предварительные оценки требуемой дальности передачи энергии позволяют оценить ее максимальное значение в 47000 км. В этом случае для СВЧ-диапазона при частоте излучения 2,45 ГГц диаметр апертуры излучателя может составить 1500 м, а апертуры приемника — 95 м. Для инфракрасного диапазона с длиной волны 0,8 мкм диаметр апертуры излучателя — 4 м, а апертуры приемника — 23 м. Исходя из полученных оценок размеров, предпочтительно использование ИК-диапазона.

Характерные значения КПД всего тракта передачи энергии составляют 30-50%, поэтому необходимо включение в состав передающей энергетической станции системы теплоотвода. Рабочий диапазон температур для элементов системы передачи энергии в инфракрасном диапазоне составляет 10-20°С для лазерных диодов и до 60°С для ФЭП. С учетом величины передаваемой мощности (100-

1000 кВт) относительно невысокие уровни рабочей температуры приводят к довольно большим требуемым площадям холодильника-излучателя и росту массы системы охлаждения.

В нашем примере для существующего технологического уровня в системе передачи энергии для межорбитальной транспортной системы выбран ИК диапазон передачи с использованием лазерных диодов в качестве источника излучения и GaAs ФЭП в качестве преобразователя ИК излучения в электроэнергию. Межорбитальная транспортная система состоит из двух основных элементов — межорбитальных буксиров и энергостанций (ЭС), с которых осуществляется передача энергии на буксир. Минимальная конфигурация транспортной системы включает в себя один МБ и три ЭС, необходимых для обеспечения постоянной видимости хотя бы одной ЭС с любой точки орбиты МБ. Существует функциональное разделение между МБ и ЭС. Конструкция МБ и его агрегатный состав выбраны, исходя из критерия минимизации массы, требуемой для выполнения транспортной операции в заданное время, т.е. тяговооружен-ность МБ должна быть максимальна. Конструкция ЭС и ее агрегатный состав выбраны исходя из критерия обеспечения максимального ресурса и высокого КПД беспроводной передачи энергии.

Учитывая опыт РКК «Энергия» в области разработки межорбитальных буксиров на базе мощных термоэмиссионных ЯЭУ, в качестве источника энергии рассматривалась ЯЭУ электрической мощностью 600 кВт. ЭС совершает только одну транспортную операцию за все время эксплуатации — перелет на рабочую орбиту. В процессе эксплуатации межорбитальной транспортной системы ЭС выполняет только передачу энергии на МБ и необходимую коррекцию собственной орбиты.

Орбита, на которой находятся ЭС, должна выбираться исходя из требования минимизации расстояния, на которое передается энергия, требуемая МБ для выполнения транспортной операции. Для выполнения транспортных операций на ГСО орбита для размещения ЭС должна быть круговой, высотой -20000 км. Ввиду того, что оптимальная по критерию минимума дальности передачи орбита попадает в радиационный пояс Земли, требуются дополнительные исследования для уточнения параметров предложенной орбиты.

В процессе выполнения транспортной операции МБ в каждый момент времени принимает энергию только с одной ЭС. Использование нескольких ЭС в одной системе во многом обусловлена стремлением увеличить мощность на МБ без увеличения проектной мощности ЯЭУ энергостанции. Поэтому в состав каждой ЭС должна входить система ретрансляции ИК-излучения от соседних ЭС (например, зеркала) либо накопитель энергии, аккумулирующий энергию в период, когда станция не ведет передачу на МБ, и отдающий ее в сеансах передачи энергии. Несмотря на большие требуемые емкости накопителя энергии, предварительные оценки показали реализуемость подобного рода накопителей при их приемлемой массе.

Одним из важнейших критериев качества межорбитальной транспортной системы является удельная стоимость выведения полезного груза на ГСО. В общем случае к числу оптимизируемых проектных параметров должны относиться: мощность источника энергии ЭС, количество ЭС в составе системы Nэс, емкость накопителя энергии ЭС (и, соответственно, продолжительность одного сеанса ретрансляции мощности на МБ), количество МБ, удельный импульс ЭРДУ МБ, параметры рабочей орбиты ЭС и др.

В работе с целью выявления принципиальных возможностей транспортных систем на базе беспроводной передачи энергии была рассмотрена система с заданным числом ЭС (Nэс = 3) и одним МБ. МБ совершает рейсы между низкой околоземной орбитой и ГСО. На низкую околоземную орбиту посредством РН выводятся грузовые контейнеры с полезной нагрузкой и запасом рабочего тела на один рейс буксира. ЭС предназначены для выработки энергии и передачи ее на МБ, где она используется в ЭРДУ.

Каждая ЭС включает источник энергии, излучающую (передающую) систему, систему наведения (на межорбитальный буксир), а также систему ретрансляции энергии от других станций (либо накопитель энергии). Источник энергии — ЯЭУ мощностью 600 кВт и массой около 7000 кг. В состав ЭС входит также приборный отсек на раздвижной ферме и ЭРДУ (на базе ДАС) с запасом рабочего тела (висмута) для однократного перевода энергетической станции с РБО на рабочую орбиту, коррекций рабочей орбиты и последующего увода ЭС на орбиту захоронения после исчерпания ресурса. Таким образом, ЭС, по сути, представляет собой одноразовый межорбитальный буксир с излучающей системой и системой наведения в качестве полезного груза. В качестве излучающей системы используется инфракрасный лазер с системами охлаждения и фокусировки излучения.

На межорбитальном буксире установлен приемник-преобразователь энергии, ЭРДУ, а также ряд служебных систем, превращающих буксир в автономный КА, включая систему сближения и стыковки с грузовыми контейнерами на низкой околоземной орбите.

Система развертывается и функционирует следующим образом. Сначала осуществляется выведение на рабочую орбиту энергетических станций. Каждая энергетическая станция выводится на низкую околоземную орбиту РН типа «Протон», а затем переводится на РБО посредством одноразового разгонного блока типа «Фрегат». На РБО осуществляется запуск ЯЭУ, и ЭС посредством ЭРДУ выводится на рабочую орбиту. После развертывания группировки ЭС отдельным запуском на низкую околоземную орбиту выводится многоразовый МБ. Полезный груз, доставляемый на ГСО, а также рабочее тело для ЭРДУ МБ на один рейс выводятся в составе грузового контейнера на низкую околоземную орбиту, где к нему стыкуется МБ. Затем МБ, получающий энергию от ЭС, осуществляет перелет на ГСО и обеспечивает выведение полезного груза в их расчетные точки стояния, после чего возвращается на низкую орбиту.

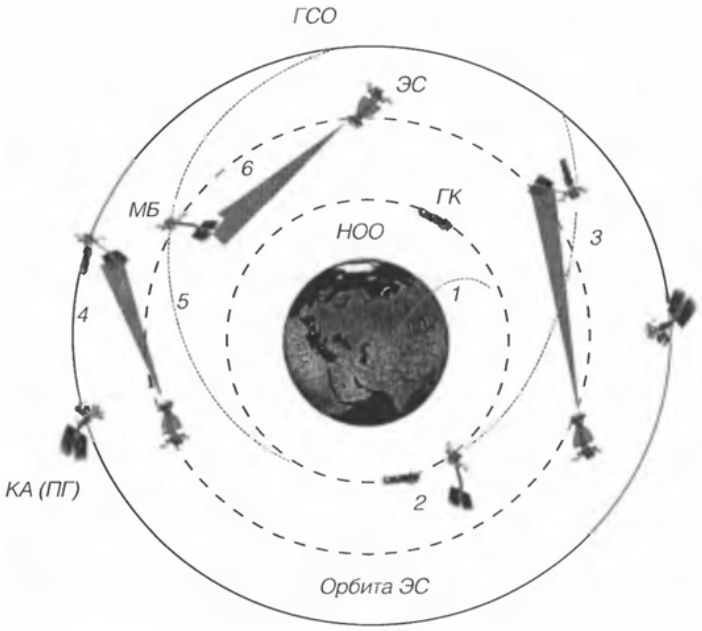


Рис. 1. Схема функционирования транспортной системы из трех ЭС и одного МБ: НОО — низкая околоземная орбита; ГСО — геостационарная орбита;
ГК — грузовой контейнер; МБ — межорбитальный буксир; ЭС — энергетическая станция; КА — космический аппарат; ПГ — полезный груз; 1 — выведение ГК с ПГ на НОО; 2 — стыковка ГК и МБ; 3 — перелет МБ с ГК на ГСО; 4 — разведение КА (полезный груз) по точкам стояния посредством МБ; 5 — возвращение МБ с ГСО на НОО за новым ГК

С точки зрения эффективности выполнения транспортных операций основополагающее значение имеют две характеристики — полный КПД передачи энергии от бортового источника ЭС до ЭРДУ межорбитального буксира ($\eta\Sigma$) и удельная масса многоразового межорбитального буксира (γмб), равная отношению его сухой (без рабочего тела на перелет и полезного груза) массы к мощности, подводимой к ЭРДУ. Было показано, что даже при относительно низких энергомассовых характеристиках системы передачи энергии (при полном КПД 15-20%) может быть достигнута удельная стоимость транспортировки полезного груза, меньшая, чем при использовании буксиров с ЯЭРДУ (на 10-20%). Имеется достаточно широкая область значений $\eta\Sigma$ и γмб, при которых удельная стоимость транспортировки может быть снижена, по сравнению с буксирами на основе ЯЭРДУ, на 20% и более.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы передачи энергии космос-космос как этап отработки лазерного канала передачи энергии для СКЭС. http://unnatural.ru/stlaser.

2. Конференция "Пути использования солнечной энергии", 17-19.02. 1981. Тезисы докладов. Черноголовка, 1981.

3. Космические солнечные электростанции /обзор/. Экспресс-информация. Астронавтика и ракетодинамика, 1977, Р 32, № 33.

4. Белецкий В.В., Старостин Е.Л. К динамике солнечного энергетического спутника. М.: Институт прикладной математики АН.

Д.Д. Таболдиев, Б.Т. Аширбеков

Ғарыш аппаратының сымсыз қуатпен жабдықтау

Түйіндеме. Бұл мақалада күн сәуле ғарыш станциясында қолданылатын сымсыз қуатты жіберу технологиясы қарастырылады, сонымен қатар бір ғарыш аппаратынан келесісіне күн қуатын жіберу қажеттілігін басқа бағдарламаларда да жетістіктерімен қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: күн сәуле ғарыш станциясы, қуатпен жабдықтау, ҒА, ГСО.

Taboldiev D.D., Ashirbekov B.T.

Wireless power supply of the spacecraft

Annotation. In this article the technology of wireless transmission of energy used in solar space station is considered, it can be applied also with success in other programs where it is required to broadcast energy from one spacecraft (S) to another.

Key words: solar space station, power supply, spacecraft, geostationary orbit (GSO).

УДК 303.091.7:665.

[1]Ж.К. Надирова, [1]Г.Ж. Бимбетова, [1]Ж.К. Шуханова, [1]Қ. Жапар,
[1]Е. Смаилов, Бегенова А.Б.[2]
([1]М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Қазақстан Республикасы, Шымкент қ.
[2]Қ.И. Сәтбаев атындағы ұлттық зерттеу техникалық университет, shuhanovaz@mail.ru)

АНАЛИЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПОДБОРА БАКТЕРИЦИДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАКИСЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА

Аннотация: Использование принципов подбора бактерицидов для снижения закисления продуктивного пласта позволило создать из отходов и полупродуктов местных производств новые реагенты комплексного действия серии БАГ, которые расширяют ассортиментный ряд используемых в настоящее время реагентов, обладающих высокими показателями технологичности и эффективности не только при борьбе с ростом СВБ, но и против сероводородной и углекислотной коррозии, высокой нейтрализующей способностью по отношению к сероводороду и легким меркаптанам. Они обеспечивают как повышение степени подавления роста планктонных и **адгезированных** форм СВБ, так и расширение спектра подавляемой микрофлоры. В настоящее время проводятся полупромышленные испытания новых реагентов серии БАГ. Повсеместное заражение микроорганизмами нефтепромысловых вод происходит в процессе разработки нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления путём закачки воды без антибактериальной подготовки. Наибольшую опасность представляет собой сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ). СВБ – это физиологическая, а не систематическая группа, так как к ним относятся микроорганизмы из разных таксономических групп, способных осуществлять один физиологический процесс – анаэробное дыхание в присутствии сульфатов. Наиболее активно СВБ развиваются в призабойной зоне нагнетательных скважин, поскольку именно в них создаются исключительно благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов: оптимальная минерализация воды, наличие остаточной нефти, оптимальная температура. В дальнейшем СВБ попадают на объекты наземного оборудования, адгезируются на поверхности металла, формируя биоплёнку, и действуют как коррозионные агенты, главным образом, за счет продукции агрессивных метаболитов и создания коррозионно-активных сред *[1]*.

Ключевые слова: закисление, пласт, бактерии, биопленка

Повсеместное заражение микроорганизмами нефтепромысловых вод происходит в процессе разработки нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления путём закачки воды без антибактериальной подготовки. Наибольшую опасность представляет собой сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ). СВБ – это физиологическая, а не систематическая группа, так как к ним относятся микроорганизмы из разных таксономических групп, способных осуществлять один физиологи-

ческий процесс – анаэробное дыхание в присутствии сульфатов. Наиболее активно СВБ развиваются в призабойной зоне нагнетательных скважин, поскольку именно в них создаются исключительно благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов: оптимальная минерализация воды, наличие остаточной нефти, оптимальная температура. В дальнейшем СВБ попадают на объекты наземного оборудования, адгезируются на поверхности металла, формируя биоплёнку, и действуют как коррозионные агенты, главным образом, за счет продукции агрессивных метаболитов и создания коррозионно-активных сред *[1]*.

С точки зрения нефтедобывающих компаний существует пять основных способов снижения закисления продуктивного пласта: добавление биоцида для устранения СВБ; обработка СВБ биостатом (управляемым бактерицидом или ингибитором метаболизма), который контролирует рост СВБ; стимуляция образования нитратвосстанавливающих сульфидокисляющих бактерий посредством добавления питательных веществ, таких как нитрат-ионы (в данном случае используются питательные вещества на основе углерода, образуя бактерицид, предотвращающий образование нитритов, и тем самым ингибируя рост СВБ); использование безсульфатного водоносного пласта или десульфированной воды в водонагнетательных скважинах; использование поглотителя H2S *[2]*.

Целью исследований, проводимых в течение последних 15 лет в ЮКГУ им. Ауэзова, является получение и испытания новых антибактериальных средств на основе отходов масложировой промышленности (технический госсипол и госсиполовая смола) для интенсификации процесса нефтедобычи путем ликвидации последствий жизнедеятельности СВБ. Разработка составов реализуется на основе анализа патентных данных близкого и дальнего зарубежья. Целью данного анализа является использование принципов подбора бактерицидов для снижения закисления продуктивного пласта с целью последующего получения препаратов для защиты нефтепромыслового оборудования от сероводородной, углекислотной и микробиологической коррозии в системах добычи, транспорта, хранения нефти, в заводняемых нефтяных пластах, превосходящих по своим характеристикам известные аналоги и прототипы.

На выбор нефтепромысловых реагентов влияет ряд факторов. К ним относятся: производительность, эффективность, цена, стойкость (химический состав нефтепромысловых реагентов должен оставаться стабильным на весь срок во время транспортировки и хранения перед закачкой); безопасность при транспортировке и складировании; ограничения, налагаемые требованиями к охране окружающей среды (содержание хлорорганических соединений и легколетучих и токсичных растворителей), совместимость [1,3]. Бактерициды должны обладать следующими свойствами: совместно с минерализованными нефтепромысловыми средами не давать осадков, которые могут привести к снижению проницаемости продуктивных пластов; технологичностью (жидким состоянием, низкой вязкостью, низкой температурой застывания); стабильностью при длительном хранении; невысокой токсичностью для обслуживающего персонала, отсутствием резкого запаха; доступностью сырьевой базы [4]. Кроме перечисленных общих требований, к бактерицидам предъявляют специальные требования, учитывающие технические особенности защищаемых материалов и сооружений, условия их эксплуатации и т.д. Так, бактерициды, применяемые для защиты от коррозии бурового оборудования, должны быть совместимы с компонентами буровых растворов и не изменять их физико-химических свойств; бактерициды, использующиеся на нефтепромыслах, не должны растворяться в нефти и нефтепродуктах, чтобы не вызвать выхода из строя катализаторов на нефтеперерабатывающих предприятиях. Одним из перспективных путей создания новых бактерицидов является создание композиций веществ, обладающих бактерицидными и ингибирующими свойствами в индивидуальном состоянии, с целью взаимного усиления (синергизма) защитных свойств и, таким образом, повышения эффективности противокоррозионной защиты.

Начальным положением для выбора состава препарата являлась аксиома о наличии у каждого бактерицидного соединения вполне определенного спектра антимикробной и антивирусной активности, который и определяет эффективность средства, изготовленного на основе данного соединения. В некоторых случаях сочетание нескольких химических агентов позволяет расширить антимикробный спектр действия препарата (эффект синергизма или потенцирования), однако определяющее действие обеспечивается основным химическим веществом, входящим в данный препарат. В качестве основного компонента бактерицидных составов выбраны госсипол и/или госсиполовая смола – отходы масложировой промышленности. В настоящее время одной из задач, стоящих перед отечественной промышленностью, является экономия материальных ресурсов. В связи с этим комплексное использование существующих источников сырья и создание безотходных производств становится актуаль-

ным направлением ресурсосберегающих технологий. Кроме того, для экономики любого производства в принципе важно использование более дешевых материалов без потери эксплуатационных или физико-химических характеристик продукта. *Ранее нами разработаны технологии, направленные на максимальное извлечение госсипола и получение на его основе ценных новых материалов [5-7]. В ходе этих исследований была установлена антибактериальная активность госсипола, о наличие которой свидетельствуют также немногочисленные литературные данные.* В Казахстане в настоящее время не проводятся исследования и не налажены производства, связанные с возможным использованием госсипола в качестве антибактериального средства.

При создании композиционных препаратов были предусмотрены возможные варианты: положительный эффект - за счет возникновения синергетического эффекта и отрицательный – за счет несовместимости отдельных компонент. На практике конечной целью исследований всегда является разработка наилучшей композиции с точки зрения стоимости и конкретных свойств. Такую разработку следует считать рациональной. Показателем, характеризующим совместимость отдельных компонент в составе композиции, являлся коэффициент совместимости $K_{совм}$, определяемый по формулам:

$$K_{совм} = \frac{q_1}{q_2}, \qquad K_{совм} = \frac{Э_1}{Э_2}, \qquad (1)$$

где q_1 – удельный расход основного химического реагента, обеспечивающий заданный уровень эффективности бактерицидного (или другого) действия в среде, не содержащей другого химического реагента; q_2 – удельный расход основного химического реагента, обеспечивающий заданный уровень эффективности использования в среде, содержащей другой химический реагент; $Э_1$, $Э_2$ – эффективность компоненты соответственно при отсутствии и в присутствии другого реагента. При выполнении условия $0{,}92 \le K_{совм} \le 1{,}08$ компонента совместима с основой, либо присутствие другого химреагента незначительно изменяет эффективность использования основного реагента; $K_{совм} < 0{,}92$ – реагент не совместим с другим химреагентом (его присутствие снижает эффективность использования основного реагента); $K_{совм} > 1{,}08$ – компонента совместима с основой с синергетическим эффектом (присутствие второго химреагента повышает его эффективность). В предварительных исследованиях рассчитывали также

$$K_{инг(симб)} = Б_1 / Б_0 \qquad (2)$$

где К инг(симб) - коэффициент, определяющий эффект ингибирования или синергетический эффект дополнительной компоненты, $Б_1$ – бактериальная активность композиции, $Б_0$ - бактериальная активность основы.

В таблице 1 представлены результаты исследования антибактериального действия госсипола и госсиполовой смолы в составе композиции, которые характеризуют совместимость различных компонент с основой (госсиполом или госсиполовой смолой).

Для интенсификации исследований бактериальную активность определяли по упрощенной методике расчета антибактериальной активности препаратов с помощью цветной питательной среды Постгейта с бромтимоловым синим *[9]*. Для корректной трактовки результатов исследований определяли также отдельно бактериальную активность компоненты в пределах указанной концентрации (значение приведено через знак « / »); эта величина свидетельствует о собственных бактерицидных способностях компоненты. Концентрации дополнительных компонент взяты с учетом эффективных концентраций, рекомендованных в литературе.

Таблица 1. **Результаты предварительных исследований совместимости различных компонент с госсиполом и госсиполовой смолой**

Дополнительная компонента	Концентрация компоненты, % масс	Госсипол, 0,05% масс		Госсиполовая смола, 0,5% масс	
		Время изменения цвета среды, часы	*К инг(симб)*	Время изменения цвета среды, часы.	*К инг(симб)*
1. Хлорактивные препараты					
1. Дезактин	0,012	5,0/4,4	1,14	8,2/4,4	1,09
	0,05	5,7/4,8	1,0	12,4/4,8	1,37
	0,25	6,7/5,5	Не опред.	-/5,5	Не опред.
2. Хлорамин Б	0,125	7,8/6,0	0,78	11,2/6,0	1,24
	0,25	-/-	Не опред.	-/-	Не опред.
	0,5	-/-	Не опред.	-/-	Не опред.
3. Хлорантоин	0,012	5,1/4,1	1,12	12,1/4,1	1,34
	0,05	6,8/4,8	0,83	9,0/4,8	1,0
	0,25	-/-	Не опред.	-/-	Не опред.
2. Четвертичные аммониевые соли (0,01%)					
	Время изменения цвета среды, часы		*К инг(симб)*	Время изменения цвета среды, часы.	*К инг(симб)*
4. Алкилтриметил-аммонийхлорид	5,7/5,6		0,98	6,7/6,8	1,01
5. Оксиэтилированные алкил-(или фенол) метил или этилфосфиты N-метил или этилалкиламмония	5,7/5,8		1,01	6,7/6,9	1,03
6. Полидиметилди-аллиламмоний-хлорид.	5,7/7,8		1,34	6,7/9,4	1,40
7. Ди (три-н-бутил)-(1,4-бензодиоксано-6,7-диметил) диаммоний дихлорид	5,7/5,6		0,98	6,7/6,6	0,98
8. Хлористый N(2,3-эпокси-1-пропен) гексаметилентетраамина	5,7/5,8		1,01	6,7/6,7	1,0
9.N-децил-N-изононил-N-N-диметиламмоний хлорид	5,7/5,7		1,0	6,7/6,8	1,01
10 Поли (гексаметилен-бигуанид) гидрохлорид	5,7/8,4		1,47	6,7/9,5	1,42
11. N,N-дидецил-N-метил-поли (оксиэтил) аммоний пропионат	5,7/5,7		1,0	6,7/6,7	1,0
3. Производные гуанидина (0,02%)					
12. Децилгуанидин	5,7/7,6		1,33	6,7/8,8	1,31
13. Додекаметилен-гуанидин	5,7/7,8		1,37	6,7/9,4	1,40
14. Хлоргексидин (1,1-гексаметилен-бис-парахлорфенил-бис-гуанидин)	5,7/9,9		1,74	6,7/11,6	1,73
15. 3,4-дихлорбензил-N-2,3,4-трихлорфенил-бигуанидин	5,7/8,6		1,51	6,7/9,1	1,34
16. Полигексаметилен-гуанидин гидрохлорид	5,7/8,2		1,44	6,7/8,7	1,30
17. Полигексаметилен-гуанидин глюконат	5,7/10,7		1,88	6,7/11,8	1,76
4. Перекись водорода, надкислоты (0,01%)					
18. Смесь перекиси водорода и уксусной кислоты (надуксусная кислота нестабилизи-рованная)	5,7/5,8		1,01	6,7/6,7	1,0
19. АКВАдез-НУК 5	5,7/5,9		1,03	6,7/6,9	1,03
20. Неосептал – РЕ	5,7/6,1		1,07	6,7/7,4	1,10

21. Дезоксон -1	5,7/5,6	0,98	6,7/6,6	0,98
22. Криодез	5,7/5,8	1,01	6,7/6,7	1,0
23. Vigorox	5,7/5,7	1,0	6,7/6,8	1,01
24. 2-(1,3,5-дитиазин-5-ил)-уксусная кислота	5,7/8,6	1,50	6,7/9,5	1,42
25.Дезосепт Форте	5,7/5,7	1,0	6,7/6,7	1,0
26. Вофастерил	5,7/5,7	1,0	6,7/6,6	0,98
5. Остальные химические препараты (0,02%)				
27.5-хлоро-2-метил-4-изотиазо-лин-3-он	5,7/6,8	1,19	6,7/8,0	1,20
28. Глутаровый альдегид	5,7/5,9	1,03	6,7/7,1	1,06
29. Формальдегид	5,7/6,1	1,07	6,7/7,4	1,10
30. Смесь жирных кислот с числом углеродных атомов 5 - 16 и аминопарафинов	5,7/7,6	1,33	6,7/9,4	1,40
31. Смесь технических ксилидинов	5,7/7,8	1,37	6,7/9,1	1,35
32. Бромид N-алкил-N-метилморфолиния	5,7/9,7	1,70	6,7/11,7	1,75
33. N-о-этоксифенил-пергидро-1,3,5-диоксазин	5,7/8,6	1,51	6,7/9,7	1,45
34. N-метилморфолин салицилат	5,7/9,7	1,70	6,7/11,9	1,77
35. Смесь хлоргидратов аминопарафинов	5,7/7,7	1,35	6,7/9,5	1,41
36. Металлилсульфонат натрия	5,7/5,9	1,04	6,7/7,3	1,09
37. Морфолид пеларгоновой кислоты	5,7/9,9	1,74	6,7/11,9	1,77

Полученные результаты не позволяют однозначно истолковать наличие синергетического эффекта при совместном введении госсипола (госсиполовой смолы) и другой компоненты в состав композиции, однако на их основе возможен выбор наиболее перспективных вариантов для последующей серии испытаний по общепринятым методикам.

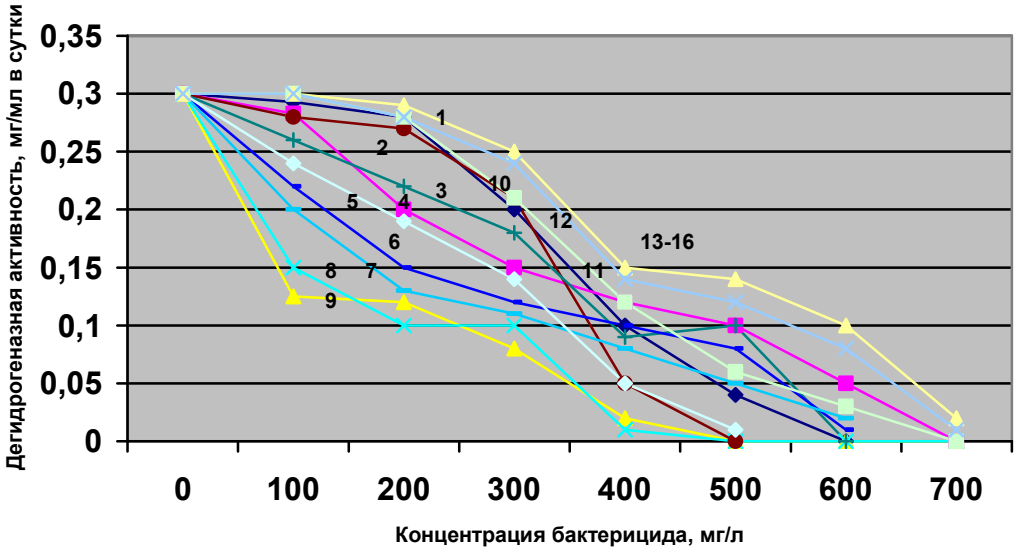


Рис. 1. Изменение дегидрогеназной активности в зависимости от концентрации различных бактерицидов в композиции с техническим госсиполом (0,5% масс)

Исследуемые бактерициды: 1 – госсипол, 2- полидиметилдиаллиламмоний-хлорид, 3 – поли (гексаметилен-бигуанид) гидро-хлорид, 4 – полигексаметиленгуанидин глюконат, 5- смесь жирных кислот с числом углеродных атомов 5 - 16 и аминопарафинов, 6- смесь технических ксилидинов, 7- бромид N-алкил-N-метилморфолиния, 8- N-метилморфолин салицилат, 9- морфолид пеларгоновой

кислоты, 10-2-(1,3,5-дитиазин-5-ил)-уксусная кислота, 11- 5-хлоро-2-метил-4-изотиазо-лин-3-он, 12- глутаровый альдегид, 13- формальдегид, 14- N-о-этоксифенил-пергидро-1,3,5-диоксазин, 15- смесь хлоргидратов аминопарафинов, 16- металлилсульфонат натрия.

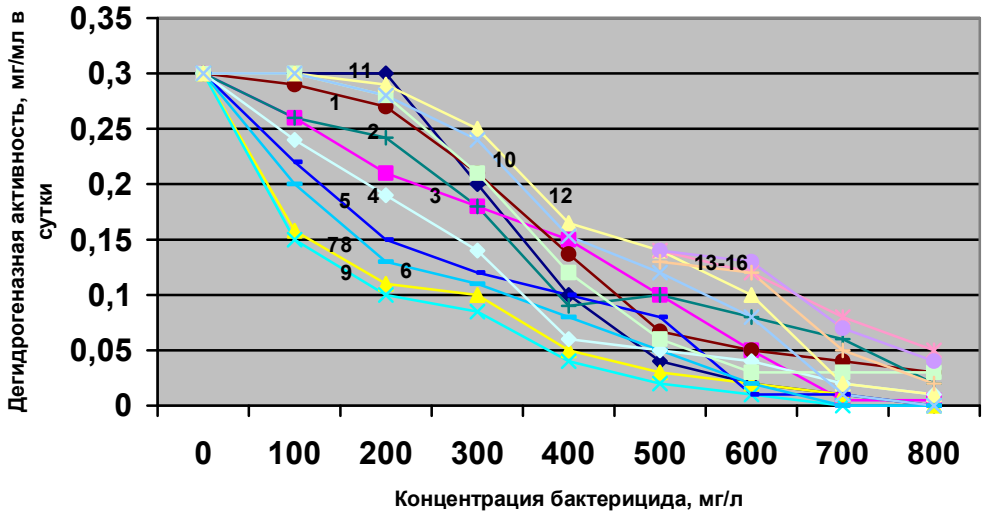


Рис. 2. Изменение дегидрогеназной активности в зависимости от вонцентрации различных бактерицидов в композиции с госсиполовой смолой (0,20 % масс).

Исследуемые бактерициды: 1 – госсипол, 2- полидиметилдиаллиламмоний-хлорид, 3 – поли (гексаметилен-бигуанид) гидро-хлорид, 4 – полигексаметиленгуанидин глюконат, 5- смесь жирных кислот с числом углеродных атомов 5 - 16 и аминопарафинов, 6- смесь технических ксилидинов, 7- бромид N-алкил-N-метилморфолиния, 8- N-метилморфолин салицилат, 9- морфолид пеларгоновой кислоты, 10-2-(1,3,5-дитиазин-5-ил)-уксусная кислота, 11- 5-хлоро-2-метил-4-изотиазо-лин-3-он, 12- глутаровый альдегид, 13- формальдегид, 14- N-о-этоксифенил-пергидро-1,3,5-диоксазин, 15- смесь хлоргидратов аминопарафинов, 16 - металлилсульфонат натрия.

На рисунке 1 показано влияние дополнительной компоненты в количестве 0,5% масс. в составе бактерицидной композиции с госсиполом концентрацией 2,0% масс, а на рисунке 2 – с госсиполовой смолой концентрацией 20% масс. Эти результаты свидетельствуют о заметном влиянии второй компоненты на бактерицидную активность госсипола или госсиполовой смолы и подтверждают обоснованность и корректность применения упрощенной методики исследования возникновения синергетического эффекта, основанной на применении цветной питательной среды Постгейта с бромтимоловым синим.

Таким образом, на основании исследований дегидрогеназной активности в зависимости от концентрации различных бактерицидов в композиции с госсиполом и с госсиполовой смолой из всех исследованных соединений для дальнейших работ по созданию композиционных бактерицидов на основе госсипола и госсиполовой смолы было оставлено 8 соединений, которые обеспечили уменьшение дегидрогеназной актвности. Это - полидиметилдиаллиламмоний-хлорид, поли (гексаметилен-бигуанид) гидрохлорид, полигексаметиленгуанидин глюконат, смесь жирных кислот с числом углеродных атомов 5 - 16 и аминопарафинов, смесь технических ксилидинов, бромид N-алкил-N-метилморфолиния, N-метилморфолин салицилат, морфолид пеларгоновой кислоты.

Созданные на основе вышеизложенных принципов подбора бактерицидов для снижения закисления продуктивного пласта новые реагенты комплексного действия серии БАГ в значительной степени подавляют жизнедеятельность СВБ, новые препараты могут составить конкуренцию импортным средствам. Предлагаемые средства, полученные из отходов и полупродуктов местных производств, расширяют ассортиментный ряд используемых в настоящее время реагентов, обладающих высокими показателями технологичности и эффективности не только при борьбе с ростом СВБ, но и против сероводородной и углекислотной коррозии, высокой нейтрализующей способностью по отношению к сероводороду и легким меркаптанам. Они обеспечивают как повышение степени подавления роста планктонных и **адгезированных** форм СВБ, так и расширение спектра подавляемой микрофлоры. В настоящее время проводятся полупромышленные испытания реагентов серии БАГ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Резяпова И. Б. Сульфатвосстанавливающие бактерии при разработке нефтяных месторождений. – Уфа: Гилем, 1997. – 151 с.

[2] Публичный аналитический доклад по направлению НТР «Новые технологии добычи и использования углеводородного сырья»/ Некоммерческое партнерство

[3] «Развитие инноваций топливно-энергетического комплекса» «Национальный институт нефти и газа».- Москва – 2014. – 452 с.

[4] Морозов Ю.Д., Молодкин С.В. Применение бактерицидов и ингибиторов коррозии в процессах нефтедобычи.//Экспозиция НЕФТЬ ГАЗ. 2/Н (02) - 2009. - с. 23-25.

[5] Ибрагимов Н.Г., Хафизов А.Р., Шайдаков В.В. Осложнения в нефтедобыче. – Уфа: ООО НТЛ Монография, - 2003. – 302с.

[6] Надиров К.С. и др. Получение антибактериальных госсиполсодержащих композиций. Проблемы и инновации современного общества. Материалы 5-ой научно-практической конференции с международным участием. Астрахань. - 2013 .-с. 319 - 322.

[7] Надиров К.С. и др. Способ получения госсипола. А.с. № 85379 от 24.10. 2013г.

[8] Надиров К.С. и др. Принципы подбора компонентного состава реагентов комплексного действия. Materials of the internftional scientific and practical conference «Conduct of modern science - 2014» / Volume 20 Ecology Geography and Biological sciences. Sheffield science and Education LTD, 2014. – с.50-53.

Надирова К.С., Бимбетова Г.Ж., Шуханова Ж.К., Жапар Қ., Смаилов Е., Бегенова А.Б.

Өнімді қабаттың қышқылдану төмендетуге арналған бактерицидтерді таңдаудың негізгі принципін қолдану мен анализ жасау

Түйіндеме. Алынған нәтижелер госсиполды бірлестігін енгізу кезінде және басқа да компоненттер құрамына композиция кезінде синергетикалық тиімділікті алуға мүмкіндік бермесе де алайда олардың негізінде таңдау мүмкін неғұрлым перспективалы нұсқаларын кейіннен сериясы сынаудың жалпы қабылданған әдістеме бойынша жүреді.

Nadirov K.S., Bimbetova G.Zh., Shuhanova Zh.K., Zhapar K.,Smailov E., Begenova A.B.

Analysis and use of basic principles of selection of bactericides to reduce the acidification of the productive stratum

Summary. The results obtained do not allow to unambiguously interpret the presence of a synergistic effect when co-administered gossypol (hoipolloi resin) and other components in the composition, but on their basis it is possible to select the most promising options for further series of tests according to standard techniques.

УДК 539.12.04; 548:539.12.04

[1]Н.Н. Жантурина, [2]К.Б. Бижанова

([1]Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова
[2]Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЕФОРМАЦИИ НА МОДУЛЬ ОБЪЕМНОЙ УПРУГОСТИ ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье дан дробный анализ и рассчитано изменения модуля объемной упругости щелочногалоидных материалов в зависимости от степени всестороннего сжатия и температуры. Расчет модуля объемной упругости в зависимости от степени всестороннего сжатия был проведен при помощи учета межионно-кулоновского взаимодействия, а в зависимости от температуры - по экспериментальному значению тензора модуля объемной упругости щелочногалоидных кристаллов. Согласно этому тензору было рассчитано среднеквадратичное значение температурного коэффициента. С увеличением степени всестороннего сжатия модуль объемной упругости увеличивается, с температурой – уменьшается. В таблице на примере некоторых щелочногалоидных материалов показано уменьшение объемного модуля упругости в интервале температур 4,2-80 К. Таким образом, учитывая межионное кулоновское взаимодействие и экспериментальные значения изменения модуля упругости при некоторых температурах, нам удалось рассчитать параметры упругих свойств щелочногалоидных кристаллов в области низких температур. С увеличением степени гидростатического сжатия модуль объемной упругости увеличивается, увеличение температуры приводит к уменьшению данной величины

Ключевые слова: модуль объемной упругости, щелочногалоидные материалы, всестороннее сжатие.

Одной из актуальных проблем материаловедения является анализ изменения механических параметров при воздействии внешних факторов. Наиболее распространенными воздействиями на материалы можно считать влияние температуры и деформации. Щелочногалоидные материалы в настоящее время используются как материалы для твердотельной электроники и оптики, поэтому расчет их механических параметров необходим для приборостроения и других приложений.

При достаточно малых степенях деформации изменение модуля всестороннего сжатия в щелочногалоидных материалах не учитывается, при достижении степени деформации до 1-2 % можно рассчитать изменение данной величины в щелочногалоидных кристаллах.

Для получения зависимости объемного модуля упругости от степени всестороннего сжатия, напишем выражение для полной энергии связи кристалла, состоящего из $N_{M\text{-}X}$ ионных пар:

$$U(r) = -\frac{\alpha e^2 N_{M-X}}{d}\left[\frac{d}{r} - \frac{1}{n}\left(\frac{d}{r}\right)^n\right], \qquad (1)$$

где α - постоянная Маделунга, d - постоянная решетки, n - параметр ЩГК [1].

В ЩГК постоянная решетки a_0 с расстоянием r между ближайшими соседями связана соотношением $a_0 = 2r$. Поэтому отношение межионного расстояния и объема равно $V = N_{M-X}a_0^3 / 4 = 2N_{M-X}r^3$. Учитывая, что

$$\frac{d^2U}{dV^2} = \frac{1}{36N_{M-X}^2 r^2}\frac{d}{dr}\left(\frac{1}{r^2}\frac{dU}{dr}\right),$$

можно получить

$$\beta = \gamma\alpha e^2\left(-\frac{4}{r^4} + \frac{(n+3)d^{n-1}}{r^{n+3}}\right). \qquad (2)$$

Здесь γ = 1/18, для ОЦК ЩГК – $1/8\sqrt{3}$. В положении равновесия, когда $r = d$,

$$\beta = \gamma\alpha(n-1)e^2 / d^4 \qquad (3)$$

Получается выражение зависимости модуля всестороннего сжатия от степени сжатия γ.

По экспериментальным данным при увеличении степени всестороннего сжатия коэффициент объемной упругости становится меньше.

Значения n можно определить, пользуясь экспериментально определенными модулями всестороннего сжатия.

Из [2] определено значение модуля всестороннего сжатия

$$n = 1 + \frac{18B_0 r_0^3}{U(r_0)} \qquad (4)$$

В таблице 1 приведены рассчитанные нами значения n, постоянных Маделунга, найденные нами по значениям потенциальных энергий взаимодействия, а также модулям всестороннего сжатия.

Таблица 1. **Параметры кулоновского взаимодействия в щелочногалоидных кристаллах**

Кристалл	r, A	β, 10^{10} Н/м^2	U(r) 10^4 Дж	n	α
NaCl	2.82	2.4	1.58	7.77	1.7426
NaBr	2.99	1.99	1.49	8.09	1.7402
NaI	3.24	1.51	1.37	8.46	1.6002
KCl	3.15	1.75	1.4	8.69	1.7226
KBr	3.3	1.48	1.35	8.85	1.7402
KI	3.53	1.17	1.26	9.13	1.7374
RbCl	3.29	1.56	1.35	9.13	1.7349
RbBr	3.43	1.3	1.36	9	1.8221
RbI	3.67	1.05	1.21	9.4	1.7346
CsI	3,85	1.15	1.032	12	1.7627

По экспериментальным данным при увеличении степени всестороннего сжатия коэффициент объемной упругости становится меньше.

На рисунке 1 наглядно показано изменение модуля всестороннего сжатия от степени сжатия в некоторых ЩГК.

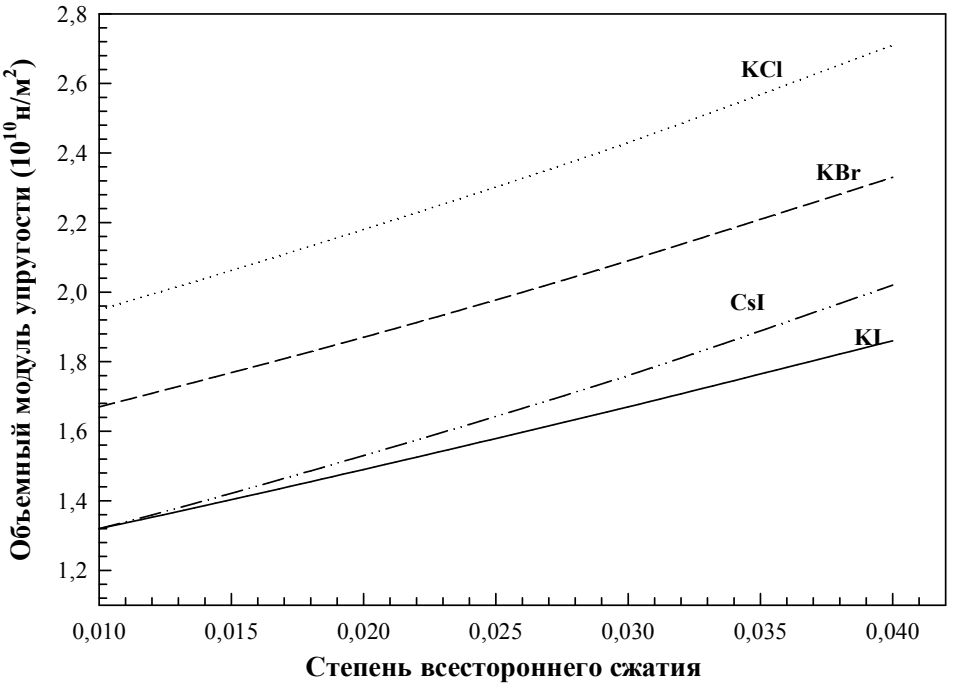


Рис.1. Зависимость объемного модуля упругости от степени всестороннего сжатия

Нетрудно заметить из рисунка, что с увеличением сжатия β растет нелинейно. В кристаллах KCl и KBr объемный модуль упругости растет сравнительно одинаково, а в кристалле CsI деформация оказывает более существенное влияние на изменение коэффициента сжатия, чем в KI.

Влияние температуры на модули всестороннего сжатия показано в работе [3], с ростом температуры по экспериментальным значениям модуль объемной упругости уменьшается. В этой работе приведены составляющие тензора модуля объемной упругости в области температур 4,2 – 300 К с шагом 50 К для 16 щелочногалоидных кристаллов. Используя выведенное соотношение для температурной зависимости объемного модуля упругости, мы рассчитали среднеквадратичное значение температурного коэффициента. Таким образом, в таблице 2 показано уменьшение объемного модуля упругости некоторых щелочногалоидных материалов в интервале температур 4,2-80 К [4].

Таблица 2. **Значение объемного модуля упругости при разных температурах**

Кристалл	b	Температурный коэффициент	B (10^{10}Н/м^2)	
KI	1,17*10^{10}	0,00085	10	1,161
			20	1,153
			30	1,144
			40	1,136
			50	1,127
			60	1,119
			70	1,111
			80	1,102
KCl	1,72	0,0014	10	1,706
			20	1,692
			30	1,678
			40	1,664
			50	1,65
			60	1,636
			70	1,622
			80	1,608
KBr	1,36	0,0022	10	1,353
			20	1,346
			30	1,339
			40	1,332
			50	1,325
			60	1,318
			70	1,311
			80	1,304
NaCl	2,4	0,0042	10	2,358
			20	2,316
			30	2,274
			40	2,232
			50	2,19
			60	2,148
			70	2,106
			80	2,064
NaBr	1,99	0,002	10	1,97
			20	1,95
			30	1,93
			40	1,91
			50	1,89
			60	1,87
			70	1,85
			80	1,83
NaI	1,51	0,00072	10	1,503
			20	1,496
			30	1,488
			40	1,481
			50	1,474
			60	1,467
			70	1,46
			80	1,452
			50	1,005
			60	0,996
			70	0,987
			80	0,978

Таким образом, учитывая межионное кулоновское взаимодействие и экспериментальные значения изменения модуля упругости при некоторых температурах, нам удалось рассчитать параметры упругих свойств щелочногалоидных кристаллов в области низких температур. С увеличением степени гидростатического сжатия модуль объемной упругости увеличивается, увеличение температуры приводит к уменьшению данной величины [5].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шункеев К.Ш., Васильченко Е.А., Эланго А.А. Влияние упругого напряжения на люминесцентные характеристики кристаллов KCl, KBr и KI //ЖПС. – 1995. – Т. 62№3. – С.156–159.

[2] Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. – М.: Мир, 1975. – 486 с.

[3] Гурченок А.А. Влияние всестороннего сжатия на акустические свойства щелочногалоидных кристаллов: дисс… канд. физ. – мат. наук: 01.04.07. – Томск, 1984. – 188 с.

[4] Тулепбергенов С.К., Спивак-Лавров И.Ф., Шункеев К.Ш. Влияние анизотропного и изотропного напряжении на автолокализацию экситонов в ионных кристаллах //Вестник Актюбинскогоуниверситета.– 2000.– № 2. –С. 12–17.

[5] Zhanturina N., Shunkeev K., Aliev B. Modeling of the influence of a hydrostatic compression on the height of exciton's self-trapping potential barrier in KI crystal in the temperature range 4.2-80K //The fourth international workshop on advanced spectroscopy and optical materials. – Gdansk, 2013. – P.24.

Жантурина Н.Н., Бижанова К.Б.

Температураның және деформацияның сілтілі галоидты материалдардың көлемдік серпімділік модуліне әсер етуі

Түйіндеме. Мақалада сілтілі галоидты материалдардың серпімділік модуліне жақсы талдау жасалынып, жан-жақты сығылу деңгейінен және температурадан тәуелді серпімділік модулі есептелінген. Мұнда ионаралық-кулондық әсерлесу және сілтілі галоидты материалдардың көлемдік модулінің эксперименталды алынған тензоры ескерілген. Тензор арқылы температуралық коэффициенттің орташа квадраттыө мәні шығарылып алынған. Жан-жақты сығылу деңгейі артқан сайын сілтілі галоидты кристалдардың көлемдік серпімділік модулі артады да, ал температурамен кемиді. Кесте кейбір сілтілі галоидты материалдар мысалында 4,2-80 К температуралар аралығында көлемдік серпімділік модулдің кемуі көрсетілген.

Zhanturina N.N., Bizhanova K.B.

The influence of temperature and strain on the bulk modulus of alkali halide materials

Resume. In the article was done the detailed analysis and calculated changes in the bulk modulus of alkali halide materials, depending on the degree of hydrostatic compression and temperature. At the same time it takes into account the inter-ion-Coulomb interaction and the experimental values of the tensor of the bulk modulus of elasticity of alkali halide crystals. According to given values of the tensor of the bulk modulus of elasticity were calculated average values of temperature coefficient. With increasing of the degree of hydrostatic pressure the volume bulk modulus of elasticity increases and with temperature - decreases. In the example of some alkali halide crystals in table was shown the decrease in the bulk modulus in in temperature range 4,2-80 K.

УДК 338.27

А.А. Акижанова, Т.Т. Велямов

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

ПОСТРОЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ДОХОДА ТОО «БЕККЕР И К»

Аннотация. Рассматриваются процедура применения множественного корреляционно-регрессионного анализа и процессы построения вероятностной регрессионной модели для исследования взаимосвязей между экономическими показателями и их влияния на доход от реализации продукции ТОО «Беккер и К». Построенная модель позволяет лицу, принимающему решения (ЛПР) вырабатывать управленческие решения при формировании тактики и стратегии компании.

Ключевые слова: корреляционно-регрессионный анализ, коэффициенты регрессии, коэффициент парной корреляции, коэффициенты детерминации и эластичности.

В экономических исследованиях часто решают задачу выявления факторов, определяющих уровень и динамику экономического процесса. Такая задача чаще всего решается методами корреляционного и регрессионного анализа.

Теория и методы корреляционного анализа используются для измерения тесноты связи между варьирующими признаками, определению неизвестных причинных связей и оценки факторов, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак.

Задачами регрессионного анализа являются выбор типа модели (формы связи), установление степени влияния независимых переменных на зависимую, и определение расчётных значений зависимой переменной (функции регрессии). Метода корреляционного и регрессионного анализа используются в комплексе.

Экономические явления чаще всего описываются именно многофакторными моделями.

Важнейшим этапом построения регрессионной модели (уравнения регрессии) является установление математической функции. Сложность заключается в том, что из множества функций необходимо найти такую, которая лучше других выражает реально существующие связи между анализируемыми признаками.

Покажем применение корреляционно-регрессионного анализа на примере ТОО «Беккер и К».

Предположим, что результат опроса экспертов показал, что наибольшее влияние на доход от реализации продукции оказывают следующие факторы:

X_1- себестоимость выпущенной продукции;
X_2- товарно-материальные запасы;
X_3- основные средства;
X_4-производительность труда;
X_5- фондоотдача;
X_6- средняя заработная плата;
X_7-общие административные расходы.

Требуется найти аналитическую зависимость между результативным признаком У и факторными признаками X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, оценить надежность полученной модели. Информация, собранная по этим факторам, представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1

t	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
2014	8,466	5,911	0,309	1,578	538,100	1,310	122,634	1,092
2013	7,453	5,073	0,580	1,668	761,000	1,580	116,713	0,942
2012	7,769	5,577	0,621	2,070	713,000	1,770	115,000	1,017
2011	6,770	5,089	0,526	2,061	687,200	1,890	106,378	0,958
2010	5,687	4,107	0,431	2,017	766,700	2,150	106,378	0,841
2009	4,963	4,433	0,380	1,918	656,800	1,650	100,657	0,753
2008	5,379	4,681	0,280	1,873	747,300	1,870	102,573	0,721

Теперь проведем статистическую оценку исходных данных. На основе визуального анализа не были выявлены элементы совокупности, значительно отличающиеся друг от друга. Значит, все элементы входят в допустимые границы для обеспечения однородности ряда.

Тогда вычислим коэффициенты вариации по следующим формулам:

$V_y = \frac{\sigma_y}{\bar{y}}$; $V_{x_i} = \frac{\sigma_{x_i}}{\bar{x}_i}$. Результаты вычислений представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
ср.ариф	6,641	4,981	0,447	1,884	695,729	1,746	110,048	0,903
ср.кв.откл	1,230	0,585	0,123	0,179	74,345	0,247	7,544	0,127
коэф.вар	18,528	11,742	27,532	9,525	10,686	14,144	6,855	14,047

Данные этой таблицы указывают на колеблемость факторных признаков X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, и влияние этих признаков на колеблемость результативного признака У. Результаты вычислений вполне удовлетворительны.

Проверим распределение фактических данных по уровню дохода на соответствие нормальному закону распределения по способу Вестергарда. Согласно данному способу, фактическое распределение данных можно считать близким к нормальному, если оно удовлетворяет условиям, представленным в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Интервал y		При норм распр		При факт распр	
		Абс	Отн	Абс	Отн
6,2720112	7,010311	2	25%	1	14%
5,7798115	7,502511	3	50%	2	34%
5,2876118	7,99471	5	75%	5	75%
2,9496631	10,33266	7	100%	7	100%

При изучении корреляций стараются установить, существует ли какая-то связь между двумя показателями в одной выборке, либо между двумя различными выборками, и если эта связь существует, то сопровождается ли увеличение одного показателя возрастанием (положительная корреляция) или уменьшением (отрицательная корреляция) другого. Иными словами, корреляционный анализ помогает установить, можно ли предсказывать возможные значения одного показателя, зная величину другого.

Проведем отбор факторных признаков на основе корреляционного анализа. На данном этапе выявляются наличие и силы связи между факторными и результативным признаками. А так же проверяются факторы на мультиколлинеарность. Корреляционный анализ проводится на основе матрицы линейных коэффициентов парной корреляции. Нашим исходным данным соответствует следующая матрица коэффициентов парной корреляции, представленная в таблице 1.4

Таблица 1.4

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
y	1	0,911183	0,378539	-0,43437823	-0,44321	-0,59514	0,957106	0,963253
x1		1	0,192631	-0,41665807	-0,61549	-0,72083	0,824683	0,854936
x2			1	0,37103317	0,400368	0,154776	0,255219	0,409351
x3				1	0,46463	0,800979	-0,6065	-0,29262
x4					1	0,746171	-0,43619	-0,51018
x5						1	-0,65279	-0,50806
x6							1	0,89506
x7								1

Связь между результативным и факторными признаками должна быть сильной, но сами факторные признаки должны быть связанны между собой слабо.

Для оценки силы связи в теории корреляции применяется шкала английского статистика Чеддока: слабая — от 0,1 до 0,3; умеренная — от 0,3 до 0,5; заметная — от 0,5 до 0,7; высокая — от 0,7 до 0,9; весьма высокая (сильная) — от 0,9 до 1,0.

Из таблицы видно, что имеет место высокая корреляция между результативным признаком У и факторными признаками X_1, X_6, X_7, и средняя – между результативным признаком У и факторными признаками X_2, X_3, X_4, X_5.

Наблюдается высокая корреляция между факторными признаками X_1и X_5, X_1 и X_6, X_1 и X_7, X_3 и X_5, X_6 и X_7.

При наличии сильной корреляции между факторами следует говорить о мультиколлинеарности. Для устранения мультиколлинеарности необходимо устранить факторный признак, который формирует мультиколлинеарность из дальнейшего анализа. Учитывая элементы нашей матрицы, устраним факторные признаки X_1, X_3, X_7. Получилась новая матрица коэффициентов парной корреляции, представленная в таблице 1.5.

Таблица 1.5

	y	x2	x4	x5	x6
y	1	0,378539	-0,44321	-0,5951432	0,957106
x2		1	0,400368	0,15477581	0,255219
x4			1	0,7461713	-0,43619
x5				1	-0,65279
x6					1

Для рассматриваемого нами примера $y = f(x_2, x_4, x_5, x_6)$ получим следующую систему нормальных уравнений:

$$\begin{cases} 46{,}488 = 7a_0 + 3{,}127a_2 + 4870{,}1a_4 + 12{,}22a_5 + 1770{,}333a_6 \\ 21{,}168 = 3{,}127a_0 + 1{,}503a_2 + 2201{,}169a_4 + 5{,}492a_5 + 345{,}776a_6 \\ 32059{,}299 = 4870{,}100a_0 + 2201.169a_2 + 3426957{,}87a_4 + 8597{,}685a_5 + 534230{,}2a_6 \\ 79{,}889 = 12{,}220a_0 + 5{,}492a_2 + 8597{,}685a_4 + 21{,}7594a_5 + 1336{,}27a_6 \\ 5178{,}096 = 770{,}333a_0 + 345{,}776a_2 + 534230{,}2a_4 + 1336{,}27a_5 + 85171{,}63a_6 \end{cases}$$

Коэффициенты регрессии равны:

$a_0 = -8{,}098;\ a_2 = 2{,}393;\ a_4 = -0{,}004;\ a_5 = 0{,}591;\ a_6 = 0{,}141.$

Вероятностная модель выглядит следующим образом:

$y = -8{,}098 + 2{,}393x_2 - 0{,}004x_4 + 0{,}591x_5 + 0{,}141x_6.$

Коэффициент регрессии модели отражает степень влияния каждого фактора на анализируемый показатель, при фиксированном значении других факторов. В нашем примере, при изменении второго факторного признака на 1, результативный признак изменится на 2,393.

Теперь найдем коэффициент детерминации по формуле $R^2 = \frac{\sigma_y^2 - \sigma_{y x_n}^2}{\sigma_y^2}$.

Коэффициент детерминации нашего примера равен 0,952. Он показывает степень зависимости результативного признака от факторных признаков, причем, чем ближе значение коэффициента к единице, тем сильнее зависимость. То есть доход от реализации продукции на 95,2% зависит от факторов, включенных в модель, и на 4,8% зависит от факторов, не включенных в модель.

Найдем коэффициент корреляции, он равен 0,976. Коэффициент корреляции характеризует высокую надежность полученной модели.

Уравнение регрессии с вероятностными характеристиками представляет собой математическую модель, которая может быть использована в целях дальнейшего анализа и в обосновании плана повышение уровня дохода от реализации продукции. Как правило, анализ начинается с оценки влияния отдельных факторов на результативный признак. Для этого используем коэффициент эластичности.

Для линейной модели коэффициент эластичности находится по формуле $Э_i = a_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}$.

$Э_2 = 0{,}161\%,\ Э_4 = -0{,}434\%,\ Э_5 = 0{,}155\%,\ Э_6 = 2{,}337\%.$

Значения коэффициентов эластичности показывают, что при изменении факторов на 1%, результативный признак изменится на 0,161%, -0,434%, 0,155% и на 2,337%.

Произведенный анализ показывает, что на рост дохода от реализации продукции наибольшее влияние оказывает средняя заработная плата.

Теперь рассчитаем прогнозное значение результативного признака. Методом наименьших квадратов находим коэффициенты регрессии, и вычисляем значения факторных признаков в следующем периоде, они равны соответственно $x_2 = 0{,}543,\ x_4 = 628{,}171,\ x_5 = 1{,}431,\ x_6 = 124{,}464.$ Подставив эти значения в нашу вероятностную модель, найдем значение результативного признака в следующем периоде, $y_п = 8{,}998.$ Следовательно прирост результативного признака равен 6,282%.

Для прироста результативного фактора на 6,282%, необходимо увеличить второй факторный признак на 39,027%, уменьшить четвертый факторный признак на 14,479%, увеличить пятый фактор на 40,42% и увеличить шестой фактор на 2,688%.

Из перечисленных факторов достижения прогнозного уровня результативного признака можно за счет регулирования либо:

1. ФОП на 2,688%, что несомненно приведет к увеличению производительности труда и, как следствие, приросту ТМЗ и расширению доли ТОО «Беккер и К», количественные параметры этих качественных изменений можно оценить через 4-6 месяцев проведя аналогичные исследования.

2. Увеличения производительности труда на 14,5 % за счет механизации и автоматизации отдельных операций технологического процесса в ТОО «Беккер и К». Поиск «узких мест» в технологическом процессе для механизации и автоматизации операций может быть решен в два этапа. Первый этап требует чисто инженерных решений с применением типовых методов сокращения ручного труда, а втором этапе необходимо произвести эконометрические исследования выбрав в качестве результативного признака производительность труда.

Остальные факторные признаки в ТОО «Беккер и К» не должны быть использованы для управления результирующим признаком, т.к. финансовые затраты на них не окупятся, потому что эти показатели достигли такого уровня, когда маржинальные показатели этих факторов получаться отрицательными, следовательно, компания по этим показателям находится очень близко к точке насыщения при существующих масштабах производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гусаров В.М. Статистика: Учеб. пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2001.
[2] Практикум по статистике: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.М. Симчеры. - М.: Финстатинформ, 1999.
[3] Статистика: Учебник/Под ред. проф. И.И. Елисеевой. - М.: Витэрм, 2002.

Акижанова А.А., Вельямов Т.Т.

Табыс ЖШС «Беккер и К» зерттеу үшін ықтималдық регрессиялық модель құрылысы.

Түйіндеме. Мақала корреляция және регрессиялық талдау қолдану және ықтималдық регрессиялық моделін құру процестерін талқылайды. Біз экономикалық көрсеткіштер арасындағы өзара байланыс мен өнімдер ЖШС «Беккер и К» сатудан түскен түсім әсері зерттеміз. Салынған модель тактикасы мен стратегиясын қалыптастыру үшін басқару шешімдерін әзірлеу туралы шешім Maker (шешім мейкерлер) мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Корреляция және регрессиялық талдау, регрессиялық коэффициенттері, корреляция коэффициенті, детерминант және икемділік коэффициенттері.

Akizhanova A.A., Velyamov T.T.

Probabilistic regression model constructing for ""Becker and Co" income dependency investigation

Abstract. The article deals with the procedure of multiple correlarion regression analysis application and processes of probabilistic regression model construction for investigation of the relationship between economic indicators and their impact on the income from sales of LLP "Becker and Co" production. This constructed model allows the decision maker to develop management solutions for the formation of tactics and strategy of the company.

Key words: correlation and regression analysis, the regression coefficients, the coefficient of pair correlation, coefficients of determination and elasticity.

УДК 637.525

Я. М. Ұзақов, А. М. Таева, М. О. Кожахиева, К. К. Макангали, Э. Р. Елеуова, Ж. С. Тлеуова
(Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
uzakm@mail.ru)

ЖЫЛҚЫ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМДАР ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

Аннотация. Ет өнеркәсібінің дәстүрлі өнімдеріне өсімдік шикізатын қоса отырып, функционалды тамақтануға арналған құрамы жануар белогына бай өнімдер жасау бағыты белсенді дамып келеді. Себебі қазіргі таңда салауатты өмір салтына көшу, өз денсаулығына жауапкершілікпен қарау алдыңғы орында тұр. Адам денсаулығы көбіне оның тамақтануына байланысты. Дұрыс тамақтанудың негізгі көрсеткіші ол барлық тамақ компоненттерінің дұрыс қатынас пен көлемде ағзаға жеткізілу. Сондықтан ет индустриясы адам денсаулығын сақтау үшін құрамына өсімдіктер қосу арқылы дәрумендер мен микроэлементтерге бай өнімдер шығаруға бағытталған. Сол себепті ет өндіру өнеркәсібінің перспективалық және қарышты дамып жатқан бағыттарының бірі жылқы етінен, құрамы ақуыз, май, дәрумендер және микроэлементтерге бай өнімдер рецептурасы мен технологиясын жасап шығару.

Негізгі сөздер. Етті өңдеу, ұлттық тағамдар, жылқы еті, амин қышқылдар, биологиялық құндылығы, тағамдық құндылық, дәрумендер, өсімдік қоспалар.

Кіріспе. Қазіргі танда Қазақстан Республикасында жылқы етінің өндірісіне айтарлықтай көңіл бөлінеді. Жылқы еті құнды ақуыздар құрамы бойынша сиыр етінен кем болмайтыны анықталған. Оның құрамында барлық алмастырылмайтын аминышқылдар бар және олар өте қолайлы қатынаста орналасқан.

Ірі қара мал етімен салыстырғанда жылқы етінде триптофан, гистидин, тирозин, фенилаланин және метионин мөлшері көбірек. Жылқы малының инфекциялық және инвазионды ауруларды қабылдамайтын қасиетін, сонымен қатар, жылқы етінде темір мөлшерінің көптігін (100 г етке 8 мг) пайдалана отырып, Франция және Италия медиктері жылқы етін шикі күйінде туберкулез және анемиямен ауыратын адамдарға жеуге ұсынады. Диеталық өнім ретінде жылқы етін астения ауруына қарсы, жалпы әлсіздікке қарсы, өсу процесі баяу болған кезде және жақсы тамақтанбағандықтан азайған ақуыздар қорын толтыру үшін кеңінен қолданады. Жылқы етінің құрамында көп қанықпаған май қышқылдарының мөлшері көп болғандықтан қан тамырлардың қабырғаларында холестерин жиналмайды, мұның нәтижесінде тамырлардың қабырғалары әктелмейді және де қанда холестерин мөлшері көбеймейді. Сөйтіп, жылқы еті адам ағзасына жақсы әсер етеді.

Қазіргі уақыттағы маңызды мәселелердің бірі – ақуызбен тамақтану, әсіресе малдық шығу тегіндегі ақуыздық қатынасында. Жер шарының өсіп келе жатқан халқын тамақ өнімдерінің жеткілікті мөлшерімен қамтамасыз ету үшін, оларды өндіруді жыл сайын 2,25%-ға арттырып отыру қажет. Малдық шығу тегі бар ақуыздың негізгі көзі ет, сүт, жұмыртқа және балық болып табылады. Ет пен ет өнімдерінің құрамында адамға қажетті ақуыздың жартысы, сонымен қатар майлар, көміртектер, гормондар және басқа да биологиялық белсенді заттар болады. Ет – темір, мырыш және селен секілді шағын элементтердің ұтымды жеткізушісі. Әр түрлі авторлардың зерттеулерінің мәліметтері темірдің 30%-ына жуығының адам организміне етпен және ет өнімдерімен келіп түсетінін көрсетеді.

Зерттеу әдістері. Еттің химиялық құрамын анықтау ет және ет қнімдерінің сапасын, тағамдық құндылығын, құрамындағы ылғал, ақуыз, май және минералды заттар жайлы білуге мүмкіндік береді. Зерттеу әдістерін барлық МЕМСТ бойынша орындалды. Зерттеу объектісі ретінде жылқы еті алынды.

Ұлттық тағам өнімдерін шығаруға арналған шикізатты анықтау кезінде шұжық өнімдерін өндіруге қажетті еттің мөлшерін анықтау керек болды. Ұлттық тағам өнімдерді дайындау үшін жылқы ұшасынан жал, жая, қазы, сүр ет және қарта бөлініп алынады (1-кесте).

1-кесте. **Кейбір ұлттық өнімдерді дайындауға арналған жылқы шикізатының шығымы**

	1-ші категория		2-ші категория	
	кг	%	кг	%
Ұшаның жалпы салмағы	183,4	100	164,1	100
Жал	1,4	0,7	1,1	0,6
Жая	11,3	6,1	8,6	5,1
Қазы	30,1	16,2	17,9	11,1
Қарта	2,1	1,2	1,6	1,0
Таза ет	2,4	1,4	2,2	1,4
Шұжық өнімі	140,6	75,8	136,5	81,8

1-ші кестеден көрсетілгендей ұлттық түрлі өнімдерін дайындау үшін бірінші категориялы жылқы ұшасынан алынған жылқы шикізатының шығымы 23% құрады. Қалған барлық кесінділерінің сүйектерінен бөліп алынған етті шұжық және аспаздық өнімдерді өндіру үшін қолдануға тиімді болады.

Ұлттық тағам өнімдерін дайындауға арналған шикізатты бөліп алғаннан кейін бірінші категориялы ұшадан 16,1% жоғары сортты, 23,3% бірінші сортты және 59,4% екінші сортты, ал екінші категориялық ұшадан сәйкесінше – 15,1%, 22,3% және 61,4% ет алынды (2-кесте).

2-кесте. Жылқы ұшасынан алынған тарамасты етінің шығымы

Семіздік категориясы	Кесек ет, кг	Сорт бойынша тарамысты етінің шығымы				
		в/с, кг (%)	1-ші сорт, кг (%)	2-ші сорт, кг (%)	Барлығы	
					кг	%
Бірінші категория						
Тәжірибе	140,6	16,0 (11,4)	23,1 (16,4)	58,7 (41,7)	97,8	69,5
Бақылау	187,4	28,1 (15,0)	37,2 (19,8)	74,8 (39,9)	140,1	74,6
Екінші категория						
Тәжірибе	136,5	13,6 (9,9)	20,1 (14,7)	55,4 (40,6)	89,1	65,3
Бақылау	166,9	26,9 (17,9)	29,9 (17,9)	65,9 (39,5)	122,7	73,5

Берілген мәліметтердің анализі бойынша ұлттық өнімдерді өндіру үшін шикізатты бөліп алу тарамысты етінің шығымын бақылаумен салыстырғанда 18-20%-ға төмендетеді. Шығымның төмендеуі еттің барлық сорттарына тән болады.

«Ысталып-пісірілген «Атырау» жаяны дайындау технологиясы. «Атырау» жаясын өндіру үшін мынандай шикізат пен материалдар қолданылады:

Жылқы етінің жаясы;

МЕМСТ 13830-97 ас тұзы, ұнтақтығы № 0,1 және 2 болатын;

ОСТ 18-279-76 сәйкес ақ немесе қара ұнтақталған бұрыш;

Ескерту: бір реттен артық мұздатылған етті пайдалануға болмайды.

Термиялық өңдеу. Термиялық өңдеу автоматты бақылап, температураны реттеп отыратын пештерде жүреді. Пешке өнімді саламыз да 180^0С температурада 180 мин пісіреміз. Піскен тағамды 0^0С-тан төмен және 4^0С жоғары болмайтын температурада (ауаның ылғалдылығы 75%) суытады. Ет өзінің салмағын 6-12% азайтады. Термиялық өңдеуден кейін дайын өнімнің сыртқы түрі құрғақ болуы керек. Консистенциясы тығыз, кескендегі түрі -.бұлшық ет тіндері қою қызыл түсті, сұр дақсыз, сары түсті май қабаттары байқалады. Дәмі мен иісі – өнімнің берілген түріне сай, ыстау иісі жақсы сезіледі, бөтен иіссіз және дәмсіз болу керек.

Санитарлы – гигиеналық талаптар. Тәртіп бойынша бекітілген жуу, дезинфекция, профилактика жүргізу ережелеріне сәйкес, ыдыстар мен құрылғылар, технологиялық аппараттар мен бөлмелер тазартылады.

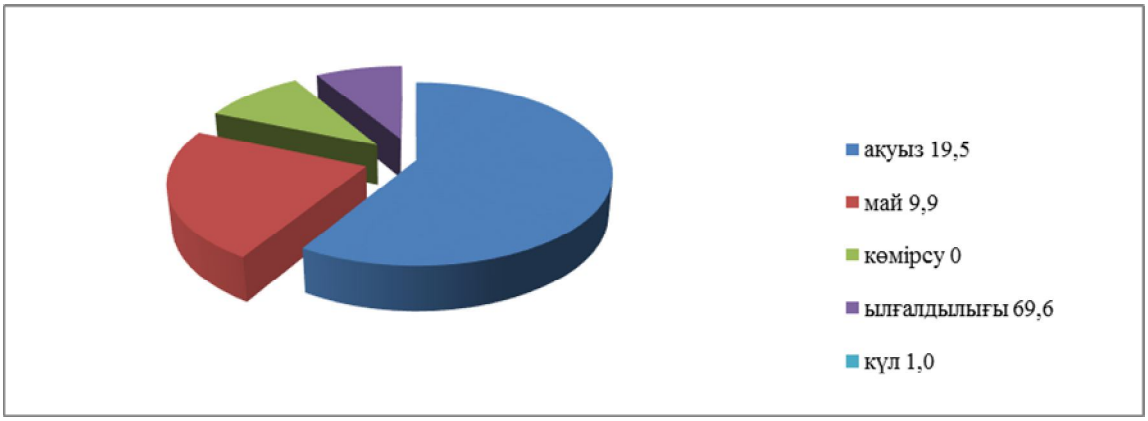
Жалпы тағам өнімдерінің маңызы олардың химиялық құрамы мен биологиялық құндылығымен анықталады. Әсіресе ақуыздардың, алмастырылмайтын аминқышқылдарының мөлшерімен, олардың арақатынасымен және құрамының үйлесімділігімен, басқа да тағамдық заттармен бірге болуымен анықталады.

Дайын болған қуырылып-пісірілген «Атырау» жаясының тағамдық құндылығы мен аминқышқылдық құрамы анықталды.

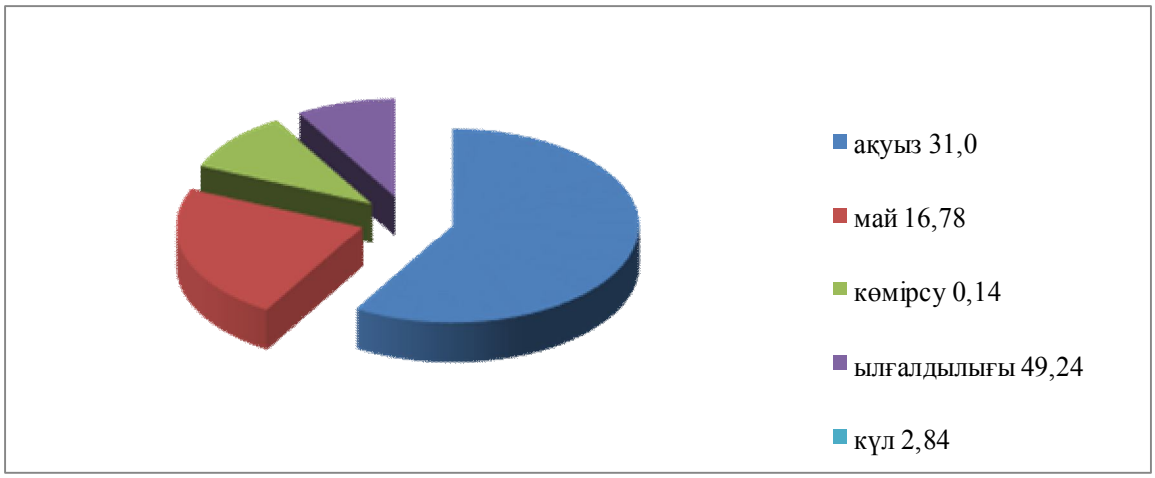
3-кесте. **«Атырау» жаясының химиялық құрамы мен тағамдық құндылығы**

Көрсеткіштер	**Алынған нәтижелері**	
	Бақылау үлгісі	**Сынаққа алынған «Атырау» жаясы**
Тағамдық құндылығы, %		
Ақуыз	19,5	31,0
Май	9,9	16,78
Көмірсулар	0	0,14
Ылғалдығы	69,6	49,24
Күл	1,0	2,84
Энергетикалық құндылығы, ккал	260	275

Осы кестеде берілген мәліметтер бойынша «Ысталып-пісірілген Атырау жаясының» құрамында ақуыз мөлшері 31,1% болды. Бұл бақылау үлгісімен салыстырғанда 2,5 есе жоғары екенін көрсетеді. Май мөлшері 16,78% құрады. Сонымен қатар, сынаққа алынған өнімде көмірсулар мөлшері 0,14% құрады, ал бақылау үлгісінде көмірсулар мөлшері ескермеуге болатын 0,0% болды. Байқалған өзгерісті сынаққа алынған өнім құрамында асқабақ шырыны мен бидай өсіндісінің болуымен болжауға болады. Зерттелген өнімнің ылғалдылығы – 49,2%, күл –2,84 %-ды құраса, бақылау үлгісінде сәйкесінше 69,6% және 1,0% құрады. Дайын өнімнің энергетикалық құндылығы 275 ккал құрады. Бақылау үлгісінің энергетикалық құндылығы 260 ккал құрайды. Соңғысы көбінесе диеталық тағам ретінде қолданылады. Осы мәліметке сүйеніп, өндірілген қуырылып-пісірілген жаяның құрамында Е витамині көп мөлшерде болғандықтан, оны адам ағзасына пайдалы, диеталық тағам ретінде ұсынуға болады. Салыстыру диограммасын төмендегі 1, 2- суреттен көруге болады.



1-сурет. Бақылау үлгісінің химиялық құрамы



2-сурет. «Атырау» жаясының химиялық құрамы

Сонымен, алынған нәтижелер дайындалған өнімнің дәмдік қасиеттері, яғни тағам құндылығы жоғары екендігін көрсетеді.

4-кесте. **«Атырау» жаясының аминқышқылдық құрамы**

Аминқышқылдардың аты	Бақылау үлгісі	Сынаққа алынған «Атырау» жаясы
Алмастырылмайтын аминқышқылдар *Соның ішінде:* 1. лизин 2. треонин 3. валин 4. метионин 5. изолейцин 6. лейцин 7. фенилаланин 8. триптофан	6635 1528 809 880 398 699 1325 756 243	9026 2083 1106 1195 567 957 1790 1026 338
Алмастырылатын аминқышқылдар *Соның ішінде:* 1. гистидин 2. агринин 3. аспарагин қышқылы 4. серин 5. глутамин қышқылы 6. пролин 7. глицин 8. аланин 9. цистин 10. тирозин	10304 716 1217 1689 765 2582 804 743 914 273 0.604	14063 982 1671 2286 1041 3522 1106 1031 1237 364 823

Кестеде берілген мәліметтер бойынша «Ыcталып-пісірілген «Атырау» жаясының» құрамында алмастырылмайтын аминқышқылдарының мөлшері бақылау үлгісімен салыстырғанда – 26,5 %-ға, ал алмастырылатын аминқышқылдарының мөлшері – 26,7 % - ға артық екені анықталды.

Қазіргі кезде жылқы етінен жасалған қазы-қарта, жал-жаяны білмейтін адам сирек, қай жерде де бұл тағамдар 167elk сұраныста болып отырғаны аян. Сондықтан осы 167elk ii167i өнімдерінің құрамын өсімдік-ақуыз композициясымен байытып, адам ағзасына пайдалы, тіпті қажет өнім өндіріледі. Өсімдік-ақуыз компазициясының құрамында ет шикізатына қарағанда алмастырылмайтын аминқышқылдары, макро-микроэлементтері, Е 167elk ii167i, адам ағзасына қажетті дәрумендер бар. Бұл жұмыста жылқы етіне өсімдік-ақуыз компазициясын қосып, ет өнімдерін дайындау мүмкіндігі көрсетілген. Алынған нәтижелер бойынша өсімдік-ақуыз компазициясының оңтайлы мөлшері анықталды.

Алға қойған мақсаттарға қол жеткізу үшін келесі мәселелер зерттелді:

- ұлттық өнімдерді дайындауға арналған жылқы шикізатының шығымы анықталды;
- дайын өнімнің негізгі органолептикалық көрсеткіштері зерттелді;
- «Атырау» жаясының химиялық құрамы мен тағамдық құндылығы анықталды;
- бақылау үлгісі мен «Атырау» жаясының химиялық құрамы салыстырылды;
- «Атырау» жаясы мен бақылау үлгісінің аминқышқылдары салыстырылды;
- ысталып –пісірілген жылқы еті өнімдерінің рецептурасы ұсынылды.

Осылайша, өсімдік-ақуыз композициясын қолдану жылқы кесек еті үшін тиімділігі жоғары тағамдық және биологиялық құндылығымен ғана емес, сонымен бірге өзінің функционалдық қасиеттерімен де айқындалып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Лисицын А.Б., Липатов Н.Н., Кудряшов Л.С. и др. Производство мясной продукции на основе биотехнологии.-М. ВНИИМП.-2005-369 с.

[2] Узаков Я.М Диханбаева Ф.Т.,Абжанова Ш.А., Ергазы улы С., Рскелдиев Б.А. Новые виды цельномышечных варено-копченых мясных продуктов // Мясная индустрия, г.Москва, 2010, №2 С. 42-44 с.

[3] Я.М. Узаков. Биотехнологические аспекты создания продуктов из баранины нового поколения. КазгосИНТИ – Алматы.: 2005.

[4] Узаков Я.М., Прянишников В.В., Ильтяков А.В. Белки и пищевые волокна в мясных технологиях. Издательство «Эверо»– Алматы.: 2013

[5] Узаков Я.М., Соловьев А.Ю., Байболова Л.К., Жаксылыкова А.Н. Разработка технологии функциональных мясных продуктов Мясная индустрия, Москва 2010. - №3, с.51-52 с

Узаков Я. М., Таева А. М., Кожахиева М.О., Макангали К. К., Елеуова Э. Р., Тлеуова Ж. С.

Разработка технологии национальных продуктов из конины

Резюме. Разработка технологий мясных продуктов с использованием растительного сырья становится все больше актуальной в ненышнее время. Потому что, в данное время потребители все больше уделяет место здоровому питанию. А здоровье человека как известно напрямую связано с тем что он употребляет в пищу. Поэтому в мясной индустрии все большее применение находят различные растительные добавки для улучшения показателей пищевой и биологической ценностей. В данной статье приведены данные по разработке технологии национальных мясных продуктов из конины с использованием растительного сырья. Которые улучшают физико-химические показатели продукта, что позволяет считать данный продукт продуктом функционального назначения.

Ключевые слова. Мясопереработка, национальные продукты, конина, аминокислотный состав, биологическая ценность, пищевая ценность, витамины, растительные добавки.

Uzakov Y. M., Taeva A. M., Kozhahieva M. O., Makangali K. K., Eleuova E. R., Tleuova Zh. S.

Development of technology for national products of horse meat

Summary. Development of technology of meat products using vegetable raw materials becomes more and more relevant. Because, at this time, consumers are increasingly paying place a healthy diet. A human health as it is known is directly related to the fact that he eats. Therefore, in the meat industry are becoming more and more different herbal supplements to improve performance of food and biological value. This article presents data on the development of national technology of meat products from horse meat with vegetable raw materials. Which improves the physical and chemical characteristics of the product, which makes this product a functional purpose product.

Key words: meat processing, national products, horse meat, amino acid composition, biological value, nutritional value, vitamins, and herbal supplements.

УДК 621.3.066.6

Б.С. Ахметов, Р.М. Утебаев, Н.А. Колтун, Д.А. Нупеисова

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕЛИОТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ[1]

Аннотация. Рассмотрены вопросы, связанные с разработкой микроконтроллерной системы управления гелиотепловой энергоаккумулирующей системы. Показана методика компьютерного моделирования системы управления и испытание лабораторного прототипа блока управления.

Ключевые слова: микроконтроллерная система управления, гелиотепловая система, энергоаккумуляция.

Лабораторный стенд по исследованию гелиотепловой энергоаккумулирующей системы (ГТЭС) с устройством для накопления и хранения тепловой энергии.

Основу описываемой в данной статье лабораторной установки (рисунок 1), составляет разработанный метод преобразования солнечной энергии в тепловую с помощью многофункциональной солнечной панели [1].

[1]Статья подготовлена в рамках выполнения раздела 3 «Гелиотепловая энергоаккумулирующая системы (ГТЭС) на основе многофункциональной солнечной панели (МСП)» направления 3 научно-технической программы №757.ПЦФ.АЭ.14.1 «Разработка энергоэффективных технологий на основе альтернативных источников энергии на 2014-2016 годы»

Стенд состоит из следующих компонентов (рисунок 1):

1. Солнечная панель (коллектор) на основе ячеистого поликарбоната (Полигаль).
2. Микроконтроллерный блок управления.
3. Расширительный бак.
4. Циркуляционный насос.
5. Зонный трехходовой клапан с сервоприводом.
6. Зонный трехходовой клапан с сервоприводом.
7. Алюминиевый радиатор.
8. Тепловой аккумулятор (бойлер).
9. Датчики температуры.

Гидравлические элементы стенда соединены между собой металлопластиковой трубой диаметром 15 мм.

Стенд работает следующим образом:

Тепловая солнечная энергия, попадая на солнечную панель 1, передает тепловую энергию теплоносителю, который циркулирует по двум контурам:

1. Солнечная панель 1- трасса В-АВ клапана 5 – циркуляционный насос 4 – тепловой аккумулятор 8 – трасса АВ-В клапана 6 – солнечная панель[1]
2. Алюминиевый радиатор 7 – трасса А-АВ клапана 5 – циркуляционный насос 4 – тепловой аккумулятор 8 – трасса АВ-А клапана 6 - Алюминиевый радиатор 7

Расширительный бак 3 предназначен для приема избытка теплоносителя при его расширении в результате нагрева.

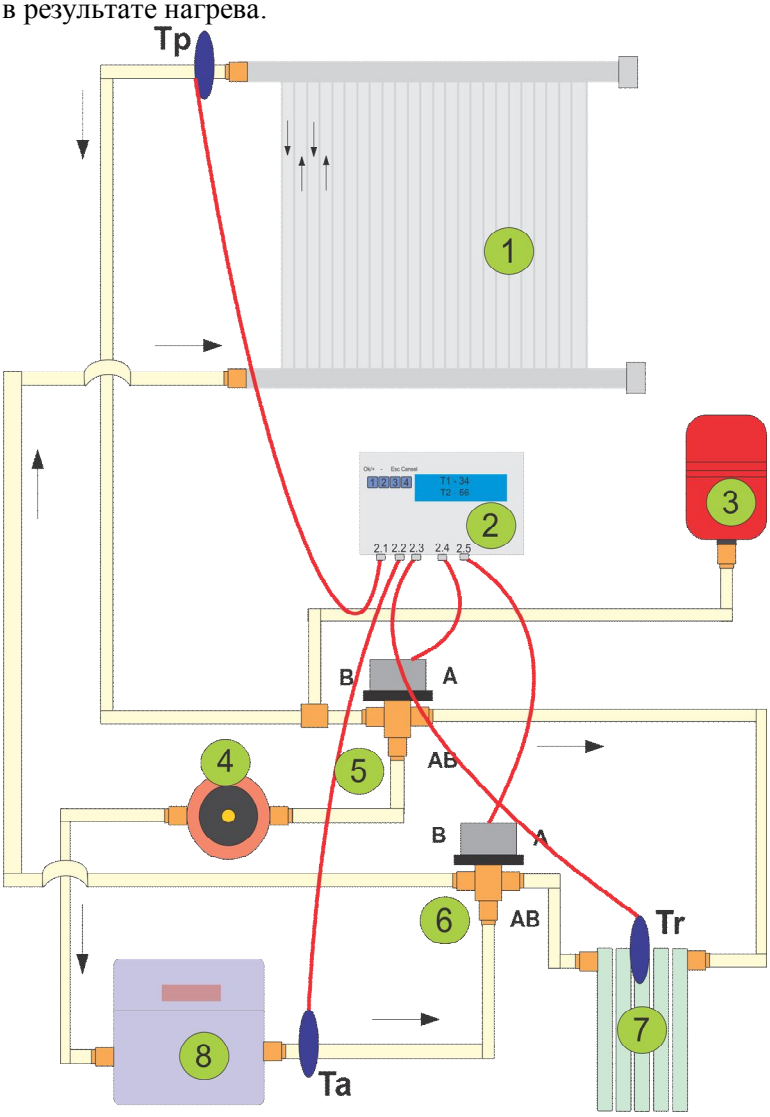


Рис. 1. Структурная схема стенда ГТЭС

Микроконтроллерный (МК) блок управления.

Компьютерная модель системы управления составлена в среде ISIS Proteus.

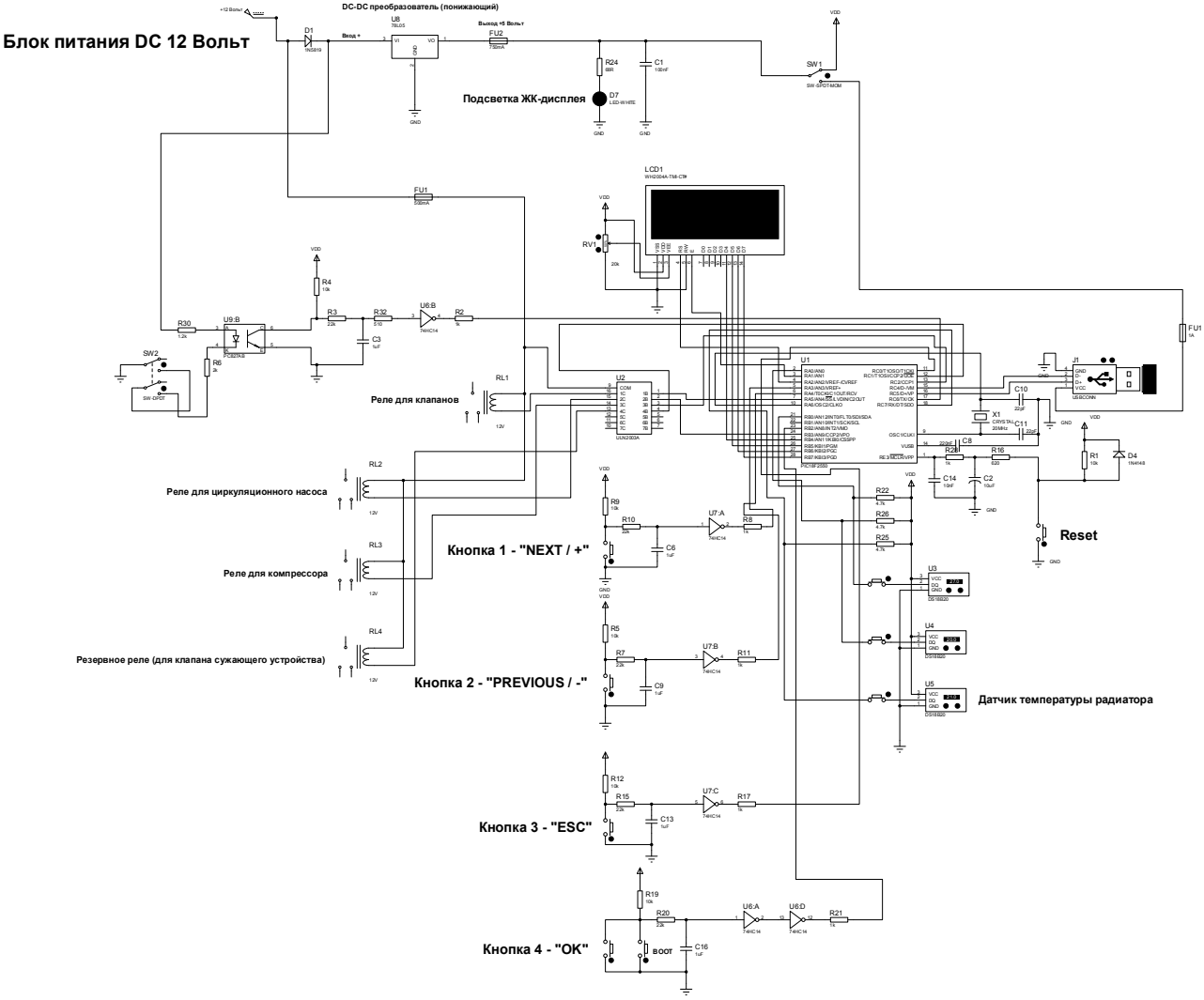


Рис. 2. Принципиальная схема микроконтроллерного блока управления. Схема собрана и отлажена в среде интеллектуального ввода схем ISIS Proteus [2]

Система управления ГТЭС состоит из следующих элементов:

1) U1 – Микроконтроллер (МК) **PIC18F2550-I/SP с интерфейсом USB**, выполняющий роль основного управляющего элемента.

2) RL1-RL4 - четыре исполнительных устройства в виде электромагнитных реле, с помощью которых микроконтроллер управляет зонными (трехходовыми) гидравлическими клапанами с сервоприводом (RL1), циркуляционным насосом (RL2), компрессором (RL3) и клапаном сужающего устройства (RL4).

3) U2 – Микросхема-драйвер ULN2003A для управления реле RL1-RL4.

4) LCD1 - Жидкокристаллический дисплей WH2004A-TMI-CT# для отображения работы программы контроллера.

5) Кнопки управления и настройки: Кнопка 1 - "NEXT / +", Кнопка 2 - "PREVIOUS / -", Кнопка 3 - "ESC", Кнопка 4 - "OK".

6) J1 – USB – разъем для связи МК с ПК.

7) X1 – кварцевый резонатор 20МГц.

8) U8 - понижающий DC/DC – преобразователь LM2596 на 5 вольт для питания элементов схемы (микроконтроллера, дисплея, датчиков температуры).

9) SW1 – тумблер - переключатель для выбора источника питания – от USB или от DC/DC – преобразователя U8.

10) FU2 – предохранитель на 750 мА для защиты DC/DC – преобразователя U8.

11) FU1 – предохранитель на 500 мА для защиты шины USB.

12) U3 - DS18B20 - Датчик температуры солнечного коллектора.

13) U4 - DS18B20 - Датчик температуры теплового аккумулятора - (бойлера).

14) U5 - DS18B20 - Датчик температуры радиатора.

Блок питания DC12 Вольт – для питания понижающий DC/DC – преобразователя U8 и электромагнитных реле.

Описание работы программы микроконтроллера.

Старт:

- Инициализация микроконтроллера и выбор частоты кварцевого резонатора.
- Настройка битов конфигурации.
- Настройка стартового адреса программы.
- Настройка портов ввода/вывода (Все порты цифровые).
- Инициализация LCD (4 строки по 20 символов в каждой).
- Определение всех пользовательских переменных.
- Настройка прерывания от таймера.
- Настраиваем обработчик прерывания.
- Вывод на дисплей настраиваемых значений температур, прочитанных из внутреннего ПЗУ контроллера.
- Задержка на 10 секунд для возврата клапанов в исходное состояние, если при выключении питания системы клапаны были во включенном состоянии (клапаны с сервоприводом закрываются и открываются примерно 6-8 секунд).
- Проверка состояния контрольного (нормально-открытого) контакта состояния клапанов, и вывод на дисплей информации о неисправности клапанов, если контрольный контакт в неправильном состоянии.
- Проверка наличия трех температурных датчиков DS18B20 в шине. Если какой-либо датчик отключен или неисправен, то на дисплее будет показано название этого датчика (или этих датчиков). Такая диагностика будет осуществляться во время выполнения основного цикла программы.

Система управления предусматривает два режима работы - автоматический и ручной. В основном меню программы управления отображаются значения температур от соответствующих датчиков температуры: это температура от датчика солнечной панели (Tp), датчика теплового аккумулятора (Ta) и датчика радиатора (Tr). А также настраиваемые значения требуемых температур для управления системой (TpM, TaM, TrM, t). В программе пока используются только три параметра: Tr (температура датчика радиатора), TrM (настраиваемое значение максимальной температуры радиатора) и t (настраиваемое значение минимальной температуры радиатора). В ручном режиме параметр Tr также настраивается. В основном меню в самой нижней строке дисплея отображается текущий режим работы и состояние клапанов (например, **“Авт.упр./Клап.выкл.”** – автоматическое управление/клапаны выключены).

Чтобы перейти в меню настроек параметров нужно нажать **кнопку 1 – “NEXT/+”**.

В меню настроек в самой нижней строке дисплея отображаются названия кнопок, которые активны в данный момент. Чтобы начать перемещение курсора по меню настроек, нужно еще раз нажать **кнопку 1 – “NEXT/+”** или **кнопку 2 -** “**PREV/-”**. Чтобы переключиться в ручной режим нужно переместить курсор на параметр **“АВТ.”** и нажать **кнопку 4 – “OK”**. Затем нажать **кнопку 1 - “NEXT/+”.** Когда появится надпись **“РУЧ.”** Нужно нажать кнопку **кнопку 4 – “OK”**. (P.S. При включении контроллера система будет находиться в автоматическом режиме). В меню настроек курсор можно перемещать в обратном направлении **кнопкой 2 - “PREV/-”.** Чтобы настроить, например, параметр **“t”** нужно переместить курсор на параметр **“t”** и нажать **кнопку 4 – “OK”**. Нажимая **кнопку 1 - “NEXT/+”** или **кнопку 2 - “PREV/–“** настраиваем нужное значение минимальной температуры. Если нажать на **кнопку 4 – “OK”**, то значение параметра **“t”** сохраниться в ПЗУ микроконтроллера и только после этого новое значение данного параметра будет участвовать в рабочем цикле про-

граммы. Т.е. при настройке значений в рабочем цикле участвует текущее значение параметра. Таким же образом настраиваются параметры **TrM, TaM, TpM** и **"Авт./Руч."**. Если во время настройки параметра нажать на **кнопку 3 - "ESC"**, то новое значение не сохранится и вернется предыдущее значение параметра. Исключением являются параметры **Tp**, **Ta** и **Tr**, которые предназначены для управления в ручном режиме, т.е. при нажатии и на **кнопку 4 – "OK"** и на **кнопку 3 - "ESC"** новое значение сохранится, причем при настройке, например, параметра **Tr** он автоматически будет участвовать в основном цикле программы.

Чтобы вернуться в основное меню из меню настроек нужно нажать на **кнопку 3 - "ESC".**

Описание основного цикла программы микроконтроллера.

В основном цикле программы контроллера выполняется три режима работы:

1) Режим отбора тепловой энергии от МСП (многофункциональная солнечная панель) в ТА (тепловой аккумулятор), когда температура в помещении выше нормы.

В данном режиме **клапаны выключены**, циркуляционный **насос включен**.

Условия перехода в данный режим: а) если был режим ожидания (клапаны выключены, насос выключен) и температура в комнате (где стоит радиатор) стала выше нормы, то система перейдет в режим отбора тепла из МСП и накопления тепла в ТА – включится насос; б) если был режим нагрева воздуха в помещении (клапаны включены, насос включен) и температура в комнате (где стоит радиатор) стала выше нормы, то сначала выключится насос, через секунду выключатся клапаны, через 8 секунд программа проверит состояние контрольного контакта клапанов (он должен открыться, если не откроется, то на дисплее появиться надпись "Неисправность клапанов!", выключится насос, программа остановится и будет ждать устранения неисправности, если контакт откроется, то контроллер перезагрузится), через секунду включится насос и система перейдет в режим отбора тепла из МСП в ТА.

2) Режим нагрева воздуха в помещении в ночное время от энергии, накопленной в ТА, когда температура воздуха в помещении ниже нормы.

В данном режиме **клапаны включены**, циркуляционный **насос включен**.

Условия перехода в данный режим: а) если был режим отбора и накопления тепловой энергии или был режим ожидания и температура в комнате стала ниже нормы, то сначала выключится насос, через секунду включатся клапаны, через 8 секунд программа проверит состояние контрольного контакта клапанов (он должен закрыться, если не закроется, то на дисплее появиться надпись "Неисправность клапанов!", выключится насос, через секунду выключится клапан, программа остановится и будет ждать устранения неисправности; если контакт закроется, то контроллер перезагрузится), через секунду включится насос и система перейдет в режим нагрева воздуха в помещении.

3) Режим ожидания, когда температура воздуха в помещении находится в пределах нормы.

В данном режиме клапаны **выключены**, циркуляционный насос **выключен**.

Условия перехода в данный режим: а) если был режим отбора и накопления и температура упала до нормальной, тогда выключится насос и система перейдет в режим ожидания; б) если был режим нагрева помещения и температура в комнате (где стоит радиатор) стала нормальной, то сначала выключится насос, через секунду выключатся клапаны, через 8 секунд программа проверит состояние контрольного контакта клапанов (он должен открыться, если не откроется, то на дисплее появиться надпись "Неисправность клапанов!", выключится насос, программа остановится и будет ждать устранения неисправности, если контакт откроется, то контроллер перезагрузится) и система перейдет в нормальный режим; с) если был режим отбора и накопления и стала температура нормальная, то выключится насос и система перейдет в нормальный режим.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ахметов Б.С., Харитонов П.Т., Киселева О.В. Обратимая гелиотепловая энергоаккумулирующая система с использованием энергии фазового перехода жидкого теплоносителя // Вестник КазНТУ. Выпуск 2/2015 – С.115-124.

[2] Бекбаев А.Б., Карбозова А.М., Шеришев В.П. Контроль теплового состояния электрического контакта // Электромеханические и энергосберегающие системы. Выпуск 3/2012 (19) - с. 575-578

[3] http://www.labcenter.com/index.cfm

[4] http://www.embarcadero.com/ru/products/delphi

Ахметов Б.С., Утебаев Р.М., Колтун Н.А., Нупеисова Д.А.

Гелиожылыту энергоаккумуляторлық жүйені жобалау

Түйіндеме. Гелиожылыту энергоаккумуляторлық жүйенің шағынконтроллерлік басқару жүйесін құрумен байланысты сұрақтар қарастырылған.

Негізгі сөздер: шағынконтроллерлік басқару жүйесі, гелиожылыту жүйесі, энергоаккумуляция.

Ahmetov B.S., Utebaev R.M., Koltun N.A., Nupeisova D.A.

Design of heliothermal power heat-sink system

Summary. The questions connected with development of a microcontroller control system of heliothermal power heat-sink system are considered. The technique of computer modeling of a control system and test of a laboratory prototype of the control unit is shown.

Key words: microcontroller control system, heliothermal system, power accumulation.

УДК 681.52

М.М. Орынбет, З.Б. Бекжан
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан orynbet.marat@mail.ru)

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ЛЕНТЫ С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Аннотация. Лентопротяжные механизмы (ЛМП) относится к системам с переменными параметрами, их изменение происходит достаточно медленно за время работы. Возможности увеличения точности и повышения качества системы регулирования с одним усилителем ограничены. Поэтому для компенсации возмущений, вызванных изменением переменных параметров, необходимо формировать такие системы, которые обладают свойствами компенсации и при этом сохраняют устойчивость и высокую точность.

Ключевые слова: лентопротяжные механизмы натяжная лента, системы автоматического управления, системы регулирования, метод “замороженных” параметров.

Системы автоматического управления, у которых параметры и характеристики меняются в процессе работы системы, относятся к классу систем с переменным параметрами. Характер изменения параметров во времени может быть самым различным.

Изменение параметров может быть обусловлена, с одной стороны, внешними возмущениями, действующий на объект, а с другой стороны, параметры могут меняются в процессе работы объекта.

Если элементы с переменными параметрами находятся в цепи регулирования, то переменность параметров можно рассматривать как внутреннее возмущающее воздействие, если же параметры объекта меняется существенно в зависимости от внешних возмущенные, которые действуют непосредственно в зависимости от внешних возмущений, которые действуют непосредственно на объект, то рассматривать их нужно как внешние возмущающие воздействие [1,2].

Такая ситуация возникает в ЛМП. В качестве примера можно указать на момент инерции $I(t)$ и радиус рулона намотки $R(t)$ катушечного накопителя, которые изменяются в процессе работы ЛМП. В связи с чем ЛМП необходимо рассматривать, как объекты с переменными параметрами.

Таким образом, возникает вопрос, нельзя ли синтезировать такие системы регуляторы натяжения ленты (РНЛ), которые были бы по своим свойствам эквивалентны самонастраивающимся системами или же сделать так, чтобы переменные параметры не оказывали влияние на динамические свойства системы стабилизации. Говоря другими словами, поставленную задачу можно сформулировать следующим образом: найти такие структуры и выбрать такие параметры системы, которые обеспечивали бы высокую точность, малую чувствительность к переменным параметрами и при этом сохраняли устойчивый режим работы.

В ТАУ объектами с переменными параметрами существует ряд эффективных методов формирования систем повышенной точности (метод “замороженных” параметров, регуляторы жесткой структуры и др.) [2,3,4]. Однако эти методы не нашли широкого применения при разработке РНЛ.

Поэтому представляют интерес вопросы повышения точности систем на основе указанных методов с учетом особенности рассматриваемых систем.

Анализ РНЛ подающего узла показал, что его можно отнести к линейным системам с переменными параметрами, причем их изменение происходит достаточно медленно за время работы ЛМП. Основным условием применимости указанных методов является то, что время переходного процесса должно быть меньше времени за, которые происходит изменением параметров, что принципиально возможно.

Выбор и обоснование структуры регулятора на основе идеи метода "замороженных" параметров

Пусть переменные параметры измеряемы, их изменения происходит достаточно медленно, хотя за длительные время работы оказывается существенным. Пользоваться корректирующими цепнями с постоянными коэффициентами, как правило, недопустимо. Ясно, что если настроить регулятор, ориентируясь на начальные значения параметров, то со временем они могут настолько измениться, что настройка окажется не только не оптимальной, но даже не обеспечит условия работы ЛП с достаточной несущей способностью. В связи с этим возникает простоя идея: в каждой момент времени выбирать заново коэффициентами корректирующих цепей, ориентируясь на текущее значения параметров, но использовать для выборе те же приемы, что и для систем с постоянными параметрами [2,3]. Можно пользоваться любыми разумными методами синтеза корректирующих устройств, что и для систем с постоянными параметрами.

Построение регулятора, основанное на идее метода "замороженных" параметров имеет существенное преимущество с точки зрения технической реализации, хотя сам процесс синтеза корректирующих устройств довольно трудоемкий. Регулятор построен так, что в нем автоматически изменяются параметры корректирующих цепей в зависимости от момента инерции $I(t)$ и радиуса катушки $R(t)$ катушечного накопителя, для чего используется микропроцессор.

На этом способе основывается простейший подход построения регулятора с автоматической настройкой параметров корректирующих цепей. Структурная схема его показана на рис. 1

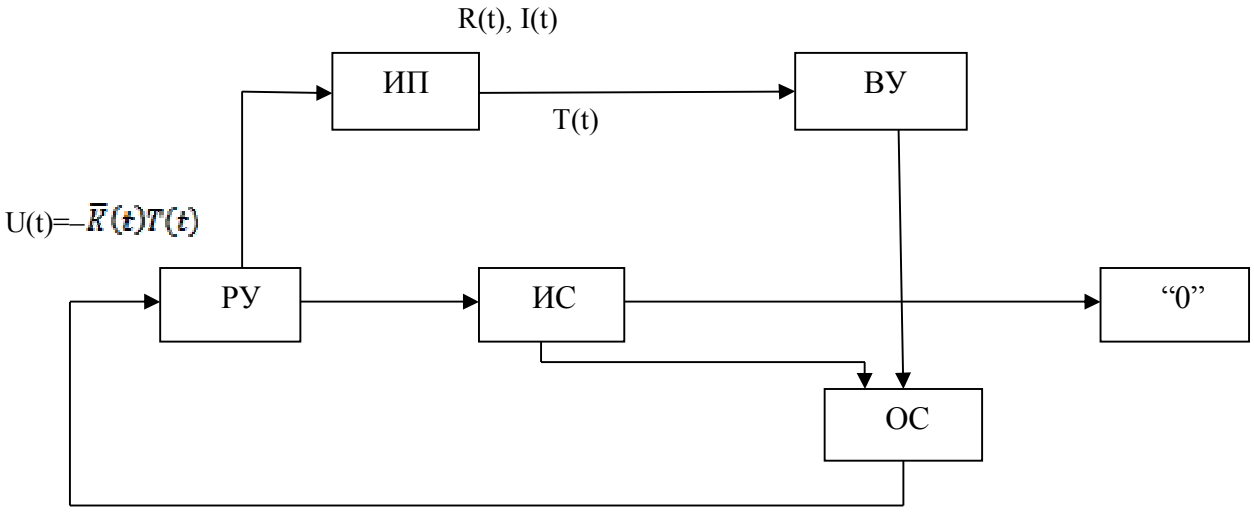


Рис. 1. РНЛ с автоматической настройкой.

Здесь РУ –регулирующее устройство; ИС – измеритель состояния; ИП– измерительные параметров; ВУ – вычислительная устройство; ОС– обратная связь; "0" – объект управления.

В систему, кроме измерителя текущего состояния (натяжение ленты –$T(t)$) вводится измеритель текущих значении параметров регулятора (радиуса рулона – R(t) и момента инерции –I(t) на катушке). Результаты измерения параметров обрабатываются вычислительным устройством, которое использует готовые формулы преоброзования параметров корректирующих устройств в значение коэффициентов усиления обратной связи К(t).

Структура регулятора на рис. 1 отражает основную идею автоматической настройки (самонастройки), основу которой составляет комбинированный принцип регулирования натяжения ленты. В

предложенной структуре (рис.1) управление по отклонению реализуется с помощью главной обратной связи, а принцип управления по возмущению с помощью компенсационных связей.

ЛИТЕРАТУРА

[1] 1.Манин, Пио, Френ. Гидродинамический эффект в контакте волокна с барабаном: Пер. с англ. // Проблемы трения и смазки. – 1988. – N3. – С.111 – 115.

[2] Мееров М.В. Синтез структур автоматического регулирования высокой точности. – М.: Наука, 1967.- 424с.

[3] 3.Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. – М.: Наука, 1986. – 616с.

[4] 4.Петров Б.Н., Соколов Н.И., Липатов А.В. Системы автоматического управления объектами с переменными параметрами. – М.: Машиностроение, 1986. - 256с

Орынбет М.М., Бекжан З.Б.

Айнымалы параметрлерді ескере отырып созылу таспасының дәлдікті арттыру әдістері және реттеу жүйесі

Түйіндеме. Таспа жетегінің (ЛМП) олардың өзгеруі жұмысы үшін жеткілікті баяу , айнымалы параметрлері бар жүйесін білдіреді. Дәлдігін арттыруға және бір күшейткішпен сапаны бақылау жүйесін жетілдіру мүмкіндіктері шектеулі болып табылады. Сондықтан , айнымалылардың өзгеруімен туындаған жаппай тәртіпсіздіктерге орнын толтыру үшін , ол өтемақы қасиеттерге ие және сол уақытта тұрақтылық және жоғары дәлдігін қамтамасыз ету сияқты жүйелер, қалыптастыру қажет .

Кілт сөздер: таспа белдеуін созу , автоматты басқару жүйесі, реттеу жүйесі , « мұздатылған » параметрлер әдісі.

Orynbet M.M., Bekzhan Z.B.

Summary. The analysis showed, tape drives (LMP) refers to a system with variable parameters, their change is slow enough for the work. Opportunities to increase the accuracy and improve the quality control system with one amplifier is limited. Therefore, to compensate for disturbances caused by the change of variables, it is necessary to form such systems, which have the properties of the compensation and at the same time maintain stability and high accuracy.

Key words: tape drives belt tensioning , automatic control system , control system , the method of "frozen" parameters.

UDC 004.056.53

Beibitkhan Yerkegul, Bolatbek M.A.
(Republic of Kazakhstan, Almaty, al-Farabi Kazakh National University,
E-mail: yerkegul_1@mail.ru, milana-a.92@mail.ru)

INFORMATION PROTECTION USING THE METHOD OF VOICE BIOMETRICS

Аннотация. The purpose of the scientific article: Today the increase in the amount of the used information requires humanity to protect this information from unauthorized access. The secret information cannot be protected every time for 100% as the kept information is more increasing on volume, and day after day hackers hack the important information or the person can forget the password or the PIN code. And at this time biometric technologies comes to us to help, and the purpose of our article is to research of biometric methods, exactly the voice biometrics which provides 99,7% of reliability.

Keywords: biometrics, biometric methods, voice biometrics, identification, verification, voice print.

Introduction

Today we increasingly hear about the use of biometrics in a particular fields of activity, a variety of biometric technologies more loudly declare about themselves. Biometrics is indispensable where it is necessary to ensure safety of access to physical objects and information resources. Biometric technologies are successfully used in law enforcement activity, civil registration, in the field of the safety of bank addresses, investment, health protection and many other fields of activity.

We will consider in more detail a method of identification of the personality by voice. In recent years, increasing the number of "identity theft", the terrorist attacks have caused a huge jump in the development of voice biometrics. Using advanced systems of identification by voice is the most convenient authentication method for the user that enables recognition at a higher level and reduces expenses due to process automation. The system recognizes the person by the frequency and static characteristics of his voice. At the present

time, the voice recognition technology is rapidly developing and it will have a great future and broad application.

Main part

The human voice is as unique as a fingerprint or eye retina. Reliability of verification (comparison the models of two voices) reaches 98%. For this purpose 74 parameters of a voice are analyzed.

Nowadays the voice biometrics is actively developing and many people are interested in it as the telephone channel is its ideal application:

- You do not see the person on the other end of the wire;
- You can not use other modalities to verify your identity: on the face, retina, fingerprint.
- Do not need additional scanning devices, such as those where you have to put your finger or show someone your eyes.
- This is the cheapest method of biometrics

For a start we will consider the concepts that enters to the concept of voice biometrics.[1]

Identification - is establishing the identity of the person by his voice. Identification checks coincidence of one sample of a voice with many voices on the voice base. As result of identification the system shows the list of persons with similar voices in percentage terms. 100% coincidence means that the sample voice completely coincides with the voice from a database and the personality is identified authentically. For example, if your old friend calls on the phone from unknown number and asks, "Guess who it is?" you are trying to find the best match among all the known (familiar) voices in the mind. When the memory scan is over and you find a less suitable match, you can say, "Yes, this is my classmate with whom I did not say last 10 years." But you do not have the guarantee that this is he, and here comes the time of the verification.

Verification is a confirmation of the personality by voice, that is identification of the personality.

Verification makes comparison of two voice samples: a voice of the person, whose personality it is necessary to confirm, with voice which stored in a system database and whose personality is already authentically identified. As result of verification the system shows extent of coincidence of one voice with another voice in percentage terms.

For example, you can ask the person who called you to prove that he is the one for whom he gives out himself. You may ask, "Where and till what time was the graduation ceremony?" This information allows you to confirm the personality of your classmate, because only he can be a carrier of this information.

Application of the verification is more interesting in comparison with identification. Therefore we will consider the verification.

Verification has two types:

• Independent from the text. Confirmation of the personality happens according to the spontaneous speech of the subscriber, i.e. for us it is not important what the person says. It is the longest method of verification - the clean speech of the subscriber must accumulate at least 6-8 seconds.

• Dependent on the text. Subscriber must say a certain phrase to confirm the identity. This voice biometrics has two types:

1. Dependent on the text according to the static password phrase. Confirmation of the personality happens according to the password phrase which the subscriber invented at the time of the registration. Duration of the password phrase must be at least 3 seconds. Usually we suggest to tell the full name and the name of the company.

2. Dependent on the text according to the dynamic password phrase. Confirmation of the personality happens according to the password phrase which is offered by system at the time of a call for verification, i.e. every time the password phrase is different. Usually we offer the dynamic password phrase from sequence of numbers. The subscriber repeats after system the number until it doesn't make the decision "you/someone else".[2]

Today, in order to ensure the protection of access to information, it is necessary to use such methods of identification, which would establish "Is he / she is the one for whom itself gives?", leaning on three factors:

- the fact that person KNOWS (password, PIN-code);
- the fact that person HAS (identity card, key);
- What the person is (physical characteristics).

The above three factors can be presented in the graphic form as in Figure 1:

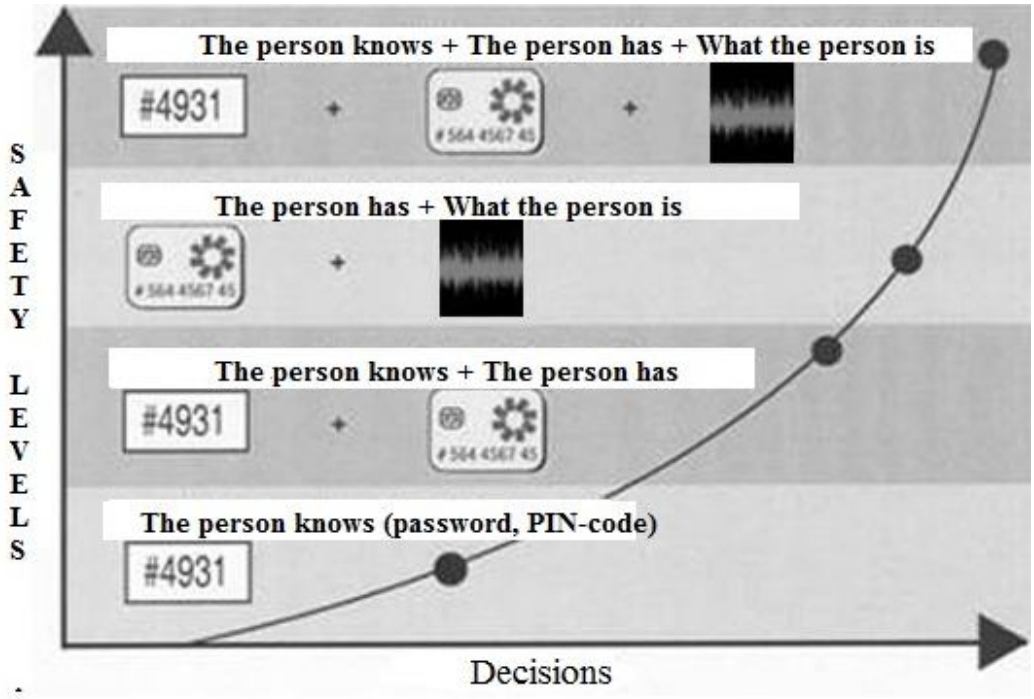


Figure 1. Graph of dependence of safety levels on decisions

The voice is the only biometric characteristic of the person that is responsible three above-mentioned conditions. From all existing options the identification of the person by voice is the least obtrusive, most accessible for a person, and it can also be carried out remotely, for example by phone.

The voice biometrics is the only technology which besides the microphone, does not require any additional special equipment. From all biometric characteristics only the voice can be transmitted via any communication network: the stationary or mobile phone, wired and wireless virtual private network, IP-based networks, a radio network.[2]

The voice biometrics including technologies of identification and verification of the personality shouldn't be confused with speech recognition technologies. Using speech recognition technologies it is possible to distinguish what the person says but not whom he is. Consequently, the use of voice recognition technologies are limited in the field of security. On the contrary, technologies of identification and verification of the personality by a voice find their application when it is necessary to confirm, whether is the person that whom it is represented.

The result of biometric measurement of a voice completely depends on:

- input data;
- mathematical algorithms;
- computing power.

Input data are meant as a biometric sample, or the voiceprint which is stored in the database.

The quality of the biometric sample is largely dependent on the type of input device (for example, a professional microphone or mobile phone) and environment (noisy street or a quiet room). There are technologies that automatically determine the quality of a voiceprint, and then clean it from noise to get more qualitative sample.

Algorithms in biometric systems are used to compare the received voiceprint with the sample in a database. When the algorithm is more perfect, the comparison result is more exact.

Computing power is meant as the speed and quality of processing of biometric features of the user. Figure 2 shows an example of using the personality voice recognition system in a call-center.[5]

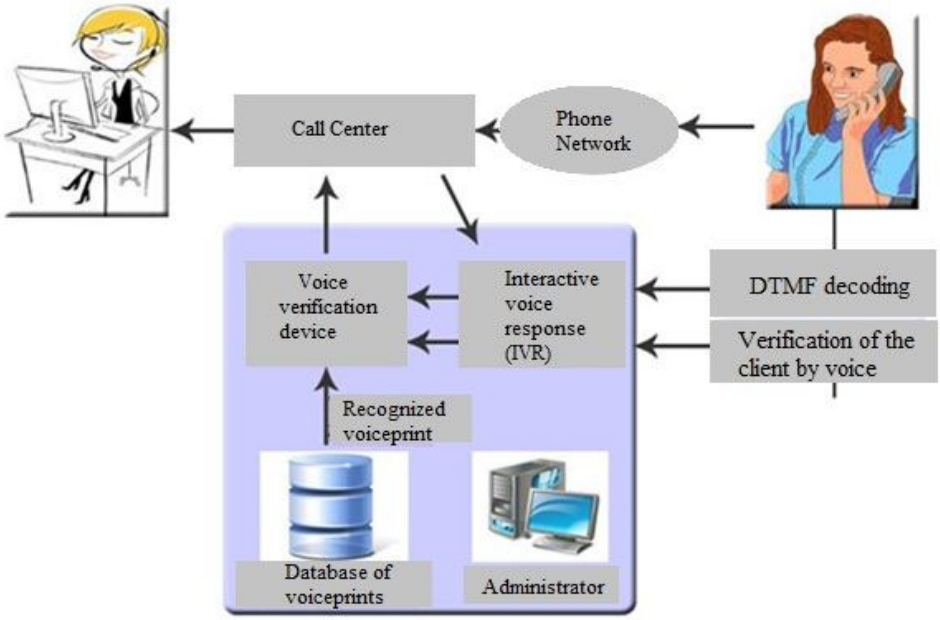


Figure 2. The use of personality recognition system

Considering simplicity of use, opportunity to identify the user remotely and high precision of recognition, the voice biometrics most often finds the application in the companies which are carrying out the activity through communication networks and interested in protection of identification information of their clients. So, the voice biometrics is effectively used in fields where the identity card of the person is necessary, for example:

- ✓ voice control of access;
- ✓ access control in the call-centers;
- ✓ registration in the Internet;
- ✓ change of the password;
- ✓ secure conference communication;
- ✓ hidden authentication in call-centers;
- ✓ fight against terrorism;
- ✓ fight against drugs;
- ✓ banking services;
- ✓ telecommunications;
- ✓ "Black list" function.

Conclusion

Today, systems that combine several biometric technology, for example identity verification technology by voice and fingerprints have been developed. The combination of two biometric technologies allow the benefits of one technology to compensate the shortcomings of others and vice versa, and also allows the operator to control the level of security.

In addition, the need for a higher level of information security in the business make voice biometrics perfect low-cost solution for many companies.

Today from the available types of biometric technologies voice biometrics is the most profitable and user-friendly, they are used in secret companies. Nowadays the leader productive companies are T-Netix, ITT Nuance, Veritel. So in the near future solutions using voice biometrics will be used throughout. PIN codes can be forgotten, magnetic cards lost or stolen, and special scanners require a lot of investing money. On the contrary, the voice biometrics makes identification possible in any place and at any time.

REFERENCES

[1] Ramishvili G.S. Avtomaticheskoe opoznovanie govoryashego po golosu. –Radio i svyaz, 1981. – 224 p.

[2] Kartbayev T.S. Ulken olshemdi zhasandy neyrondyk zhelilerdi koldana otyryp, tulgaladyn biometriyalyk autentifikasiyasy zhuiesinin senimdiligin arttyratyn adisterdi zertteu zhane kuru: dissertation: 2013. –Almaty, Kazakh National Technical University named after K.I.Satpayev. – 25-27 pp.

[3] Gazin A.I. Osobennosti golosovoy autentifikasii lichnosti: scientific dissertation

[4] Atal B. Avtomaticheskoe opoznovanie diktorov po golosam: dissertation: 1976. –TTIER, #4. – 48-66 pp.

[5] Biometricheskie technologii [Internet resource]. – 2016. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (Date 10.02.2016)

[6] Golosovaya biometriya kak naibolee estestvennyi i vugodnyi sposob identifikasii lichnosti: Minsk, - Rechevye technologii,

[7] Morzeev J. Sovremennye biometricheskie resheniya v sistemah bezopasnosti: 2003. – ComputerPress,#3.

[8] Boldyrev S.G. Zashita system identifikasii lichnosti po golosu ot perehvata parolnoy frazy:2003. – Sistemnye technologii bezopasnosti,#4, 30-31 pp.

[9] Rechevye technologii. Golosovaya biometriya na primere v contactnom centre: 2013. - Demiurge Serge

Бейбітхан Е., Болатбек М.

Ақпаратты дауыс биометриясы әдісі арқылы қорғау

Мақаланың мақсаты: Күн санап адамзат қабылдайтын ақпарат санының артуы оны қорғауды қажет етеді. Біз сақтап жүрген құпия ақпаратымыздың PIN-коды бұзылып, құпия сөздері анықталуы мүмкін. Соған сәйкес берілген мақаланың мақсаты - өзге адамға белгісіз, ол бұза алмайтын тұлғаның жеке физиологиялық ерекшеліктеріне негізделген биометриялық әдістерді, соның ішінде 99,7% нақтылықты беретін дыбыстық биометрияның мүмкіндіктерін, жұмыс істеу принципін, желіде қорғалуын, ерекшеліктерін қарастыру болып табылады.

Түйін сөздер: биометрия, биометриялық әдістер, дыбыстық биометрия, идентификация, верификация, дыбыстық таңба.

Бейбітхан Е., Болатбек М.

Защита информации с помощью метода голосовой биометрии

Цель научной статьи: Увеличение объемов используемой информации на сегодняшний день обязывает человечество защищать эту информацию от несанкционированных доступов. Засекреченная информация каждое время не может защищаться на 100%, так как сохраняемая информация становится все больше по объему, и день за днем хакеры взламывают и перехватывают важную информацию или же сам человек может забыть свой пароль или же PIN-код. И в это время к нам в помощь приходит биометрические технологии, и цель нашей статьи - исследование биометрических методов, а именно голосовую биометрию, которая обеспечивает 99,7% надежности.

Ключевые слова: биометрия, биометрические методы, голосовая биометрия, идентификация, верификация, голосовой отпечаток.

УДК 303.091.7:665.

[1]Д.Б. Амантаева, [1]К.Т. Охапова, [1]Ж.К. Шуханова, [1]Г.К. Шегенова, [2]А.Б. Бегенова

([1]М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
[2]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университет
shuhanovaz@mail.ru. Шымкент, Қазақстан Республикасы)

ҚАЗІРГІ ТАҒДАҒЫ ҚАБАТҚА ТЕРМИЯЛЫҚ ӘСЕР ЕТУДІҢ ӘРТҮРЛІ ӘДІСТЕРІН САРАПТАМАДАН ӨТКІЗУ

Аннотация: Жылу тасымалдағышты жылытуға арналған отын ретінде, мұнай пайдаланыла алатын, қабаттардың мұнай бергіштігін жоғарылатудың жылулық әдістері – бұл қабатқа су буын (ҚСБ) немесе ыстық суды айдау (ЫСА).

Қабаттың мұнай бергіштігін жоғарылату бойынша жұмыстарды жүргізу кезінде, отын ретінде мұнайдың пайдаланылу шығынын есептеу үшін, бастапқы берілгендер болып келесілер табылады [1]:

– алғашқы техникалық және технологиялық құжаттар;

– қабаттың мұнай бергіштігін жоғарылату бойынша жұмыстарды жүргізуге инструкциялар мен технологиялық регламенттер;

– қондырғының сипаттамасы (жылытқыштардың, бу генераторларының типтері, олардың жылу өнімділігі, пайдаланылатын отын, пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК), отынның сағаттық шығыны). [2].

Мұнай бергіштікті жоғарылату үшін, оны қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығынының жеке нормасы акционерлік қоғамның, k – өндірісінің кенорны немесе і – аймақтың белгілі бір j – қабатына айдау мақсатында, жылу тасымалдағыштың қажетті санын қалыптастыруға отын ретінде пайдаланылатын мұнайдың саны келесі өрнек бойынша есептеледі [3]:

$$H_{kij} = \sum_{v=1}^{f} s_v \cdot r_v \cdot 10^{-3} \quad \text{т/жыл (қабат)} \qquad (1)$$

мұнда H_{kij} – акционерлік қоғамның, k – өндірісінің кенорыны немесе і – аймақтың белгілі бір j – қабатына айдау мақсатында жылу тасымалдағыштың қажетті санын қалыптастыруға отын ретінде дайындалған мұнайдың жеке нормасы, т/жыл (қабат);

s_v – v – шы жылытқыштың жұмысы кезіндегі жылу тасымалдағышты қалыптастыруға отын ретіндегі мұнайдың үлестік шығыны (құжаттық берілгендер немесе зерттеу нәтижесі), кг/сағ;

r_v – v-шы жылытқыштың бір жыл ішіндегі жұмысының ұзақтығы, сағ/жыл;

f –акционерлік қоғамның k–өндірісінің кенорны немесе і–аймақтың белгілі бір j–қабатында жұмыс істейтін v–шы жылытқыштың бірлік саны, дана;

v–шы жылытқыштың бір жылдағы жұмысының ұзақтығы келесі өрнектен анықталады:

$$U_{kiw} = \sum_{v=1}^{f} U_v \cdot r_v \cdot 10^{-3} \quad \text{т/жыл (қабат)} \qquad (2)$$

мұндағы U_{kiw} – айдауға қажет жылу тасмалдағыш көлемі;

j – қабатқа і– аудандағы;

k – бір жыл ішіндегі акционерлік қоғам өндірісі, т/жыл;

U_v – v–шы жылытқыштың үлестік өнімділігі, кг/сағ;

r_v – бір жылдағы v-шы жылытқыштың жұмысының ұзақтығы, сағ/жыл.

Бір жыл ішінде акционерлік қоғамның k–өндірісінің і–аймағының мұнай бергіштігін жоғарылату, қабатқа оны айдау мақсатында жылу тасымалдағыштың қажетті санын қалыптастыруға отын ретінде пайдаланылатын, мұнайдың саны – аудан бойынша мұнай бергіштікті жоғарылатуға, қабатқа оны айдау мақсатымен жылу тасымалдағышты қалыптастыруға отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны келесі өрнекпен есептеледі [3]:

$$Q_{ki} = \sum_{j=1}^{m} H_{kij} \quad \text{т/жыл} \qquad (3)$$

мұнда Q_{ki} – аудан бойынша мұнай бергіштікті жоғарылатуға, оны қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны, т/жыл;

H_{kij}– акционерлік қоғамның k–өндірісінің і-аймағының j–ші қабатына оны айдау мақсатында жылу тасымалдағыштың қажетті санын қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығынының жеке формасы, т/жыл (қабат);

m – мұнай бергіштікті жоғарылату мақсатында жылу тасымалдағыш айдалатын акционерлік қоғамның k–өндірісінің і–аймағының j–ші қабатының саны.

Бір жыл ішінде k–інші акционерлік қоғамның мұнай бергіштігін жоғарылатуға, қабатқа оны айдау мақсатында жылу тасымалдағыштың қажетті санын қалыптастыруға, отын ретінде пайдаланылатын мұнайдың саны – өндіріс бойынша мұнай бергіштікті жоғарылату, қабатқа оны айдау мақсатымен жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны келесі өрнекпен есептеледі [4]:

$$Q_k = \sum_{j=1}^{n} Q_{ki} \quad \text{т/жыл} \qquad (4)$$

мұнда Q_k – өндіріс бойынша мұнай бергіштікті жоғарылату, оны қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыруға отын ретінде пайдаланылатын мұнайдың шығыны, т/жыл;

Q_{ki}– аудан бойынша мұнай бергіштікті жоғарылату мақсатында, оны қабатқа айдаумен жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны, т/жыл;

n – мұнай бергіштікті жоғарылату мақсатында қабатқа жылу тасымылдағышты айдау жүргізілетін акционерлік қоғамның к–ші өндірісінің і–інші ауданының саны.

Бір жыл ішінде, акционерлік қоғамда мұнай бергіштікті жоғарылату мақсатында, оны қабатқа айдаумен жылу тасымалдағыштың қажетті санын қалыптастыру, отын ретінде пайдаланылатын мұнайдың саны – акционерлік қоғам бойынша мұнай бергіштікті жоғарылату, оны қабатқа айдау мен жылу тасымалдағышты қалыптастыруға отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны келесі өрнекпен анықталады:

$$Q = \sum_{k=1}^{e} Q_k \quad \text{т/жыл} \tag{5}$$

мұнда Q – акционерлік қоғам бойынша мұнай бергіштікті жоғарылату үшін, қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны, т/жыл;

Q_k – өндіріс бойынша мұнай бергіштікті жоғарылату үшін, қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыруға арналған отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны, т/жыл;

е – мұнай бергіштікті жоғарылату мақсатында қабатқа жылу тасымалдағышты айдау жүргізілетін акционерлік қоғамның k–ыншы өндірістерінің саны.

Акционерлік қоғам k–ыншы өндірісінің мұнай бергіштікті жоғарылатуға, қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыруға, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығынының нормативі – бір жылда акционерлік қоғамның k–ыншы өндірісіндегі мұнай бергіштікті жоғарылату мақсатында, қабатқа жылу тасымалдағышты айдау мақсатында, отын ретінде қажетті дайындалған мұнайдың салмағының %-дық мөлшерде көрсетілген, k–өндірістеріндегі мұнайдың жылдық алынуына қатынасы келесі өрнекпен есептеледі:

$$N_k = \frac{Q_k}{G_k} \cdot 100\% \tag{6}$$

мұнда N_k – акционерлік қоғам k–ыншы өндірісінің мұнай бергіштікті жоғарылату, қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығынының нормативі мұнайды алудан %;

Q_k– акционерлік қоғамның k–ыншы алу өндірісі бойынша мұнай бергіштікті жоғарылатуға, қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны, т/жыл;

G_k– акционерлік қоғамның k–ыншы алу өндірісінің мұнайының алынуы, т/жыл.

Акционерлік қоғамда мұнай бергіштікті жоғарылатуға, қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығынының нормативі – жылына акционерлік қоғамда мұнай бергіштікті жоғарылату үшін, қабатқа оны айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде қажетті дайындалған мұнайдың салмағының %–бен көрсетілген, акционерлік қоғаммен алынған жылдық мұнайдың салмағына қатынасы келесі өрнекпен есептеледі:

$$N = \frac{Q}{G} 100\% \tag{7}$$

мұнда N – акционерлік қоғам бойынша жалпы мұнай бергіштікті жоғарылату, оны қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығынының нормативі алынған мұнайдан %–бен;

Q – акционерлік қоғамда бір жылда мұнай бергіштікті жоғарылату үшін, оны қабатқа айдау мақсатында жылу тасымалдағышты қалыптастыру үшін, отын ретінде дайындалған мұнайдың шығыны, т/жыл;

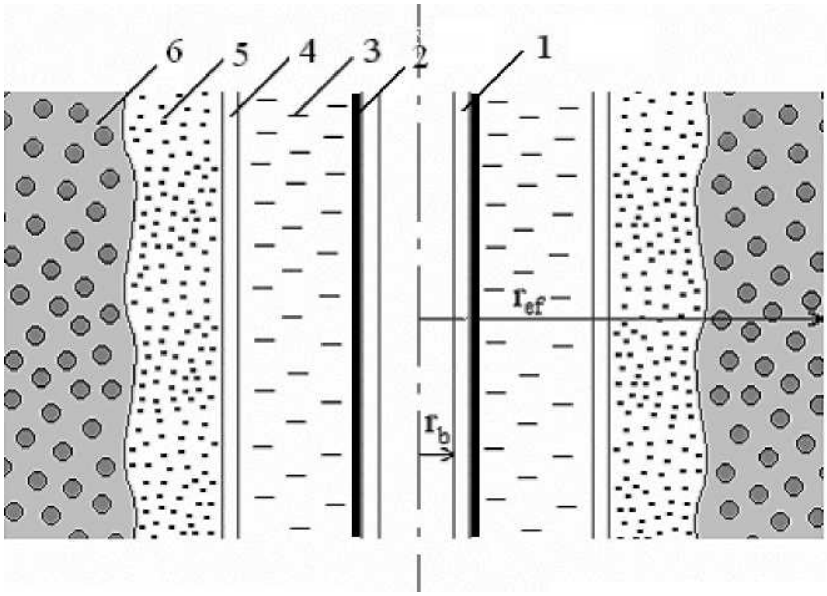
G – акционерлік қоғамның жылына алатын мұнайы, т/жыл.

Айдау ұңғымаларының бу беру барысында, жылу сақтау мүмкіндігін беретін жылу сақтау қаптамалар ұңғымалардың сыртқы бетімен жанасатын тау жыныстардың қасиеттерін ескеру қажет.

Өнімділік қабатқа келетін жылудың саны, буды айдау барысында қабат реакциясын анықтайды. Булы аймақты жылдам үздіксіз өсіру және онымен байланысты жылулық өңдеудің жоғары тиімділігі үшін, ұңғыманың сағасындағы жылу шығындарын минимумға алып келу қажет. Бұл шығындар, буды айдау процесінде айдалатын будың температурасына, оның шығынына және пайдаланылатын қондырғыға байланысты болады.

Бу сулы қоспаның ағымында будың концентрациясы мен температураның таралуын білмей, ұңғыманың белгілі бір құрылысы үшін және оның негізінде жасалған ұсыныстар, негізінде жылу изоляцияның, осы немесе басқа да түрі үшін, қабатқа және ұңғыманың түптік бөлігіне әсер етудің жылулық есептеулерін жүргізу мүмкін емес. Стандартты орындауда ұңғыманың құрылымы СКҚ-дан сұйықпен толтырылған құбыр аралық кеңістіктен, ұңғымадан, шегендеу материалынан (цемент) және қоршаған тау жыныстарынан тұрады. Ұңғыманың схемалық құрылымы 1 – суретте көрсетілген.

Қоршаған жыныстармен бу сулы қоспаның жылу алмасу процесін қарастыру барысында, ұңғыма бойынша оның оқпаннан түпке дейін жүруі кезінде, қоспа термодинамикалық тең салмақтылық жағдайында болады деп болжамдалынады, демек, қанығу сызығында. Тапсырма, стационарлы жақындаумен, беттің температурасының мезгілдік өзгеруінің тастақтың беттік аймағына әсері ескерілмейді, қиманың тереңдігі бойынша температураның таралуы геотермамен апроксимирленеді. Ұңғыманың құрылымы мен тастақтың жылу физикалық қасиеттері, ұңғыманың жылулық әсерінің барлық ауданы бойынша бірдей етіп қабылданады [132].



1 – СКҚ-дың құбыры; 2 – жылу изоляция қабаты; 3 – сумен толтырылған құбыр аралық кеңістік; 4 – шегендеу тізбегі; 5 – цемент; 6 – қоршаған жыныс

1-сурет. Ұңғыманың құрылымының схемалық құрылысы

Берілген тапсырма үшін шекаралық жағдай болып T_0 жылу тасымалдағыштың салмақтық шығыны, ұңғыманың оқпанындағы Q_0, бу құрғақтығы табылады. (8) теңдігін шығару кезінде жазық қималар гипотезасы пайдаланылады және жылудың конвективті тасымалдануымен салыстырғанда ұзына бойы жылу өткізгіштік ескерілмейді .

$$p = p(T_0). \tag{8}$$

Сыртқы тапсырмада ұңғымаға келетін жыныстағы жылудың таралуы қарастырылады. Берілген процесс жылу ағымының теңдігімен сипатталады, ол келесі түрде жазылады:

$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \lambda r \frac{\partial Q}{\partial r} = 0 \tag{9}$$

Жылу тасымалдағышты қабатқа айдау бойынша регламенттерді тұрғызу мен технологиялық есептеулердің нәтижесінде қабаттардың мұнай бергіштігін жоғарылату үшін акционерлік қоғамның k – өндірісінің кенорыны немесе і – аймақтың белгілі бір j – қабаты үшін жылу немесе жылу тасымалдағыштың мөлшерінде жылдық қажеттілігі есептеледі

ЛИТЕРАТУРА

[1] Айдарбаев А.С « Теория и практика разработки нефтиного месторождения Кумколь» Алматы: Ғылым, 1999.

[2] «Проект разработки местрождения Кумколь»

[3] «Технологияческий регламент ГУ – 3 на месторождений Кумколь»

[4] Джиембаева Қ.І, Насибуллин Б.М «Мұнай кеен орындарында ұңғы өнімін жинау және дайындау» Алматы 2005.

[5] Г.С Лутошкин « Сбор и подгатовка нефти, газа и воды к транспорту» М: Недра, 197

Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Бегенова А.Б.

Анализ термического воздействия на пласт

Резюме. При закачке горячей воды в зоне, не охваченной тепловым воздействием, происходит вытеснение нефти водой в изотермических условиях, а в нагретой зоне, в которой температура изменяется от пластовой до температуры воды на забое скважины, – в неизотермических. При этом понижается вязкость нефти, улучшается соотношение подвижностей нефти и воды, происходит тепловое увеличение объема нефти и ослабление молекулярно-поверхностных сил. Все это приводит к увеличению нефтеотдачи.

Amantayeva D.B., Ohapova K.T., Shuhanova Zh.K., Shegenova G.K.

Today analysis of thermal impact on layer

Symmary. At pumping hot water in the zone which isn't captured by thermal influence there is an oil replacement by water in isothermal conditions, and in a heated zone in which temperature changes from sheeted to water temperature on a well face, – in not isothermal. At the same time viscosity of oil goes down, the ratio of mobility of oil and water improves, there is a thermal increase in volume of oil and weakening of molecular and superficial forces. All this leads to increase in oil recovery.

K.M. Ibraimova
(Saken Seifullin Kazakh Agro Technical University"
Astana, Kazakhstan, koralay.i@gmail.com)

EXPO 2017 IN ASTANA – "GREEN" TECHNOLOGY AND FUTURE ARCHITECTURE

Annotation. Over the past 10 years, global investment in research and development in the field of renewable energy sources amounted to 3 trillion US dollars. This is the most promising niche for investments. At the same time here as priorities change. If previously prevailed small power , hydropower and biotechnology , now more than investments accounted for solar and wind energy "

"Astana EXPO-2017" is a real anti-crisis project, providing essential support Kazakh business during the global crisis on the Expo site involved more than 10 thousand employees. With all the regions of Kazakhstan signed agreements on attraction of domestic producers. Its products deliver 256 to EXPO TNA, where 30 thousand workers are employed. To conclude an agreement by 36 bln., Attracted 244 billion. Tenge direct investment. To implement these projects created 5,300 jobs. For this indicator, the EXPO-2017 has become one of the leading anti-crisis projects in the country. International and domestic scientists, architects and specialists in the field of traditional and alternative energy have noted that more and more strengthened the trend of "green" constructing, economy and architectural development is a new energy strategy for transition to a lower-carbon development in the world. According to the International Energy Agency (IEA), world demand for energy every year will increase, and by 2040 will increase by one third. So the main task of EXPO 2017 – is to promote the latest technologies and innovations in the field of energy and conservation for energy.

Key words. Astana, EXPO2017, renewable energy, architectural ensembles, Manfredi Nicoletti, "Zhelgүl" , temple, exhibition

“The whole world had chosen - Astana! Therefore, holding EXPO-2017 - is at the same time huge responsibility to the whole world in Kazakhstan.We have only few years to spend a lot of preparatory work - build exhibition center, build new hotels, roads, develop the transport, to ensure readiness to receive guests.The scale of the task is grandiose”[1]. Kazakhstan does not remain aloof from global trends in the development of architecture. Two years later, the country conducts international exhibition Astana EXPO-2017 dedicated to the future of energy. But in the beginning I still like to make a small excursion into history of the new capital.

Actual construction of a new ultra-modern city - it is an effective political gesture, claiming about Kazakhstan in the international arena as a strong, a rapidly developing country. Since independence the city had changed several times not only its name but also its image. Within a short period since the end of the 1990s the city was rebuilt a number of existing buildings that have received a new, modern look. Buildings Presidential Palace and Parliament (Mazhilis) are the first examples of the new Kazakh State architecture. These buildings are converted and reconstructed objects that existed in Soviet times. Here architecture It becomes a direct metaphor for the first stage of the formation of the country's independence – again decorated facades and interiors of the reconstruction of the official buildings Soviet institutions represent a kind of symbol of the power of continuity in Kazakhstan. So, in Astana "state style" in architecture was the leading post-Soviet Kazakhstan construction.[2]

To date, the capital of Kazakhstan is a huge construction site. Nowhere else in Central Asia is not modern architecture presented in this volume in Astana. The changing nature of modern Kazakhstan architecture compared to the previous period (including typological and compositional and artistic aspects of design specifics of the case) is best It is seen in the premiere of the new architecture of the Kazakh capital. The ongoing change of the architectural paradigm also recorded most clearly in Astana - a result of the grandiose scale of construction in its start viewed the contours of a new architecture not only Kazakhstani, and may be Post-Soviet architecture in general.[3] From the first changes to the structure of the city in the middle fifties of the twentieth century., is made in line with the Soviet urban planning concepts to understand the problems of the XXI century architecture. - All of this can be seen in architectural appearance of the new capital of Kazakhstan. The city is the formation of significant architectural ensembles - embankment on the right bank of the Ishim complex public institutions on the left shore, the complex of the new airport, a new architectural look got old.[4]

Huge volumes of construction and the appearance of new buildings are striking, but still more amazes and inspires new urban planning concept of development of the city, proposed by the Japanese architect K. Kurokawa. In implementing his ideas in Astana We faced two urban concept - "metabolic", proposed by K.Kurokawa and traditional embedded in the old general city development plan. K. Kurokawa abandoned rigid planning decisions. He identified only location of government buildings. Everything else - the city communications, network, system of recycling, residential education - must form according to metabolic developed their strategy, which considers life cycles artificial formations like biological organisms. It has completed planning forms. He laid in the project further trends growth as a system that can respond flexibly to changes. According to K. Kurokawa city's ability to organic development - this is the main town planning figure for the beginning of the XXI century. By 2030, Astana, according to architect, may be one of the most modern cities in the world with a population of 800,000 people. Ishim River is located in the heart of the city.[5]



Going back to main idea I’d start with this: before the authors, of Expo 17 project, a task arose - to create a sketch that will meet modern innovative technologies. At the same time one of the criteria is to display the main idea of the EXPO 2017 in Astana - the future Energy. In an embodiment of the fairgrounds will be used "green" technology. I found this to be a project that best fit under the overall design of the city of Astana. It is also important to work after the construction of the Expo. It’s subsequent use. In anticipation of this great event, I would like to highlight three very interesting project. Which is represents only as a grand design in the form of sketches blueprints and schemes in the hands of the builder and engineers.



The first one is Manfredi Nicoletti project. "Zhelgүl" tower, in the title of which joined the Kazakh word Zhel (wind) and Gүl (flower), symbolizes the birth of a new city of EXPO 2017. The central building of the tower is covered with white glass, passing in clear glass near the functional areas. The area of the vertical axis will have a hole to reduce the effects of wind. These holes will be located wind turbines that will transform the tower "Zhelgүl" into a huge wind farm (the plant), capable of producing about 1,500 MW of electricity Astana force winds. In addition, the tower has a functional value and will serve as a viewing platform. [6]

Second is Saken Narynov's project. Exhibition Complex is called the "Temple of the Sun and the Wind", and consists of pavilions 'Sun' and the Tower of "Wind". Conceptually, the project is an exhibition pavilion in the form of six-rayed sun with a central tower, the seventh ray and EXPO-town with a body of water in the form of a crescent moon. As you know, sun - the most important component of many natural processes that depend on it all life on planet Earth. And one of the types of renewable energy of the future is the use of solar radiation. [6]

The last but not least project from the representative of the company-participant - Pedro Veiga de Macedo. Pedro Veiga de Macedo is a representative of the company Saraiva + Associados in Kazakhstan. This international organization is represented in countries such as Brazil, Colombia, Portugal, Algeria, Kazakhstan, China, Singapore and others. At the moment, the company is located in Kazakhstan for 2 years and EXPO - one of their most important projects. Saraiva + Associados project is an exhibition center with a radial system. Compliance with the green axis and the axis of the Nazarbayev University. Architectural artistic image - a modern, minimalist, restrained. Use of Science and Technology Park after exhibition period. Multi-useable building. [6]



Objects of the exhibition area will be the example of the introduction of alternative energy sources and energy efficiency. One of the key aspects in the creation is use of facilities after the EXPO in Astana. The complex will serve the residents of the capital for many years, and will become a cultural object after all. I hope that all the facilities built for the EXPO 2017 will be of high quality and progressive design.

REFERENCES

[1] Address by President of Kazakhstan Nursultan Nazarbayev to the people of Kazakhstan in connection with the decision to hold the International Exhibition EXPO-2017 in Astana /on December 6, 2012//The Republic of Kazakhstan, Astana, Left Bank, the President's residence "Ak Orda Press» | 2016/

[2] Turganbaeva LR Essays on the History of Material Culture and Design. - Almaty: FGC, 2002. - 448 p.

[3] fables TK Architecture of Kazakhstan VII-XII centuries. // Margulan AH, fables TK, Mendikulov MM Kazakhstan architecture. - Almaty, 1956. - P. 116-147.[3]

[4] Glaudine B. History of Kazakhstan architecture. - Almaty KazGASA, 1999. - 295 p.[4]

[5] Margulan A., T. fables, Mendikulov M. Architecture of Kazakhstan. Alma-Ata: Kazgosizdat,1959. - S. 116-147

[6] Exhibition competitive outline sketches EXPO-2017 VOX POPULI // August 14, 2013 [6]

Ибраимова К.М.

«ЭКСПО 2017 в Астане – «Зеленые» технологии и Архитектура будущего»

Резюме. За последние 10 лет глобальные инвестиции в научные исследования и разработки в области возобновляемых источников энергии составил 3 триллиона долларов США. Это наиболее перспективная ниша для инвестиций. В то же время имеет место и изменение приоритетов. Если раньше преобладали использования малых мощностей, гидроэнергетики и биотехнологии, в настоящее наибольшие инвестиции направлены в разработку солнечной и ветровой энергии "

«Астана ЭКСПО-2017» является реальным антикризисным проектом, обеспечивая реальную поддержку казахстанского бизнеса в условиях глобального сегодняшнего мирового кризиса. На площадке ЭКСПО17 принимают участие более 10 тысяч сотрудников. Все регионы Казахстана подписали соглашения по привлечению отечественных производителей. Обеспечением отечественной продукцией задействованы 256 организаций ЭКСПО17, где работают 30 тысяч рабочих. Международные и отечественные ученые, архитекторы и специалисты в области традиционной и альтернативной энергетики отметили, что все больше и больше усиливается тенденция "зеленого" строительства. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), мировой спрос на энергоносители с каждым годом будет увеличиваться, и к 2040 году увеличится на одну треть. Поэтому основная задача ЭКСПО 2017 года - продвигать новейшие технологии и инновации в области сохранения энергии и для производства энергии.

Ключевые слова: Астана; ЭКСПО – 2017; возобновляемые источники энергии; архитектурные ансамбли; Манфреди Николетти; " Жельгуль"- жел-ветер, гуль-цветок каз.яз; храм; выставка

Ибраимова Қ.М.

«Астана ЭКСПО2017 - «Жасыл» технологиялар және Болашақ сәулет»

Түйіндеме. Соңғы 10 жылда , жаңартылатын энергия көздері саласындағы ғылыми-зерттеу және дамытуға 3 трлн АҚШ $ жаһандық қаржы инвестиция пайдаланылған. Бұл инвестициялар үшін ең перспективты болып табылады. Сонымен қатар өзгеріс басымдықтарын орын алады. Бұрын төмен қуат , гидроэнергетика және биотехнология пайдалану басым , ал енді қазіргі уақытта күн және жел энергиясын дамытуға бағытталған ең ірі инвестициялық болып табылады. «Астана ЭКСПО-2017» Бүгінгі дағдарыс жаһандық әлемде қазақстандық бизнестің нақты қолдау жасау , нақты дағдарысқа қарсы жоба болып табылады . ЭКСПО-2017 алаңында 10 мыңнан астам қызметкерлері қатысуда. Қазақстанның барлық өңірі отандық тауар өндірушілер тарту туралы келісімге қол қойды . Халықаралық және отандық ғалымдар ,энергия көздері саласындағы сәулетшілер мен «жасыл» мамандар құрылыс өсіп тренд деп көбірек атап өтті . Кепілді отандық өнімдермен қамтамасыз етуге , 256 ұйымдар қатысты, оның ішінде отыз мың қызметкерлері жұмыс істейді. ЭКСПО-2017 басты міндеті - энергия үнемдеу саласындағы жаңа технологиялар мен инновацияларды көтермелеу және энергия өндіру үшін.

Түйін сөздер: Астана қаласы; ЭКСПО - 2017; жаңартылатын энергия көздері; сәулет ансамбльдері; Манфреди Николетти; « Zhelgul »- Жел-гүл; ғибадатхана; көрме

УДК 303.091.7:665.

E.E. Zhaksylykov, G.K. Shegenova, D.B. Amantayeva, K.T. Ohapova, A.B. Begenova

(M. Auezov South Kazakhstan State University)

RECYCLING ORGANIC PART PETRO BITUMINOUS ROCKS AND COAL PROCESSING RESIDUES FOR COMMODITY BITUMEN

Annotation: In this article are considered the experimental establishment of this relationship, the intensification of production of bitumen petro bituminous rocks on the basis of physical and chemical changes in technology and quality.

Keywords: oil, vacuum, hydrocarbon, crude, hydrogen, gasoline, diesel, fraction, gudron,activity compound

The organic part petro bituminous rocks and coal may serve as a promising source of different types of fuels, oils, coke, bitumen and humin substances. Available in petro bituminous rocks and remnants of coal processing, oil refining high-molecular compounds causes significant intermolecular interactions and the formation of supramolecular structures in which at ordinary temperatures. In this regard, adjusting the molecular interactions of the compounds that are concentrated in the heavy residues petro bituminous breeds can manage their astringent properties.

Significant reserves of bituminous minerals found in the territory of Western Kazakhstan in Atyrau, Aktau and Aktobe regions where explored and registered 100 deposits of bituminous minerals. According to preliminary data down to a depth of 120 m lie 15-20 billion tons of bituminous minerals.

Cementing petro bituminous properties of rocks, which are disperse systems depend on the chemical composition of the dispersion medium and the nature and size of the dispersed phase structure element.

Adjusting the size of the complex structural units (CSU) - the radius of the core and the thickness of the solvation shell - under the influence of various external factors (Mechanical effects, heating and cooling rates, processing aids, etc.) is an effective and promising method for intensification of production of bitumen from petro bituminous rocks adjusting their physical-chemical properties.

In [1-5] it is theoretically proved that between the size of the complex structural units of raw materials, production technology of petroleum bitumen, their physical and chemical, mechanical and performance properties there is a correlation.

The present work is devoted to the experimental establishment of this relationship, the intensification of production of bitumen petro bituminous rocks on the basis of physical and chemical changes in technology and quality.

The main feedstocks were heavy remnants of coal processing, oil refining and petro bituminous rocks. Physical and chemical characteristics of the raw material and the dopant-pyrolysis resin (Table 1) indicate that they differ significantly in content phase forming components, asphaltenes and paraffin hydrocarbons.

Table 1. **Physical and chemical characteristics of the raw material and activation pyrolysis resin additives**

Indicators	**Types of materials**			
	The organic part petro bituminous rocks	fr.>350 ^{0}C masut	The organic part of coal processing	Pyrolysis resin
1	2	3	4	5
density at 20^{0}C, kg/m^3	953,2	974,1	988,0	980,4
sulfur content, %	2,04	3,84	0,22	2,24
coking behavior, %	6,5	11,87	3,8	absent
flash-point, ^{0}C	195	160	-	200
molecular mass	450	340	-	298
Viscosity, mm^2/s				
at 50 ^{0}C	13,8	21,8	147	26,7
at 100 ^{0}C	-	-	-	5,1
Group hydrocarbon composition, %				
paraffin-naphthenic	27,7	19,8	30,1	19,1
aromatic	53,3	51,1	34,6	66,1
monocyclic	11,9	13,6	8,2	12,2
bicyclic	16,1	16,4	23,8	21,8
polycyclic	25,3	21,1	32,6	31,1
resin	16,6	22,6	15,0	15,8
asphaltenes	2,4	6,5	1,1	absent
refractive index n_D^{20}	-	-	-	1,598

Adjusting the size of complex structural units in the organic part petro bituminous rocks, the organic portion of coal processing and then tars and bitumen's achieved using resin technology dopant raw pyrolysis and heating rate change.

The optimum concentration of additive in petro bituminous pyrolysis resin dispersion was determined by the extreme changes in the size of the complex structural units and physico-chemical properties.

In determining the state of extreme raw material for the production of bitumen can use the dependence of the "concentration - size" or extragrammy such as "additive concentration - property". In the latter case, for example, the measured variation of structural and dynamic viscosity, the equilibrium temperature, conductivity, or other indicators of the dispersed system by introduction of technological adjuvants.

Dimensions of elements dispersed phase structure is measured by sieve adsorption fractionation of a 25% sample of the heavy residue in benzene silica sequentially on eight samples in order of increasing pore size from 2.2 to 60 nm column height 1 m and an internal diameter of 0.015 m.

As the alcohol used desorbate benzene mixture (1:1). Then, from the alcohol-benzene solutions desorbate solvent was distilled off, dried and weighed to an accuracy of 0.0001gramm.

The optimum concentration of pyrolysis resin additives for the vacuum distillation of the organic petro bituminous rocks is 2%. In this case, the size of the complex reached a minimum of structural units that allows distillation of the organic part to intensify petro bituminous species and hence increase the selection vacuum distillates at constant product quality and to intensify the process of distillation bitumen production reducing oxidation time.

The maximum equilibrium temperature corresponding to the maximum kinetic stability of oil disperse systems and the minimum size of the nuclei of complex structural units.

Subsequently, vacuum distillation was taken organic part of coal processing, refinery heavy residues: oil - the source and after activation with the addition of 2% of the pyrolysis resin. The distillation was carried out in a cube with a capacity of 2.0 liters at the bottom of the cube 375^{0}C. Distillation rate was adjusted from 1.2 to 2.0 kg/h of electrical heating current change. Increase vacuum distillate yield is achieved at a total impact additive (optimum concentration) and maintaining the required mass distillation rate.

The data obtained (Table. 2) are consistent with the provisions of the theory of phase transitions regulated. By selecting these factors, factors achieved the minimum size of the bubbles, improving quantitative and qualitative indicators of the distillation of organic petro bituminous rocks due to the selective redistribution of hydrocarbons between the dispersed phase and dispersion medium.

Table 2

Product	softening temperature T_p (om R&B) ^{0}C	Change T_r after heating, ^{0}C	penetration at 25^{0}C	penetration at 0^{0}C	ductility D_{25}, cm	Density at 20^{0}C kK/m^3	Group hydrocarbon composition: Aromatic: Paraffin-naphthenic	Aromatic: Mono-	Aromatic: bi-	Aromatic: Poly-	resin	asphaltenes
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tar from the raw material												
Validating	39,0	4,0	152	22,0	-	1020,6	7,5	5,0	7,6	49,4	27,1	3,4
activated	45,0	48,0	68	15,0	>100	1027,2	3,9	4,1	7,2	44,5	32,1	8,2
Bitumen from tar												
Validating	51,0	54,5	42,5	13,5	>100	1030,7	8,2	6,7	7,7	35,9	26,1	15,4
	61,5	-	24	8,5	>100	1033,6	7,0	4,6	5,5	33,2	30,2	19,5
	70,5	80,0	13	6,0	5,2	1038,3	6,6	4,7	4,7	29,3	25,8	28,9
activated	48,5	49,5	66	15,0	>100	1020,5	1,4	2,3	6,5	53,6	28,5	7,7
	62,5	-	21	12,0	71,0	1035,7	4,8	4,7	5,4	32,9	32,3	19,7
	75,0	79,5	14	6,0	5,7	1041,8	6,5	3,2	4,1	30,6	27,7	27,9

When the distillation rate of 2.0 kg/h and a residual pressure of 0.665 kPa at the top of the cube, the output on activated VGO feedstock increases by 3.5 - 4% for the feedstock. It is natural that the vacuum distillation is activated and non-activated organic part petro bituminous rocks obtained vacuum gas oils and tars vary in quality.

Parameters and results are given in Table oxidation. 2 and 3. Tars I b II derived from the organic part petro bituminous rocks without additive and with 2% pyrolysis tar at a residual pressure of about 0,665 kPa, and distillation same rate - 6.1 and 6.6 kg/h, respectively. Tars obtained by distillation rate of 1.2 kg/h, do not differ in quality mentioned above.

Time oxidation of the organic part of activated sludge petro bituminous species compared to unactivated until the same value of the softening point of bitumen (at R&B) reduced by an average of 60-70%, particularly in the early stages, while reducing the total air flow rate and oxygen content of the exhaust gases (Table. 3).

Table 3. **The parameters of the oxidation process of tar**

Softening temperature ST, (on R&B), ^{0}C	Oxidation time, min	The oxygen content in gases of oxidation, %	Total air consumption, liter
Validating tar (pressure 0,25-0,45 MPa)			
50,5	450	1,53	373
60,5	690	1,80	574
71,0	800	1,30	63
Activated tar (pressure 0,21-0,42 MPa)			
51,5	80	1,1	69
59,5	320	1,5	275
76,0	390	0,6	325

Activation of organic sludge pyrolysis petro bituminous resin portion allows rocks to regulate within certain limits the penetration and ductility of bitumen (see. Table. 2). As a result, regulation of the intermolecular interaction forces reached the minimum size of the elements in the structure of the dispersed phase tar, formed developed surface oxidation, which leads to an increased rate of oxidation, and change its properties, such as viscosity.

When comparing the properties of bitumen from activated sludge organic part petro bituminous rocks and unactivated tars are set higher crack resistance and lower tendency to aging thermoacid first product, as indicated by changes in the softening temperature of the samples after heating. Brittleness temperature of the bitumen feedstock with the activated 51^{0}C softening temperature decreases to-23^{0}C (for nonactivated - 16^{0}C), which is a significant measure of the frost resistance of road surfaces.

Thus, the change in the composition of raw materials at a given time is a critical factor affecting the physical and mechanical properties of bitumen. By selecting the raw material composition can control the properties of oxidized bitumen, within certain limits, and the oxidation of the organic tars petro bituminous rocks, coal and chemical industry waste expands raw materials to produce marketable bitumen.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сюняев З.И. Химия и технология топлив и масел. 1985, №6, с. 2-6.
[2] Антошкин А.С., Глаголева О.Ф. Нефтепереработка и нефтехимия. 1984, №3, с. 6-8.
[3] Антошкин А.С., Сюняев Р.З., Хайдура Х.М. Химия и технология топлив и масел, 1984, №3, с. 35-36.
[4] Махов А.Ф., Варфоломеев Д.Ф., Сюняев З.И. и др. Нефтепереработка и нефтехимия, 1981, №10, с. 7-10.
[5] Сюняев Р.З., Сафиев О.Г. Изв. Вузов. Нефть и газ. 1984, №2, с. 50-54.

Е.Е.Жақсылықов, Г.К.Шегенова, Д.Б.Амантаева, К.Т.Охапова, А.В.Бегенова

Мұнайбитум органикалық шикізатындағы тастар мен көмір қалдықтарын қайта өңдеп байыту

Түйіндеме: Мұнайбитумды таужыныстарының органикалық бөлігі белсенді гудронының қышқылдану уақыты зерттелген, гудронның қышқылдану процесінің көрсеткіші берілген.

Е.Е.Жаксылыков, Г.К.Шегенова, Д.Б.Амантаева, К.Т.Охапова, А.В.Бегенова

Утилизация органических нефтебитуминозных пород и остатков обогащения угля для производства сырьевого битума

Резюме: Исследовано время окисления активированного гудрона органической части нефтебитуминозных пород, даны параметры процесса окисления гудрона.

УДК 666.1.002.38

Б.Е. Жакипбаев, К.И. Кумарбекова, А.Ш. Кулмаханова, М.Н. Кунтубаева
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, *E-mail: Bibol_8484@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ИНОРОДНЫХ И СПЕЦИФИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ НА КАЧЕСТВО СТЕКЛОМАССЫ

Аннотация. Рассматриваются вопросы возникновения и наличия различного рода дефектов в стеклотаре, в основном газообразном (пузыри, мошки), стекловидном (свили и шлиры) и твердом (камни и кристаллы) состояниях.

Представлены дефекты бесцветного и зеленого тарного стекла, производимого на ТОО «ЕвроКристалл» и их основные причины возникновения.

Приведен химический анализ шихты на бесцветное и зеленое тарное стекло.

Показано влияние инородных и специфических дефектов на качество стекломассы.

Ключевые слова: специфические дефекты, инородные включения, шихтные камни, влияние огнеупоров на качество стекломассы, бесцветное и зеленое тарное стекло.

Производители тарного стекла до сегодняшнего времени сталкиваются с проблемами возникновения и наличия различного рода дефектов в стеклотаре, в основном газообразном (пузыри, мошки), стекловидном (свили и шлиры) и твердом (камни и кристаллы) состояниях. Одним из таковых является стеклотарный завод ТОО «ЕвроКристалл», работающий непрерывно при температурах до 1550^0С на природном газовом топливе, производит высококачественную стеклотару из бесцветного и зеленого стекла для пищевой промышленности, производственные мощности которого позволяют выпускать до 200 млн. условных бутылок и банок в год (рисунок 1).

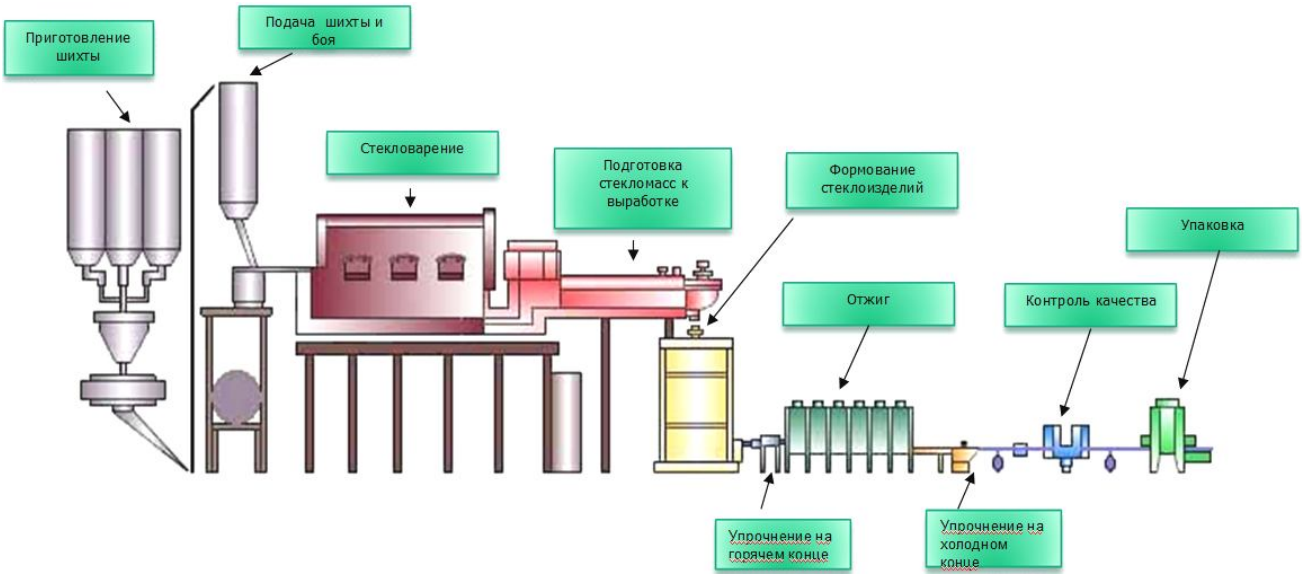


Рис. 1. Технологическая схема стеклотарного производства на ТОО «ЕвроКристалл»

При производстве тарного стекла для сокращения энергетических затрат, где около 70% затрачивается на процесс стекловарения, а также улучшения гомогенизации стекломассы зачастую используется собственный и сторонний стеклобой [1]. Стеклотарный завод ТОО «ЕвроКристалл», выпускающий зеленую бутылку, работает на загрузках, содержащий более 30% стороннего стеклобоя (18 тыс. за 1 тонну), который является преобладающим сырьевым компонентом.

Дефекты в стеклоизделиях чаще всего появляются из-за отклонения от технологического процесса.

Стеклотарная деформация, как известно, представляет собой изменение формы из-за нарушения режимов формирования и термической обработки. Некоторые дефекты бесцветного тарного

стекла, обусловленные плохим качеством стекломассы и нарушениями технологического процесса показаны на рисунке 2.



Рис. 2. Дефекты бесцветного тарного стекла

Во избежание дефектов стекломассы, основными причинами возникновения которых является растворение материала кранцев и огнеупорных материалов, следует применять хальмовку стекломассы перед началом выработки, правильную организацию охлаждения, набор стекломассы и темп выработки стеклоизделий.

Химический анализ шихты на бесцветное и зеленое тарное стекло проведен в лаборатории ТОО «ЕвроКристалл» с уникальным для Казахстана оборудованием автоматического инспектирования и лазерного сканирования готовой стеклотарной продукции, что позволяет соблюдать высокое качество выпускаемой стеклотары (таблица 1).

По пробе стекла, взятой из рабочего отделения печи можно определить поступление дефектной стекломассы на формирование, от которого во многом зависит качество стеклоизделий.

Таблица 1. **Результаты химического анализа**

Наименование материала	Состав в %					
	Na_2CO_3	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Нераство-римый остаток	Na_2SO_4	∑
Шихта на бесцветное тарное стекло (категория шихты – 4; W – 3,5%)	18,5	11,63	6,88	62,31	0,63	99,95
Шихта на зеленое тарное стекло (категория шихты – 4; W – 3,5%)	18,0	12,1	10,0	59,13	0,71	99,94

При отклонении температуры форм в сторону «холодного хода» машины возникают специфические дефекты (посечки, кованость, складки, морщины) (рисунок 3), наряду с ними имеют присутствие термические и механические дефекты.



Рис. 3. Специфические дефекты в зеленом тарном стекле

Термические и механические дефекты капли возникают из-за термической негомогенности массы капли и дефекты формы, массы, качества поверхности капли и ритма подачи капли в форму.

Причинами возникновения дефектов стекломассы является растворение огнеупоров, продукты разрушения которых появляются из-за высокой пористости, недостаточного обжига, наличия выбоин и раковин, высокой температуры стекловарения, значительного количества в составе стекла щелочных оксидов борного ангидрида, оксидов свинца, разъедающих огнеупоры. Для того, чтобы решить какой участок кладки разрушается, образуя камни от огнеупоров (шамотные, бакоровые, динасовые) следует проверить степень перерождения и растворения инородных включений. Чем ближе источник камней расположен к месту выработки, тем тоньше возможный слой кристаллов по их периметру. Сильно перерожденные камни могут давать только огнеупоры варочной части печи [1-2].



Инородные включения (пузыри, мошка, непровар, продукты кристаллизации стекла, разрушения огнеупора) связанные с качеством стекломассы могут поступать в питатель из печи или получаться в нем (рисунок 4).

Рис. 4. Инородные включения (разрушение огнеупора) в зеленом тарном стекле, производимом на ТОО «ЕвроКристалл»

Цвет стекла в значительной степени зависит от окислительно-восстановительных условий стекловарения, который является сложным физико-химическим процессом, протекающий при высоких температурах в стекломассе переменного и сложного состава. Качество тарного стекла характеризуется физико-химической однородностью и отсутствием инородных включений, правильное распознавание и изучение причин возникновения которых, являются предпосылками увеличения выпуска стеклотарных изделий и борьбы с браком [3].

При термическом взаимодействии компонентов стекольной шихты между собой сначала образуются силикаты, которые затем превращаются в стекломассу, где в начале силикатообразования ис-

паряется влага, разлагаются гидраты и соли с выделением газов, кремнистые материалы подвергаются полиморфным превращениям [3].

Взаимодействие твердых карбонатовых фаз с образованием двойных карбонатов магния и кальция происходит при температурах до 600^0С, а при 600-830^0С осуществляется взаимодействие твердых фаз двойных солей с кремнеземом с термическим разложением карбоната магния. Все твердофазные реакции протекают медленно, но активизируются с появлением жидкой фазы, которая появляется в шихте при 780-880^0С [3].

Процесс растворения зерен нерастворившегося кремнезема начинается после завершения реакций разложения компонентов шихты и образования силикатов, где вокруг зерен образуется насыщенный кремнеземный диффузионный слой, который переходит в расплав [3].

Стеклотара, в которой присутствуют оксиды железа не пропускает излучение с длиной волны ниже 300 нм, а выше 500 нм не оказывает вредного влияния на пищевые продукты. Ранее бутылочную стеклотару окрашивали в зеленый цвет с помощью оксидов железа, количество которых доходило до 1,5%, отрицательно влияющее на варочные, выработочные и эксплуатационные характеристики стеклотары. Но после перехода на недефицитные хромсодержащие красители на основе феррохромовых шлаков, представляющих собой тонкодисперсный продукт из SiO_2, $A1_2O_3$, CaO, MgO значительно улучшились качество изделий и показатели работы стеклоформующего оборудования [3].

Как видно на рисунке 4, инородные включения, частично растворившиеся в стеклотаре, появившихся при разъедании огнеупора являются самым опасным дефектом стекломассы, так как они вызывают сильные местные напряжения, которые мешают нормальному отжигу, снижают механическую прочность и термическую устойчивость, а также являются причиной саморазрушения стеклотары [3].

Главными мерами предупреждения, предотвращения и устранения образования инородных и специфических дефектов является правильный подбор гранулометрического состава компонентов шихты и их тщательное смешивание [3]. Используемый кварцевый песок Аральского месторождения на ТОО «ЕвроКристалл» имеет гранулометрический состав, представленный в таблице 2.

Таблица 2. **Гранулометрический состав кварцевого песка Аральского месторождения**

Размер сит,мм	0,8	0,63	0,315	0,14	поддон	
% содержание	0,52	0,07	20,80	74,28	4,27	мелкозернистый

Полное осветление стекла, сохранение стабильной температуры в зонах стекловаренной печи, создание окислительной атмосферы в зонах осветления и охлаждения стекла, высокая плотность и большая стеклоустойчивость огнеупоров также способствует улучшению качества и предотвращению дефектов стеклотары [3].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Жакипбаев Б.Е., Кумарбекова К.И., Кунтубаева М.Н. К вопросу о физико-химических условий образования кристаллических включений в расплавах стекломассы стекольных заводов. Труды Международной научно-практической конференции: «Ауэзовские чтения – 14: Инновационный потенциал науки и образования Казахстана в новой глобальной реальности» ЮКГУ им.М.Ауэзова. –Шымкент, 2016. Т1. –С.89-90

[2] Отчет Британской правительственной программы The Carbon Trust и РОО «Эколайн» в рамках проекта «Пропаганда энергоэффективности и снижения выбросов парниковых газов в стекольной промышленности России», выполняющегося при поддержке Министерства иностранных дел Великобритании в рамках Фонда глобальных возможностей (GOF). Энергопотребление в стеклотарном производстве. 2005. – 15 с.

[3] Гулоян Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Владимир: Транзит-ИКС, 2015. – 712 с.

Жакипбаев Б.Е., Кумарбекова К.И., Кулмаханова А.Ш., Кунтубаева М.Н.

Шынымассасының сапасына өзге және арнайы ақаулардың әсері

Түйіндеме. Таралық шыныда пайда болу және әр түрлі ақаулардың бар болғаны, негізінде газтүзүші (кеуектер, майда кеуектер), шыны тәрізді (свильдер және швильдер) және қатты (тастар мен кристалдар) жүйелерінде туралы мәселелер қарастырылған.

«ЕвроКристалл» ЖШС-де өндірілетін түссіз және жасыл таралық шынылардың ақаулары және олардың негізгі пайда болу мәселелері көрсетілген.

Түссіз және жасыл таралық шынылардың шихтасының химиялық талдауы келтірілген.

Шынымассасының сапасына өзге және арнайы ақаулардың әсері көрсетілген.
Кілтті сөздер: арнайы ақаулар, өзге қосындылар, шихталы тастар, шынымассасының сапасына отқа төзімді материалдардың әсері, түссіз және жасыл таралық шыны

Zhakipbayev B.Ye., Kumarbekova K.I., Kulmakhanova A.Sh., Kuntubayeva M.N.

Influence of alien and specific defects in the quality of glass mass

Summary. The questions of the origin and the presence of different types of defects in container glass basically gaseous (bubbles, midges), a glassy (platted and schlieren) and solid (stones and crystals) states.

Presented defects colorless and green container glass produced at LLP "EvroKristall" and their principal causes of occurrence.

An chemical analysis of the charge on the colorless and green container glass.

The influence of of alien and specific defects in the quality of glass mass.

Key words: specific defects, alien inclusions, charge stones, influence of refractory on the quality glass mass, colorless and green container glass

УДК 622.027

Н.Н. Кантарбаев, А.С. Ыскак, И.К. Тургазинов, Т.А. Енсепбаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ПЕРВИЧНАЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ОБРАБОТКА ПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АСПО В ТРУБОПРОВОДАХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ

Аннотация Одна из самых наболевших проблем в нефтяной отрасли это выпадение парафиновых отложений на внутренних поверхностях стенок труб при добыче и транспортировке нефти. В настоящее время эта проблема усугубляется увеличением в общем объеме добычи доли разработки парафинистых трудноизвлекаемых запасов тяжелой нефти и вступлением многих месторождений в позднюю стадию разработки. Рассматривается способ депарафинизации нефти с использованием свойства самого парафина осаждаться на поверхностях тел с температурой ниже температуры кристаллизации.

Предлагается устройство непрерывного отделения парафина из парафинистой нефти методом осаждения парафина на охлаждаемую поверхность и непрерывным съемом парафина с нее. Предусматривается применение в качестве источника холода не только генератора холода, но и наружного воздуха в холодный период года.

Ключевые слова: парафин, вязкость нефти, асфальтосмолистые парафиновые отложения, температура, выкидные трубопроводы, реологические свойство, устройство, сепаратор.

В связи с тенденцией истощения запасов легких нефтей в мире возрос интерес к трудноизвлекаемым нефтям. Одним из факторов отнесения нефтей к трудноизвлекаемым является их высокая вязкость и повышенное содержание парафинов. К ним относятся, в основном, тяжелые и высоковязкие нефти с вязкостью более 30 мПа*с и содержанием парафина выше 6%.

Продукцией большинства месторождений Западного Казахстана (более 30%) являются вязкие и высокопарафинистые нефти. К их числу относятся известные всему миру Узень, Жетыбай, Карамандыбас, Каражанбас, Северное Бузачи, нефти которых предельно насыщены растворенным и в них парафином (от 20% до 26%), смолами и асфальтенами (до 20%) и содержат коррозионноактивные газы (H_2S, CO_2). Изменение температуры застывания для казахстанских парафинистых нефтей в зависимости от содержания в них парафинов (рис. 1) имеет сильную прямую линейную связь – тенденцию к росту при увеличении содержания парафинов. [1, 2]

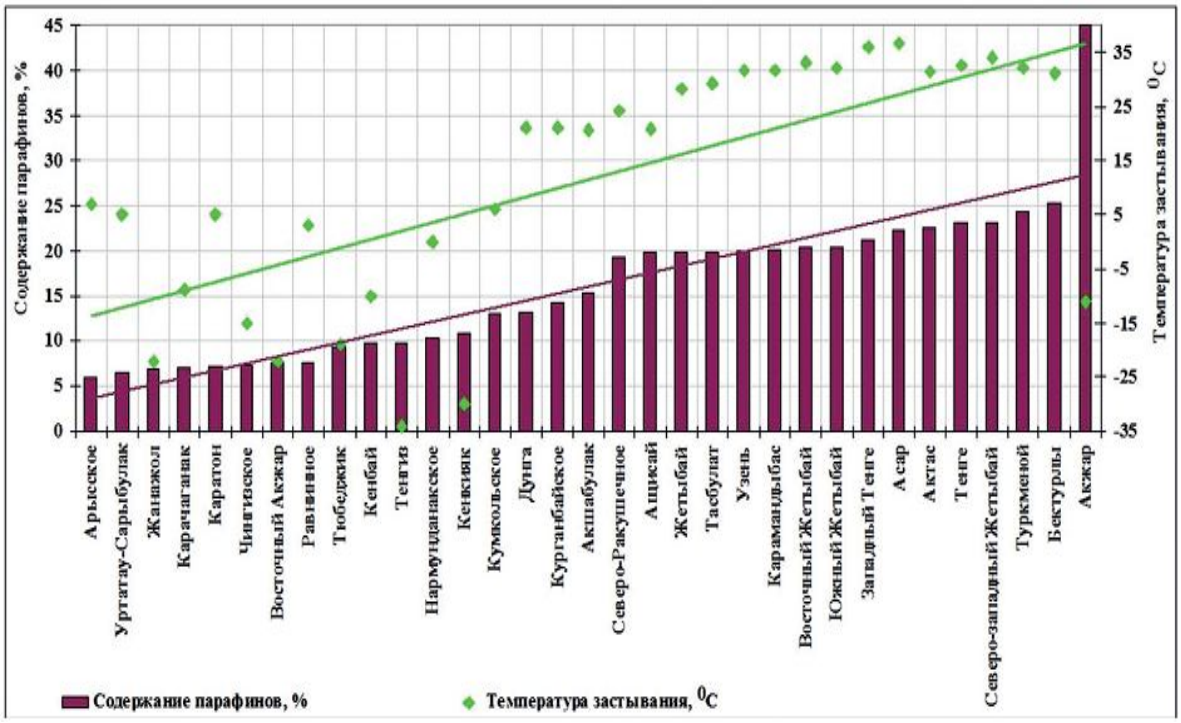


Рис. 1. Взаимосвязь изменений температуры застывания и содержания парафинов в нефтях месторождений Казахстана[2]

Известно, что выпадению парафина способствует понижение температуры вследствие расширения газа, при снижении давления по стволу до устья скважины, малые скорости движения нефти, шероховатость стенок труб. Их отложения возможны в призабойной зоне, подъемных трубах, шлейфе, сборном трубопроводе и резервуарах. Температура начала кристаллизации парафина некоторых нефтей РК находится в пределах +15 – 35°С.

Растворимость парафина в нефтях зависит от его состава, газосодержания и давления, но в основным фактором является температура: чем она выше, тем больше в нефтях может быть растворено парафина. Вместе с парафином из нефтей в твердый остаток выпадает часть смолисто-асфальтеновых компонентов. В основном в состав осадка входит до 50% парафина, остальное –смолы, асфальтены и масла [1,3]. Основные физико-химические параметры и условия залегания парафинистых нефтей месторождений Казахстана показаны в следующией таблице 1. [2]

Таблица 1. **Физико-химические параметры и условия залегания парафинистых нефтей**

Физико-химические показатели	Казахстан
Плотность, г/см3	0,849
Вязкость при 20°С, мм^2/с	65,18
Содержание, мас. %:	
серы,	0,33
парафинов,	17,56
смол,	9,56
асфальтенов	2,88
Фракция н.к. мас. %:	
200°	19,08
250°	-
300°	35,4
350°	42,32
Содержание кокса, мас. %	2,81
Газосодержание в нефти, м^3	94,82

Содержание мас. %:	
ванадия,	0,002
никеля,	0,008
Термобарические условия:	
температура пласта,	82,09
пластовое давление, МП	22,75
Глубина залегания, м	От 1000 до 3000 (более 65 % ПН)
Возраст нефтевмещающих пород	Мезозойские (более 88 % ПН)

Вязкость таких высоковязких нефтей при понижении температуры возрастает до такой степени, что они становятся нетранспортабельными. При транспорте высокопарафинистых нефтей происходит интенсивная парафинизация трубопроводов, снижение их пропускной способности, что значительно усложняет эксплуатацию и ведет к росту трудовых и материальных затрат. Вязкость также оказывает существенное влияние на процессы налива и слива нефти и нефтепродуктов при перевозке их железнодорожным транспортом, а также при перекачке их из одной емкости в другую.

Все существующие на сегодняшний день методы борьбы с АСПО (механические, химические, тепловые) являются в большей степени периодическими, позволяющие лишь в той или иной мере увеличить межремонтный период технологического оборудования месторождения. Таким образом, борьба с парафиноотложением требует новых технологических и технических решений.

Надежность работы выкидных трубопроводов скважины зависит от температуры продукции на устье и темпа ее охлаждения по длине выкидного трубопровода до групповых замерных установок. Производственный опыт, прямые замеры температур и результаты термодинамических расчетов указывают, что температура на устье для скважин с дебитом 15 т/мут примерно составляет 25-27 ^{0}С, с дебитом 25т/сут - 30^{0}С, с дебитом 50т/сут - 34^{0}С. При транспорте такой продукции до АГЗУ по обычному выкидному трубопроводу, особенно протяженностью более 300м, где ее температура более снижается, работа таких трубопроводов становится ненадежной [5,6].

И для надлежащего поддержания пропускной способности нефтепровода, постоянно требуется проводить профилактические мероприятия по предупреждению отложений парафина или очистку нефтепровода от отложений парафина.

Наиболее распространенным способом очистки внутренней поверхности нефтепровода от отложений парафина является механическая очистка с применением специальных скребков, чистящими элементами которых являются всевозможные диски, ножи и проволочные щетки. Скребки разных конструкций различны по эффективности удаления отложений со стенок труб, по износостойкости и проходимости [6].

Известны опыты применения устьевых подогревателей различных модификаций для облегчения проблемы сбора застывающей нефти. Однако они эффективны для высокодебитных скважин от 30-50м^3/сут при ограниченной длине выкидных трубопроводов до 300м. Поэтому полностью решить проблему промыслового сбора застывающей нефти только за счет применениея устьевого подогрева невозможно.

Выбор оптимальных способов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями и эффективность различных методов зависит от многих факторов, в частности от способа добычи нефти, термобарического режима течения, состава и свойств добываемой продукции.

Для успешной борьбы с отложениями парафина необходимо определить основные термодинамические параметры газожидкостного потока в скважине - изменение температуры и давления по стволу скважины, давление насыщения нефти газом, а также глубину и интенсивность отложения парафина в зависимости от производительности скважины и обводненности ее продукции. Необходимы также данные о составе парафиновых отложений и температуре их плавления. Проведение в рамках данной работы таких исследований позволит сделать выбор наиболее эффективного метода борьбы с отложениями парафина в конкретных условиях. В результате наших исследований мы пришли к выводу: осаждения парафина в подъемных трубах скважины уменьшать или предотвращать каким-либо из методов химического, теплового, магнитного, акустического или иного воздействия, а на поверхности, в самом начале транспортировки нефти от устья скважины, произвести ее депарафинизацию.

Если решить вопрос удаления парафина с поверхности осаждения, то процесс станет технологичным и непрерывным с минимальными затратами труда и энергии. После депарафинизации нефти дальнейшая его транспортировка по трубопроводам будет без осложнений связанных с отложениями парафина. Это свойство парафина необходимо использовать для депарафинизации. Поэтому возникает идея создания несложной установки депарафинизации, которую можно устанавливать в непосредственной близости у добывающей скважины, чтобы с самого начала пути транспортировки нефти от скважины отпали осложнения связанные с отложениями парафина в трубопроводах.

Работы по депарафинизации нефти проводились и ранее. Известны способы депарафинизации нефти химическими способами растворением парафина и последующим отделением парафина из раствора. Данные устройства многоступенчаты и довольно сложной конструкции, например патенты США №№ 2302434, 261503, 2420418, 2914546, 3192125. В данных устройствах парафинистая нефть смешивается с охлажденным растворителем или после смешивания охлаждается, затем из охлажденного раствора посредством различных фильтров отделяется парафин. Наиболее доступным, на наш взгляд, способом может стать депарафинизация нефти с использованием свойства парафина кристаллизоваться и осаждаться на поверхностях тел, если их температура ниже температуры кристаллизации парафина данной нефти. Устройства для осаждения парафина методом охлаждения предлагались и ранее, например патенты США №3425913, 3159563. В устройстве по патенту США №3159563 парафин осаждается на внутренней поверхности охлаждаемого цилиндра с которого снимается вращающимися скребками. Данное устройство состоит из цилиндрической емкости с вращающимся внутри нее цилиндрическим барабаном со скребками и емкости с термоизолированной рубашкой, в которой циркулирует охлаждающий агент. Емкость имеет для нефти входной спереди и выходной патрубок с противоположной стороны. Стенки емкости с внешней стороны непрерывно охлаждаются и нефть, проходя в зазоре между внутренней стенкой цилиндрической емкости и вращающимся барабаном, охлаждается ниже температуры кристаллизации парафина. Недостаток устройства - не предусмотрен непрерывный съем осаждаемого парафина. Если решить вопрос удаления парафина с поверхности осаждения, то процесс станет технологичным и непрерывным, с минимальными затратами труда и энергии. Для осуществления предлагаемого способа депарафинизации нефти предлагается схема, состоящая из устройства (сепаратор) депарафинизации методом осаждения парафина на охлаждаемую поверхность и непрерывным съемом парафина с нее и генератора холода. Генератор холода нами не рассматривается, так как может быть одним из уже производимых и используемых. Схема устройства сепаратора представлена на рис 2.

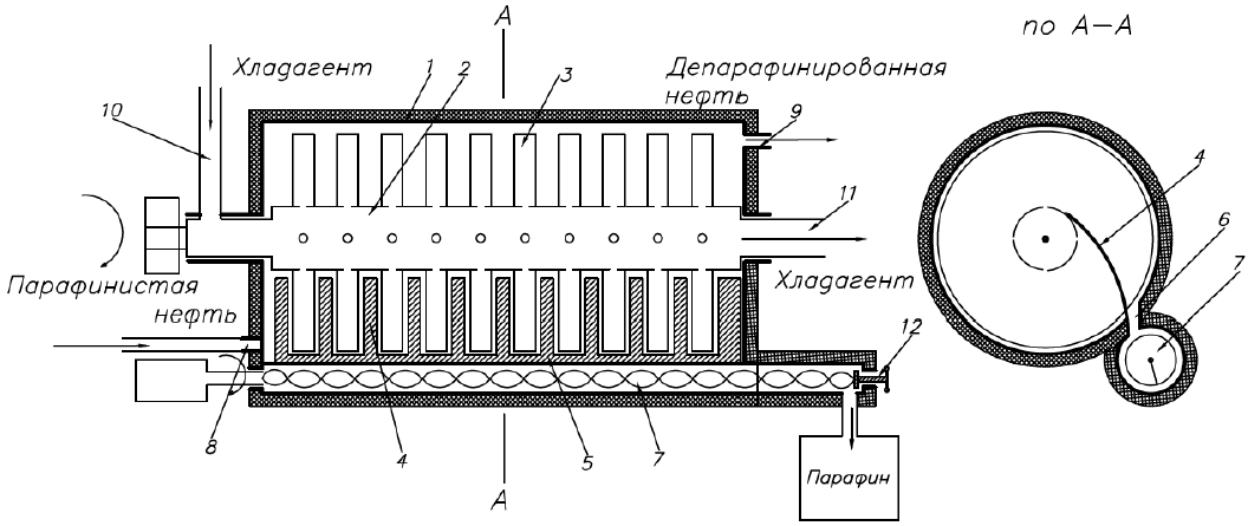


Рис. 2. Схема сепаратора депарафинизации нефти

Устройство представляет собой сепаратор непрерывного отделения парафина из парафинистой нефти и состоит из цилиндрического корпуса 1 внутри которого вращается многодисковый ротор 2. Ротор имеет полую ось и равномерно насаженные на нее полые диски 3. Между дисками, касательно к оси, расположены скребки 4, образующие гребенку 5, направленную вниз в продольную щель 6 в

корпусе сепаратора. Скребки дугообразной формы, образуют часть спирали от оси к щели 6 в корпусе. Такая форма способствует перемещению парафина от оси ротора к периферии. К щели примыкает шнековый транспортер 7 или двухвинтовой насос. Корпус сепаратора имеет спереди входной патрубок 8 для исходной нефти и выходной патрубок 9 с противоположной стороны для депарафинированной нефти. Полости дисков ротора сообщаются с полостью оси ротора, образуя охлаждающую поверхность, в которой циркулирует хладоагент. Большое количество дисков образуют большую поверхность охлаждения. Через полости оси и дисков ротора циркулирует хладоагент от патрубка 10 к патрубку 11. Вращение ротора и большая поверхность дисков способствует интенсивному контакту исходной нефти с охлаждающей поверхностью. Шнековый транспортер с выходной стороны имеет регулируемый штуцер 12 меньшего поперечного сечения для создания регулируемого подпорного противодавления на выходе парафина. Нефть в сепаратор подается под давлением превышающем противодавление депарафинированной нефти на выходе. Ротор сепаратора и шнек транспортера вращаются через понижающие редукторы электродвигателями с управляемой скоростью вращения. Габариты сепаратора, количество дисков на роторе и их размеры определяют производительность сепаратора по депарафинизации нефти. Температура хладоагента и его расход определяются параметрами подаваемой в сепаратор парафинистой нефти. Корпус сепаратора термоизолирован для независимости режима работы от температуры внешней среды.

Принцип работы устройства Исходная парафинистая нефть поступает в сепаратор через патрубок 8 и проходит через сепаратор между дисками ротора и внутренней поверхностью корпуса и депарафинированная нефть, выдается из патрубка 9. На охлажденных внешних поверхностях дисков и оси ротора начинают осаждаться кристаллы парафина. Так как ротор непрерывно вращается, слой осаждаемого парафина нарастает после скребка и до скребка за один оборот ротора. Толщина осевшего на диске за один оборот ротора парафина незначительна, но так как общая площадь осаждения большая, то общее количество осаждаемого парафина значительна. Скребок, соприкасаясь с внешней поверхностью диска, снимает с нее стружку парафина. Парафин, постепенно накапливаясь, благодаря спиральной линии скребков и вращению дисков, опускается вниз, в щель шнекового транспортера. Далее шнековый транспортер перемещает парафин к выходному штуцеру. При продавливании парафина в выходной штуцер в нем создается избыточное давление и поэтому жидкая составляющая парафинонефтяной смеси выдавливается обратно в сепаратор, а более густой, вязкий парафин выдавливается из штуцера в выходной патрубок. Выдаваемый парафин собирается в отдельные емкости. В сепараторе давление намного ниже давления насыщения нефти, поэтому в нем также происходит интенсивное выделение растворенного в нефти газа. Газ из сепаратора отводится вместе с нефтью патрубку. Для охлаждения ротора сепаратора необходим генератор холода, тип которого не имеет значения. Для экономии энергии в холодное время года, в качестве источника холода целесообразно использовать наружный воздух, имеющий довольно низкую температуру и в неограниченном количестве. Для этого к сепаратору следует предусмотреть механизм перехода от источника холода к использованию наружного воздуха.

Размещать депарафинизаторы необходимо из экономической целесообразности: или у каждой скважины, или, при небольшом расстоянии между скважинами, для группы скважин одну общую установку (рисунок 3).

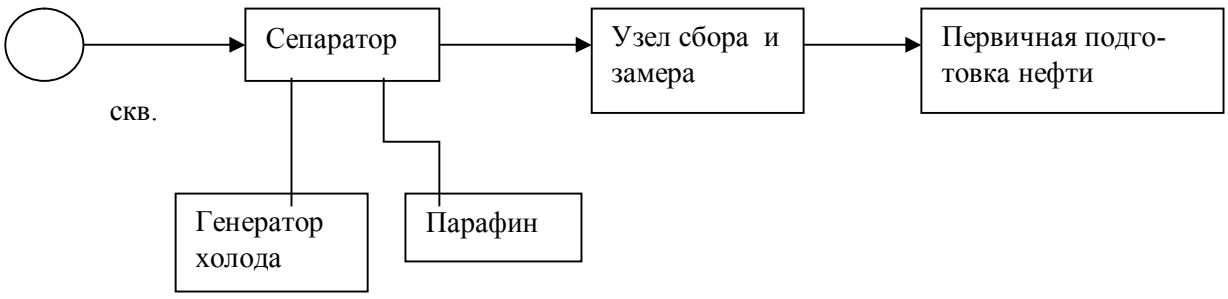


Рис. 3. Технологическая схема первичной низкотемпературной депарафинизации нефти

Разработанное устройство для депарафинизации нефти (сепаратор), отличается тем, что отделение парафина из нефти происходит при осаждении его на охлаждаемых поверхностях вращающегося ротора сепаратора непрерывно и съем его также производится непрерывно. Таким образом процесс депарафинизации становится непрерывным.

Применение данного устройства для депарафинизации нефти позволяет:

– Значительно экономить средства за счет сокращения времени простоя технологических оборудований на очистку от АСПО;

– увеличить интервал между механическими чистками оборудования от парафинов;

– увеличить срок службы оборудования;

– экономить за счет сокращения издержек на эксплуатационные расходы по очистке оборудования;

– экономить электрическую энергию за счет использования холода наружного воздуха в течение длительного зимнего периода.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Надиров Н. К. Высоковязкие нефти и природные битумы: В 5 т. Т. 5. Характеристика месторождения. Принципы оценки ресурсов. [Текст] : монография /. - Алматы : Ғылым, 2001. - 344 с. С. 50 – 132.

[2] Ященко И.Г., Полищук Ю.М. Особенности физико-химических и реологических свойств парафинистых нефтей // Нефть и Газ. – 2011. – №5. – С. 60 – 68.

[3] Киинов Л.К. Разработка месторождений парафинистых и вязких нефтей в Западном Казахстане. М.: ВНИИОЭНГ, 1986г.

[4] Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. М.:ООО «Недра –Бизнесцентр» , 2000. 653с.

[5] Утесинов Р.У. Сбор и транспорт парафинистых нефтей . г.Алма-Ата, КазНИИНТИ, 1971г.

[6] Тимонин В.И., Демко Т.Т. Добыча, сбор и внутрипромысловый транспорт высокопарафинистых нефтей на месторождениях Южного Мангышлага, М.: ВНИИОЭНГ, 1973г.

Кантарбаев Н.Н., Ыскак А.С., Тургазинов И.К., Енсепбаев Т.А.

Құбыр және технологиялық жабдықтарды парафинді мұнайды парафинді болдырмау үшін төмен температурада бастапқы өңдеу

Түйіндеме. Бұл мақалада мұнайдан парафинді бөлу сол парафиннің дененің бетінде кристалдану температурасынан төмен температурада шөгу қасиетін қолдану тәсілі қарастырылған.

Мұнайдан парафинді үздіксіз бөлу суытылған бектке парафиннің шөгілу әдісімен және үздіксіз алуды жүзеге асыруға құрылғы сұлбасы ұсынылады. Суыту көзі ретінде тек қана генератор емес, сонымен қатар жылдың суық мерзімінде сыртқы ауа қолдануы қарастырылады.

Кілт сөздер: парафин, мұнай тұтқырлығы, асфальттішайырлы парафинді түзілімдер, температура, реологиялық қасиеттер, лақтыру желі құбырлары, реологиялық қасиеттер, парафиннен бөлу, кристалдану, құрылғы, сепаратор.

Kantarbaev N.N., Yskak A.S., Turgazinov I.K., Ensepbaev T.A.

Primary low temperature treatment of paraffinic crude for preventing the formation of asphaltene deposits in pipelines and process facilities

Summary. A method of dewaxing of oil by using property of the paraffin precipitation on surfaces of the bodies with a temperature below temperature of crystallization. is considered.

Continuous paraffin separation device from oil by method of sedimentation of paraffin on the cooled surface and continuous removal of paraffin is proposed. For the use of cold source, not only a cold generator and also external air in a cold period of the year is provided.

Key words: paraffin, viscosity of oil, asphaltic paraffin deposits, temperature, discharge pipelines, rheological property, device, separator.

УДК 004.932

Д.Ж. Касымханова, С.Ж. Касымханов
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, dana777k@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНОГО АНИЗОТРОПНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ШУМА С ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ

Аннотация. В статье рассматривается модернизация классического вейвлет-преобразования с помощью полосовой фильтрации и кратномасштабного анализа. Основная идея заключается в лучшем отображении краев на изображении после процесса удаления аддитивного шума твердой и мягкой пороговой обработкой. В государственной программе «Информационный Казахстан - 2020», утвержденной Указом Президента Республики Казахстан (РК) №464 от 8.01.2013 г. было указано, что "базовым инструментом для решения задачи повышения эффективности и привлекательности транспортной отрасли Казахстана должно стать внедрение интеллектуальной транспортной системы (далее – ИТС) - комплекса взаимосвязанных автоматизированных систем, решающего задачи управления дорожным движением, мониторинга и управления работой всех видов транспорта (индивидуального, общественного, грузового), информирования граждан и предприятий об организации транспортного обслуживания на территории региона, страны. ИТС направлена на решение трёх основных задач: безопасность, мобильность, а также защита окружающей среды" [1]. Создание и внедрение ИТС существенно увеличит эффективность управления перевозками, уменьшит непроизводственные затраты на транспортировку грузов, пассажиров, ускорит развитие транспортно-коммуникационной структуры.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, шумоподавление, пороговая функция, аддитивный шум.

В связи с непрерывным ростом населения, увеличением потребления растет и количество транспортных средств, что ведет к ужесточению требований к обеспечению контроля безопасности дорожного движения, необходимости быстрой и точной идентификации транспортных средств на пропускных пунктах, определения автомобиля нарушителя движения. В связи с этим важнейшим приоритетом в соответствии с государственной программой является создание «умной» транспортной системы с помощью современных интеллектуальных технологий, базирующихся на специализированном математическом обеспечении. Одним из элементов «умной» транспортной системы должна стать фотовидеофиксация нарушений правил дорожного движения, которая является основой для информационно-аналитических систем распознавания символов номерных знаков транспортных средств [1].

Вследствие несовершенства формирующих и регистрирующих систем, а также из-за помех при передаче данных и других неблагоприятных внешних условиях при получении изображений транспортного средства может возникать зашумление. При наличии шумов на изображении процент успешной работы множества алгоритмов для осуществления локализации, сегментации, поиска и извлечения признаков, а также классификации начинает снижаться.

Среди основных видов шумов, которые встречаются на изображениях, можно выделить следующие: тепловой шум, который характеризуется математической моделью аддитивного белого шума с гауссовским распределением вероятностей; дробовый шум, который характеризуется математической моделью шума с распределением Пуассона; гранулированный шум (спекл), который характеризуется математической моделью мультипликативного шума с распределением вероятностей гамма-функции.

Для шумов, зависящих от значения сигнала (в данном случае это дробовый и гранулированный шумы) при применении соответственно метода стабилизации среднеквадратичного отклонения и использовании свойства натурального логарифма получается приближенная форма аддитивного белого шума с распределением Гаусса.

$$p(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \tag{1}$$

где μ означает математическое ожидание, а σ – среднеквадратичное отклонение распределения.

Метод преобразования Фурье (ПФ) имеет широкое применение в математике и различных прикладных задачах, в частности в задаче шумоподавления. Решение большого числа примеров показывает [2, 3], что метод ПФ, который является основой многих методов удаления шума, дает неустойчивое решение. Это обусловлено, тем, что метод ПФ дает аналитическое решение и при численной реализации метода преобразования Фурье автоматически срабатывает усечение спектра частот.

Действительно, недостаточная способность анализа Фурье локализовать сингулярности сигналов, необходимость введения во временной области окон данных и, как следствие, размывание спектра сигналов за счет появления ложных лепестков обусловливают естественное движение практики обработки сигналов, в частности двумерных сигналов, к методам, обеспечивающим лучшее частотно-временное разрешение.

Сигнал, детерминированный или случайный, описывают математической моделью, функцией, характеризующей изменение параметров сигнала, в частности, изображение в математическом представлении - это двумерный сигнал. Во многих прикладных направлениях актуальны задачи поиска базисов, разложения по которым наилучшим образом описывают элементы пространства, характер функции, описывающей сигнал. Общепринятый базис Фурье хорошо выделяет частоты, но не даёт информации о резких и коротких всплесках и вообще о локальном поведении функции. Желательно, чтобы элементы базиса были лучше локализованы по времени – это возможно при применении вейвлет-преобразования.

Теория вейвлетов начала активно развиваться в 80–90-е годы двадцатого века, были разработаны основные численные алгоритмы вейвлет-преобразования. Основоположниками теории вейвлетов можно считать И. Мейера, И. Добеши, С. Малла, Р. Койфмана, А. Коэна и других ученых. Ряд вероятностных аспектов теории вейвлет-разложения рассмотрен в труде С. Малла, а также в монографиях Б. Видаковича [4], В. Хардла [5] и книге А. А. Короновского и А. Е. Храмова [6].

Для решения задачи удаления шума с изображений предлагается использовать модернизированный метод вейвлет-преобразования – селективное анизотропное вейвлет-преобразование (САВП). Первая часть САВП - это полосовая фильтрация, которая заключается в декомпозиции функции $f \in \mathbf{L}^2(\mathbb{R}^2)$ на две функции $f_1, f_2 \in \mathbf{L}^2(\mathbb{R}^2)$. В функции f_1 находятся все ориентации функции f, которые принадлежат диапазону углов $\theta_1 \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right) \cup \left[\pi, \frac{3\pi}{2}\right)$, а в функции f_2 ориентации в диапазоне $\theta_2 \in \left[\frac{\pi}{2}, \pi\right) \cup \left[\frac{3\pi}{2}, 2\pi\right)$. Декомпозиция будет реализована с помощью полосовых фильтров декомпозиции $\hat{h}_0(\omega_1, \omega_2)$ и $\hat{g}_0(\omega_1, \omega_2)$, а для реконструкция функции f будут применены $\hat{h}_1(\omega_1, \omega_2)$ и $\hat{g}_1(\omega_1, \omega_2)$. Эти фильтры выполняют условия полной реконструкции для субдискретизированного банка фильтров [7].

Определение 1. Для любой функции $f \in \mathbf{L}^2(\mathbb{R}^2)$, которую можно записать в виде двух функций $f_1, f_2 \in \mathbf{L}^2(\mathbb{R}^2)$ селективных по ориентации, формальное определение преобразования САВП принимает вид:

$$\alpha_\mu = \langle f_1, \gamma_\mu \rangle, \ \beta_\mu = \langle f_2, \gamma_\mu \rangle, \tag{2}$$

где α_μ обозначает коэффициенты, полученные из реализации САВП для ориентаций, находящихся в диапазоне углов $\theta_1 \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right) \cup \left[\pi, \frac{3\pi}{2}\right)$, β_μ – коэффициенты, полученные из реализации САВП для ориентаций, находящихся в диапазоне углов $\theta_2 \in \left[\frac{\pi}{2}, \pi\right) \cup \left[\frac{3\pi}{2}, 2\pi\right)$, $\gamma_\mu \in \mathbf{L}^2(\mathbb{R}^2)$ и есть ортогональная базовая функция, а μ - это индекс параметров положения, ориентации и масштаба.

На основе формального определения САВП первым шагом является реализация полосовой фильтрации. Она будет состоять из разделения на две полосы, которые отображают соответственно ориентации, находящиеся в диапазоне углов $\left[0,\frac{\pi}{2}\right)\cup\left[\pi,\frac{3\pi}{2}\right)$ и $[\frac{\pi}{2},\pi)\cup[\frac{3\pi}{2},2\pi)$. Схема дискретной реализации полосовой фильтрации представлена на рисунке 1, где $\hat{h}_0(\omega_1,\omega_2)$ и $\hat{g}_0(\omega_1,\omega_2)$ - это фильтры декомпозиции, а $\hat{h}_1(\omega_1,\omega_2)$ и $\hat{g}_1(\omega_1,\omega_2)$ - фильтры реконструкции.

Для построения группы полосовых фильтров используются ромбовидные фильтры (DSF) и геометрические методы дискретизации. Одним из методов, который используется для построения двумерных фильтров DSF, является метод трансформации МкКлеллана [8, 9]. В реализации САВП в преобразовании МкКлеллана, применяется одномерное семейство биортогональных фильтров Ле Галл 5/3 и Коэн-Добеши-Фово 9/7, описанных в [10, 11].Следующим методом возможным для использования в построении ромбовидных фильтров является метод Фунга, подробно представленный в [12]. После проведения процессов модуляции и оверсемплинга матрицей квинкункс получаются фильтры FSF (Fan shaped filter), которые затем после ротации основного спектра на $-\pi/2$ становятся $|\det Q|=2$ копиями основного спектра в области $[-\pi,\pi)\times[-\pi,\pi)$.

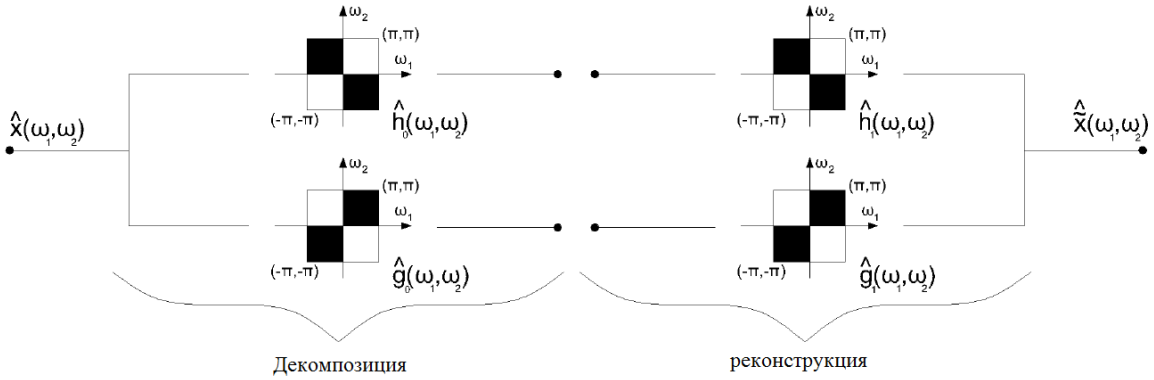


Рис. 1. Принципиальная схема реализации полосовой фильтрации

Анизотропное вейвлет-преобразование как вторая часть САВП основывается на алгоритме Малла и использует кратномасштабный анализа (КМА) [13]. При использовании КМА и соответствующего алгоритма Малла с учетом разделения на две полосы в САВП получаются подпространства, которые содержат параметр ориентации. Рисунок 2 показывает, как подпространство $W_{1,1}^{1,0,1}$ разделяется на подпространства $W_{1,1}^{1,2,1}\oplus W_{1,1}^{1,2,2}\oplus W_{1,1}^{1,2,3}\oplus W_{1,1}^{1,2,4}$, содержащие параметр ориентации.

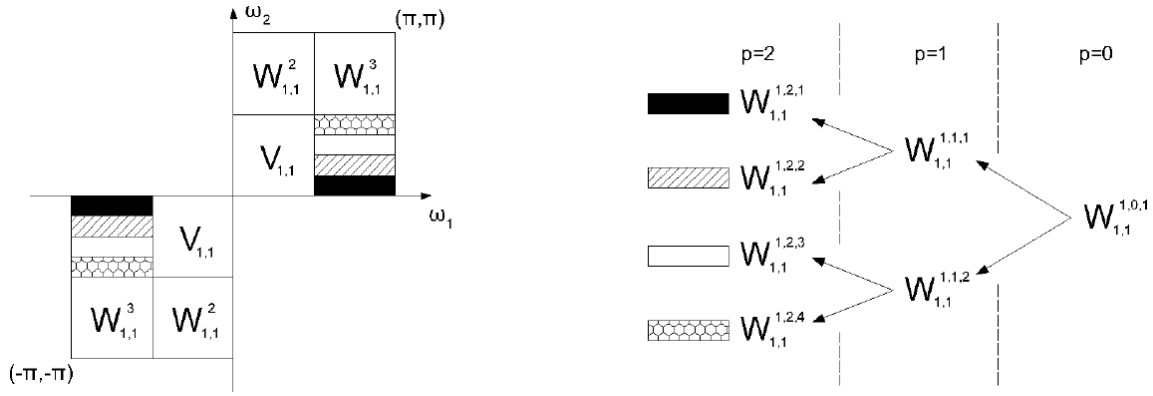


Рис. 2. Двухступенчатое *(p = 2)* разделение подпространства $W_{1,1}^{1,0,1}$

Подпространство $W_{1,1}^{1,0,1}$ является дополнением подпространства $V_{1,1}$.

В ходе дальнейшей реализации метода САВП происходит процесс создания дискретных ориентаций и их интерпретация, также представляется анизотропность вейвлет-преобразования. Сочетание данных свойств метода САВП дает более четкое представление краев на изображении и соответственно эффективное удаление шумов.

Среди существующих в настоящее время парадигм шумоподавления наибольшее распространение получила парадигма Донохо-Джонстона [14, 15]. Данный подход является достаточно простым в реализации, экономичным в вычислительном отношении, поскольку подразумевает использование лишь быстрых алгоритмов вейвлет-преобразования.

На первом этапе данного подхода реализуется одно-, двухуровневая или более глубокая декомпозиция исходного сигнала, затем, на втором этапе к каждому из коэффициентов детализации уровня *j,* а иногда коэффициентам аппроксимации того же уровня, применяется процедура трешолдинга – пороговой обработки, и, наконец, в заключении происходит реконструкция сигнала, характеризуемая, как ожидается, более высоким значением отношения сигнал/шум (signal-to-noise ratio, сокр. SNR).

Для декомпозиции сигнала и его восстановления по коэффициентам аппроксимации и детализации, прошедшим пороговую обработку, в большинстве случаев используется алгоритм Малла, алгоритм «с дырами» и лифтинговая схема, пороговая обработка же может осуществляться на основании одной из нескольких функций трешолдинга. Существует некоторое множество пороговых функций, рассмотрим жесткую и мягкую пороговые функции.

Жесткий трешолдинг сохраняет неизменными все коэффициенты $\gamma_{j,l}$ уровня j, большие или равные порогу τ_j, и обращающий прочие коэффициенты, не удовлетворяющие данному условию, в ноль:

$$T_h = \gamma_l I\left(\left|\gamma_l\right| \geq \tau\right). \tag{3}$$

В случае мягкой пороговой обработки наряду с обнулением $\gamma_{j,l}$, содержащих на практике лишь шумовую компоненту, происходит уменьшение коэффициентов детализации на величину τ, что соответствует шумоподавлению также в информативных коэффициентах:

$$T_S = sign\left(\gamma_l\right)\left(\left|\gamma_l\right| - \tau\right) I\left(\left|\gamma_l\right| \geq \tau\right) \tag{4}$$

Мягкая пороговая обработка снижает значения оставленных коэффициентов в отличие от жесткой пороговой обработки. Теоретическая пороговая величина T остается такой же как и для жесткой пороговой обработки. Среднеквадратичная ошибка (функция риска) для мягкой оценки зачастую выше, чем для жесткой оценки при предполагаемом теоретическом $T = \sigma\sqrt{2\ln N}$ (формула Донохо-Джонстона).

Для определения эффективности улучшенного вейвлет-преобразования – САВП – необходимо провести его сравнение с классическим вейвлет-преобразованием. Основным показателем снижения уровня шума взято отношение сигнал/шум, далее SNR. Изображения из имеющейся в наличии тестовой базы были зашумлены аддитивным белым шумом с дисперсиями $\sigma = 0.1$ и $\sigma = 0.2$. Затем по парадигме Донохо-Джонстона было проведено шумоподавление с помощью классического вейвлет-преобразования и САВП с использованием твердой и мягкой пороговой обработки. Результаты представлены на рисунках ниже.

Сравнение свойства удаления шума с использованием вейвлет-преобразования и САВП с помощью жесткой пороговой обработки показано на рисунках 3 и 4 для изображения транспортной сцены и рисунках 5 и 6 для отдельно взятого номерного знака транспортного средства. Видно, что SNR реконструированного с помощью САВП изображения на 0.16-0.9 [dB] выше, чем для изображений, отображенных коэффициентами вейвлет-преобразования. САВП лучше справляется с отображением краев по сравнению с вейвлет-преобразованием, что эффективно сказывается на полученном SNR.



Рис. 3. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.1); реконструкция изображения с использованием жесткой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=19.67[dB]); реконструкция изображения жесткой пороговой оценкой в области САВП (SNR=20.24[dB])



Рис. 4. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.2); реконструкция изображения с использованием жесткой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=16.04[dB]); реконструкция изображения жесткой пороговой оценкой в области САВП (SNR=16.20[dB])



Рис. 5. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.1); реконструкция изображения с использованием жесткой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=8.82 [dB]); реконструкция изображения жесткой пороговой оценкой в области САВП (SNR=9.92[dB])



Рис. 6. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.2); реконструкция изображения с использованием жесткой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=6.33[dB]); реконструкция изображения жесткой пороговой оценкой в области САВП (SNR=6.79[dB])

Сравнение свойства удаления шума с использованием вейвлет-преобразования и САВП с помощью мягкого трешолдинга показано на рисунках 7 и 8 для изображения транспортной сцены и рисунках 9 и 10 для отдельно взятого номерного знака транспортного средства уровнем шума $\sigma = 0.1$ и $\sigma = 0.2$. Видно, что SNR реконструированного с помощью САВП изображения лишь незначительно максимально на 0.7[dB] выше, чем для изображений, отображенных коэффициентами вейвлет-преобразования, в отдельном случае отношение сигнал/шум оказываются равными.



Рис. 7. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.1); реконструкция изображения с использованием мягкой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=21.41[dB]); изображение, реконструированное мягкой пороговой оценкой в области САВП (SNR=21.84[dB])



Рис. 8. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.2); реконструкция изображения с использованием мягкой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=17.86[dB]); изображение, реконструированное мягкой пороговой оценкой в области САВП (SNR=17.86[dB])



Рис. 9. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.1); реконструкция изображения с использованием мягкой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=10.46[dB]); реконструкция изображения мягкой пороговой оценкой в области САВП (SNR=11.16[dB])



Рис. 10. Слева направо: изображение, зашумленное белым шумом (σ =0.2); реконструкция изображения с использованием мягкой пороговой оценки в области вейвлет-преобразования (SNR=7.24[dB]); реконструкция изображения мягкой пороговой оценкой в области САВП (SNR=7.78[dB])

Для обоих преобразований применялись ортогональные вейвлеты, причем в качестве полосового фильтра в САВП был использован фильтр МкКлеллана. Значительное влияние на качество работы САВП имеет выбор полосового фильтра. Фильтр, созданный методом МкКлеллана, имеет более низкую селективность, нежели, например, фильтр, созданный методом Фунга. Это является результатом наибольшего избирательного импульсного отклика в частотной области для фильтра этой конструкции. Более высокая селективность в частотной области обеспечивает более эффективное разделение на ориентации в анизотропной части САВП, а, следовательно, влечет за собой большее количество отсчетов дискретных фильтров декомпозиции и реконструкции, что значит к лучшему результату в удалении шума.

В дальнейшем исследовании планируется построение полосового фильтра на основе метода Фунга, а также использование в парадигме Донохо-Джонстона алгоритма «с дырами», вместо алгоритма Малла. Также является необходимым использование различных пороговых функций, как например: блочный трешолдинг и трешолдинг по методу Штейна.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Государственная программа «Информационный Казахстан – 2020». URL: http://egov.kz/wps/portal/Content?contentPath=/egovcontent/transports/communications/article/gp_inf_kaz_2020&lang=ru.

[2] Верланъ А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы. - Киев: Наук. думка, 1986. - 544 с.

[3] Василенко Г.И. Теория восстановления сигналов: О редукции к идеальному прибору в физике и технике. — М.: Сов. радио, 1979. — 272 с.

[4] Vidakovic B. Statistical modeling by wavelets. — John Wiley & Sons, 1999.
[5] H'ardle W., Kerkyacharian G., Picard D., Tsybakov A. Wavelets, approximation and statistical applications // Lecture notes in statistics. — 2000. — Vol. 129.
[6] Короновский А. А., Храмов А. Е. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения. — М.: Физматлит, 2003.
[7] Zhou J., Do M. N. Multidimensional Oversampled Filter Banks, Wavelets XI // Proc. SPIE, 2005.
[8] McClellan J. H. The Design of Two-Dimensional Filters by Transformations // Proc. 7th Annual Princeton Conf. Information Sciences and Systems. - 1973. – pp. 247-251.
[9] McClellan J. H., Chan D. S. K. A 2-D FIR Filter Structure Derived from the Chebyshev Recursion // IEEE Trans. Circuits and Systems, CAS-24. – 1977. - No. 7, pp. 372-378.
[10] LeGall D. J., Tabatabai A. Subband coding of digital images using symmetric short kernel filters and arithmetic coding techniques // In Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech and Signal Proc. - New York, NY. - 1988. - pp. 761–765.
[11] Cohen A., Daubechies I., Feauveau J.C Biorthogonal bases of compactly supported wavelets // Comm. Pure & Appl. Math. - 1992. - No.45(5). - pp. 485-560.
[12] Phoong S. M., Kim C. W., Vaidyanathan P. P., Ansari R. A New Class of Two - Channel Biorthogonal Filter Banks and Wavelet Bases // IEEE Transactions on Signal Processing. – 1995. - Vol. 43. - No. 3.
[13] Mallat S. A theory for multiresolution signal decomposition - the wavelet representation // IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1989. - Vol. 11.
[14] Donoho D.L., Johnstone I.M. Neo-classical minimax problems, thresholding, and adaptation // Bernoulli, 1996, №1. – pp. 39-62.
[15] Donoho D.L. De-noising by soft-thresholding // IEEE Trans. on Inform. Theory, 1995, №3. – p. 613-627.

Қасымханова Д.Ж., Қасымханов С.Ж.

Символдарды танып білудің ақпараттық-талдау жүйелерінде шуды кетіру үшін іріктемелі анизотропты вейвлет-түрлендіруін қолдану

Түйіндеме. Берілген мақалада тілмелі сүзгілеу мен ауқымды масштабты талдау арқылы классикалық вейвлет-түрлендіруін жаңғырту зерттелген. Мақаланың негізгі идеясы қатты және жұмсақ шекті өңдеу арқылы аддитивті шуды кетіру барысынан кейін бейненің шеттерін жақсырақ кейіптеуде жатыр.

Түйінді сөздер: вейвлет-түрлендіру, шуды басу, шекті функция, аддитивті шу.

Kassymkhanova D.Zh., Kassymkhanov S.Zh.

Use of selective anisotropic wavelet transform for image de-noising in information analysis systems of character recognition

Summary. This article discusses the improving of the classic wavelet transform using a bandpass filtering and multiresolution analysis. The main idea of the article is the better image edge display after the process of the additive noise removal using hard and soft thresholding.

Key words: wavelet transform, de-noising, threshold function, additive noise.

УДК 625.7

Д. Б. Баймулдина
(Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Астана, Республика Казахстан, Baymuldina.dinara@mail.ru)

СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МНОГОУРОВНЕВЫХ ДОРОЖНЫХ СИСТЕМ В СТРУКТУРЕ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. АСТАНА)

Аннотация Дороги – важный элемент, связанный с городской жизнью. С быстрым процессом урбанизации, все более сложные транспортные инфраструктуры строятся в разных уровнях – как вверх так и вниз, такие как развязки, туннели, проходы над и под поверхностью земли. Из-за этих изменений осознание дорожных сетей более не ограничивается планарным, плоским миром. С другой стороны, с целью облегчения эффективного управления трафиком и логистикой, в практику приходят более детализированные правила движения, включающие мультиполосы движения, бесповоротные, временно закрывающиеся, ограниченные по габаритам/весу полосы движения. Так же для создания визуально комфортной среды необходим комплексный подход решения проблемы на основе научного анализа всех составляющих, важно учитывать существующую застройку и другие факторы.

Рассмотрены проблемы пропускной способности дорог г. Астаны. Проанализированы методы решения проблемы, аналоги схожих концепций. Выявлен и обоснован метод решения проблемы. Формулируются основные принципы создания оптимальных многоуровневых дорожных систем в городе.

Ключевые слова. Многоуровневые дороги, проблемы пропускной способности дорог, организация пространства, г. Астана.

Исторически сложилось так, что присутствует разница во временных рамках решения этой проблемы нашего города с мировыми аналогами. Это лишь свидетельствует о том, что пройден определенный этап развития города Астана и начинается новый этап. Дороги выполняют функцию «артерий» города. Если учитывать увеличение количества автотранспорта за последние 10 лет на 20-30%, то можно прогнозировать дальнейшее увеличение автотранспорта, что повлечет за собой перегруз автодорог.

Нормативное транспортное обслуживание населения требует, как непременное условие, сокращения затрат времени на поездки, особенно по трудовым передвижениям. Создание условий исключающих скопления транспорта на городских улицах и дорогах, и обеспечение необходимого норматива затрат времени па передвижение наряду с другими мероприятиями, вызывают увеличение скоростей движения транспорта и скоростей сообщения с безусловным обеспечением высокой степени безопасности движения транспорта и пешеходов. При разработке транспортных пересечений в разных уровнях, технико-экономическое обоснование строительства должно быть выполнено и на перспективу и на первую очередь.

В структуре городских улиц и дорог появятся качественно новые пути сообщения, к которым относятся городские скоростные дороги и магистрали непрерывного движения. Обеспечение безопасности движения транспорта и пешеходов достигается неукоснительным соблюдением комплекса нормативных требований по проектированию транспортных пересечений в разных уровнях и их элементов. Фактор максимальной экономии территории в городских условиях имеет очень большое значение при выборе типа транспортного пересечения в разных уровнях. Пропуск общественного транспорта по боковым проездам позволяет разместить остановочные пункты непосредственно у перекрёстка, что значительно удобнее для пешеходов и пассажиров общественного транспорта и не снижает пропускной способности по основному направлению. Условие рельефа местности оказывает существенное влияние на выбор типа транспортного пересечения в разных уровнях. Движение пешеходов по искусственным сооружениям транспортных пересечений в разных уровнях не должно допускаться. Важным экологическим требованием при формировании транспортной сети является бережное отношение к существующим зелёным насаждениям и стремление полностью сохранить их. Строительство многоярусных улиц и дорог может осуществляться как во вновь проектируемых городах или в новых районах существующих городов, так и при реконструкции магистралей.

Транспортная система города должна быть объединена общим архитектурным и инженерным решениями, которые подчинены требованиям безопасности, охраны окружающей среды и особенностям ландшафта. Хорошей организации транспортной системы, необходимой современному городу, свойственны сложные инженерные проекты, такие как многоуровневые развязки (пересечения), использование подземного и надземного пространства. В мировой практике используют уже транспортные развязки в пяти уровнях. В городах нашей страны успешно функционируют двухуровневые развязки. Они увеличивают пропускную способность крупных магистралей, безопасность и улучшают организацию движения.

Транспортная часть города должна быть увязана с развитой системой пешеходных пространств, включающих пешеходные зоны, пешеходные улицы и площадки, пешеходные коммуникации, которые улучшают социальные, функциональные, эстетические характеристики городской среды. В условиях современности необходимость городских пешеходных пространств возрастает. В реконструируемых районах с этой целью перекрывают для транспорта целые улицы, площади, исторические центры и предоставляют их исключительно для пешеходов.

Пешеходные зоны - это городские центры тяготения с неограниченным функциональным составом объектов. Здесь для пешеходов обеспечивается полная безопасность и комфорт пребывания. Пешеходные коммуникации - пешеходные дороги, галереи, подземные переходы, распределители, предназначены для кратчайших связей. При невозможности отделения пешеходных тротуаров от проезжей части разделительными полосами для предотвращения неконтролируемого выхода пеше-

ходов на проезжую часть в наиболее опасных местах необходимо принять направляющие пешеходные ограждения.

Характеристика непрерывного движения-транспортная связь между жилыми, промышленными районами и общественными центрами в крупнейших, крупных и больших городах, а также с другими магистральными улицами, городскими и внешними автомобильными дорогами. Обеспечение движения транспорта по основным направлениям в разных уровнях

Скоростными городскими дорогами называют автомобильные дороги, предназначенные для непрерывного движения транспорта с повышенными скоростями и имеющие пересечения с другими улицами и дорогами в разных уровнях. Макс расчетная скорость движения на них 150 км/ч. Чтобы обеспечить высокие скорости движения, необходимы: полная изоляция от местного движения, разделение между собой встречных потоков, отсутствие обычного маршрутного транспорта и велосипедного движения. Доступ транспорта на скоростные магистрали обеспечивается на развязках в разных уровнях, имеющих съезды в виде рамп и пандусов, а также шлюзов для ускорения и замедления.

Изучая историю и теорию становится понятно что, с процессом урбанизации каждый город пройдя определенный этап развития, сталкивается с проблемой пропускной способности дорог города. Анализ мировых аналогов показал, что в зависимости от факторов окружающей среды и многих других факторов, город «выбирает» наиболее подходящее решение проблемы. Помимо многоуровневых дорог в мире существуют другие способы решения данной проблемы: поземное метро, скоростные трамваи, некоторые города решают проблему с помощью повышения налогов на автомобиль и сокращая количество автотранспорта.

Были изучены все въездные и выездные дороги города; классифицировались существующие дороги и развязки; проведен анализ наиболее загруженных участков; найдены новые возможные связи некоторых районов; - все это учитывается при разработке модели многоуровневых дорог в структуре города.

Предлагаемая модель формирования многоуровневых дорожных систем в городе Астана состоит из трех этапов. Первый этап начинается с зоны влияния города, на развязках пригородных поселений, которые будут собой представлять многоуровневые комплексы с системой обслуживания многоуровневых дорог, в них будут располагаться пункты полиции, мед пункты, торговые центры, парковки все необходимое для обслуживания людей находящихся в пути. Второй этап будет располагаться непосредственно при въезде в город, здесь необходимо предусмотреть аналогичные многофункциональные многоуровневые комплексы районного значения включающие в себя необходимый перечень объектов «попутного обслуживания» водителей автомобилей и населения районов (торговые центры, коммунально-бытовое обслуживание, паркинги, а так же объекты систем инженерного оборудования), с системой обслуживания многоуровневых дорог, которые будут разгружать движение по типам автотранспорта. Третий этап представляет собой артерии города - многоуровневые дороги, в границах столицы. Их функция непрерывно соединить четыре основных, противоположных сторон-въездов с его предлагаемым центром. Четыре въезда-выезда обозначены на схеме цифрами 1- западное направление, 2 - Северо-Восточное направление, 3 - Восточное направление, 4 - Южное направление. Центр предполагается разместить на территории старого рынка города Астана (на схеме обозначено буквой- А). Здесь предлагается организовать многофункциональный многоуровневый комплекс общегородского значения, включающий в себя наиболее полный набор функций (торговля, культурно-бытовое обслуживание, коммунально-складские помещения, рекреация, объекты систем инженерного оборудования и т. п.), с многоуровневой системой развязок дорог, разгружающей потоки транспортного непрерывного движения и позволяющей выбрать нужный уровень и направление либо спуститься на нулевой уровень со светофорным движением. При возведении первого надземного уровня автодороги фундаменты опор дороги следует возвести с запасом прочности, для возведения второго надземного уровня для организации системы платных скоростных дорог с привлечением частных инвесторов.

Участок многоуровневой автомобильной дороги от центра (точка А) в восточном направлении к точке «3» предлагается расположить вдоль существующей железнодорожной линии на втором уровне над землей, со съездами с дороги в обе стороны в т. ч. и в залинейную часть города через каждые три четыре километра. Это решит проблему переезда автомобильным транспортом через железнодорожную линию практически беспрепятственно. Даст огромный импульс развитию за линейной части города Астаны.

Предлагаемому направлению реконструкции сложившейся городской среды практически нет альтернативы. Поэтому одним из направлений реконструкции города является преобразование центральных городских магистралей из монофункциональных в многофункциональные, с наличием многоуровневых транспортно-пешеходные артерий, с развитой в подземных и наземных этажах системой всех форм обслуживания населения.

Реализацию идеи специализированных пешеходных многоуровневых комплексов для фокусов тяготения населения, предлагается организовать и рассмотреть на старой центральной площади г. Астана , в квадрате улиц Кенесары, Бейбитшилик и Абая.. и площади «Водно-Зеленого бульвара». Комплексы целесообразно расположить под площадями:

- на первом подземном уровне размещается подземные пешеходные переходы и непосредственно связанные с ними объекты обслуживания населения (объекты торговли, объекты соцкультбыта, зрелищные учреждения), подсобные и складские помещения, а также инженерные сети местного значения;
- на втором подземном уровне располагаются трассы внеуличного автомобильного транспорта, автотранспортные многоуровневые тоннели;
- на третьем подземном уровне располагаются подземные гаражи, объекты инженерно-технического назначения (электроподстанции, венткамеры, котельные и т. п).

На участке от точки А в южном направлении к точке «4» возведение многоуровневой дороги над улицей Валиханова через микрорайон Молодежный и далее над улицей Орынбор. Это позволит разгрузить улицы Валиханова, Республики, Сары-Арка.

Выбранные четыре направления являются наиболее загруженными автомобильным транспортом магистрали города Астана. Многоуровневые дороги возведенные в этих направлениях решат проблему соединения разных этапов развития города построенных по генеральным планам города Акмолы, Целинограда, Астаны. Эти четыре направления только первый этап активного применения многоуровневых транспортных систем в городе Астана. С развитием столицы нашей страны количество артерий города увеличится до восьми и более, решатся проблемы неудовлетворенности населения, предприятий и организаций автомобильными дорогами и перевозками, сократятся затраты времени на поездки, особенно по трудовым передвижением.

ЛИТЕРАТУРА

[1] 1.Гуревич Л. В., Ланцберг Ю. С., Страхов К. И., Строительные нормы и правила, ч. 2, раздел К, гл. 3. Улицы, дороги и площади населенных мест. Нормы проектирования, М., 1963;

[2] Гуревич.Справочник проектировщика городских дорог, М., 1968. Л. В.

[3] Страментов А. Ё. Бутягин В. А.,СНиП, часть 2, разд. К, гл. 3. Улицы дороги и площади населенных мест. Нормы проектирования, М., 1963;

[4] H IckersonT., Highway engi neering handbook, N. Y. — Toronto — L., 1960

[5] Ritter L. J. and PaquetteR. J. Route surveys and design, 4 ed. N. Y., 1959; Highway engineering, N. Y., 1960.

[6] Бабков В. Ф., Андреев 0. В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. I.: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1979 - 367 с.

[7] Васильев А. П., Сиденко В. М. Под ред. А. П. Васильева. - М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: Учебник для вузов / Транспорт, 1990. - 304 с.

[8] Под ред. Г. А. Федотова. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / - М: Транспорт, 1989. - 437 с.

[9] СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги / Госстрой СССР. - М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 56 с.

[10] 10.Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения, М.-Транспорт, 1977. - 304 с.

[11] 11.Рекомендации по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений, Москва 1994, Источник: http://www.gosthelp.ru/text/RekomendaciiRekomendaciip204.html

[12] Источник: http://eugene-eu.livejournal.com/65983.html

[13] David Leipziger and Benoit Lefevre, Private investment in public transport,

[14] http://www.wricities.org/sites/default/files/russian

Баймулдина Д.Б.

Астана қаласының құрылымы ішінде үздік көп деңгейлі жол жүйесін құру

Түйіндеме. Астана қаласы құрылымындағы көп деңгейлі жол жүйелесі теориясы қарастырылады. Бұл ғылыми мақалада үш кезеңнен тұратын көп деңгейлі жол жүйесінің модель концепциясы туралы жазылған.

Бірінші кезеңі қалаға әсер ететін аймақтан басталады, екінші кезең қалаға кіре берісте орналасатын болады, ал үшінші кезең қаланың артериясы - астананың шекарасындағы көпдеңгейлі жолдар болып табылады.

Түйінді сөздер: көп деңгейлі жолдар, жол сыйымдылығы мәселелері, кеңістікте ұйымдастыру, Астана қаласы.

Baimuldina D.B.

Creating the optimal multi-level road systems in structure of the city (for example, the city of Astana

Резюме. The article deals with the theory of multi-level road system in the city of Astana structure. Model road multi-level system consisting of three stages. The first stage begins with the urban zone of influence, the second stage will be located directly at the entrance to the city, and the third stage is the artery of the city - multilevel roads within the boundaries of the capital.

Key words: multi-level roads, road capacity problems, the organization of space, the city of Astana.

ОӘК 338.47:656(574)

Г.А. Бихимова
(М. Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы,
Алматы, Қазақстан Республикасы, Bikhimova@Mail.ru)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТРАНЗИТТІК ӘЛЕУЕТІНІҢ ДАМУ ДИНАМИКАСЫНА ҚОРҒАС ШЫХО ӘСЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

Аннотация. Қазақстан арқылы өтетін транзиттік жүк тасымалы көлемінің болжамды өзгерістері қарастырылған.

Қытай мен Еуропа арасындағы сауда маршруттарына сауданың ең үлкені көлемі тиесілі болғанда, болжамдарға сәйкес, Қытай мен Ресей және Ресей мен Үндістан араларындағы сауда маршруттарының көлемі жоғары қарқынмен өскендегі жаңа темір жол желісі Қорғас (ст. Алтынкөл) пен Жетігеннің (ст. Алматы) рөлі қарастырылған.

Түйінді сөздер: Транзит, экспорт, импорт, динамика, шекара, контейнер, терминал.

Қорғас ШЫХО 2011-жылдың 24-қарашасында құрылған «Қорғас-Шығыс қақпа» еркін экономикалық аймағының қызметін қамтамасыз ететін ірі көліктік-логистикалық кешен болып табылады. Ол «Батыс Еуропа-Батыс Қытай» автожолын және «Жетіген-Қорғас» темір жол желісін байланыстырады.

Қазақстанның ұлттық статистикасына сәйкес 2015-2020 жылдар аралығында экспорт деңгейінде елеулі өзгерістерге ұшырайтын өнеркәсіп салалары бірі - деңгейі 67%-ға өсетін металл өнімдерінің экспорты, осыған қарамастан оның жалпы экспорттағы үлесі әлі де төмен болып отыр, сонымен қатар мұнай өнімдері экспортының деңгейі есептеулерге сәйкес 35%-ға төмендейді. 2020 жылға көмір мен кен экспортының көлемі ең жоғарғысы болады деп күтілуде.

1.1-кесте. **Ұлттық экспорт көлеміндегі болжамды өзгерістер (жүк түрлері бойынша)**

Қазақстаннан экспорт	2015 ж.	2020 ж.	2015-2020 жж., өзгеріс
Металл	6%	10%	67%
Басқа жүк түрлері	18%	22%	22%
Мыс және түсті кендер	21%	22%	5%
Көмір	35%	33%	-6%
Мұнай	20%	13%	-35%
млн тонн	96	147	53%

2015-2020 жылдар аралығында мемлекеттік статистикаға сәйкес қазақстандық экспорттың ең үлкен көлемі Рессейге, сонымен қатар Қытайға, Еуропаға және Орта Азия елдеріне бағытталмақ. Бағалау бойынша Украина және Қытай Қазақстаннан экспорт көлемін ұлғайтпақ, бірақ қазіргі таңда Украинаға жөнелтіліп отырған экспорт көлемі төмен болып отыр [1].

1.2-кесте. **Көрсетілген ел бойынша ұлттық экспорт көлеміндегі болжамдық өзгерістер**

Қазақстанның экспорттық - елдері	2015 ж.	2020 ж.	2015-2020 жылдар, өзгеріс
Украина	2%	3%	50%
Қытай және Оңтүстік Корея	9%	11%	22%
Басқа елдер	17%	19%	12%
Ресей	52%	52%	0%
Орталық Азия	8%	7%	-13%
Европа	11%	8%	-27%
Млн. тонн	96	147	

Мұндай белгілену бекеттерінің және экспорт көлемінің ұлттық болжамдары транзиттік жүк тасымалдары болжамынан бөлек қарастырылмауы қажет. Қазіргі таңда Қазақстан көлемді жүк ағымдары үшін транзиттік мршрут санатында болып отыр, және де осы рөлі болашақта ЕО сұранысының батыстағы импортқа және Қытай экономикасының шығысқа кеңеюі нәтижесінде жоғарыламақ. Қытай Европалық Одақты ірі сауда серіктесі болып табылады. Соңғы жылдары осы саудалық қатынастардың көлемі ұлғайғандығы сонша, ЕО барлық импортының 18% Қытайдан бастау алып отыр.

1.3-кесте. **Қытайдан Европаға импорт көлеміндегі болжамдық өзгерістер**

Жылдар	Млн. евро	Өзгерістер	ЕО барлық импортынан %
2012 ж.	214,238	-13.5%	17,4%
2013 ж.	282,509	31,9%	18,5%
2014 ж.	293,692	4,0%	17,0%
2015 ж.	289,915	-1,3%	16,2%

Соңғы 4 жылда ЕО импортының көлемі орташа есеппен шамамен жылына 4-5% өсіп отыр. Сонымен қатар 2012-2015 жылдарда ЕО импортындағы Қытайдың үлесі тұрақты өсіп отыр (жылына 1%). Және де осы мерзім ішінде Қытайдан келетін экспорттың 16 - 17% белгілену пункті тұрақты түрде ЕО болып отырды. Егер берілген көлем жыл сайын 5% өсіп отырса, 2030 жылы Европа бағытына Қытайдан келетін контейнер саны 12 млн. аспақ.

Құрлық және теңіз жодарымен тасымалдау уақытын және құнын ескерсек, 2030 жылдарда жетілдірілген темір жол желісін дамыту арқылы 5% шамасында контейнер тасымалы Қытай мен Европа арасында құрлық арқылы тасымалданады, осы тасымал көлемінің шамамен 1%-3% Қазақстан арқылы өтуі мүмкін. Осы болжамдарды және тасымалдардың өсу ырғағын негізге ала отырып 2030 жылы Қытайдан Европаға шамамен 0,4 млн. контейнер Қазақстан арқылы өтпек.

1.4-кесте. **Қазақстан арқылы өтетін транзиттік жүк тасымалы көлемінің болжамды өзгерістері (Қытай мен Европа арасында ЖФЭ)**

Қазақстан арқылы өтетін транзиттік жүк тасымалы көлемінің болжамды өзгерістері	2015 ж.	2020 ж.	2030 ж.
Қытай мен Европа арасындағы контейнерлер саны			
Оптимистік (108%)	8,815,968	12,953,550	19,033,015
Реалистік (105%)	7,657,689	9,773,368	12,473,569
Пессимистік (102%)	6,624,485	7,313,967	8,075,210
Жылына Қазақстан арқылы өтетін контейнерлер саны			
Оптимистік	95,554	233,269	575,252
Реалистік	83,000	176,000	377,000
Пессимистік	71,801	131,711	244,064

Жоғарыда айтылғандай жүк тасымалдарын теңіз көлігінен темір жол көлігіне ауыстыру, Қазақстанның темір жол желісі, сонымен қатар Қытай-Қазақстан шекара өтпелері арқылы өтетін пойыздар санын ұлғайтады (1.5-кесте).

1.5-кесте. **Қазақстан арқылы өтетін транзиттік жүк тасымалы көлемінің болжамды өзгерістері**

Қазақстан арқылы өтетін транзиттік жүк тасымалы көлемінің болжамды өзгерістері	2015 ж.	2020 ж.	2030 ж.
Қазақстан темір жолы арқылы өтетін тәуліктік транзиттік пойыздар	3	6	14

Бірақ, болжамдарға сәйкес Қытай мен Еуропа арасындағы жүк тасымалдары алдағы 20 өседі, бұл Қазақстанға қатысы бар басқа да сауда маршруттары бойынша сауданың едәуір өсуіне әсерін тигізеді.

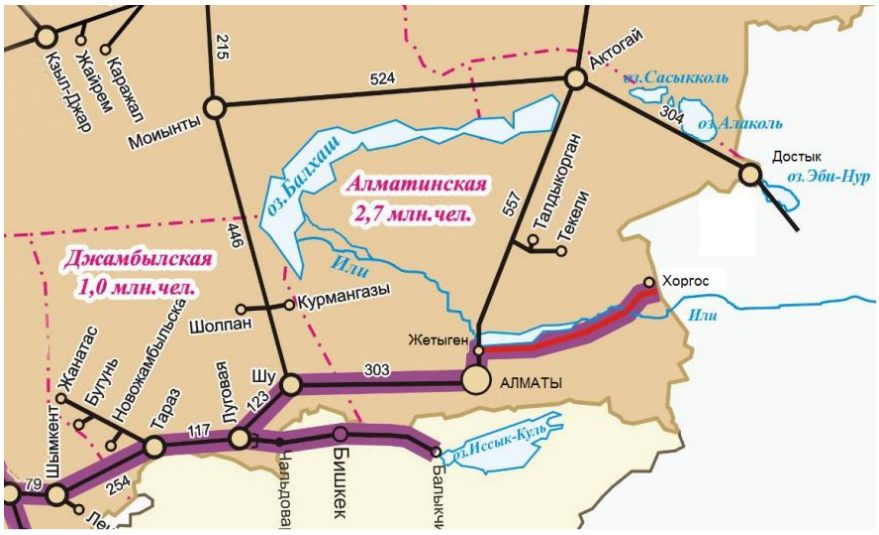
Қытай мен Еуропа арасындағы сауда маршруттарына сауданың ең үлкені көлемі тиесілі болғанда, болжамдарға сәйкес, Қытай мен Ресей және Ресей мен Үндістан араларындағы сауда маршруттарының көлемі жоғары қарқынмен өспек [2].

Ұзындығы 293 км болатын жаңа темір жол желісі Қорғас (ст. Алтынкөл) пен Жетігенді (ст. Алматы) қосады (суретте қызыл сызық арқылы көрсетілген). Жетіген бұл – Алматының солтүстігінде орналасқан қолданыстағы темір жол терминалы. Бұл темір жол желісі Қытай мен Оңтүстік Қазақстан, сонымен қатар Қазақстаннан оңтүстік және батыс бағытардағы басқа да белгілену пункттерінің арасындағы жүк тасымалдарының ара қашықтығын қысқартады, мысалы Еуропамен. Жаңа темір жол желісінің өткізу қабілеті жылына 30 млн. тонна жүкті құрайтын болады.

Жалпы есептеулерге сәйкес, жүк тасымалдарының болжамы ағымдағы даму беталысы және халықаралық кеңесшілер қорытындылары, мемлекеттік макроэкономикалық көрсеткіштері негізінде құрастырылды. Мақалада келтірілген болжамдар темір жол көлігіндегі жүк тасымалдарының шынайы болжамдары болып табылады.

Оптимистік болжамдар келесі факторларға негізделеді:

- Қытай және Оңтүстік-Шығыс Азия елдері жағынан Қазақстанның шикізатына және басқа өнімдеріне сұранысының жоғарылауына;
- Қазақстанда және шектес елдерде (Өзбекстанда, Тәжікстанда, Қырғызстанда) өнеркәсіптік өндірістің өсуіне;
- маңызды жобаларды жүзеге асыруға;
- аймақтық тасымалға және жаңа шекаралық «Қорғас» өтпесіне географиялық тұрғыдан әсер тигізетін Қытайдың батыс аймақтарының дамуына.



1-сурет. Алматы облысында бар және салынып жатқан темір жол желілері.

Болжамдарға сәйкес жүк тасымалының ең үлкен көлемі Қазақстан арқылы транзитпен шетел нарығына бағытталған Қытай экспортына тиесілі болып отыр. Ал, жүк тасымалдарының ең төменгі көлемі Орта Азиядан транзитке болжанып отыр. Болжамға сәйкес, Қазақстан мен Қытай арасындағы тікелей импорт пен экспорттың үлкен көлемі осы маршрут бойынша болып отыр, және де 2020-2030 жылдар аралығында Қазақстаннан Қытайға экспорт көлемі қарқынды өсетіндігі айқын байқалады. Екі ел арасындағы табан ені айырмашылықтарын ескерсек, «Қорғас», негізгі темір жол транзиттік орталығы болмақ, бұл өз кезегінде логистиканың шарықтай дамуына алып келеді [3].

1.6-кесте. **Қорғас-Жетіген темір жол желісі бойынша жүк тасымалдарының болжамды көлемі (мың тонна)**

Қорғас-Жетіген темір жол желісі бойынша жүк тасымалдарының болжамды көлемі (мың тонна)	2017 ж.	2020 ж.	2025 ж.	2030 ж.
Қазақстаннан экспорт	805	1 175	1 546	1 843
Қытайдан импорт	1 602	1 972	2 195	2 381
Батыс-Шығыс транзиті	1 744	2 370	2 782	3 186
Оңтүстік-Шығыс Азия – Орталық Азия транзиті	1 359	1 901	2 497	3 349
Барлығы:	5 509	7 418	9 020	10 758

Қазақстаннан тыс пункттерге белгіленген Қытайдан шыққан транзиттік жүктер, негізінен құрылыс материалдары, көлік құралдары, жабдықтары, сонымен қатар аз көлемде азық-түлік өнімдері, металл және химиялық заттар.

Қазақстанмен шекаралас сауда серіктестерінің Қытайға бағытталған транзиттік жүк тасымалдары негізінен мақта (шамамен Өзбекстаннан), тыңайтқыштар, химиялық заттар және басқа да мұнай өнімдері [4]. Сондықтан Қорғас-Жетіген темір жол желісін қолданысқа енгізу, теңіз тасымалдарының көлемді бөлігін неғұрлым арзан және қауіпсіз құрлық маршруттарына бағыттай отырып, Қазақстанның транзиттік әлеуетін едәуір жоғарылатады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] StrategyPartners есебі «ҚР 2030 жылға дейінгі Көліктік-логистикалық Стратегиясы» (Бірінші кітап: Қазақстанның Көліктік-Логистикалық жүйесі).

[2] Қорғас-Алтынкөл шекаралық өтпесі арқылы өтетін жүк тасымалдарының талдауы.

[3] «Қорғас-Жетіген» темір жол желісінің маркетингтік зерттеулері - 2012 - 2038 жылдар аралығындағы «Қорғас-Жетіген» желісінің өткізу қабілетінің көлемдерін болжау.

Бихимова Г.А.

Анализ транзитных перевозок по маршруту Хоргос–Жетыген

Резюме. Ввод в эксплуатацию магистрали Хоргос–Жетыген значительно повысит транзитный потенциал Казахстана, переориентировав большие объемы морских грузоперевозок на более дешевый и безопасный сухопутный маршрут.

Ключевые слова: Транзит, экспорт, импорт, динамика, граница, контейнер, терминал.

Bihimova G.A.

The analysis of transit transportation along a route Horgos-Zhetygen

Summary. Commissioning of the highway Horgos-Zhetygen considerably will increase the transit potential of Kazakhstan, having reoriented large volumes of a sea cargo transportation on cheaper and safe overland route.

Key words: transit, export, import, dynamics, border, container terminal.

УДК 004.4

С.Б. Рахметулаева, Н.Д. Ибрай
(Университета «Нархоз», Алматы, din_93@list.ru)

ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДОКУМЕНТООБОРОТА

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные инструментальные средства для разработки мобильного приложения. В настоящее время существует более чем 1000 различных мобильных устройств и каждый из них использует различное разрешение экрана и размер дисплея, клавиши ввода и сенсорных экранов, инструментальные средства. В связи с чем, рассмотрены главные характеристики современных инструментов, отличительные черты ОС iOS и Android. Информационные технологии меняются очень быстро и сегодня они все ощутимее влияют на все аспекты нашей жизни. Экономика, банковское дело, бизнес, различные отрасли реального сектора экономики, научные исследования все сильнее зависят от информационных технологий.

Современные гаджеты, включая мобильные телефоны, наводят на мысль, что это предел совершенства достижений человеческого ума, его способностей. Тем не менее, каждый год мы наблюдаем новые модели с более улучшенными функциями и удивляемся.

Различные системы мониторинга и управления компанией, основанные на инновационных технологиях, стали составной и неотъемлемой частью на предприятиях. Решаются самые разнообразные задачи. Рынок программных продуктов и систем управления предлагают множество интересных проектов, позволяющих максимально оперативно и качественно управлять документооборотом. Однако запросы пользователей растут опережающими темпами. Появление новых, интересных задач явно обгоняет предложение.

Ключевые слова: мобильное приложение, согласование документов, анализ, хранилище данных, исследование, разработка, Android.

В нынешнее время мобильные телефоны заняли особое место в нашей жизни. Они объединили в себе все необходимые инструменты для современного человека, делая жизнь более комфортной и упрощенной.

Казахстанский рынок, более четко и контрастно подчеркивает современные тенденции в развитии информационных технологиях. Зарубежные программные комплексы не всегда способны решить требуемые задачи. Они достаточно инертны к различным изменениям требований управления документооборота. Собственная адаптация чужих программных продуктов в большинстве случаев невозможна. Обращаться к разработчикам программного продукта из других стран для проведения необходимых изменений, дорого и долго.

Настоящее время существуют два самых популярных мобильных операционных систем (платформ) – это *iOS* и Android. Каждая из которых имеет собственных инструменты для создания приложений.

Сфера мобильных технологий развиваются стремительно. Крупные компании мобильных операторов не успевают уследить за новинками на рынке мобильных телефонов.

К сожалению, производство собственных программных комплексов в данной области растет медленнее, чем странах ближнего и дальнего зарубежья. Потребности казахстанского рынка растут быстрее, чем даже в странах ближнего зарубежья. Поэтому рынок программных продуктов здесь наполняется импортом в основном из этих же стран. Это плохо по разным причинам:

- Решение практических задач управления достигается «подгонкой» к уже кем-то разработанным программным продуктам, а не оптимальным образом.

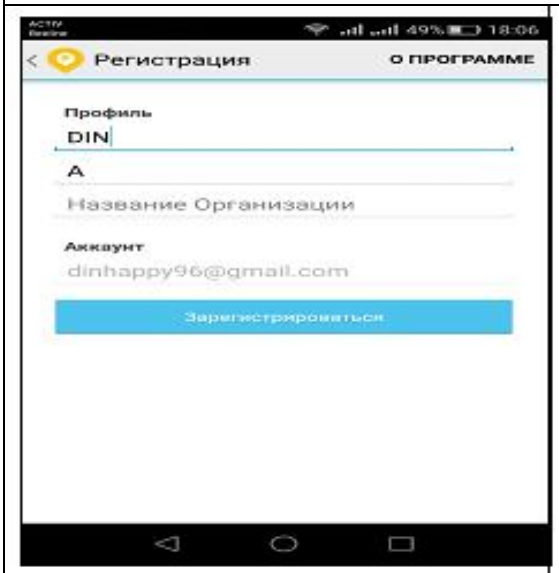
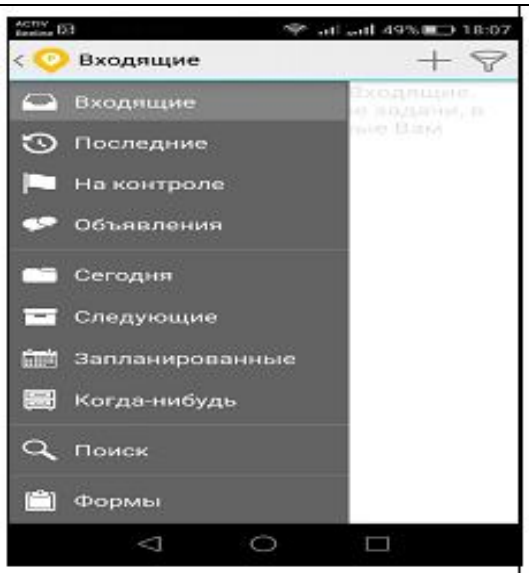
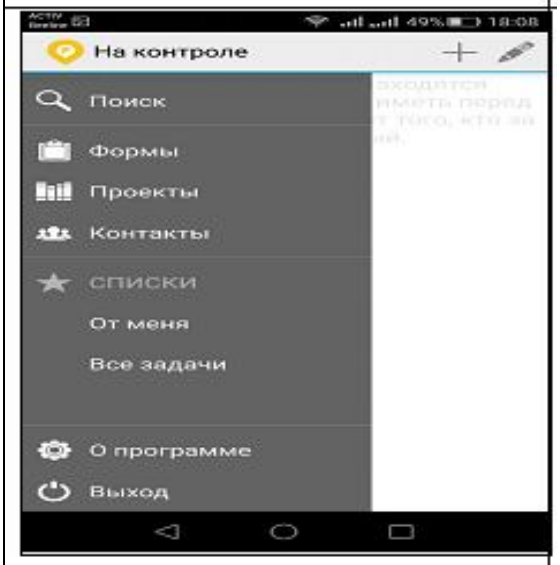
- Рабочие места в области высоких технологий создаются не в Республике Казахстан, а в других странах.

- У казахстанской, бесспорно талантливой молодежи, меньше возможностей повышать свой научно-технический потенциал на практике.

- В случае возникновения новых требований по управлению транспортом, в большинстве случаев мы не в состоянии исправить чужой программный продукт.

Приходится заказывать исправления, как правило, за большие деньги, либо покупать новый программный продукт.

Таблица 1. **Описание приложение Pyrus**

Регистрация	Главная страница
1	2
	
После установки приложения Pyrus через Google Play, вам необходимо пройти регистрацию. На данной странице необходимо ввести Имя, Фамилию, Название Организации, e-MAIL. Затем зарегистрироваться. Также Вы сможете ознакомиться о самой программе.	На главной странице представляются список приложений в удобном меню с необходимыми кнопками.
	
На верхнем уголке главной страницы Вы также заметите знак «+», которое необходимо для создания нового задания.	В разделе Контакты, Вы сможете добавить сотрудников своей компании.
Примечание: составлен автором на основе источника [1]	

Платформа iOS значительно отличается от многих мобильных операционных систем. В связи с тем, что программное обеспечение и аппаратные средства находятся под контролем компании Apple. По этой причине, он имеет тесную интеграцию передней части и серверными компонентами, кото-

рые, возможно, не имеет себе равных. Одни из ключевых особенностей платформы ОС IOS включают в себя:

- Обработанный и последовательные конвенции пользовательского интерфейса;
- Минимальный дизайн аппаратных средств;
- Руководство Human Interface от Apple;
- Cocoa Touch;
- Тщательный контроль системы распределения приложений.

ОС IOS является тщательно и хорошо продуманные мобильной операционной системы. Apple, тщательно рассмотрел удобство использования и дизайн. Система IOS также удивительно согласуется между устройствами.

По словам Apple, Руководство Human Interface поможет вам построить «превосходный пользовательский интерфейс и пользовательский опыт для вашего приложения IOS».

Cocoa Touch является абстрактной функцией ОС IOS, которая предназначена, чтобы помочь разработчикам легко реализовать сложные функции приложений. Cocoa Touch обеспечивает основные рамки для разработки приложений на устройствах, работающих под управлением IOS. Некоторые из этих ключевых подсистем:

- Основания Kit Framework;
- UIKit Framework (на основе набора приложений);
- Игровой набор Framework;
- OBP Framework;
- Карта Kit Framework [2].

Apple гарантирует, что только полезные, высоко качественные приложения представлены пользователям. Они также тщательно отфильтровывают "спам", вредоносные программы и другие опасные приложения. Ключевым моментом является то, что для проверки или публикация ОС IOS приложений, которые создали, потребуется учетная запись. Основное членство является бесплатным, которая дает вам доступ к инструментам для разработки и документации. Для проверки или публикации приложений, необходимо будет перейти на платный уровень членства.

Так на рисунке 1 представлена сопоставимая статистика использования различных мобильных устройств в Казахстане в 2015 году.

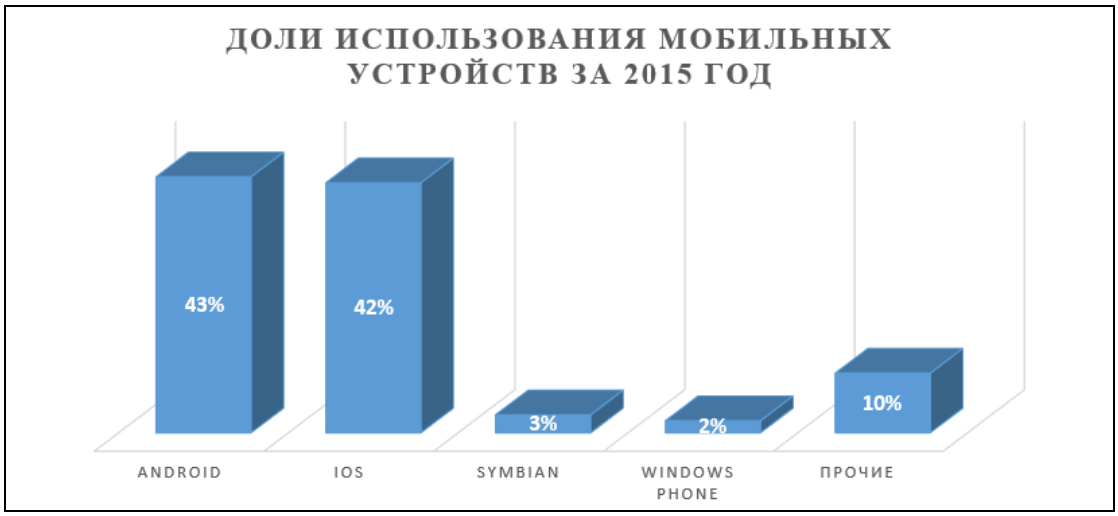


Рис. 1. статистика использований мобильных устройств в Казахстане

Примечание: составлен автором на основе источника [3]

Android – платформа разработана разработчиками корпорации Google и сделал большой вклад в мобильном программировании. Платформа Android не просто модуль операционной системы, работающей на мобильном устройстве, это сама операционная система. А это значит, что каждый модуль и алгоритмическое внедрение и датчик приема программного обеспечения, работающего на Android устройстве реализуется такой же структурой и очень совместимы друг с другом. И может быть заме-

нен разработчик программного обеспечения сторонних производителей. Эти свойства Android платформы делают его дальновидным.

Приложения в Android могут взаимодействовать друг с другом быстрым образом. В отличие от J2ME или платформы Symbian имеет потрясающие результаты. Каждое приложение имеет возможность запросить соответствующие привилегии от пользователя и установить их в манифест. Поэтому, приложение может работать с подключённым к Интернету, контактным данным, датчикам, устройствам или фото и видео данным. Android быстро развивается, и обеспечивает чрезвычайно ценные инструменты для реализации абсолютно сложных задач.

Люди пользуются платформой Android, чтобы оптимально использовать в работе, а также публиковать различные приложения.

В настоящее время существует более чем 1000 различные устройства Android и каждый из них использует различное разрешение экрана и размер дисплея, клавиши ввода и сенсорных экранов. Это означает, что важно, чтобы написать приложение, которое будет работать эффективно и адекватно в каждом устройстве относительно его параметров. Также платформа Android обеспечивают элегантный способ построения изображений и ресурсов для различных размеров и разрешений дисплея.

Другой значительный аспект программирования Android платформы то, что оно основано на известном и очень богатом языке программирования - Java. Этот язык имеет много полезных библиотек для работы с большим количеством данных. Также обрабатывает очень сложную текстовую информацию. Это удобно в реализации комплексного проекта, которые предназначены для мобильной платформы. Сама JVM была разработана для этой цели и преобразована в Dalvik Virtual Machine (DVM), что упрощает некоторые запросы процесса и оптимизировать доступ к памяти и переменных распределения. Каждое приложение получает свой экземпляр DVM и может создать несколько потоков для работы в многопоточным образом. Много поточность, также является большим преимуществом в программировании на Java [4].

Сама платформа Android является открытым исходным кодом, поэтому реализации проектов на этой платформе не требует финансовых затрат в отличие от платформы IOS, которая ограничивается MacOS и Xcode. Платформу Android можно настроить для вашего собственного проекта.

Наконец, Android настолько популярен в мобильном программировании, что разработать свой проект на Android платформу никогда не будет недостатком.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Официальный сайт компании Pyrus // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://pyrus.com/ru, дата обращения 12.05.2016.

[2] Статья «iOS Platform Overview» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: wiki.appcelerator.org/display/guides2/iOS+Platform+Overview, дата обращения 13.05.2016.

[3] Статья «Обзор рынка мобильных приложений» // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.mate-expo.ru/ru/mobile/obzor-rynka-mobilnyh-prilozheniy/, дата обращения 14.05.2016.

[4] Официальный сайт Android Developers // Unity // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://developer.android.com/preview/api-overview.html, дата обращения 15.05.2016.

УДК 338.436.33(574)

Б.О. Билалов, О.П. Волобуева

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, bakyt_24-08@mail.ru)

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аннотация Аграрный сектор в экономике любой страны занимает особое место. Специфичность роли, отведенной сельскому хозяйству, обуславливается производством продуктов питания как основа жизнедеятельности людей и воспроизводства рабочей силы, производством сырья для многих видов непроизводственных потребительских товаров и продукции производственного назначения. По существу, уровень развития сельского хозяйства во многом определяет уровень экономической безопасности страны уровень продовольственной безопасности страны, следовательно, разработка ИС агропромышленного комплекса (АПК) является стратегической задачей.

В статье отражаются особенности направления развития и повышения эффективности агропромышленного комплекса (АПК), так как уровень продовольственной безопасности и независимости страны определяется уровнем развития АПК. В работе представлены состав АПК, иерархическая структура системы управления областным АПК, виды информации по уровням управления с целью проектирования информационно-управляющей системы для поддержки принятия эффективных стратегических, тактических и оперативных управленческих решений областным АПК. В качестве объекта исследования выбран АПК Карагандинской области.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс АПК, основные сферы АПК, продовольственная потребность, аграрная экономика, структура АПК, сельскохозяйственное предприятие, перерабатывающее предприятие, обслуживающее предприятие.

Углубление специализации в отраслях народного хозяйства привело к более тесным взаимосвязям между ними. На базе обособленных видов промышленной и сельскохозяйственной деятельности произошло формирование единого агропромышленного комплекса (АПК), участники которого органически взаимосвязаны и ориентированы на единую конечную цель.

Характерными особенностями агропромышленного комплекса области являются:

– территориальная и функциональная распределенность источников информации (в Карагандинской области 9 административных районов, более 200 предприятий);

– специализация предприятий (в Карагандинской области: 165 предприятий, переработка сельхозпродукции – 46 предприятий).

1. АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС

Агропромышленный комплекс представляет собой совокупность отраслей народного хозяйства, связанных с развитием сельского хозяйства, обслуживанием его производства и доведением сельскохозяйственной продукции до потребителя. Агропромышленный комплекс включает в себя три сферы. *Первая сфера* состоит из отраслей, которые обеспечивают агропромышленный комплекс средствами производства, а также отрасли, занятые производственно-техническим обслуживанием сельского хозяйства. В данную сферу отрасли и производства входят: тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, продовольственное машиностроение, производство минеральных удобрений и химических средств защиты растений. *Вторая сфера* представляет собой растениеводство и животноводство. *В третьей сфере* АПК сосредоточены пищевая, мясная и молочная, рыбная, мукомольно-крупяная, комбикормовая промышленности. В данную сферу частично включена легкая промышленность по переработке сельскохозяйственного сырья. Отрасли третьей сферы агропромышленного комплекса обеспечивают первичную промышленную доработку сельскохозяйственного сырья, ее заготовку и хранение, а также вторичную переработку сырья и доведение его до готовности для реализации населению. Уровень жизни населения страны зависит от состояния и темпов развития агропромышленного комплекса и особенно третьей сферы - пищевой и перерабатывающей промышленности.

В современных условиях под Агропромышленным межотраслевым комплексом понимается совокупность форм взаимодействия между отраслями различных сфер материального производства и торговли, связанных общими признаками процессов производства и реализации готовой продукции [5].

Полная схема межотраслевого комплекса представляет собой следующие виды коммерческой деятельности: добычу сырья, его переработку и реализацию, а также производство средств производства для всех перечисленных процессов.

В экономике многих государств (особенно крупных), как правило, имеется несколько межотраслевых комплексов, основными из которых являются [6]:

– топливно-энергетический (создание и эксплуатацию генерирующих мощностей, добычу и переработку энергетических ресурсов, диспетчеризацию и поставку готовой энергии – электрической и тепловой – конечному потребителю);

– лесопромышленный (выращивание, заготовка, первичная переработка реализация древесины);

– агропромышленный

Понятие аграрной экономики можно трактовать двояко. *В узком смысле слова* это собственно сельское хозяйство, т.е. производство продуктов питания и некоторых видов сырья для перерабатывающих отраслей. Технологические процессы, осуществляемые в этом секторе, ограничиваются про-

изводством продукции растениеводства и животноводства (включая параллельные процессы, такие, как например, воспроизводство земли) до момента их реализации.

В начале 50-х годов XX в. в научный и производственный обиход было введено понятие агропромышленного комплекса (АПК), который представляет собой совокупность отраслей народного хозяйства, занятых производством продукции, ее хранением, переработкой и доведением до потребителя. Это считается понятием аграрной *экономики в широком смысле* [3].

АПК характеризуется особой сложностью. Соотношение отраслей, входящих в него, выражает его структуру. Принято различать следующие структуры существующих АПК [4]: организационно-экономическую, воспроизводственно-функциональную, территориальную, продуктово-сырьевую.

Организационно-экономическая структура АПК. Организационно-экономическая структура АПК включает в себя три сферы:

1) отрасли, производящие средства производства для всех звеньев АПК;

2).сельское хозяйство, осуществляющее производство продовольствия и сельскохозяйственного сырья;

3) отрасли, обеспечивающие доведение сельскохозяйственной продукции до потребителя (заготовка, переработка сельскохозяйственной продукции, ее хранение, транспортировка и реализация). В их число входят: пищевая, мясная, молочная, рыбная, мукомольно-крупяная, комбикормовая, легкая промышленность, работающая на сельскохозяйственном сырье, торговля продовольственными товарами.

Кроме того, к отдельной сфере (не имеющей явной отраслевой принадлежности) относятся производственная и социальная инфраструктура, обеспечивающие общие условия производства продукции, а также жизнедеятельности людей – дорожно-транспортное хозяйство, связь, материально-техническое обслуживание, система хранения, складское и тарное хозяйство, отрасли нематериального производства и т.п. Обращает на себя внимание тот факт, что в составе инфраструктуры присутствуют элементы, которые не принято относить к производству. Однако, с точки зрения экономики в целом, социальная структура является таким же неотъемлемым атрибутом, как и производственная, так как обуславливает и обеспечивает воспроизводство рабочей силы.

Приведем краткую характеристику каждой сферы АПК.

Первая сфера агропромышленного комплекса включает следующие отрасли промышленного производства [3]: тракторное и сельскохозяйственное машиностроение, машиностроение для животноводства, машиностроение для кормопроизводства, машиностроение для легкой промышленности, машиностроение для пищевой промышленности, производство минеральных удобрений, микробиологическая промышленность, производство химических удобрений и других средств химизации, а также средств защиты растений, сельское строительство, сельскохозяйственная авиация, ремонт и техническое обслуживание основных средств сельскохозяйственного назначения и т.п.

Удельный вес первой сферы в общем объеме сельскохозяйственной продукции можно определить исходя из инвестиций, осуществленных сельскохозяйственными предприятиями всех форм собственности, и начисленной амортизации. По оценкам специалистов, удельный вес первой сферы в конечном сельскохозяйственном продукте составляет от 1/6 до 1/5. В этой сфере как правило, занято от 15 до 20% всех трудовых ресурсов АПК, до 15% внеоборотных активов.

Вторая сфера представляет собой собственно сельскохозяйственное производство. В этой сфере занято от половины до двух третей всего производственного потенциала комплекса и трудовых ресурсов. Диспаретет цен на сельскохозяйственную продукцию и продукцию отраслей первой сферы АПК, а также определенная неурегулированность отношений сельскохозяйственных предприятий с организациями торговли и общественного питания обуславливают в последнее время тенденцию снижения удельного веса второй сферы в стоимости конечного продукта – сейчас этот процент не превышает половины.

Вторая сфера АПК состоит из двух отраслей [4]: растениеводство и животноводство, каждая из которых подразделяется на ряд отраслей.

В частности, в отрасли растениеводства выделяются следующие подотрасли: производство зерна, картофелеводство, хлопководство, овощеводство, свекловодство, кормопроизводство и др. Всего, в зависимости от методологии подхода, во второй сфере АПК выделяется несколько десятков подотраслей.

В третью сферу агропромышленного комплекса входят предприятия и организации, занятые хранением, переработкой, транспортировкой и реализацией сельскохозяйственной продукции. В эту

сферу входят отрасли [6]: молочная мясная, пищевкусовая, текстильная, транспортное обслуживание, торговое обслуживание и т.п.

Большая часть отраслей третьей сферы многофункциональна. Так, грузовой транспорт при отсутствии сельскохозяйственных грузов сравнительно легко может быть перепрофилирован на перевозку других товаров, текстильная промышленность может работать на импортном сырье, а обувная – на синтетическом. Поэтому включение перечисленных отраслей в состав АПК возможно только тогда, когда это может быть достаточно рентабельным. С другой стороны, сельскохозяйственные предприятия, как правило, ограничены в выборе соответствующих предприятий третьей сферы. Это влечет за собой необоснованное занижение закупочных цен и включение в текст хозяйственных договоров условий, ставящих обслуживающие предприятия в более выгодное положение, нежели предприятия-производители.

*Воспроизводственно-функциональная структура АПК***.** Воспроизводственно-функциональная структура АПК состоит из пяти стадий агропромышленного воспроизводства [5]:

1) Производства средств производства.

2) Сельскохозяйственного производства.

3) Производства продовольствия, предметов потребления из сельскохозяйственного сырья.

4) Производственно-технического обслуживания всех стадий воспроизводственного процесса.

5) Реализации конечного продукта АПК потребителю.

Воспроизводственно-функциональная структура АПК показывает соотношение основных технологических стадий производства конечного продукта АПК и роль каждой из них в формировании его стоимости. Основным направлением совершенствования воспроизводственно-функциональной структуры АПК является оптимизация пропорций развития между отдельными и всеми вместе стадиями единого процесса воспроизводства конечного продукта АПК. Опыт наиболее развитых стран мира показывает, что самый высокий выход конечной продукции АПК (продовольствия, одежды, обуви, тканей) на душу населения получают там, где в структуре комплекса выше доля отраслей, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию. Например, в США и других развитых странах в сфере переработки и реализации продукции сельскохозяйственного сырья занято в несколько раз больше рабочих, чем в сельском хозяйстве.

Территориальная структура АПК включает совокупность соответствующих отраслей в рамках данной территории, т.е. в масштабах республики, области и района. Территориальные АПК районов и областей являются составными элементами единого агропромышленного комплекса республики. Их главная функция — оптимизация размеров производства сельскохозяйственной и промышленной продукции из сельскохозяйственного сырья собственного производства для нужд местного населения и для продажи и обмена с потребителями других областных АПК. Отличительной особенностью областных АПК является то, что специализация сельскохозяйственного производства того или иного области соответственно влияет на специализацию их АПК.

Продуктово-сырьевая структура АПК включает продовольственный комплекс и комплекс непродовольственных товаров. Продовольственный комплекс включает подкомплексы[4]: зернопродуктовый, картофелепродуктовый, свеклосахарный, плодоовощеконсервный, водочно-винодельный, мясной, молочный, масложировой.

Комплекс непродовольственных товаров включает следующие подкомплексы: кормовой, текстильный, кожевенный, меховой и др.

В каждый из этих комплексов и подкомплексов входят предприятия по производству соответственно специализированных средств производства, сельскохозяйственного сырья и его промышленной переработке, хранению и реализации готовой продукции.

Основная целевая функция продуктово-сырьевых комплексов и подкомплексов — максимальное удовлетворение потребностей населения в соответствующих видах продукции.

Таким образом, рассматривая сельское хозяйство в комплексе с другими, смежными, отраслями, нельзя не заметить, что помимо *стратегической заинтересованности государства* в обеспечении нормального функционирования аграрного сектора имеется и вполне определенная *рыночная целесообразность* существования и развития собственно сельского хозяйства – каждое рабочее место, созданное в сельском хозяйстве, обуславливает создание нескольких рабочих мест в смежных отраслях, а любые структурные сдвиги в аграрном секторе неизбежно влекут за собой соответствующие изменения во многих отраслях, начиная от машиностроения и заканчивая рыночной торговлей.

Общее количество населения, занятого в агропромышленном комплексе, оценивается на уровне 30% всего трудоспособного населения (речь идет не о сельском хозяйстве – второй сфере АПК - а обо всем комплексе) [3].

Удельный вес в объеме произведенной сельскохозяйственной продукции отраслей и предприятий каждой сферы АПК можно определить только приблизительно. Это обусловлено тем, что предприятия, обслуживающие сельское хозяйство (первая сфера), в большинстве своем многофункциональны и часть продукции изготавливают в интересах других, не связанных с сельским хозяйством отраслей. Организации торговли (третья сфера) реализуют продукцию не только сельскохозяйственного производства. Что же касается самой сферы, то здесь следует учитывать то, что весьма существенная часть сельскохозяйственной продукции производится в личных подсобных хозяйствах. Определить количество и стоимость продукции, выращенной населением и использованной для личного потребления, с достаточной степенью точности невозможно – для этого используются косвенные методы оценки (исходя из сложившегося уровня потребления и т.п.).

Однозначно можно определить только объем продукции всех отраслей АПК, изготовленной и использованной исключительно в этом комплексе. Например, для первой сферы — это предприятия, выпускающие специализированную технику – зерноуборочные или кормоуборочные комбайны, для третьей сферы – элеваторы и иные аналогичные сооружения, в которых хранение несельскохозяйственной продукции невозможно.

Агропромышленный комплекс (АПК) – совокупность отраслей народного хозяйства, связанных между собой экономическими отношениями по поводу производства, распределения, обмена, переработки потребления сельскохозяйственной продукции [5].

Агропромышленный комплекс — это совокупность отраслей национальной экономики, осуществляющих производство и переработку сельскохозяйственного сырья, насыщение внутреннего рынка продовольствием и обеспечивающих экспорт продовольствия и сырья [2].

Агропромышленный комплекс призван обеспечивать основные потребности страны в сельскохозяйственной продукции и продовольствии в основном за счет собственного производства. Для достижения и поддержания продовольственной безопасности необходим такой уровень развития АПК, который бы обеспечивал до 85 % спроса на сельскохозяйственную продукцию и занимал не менее 80 % внутреннего рынка продовольствия. Однако по таким важнейшим продуктам, как мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, яйца, картофель важно иметь 100% -ную обеспеченность (кроме того, иметь возможность поставлять их на экспорт), а по маслу растительному, сахару, овощам и фруктам — не менее 70%. Импорт продовольствия не должен превышать 15—20% его реализации, в противном случае создается угроза экономической безопасности и независимости страны [2].

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

– агропромышленный комплекс есть совокупность отраслей национальной экономики, осуществляющих производство и переработку сельскохозяйственного сырья, насыщение внутреннего рынка продовольствием и обеспечивающих экспорт продовольствия и сырья;

– АПК Казахстана является крупным производителем зерна, мяса, шерсти, каракульских смушек, минеральных удобрений, мощных тракторов, противоэрозийной и другой сельскохозяйственной техники, а также продукции легкой и пищевой промышленности;

– агропромышленный комплекс призван обеспечивать основные потребности страны в сельскохозяйственной продукции и продовольствии за счет собственного производства;

– для достижения и поддержания продовольственной безопасности необходим такой уровень развития АПК, который бы обеспечивал до 85 % спроса на сельскохозяйственную продукцию и занимал не менее 80 % внутреннего рынка продовольствия;

– импорт продовольствия не должен превышать 15—20 % его реализации, в противном случае создается угроза экономической безопасности и независимости страны;

– экономическая эффективность агропромышленного комплекса оценивается по соотношениям: стоимость конечного продукта — сумма затрат в части производства конечного продукта либо стоимость конечного продукта — стоимость основных производственных фондов;

– социальная эффективность — соответствие результатов хозяйственной деятельности социальным целям общества.

2. АПК КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования в данной работе является система управления АПК области. Система управления АПК имеет не строгую иерархическую структуру (рис.1).

1).Сельскохозяйственное предприятие – это предприятие, продуктом производства которого, является различная сельскохозяйственная продукция. Такие предприятия могут быть аграрными, скотоводческими или производить инструменты для сельскохозяйственных потребностей.

2).Перерабатывающая промышленность — это часть всей промышленности, объединяющая совокупность однородных предприятий, характеризуется единством потребительского назначения конечного продукта пищевого назначения, перерабатывающая, как правило, сырье сельскохозяйственного происхождения и располагающая специфичной материально-технической базой в виде системы машин и аппаратов и соответствующим составом кадров.

3) Обслуживающие предприятия - это отрасли промышленности, производящие средства производства для сельского хозяйства и отраслей промышленности, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье.

Для обеспечения собственных управляющих функций и обеспечения работы областных органов управления АПК районные управления сельского хозяйства собирают различную оперативную информацию от сельскохозяйственных предприятий и других субъектов агропромышленного производства района, агрегируют ее и пересылают на областной уровень. На основе этой информации руководство разрабатывает стратегию управления областным АПК, осуществляет долгосрочное планирование. Информация, запрашиваемая руководством АПК области заранее не регламентирована. Она образуется путем агрегирования тактической и частично оперативной информации, а также информации из внешних источников.

Таким образом, необходимо автоматизировать сбор, обработку информации, представление оперативной информации для управления районным и областным АПК, передачу информации из района в область для выработки управленческих решений и формирования стратегии и тактики эффективного управления АПК области. Следовательно, необходимо спроектировать информационно-управляющую систему (ИУС) для поддержки управленческих решений областного АПК [8].

В заключение следует отметить, что структура агропромышленного комплекса - это соотношение отраслей, участвующих в производстве продуктов питания и непродовольственных предметов потребления сельскохозяйственного происхождения, которые определяют продовольственную безопасность и независимость страны.



Рис. 1. Иерархическая структура системы управления областным АПК

Агропромышленный комплекс - это сложная динамическая система, включающая различные отраслевые звенья, которые взаимосвязаны между собой и взаимодействие которых позволяет проследить все этапы производственно-хозяйственной деятельности предприятий, как субъектов функционирования данной системы. Пропорциональное сочетание всех его отраслей - необходимое условие развития АПК как единого объекта планирования и управления. Диспропорции в развитии АПК страны возникли не сегодня и не вчера, они накапливались десятки лет.

Причин, обусловивших такое положение, много. Это и все более усугублявшийся крен развития народного хозяйства в сторону военно-промышленного комплекса, и снабжение в силу этого остальных отраслей инвестиционными и материальными ресурсами по остаточному принципу, что отодвинуло проблему технического перевооружения и межотраслевого балансирования АПК чуть ли не на последнее место. Это и искаженная система товарно-денежных отношений, не позволявшая предприятиям мобилизировать собственные инвестиционные ресурсы и привлечь свободные капиталы других отраслей народного хозяйства и населения.

Эти факторы определяли несбалансированность и диспропорции в отраслях АПК с точки зрения достигнутого в нашей стране уровня техники и технологии по производству. переработке, хранению и упаковке продукции сельского хозяйства. С вхождением нашей страны в систему международного разделения труда за базу сравнения, естественно, должны браться пропорции, основанные на уровне техники и технологии по производству и переработке сельскохозяйственной продукции, присущие развитым странам. В этой системе диспропорции в агропромышленном комплексе нашей страны огромны, и необходимы значительное время и усилия для достижения обоснованных межотраслевых и отраслевых пропорции. Именно поэтому необходимо разработать информационно-управляющую систему областным АПК для поддержки принятия эффективных стратегических, тактических и оперативных управленческих решений.

В данной работе АПК рассмотривается Карагандинской области. Так в Карагандинской области функционирует более 6 тысяч сельскохозяйственных формирований и 125 тысяч личных подсобных хозяйств, которые производят около 5% сельскохозяйственной продукции в республике. Объем валовой продукции сельского хозяйства за последние пять лет вырос в 2,3 раза и превысил 80 млрд. тенге. В настоящее время ситуация в агропромышленном комплексе области характеризуется ростом эффективности производства, развитием рынка финансовых услуг на селе, улучшением качества жизни сельского населения Динамичному развитию АПК способствовала эффективность оказываемой государственной поддержки.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Государственное регулирование экономики: курс лекций // под ред. Н.Б. Антоновой – Минск:1996. – 360 с.

[2] Национальная экономика. Потенциалы. Хозяйственные комплексы. Направления развития. Механизмы управления: учеб. пособие // под ред. В.Н. Шимова. – Минск: БГЭУ, 2005. – 844 с.

[3] Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса // под ред. В.Г. Гусакова. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 891 с.

[4] Экономика предприятий и отраслей АПК: учебник // под ред. П.В. Лещиловского, В.С. Тонковича, А.В. Мозоля. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: БГЭУ, 2007. – 574 с.

[5] Абиров Ж.А., Сигарев М.И., Курьяков И.А. Экономический механизм хозяйствования в аграрном пройзводстве Казахстана. – Алматы: ТОО //R-com//, 1997. –С. 33-55.

[6] Мунбаев К.Н. Инженерно-техническое обеспечение крестьянских хозяйств и других малых агропромышлений: Аналитический обзор. - Алматы.: КазГОСИНТИ, 1999. -68 с.

[7] Кантуреев М.Т. Проблемы повышения эффективности агропромышленного пройзводства Казахстана Автореферат на соискание ученой степени д.э.н. – Алматы: КазНИИЭО АПК.2009. -125 с.

[8] Билалов Б.О., Волобуева О.П. Разработка информационно-управляющей системы для АПК. // Информационные и телекомуникационные технологии в науке. – Алматы: КазНИТУ 2015. – С. 139-143.

Билалов Б.О., Волобуева О.П.

Ауыл шаруашылығы зерттеу объектісі ретінде

Түйіндеме. Бұл мақалада Агроөнеркәсіптік кешенінің (АӨК) даму ерекшеліктері көрсетілген, азық-түлік қауіпсіздік және тәуелсіздіктері деңгей АӨК дамытулар деңгеймен анықталғанды. Басқарулар жүйелері құрам АӨК, иерархиялық құрылымы жұмыста көрсеткен облыстық АӨК, жобалаудан мақсатпен басқару деңгейлер бойынша мәліметтер түрлері тиімді стратегиялық, тактикалық және жедел басқару шешімдер қабылдану қолдау үшін жүйелер информациялық-бағдарлаушы облыстық деңгейде АӨК алынды.. Зерттеулерге объектісі ретінде Қарағанды облысының АӨК таңдалған.

Түйінді сөздер: Агроөнеркәсіптік кешен (АӨК), негізгі бағыттары АӨК, азық-түліктік қажеттілік, аграрлық экономика, АӨК құрылымы, ауылшаруашылық кешені, өндірістік кешен, қызмет көрсетуші кешен.

Bilalov B.O., Volobuyeva O.P.

Agriculture as an object of study

Summary. In this article, are reflected features of the direction of development and increase of efficiency of Agro-Industrial Complex (AIC) as the level of food security and independence of the country is defined by a level of development of AIC. In work, the structure of AIC, hierarchical structure of a control system of regional AIC, types of information on levels of management for the purpose of design of management information system for support of adoption of effective strategic, tactical and operational administrative decisions by regional AIC are presented. As object of research, the agrarian and industrial complex of the Karaganda region is chosen.

Key words: Agro-Industrial Complex (AIC), main spheres AIC, food requirement, agrarian economy, structure AIC, agricultural enterprise, the overworking enterprise, the serving enterprise.

UDC 517.958:532.546

A.A. Kudaikulov[1*], C. Josserand[2], A. Kaltayev[1]
([1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,
[2]Sorbonne Universit'es, Institut D'Alembert, CNRS and UPMC UMR 7190, 4 place Jussieu,
75005 Paris, France, [*]e-mail: aziz.kudaikulov@gmail.com)

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE SAFFMAN-TAYLOR INSTABILITY

Abstract. In this paper we numerically investigated the fingering pattern formation in the unstable interface between two immiscible fluids during the flow in the channel for different values of the viscosity ratios of fluids. All numerical calculations are performed using Gerris program [5].

Keywords: flow of two immiscible fluids, surface tension, fingering pattern, Saffman-Taylor instability, slip boundary condition, volume-of-fluid (VOF) method.

Introduction. Two immiscible fluids flow can be found in many different situations; some cases in which it plays a central role are the spreading of adhesives, the flowing of lubricants into inaccessible locations, the coating of solid surfaces with a thin uniform layer of liquid, the displacement of oil by water through a porous medium, etc. One of the phenomena which occurs in the two immiscible fluids flow is the fingering pattern formation in the interface between fluids. This phenomenon can be observed in the pressure-driven flow of two immiscible fluids in a channel (see fig. 1b). There are exist many cases where the fingering pattern formation takes place, and one of them, when the less viscous fluid is injected displacing a more viscous one. Explanation of viscous fingering pattern formation can be found in [1]. Formation of fingering pattern can result in poor quality of coating or reducing oil production by water displacement in porous medium, so investigation of fingering instability is important for practical applications. In this paper we numerically investigated the fingering pattern formation in the unstable interface between two immiscible fluids during the flow in the channel for different values of the viscosity ratios of fluids. All numerical calculations are performed using Gerris program [5].

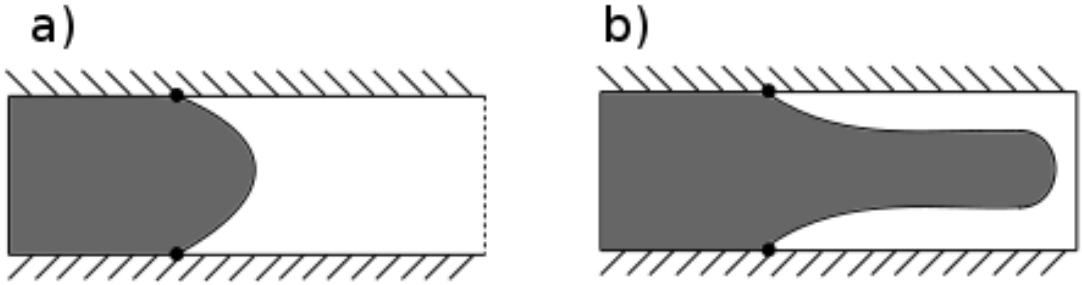


Fig. 1. Interface between two immiscible fluids: a) no fingering pattern, b) fingering pattern.

Formulation of the problem. We numerically solved the Navier-Stokes equations for incompressible, two immiscible, viscous fluids flow in 2D channel:

$$\frac{\partial \rho \vec{u}}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{u}\vec{u}) = -\nabla p + \nabla \cdot (2\mu E), \quad (1)$$

$$E = \frac{1}{2}(\nabla \vec{u} + \nabla \vec{u}^{T}), \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{u} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{u}) = 0, \quad (4)$$

$$\rho = F\rho_1 + (1-F)\rho_2, \quad (5)$$

$$\mu = F\mu_1 + (1-F)\mu_2, \quad (6)$$

where F is the parameter that identify a given fluid i (i =1 or 2) is present at a particular location x:

$$F = \begin{cases} 1, & if\ \ x\ is\ in\ \ fluid\ \ i \\ 0, & if\ \ x\ is\ not\ in\ \ fluid\ \ i \end{cases} \quad (7)$$

If we substitute the equation (6) into the equation (5), we have that:

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla F = 0. \quad (8)$$

In order to find the shape and location of the interface between the two fluids, we use the volume-of-fluid method [3] and advect this interface using equation (8). Equations (1, 3 and 8) are numerically solved using the projection method on non-staggered grid [4] and the following boundary conditions were used (see fig. 1):

1) Inlet boundary condition:

$$\frac{\partial u_{in}}{\partial x} = 0, \quad (9)$$

$$v_{in} = 0, \quad (10)$$

$$p_{in} = 1. \quad (11)$$

2) At the walls of the channel:

$$u_w = \lambda \frac{\partial u}{\partial \vec{n}}, \quad (12)$$

$$v_w = 0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial p_w}{\partial y} = 0, \quad (14)$$

where λ is the slip length and $\vec{n}$ is the normal vector to the wall. Here we used the Navier slip boundary condition instead of no-slip boundary condition to avoid viscous stress singularity at the contact line [2].

3) At the interface between two fluids – S:

$$\left[\vec{u}\right]_S = 0, \quad (15)$$

$$-\left[-p + 2\mu \vec{n} \cdot E \cdot \vec{n}\right]_S = \sigma k, \quad (16)$$

$$k = -\nabla \cdot \vec{n}, \tag{17}$$

$$-[2\mu \vec{t} \cdot E \cdot \vec{n}]_S = \vec{t} \cdot \nabla_S \sigma, \tag{18}$$

where σ is the surface tension, k is the curvature of the interface - S, $\vec{n}$ is the normal to the interface - S, and $\vec{t}$ is the tangent vector to the interface - S.

4) Outlet boundary condition:

$$\frac{\partial u_{out}}{\partial x} = 0, \tag{19}$$

$$v_{out} = 0, \tag{20}$$

$$p_{out} = 0. \tag{21}$$

Results. The numerical investigation of the fingering pattern formation in the unstable interface between two immiscible fluids during the flow in the channel is performed in this paper for different values of the viscosity ratios of fluids. In these numerical experiments we choose the surface tension is $\sigma = 1$ and slip length $\lambda = 0.01$. In the first case the viscosities of the fluids are the same $\mu_1 = \mu_2 = 1$, and as shown in fig. 2 the fingering pattern is formed in the interface between fluids. Fig. 4 shows the profile of the horizontal velocity component for this case, and as can be seen the velocities are different along the transverse section of the channel at the interface between two fluids. In the second case, the viscosity of the displacing fluid (fluid 1 in fig. 3) is $\mu_1 = 1$ and the viscosity of the displaced fluid (fluid 2 in fig. 3) is $\mu_2 = 0.02$, and as shown in fig. 3, the fingering pattern doesn't appear. Fig. 5 shows the profile of the horizontal velocity component for this case, and as can be seen the velocities are same along the transverse section of the channel at the interface between two fluids.

Conclusion. In this paper is numerically investigated the fingering pattern formation in the unstable interface between two immiscible fluids during the flow in the channel for different values of the viscosity ratios of fluids. As shown in fig. 3 and 5, this fingering instability can be stabilized if the viscosity of the displacing fluid is ten times more than the displaced fluid, and this result is reasonably good matched with [1].

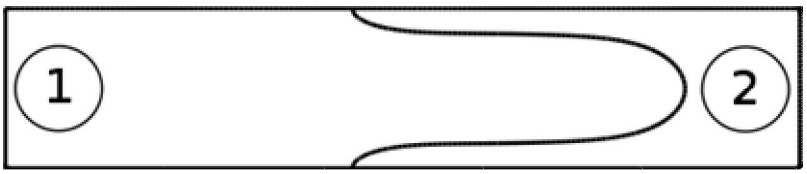


Fig. 2. Formation of the fingering pattern, when $\mu_1 = \mu_2 = 1$, $\lambda = 0.01$, and $\sigma = 1$.

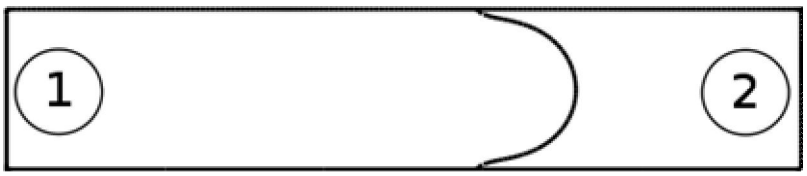


Fig. 3. No fingering pattern formation in the interface between fluids, when $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 0.02$, $\lambda = 0.01$, and $\sigma = 1$.

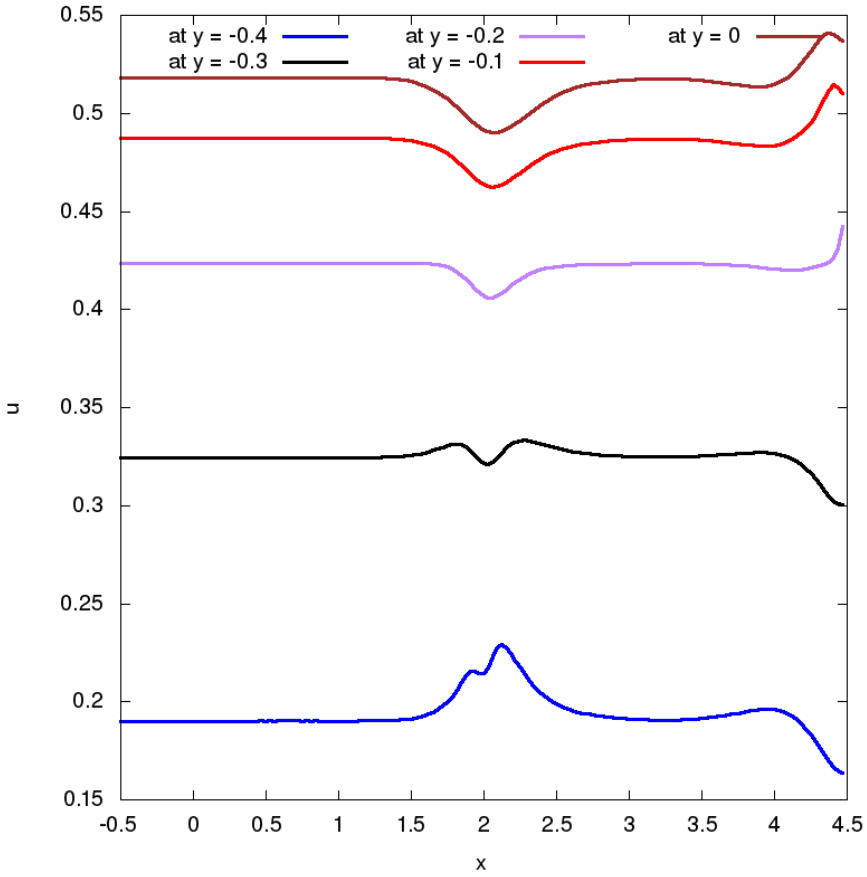


Fig.4. Profile of horizontal component velocity, when $\mu_1 = \mu_2 = 1$, $\lambda = 0.01$, and $\sigma = 1$.

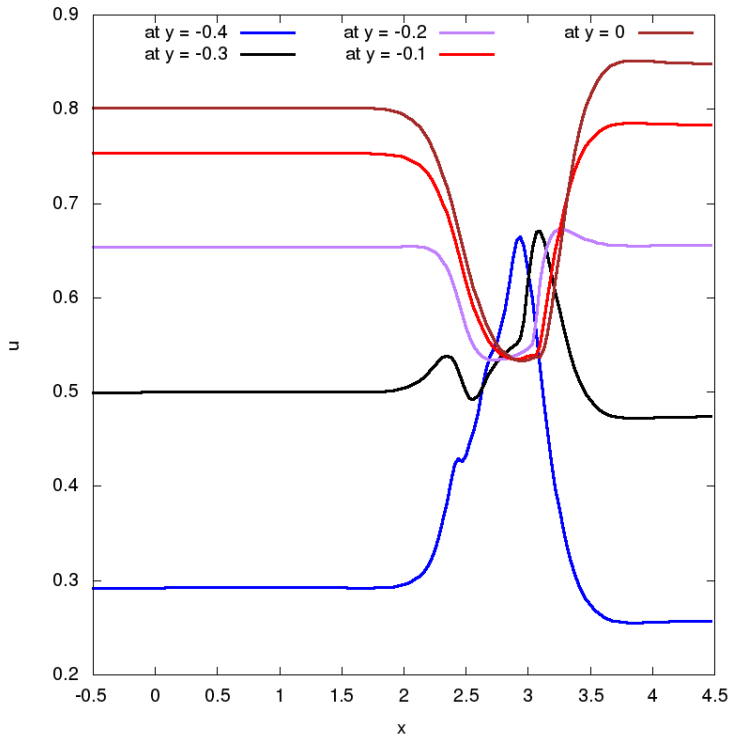


Fig. 5. Profile of horizontal component velocity, when $\mu_1 = 1$, $\mu_2 = 0.02$, $\lambda = 0.01$, and $\sigma = 1$.

REFERENCES

[1] Saffman P.G., Taylor G.I. The penetration of a fluid into a porous medium or Hele-Shaw cell containing a more viscous liquid // Proc. R. Soc. Lond. A – 1958. – Vol. 245. – P. 312 – 329.

[2] Greenspan H.P. On the motion of a small viscous droplet that wets a surface // J. Fluid Mech. – 1978. – Vol. 84. – P. 125 – 143.

[3] Tryggvason G., Scardovelli R. and Zaleski S. Direct Numerical Simulations of Gas–Liquid Multiphase Flows // Cambridge University Press, 2011.

[4] Brown D.L., Cortez R. and Minion M.L. Accurate projection methods for the incompressible Navier-Stokes equations // J. Comput. Phys. – 2001. – Vol. 168. – P. 464 – 499.

[5] Popinet S. The Gerris Flow Solver: http://gfs.sourceforge.net.

Кудайкулов А.А., Жозеранд К., Калтаев А.

Сафман-тейлор тұрақсыздығын сандық арқылы модельдеу

Түйіндеме. Осы жұмыста қаналдағы екі араласпайтын сұйықтардың ағыста саусақ тәрізді ағыс формасының пайда болуын сандық арқылы модельденген. Барлық есептеулер Gerris бағдарламада жасалған [7].

сөздер: екі араласпайтын сұйықтардың ағыны, беттік кериліс, саусақ тәрізді ағыс формасының пайда болуы, Сафман-Тейлор тұрақсыздығы, сырғанақ шекаралық шарт, сұйық көлем әдісі.

Кудайкулов А.А., Жозеранд К., Калтаев А.

Численное исследование неустойчивости сафмана-тейлора

Резюме. В данной работе численно исследован процесс пальцеобразования при течении двух не смешивающихся жидкостей в канале для различных значений отношения коэффициента вязкости жидкостей. Все численные расчеты проводились с помощью программы Gerris [5].

Ключевые слова: течение двух не смешивающихся жидкостей, поверхностное натяжение, пальцеобразование, неустойчивость Сафмана-Тейлора, граничное условие проскальзывания, метод объема жидкости.

УДК: 622.691.4.052.

Н.Н. Смагулов Т.И. Иргибаев

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

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЖИМА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Аннотация. В статье рассматриваются способы регулирования режима газоперекачивающих агрегатов на компрессорной станций при последовательной работе. Наиболее сложный вариант, когда последовательно работающие компрессорные цеха оснащены разными типами ГПА, которые включены в разном количестве, требует отдельного рассмотрения. Возможно, для этого варианта не удастся выявить простых закономерностей распределения загрузки между ГПА, которые были бы справедливы для всех количественных комбинаций включения ГПА и для всех известных типов агрегатов. Однако в любом случае, можно применять формулу (1), где в качестве объектов подлежит рассматривать в данном случае не ГПА, а последовательно работающие компрессорные цеха.

Ключевые слова: Магистральный транспорта газа, режим, регулирования, газоперекачивающий агрегат, компрессорная станция.

Кроме самой распространенной схемы компрессорных станций (КС) магистральных газопроводов (МГ), с параллельной обвязкой газоперекачивающих агрегатов (ГПА) с общим коллекторами на входе и выходе ГПА, существуют также схемы с последовательной работой ГПА, которые, как правило, представляют собой варианты двухступенчатой схемы обвязки ГПА с использованием неполнонапорных центробежных нагнетателей (ЦБН).

Ввиду этого, требуется решение вопроса оптимального распределения нагрузки между последовательно работающими ГПА с целью снижения затрат.

Повышение эффективности эксплуатации энергопривода компрессорных станций, в частности оптимизация совместной работы ГПА, рассматривается в значительном количестве работ, однако на практике эксплуатационный персонал сталкивается с трудностями при поиске оптимального режима

совместной последовательной работы ГПА на компрессорной станции, не имея простой методики для этого.

Среди схем с последовательной работой ГПА, распространена технологическая схема КС с технологической обвязкой ГПА группами. Пример такой схемы показан на рисунке 1[2].

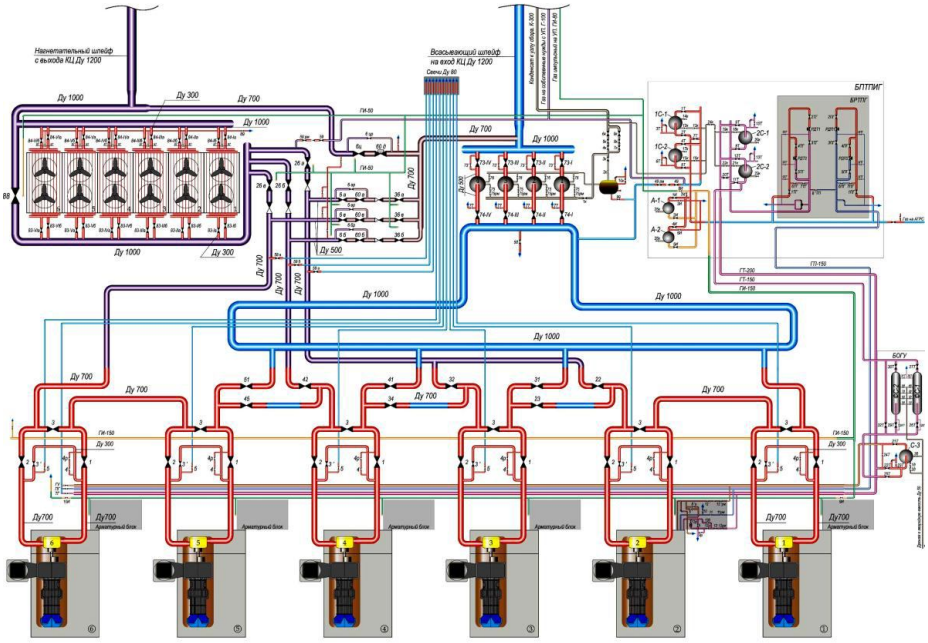


Рис. 1. Технологическая схема КС с последовательной обвязкой ГПА в три группы

Регулирование режима и распределение нагрузки между ступенями сжатия для компрессорных цехов с электроприводными газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА) заключается в основном в определении количества включенных в работу агрегатов. Количество работающих ЭГПА определяется величиной мощности, необходимой для выполнения поставленной технологической задачи и технологическими ограничениями. Решение этой сравнительно простой задачи не требует в настоящее время научной проработки.

Режимы компрессорных цехов с газотурбинными ГПА регулируются кроме количества работающих агрегатов еще и путем изменения подачи топлива в ГПА с последующим, вследствие этого, изменением частоты вращения колеса ЦБН.

Вспомогательные способы регулирования, такие например, как дросселирование газа на входе КС, или перепуск газа с выхода КС на его вход, приводят к значительным потерям полезной работы сжатия, экономически неэффективны, и далее рассматриваться не будут.

Ввиду указанных обстоятельств, в этой работе детальному анализу будет подвергнут вопрос регулирования величины загрузки последовательно работающих газотурбинных ГПА.

В общем виде решение задачи поиска оптимального режима совместной последовательной работы ряда ГПА, при котором затраты минимальные из возможных, сводится к решению системы уравнений [3]:

$$\begin{cases} i = 1,2,3...n \\ З_i = f_i(\varepsilon_i) \\ \varepsilon_{\min i} \le \varepsilon_i \le \varepsilon_{\max i} \\ З_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} З_i \\ \varepsilon_\Sigma = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot ... \cdot \varepsilon_n \\ Зoptim_\Sigma = \min(З_\Sigma) \end{cases} \quad (1)$$

где n - количество работающих ступеней сжатия; ; ε_i - степень сжатия по i -й ступени; $З_i$ - затраты по i -й ступени; - максимальная возможная степень сжатия по i -й ступени; $\varepsilon_{\min i}$ - минимальная возможная степень сжатия по i -й ступени; $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_n$ - степени сжатия по 1-й, 2-й, n -й ступеням; $З_i$ - затраты на работу i -го ГПА; ε_Σ - требуемая суммарная степень сжатия последовательно работающих ступеней; $З_\Sigma$ - суммарные затраты на работу всех ГПА; $Зоптим_\Sigma$ - оптимальные суммарные затраты на работу всех ГПА.

Затраты на работу ГПА могут быть представлены в величинах расхода топливного газа за единицу времени или в финансовых расходах за единицу времени.

В системе уравнений (1) отражено то, что при поиске оптимального режима совместной последовательной работы ряда ГПА необходимо учесть их зависимости затрат от степени сжатия (рассчитанные для текущих условий и соблюдения условия дополнительности режимов ГПА), ограничения по максимальным и минимальным допустимым степеням сжатия технологического газа в ЦБН каждого ГПА, и при этом должна быть соблюдена заданная общая степень сжатия технологического газа через ЦБН всех ГПА.

В качестве примера будет рассмотрена последовательная работа группы из двух ГПА-Ц-16. Оба ГПА в одинаковом исходном техническом состоянии. Атмосферные условия: давление 753 мм.рт.ст., температура -8 °С. Температура газа на входе группы 17 °С. Полное давление газа на входе группы 4,7 МПа, полное давление газа на выходе группы 7,5 МПа. Общая степень сжатия группы равна 1.6. Технологический и топливный газ – природный газ (98% метана).

На рисунке 2 показаны диаграммы совместной последовательной работы двух ГПА-Ц-16 с промежуточным охлаждением газа между ступенями. На диаграмме показан графики зависимости затрат топливного газа по первой ступени, затрат топливного газа по второй ступени, суммарных затрат по обоим ГПА в зависимости от степени сжатия по ГПА первой ступени для четырех разных значений коммерческого расхода газа через нагнетатели обоих ГПА [4-5].

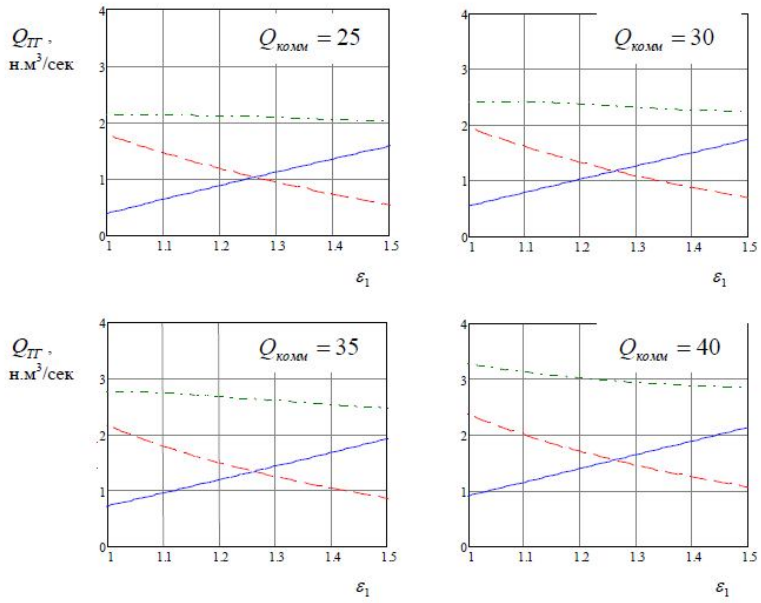


Рис. 2. Диаграммы совместной последовательной работы двух ГПА-Ц-16 с промежуточным охлаждением газа между ступенями. Графики: затраты топливного газа по первой ступени (сплошная линия), затраты топливного газа по второй ступени (пунктирная линия), суммарные затраты по обоим ГПА (штрихпунктирная линия) для четырех разных значений расхода газа через нагнетатели обоих ГПА (млн.н.м^3/сут.)

На рисунке 3 показаны диаграммы совместной последовательной работы двух ГПА-Ц-16 без промежуточного охлаждения газа между ступенями для четырех разных значений расхода газа через нагнетатели обоих ГПА.

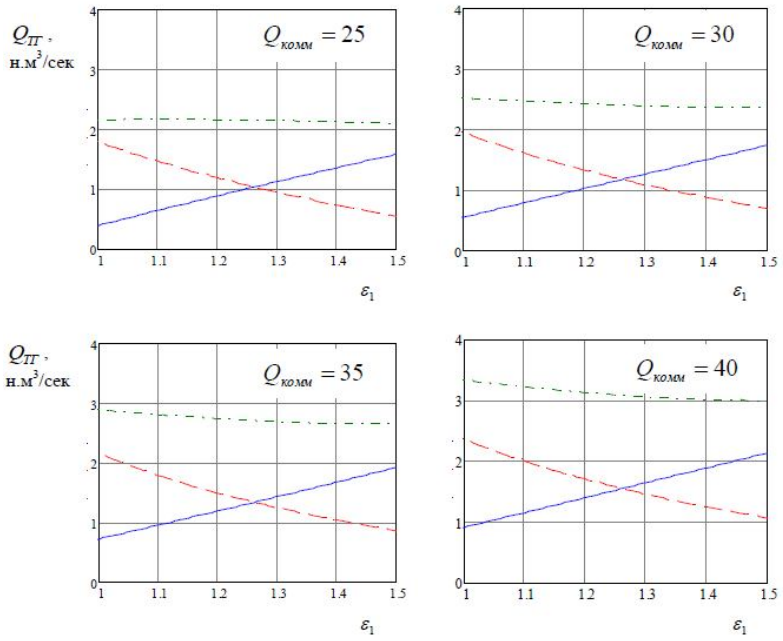


Рис. 3. Диаграммы совместной последовательной работы двух ГПА-Ц-16 без промежуточного охлаждения газа между ступенями. Графики: затраты топливного газа по первой ступени (сплошная линия), затраты топливного газа по второй ступени (пунктирная линия), суммарные затраты по обоим ГПА (штрих- пунктирная линия) для четырех разных значений расхода газа через нагнетатели обоих ГПА (млн.н.м^3/сут.)

Анализируя графики на рисунках 2 и 3 можно прийти к выводам, что влияние способа распределения нагрузки между ступенями на величину суммарных затрат возрастает с увеличением коммерческого расхода газа и с увеличением общей степени сжатия по группе.

Выявленный простой принцип оптимизации последовательной работы однотипных ГПА с приоритетной загрузкой до максимума возможностей ступеней с меньшими порядковыми номерами дает возможность без затруднений проводить дальнейшую оптимизацию более сложных технологических схем, например схемы с параллельной работой нескольких последовательных групп, состоящих из однотипных ГПА.

Так же, существует возможность распространить результаты данного исследования на случаи последовательно работающих компрессорных цехов, оснащенных ГПА одного типа, включенных в одинаковом количестве, с работающими установками охлаждения технологического газа на выходе.

Это оказывается возможным в силу того, что была показана независимость выявленных закономерностей от наличия промежуточного охлаждения газа между ступенями сжатия.

Наиболее сложный вариант, когда последовательно работающие компрессорные цеха оснащены разными типами ГПА, которые включены в разном количестве, требует отдельного рассмотрения. Возможно, для этого варианта не удастся выявить простых закономерностей распределения загрузки между ГПА, которые были бы справедливы для всех количественных комбинаций включения ГПА и для всех известных типов агрегатов. Однако в любом случае, можно применять формулу (1), где в качестве объектов подлежит рассматривать в данном случае не ГПА, а последовательно работающие компрессорные цеха.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Калинин А.Ф. Расчет, регулирование и оптимизация режимов работы газоперекачивающих агрегатов. М.: МПА-Пресс, 2011. 264 с.

[2] Козаченко А.Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов. М.: Нефть и газ, 1999. 463 с.

[3] Микаэлян Э.А. Эксплуатация газотурбинных газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций магистральных газопроводов. М.: Недра. 1994. 304 с.

[4] Повышение эффективности эксплуатации энергопривода компрессорных станций. / Поршаков Б.П.и др. М.: Недра, 1992. 207 с.

[5] Энергосберегающие технологии в магистральном транспорте природного газа / Б.П. Поршаков и др. М.: ГУП изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006. 316 с.

Смагулов Н.Н., Иргибаев Т.И.

Компрессорлық станциядағы газайдау агрегатының жүйелі жұмыс істеу режимін реттеу әдістері

Түйіндеме. Бұл мақалада компрессорлық станциядағы газайдау агрегатының жүйелі жұмыс істеу режимін реттеу әдістері талқыланған.

Түйін сөздер: Магистралды газды тасымалдау, режим, реттеу, газ айдау агрегаты, компрессорлық станция.

Smagulov N.N., Irgibayev T.I.

Methods for modulating duty gas compressor units at compressor stations at a consistent work

Summary. This article discusses how the regulatory regime of gas compressor units at compressor stations with consistent work.

Key words: gas trunkline, mode control, gas pumping unit, compressor station.

УДК 004.031.6

М.К. Сандыбаева, И.М. Уалиева
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РИСКА ЗАБОЛЕВАНИЯ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Аннотация. Рассмотрен алгоритм обратного распространения ошибки и его применение к расчету риска заболевания сахарным диабетом 2 типа. Был проведен сравнительный анализ результатов, полученных нейронной сетью и экспертными оценками. Было показано, что результаты, полученные на основе нейронных сетей, могут найти применение в практике при прогнозировании рисков заболевания сахарным диабетом. Для построения математической модели нейронной сети было использовано программное обеспечение Alyuda NeuroIntelligence. В исследовании была построена модель нейронной сети для выявления риска заболевания сахарным диабетом 2 типа. В этом исследовании были отобраны пациенты разного возраста, по результатам опроса которых удалось выявить факторы, влияющие на сахарный диабет. Данное исследование поможет медикам определить риск заболевания сахарного диабета у пациентов и назначить им дополнительные курсы лечения и автоматизации работы персонала.

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, алгоритм обратного распространения ошибки, нейронные сети, Alyuda NeuroIntelligence.

В настоящее время в Казахстане, как и во всем мире, неуклонно растет распространенность сахарного диабета. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в настоящее время в мире насчитывается 285 млн больных сахарным диабетом, к 2025 году возможно количество достигнет 380 млн и в 2030 году – станет 435 млн человек. По данным ВОЗ в 2014 году уровень заболеваемости диабетом составил 9% среди взрослого населения 18 лет и старше. По оценкам, в 2012 году 1,5 миллиона смертельных случаев произошло по причине диабета. Более 80% случаев смерти от диабета происходит в странах с низким и средним уровнем дохода.

В Казахстане, по данным Агентства по статистике в 2014 году заболеваемость сахарным диабетом составила 164,4 на 100 000 человек населения.

Сахарный диабет – это заболевание эндокринного типа, при котором возникает хронический повышенный уровень глюкозы в крови вследствие относительного или абсолютного недостатка инсулина. Последствия заболевания могут привести к нарушению обмена веществ, разрушению сосудов, нервной системы, а также других органов.

Первоначально были выявлены критерии, влияющие на риск возникновения заболевания сахарным диабетом 2 типа [2, 3]. В качестве критериев были взяты следующие восемь критериев:

1. вес пациента;

2. индекс массы тела (ИМТ) – величина, позволяющая оценить степень соответствия массы человека и его роста и тем самым косвенно оценить, является ли масса недостаточной, нормальной или избыточной. Важен при определении показаний для необходимости лечения.

3. возраст – продолжительность периода от момента рождения живого организма до настоящего или любого другого определённого момента времени.

4. систолическое артериальное давление;

5. диастолическое артериальное давление;

6. частота сердечных сокращений (ЧСС);

7. гликозилированный гемоглобин – биохимический показатель крови, отражающий среднее содержание сахара в крови за длительный период (до трёх месяцев), в отличие от измерения глюкозы крови, которое дает представление об уровне глюкозы крови только на момент исследования.

8. содержание сахара в крови – группа эндокринных заболеваний, развивающихся вследствие абсолютной или относительной недостаточности гормона инсулина, в результате чего развивается гипергликемия — стойкое увеличение содержания глюкозы в крови. Нормы сахара в крови определялись согласно таблице норм сахара (Таблица 1).

Таблица 1. **Нормы сахара в крови**

Показатель	Для больных диабетом	У здоровых людей
Сахар утром натощак, ммоль/л	5,0-7,2	3,9-5,0
Сахар через 1 и 2 часа после еды, ммоль/л	ниже 10,0	обычно не выше 5,5
Гликированный гемоглобин HbA1C, %	ниже 6,5-7	4,6-5,4

Алгоритм обратного распространения ошибки

Для выявления риска заболевания сахарным диабетом 2 типа используется множество методик [1]. Самой распространенной является экспертная оценка риска, основанная на осмотре пациента или полученная на основе анкетных данных. К недостаткам такого метода относятся долгое время обработки данных, обязательное наличие эксперта – специалиста в области эндокринологии. Нейронные сети, в частности, обучение с учителем, позволяет использовать экспертные оценки при обучении нейронной сети и, далее, прогнозировать риски.

Нейронные сети – это раздел искусственного интеллекта, в котором для обработки сигналов используются явления, аналогичные происходящим в нейронах живых существ. Важнейшая особенность сети, свидетельствующая о ее широких возможностях и огромном потенциале, состоит в параллельной обработке информации всеми звеньями, что позволяет значительно ускорить процесс обработки информации.

Алгоритм обратного распространения ошибки это один из методов обучения многослойных нейронных сетей прямого распространения, которых ещё называют многослойными персептронами. Многослойные персептроны часто применяются для решения многих сложных задач. Предполагается два подхода по всем слоям сети для обучению алгоритма обратного распространения ошибки: прямой и обратный. При прямом проходе входной вектор подается на входной слой нейронной сети, после чего разделяется по сети от слоя к слою. В процессе производится набор выходных сигналов которые яв-ляются действительной реакцией сети на имеющийся входной образ. Во время прямого прохода все синаптические веса сети фиксированы, а при обратном проходе все синаптические веса настраиваются в соответствии с правилом коррекции ошибок. Фактический выход сети выводиться из желаемого, в результате этого формируется сигнал ошибки. Этот сигнал после распространяется по сети в направлении, обратном направлению синаптических связей. Отсюда и название алгоритм обратного распространения ошибки.

Методология исследования

Для расчетов риска возникновения сахарного диабета была обследовано 47 пациентов в возрасте от 19 до 73 лет. Из них 33 женщин и 14 мужчин. Для создания модели нейронной сети было использована программное обеспечения Alyuda NeuroIntelligence.

На рисунке 1 показаны этапы исследования пройденные для расчета рисков:

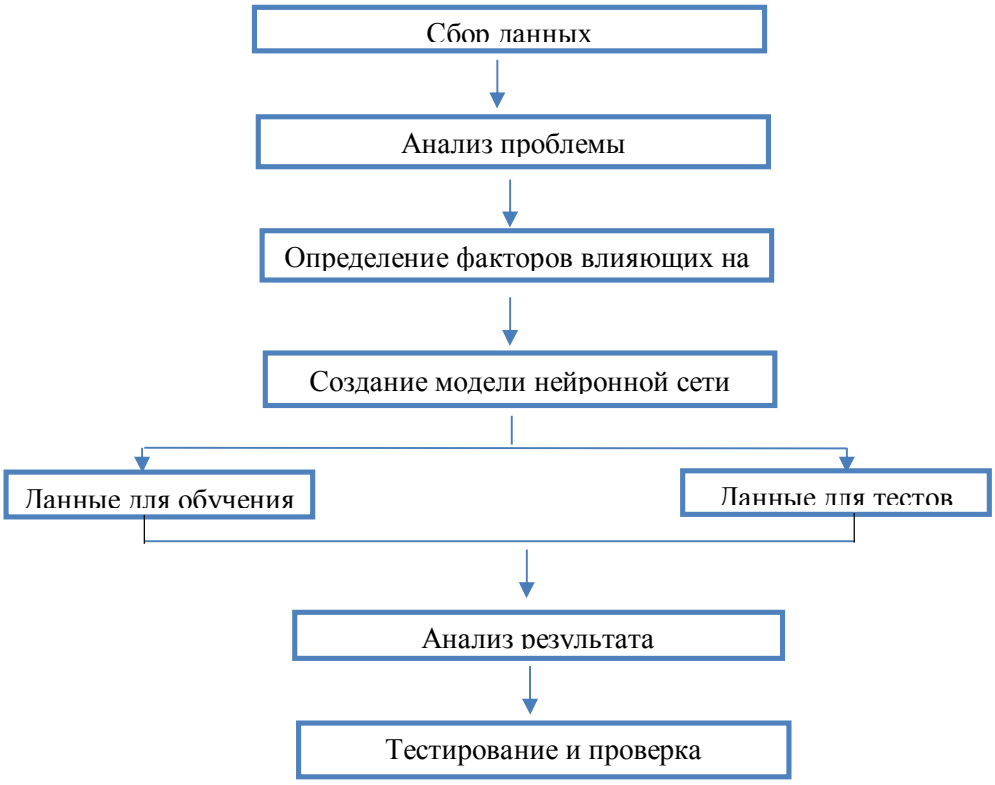


Рис. 1. Этапы исследования

В результате мы получили модель, которая классифицирует заболеваемость пациента по вероятностному признаку. С помощью анкетирования мы разделили заболеваемость на 3 категории:

1. От 0 до 0,33 — низкий риск заболевания
2. От 0,34 до 0,68 — средний риск заболевания
3. От 0,69 до 1 — высокий риск заболевания.

Создание модели

Была создана модель нейронной сети. Данные хранились в файле Excel. Основные данные пациентов, собранных из анкет, были разделены на различные группы в файле Excel. Данные были введены в программное обеспечение Alyuda NeuroIntelligence, как показано на рисунке 2.

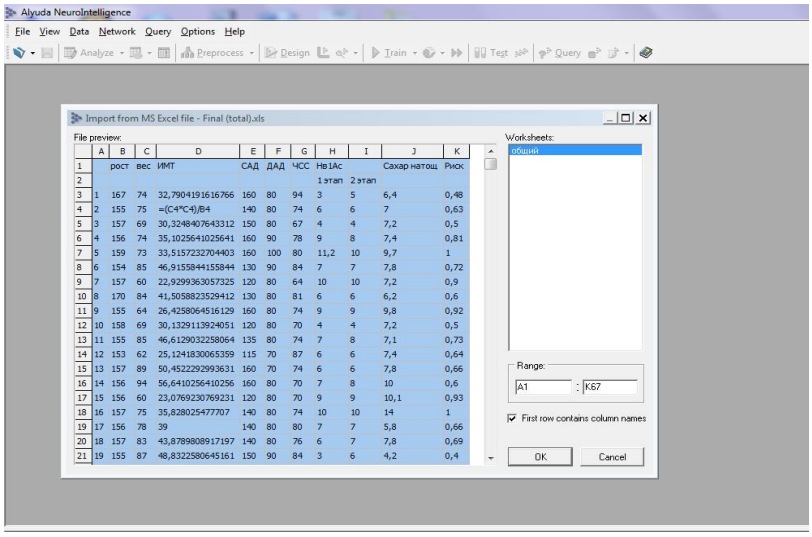
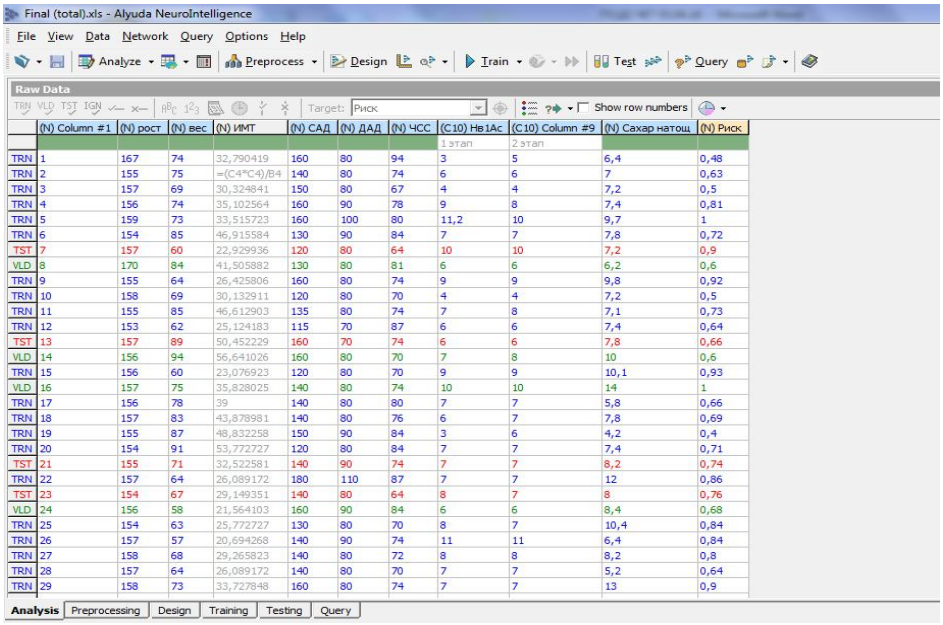


Рис. 2. Входные данные

Функция анализа была активирована, как показано на рисунке 3. В области Target был выбран искомый столбец - риск заболевания сахарным диабетом.

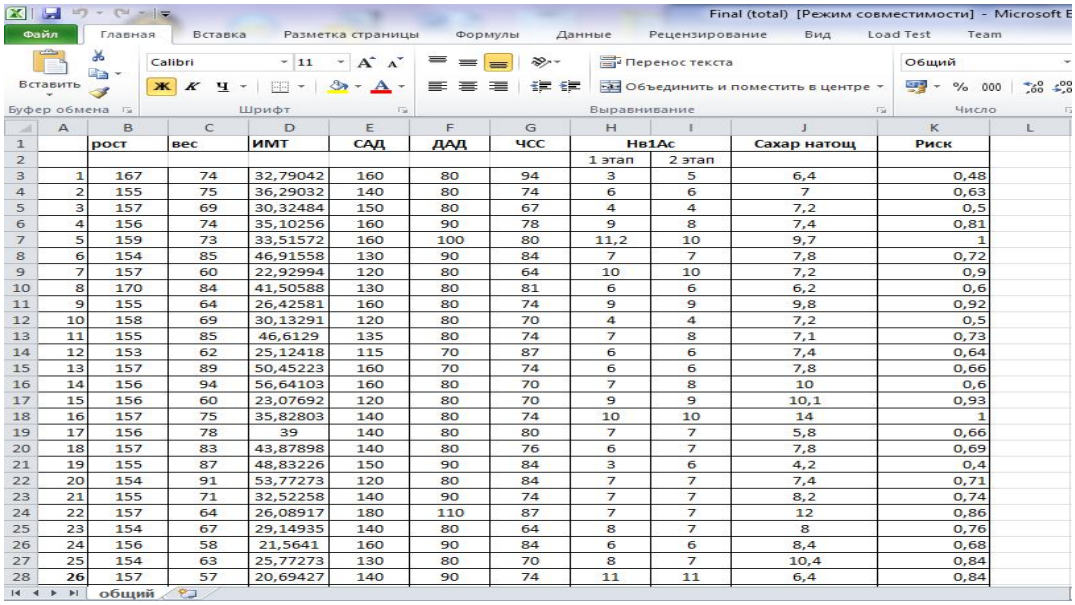


	(N) Column #1	(N) рост	(N) вес	(N) ИМТ	(N) САД	(N) ДАД	(N) ЧСС	(C10) Нв1Ас	(C10) Column #9	(N) Сахар натощ	(N) Риск
								1 этап	2 этап		
TRN	1	167	74	32,790419	160	80	94	3	5	6,4	0,48
TRN	2	155	75	=(C4*C4)/B4	140	80	74	6	6	7	0,63
TRN	3	157	69	30,324841	150	80	67	4	4	7,2	0,5
TRN	4	156	74	35,102564	160	90	78	9	8	7,4	0,81
TRN	5	159	73	33,515723	160	100	80	11,2	10	9,7	1
TRN	6	154	85	46,915584	130	90	84	7	7	7,8	0,72
TST	7	157	60	22,929936	120	80	64	10	10	7,2	0,9
VLD	8	170	84	41,505882	130	80	81	6	6	6,2	0,6
TRN	9	155	64	26,425806	160	80	74	9	9	9,8	0,92
TRN	10	158	69	30,132911	120	80	70	4	4	7,2	0,5
TRN	11	155	85	46,612903	135	80	74	7	8	7,1	0,73
TRN	12	153	62	25,124183	115	70	87	6	6	7,4	0,64
TST	13	157	89	50,452229	160	70	74	6	6	7,8	0,66
VLD	14	156	94	56,641026	160	80	70	7	8	10	0,6
TRN	15	156	60	23,076923	120	80	70	9	9	10,1	0,93
VLD	16	157	75	35,828025	140	80	74	10	10	14	1
TRN	17	156	78	39	140	80	80	7	7	5,8	0,66
TRN	18	157	83	43,878981	140	80	76	6	7	7,8	0,69
TRN	19	155	87	48,832258	150	90	84	3	6	4,2	0,4
TRN	20	154	91	53,772727	120	80	84	7	7	7,4	0,71
TST	21	155	71	32,522581	140	90	74	7	7	8,2	0,74
TRN	22	157	64	26,089172	180	110	87	7	7	12	0,86
TST	23	154	67	29,149351	140	80	64	8	7	8	0,76
VLD	24	156	58	21,564103	160	90	84	6	6	8,4	0,68
TRN	25	154	63	25,772727	130	80	70	8	7	10,4	0,84
TRN	26	157	57	20,694268	140	90	74	11	11	6,4	0,84
TRN	27	158	68	29,265823	140	80	72	8	8	8,2	0,8
TRN	28	157	64	26,089172	140	80	70	7	7	5,2	0,64
TRN	29	158	73	33,727848	160	80	74	7	7	13	0,9

Рис. 3. Анализ данных

Кнопка “Analyze” нужна для анализа данных в ячейках. Среди имеющихся данных в программном обеспечении, 70% были выбраны в качестве обучающей выборки.

Программное обеспечение расположит их в базовой модели для последующей процедуры подготовки. 15% данных были выбраны для тестирования, и 15% из них были отобраны для проверки, а именно, последующей процедуры тестирования.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		рост	вес	ИМТ	САД	ДАД	ЧСС	Нв1Ас		Сахар натощ	Риск	
2								1 этап	2 этап			
3	1	167	74	32,79042	160	80	94	3	5	6,4	0,48	
4	2	155	75	36,29032	140	80	74	6	6	7	0,63	
5	3	157	69	30,32484	150	80	67	4	4	7,2	0,5	
6	4	156	74	35,10256	160	90	78	9	8	7,4	0,81	
7	5	159	73	33,51572	160	100	80	11,2	10	9,7	1	
8	6	154	85	46,91558	130	90	84	7	7	7,8	0,72	
9	7	157	60	22,92994	120	80	64	10	10	7,2	0,9	
10	8	170	84	41,50588	130	80	81	6	6	6,2	0,6	
11	9	155	64	26,42581	160	80	74	9	9	9,8	0,92	
12	10	158	69	30,13291	120	80	70	4	4	7,2	0,5	
13	11	155	85	46,6129	135	80	74	7	8	7,1	0,73	
14	12	153	62	25,12418	115	70	87	6	6	7,4	0,64	
15	13	157	89	50,45223	160	70	74	6	6	7,8	0,66	
16	14	156	94	56,64103	160	80	70	7	8	10	0,6	
17	15	156	60	23,07692	120	80	70	9	9	10,1	0,93	
18	16	157	75	35,82803	140	80	74	10	10	14	1	
19	17	156	78	39	140	80	80	7	7	5,8	0,66	
20	18	157	83	43,87898	140	80	76	6	7	7,8	0,69	
21	19	155	87	48,83226	150	90	84	3	6	4,2	0,4	
22	20	154	91	53,77273	120	80	84	7	7	7,4	0,71	
23	21	155	71	32,52258	140	90	74	7	7	8,2	0,74	
24	22	157	64	26,08917	180	110	87	7	7	12	0,86	
25	23	154	67	29,14935	140	80	64	8	7	8	0,76	
26	24	156	58	21,5641	160	90	84	6	6	8,4	0,68	
27	25	154	63	25,77273	130	80	70	8	7	10,4	0,84	
28	26	157	57	20,69427	140	90	74	11	11	6,4	0,84	

Рис. 4. Анализ опрошенных данных

Программное обеспечение Alyuda NeuroIntelligence автоматически делит и организует входные данные и устанавливает зависимые переменные в числовом диапазоне [0, 1], как показано на рисунке 5.

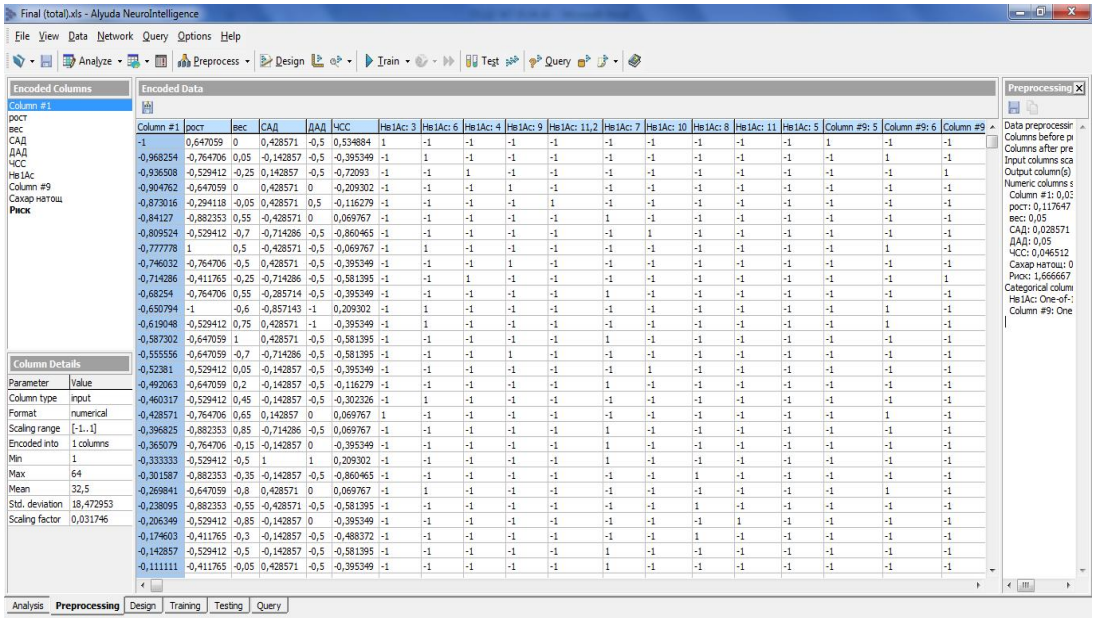


Рис. 5. Предварительная обработка данных

С точки зрения дизайна, Alyuda NeuroIntelligence автоматически обобщает схемы и представляет оптимальную схему нейронной сети, которая показана на рисунке 6.

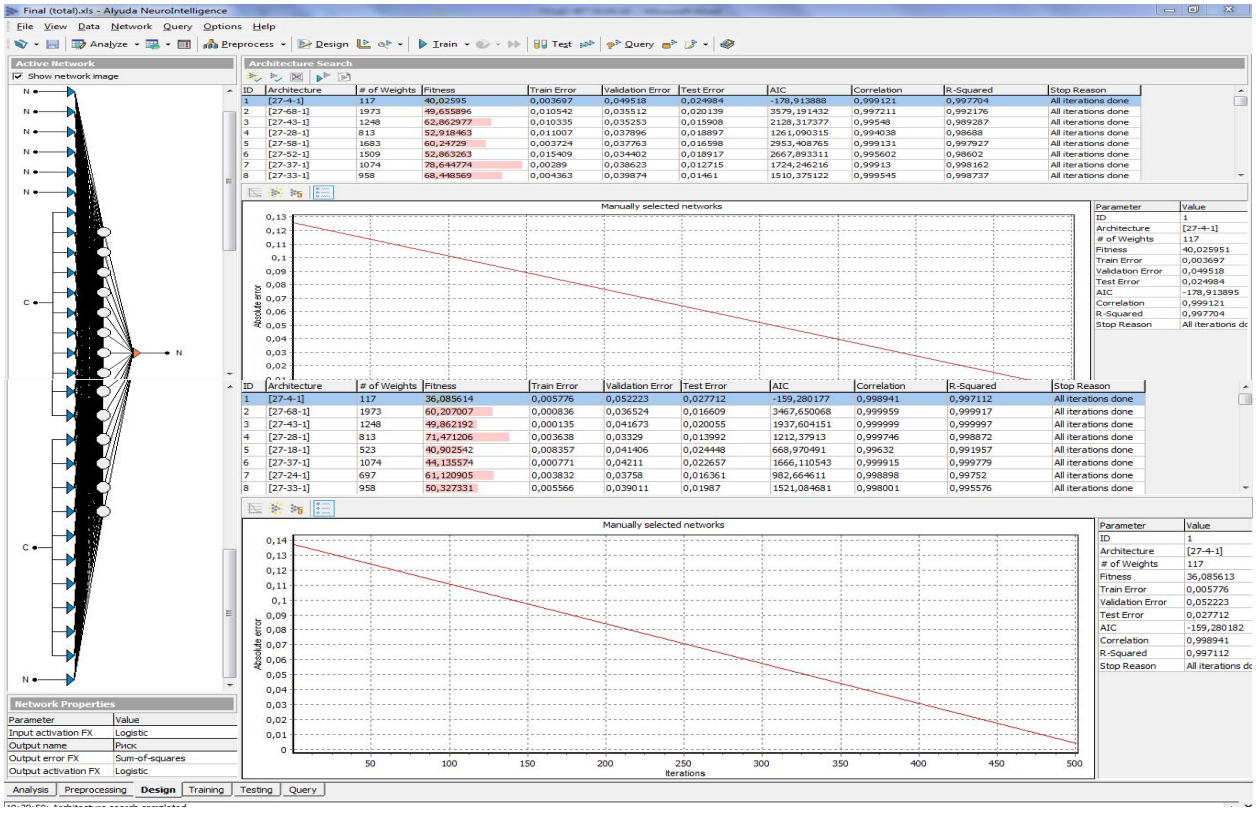


Рис. 6. Архитектура нейронной сети

Как правило, архитектура нейронной сети дает возможность использовать нейроны, позволяет соединить нейроны между собой, а также дает возможность взять вход нейронов в качестве внешних входов сети, и выходы в качестве внешних выходов.

После того, как подготовка данных была завершена, результаты показаны на рисунке 7.

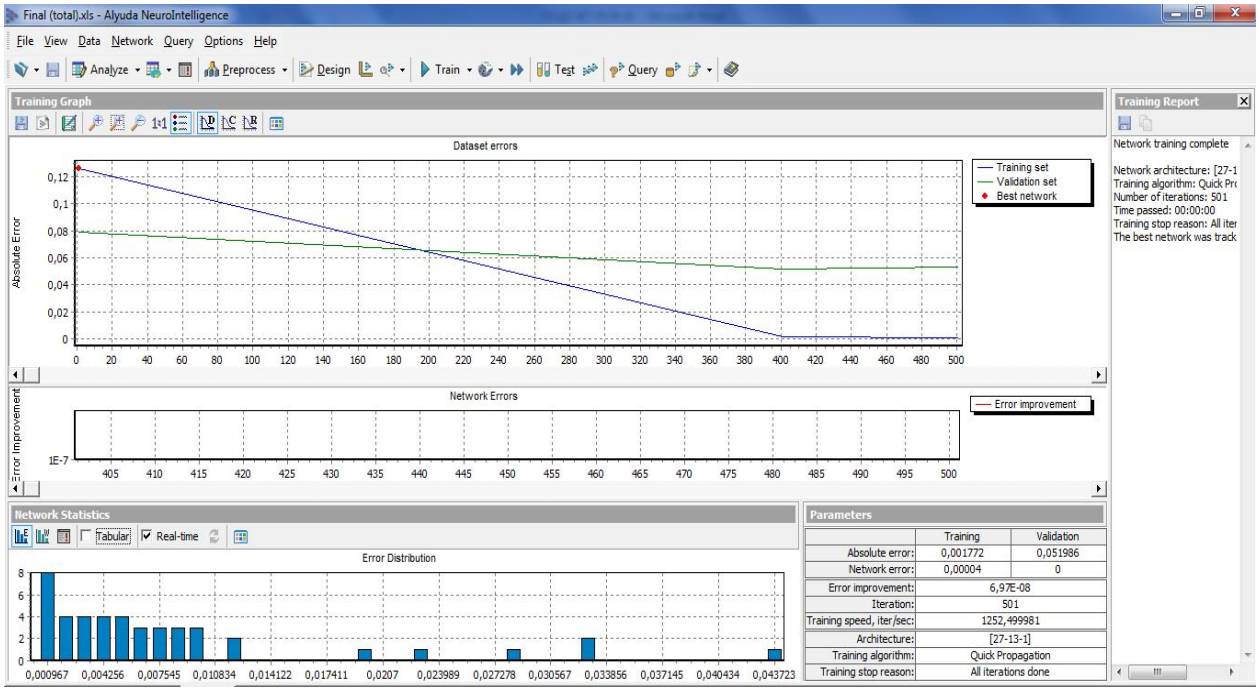


Рис. 7. Данные для обучения

Тестирование и оценка данных в данном исследовании, показаны на рисунке 8.

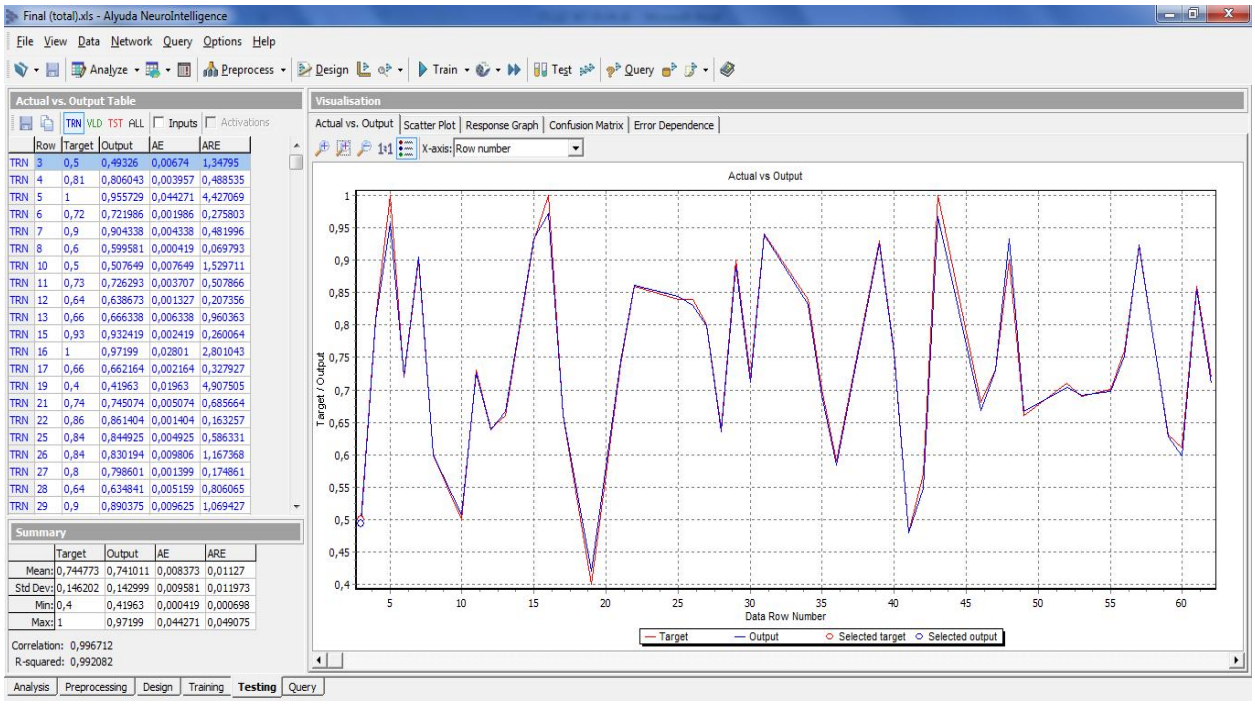


Рис. 8. Тестирование данных

Сравнительный анализ. Для примера дополнительно, мы можем использоваться с формулой оценки риска заболевания сахарного диабета 2-го типа. Метод описать тест метаболический синдром. Для тестирования было опрошено 10 человек, не ссылаясь на данные выше. В каждом тесте было по 7 вопросов, в конце тестирования с помощью суммирования баллов пациенты могли определить ожидаемый риск заболевания сахарным диабетом в течении последующих 10 лет. Ниже приведена таблица 2 оценки суммарного риска:

Таблица 2. **Оценка суммарного риска**

Сумма баллов	Ожидаемый риск
Меньше 7 баллов	Низкое развития СД возможно в 1 случае из 100.
7-11 баллов	Незначительное развитие СД возможно в 1 случае из 25.
12-14 баллов	Умеренное развитие СД возможно в 1 случае из 8.
15-20 баллов	Высокое развитие СД возможно в каждом третим случае.
Больше 20 баллов	Очень высокое развитие СД возможно в каждом втором случае.

В результате мы получаем оценку риск развития сахарного диабета у пациентов:

1. Тимурзаев Айдар: 11 баллов – незначительное развитие СД -
2. Жангелдин Аман: 17 баллов – высокое развитие СД
3. Нурпейсова Айдана: 12 баллов – умеренное развитие СД
4. Кудайбергенов Мурат: 15 баллов – высокое развитие СД
5. Петров Александр: 9 баллов – незначительное развитие СД
6. Сайлаубаева Жазира: 19 баллов – высокое развитие СД
7. Калаубаева Жансая: 6 баллов – низкое развития СД
8. Танитбергенов Жасулан: 22 баллов – очень высокое развитие СД
9. Медетов Али: 14 баллов – умеренное развитие СД
10. Амангелдиева Кунсулу: 12 баллов – умеренное развитие СД

Заключение

В данном исследовании была построена модель нейронной сети для выявления риска заболевания сахарным диабетом 2 типа. В этом исследовании были отобраны пациенты разного возраста, по результатам опроса которых удалось выявить факторы, влияющие на сахарный диабет. Данное исследование поможет медикам определить риск заболевания сахарного диабета у пациентов и назначить им дополнительные курсы лечения и автоматизации работы персонала.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Горелова А.В. Алгоритм обратного распространения ошибки / Горелова А.В., Любимова Т.В. Наука и современность. - 2015. - №38. С.151-156. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-obratnogo-rasprostraneniya-oshibki.

[2] Петрова М.М. Классификация сахарного диабета [Текст] / Петрова М.М, Крумчина О.Б., Киричкова Г.А.// Вестник Клинической больницы №51. – 2008. - № 1-1/том III. – С. 3-8. http://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-saharnogo-diabeta.

[3] Романов Д.Е. Нейронные сети обратного распространения ошибки [Текст] / Романов Д.Е. // Инженерный вестник Дона. -2009. - № 3/том 9. – С. 19-24. http://cyberleninka.ru/article/n/neyronnye-seti-obratnogo-rasprostraneniya-oshibki

[4] Заенцев И.В. Нейронные сети: основные модели [Текст] / И.В. Заенцев// Учебное пособие к курсу «Нейронные сети» для студентов 5 курса магистратуры. – Воронеж, 1999. – С. 3-73.

[5] Солдатова О.П., Семенов В.В. Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования [Текст] / Солдатова О.П., Семенов В.В. // Электронный научный журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ». - 2006. -№ 136. – С. 1- 7. http://masters.dgtu.donetsk.ua/2012/fknt/dorosh/library/article5.pdf

[6] Всемирная организация здравоохранения. – Режим доступа: http://www.who.int/countries/kaz/ru/.

[7] Дедов И. И., Шестаков М.В., Александр А.А. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом (6-й выпуск) [Текст] / Дедов И. И., Шестаков М.В., Александр А.А. // Сахарный диабет. – 2013. - № 1S, - С. 1- 120.

[8] Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Креминская В.М. Диагностика и классификация сахарного диабета [Текст] / Балаболкин М.И., Клебанова Е.М., Креминская В.М. // Сахарный диабет. – 1999. - № 3. – С. 11-17.

[9] Нейронные сети: алгоритм обратного распространения [Электронный ресурс] / С. Короткий. – Режим доступа: http://www.uran.donetsk.ua.

[10] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2013. Diabetes Care 2013; 36 Suppl 1:11-66. doi: 10.2337/dc11-S011.

[11] Hung-Teng Chang1 , Pin-Chang Chen2 , Han-Chen Huang3 , De-Hua Lin4. A Study on the Application of Neural Network to the Prediction of Weight Control/ Hung-Teng Chang1 , Pin-Chang Chen2 , Han-Chen Huang3 , De-Hua Lin4. International Journal of Engineering Research and Development. – 2013. - # 11. - PP. 78-85. URL: http://www.ijerd.com/paper/vol5-issue11/L05117885.pdf

Сандыбаева М.К., Уалиева И.М.

Екінші типті қант диабетінің шалдығу қаупін анықтауға арналған нейрондық желі моделін құрастыру

Түйіндеме. Бұл мақалада қатенің кері таралу алгоритмі және оның 2 типтегі қант диабетінің қаупін анықтау қарастырылады. Нейрондық желілер және эксперттік бағалаулар арқылы алынған нәтижелерге салыстырмалы талдау жасалынды. Нейронды желіліер негізінде алынған бұл нәтижелер қант диабеті ауру қаупін болжау тәжірибесінде қолдануға болатындығын көрсетеді. Нейрондық желінің математикалық моделін құрастыру үшін Alyuda NeuroIntelligence бағдарламасы қолданылды.

Түйін сөздер: 2 типті қант диабеті, қатенің кері таралу алгоритмі, нейрондық желілер, Alyuda NeuroIntelligence.

Sandybayeva M.K., Ualiyeva I.M.

Construction of a neural network model to determine the risk of disease from 2nd type diabets

Abstract. In the article is considered the algorithm of back-propagation and its application to the calculation of the type 2 diabetes risk. Comparative analysis of the results was carried out, the obtained neural network and expertise. It has been shown that the results obtained on the basis of neural networks can be used in practice for predicting the risk of diabetes. Software Alyuda NeuroIntelligence were used to construct a mathematical model of a neural network.

Key words: type 2 diabetes, back propagation algorithm, neural network, Alyuda NeuroIntelligence.

УДК 621.396

А.Е. Куттыбаева, Б.Т. Жанузаков
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, ainur_k_75@mail.ru)

АДАПТИВНЫЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИЙ

Аннотация. Сегодня в мире постоянно растут объемы информации во всех отраслях деятельности. Системы телеметрии обеспечивают получение, преобразование, передачу по каналу связи, прием, обработку и регистрацию измерительной информации и информации о событиях с целью контроля на расстоянии состояния и функционирования контролируемых объектов.

Цель статьи рассмотрение адаптивного каскадного кодера-декодера с исправлением ошибок для повышения достоверности передачи сообщений нерегулярной длины по цифровым радиоканалам связи локальные системы телеметрии. Решены следующие задачи: анализ методов помехоустойчивого кодирования-декодирования с последующим выбором вида кодирования; синтез алгоритмов кодирования-декодирования и разработка соответствующего программного обеспечения; проведение теоретических и экспериментальных исследований эффективности кодера-декодера при наличии в канале связи независимых ошибок и пакетов ошибок; разработка универсального программно-аппаратного комплекса, осуществляющего передачу данных между ЭВМ контролируемых объектов и ЭВМ диспетчерского центра с использованием радиомодемов; практические исследования эффективности работы; разработка рекомендаций по применению разработанного кодера-декодера в системах передачи данных различных локальные системы телеметрии.

Ключевые слова: кодер, декодер, речевой сигнал, речепреобразующее устройство, низкоскоростное кодирование, компенсация внешнего шума.

Далеко не всегда есть возможность связать диспетчерский центр (ДЦ) с контролируемым объектом (КО) кабельным каналом, кроме того, обычно это требует значительных финансовых затрат. Актуальной задачей является организация надѐжного цифрового радиоканала передачи данных.

Внедрение системы телеметрии требует определенных финансовых и временных затрат, также потребуются затраты на подготовку персонала диспетчерского центра. Как правило эти затраты оправдывают положительные эффекты от внедрения системы телеметрии:

- экономия ресурсов при достижении необходимого качества работы КО;
- повышение качества и эффективности оперативного управления за счет обеспечения диспетчерского и управленческого персонала оперативной информацией о текущем состоянии КО;
- увеличение достоверности и повышение оперативности учета и контроля работы персонала и оборудования КО;
- повышение производительности труда;
- повышение трудовой и технологической дисциплины персонала;
- наглядная оценка деятельности служб и участков КО;

- своевременное техническое обслуживание и ремонт оборудования;
- улучшение условий труда сотрудников.

Особо следует отметить, что в некоторых случаях ЛСТ полностью окупает себя, если с еѐ помощью была предотвращена всего одна авария.

На рисунке 1 изображен один из вариантов структурной схема системы телеметрии. На КО установлены контрольно-измерительные приборы (КИП) и

датчики. Сигналы от КИП и датчиков поступают на устройство сбора, обработки данных, а затем на передатчик. Далее по каналу передачи данных сигнал попадает на приемник ДЦ. После приемника сигнал попадает на устройство обработки, отображения информации и управления. Оператор воспринимает отображаемую информацию и при необходимости инициирует сигналы управления, проходящие обратным маршрутом.

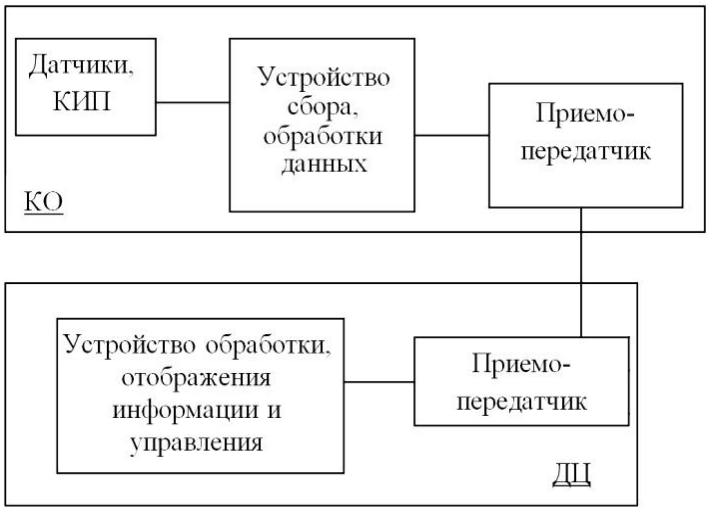


Рис. 1. Структурная схема системы телеметрии

Имеется три основных варианта топологической структуры ЛСТ: радиальная, магистральная, цепочечная [3].

1) Комплексы с радиальной структурой.

Радиальной структурой считается двухуровневая структура, при которой каждый из КО связан с общим для всех ДЦ отдельным независимым каналом связи (смотри рисунок 1.3.). Комплексы с радиальной структурой имеют самое низкое время реакции системы, однако требуют большого количества каналов связи и аппаратного усложнения устройства ДЦ для отдельного обслуживания каждого из каналов.

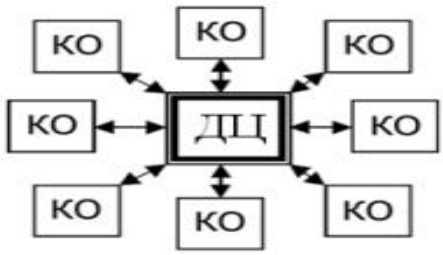


Рис. 2. Комплекс с радиальной структурой

Для каждого направления КО - ДЦ выделен отдельный канал связи или интерфейс. ДЦ производит одновременный прием данных по всем направлениям, поэтому задержка распространения сигнала определяется только пропускной способностью каналов связи. Каналы связи с КО могут иметь любую физическую реализацию, любые скорости обмена, иметь или не иметь модуляцию, обмен может производиться с использованием любого из поддерживаемых протоколов.

Комплексы такого типа рекомендуется использовать в системах, имеющих различные каналы связи с разной пропускной способностью, а также содержащих в своем составе устройства КО других изготовителей.

2) Комплексы с магистральной структурой.

Магистральной структурой считается двухуровневая структура, при которой каждый из КО связан с общим для всех ДЦ общим каналом связи (смотри рисунок 3). Обслуживание КО производится поочередно с использованием запросов со стороны ДЦ, содержащих номер запрашиваемого КП.

При поочередном обслуживании ДЦ посылает запросы на обмен данными в канал связи, последовательно обращаясь к каждому устройству КО по его индивидуальному номеру (адресу). В ответ на запрос ДЦ КО с указанным номером, имеющим данные для передачи, посылает их в ДЦ, при этом остальные КО в обмене не участвуют. Время реакции системы складывается из периода опроса КО (определяемого в зависимости от количества КО и объема принимаемой от них информации) и времени передачи информации (определяемой пропускной способностью канала связи). Устройство ДЦ комплекса такой структуры имеет только один коммуникационный адаптер, поэтому его стоимость значительно ниже стоимости ДЦ комплексов радиальной структуры.

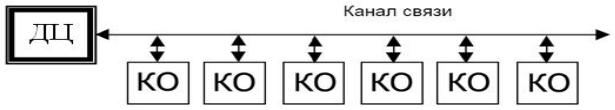


Рис. 3. Комплекс с магистральной структурой

3) Комплексы с цепочечной структурой.

Цепочечной структурой считается многоуровневая структура, при которой каждый из КО более высокого уровня является промежуточным пунктом управления для контролируемых пунктов нижнего уровня. На самом верхнем уровне находится ДЦ (рисунок 1.5.). Каждое устройство КО более высокого уровня собирает информацию о состоянии устройств КО, находящихся ниже уровнем, добавляет к ней свою информацию и передает на КО верхнего уровня. КО самого верхнего уровня передает информацию на ДЦ.

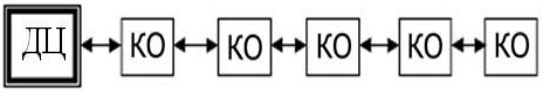


Рис. 4. Комплекс с цепочечной структурой

Внедрение системы телеметрии требует определенных финансовых и временных затрат. Как правило, это оправдывают положительные эффекты от внедрения системы телеметрии. Особо следует отметить, что в некоторых случаях ЛСТ полностью окупает себя, если с ее помощью была предотвращена всего одна авария.

Рассмотрим распространенный систематический код Хемминга (n=7, k=4).

Этот код, с учетом формулы 1., задается порождающей матрицей G_{7x4}:

$$G_{4x7} = (P_{4x3} * I) = \begin{pmatrix} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Задача декодирования заключается в том, чтобы по принятому слову r восстановить информационное слово u. При декодировании кодов Хемминга,

БЧХ, как и многих других кодов, важное значение имеет понятие синдрома.

Синдром *S* это результат проверки на четность принятого сообщения. Если синдром принятого сообщения равен нулю, то данное сообщение принадлежит набору кодовых слов, если нет, то принятое слово содержит ошибку.

Для вычисления синдрома определим вначале для нашего систематического кода проверочную матрицу H:

$$H_{(n-k)\times n} = \left(I_{n-k}, P^{T}_{kx(n-k)}\right) \quad (2)$$

$$H_{3\times 7} = (I_3, P^T_{4\times 3}) = \begin{pmatrix} 1001011 \\ 0101110 \\ 0010111 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Тогда система проверочных уравнений, определяющих синдром будет выглядеть следующим образом:

$$s = rx\,H' = rx \begin{pmatrix} 100 \\ 010 \\ 001 \\ 110 \\ 011 \\ 111 \\ 101 \end{pmatrix} \quad (4)$$

После вычисления синдрома существуют два основных метода дальнейшего декодирования кодов Хемминга: табличный метод и метод декодирования по проверочной матрице Н.

Табличный метод основан на получении таблицы соответствия позиции одиночной ошибки получающемуся при этом синдрому.

Метод декодирования по проверочной матрице основан на том, что синдром найденный при наличии ошибки в $i^{ом}$ символе равен $i^{ому}$ столбцу проверочной матрицы.

Даны рекомендации по применению разработанного каскадного кодера-декодера в различных ЛСТ. Разработан универсальный программно-аппаратный комплекс для ЛСТ, осуществляющий передачу данных между ЭВМ контролируемых объектов и ЭВМ диспетчерского центра с применением радиомодемов, использующий в своей работе адаптивный программный кодер-декодер. Разработана программа кодирования-декодирования бит запроса данных и служебной информации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. - 1104 с.

[2] Вернер М. Основы кодирования. – М.: Техносфера, 2006. – 286 с.

[3] Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. – М.: Техносфера, 2006. – 319 с.

[4] I.N. Herstein, Topics in Algebra, 2-ое издание, John Wiley and Sons, 1975.

[5] Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. – М.: Мир, 1976.

Құттыбаева А.Е, Жанузаков Б.Т.

Телеметрияға арналған адаптивті бөгеуілтұрақты техникалық құрылғылар

Түйіндеме: Мақалада телеметрия жүйелері байланыс радиоарналары бойынша тұрақсыз ұзындықты хабарламалар тарату дұрмыстығын көтеру үшін қателерді түзету адаптивті каскадтық кодер-декодер қарастырылған

Кілт көздер: кодер, декодер, телеметрия, сөзді реттейтін құрылғы, төменжиілікті кодалау, сыртқы шуылды компенсациялау.

Kuttybaeva A.E., Zhanuzakov B.T.

Adaptive antijamming technical devices for the systems of telemetries

Summary: The aim of the article is consideration of adaptive factorable coder-decoder with the correction of errors for the increase of authenticity of passing of messages of irregular length on the digital radio channels of connection in-plant systems of telemetry.

Key words: testing of quality, acoustic ambientnoise, relation signal/noise, громкоговорящая connection, speech signal, речепреобразующее device, low-speed encryption, indemnification of ambientnoise.

УДК 004.4'2

Ж. Стаханов, К. Джалмухамбетов
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан, warzhoma@gmail.com)

СОЗДАНИЕ ВЕБ-СЕВИСОВ НА ОСНОВЕ RESTFULL И SOAP

Аннотация: Веб-разработчики имеют большой выбор технологий. За это время было разработано много веб-технологий, некоторые развивались, некоторые уходили в историю. Существует различные подходы реализаций сервисных технологий на основе веб-сервисов. В инфраструктуре SOA есть две главные технологий по разработке веб-сервисов. Сегодня мы рассмотрим SOAP и REST. Пока SOAP был непременной частью инфраструктуры SOA, REST быстро развивался и отвоевывал долю в SOA. В этой статье мы сравним два подхода SOAP и REST. Выясним все недостатки и преимущество технологий. Опишем различие в рисунках и таблицах.

Ключевые слова: SOAP, RESTfull, wsdl, веб-сервисы, XML

1. Ведение:

В настоящее время Web Service технологий получает широкое применения, служат основой так называемых систем, опирающиеся на основе сервисов, в частности SOA.

Однако существует различные подходы реализаций сервисных технологий на основе веб-сервисов. В частности, имеет место SOAP и REST, которые предназначены для решения одних и тех же задач. В связи с этим в работе проводится сравнительный анализ характеристик программных продуктов созданных на основе SOAP и REST.

SOAP стандартный протокол доступа веб-сервисам который был разработан давно и разработан Microsoft.

REST это новая разработка. Он должен исправить ошибки и проблемы SOAP и предоставить легкий доступ к веб-сервисам. Однако, в некоторых случаях SOAP легок в применение. Обе технологий имеют свой особенности которые должны учитываться перед использованием. Для начало мы должны прояснить что SOAP и REST используют HTTP протокол, SOAP применяет более жесткий набор шаблонов чем REST. Правила SOAP очень важны, потому что без правил не возможна достигать стандартизаций. В архитектуре REST не требуются использовать правила, он более гибкий чем SOAP. SOAP и REST признанные стандарты обмена данными в веб-сервисах.

Simple Object Access Protocol (SOAP) — это протокол на базе языка XML, который определяет правила передачи сообщений по Internet между различными прикладными системами. В основном он используется для удаленного вызова процедур. Изначально протокол SOAP разрабатывался с тем расчетом, что он будет функционировать «над» HTTP (дабы упростить интеграцию SOAP в Web-приложения), однако теперь могут быть задействованы и иные транспортные протоколы.

REST (сокр. от англ. *Representational State Transfer* — «передача состояния представления») — архитектурный стиль взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети. REST представляет собой согласованный набор ограничений, учитываемых при проектировании распределённой гипермедиа-системы. В определённых случаях это приводит к повышению производительности и упрощению архитектуры. В широком смысле компоненты в REST взаимодействуют наподобие взаимодействия клиентов и серверов во Всемирной паутине[4].

XML — спецификации описывают язык Extensible Markup Language (XML).

WSDL — спецификации определяют язык описания Web-сервисов Web Services Description Language [1].

2. Сравнение RESTfull и SOAP:

Перед тем как сделать выбор между SOAP и RESTfull, мы должны понять какие веб-сервисы они поддерживают. Ваш выбор должен концентрироваться на каких потребностях вы нуждаетесь а не какая технология вам нравиться.

RESTfull - веб-сервис реализованный с использованием принципов REST.

SOAP использует только XML для передачи данных. Первоначально Microsoft разработало SOAP чтобы заменить старые технологий как Distributed Component Object Model(DCOM) и Common Object Request Broker(CORBA). Эти технологий провалилось потому что они использовали бинарную отправку данных. А SOAP использовал XML который работает лучше в интернете[5].

Вот запрос и ответ (Рисунок 1) RESTfull:

```
запрос
GET http://geocoder.kz/service/rest/geocode?address=50+Abaya+Ave,+Almaty+region

Ответ
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
xmls:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
 xmlns:geo="http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos#"
 xmlns:rdf="http://www.w3.org/2003/02/22-rdf-syntax-ns#">
 <geo:Point rdf:nodeID="aid47091944">
   <dc:description>50 Abaya Ave ALA, Almaty region 12563</dc:description>
   <geo:long>-56.458</geo:long>
  <geo:lat>54.5861</geo:lat>
 </geo:point>
</rdf:RDF>
```

Рис. 1. Пакеты запроса и ответа RESTfull

Большинство разработчиков считают, что SOAP очень сложен для применения. И как альтернативу был разработан RESTfull. Он не использует XML для запросов, RESTfull использует простые URL. В некоторых случаях можно использовать дополнительные способы ввода данных, но в большинстве случаев хватает URL для разработки веб-сервисов.

Если запрос RESTfull составляет только одну строку то SAOP несколько раз больше. А ответ на запрос примерно одинаков.

Что нам дает RESTfull? Главное преимущество это простота архитектуры REST. Мы не добавляем никакого нового слоя в разработку, а просто использует признанные стандарты. А теперь перейдем более детальному анализу.

Вот пакеты запроса и ответа (Рисунок 2) SOAP:

Есть четыре основных различиях между подходами SOAP и RESTfull:

• SOAP активно использует XML для кодирования запросов и ответов, а также строгую типизацию данных, гарантирующую их целостность при передаче между клиентом и сервером. С другой стороны, запросы и ответы в REST могут передаваться в ASCII, XML, JSON или любых других форматах, распознаваемых одновременно и клиентом, и сервером. Кроме того, в модели REST отсутствуют встроенные требования к типизации данных. В результате пакеты запросов и ответов в REST имеют намного меньшие размеры, чем соответствующие им пакеты SOAP[3].

• В модели SOAP уровень передачи данных протокола HTTP является «пассивным наблюдателем», и его роль ограничивается передачей запросов SOAP от клиента серверу с использованием метода POST. Детали сервисного запроса, такие как имя удаленной процедуры и входные аргументы, кодируются в теле запроса. Архитектура REST, напротив, рассматривает уровень передачи данных HTTP как активного участника взаимодействия, используя существующие методы HTTP, такие как GET, POST, PUT и DELETE, для обозначения типа запрашиваемого сервиса. Следовательно, с точки зрения разработчика, запросы REST в общем случае более просты для формулирования и понимания, так как они используют существующие и хорошо понятные интерфейсы HTTP.

• Модель SOAP поддерживает определенную степень интроспекции, позволяя разработчикам сервиса описывать его API в файле формата Web Service Description Language (WSDL, язык описания веб-сервисов). Создавать эти файлы довольно сложно, однако это стоит затраченных усилий, поскольку клиенты SOAP могут автоматически получать из этих файлов подробную информацию об именах и сигнатурах методов, типах входных и выходных данных и возвращаемых значениях. С другой стороны, модель REST избегает сложностей WSDL в угоду более интуитивному интерфейсу, основанному на стандартных методах HTTP, описанных выше.

• В основе REST лежит концепция ресурсов, в то время как SOAP использует интерфейсы, основанные на объектах и методах. Интерфейс SOAP может содержать практически неограниченное количество методов; интерфейс REST, напротив, ограничен четырьмя возможными операциями, соответствующими четырем методам HTTP[2].

```
запрос
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SOAP-ENV:Envelope
 xmlns:SOAP-ENV="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope"
xmlns:ns1="http://rpc.geocoder.us/Geo/Coder/US/"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2002/XMLSchema"
xmlns:xsl="http://www.w3.org/2002/XMLSchema-instance"
 xmlns:SOAP-ENC="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
 SOAP-ENV:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
<SOAP-ENV:Body>
 <ns1:geocode>
   <location xsl:type="xsd:string">50 Abaya Av, Almaty, region</location>
 </ns1:geocode>
</SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>

ответ
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<soap:Envelope
xmlns:xsl="http://www.w3.org/2002/XMLSchema-instance"
xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2002/XMLSchema"
soap:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
>
<soap:Body>
 <geocodeREspose xmlns="http://rpc.geocoder.us/Geo/Coder/KZ/">
 <geo:results soapenc:arrayType="geo:GeocoderAddressResult[1]"
  xsl:type="soapenc:Array"
xmlns:geo="http://rpc.geocoder.us/Geo/Coder/US/">
 <geo:item xsl:type="geo:GeocoderAddressResult" xmlns:geo="http://rpc.geocoder.kz/Geo/Coder/KZ/">
   <geo:number xsl:type="xsd:int">50</geo:number>
   <geo:lat xsl:type="xsd:float">54.5861</geo:lat>
   <geo:street xsl:type="xsd:string">Almaty</geo:street>
   <geo:state xsl:type="xsd:string">region</geo:state>
   <geo:city xsl:type="xsd:string">Almaty</geo:city>
   <geo:zip xsl:type="xsd:int">12563</geo:zip>
   <geo:suffix xsl:type="xsd:string">ALA</geo:suffix>
   <geo:long xsl:type="xsd:float">-56.458</geo:long>
   <geo:type xsl:type="xsd:string">Ave</geo:type>
   <geo:prefix xsl:type="xsd:string">
 </geo:item>
</geo:results>
</geocodeResponse>
</soap:Body>
</soap:Envelope>
```

Рис. 2. Пакеты запроса и ответа SOAP

Таблица 1. **Сравнение RESTfull и SOAP**

Критерий	SOAP	RESTfull
Спецификация JAVA	JAX-WS	JAX-RS
Назначение	Инкапсулирует бизнес-логику	Доступ к ресурсам/данным
Методология разработки	Объектно(сервисно) - ориентированная	Ресурсно-ориентированная
Независимость от языка	Да	Да
Независимость от плат-формы	Да	Да
Независимость от транс-порта	Да	Нет (только HTTP)
Стандартизирован	Да	Нет
Безопасность	SSL, WS-Security	SSL

Транзакции	WS-Atomic Transaction	Нет
Надежная доставка	WS-Reliable Messaging	Контроль со стороны приложения
Производительность	Ниже	Выше
Кэширование	Нет	Есть для метода GET
Транспорт	HTTP, SMTP, JMS	HTTP
Размер сообщений	Большой, служебные данные	Небольшой
Протокол сообщений	XML	XML, JSON и любой тип MIME
Описание сервисов	WSDL	Формального нет
Инструменты разработки	Требуются	Можно и без них

Из этой таблиц (Таблица 1) мы должны сделать несколько выводов:

1) SOAP требует больше ресурсов чем RESTfull, поскольку SOAP использует HTTP как транспортный протокол а вся логика находиться на сервере, то он требует больше затрат времени на выполнение и отправляет больше данных чем REST.

2) SOAP более защищенный и поддерживает транзакций. Из за этого если обеспечение безопасности данных критично то SOAP предоставляет более гибкие возможности.

3) Поскольку RESTfull не нуждается в строгой типизаций данных, может использовать разные форматы для передачи данных и использует существующие методы HTTP то с точки зрение разработчика, запросы REST более простые и легки в понимание.

3. Заключение:

Оба протокола имеют как и сильные так и слабые стороны. Выбор между SOAP и RESTfull должен происходить исходя из языка программирования который вы знает, инструменты которые вы используете и спецификацию приложения. Иногда SOAP лучшее решение иногда RESTfull больше подходить. Чтобы решить проблему, вы должны взвесить все недостатки и преимущества для конкретной задачи.

Для разработки маленьких и средних веб-сервисов (если обеспечение безопасности не критична) то советуем использовать RESTfull. Если при разработке обеспечение безопасности критична то советуем использовать SOAP. При других случаях по предпочтению разработчика.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Машнин Т. С. М38 Web-сервисы Java. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 560 с.

[2] Васвани В. Zend Framework. Разработка веб-приложений на PHP СПб.: Питер, 2012. - 432 с.

[3] REST vs SOAP — https://habrahabr.ru/post/158605/ (дата обращения 27.03.2016)

[4] REST vs SOAP. Часть 1. Почувствуйте разницу — http://habrahabr.ru/post/131343/ (дата обращения 27.03.2016)

[5] Understanding SOAP and REST Basics And Differences — http://blog.smartbear. com/apis/ understanding-soap-and-rest-basics/ (дата обращения 27.03.2016)

Стаханов Ж., Джалмухамбетов К.

RESTfull және SOAP негізінде веб-сервисті құру

Түйіндеме: Қазіргі кезде барлық веб-программа жазушылар таңдап алуға болатын көп технология түрлері бар. Деректер базасына қарапайым құқығынан бастап басқалардың жазғандарын қолдануға дейін барлығы бар. Бұл уақыт ішінде көп технологиялар пайда болды, кейбіреулері дамып жатса, кейбіреулері тарихта қалды. Веб-сервис құруға екі технология бар. Біз SOAP және REST қарастырамыз. SOAP әлі де SOA инфрақұрылымының нақты бір бөлігі болғанда, REST жылдам дамып, SOA үлесін өзіне қаратып алды. Осы статьяда біз SOAP және REST екеуін салыстырамыз. Олардың технологияларының жетістігі және кемшілігін анықтаймыз.

Терминдер: SOAP, RESTfull, wsdl, веб-сервистер, XML

Stakhanov Zh., Dzalmukhanbetov K.

Creating web-services based on RESTfull and SOAP

Summary: Web developers have huge amount choice in developing web services. All from a simple database access to the use of third-party developments. In this time many technologies was created, some technologies die some

technologies developed. Today, web-services have many ways to realization. In SOA, have two general technologies, which created for web-services. When SOAP was general technology in SOA, the new technology start to invent the market witch called REST. In this article, we compare two technologies SOAP and REST. Find out advantages and disadvantages of technologies. Describe it tables and in images.

Key words*:* SOAP, RESTfull, wsdl, web-services, XML

ЖОК 681.587.5

Ж.С. Бигалиева, Г. Құттыбаева
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, email: zhanka_s_81@mail.ru)

ӨРТ ДАБЫЛДАМАСЫ ЖҮЙЕСІНДЕ ЖАНУ ТУРАЛЫ БЕЛГІ БЕРЕТІН ДАБЫЛДАТҚЫШТЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Зерттеу объектісі ретінде жану туралы белгі беретін дабылдатқышты қарастыру.Жұмыстың мақсаты жалын-жылу әсерінен іске қосылатын және сол нысанды өрт туралы хабардар етуге арналған, құрылымы қарапайым өрт дабылдатқыш жүйесін зерттеу. Жұмыста құрылғының принципиалды сұлбасы құрастырылып, қарапайым аспап жинастырылды.Құрылғы өрт болған кезде жоғары температураға ие, оның құрылымы икемді, қолданылуы қарапайым және қол жетімділігі қарастырылған.

Кілттік сөздер: өрт дабылдатқышы, хабарлағыш, дабылдатқыш жүйесі, термосезімтал элемент, ультрадыбыстық жиілік, түтін датчигі, аналогты−адрестеу жүйесі.

1 Өрт және өрт дабылдатқыш жүйесі

Өрт дабылдатқышы - мысты сымдардан жасалған жоғары температуралы ультрадыбысты толқын әсерінен өзінің параметрлерін өзгертетін сезгіш элемент. Дабылдатқыш жалын-жылу әсерінен іске қосылады және сол обьектіні өрт туралы хабардар етуге арналған, мысалыға құбырсымдарын, электр желілері мен агрегаттарында болады.

Белгілі құрылғымыз өрт дабылдатқышы құрылымы икемді, белгіленген қашықтықта бақыланатын обьектіні жоғарғы бедерімен сәйкес етіп қоюға мүмкіндік беретін термосезімтал элемент болып табылады, оған мысал Meggitt компаниясының өртқызу дабылдатқышы, сонымен қатар төтенше өрт дабылдатқыш құрылғысын жатқызуға болады.

Электротехника облысындағы жетістіктер көптеген әртүрлі автоматты хабарлама қондырғыларының пайда болуына әкелді. Олардың құрылуына аз емес үлесті өз бетінше оқығандар, оның ішінде біздің отандасымыз мәскеулік шаруа Якров Казаковта қосқан еді. 1899 ж. ол ауыр мырыш рамасынан және оған осындай атериалдан бекітілген пластинкадан жасалған автоматты өрт контактісіне артықшылық берілді. Температураның бірқалыпты өзгеруі кезінде рама мен пластинаның ұзаруы бірдей болды, құрылғы осылайша сигнал бермеді. Қоршаған орта температурасының салыстырмалы көтерілуі кезінде пластинка оның температурасын қабылдап, нәтижесінде кеңейтілетін. Бірақ оның соңдары массивті рамаға бекітілуіне байланысты пластинка бүгіліп, контактқа жанасатын, осымен қоңыраудың электрлік тізбегі тұйықталатын.

Бұл ұсынысты мамандар барынша бағалады, себебі ол автоматты жүйелердің қолдану аясын кеңейтті. Өйткені ғимараттың бағытталуына байланысты (кептіретін жай, шеберхана, қазандық және т.б.) хабарлама қондырғысының іс-ке қосылуының аумалы күйдегі температурасы өзгеретін.

Хабарлама қондырғысының іске қосылуына белгілі температураны тапсыру, енді лимбті бұру арқылы жүзеге асады, сонымен қатар бұранда соңы пластина қарай қозғалатын. Алғашқы автоматты жылу хабарлама қондырғыларының негізіне салынған келесі техникалық шешімдер, оның ішінде жеңіл балқитын ендірмелерге биметалдық пластиналар және басқаларда біздің мемлекеттеде қолданыс тапты.

Өрттің пайда болуының аса шартты белгілеріне сәйкес, өрт шығу жерін табатын автоматты құралдарды шартты түрде 4 негізгі типке бөлу қабылданған:

− жылулықтан бұзылатын аэрозольдық өнімдерді табатын құралдар (түтіндік хабарлама қондырғылары);

− жылулықтан бұзылатын көрінбейтін газды өнімдерді табатын құралдар (газды хабарлама қондырғылар);

– өрт ошағынан конвективтік жылуды табатын құралдар (жалынның хабарлама қондырғылары);
– 60-70 –шы жылдардағы хабарлама қондырғылары.

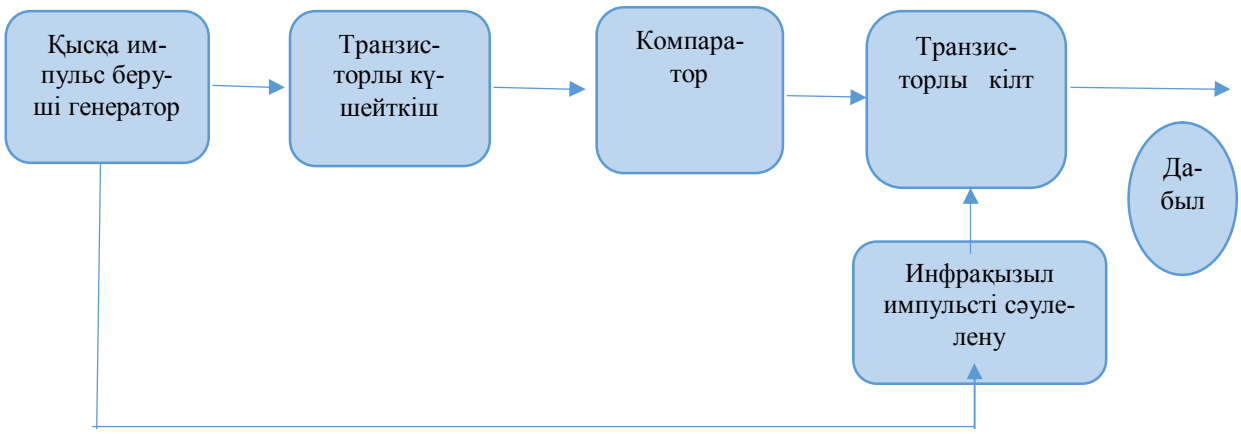
Өрт шығу жерін табатын автоматты құралдарды қолдану қандай да бір себептермен мүмкін болмаса немесе экономикалық жөнсіз болса, қолды өрт ха-барлама қондырғысын немесе басқа да батырмалы құрылғылар – дабылдат-қыштар қолданылады.

Автоматты өрт сөндіру сигналдау жүйесінде аса кең таралған хабарлама қондырғылары жылулық және түтіндік өрт хабарламалары болып табылады. Ол көптеген өрт ке қауіпті заттардың жану процесінің алғашқы фазасының спецификасымен және осы хабарлама қондырғыларының құрылымдық шешім-дер мен қарапайым сызбалармен түсіндіріледі.

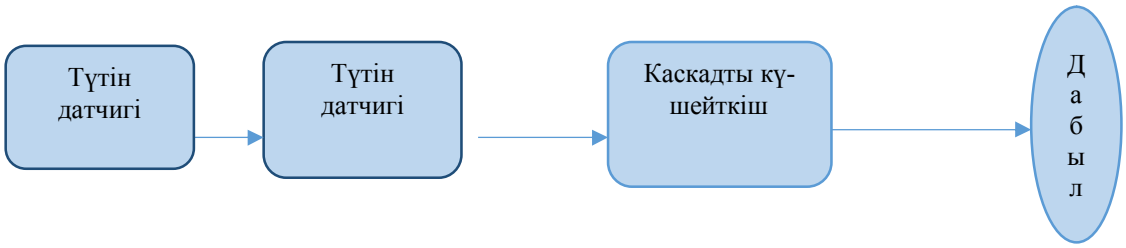
Жылулық өрт хабарлама қондырғыларында термоэлектрлік эффект кең қолданылады, ферромагниттік материалдардың магнитік құрамының белгілі температурады өзгеру құбылысы, жеңіл балқитын ұйтқыардың механикалық құрамы, жартылай өткізетін материалдардың электро өткізгіштігі, металдың сызбалық өлшемі және т.б.

2 Түтін және температура (жылу) датчигі

Өндірістік орындарда өрт туралы ескертіп отыратын түтін датчигінің арқасында адам өмірінің қауіпсіздігі сақталады және де бағалы заттарды да сақтай аламыз. Өрт дабыл жүйесінде екі датчик қолданылады: Термодатчиктер ақпаратты бөлме өртеніп жатқанда береді. Ал түтін датчигі дабыл туралы енді басталған түтінді сезіп ақпарат береді. Сондай түтін датчиктернің құрылымдық сұлбасы төменде көрсетілген.



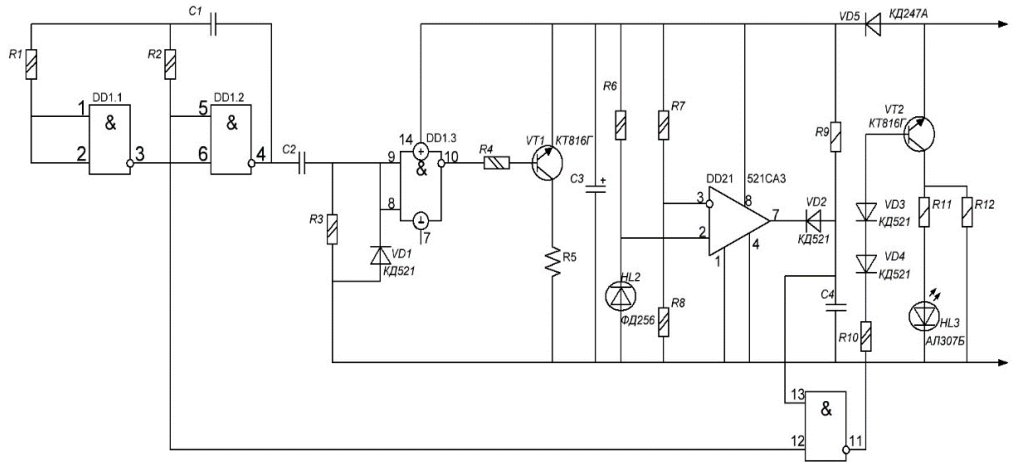
1-сурет. Тарату құрылғысының құрылымдық сұлбасы



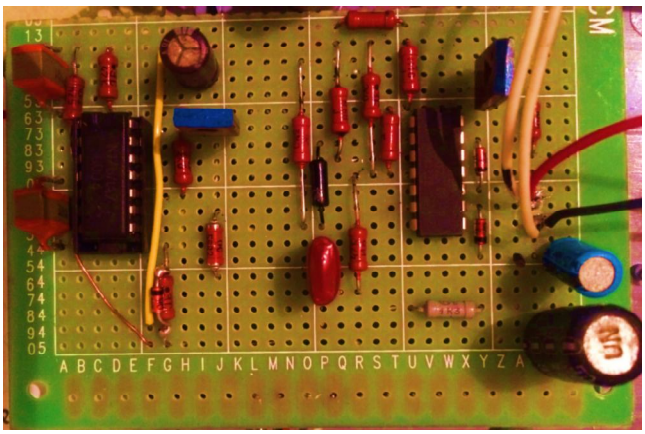
2-сурет. Бақылау сұлбасы

Өндірістік орындарда көбіне өрт дабылдатқыш жылу датчиктері қолданылады. Себебі олар неғұрлым арзанырақ болып келеді. Мұндай құрылғының ерекшелігі қорғалған аймақ өртеніп жатқанда дабыл сигналын береді.

Өрт сөндірушілердің көзқарасы бойынша анағұрлым сенімдірегі түтінді сезіп іске қосылатын түтін датчиктері болып табылады. Бірақ олар барлық тұтынушылардың қалтасына сай келмейді. 2, 4 - суреттерде, тарату құрылғысының принципиалды сұлбасы және жинастырылған көрінісі көрсетілген.

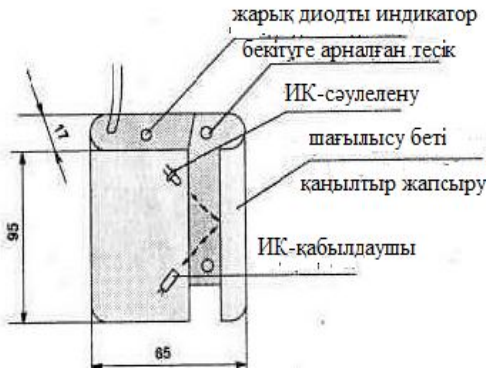


3-сурет. Тарату құрылғысының принципиалды сұлбасы



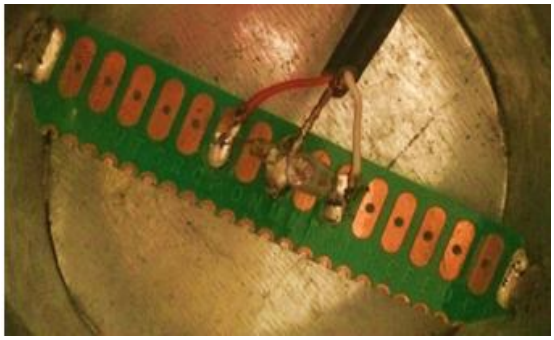
4-сурет. Тарату құрылғысының жинастырыған көрінісі

5-суретте түтін датчигінің бір нұсқасы келтірілген. Сұлба генератордан (микросұлбаның элементтері DD1.1, DD1.2, C1, R1, R2), қысқа импульсті құ-раушыдан (DD1.3 және C2, R3), күшейткіштен (VT1) және инфрақызыл им-пульсті сәуле таратушыдан (HL1), сонымен қатар компаратордан (DD2) және транзистордағы кілттен(VT2) тұрады. Инфрақызыл импульсті фотодиодты HL2 қабылдағанда компаратор іске қосылады және өзінің шығысында конденса-торды C4 тогынан ажыратады. Сол бойында импульстердің өтуі бұзылғанда, конденсатор резистор R9 арқылы 1 секунд уақыт аралығында кернеу көзіне дейін зарядталады, және D1.4 элементі өз жұмысын бастайды. Ол генератор испульстерін VT2 ток қосқышына жібереді. HL3 жарық диодты қолдану аса қажетті емес болып табылады, бірақ оның арқасында датчиктің іске қосылуын бақылау өте ыңғайлы болып келеді.



5-сурет. Датчик конструкциясының түрі

Датчик конструкциясы жұмыс аймағына ие, түтін шыққан кезде инфра-қызыл импульстерінің өтуі әлсірейді, ал егерде бірнеше импульстер қатарынан өтпеген кезде датчик іске қосылады.Осылайша байланысқан сызықтарда ток импульсі пайда болады. Ол 2.5−суретте бақылау сұлбасында көрсетілген.



2.6-сурет. Бақылау сұлбасы

Түтін датчигін бір ғана қорғалған шлейфке параллельді түрде қосуға болады. Бақылау сұлбасын баптау барысында R14 кедергісімен VT3 және VT4 транзисторлары жасырылған орналасқан күйде орнатамы,яғни HL4 жарық диоды жанбаған кезде. Түтін датчигінің бірі ҚҮЗЕТУ режимінде 3мА кем емес ток көзімен тұтынады және жұмыс кезінде -40 до +50 °С температура диа-пазонында тексерілген.

Бақылау сұлбасының шығысы (коллектор VT4) қорғау жүйесіне тікелей датчикпен бірге қосылуы мүмкін.

Бір уақытта әр түрлі жерде орналастырылған бірнеше датчиктерді қол-дану барысында сұлбаға түтін датчиктер тудырған индикатор сандарымен толтыруға болады. Ол үшін генератор жиілігі (С1 және R2 байланысты) бір-бірінен ерекшеленуі керек, мысалы Назаров.М ұсынысы бойынша ("Радио", N 3, 1984, бет. 29—30), яғни сандық индикатор жиілігін пайдалана отырып өрт болған орынды анықтау оңай болатын еді. Осыған байланысты әрбір датчикке күзету шлейф жүргізу қажет болмайды, сымдарды ажырату оңайға соғады және олардың шығынын азайтады.

VT1 және VT2 транзисторлары КТ814 түріне алмастыруға болады. Ин-фрақызыл диодтары басқа да көптеген түрлеріне сәйкес келеді, бірақ ол үшін номиналды резисторды R6 таңдау қажет болады.

С1, С2, С4, С5 конденсаторлары К10-17А, ал С3 - К53- 18-16В және С6 - К50-6-16В түрінде қолданылады. R14 кедергісі СП5-2, ал қалғандары С2-23 түрінде болады.

Түтін датчигі тез жанатын заттар сақталған бөлмелелерде бірыңғай орында орналастырылады, ал ауа ағыны өтетін орындарды табу, мысалы желдету тесігіне жақын болған жағдайда өрт ертерек анықталатын болады.

2.1 Функционалдық элементтерді таңдау

Техникалық тапсырманың өрт дабылдатқышын зерттеу және жасау негізіндегі электрлік принциптік схемасы бойынша қоятын талаптарын талдап шығып, элементарлық базаны талдауды және таңдауды жүргіземіз.

Жасалынып отырған қондырғыға жұмыс температураларының және басқа да бейтұрақтандырушы факторлардың диапазонына аса жоғары талаптар қо-йылмайтындықтан, аспапта шағын габариттері және тұтынатын қуаты бар арзан электрорадиоэлементтерді пайдалану туралы қорытынды жасауымызға болады.

Электрлік принциптік схеманы жасау кезінде радиоэлементтердің келесі түрлері: микросхемалар, транзисторлар, диодтар, резисторлар, конденсаторлар пайдаланылды. Электрорадиоэлементтер жылу және энергетика сипаттамалары бойынша үйлесімді болуға тиіс.

Компаратор және қысқа импульсті генератор интегралды микросхемалар-да жиналған.

Микросхемалардың типін таңдап алуды келесі түпкі ойларды негізге ала отырып жүргіземіз:

− микросхемалардың параметрлерінің электрлік принциптік схемаға сәй-кестігі;

− интегралды микросхема тұтынудың минималды тогына ие болуға тиіс;

− төмен өзіндік құны.

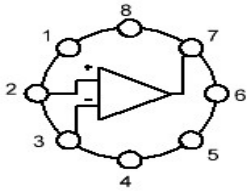
Таңдап алынған микросхемалардың электрлік параметрлері 2.1 − кестеде келтірілген.

1- кесте. **Микросұлбалардың электрлік параметрлері**

ИМС сериясы және типі	ИМС параметрлері	
	$U_{кор}$, В	$I_{тұр}$, мкА
К561ЛА7 К521СА3	3В 30В	2мкА 100нА

К561ЛА7 интеагралды микросұлба екі қатар бойында орналасқан 14 бұдырлы түйіннен тұратын пластмассалы корпуста жасалады. К561ЛА7 «ЖӘНЕ-ЕМЕС» логикалық элементті орындайды және көбіне КМОП құры-лымы бойынша дайындалады. К561ЛА7 құрамында екі кірісті төрт «ЖӘНЕ-ЕМЕС» логикалық элементі бар.

К521СА3 микросхема биполярлы технология бойынша дайындалған және де ақпаратты өңдеу жүйесіне, импульстің өсу жылдамдығынағдетекторладрда және де автогенераторларда қолдануға арналған. К521СА3 микросхема жұмыр металл-шынылы корпуста жасалады. Кернеу көзі бұл микросхемада +15В-ты құрайды. К521СА3 микросхмасы өзімен бірге компараторды құрайды және 51 интегралды элементтен тұрады. Корпус түрі: 301.8-1,3101.8-9.01. Салмағы 1,6 грамм мөлшерінен көп болмайды.



9-сурет. К521СА3 интегралды микросұлбасы

Түйіндердің атауы:

1) +IN – инверттелмеген кіріс;
2) -IN – инверттлген кіріс;
3) V+ – оң кернеу көзі;
4) V- – теріс кернеу көзі;
5) OUT – шығыс;
6) BALANCE – теңестірілетін кірістер;
7) GND – жалпы.

Екі тактылы күшейткіште КТ816Г типіндегі орташа қуатты транзистор-ларды қолданатын боламыз. Кремнийлі транзистор тұрақты p-n-p құрылымды, төмен жиілікті болады. Ол төмен жиілікті күшейткіштердің жұмыс жасауы үшін және де операциялық, дифференциалдық күшейткіштерге, түрлендіргіш-терге арналған. КТ816Г транзистор икемді түйіндері бар пластмассалы корпус-та шығарылады. Салмағы 0,7 грамм мөлшерінен кем емес. Олар айтарлықтай шағын және арзан және мынадай келесі параметрлерге ие: максимальды қуат мәні (P_K (max)): 25 Вт; Рұқсат етілген ең көп коллектор-эмиттер кернеуі V_{CE} (max) ($U_{КЭ}$ (max)): 80 В; Рұқсат етілген ең көп эмиттер-база кернеуі V_{EBO} (max) ($U_{ЭБ}$ (max)): 5 В; Максималды коллектор тогыI_C (max) (I_K (max)): 3 А; Шекті жиілік f_t ($f_{ГР}$): 3 МГц.

Диодтардың типін таңдап алуды келесі түсініктерге сүйене отырып жүргіземіз:

− диод жоғары жиілікті немесе әмбебап болуға тиіс;

− диодтардың электрлік параметрлерінің принципиальды электр схемаға сәйкестігі сақталуға тиіс;

− мүмкіндігіне қарай минималды типтік өлшемдері бар диодты қолдану.

Осы талаптарға және тұтынылатын қуаттың шамасына арқа сүйей отырып, КД521,КД247А және жарық диодтар АЛ307Б,ФД256 және АЛ156А сериялы диодтарды таңдап аламыз.

КД521− кремнийлі импульсті диод. Құрылымы бойынша икемді түйіндерден тұратын шыны корпуста жасалады.кремниевые импульсные диоды. КД521 диодтары түс коды бойынша маркирленеді,яғни бір кең және екі тар жолақты болады: КД521А – көк түсті, КД521б – сұр түсті, КД521В – сары түсті, КД521 Г –ақ түсті және КД521Д – жасыл түсті. С2-23 сериялы резисторларды қолдана-

тын боламыз. Осы серияның элементтері шағын өлшемге ие және құны бойынша қымбат емес. Олардың ақаулығы ±10% көп болмауға тиіс. Айнымалылар үшін СП4-1а сериясындағы резисторларды аламыз. Олар пайдаланылуының қарапайымдылығымен және арзан бағасымен ерекшеленеді.

Қондырғы айтарлықтай сенімді және жиіліктердің қажетті диапазонын қамтамасыз ететін болуға тиіс болғандықтан, КМ типті конденсаторларды пайдаланатын боламыз. К50-35 типіндегі электролиттік конденсатор кемінде 16В кернеуне есептелуге тиіс. Сондай-ақ К10-17 конденсаторлары пайдаланылатын болады. Олардың ақаулығы ±20 пайыздан көп болмауға тиіс.

Ұсынылып отырған жұмыс өндіріс орындарында қолдануға арналған өрт дабылдатқышы жобаланды. Жобаланған құрылғымыз ыстыққа төзімді металдардан жасалған икемді сымнан тұратын сезімтал элемент болып табылады. Ол өрт болған кезде жоғары температураға ие болады. Оның құрылымы икемді, қолданылуы қарапайым және қол жетімді болып келеді.

Қорытындылай келгенде, өндіріс орындарында өрт дабылдатқышын орнатар кезде сол өндіріс орнының жоғары жиілікті тербеліс әсерін және оларға құрылған акустикалық шуды есептемегенде керекті шаралар қабылднауы тиіс. Мұндай шараларды дыбыс өткізбейтін элементті монтаждау жолымен жасайды. Өрт дабылдатқышының пішіні өндіріс орындарының үлкен алаңды немесе көлемді болуына байланысты бақыланып орнатылады. Сонымен қатар, өрт дабылдатқыш құрылғысын қауіпсіздік ретінде де қолдануға болады. Яғни, құрылғыға қолмен жанасқан кезде акустикалық біртексіздік пайда болып, таратқыш пен қабылдағыш құрылғы арасындағы акустикалық байланыс әлсірейді, мұндай жағдайлар өрт дабылдатқышының іске қосылуын қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Пожарная техника. Часть II. Пожарное оборудование/Н.М.Дэнкас, К.И.Кравченко, Н.Д.Шебеко и др.- М.: ВНИИПО.

[2] «Пожарная автоматика» 2007, Журнал-каталог.

[3] Установки пожаротушения автоматические. Справочник С. В. Собурь. Москва: ЗАО «Спецтехника» 2001 г.

[4] Датчик системы пожарный сигнализации производства Meggitt Safety Systems lnc (США). - <http:www.abris.sp.ru/RUS/fire_detectors.html

[5] Датчик пожара. - <http:www.vibro-meter.ru/meggit/FD-801.html>.

[6] Коннов В., Фомкин А. Устройство аварийной пожарной сигнализации. Патент РФ № 2315362. – Бюллетень изобретений, 2010, №2.

[7] Установки пожаротушения автоматические. Учебно-справочное пособие. С. В. Собурь. Москва: «Пож.Книга» 2008 г

[8] Абраменкова, И. Оптические датчики тока и напряжения / И. Абраменкова, И. Корнеев, Ю. Троицкий // Компоненты и технологии. – 2010. – № 8.

[9] Билибин К. И., Шахнов В. А. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учеб. для техн. Вузов.2015г.

[10] Антипов В.А., Мелехин В.П. Повышение точности средств измерений. М.: «САЙНС-ПРЕСС», 2010. – 262 с.

Бигалиева Ж.С., Куттыбаева Г.

Исследование сигнализатора возгорания в системе пожарной сигнализации

Резюме: Объектом исследования является сигнализатор возгорания, который подает сигнал о пожаре. Цель работы сигнализатор приводится в действие тепловым воздействием пламени и предназначен для оповещения о возгорании протяженных объектов, структура системы пожарной сигнализации простая. Разработана принципиальная схема прибора, на основе схемы собран простая, доступная схема. Прибор предназначен исключительной надежностью работы, весьма простая и практически доступен всем.

Ключевые слова: сигнализатор возгорания, система сигнализации, термочувствительный элемент, ультразвуковая частота, датчик дыма, аналого – адресный система.

Bigalieva Zh. S., Kuttybaeva G.

Research Warner of ignition in the system of the fire warning

Summary: research Object it is been Warner of ignition, that gives a signal about a fire. Aim of work Warner is started going by thermal influence of flame and intended for notification about ignition of extensive objects, the structure of the system of the fire warning is simple. Worked out fundamental chart of device, on the basis of chart collected simple, accessible chart. A device is intended by exceptional reliability of work, very simple and practically accessible to all.

Key words: Warner of ignition, system of signaling, термочувствительный element, ultrasonic frequency, sensor of smoke, аналого - address system.

УДК 519,86;656,02

А.Ишманов, И.Алиходжаев, Л.Лукпанова, Р.Мустакаев, Р.Мухамедиев
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, lyazzat.lukpanova@mail.ru)

ГОРОДСКОЕ АВТОНОМНОЕ УСТРОЙСТВО СБОРА ДАННЫХ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Аннотация. Описано устройство сбора данных о параметрах окружающей среды в городе, которое является элементом системы сбора и обработки данных позволяющим получать объективную и оперативную информацию о погодных условиях и загрязненности. Описаны архитектура и компоненты устройства, основные технические параметры датчиков и способ реализации. Для решения этих задач также необходима система сбора данных, что особенно актуально в Казахстане в связи с малым количеством метеостанций (покрытие территории РК метеостанциями, входящими в сеть World Meteorological Organization (WMO) составляет приблизительно 1 на 7590 км2 [4]), и большим количеством территорий с горным рельефом местности, для которых использование данных дистанционного зондирования может приводить к большим ошибкам. По указанным причинам в процессе развития городов, в связи с высокими темпами урбанизации (к 2050 году 85% населения будет проживать в городах [3]) и других территорий весьма желательна система сбора разнородных данных, которая могла бы дать объективную картину процесса совершенствования городского хозяйства и его окружающего пространства.

Ключевые слова: Smart City, мониторинг, Интернет вещей, сбор данных, окружающая среда.

Введение

Развитие городского хозяйства в направлении, так называемых Умных Городов (Smart City), диктует необходимость создания систем контроля окружающего пространства города для оценки показателей его деятельности. Например, в Европейском рейтинге Умных Городов учитывается шесть глобальных факторов (управлением, мобильность, экономика, окружающая среда, население, образ жизни), где среди показателей отмечены привлекательность естественных условий, загрязненность, устойчивое управление ресурсами и др. [1].

Объективная оценка этих показателей невозможна без развитой системы сбора данных. Другим важным аспектом функционирования города является его энергетическое обеспечение. В настоящее время происходит активный переход на использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Прогнозируется, что к 2050 г. доля использования ископаемых источников составит немногим более 40% в общем объеме производимой энергии [2].

Этот переход при всех своих положительных сторонах, связанных с улучшением экологических показателей, требует мониторинга и учета ресурсов, так как существенно зависит от природных факторов.

Для решения этих задач также необходима система сбора данных, что особенно актуально в Казахстане в связи с малым количеством метеостанций (покрытие территории РК метеостанциями, входящими в сеть World Meteorological Organization (WMO) составляет приблизительно 1 на 7590 км2 [4]), и большим количеством территорий с горным рельефом местности, для которых использование данных дистанционного зондирования может приводить к большим ошибкам. По указанным причинам в процессе развития городов, в связи с высокими темпами урбанизации (к 2050 году 85% населения будет проживать в городах [3]) и других территорий весьма желательна система сбора разнородных данных, которая могла бы дать объективную картину процесса совершенствования городского хозяйства и его окружающего пространства.

Указанная система сбора данных должна быть сравнительно простой в производстве и недорогой для массового использования. Бурно развивающаяся концепция интернета вещей (Internet of Things – IoT) или всепроникающего интернета (Internet of Everything –IoE) [5] предлагает широкий спектр концепций, устройств и продуктов для реализации подобной идеи. В частности, модель использования беспроводных сенсорных сетей (wireless sensor network -WSN) ориентирована во многом на мониторинг окружающей среды, инфраструктурных объектов, движения транспорта и т.п. [6].

В настоящей работе описан прототип автономного устройства мониторинга ресурсов ВИЭ и контроля загрязненности в городе, разработанный и частично апробированный в процессе выполнения первого этапа проекта, описанного в работах [7,8,9]. Данный прототип реализует на практике не-

которые концепции IoT. Устройство является элементом системы сбора данных, программное обеспечение которой содержит систему сбора данных, консолидированное хранилища данных (реляционная база данных) и веб-портал с возможностью отображения данных на многослойной карте.

Автономное устройство сбора данных

Автономная устройство сбора данных (АУСД или станция) представляет собой прибор, не зависящий от линий энергоснабжения, который с заданным интервалом измеряет значения ряда параметров окружающей среды и передает их на сервер для последующего анализа. Основные компоненты системы изображены на рисунках 1 и 2

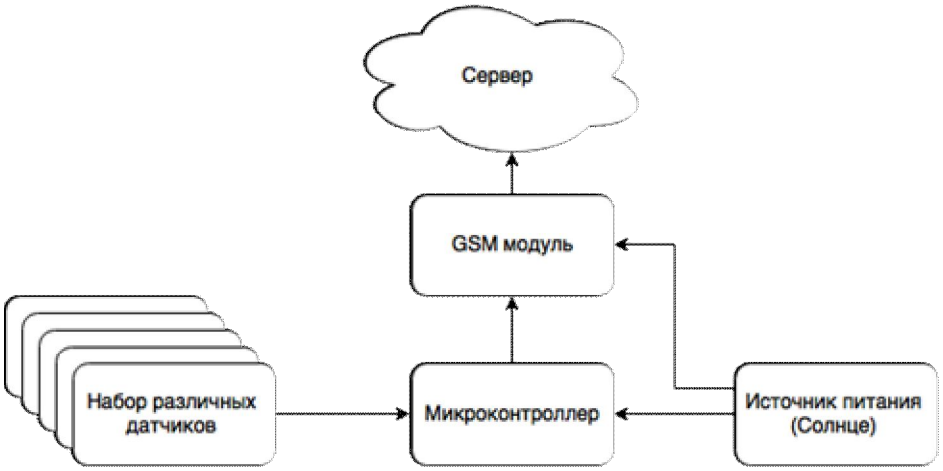


Рис.1. Схема работы устройства

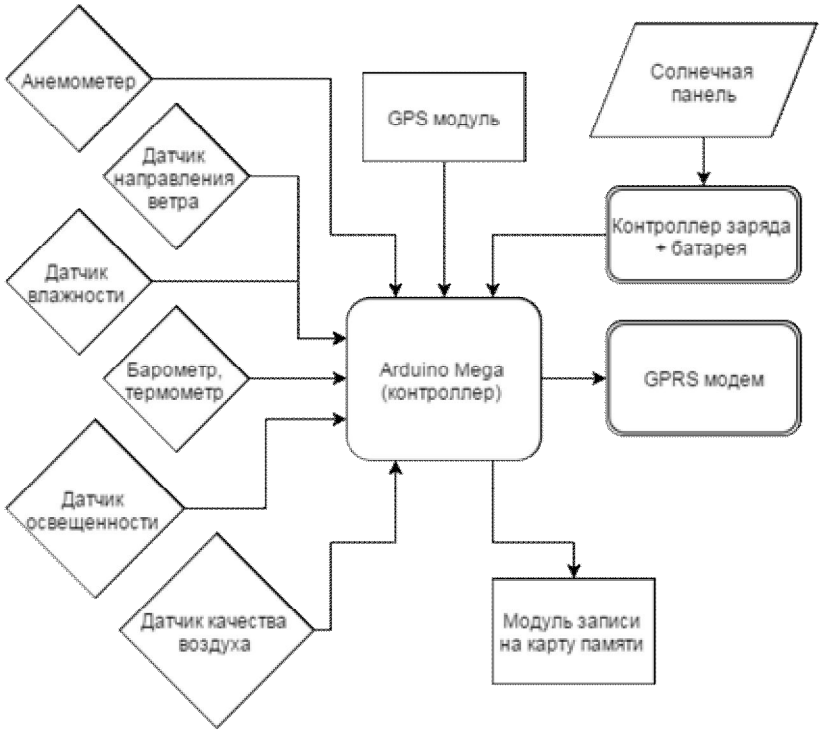


Рис.2. Компоненты устройства

Построенный прототип является одним из элементов сети датчиков для сбора данных системой по мониторингу погодных условий и загрязненности. Аппаратная часть этой системы включает в себя сеть из автономных метеостанций или отдельных датчиков, передающих на сервер параметры окружающей среды в местности, где они установлены. Одним из вариантов является способ исполь-

зования готовых сетей специализированных метеостанций путем передачи их данных на сервер. Сеть автономных устройств является мерой, позволяющей заполнить пробелы в данных на территориях, где нет метеостанций на данный момент либо в местах, где требуется повышенная разрешающая способность измерений (города и местности со сложным рельефом). Каждое станция комплектуется GPRS модемом для отправки данных, GPS модулем для отправки координат (также возможен вариант жесткой привязки станции к местоположению при ее установке), источником питания на основе солнечных батарей для обеспечения автономности. Список измеряемых параметров окружающей среды зависит от установленных датчиков.

В прототипе станции установлены:

- Датчик температуры и давления воздуха
- Датчик влажности воздуха
- Датчик освещенности
- Датчик направления ветра
- Датчик силы ветра (анемометр)
- GPS модуль
- GPRS модем
- Солнечная панель, аккумулятор и контроллер заряда для бесперебойной работы
- Контроллер Arduino Mega

Прототип основан на Arduino, т.к. данный контроллер легко приобрести и программировать и для него доступно большое количество подключаемых модулей (датчики, модемы и другие модули). С точки зрения энергопотребления и стоимости Arduino не выгоден, являясь исключительно прототипным решением. В промышленных образцах потребуется разработка собственного решения на базе более дешевых микроконтроллеров.

Благодаря автономному источнику энергии на солнечной батарее метеостанция почти не требует обслуживания, затрат на энергоснабжение, а также может быть установлена в отдаленных местностях в пределах покрытия сотовой сети.

В качестве системы управления станции применен микроконтроллер ATMega328 со следующими техническими параметрами:

Тактовая частота: 0 – 20 МГц
Объём Flash-памяти: 32 кб
Объём SRAM-памяти: 2 кб
Объём EEPROM-памяти: 1 кб
Напряжение питания: 1,8 – 5,5 В
Потребляемый ток в режиме работы: 0,2 мА (1 МГц, 1,8 В)
Потребляемый ток в режиме сна: 0,75 мкА (1 МГц, 1,8 В)
Количество таймеров/счётчиков: 2 восьмибитных, 1 шестнадцатибитный
Общее количество портов: 23
Количество ШИМ (PWM) выходов: 6
Количество каналов АЦП (аналоговые входы): 6
Количество аппаратных USART (Serial): 1
Количество аппаратных SPI: 1 Master/Slave
Количество аппаратных I²C/SPI: 1
Разрешение АЦП: 10 бит

Стоит отметить, что производительности ATMega328 более чем достаточно для задач АУСД, поэтому серийные решения можно оснащать более простыми микроконтроллерами.

Микроконтроллер считывает показания с датчиков и отправляет их на сервер. В прототипе установлены датчики, позволяющие измерять следующие параметры окружающей среды:

Скорость и направление ветра
Атмосферное давление
Влажность воздуха
Температура воздуха
Освещенность
Содержание сторонних примесей в воздухе (дым, пары спирта, углекислого газа, аммиака)

Датчик температуры и влажности DHT11

Датчик DHT11 используется для измерения температуры и относительной влажности окружающего воздуха — отлично откалиброванный, стабильный и энергоэффективный датчик.

Технические параметры:

- Рабочее напряжение, В 3,5 - 5,5
- Диапазон измерения влажности, % 0 - 100
- Диапазон измерения температуры, 0С -40 - 80
- Погрешность измерения влажности, % ± 3
- Погрешность измерения температуры, 0С 0,5
- Размеры, мм 59 х 26 х 14
- Масса, грамм 14

Датчик давления

Коммутационная плата с цифровым датчиком давления Bosch BMP180 высокой точности.

Датчик BMP180 обеспечивает измерение давления в диапазоне 300-1100 гПа с точностью 0,02 гПа. В качестве чувствительного элемента используется пьезо-резистивный преобразователь, который обладает высокой точностью, стабильностью и надежностью. Аналоговый сигнал от чувствительного элемента преобразуется в цифровой код с помощью встроенного АЦП и затем передается в контроллер пользователя через интерфейс I2C.

Технические параметры:

- Диапазон измеряемого давления: 300 – 1100 гектопаскаль (+9000 – -500 м над уровнем моря);
- Напряжение питания: 1,62 – 5В;
- Потребление тока в режиме «низкого потребления»: 0,5 мА;
- ICC интерфейс;
- Частота шины IIC: 3,5 МГц;
- Время срабатывания: 4,5 мс;
- Точность измерения давления: 0,1 гектопаскаль;
- Точность измерения температуры: 0,1°С;
- Рабочая температура: -40 - 85°С;

Датчик качества воздуха

MQ-135 применяются для постоянного контроля качества воздуха в промышленных или бытовых помещениях.

Технические параметры:

Тип технологии Полупроводниковый

Тип детектируемого газа Аммиак, Бензин, Алкоголь, CO2, Дым

Диапазон измерения 10...10000 ppm

Превышение концентрации измеряемого газа над средой 5 раз

Время срабатывания 10 с

Время восстановления 30 с

Мощность нагревателя 800 мВт

- Рабочая температура -10...50 °С
- Температура хранения -20...70 °С

Анемометр

Позволяет быстро и точно измерить скорость движения воздушного потока.

Технические параметры:

Диапазон измерений 0,8 … 25 м/с

Предел допускаемой погрешности измерения мгновенной скорости,где V – измеренная скорость ветра, не более ± (0,2 + 0,05·V) м/с

- Разрешение 0,1 м/с

Датчик направления ветра

Позволяет быстро и точно измерить направление движения воздушного потока.

Технические параметры:

- Диапазон измерения направления 0 - 359°
- Точность измерения направления ± 20°
- Температурные условия
- Работа -35°C to +70°C
- Хранение -40°C to +80°C

Данные, собранные с датчиков микроконтроллером отсылаются на сервер при помощи сотовых сетей GSM с использованием GPRS. Для этого на Arduino Mega смонтирован GSM модуль SIM900, отправляющий пакеты данных на заданный URL-адрес веб-сервиса, который сохраняет эти данные.

Камера

В целях мониторинга окружающей обстановки, а также увеличения точности погодных измерений в станцию встраивается камера.

Технические параметры камеры HackHD:

- Габариты: 65 x 40 x 25 мм
- Разрешение: 1080P HD
- Скорость записи: 30 FPS
- Кодирование: H.264
- Формат изображения: 16:9
- Формат файлов: AVI
- Память: External microSD Card (2GB - 32GB)
- Оптика: 2.5 мм (EFL), F2.8, 160 град. широкоугольный объектив
- Интерфейс: Composite video
- Питание: Внешн. 3.7 V, 1100mA
- Рабочие температуры: -10degC - +45degC
- Температуры хранения: -20degC - +70degC

Основные характеристики GSM модуля SIM900:

Четыре диапазона GSM 850/ 900/ 1800/ 1900 МГц
Класс передачи данных GPRS multi-slot class 10/8
Соответствие стандарту GSM фазы 2/2+
Класс мощности 4 (2 Вт в диапазонах 850/ 900 МГц)
Класс мощности 1 (1 Вт в диапазонах 1800/1900 МГц)
Размеры: 24 * 24 * 3 мм
Масса: 6,2 г
Управление AT командами (GSM 07.07 ,07.05 и фирменные AT команды SIMCom)
Аудиокодеки HR, FR, EFR, AMR, подавление эха
CSD до 14.4кбит/с
PPP-стек
Встроенный стек TCP/IP, UDP/IP
MUX (07.10)
Напряжение питания 3,2 ... 4,8 В
Рабочий температурный диапазон: -30 °C ... +80 °C

- Расширенный температурный диапазон: -40 °C ... +85 °C (незначительное отклонение радиочастотных характеристик от спецификации GSM при сохранении функциональной работоспособности)
- SMT-монтаж благодаря торцевым контактам под пайку

Расширенный функционал (доступен в прошивке ENHANCE):

- Протоколы HTTP и FTP
- Протокол защищенных сокетов SSL
- Декодирование DTMF-тонов
- eMail - формирование и отправка электронных писем посредством AT-команд
- SMS Autorun - исполнение AT-команд, полученных по SMS от определенного абонента
- 2.5Mb user memory - встроенная память для пользовательских данных
- MMS - формирование, дополнение пользовательскими файлами и отправка с помощью AT-команд
- AMR play - воспроизведение аудиофайлов в динамик или в сторону удаленного абонента
- Jamming Detection - функция обнаружения глушения сигнала
- FOTA - обновление прошивки модуля по беспроводному каналу
- Easy Scan - получение информации об окружающих базовых станциях без подключения SIM-карты
- PING - проверка доступности адреса в Internet посредством обмена ICMP пакетами
- «Glonass Shield» — шилд совместимый с платами Ардуино для определения географических координат, а также — времени, измерения расстояния и скорости движения. Плата базируется на 32-канальном навигационном модуле SL869, позволяющем принимать сигналы с использованием всех глобальных навигационных систем: GPS, ГЛОНАСС, Galileo и QZSS.

Внешний вид прототипа АУСД и основной платы показаны на рисунках 3 и 4.



Рис.3. АСУД, установленная на крыше здания



Рис.4. Основная плата с модулем связи

Заключение

В работе описан прототип станции сбора данных о параметрах окружающей среды, который является одним из элементов системы мониторинга среды города и сбора данных в целях использования возобновляемых источников энергии. Устройство оснащено датчиками для регистрации параметров погоды, загрязненности и модулем для передачи данных на сервер с использованием сотовой сети. Прототип реализует на практике некоторые концепции IoT. Приведена архитектура устройства, описаны технические параметры и основные компоненты.

Целью дальнейшей работы является разработка усовершенствованных версий станции и программного обеспечения анализа и визуализации собираемых данных.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта 0168 ГФ 4 Министерства образования и науки РК.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Giffinger R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanovic N., Meijers E. Smart Cities ranking of European medium-sized cities // Final report of Centre of Reg. Science in Vienna. -2007. -P.7.

[2] Energy Technology Perspectives 2014. Executive Summary. - International Energy Agency. Paris, 2014.- 17p. - http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name-51003-en.html

[3] Мохаммед А., Аммосов Ю., Амирджанян А., Ачкасов Е., Развитие городов: лучшие практики и мировые тенденции // Национальный доклад Urban-practice. -2011. - С.11 – 15.

[4] NNDC Climate Data Online - Global Surface Summary of the Day (GSOD) // http://www7.ncdc.noaa.gov: 10.09.2015

[5] Куприяновский В. П., Намиот Д. Е., Куприяновский П. В. Стандартизация Умных городов, Интернета Вещей и Больших Данных. Соображения по практическому использованию в России //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 2.

[6] Gubbi J. et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions //Future Generation Computer Systems. – 2013. – Т. 29. – №. 7. – С. 1645-1660.

[7] Muhamedyev R. I. et al. Technological preconditions of monitoring of renewable energy sources of the Republic of Kazakhstan //2015 Twelve International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO). – IEEE, 2015. – С. 1-7.

[8] Ravil I. Muhamedyev, I. Alihodzhaev, A. Ishmanov, J.Muhamedijeva. Monitoring of renewable energy sources in RK: technological preconditions, architecture of system and market volume // Proceedings of 16th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, ISIS 2015, p. 777-791.

[9] Muhamedyev R. I. et al. Premises for the creation of renewable energy sources GIS monitoring //Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2014 IEEE 8th International Conference on. – IEEE, 2014. – С. 1-5.

Ишманов А., Алиходжаев И., Лукпанова Л., Мустакаев Р., Мухамедиев Р.

Қоршаған орта туралы деректерді жинайтын қалалық автономды құрылғы

Түйіндеме. Жұмыста қаладағы қоршаған ортаның экологиялық параметрлерінің деректерін жинау құрылғысы сипатталған. Құрылғы деректерді жинау және өңдеу жүйесінің ауа райы жағдайлары мен ластану туралы объективті және уақытылы ақпаратты беретін элементі болып табылады. Құрылғының архитектурасы және құрамдас бөліктері, датчиктердің негізгі техникалық параметрлері және жүзеге асыру әдісі сипатталған.

Негізгі сөздер: Smart City, мониторинг, заттар интернеті, деректерді жинау, қоршаған орта.

Ishmanov A., Alihodzhaev I., Lukpanova L., Mustakayev R., Muhamediev R.
Urban standalone data acquisition device for the environmental data gathering
Summary. The paper describes the device collecting data on environmental parameters in the city. The device is an element of data collection and data processing system that allows to gather objective and timely information about weather conditions and pollution. We described the architecture and components of the device, the main technical parameters of the sensors and the method of implementation.
Key words: Smart City, monitoring, Internet of Things, data collection, environment

УДК 004.6.056

Д.З. Джурунтаев, К.М. Шалабаев
(Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, juruntaev@rambler.ru)

АКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО АКУСТИЧЕСКИМ И ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ

Аннотация. В статье рассматривается анализ активного метода защиты информации по акустическим и виброакустическим каналам. Рассмотрены причины утечки речевой информации и системы противодействия прослушивания и утечки информации с целью полной изоляции акустического и виброакустического канала. В общем комплексе мероприятий по обеспечению информационной безопасности одной из важнейших задач является защита речевой информации. Оценка защищенности помещений от утечки по акустическому и виброакустическому каналу состоит в определении коэффициентов звукоизоляции ограждающих конструкций в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц в выбранных контрольных точках.
Ключевые слова: информация, безопасность, акустика, вибрация, защита информации, акустический канал, виброакустический канал.

Необходимость и важность проведения мероприятий по защите помещений от утечки речевой информации по виброакустическим каналам чрезвычайно актуальна не только при выполнении регламентированных требований по защите выделенных помещений, в которых обрабатывается информация, содержащая государственную тайну, но и для любых организаций и учреждений, в которых ведутся конфиденциальные переговоры .В зависимости от режима обеспечения границы контролируемой зоны защита акустических и виброакустических каналов утечки имеет специфические особенности и ограничения, усложняющие реализацию эффективной защиты. В большинстве ситуаций применение активных мер защиты каналов утечки приводит к появлению мешающих акустических шумов, существенно снижающих комфортность работы в защищаемом и смежных помещениях. В большинстве случаев применение только пассивных мер защиты не может полностью решить задачу при условии расчета показателя защищенности, ориентированного на предельные акустические помехи. Очевидно, что только комплексное применение активных и пассивных методов и средств может обеспечить защиту оптимальным образом, выполняя требования по защите информации и одновременно обеспечивая минимальный уровень мешающих акустических шумов в помещениях[1].

Реализация защиты речевой информации осуществляется с помощью пассивных и активных методов. В случае если пассивные средства защиты помещений не обеспечивают требуемых норм по звукоизоляции, используются активные меры защиты. Активные меры защиты заключаются в создании маскирующих акустических помех средствам разведки, то есть использованием виброакустической маскировки информационных сигналов. Предельным случаем активной защиты является создание акустических помех в пространстве защищаемого помещения, когда защита обеспечивается по исходному акустическому речевому сигналу. Если этот исходный речевой сигнал будет уже зашумлен в соответствии с нормативами по защите, то при дальнейшем распространении сигнала по каналам утечки реализованный нормативный показатель разборчивости речи не может увеличиться.В отличие от звукоизоляции помещений, обеспечивающей требуемое ослабление интенсивности звуковой волны за их пределами, использование активной акустической маскировки снижает отношение сигнал/шум на входе технического средства разведки за счет увеличения уровня шума (помехи). Виброакустическая маскировка эффективно используется для защиты речевой информации от утечки

по прямому акустическому, виброакустическому и оптико-электронному каналам утечки информации. Для формирования акустических помех применяются специальные генераторы, к выходам которых подключены звуковые колонки (громкоговорители) или вибрационные излучатели.

В настоящее время выпускается большое количество различных систем активной виброакустической маскировки, успешно используемых для подавления средств перехвата речевой информации. В основном эти системы используют генераторы прямошумовых помех различной структуры и генераторы амплитудно-модулированных и частотно-модулированных шумовых помех[2].

Для защиты помещений применяют генераторы белого или розового шума и системы вибрационного зашумления, укомплектованные, как правило, электромагнитными и пьезоэлектрическими вибропреобразователями. Зависимость словесной разборчивости W от интегрального отношения сигнал/шум q в полосе частот 180…5600 Гц показана на рисунке 1.

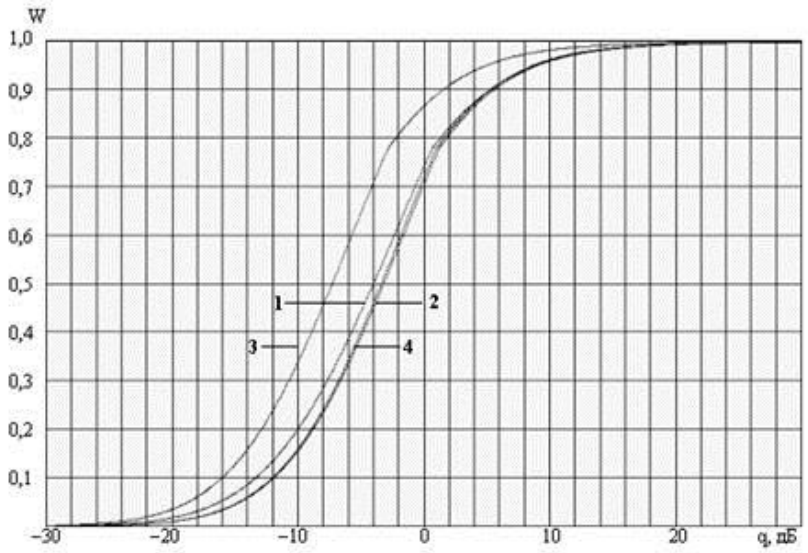


Рис. 1. Зависимость словесной разборчивости W от интегрального отношения сигнал/шум q в полосе частот 180…5600 Гц: 1 – ≪белый≫ шум; 2 – ≪розовый≫ шум; 3 – шум со спадом спектральной плотности 6 дБ на октаву в сторону высоких частот; 4 – шумовая ,речеподобная помеха

Известно, что наилучшие результаты дает применение маскирующих колебаний, близких по спектральному составу информационному сигналу. Шум таковым сигналом не является, кроме того, развитие методов шумоочистки в некоторых случаях позволяет восстанавливать разборчивость речи до приемлемого уровня при значительном (20 дБ и выше) превышении шумовой помехи над сигналом. Следовательно, для эффективного маскирования помеха должна иметь структуру речевого сообщения. Следует также отметить, что из-за психофизиологических особенностей восприятия звуковых колебаний человеком наблюдается асимметричное влияние маскирующих колебаний. Оно проявляется в том, что помеха оказывает относительно небольшое влияние на маскируемые звуки, частота которых ниже ее собственной частоты, но сильно затрудняет разборчивость более высоких по тону звуков. Поэтому для маскировки наиболее эффективны низкочастотные шумовые сигналы[3].

В большинстве случаев для активной защиты воздушных каналов используют системы виброзашумления, к выходам которых подключают громкоговорители. Однако применение динамиков создает не только маскирующий эффект, но и помехи нормальной повседневной работе персонала в защищаемом помещении.

Эффективность систем и устройств виброакустического зашумления определяется свойствами применяемых электроакустических преобразователей (вибродатчиков), трансформирующих электрические колебания в упругие колебания (вибрации) твердых сред. Качество преобразования зависит от реализуемого физического принципа, конструктивно-технологического решения и условий согласования вибродатчика со средой.

Как было отмечено, источники маскирующих воздействий должны иметь частотный диапазон, соответствующий ширине спектра речевого сигнала (200...5000 Гц), поэтому особую важность приобретает выполнение условий согласования преобразователя в широкой полосе частот. Условия ши-

рокополосного согласования с ограждающими конструкциями, имеющими высокое акустическое сопротивление (кирпичная стена, бетонное перекрытие) наилучшим образом выполняются при использовании вибродатчиков с высоким механическим импендансом подвижной части, каковыми на сегодняшний день являются пьезокерамические преобразователи.

Основную опасность, с точки зрения возможности утечки информации по акустическому каналу, представляют различные строительные тоннели и короба, предназначенные для осуществления вентиляции и размещения различных коммуникаций, так как они представляют собой акустические волноводы. Контрольные точки при оценке защищенности таких объектов выбираются непосредственно на границе их выхода в выделенное помещение. Акустические излучатели системы постановки помех размещаются в объеме короба на расстоянии от выходного отверстия, равном диагонали сечения короба.

Дверные проемы, в том числе и оборудованные тамбурами, также являются источниками повышенной опасности и в случае недостаточной звукоизоляции также нуждаются в применении активных методов защиты. Акустические излучатели систем зашумления в этом случае желательно располагать в двух углах, расположенных по диагонали объема тамбура. Контроль выполнения норм защиты информации в этом случае, проводится на внешней поверхности внешней двери тамбура.

В случае дефицита акустической изоляции стен и перегородок, ограничивающих выделенное помещение, акустические излучатели систем зашумления располагаются в смежных помещениях на расстоянии 0,5 м от защищаемой поверхности. Акустическая ось излучателей направляется на защищаемую поверхность, а их количество выбирается из соображений обеспечения максимальной равномерности поля помехи в защищаемой плоскости.

Несмотря на то, что некоторые системы постановки виброакустических помех обладают достаточно мощными генераторами и эффективными электроакустическими преобразователями, обеспечивающими значительные радиусы действия, критерием выбора количества преобразователей и мест их установки должны быть не максимальные параметры систем, а конкретные условия их эксплуатации.

Так, например, если здание, в котором находится выделенное помещение, выполнено из сборного железобетона, электроакустические преобразователи системы зашумления должны располагаться на каждом элементе строительной конструкции, несмотря на то, что в процессе оборудования помещения измерения могут показать, что одного преобразователя достаточно для зашумления нескольких элементов (нескольких плит перекрытия или нескольких стеновых панелей). Необходимость такой методики установки преобразователей продиктована отсутствием временной стабильности акустической проводимости в стыках строительных конструкций. В пределах каждого элемента строительной конструкции предпочтительно выбирать места установки преобразователей в области геометрического центра этого элемента[4].

Следует отметить особую важность технологии крепления преобразователя к строительной конструкции. В акустическом плане крепежные приспособления являются согласующими элементами между источниками излучения - преобразователями и средой, в которой это излучение распространяется, т.е. строительной конструкцией. Поэтому крепежное устройство (помимо того, что оно должно быть точно рассчитано) должно не только прочно держаться в стене, но и обеспечивать полный акустический контакт своей поверхности с материалом строительной конструкции. Это достигается исключением щелей и зазоров в узле крепления с помощью клеев и вяжущих материалов с минимальными коэффициентами усадки.

Основными средствами обеспечения защиты акустической информации при проведении совещания является установка различных генераторов шума, блокирование в помещении закладных устройств, звукоизоляция. В качестве основных технических средств защиты информации была предложена установка двойных дверей, заделка имеющихся в окнах щелей звукопоглощающим материалом, установка в помещении технических средств защиты информации.

Важным параметром, характеризующим работу системы постановки виброакустических помех, является уровень паразитных акустических шумов, излучаемых в объем выделенного помещения. Эти шумы генерируются двумя источниками. Во-первых, это вибрация защищаемых строительных конструкций. В общем случае, если создана оптимальная вибрационная помеха, эти шумы не зависят от системы зашумления и могут быть минимизированы только путем увеличения равномерности плотности энергии помехи в плоскости защищаемой конструкции за счет увеличения количества преобразователей. Вторым источником акустических шумов является собственно работающий пре-

образователь. Акустическое излучение вибропреобразователей можно существенно снизить, размещая их в заранее подготовленных в строительных конструкциях

Более простым, но не менее эффективным способом снижения уровня паразитных акустических шумов является применение акустических экранов.

Экран представляет собой легкую жесткую конструкцию, отделяющую преобразователь от объема выделенного помещения. Экран следует устанавливать таким образом, чтобы его внутренняя поверхность не соприкасалась с корпусом преобразователя и в местах прилегания экрана к строительной конструкции отсутствовали щели и неплотности.

В настоящее время на рынке средств защиты информации системы виброакустического зашумления представлены достаточно широко, и интерес к ним постоянно возрастает.

Анализ результатов работы позволил сделать следующие выводы:

1. Наиболее проблематичным является зашумление массивных строительных конструкций, имеющих высокий механический импенданс (стены толщиной 0,5 м).

2. Большинство систем виброакустического зашумления создают эффективные вибрационные помехи только на элементах строительных конструкций с относительно низким механическим импендансом (стекла, трубы). Уровень создаваемых вибрационных ускорений на стекле, как правило, на 20 дБ выше, чем на кирпичной стене.

3. Основным элементом, определяющим качество создаваемого вибрационного сигнала, является виброакустический преобразователь (вибродатчик).

4. Во всех рассмотренных системах, за исключением VNG-006, VNG-006DM и «Шорох», генераторы создают помеховый сигнал, близкий по спектральному составу белому шуму.

5. В большинстве рассмотренных систем, кроме «Порог-2М» и «Шорох», не предусмотрена возможность корректировки формы спектров вибрационных помех, необходимая для оптимального зашумления различных строительных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ Р 50840-95. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости.

[2] «Защита от утечки информации по техническим каналам», Бузов Г.А, Калинин С.В, Кондратьев А.В, М.: Горячая линия-Телеком, 2005.

[3] http://www.analitika.info/zaschita.php?page=1&full=block_article88&articlepage=2

[4] http://uchebnik.online/zaschita-informatsii-akusticheskomu-40510.html

Джурунтаев Д.З., Шалабаев Қ.М.

Дыбысты ақпаратты акустикалық және виборакустикалық арналардан сыртқа кетуден қорғаудың белсенді құралдары.

Түйіндеме. Мақалада дыбысты ақпаратты акустикалық және виборакустикалық арналардан сыртқа кетуден қорғаудың белсенді құралдары қарастырылған. Ең өзекті мәселе болып жоғары механикалық импенданс қамтитын массивті құрылысты конструкциялардың шулануы болып табылады. Виброакустикалық шулануды көптеген жүйелері салыстырмалы түрде төменгі механикалық импенданс қамтитын құрылысты конструкциялардың элементтерінде ғана нәтижелі вибрациялық бөгет тудырады. Шыныдағы вибрациялық жылдамдатулардың деңгейі ереже бойынша кірпішті қабырғамен салыстырғанда 20 дБ-ға жоғары. Пайда болған вибрациялық сигналдың сапасын анықтайтын негізгі элемент болып виброакустикалық түрлендіргіш болып табылады.

Кілттік сөздер: ақпарат, қауіпсіздік, акустика, вибрация, ақпаратты қорғау, акустикалық арна, виброакустикалық арна.

Dzhuruntaev D.Z., Shalabayev K.M.

Активные средства защиты речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам

Summary. In the article is considered active means of protection against leakage of voice information on acoustic and vibroacoustic channels. The most problematic is the massive noise of building structures with high mechanical impedance. most of the vibro-acoustic noise injection systems create effective vibration noise only on elements of building designs with relatively low mechanical impendansom. The level of vibration accelerations that are created on the glass, usually at 20 DB higher than a brick wall. Basic element that determines the quality of the generated vibration signal is the vibroacoustic transducer.

Key words: information, security, acoustics, vibration, information security, acoustic link,vibroacoustic link.

УДК 303.091.7:665.

[1]Д.Б. Амантаева, [1]К.Т. Охапова, [1]Ж.К. Шуханова, [1]Г.К. Шегенова, [2]А.Б. Бегенова
([1]М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті)
Шымкент, Қазақстан Республикасы,
[2]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университет, shuhanovaz@mail.ru)

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ КОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ

Аннотация: Исследован процесс получения антибактериальных покрытий с использованием госсипола в качестве биохимического стабилизатора. Рассмотрено уменьшение во времени концентрации микроорганизмов на поверхности антибактериальных покрытий с госсиполом. Высококачественные защитные покрытия могут обеспечить более высокие технические характеристики (специальные свойства) и лучшие эстетические показатели, но они имеют более высокую стоимость. Об экономической эффективности того или иного покрытия нужно судить не по его стоимости при покупке, а в течение всего срока его эксплуатации, принимая во внимание затраты на текущий ремонт и учитывая возможность ремонта, снижение рисков развития и распространения микроорганизмов.

Стабильность материалов из поливинилхлорида в ряде случаев зависит от микробостойкости их отдельных компонентов. Наименее стабильны пластифицированные материалы вследствие неустойчивости к действию микроорганизмов. Некоторые термостабилизаторы, наполнители (например, монорицинолеат и триацетат глицерина, метилацетилрицинолеат этиленгликоля и др.) способны значительно интенсифицировать микробиологическую коррозию полимерных материалов, в том числе поливинилхлорида.

Ключевые слова: пигмент хлопкового масла, поливинилхлорид, микроорганизм, госсипол, биохимический стабилизатор, дезактиватор, коррозия.

Пигмент хлопкового масла – госсипол (2,2-ди-3-метил-5-изопропил-1,6,7-триокси-8-нафтальдегид) - сложное, высокомолекулярное органическое соединение желтого цвета, окрашивающее хлопковое масло в темно-бурый цвет различной интенсивности. Госсипол и его производные являются активными ингибиторами окисления различных органических веществ, находит применение госсипол также в качестве стабилизатора поливинилхлорида, поливинилфторида и других полимеров, можно использовать госсипол как дезактиватор соединений поливалентных металлов, т.к. он обладает способностью к образованию устойчивых комплексов с ионами координационно-ненасыщенных металлов, интересные перспективы открываются при использовании госсипола как биохимического стабилизатора, госсипол находит широкое применение в медицине как сырье для получения ряда ценных лекарственных препаратов [1].

Целью данной работы является исследование процесса получения антибактериальных покрытий с использованием госсипола в качестве биохимического стабилизатора. Нормативной документацией *[2]* регламентируется состояние поверхностей чистого помещения, которой может существенно влиять на чистоту производимых в нем изделий и продуктов. Поэтому материалы, используемые в конструкциях чистых помещений, должны выбираться с учетом того, что они не будут генерировать частицы или другие загрязнения, которые смогут загрязнить продукт. Высококачественные защитные покрытия могут обеспечить более высокие технические характеристики (специальные свойства) и лучшие эстетические показатели, но они имеют более высокую стоимость. Об экономической эффективности того или иного покрытия нужно судить не по его стоимости при покупке, а в течение всего срока его эксплуатации, принимая во внимание затраты на текущий ремонт и учитывая возможность ремонта, снижение рисков развития и распространения микроорганизмов.

Стабильность материалов из поливинилхлорида в ряде случаев зависит от микробостойкости их отдельных компонентов. Наименее стабильны пластифицированные материалы вследствие неустойчивости к действию микроорганизмов. Некоторые термостабилизаторы, наполнители (например, монорицинолеат и триацетат глицерина, метилацетилрицинолеат этиленгликоля и др.) способны значительно интенсифицировать микробиологическую коррозию полимерных материалов, в том числе поливинилхлорида.

Хотя госсипол как биохимический стабилизатор для полимеров, в том числе поливинилхлорида, практически не изучен, можно ожидать его эффективности и в этом отношении, т.к. госсипол - антисептик, способный, в частности, защищать материалы от домового грибка. Нами разрабатывается бактерицидная краска, включающая в качестве связующего алюмоборфосфат (концентрирован-

ный водный раствор кислых фосфатов алюминия и борной кислоты), в качестве бактерицидной добавки содержит госсипол и дополнительно по обычной рецептуре - оксид магния, двуокись кремния, гидроксид алюминия и углекислый кальций при следующем соотношении компонентов, мас.%: двуокись титана - 5,0 - 30,5, госсипол - 1,0 - 3,0, оксид магния - 0,5 – 3,0, двуокись кремния - 1,5 - 4,0, гидроксид алюминия - 0,1 - 1,0, углекислый кальций - 0,5 - 3,0, алюмоборосфат – остальное. Для получения красок различных цветов состав дополнительно содержит красящий пигмент в количестве 20,0 - 30,0 мас. %. Фосфатное связующее является цементирующим компонентом по отношению к компонентам краски и в композиции с ними образует стабильную необратимую структуру, обладающую рядом ценных свойств, хорошей адгезией к основе, достаточной механической прочностью и водостойкостью после термообработки. Введение в состав краски госсипола определяет ее бактерицидные свойства.

Таблица 2. **Уменьшение во времени *к*онцентрации микроорганизмов (раз) на поверхности антибактериальных покрытий с госсиполом**

Микроорганизмы	Время контакта, час						
	1	5	10	24	48	72	120
Плесневелые грибы	2	5	40	80	120	300	1000
Золотистый стафилококк, брюшнотифозная палочка	3	7	20	80	150	200	500
Кишечная палочка	5	1000	10000	-	-	-	-

Полученное эластичное покрытие, создающее воздухопроницаемую пленку, применяется для нанесения на влажные или даже мокрые стены, оно уничтожает грибки и предотвращает возникновение и распространение плесени, гнили и неприятных запахов и обладает повышенной гидроизоляцией. При испытаниях оно проявило следующие свойства: эластичность, стойкость к просачивающимся подземным водам. Оно хорошо поддается мытью, проявляет стойкость к условиям постоянной влаги, уничтожает и предотвращает распространение гнили, плесени, грибков, предотвращает неприятные запахи, усиливает и укрепляет отслаивающиеся поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Глушенкова А.И., Назарова И.П. Госсипол, его производные и их использование.- Ташкент: Фам, 1993.-78 с.

[2] Санитарно-эпидемиологические правила СП 2.2.1.1312-03. "Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий. СП 2.2.1.1312-03".

Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Бегенова А.Б.

Бактерияға қарсы коррозияға жабын

Түйіндеме: Биохимиялық тұрақтандырғыш ретінде госииполды қолдана отырып, антибактериалды жабындарды алу процесін зерттеу.

Amantaeva D.B., Ohapova K.T., Mukhanova Zh.D., Shegenova G.K., Begenova A.B.

Antibacterial corrosion coating

Summary: Research process of receiving antibacterial coverings with use of gossypol as the biochemical stabilizer.

УДК.62-533.7

В.Қ. Байтұрғанова, Е.А. Аймуханбетов
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, Vinera2004@mail.ru)

МОБИЛДІ РОБОТТЫҢ КҮН БАТАРЕЯСЫН ПОЗИЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ҚУАТТЫ РЕТТЕУ ЖҮЙЕСІ

Андатпа. Қазіргі заманда мобильді роботтар (МР) ғарышты зерттеуде және әскери саланы жабдықтауда және қолдануда әскери істерде үлкен рөл атқарады. Бұлардан жеңіл (массасы 30-дан 100 кг дейін) және орта (массасы 100-дан 500 кг дейін) кластағы роботтардың көбісі қозғалу үшін қорек көзі ретінде МР бортында орнатылған электрохимиялық аккумуляторлық батареясын (АБ) қолданады. Көбіне жеңіл класстағы мобильді роботтарда (6…12) А·ч сыйымдылықты, ал орта класстағы мобильді роботтарда (55…85) А·ч сыйымдылықты АБ қолданылады. Бұл мақалада осы класстардағы роботтардың АБ электржелі қорегімен зарядтау қиындық туғызатындықтан немесе мүмкіндік болмағандықтан, оларда энергетикалық тиімділігі жоғарылатылған, автоматтандырылған фотоэлектрлік қондырғылар қолданылуы тиіс екендігін ескере отырып, автономды фотоэлектрлік энергетикалық қондырғыларды жетілдіру, ең алдымен күн және АБ-дың техникалық сипаттамасын жақсарту қарастырылған.

Кілттік сөздер. мобильді робот, микроконтроллер, күн батареясы, аккумулятор, позициялау, реттеу, жүйе.

Бұл жүйеде жетілген АБ қолданғанымен энергетикалық қондырғы олардың мүмкіншіліктерін тиімсіз қолдануына байланысты қанағаттанарлық энергетикалық сипаттамаларға ие болуы мүмкін емес. Сол себептен, заманауи тиімді автономды фотоэлектрлік энергетикалық қондырғыларды қарастыру кезінде ПӘК-і үлкен фототүрлендіргіштерді қолдану есебін шығарумен қоса, энергетикалық тиімділігін арттыру мақсатында фотоэлектрлік жүйелер мен энергетикалық қондырғыларды жүйелік жобалау есебін шығару керек .

Монокристалды элементтер және сәйкесінше олардың негізіндегі панельдер қазіргі уақытта тиімділігі ең жоғары ПӘК-і 38% дейін жетеді. Элементтердің тиімділігі негізінде күн панельдерінің физикалық көлеміне тәуелді. Тиімділігі үлкен болған сайын қуат бірдей кезінде панель ауданы кішірек болады. Ал бұл МР-та қолдануда өте үлкен рөл атқарады. Монокристалды кремний өте үлкен дәрежеде тазартылған шикізаттан (99,999%) жасалынады.

Энергетикалық тиімділік коэффициентін 30–50% жоғарлатуға арналған басты тәсілдер [1]:

– эксплуатацияның барлық уақыты бойынша оптималды жұмыс нүктесінде қуатты іріктеу режимін іске асыру (күн батареялардың қуатын экстремальды реттеу режимін іске асыру;

– фотоэлектрлік панельдердің күн соңынан үздіксіз автоматты аңду режимін іске асыру;

- фотоэлементтердің минимальды қызуын жету мақсатында күн батареяларын оңтайландыру.

Фотоэлектрлік панельдердің күн соңынан үздіксіз автоматты аңду режимін іске асыру эффектісі айтарлықтай маңызды. Күн соңынан үздіксіз автоматты аңду жүйесінің алдын ала энергетикалық тиімділік анализі бойынша біркелкі горизонтальды орналасқан фотоэлектрлік панельдердің тиімділігі құрайды:

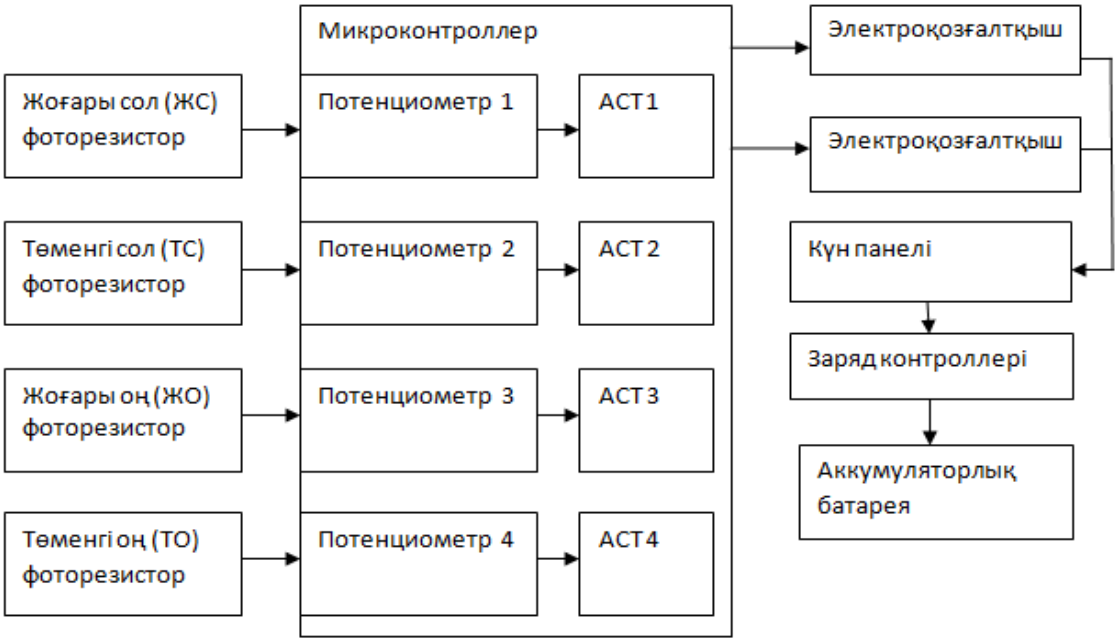
– күн батареяларын орналасу ені бойынша қою кезінде – 20%;

– бір ості күн соңынан аңду жүйесін қолданған кезінде – 42%;

– екі ості күн соңынан аңду жүйесін қолданған кезінде – 51%;

1-суретте көрсетілген горизонтальды және вертикальды айналу остерімен күн батареяларын бағдарламамен басқару жүйесінің құрылымы қарастырылған.

Электроқозғозғалтқыш ретінде сервожетек қолданылды. Дәлдігі жоғары позициялау үшін сервожетек ең оңтайлы шешім боп келеді. Сервожетектердің басты құндылығы кері байланыстың болуында, осының көмегімен жүйе позициялау дәлдігін жоғары жылдамдықтарда және жоғары моменттерде ұстап тұра алады. Сонымен қатар жүйе төмен инертілігі және жоғары динамикалық сипаттамасымен ерекшеленеді. Берілген автономды басқару жүйесінің негізі PIC18F2550 микроконтроллер базасындағы универсалды платформа болып табылады.



1 - сурет. Позициалау жүйесінің құрылымы

Микроконтроллер 2 суретте көрсетілген алгоритм бойынша аналогты-сандық түрлендіргіш (АСТ) арқылы жоғары дәлдікте кернеуді өлшей алады және сервожетектермен басқара алады.

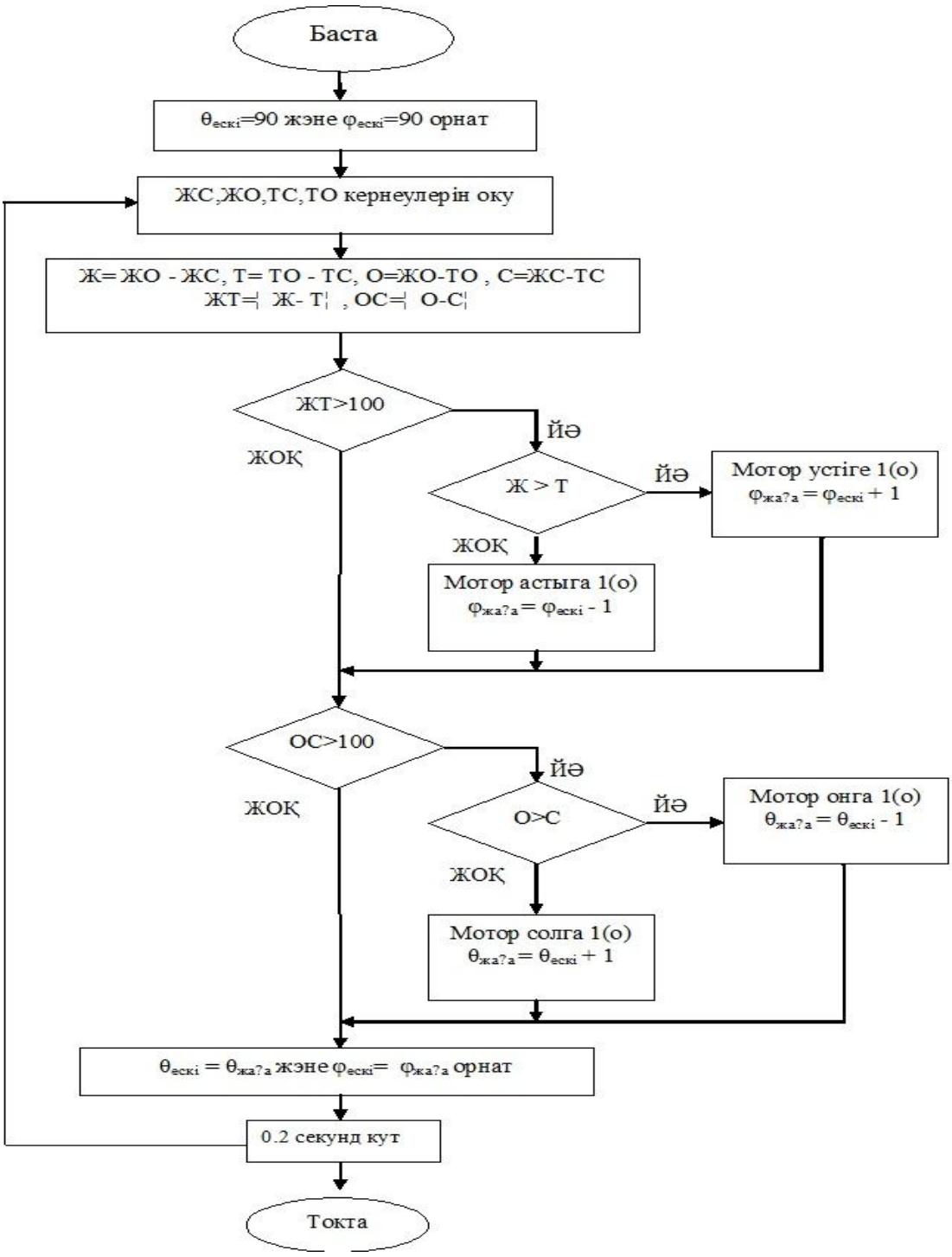
Басқарудың мақсаты жоғары-төмен (ЖТ) мен оң-сол (ОС) екеуінің мәндері нөлге тең болуына жету. Бірақ шудың кернеуді оқуына қатты әсер ететіндігінен, өлі шекті 122 мВ ретінде қабылдайды, ал оның бинарлық мәні 100 тең. Сондықтан егер ЖТ 100-ден үлкен болса және де егер Ж > Т болса, онда аңдатқышты үстіге бұру, ал егер Ж < Т болса аңдатқышты астыға бұру. Сонымен ОС бұр 100-ден үлкен болса және де егер О > С болса аңдатқышты оңға бұру, ал егер О < С болса аңдатқышты солға бұру.

Күн батареясынан максималды қуатты іріктеу тек күн батареясының кернеуін оптимальды жұмыс нүктесінде (максималды қуат нүктесінде) үздіксіз реттеу арқылы жүзеге асады. Күн батареясының (КБ) қуатын экстрималды реттейтін бұндай жүйелер ең бірінші ресейде ойлап табылды. Қазіргі кезде АБ-ның қуатын экстрималды реттеу функциясы бар заряд және разряд контроллері қолданылуда. Бұндай контроллерлер MPPT (Maximum Power Point Tracking) контроллері деп аталады. Күн батареясының қуатын экстрималды реттеудің энергетикалық тиімділігі тұрақты кернеулі жүйеден 30-52 % -ға жоғары.

Зарядтаушы құрылғыны қосар алдында 2 кернеу бөлгіш арқылы КБ-сы мен АБ-ның кернеулерін өлшейді. Егер КБ кернеуі АБ кернеуінен жоғары болса зарядтаушы құрылғы қосылады. АБ толық зарядталып болған соң зарядтаушы құрылғы өшіріледі.

MPPT контроллерін жобалау. MPPT контроллерінде 3 суретте көрсетілген төмендететін кернеу түрлендіргіш негізіндегі зарядтаушы құрылғы сұлбасы қолданылады.

Сұлбада қуат шығыны минималды шығын жағдайына есептелінген. Коммутация жиілігі орам индуктивтілігі мен конденсатор сыйымдылығының мөлшеріне кері пропорционал МДШ транзисторлардың қосылу шығынына тура пропорционал. Сондықтан, жиілік жоғары болса, онда орам индуктивтілігі мен конденсатор сыйымдылығының мөлшері аз, ал МДШ транзисторлардың қосылу шығыны көбірек болады. Сондықтан компоненттердің құны мен тиімділігін есептей отырып тиісті коммутация жиілігін таңдау қажет. Таңдалған жиілік - 50 кГц.



2-сурет. Позициялау жүйесінің алгоритмі

Индуктивтілікті есептеу **төмендететін кернеу түрлендіргішті** жобалаудағы ең маңыздысы болып табылады. Біріншіден, түрлендіргіш үздіксіз ағымдағы режимде (YAP) болып табылады делік. YAP дегеніміз өшіру-қосу уақытында индуктивтілік толығымен күйремеуі. Келесі теңдеуді идиалды қосылғыш (кедергісі мен қосылу уақыты нольге тең) және идеалды диод түрде алайық [2].

$$L= (Vк-Vш) x D x 1/Fкм x 1/ dI \quad (1)$$

Мұндағы: $V_{кір}$ – кіріс кернеу; $V_{шығ}$- шығыс кернеу, $I_{шығ}$ – шығыс ток, $F_{кж}$ - коммутация жиілігі; D - жұмыс циклі ($D=V_{шығ}/V_{кір}$); dI – пульсациялық ток.

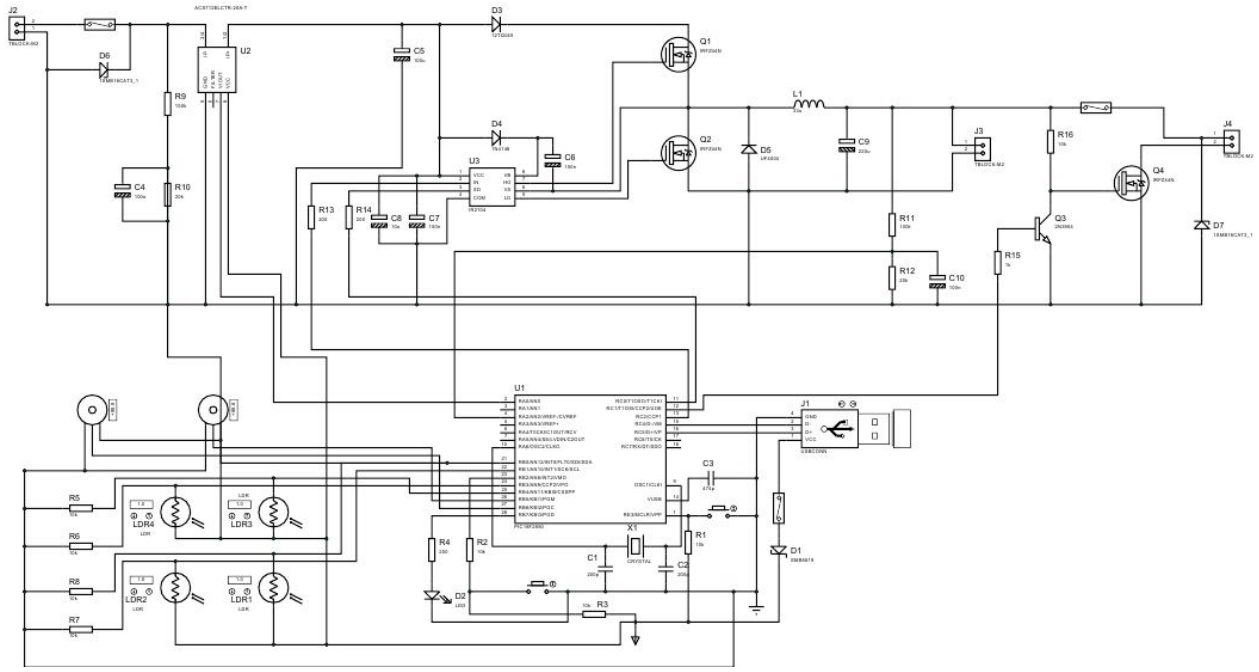
Катушканың ең жоғары тоғын I_{max} келесі формуламен аңықтаймыз

$$I_{max} = I_{шығ} + dI/2 \quad (2)$$

Шығыс сыйымдылық төмендететін түрлендіргіш шығысында болатын кернеу асып кетуі мен пульсацияны барынша азайту үшін қажет. Кернеу асып кетуі көбіне шығыс сыйымдылығының жеткіліксіздігінен туынданған. Шығыс сыйымдылығын $C_{шығ}$ келесі формуламен анықтаймыз.

$$C_{шығ} = dI / (8 \times F_{кж} \times dV) \quad (3)$$

Мұндағы: dV- пульсация кернеуі.

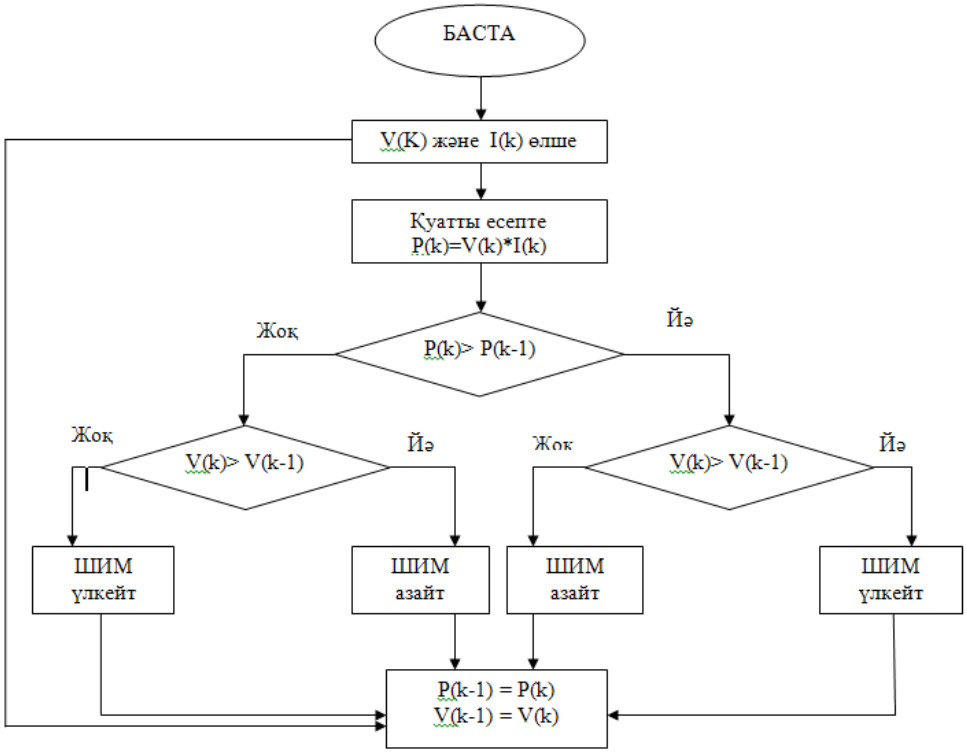


3-сурет. MPPT контроллерінде төмендететін кернеу түрлендіргіш негізіндегі зарядтаушы құрылғы сұлбасы

МДШ транзисторы төмендететін түрлендіргіштің ең маңызды бөлігі боп табылады. МДШ транзистор алуан түрі болғандықтан оны таңдау оңай емес. МДШ транзисторды номиналды кернеу, номиналды тоқ, қосылу кедергі, өткізгіштік шығын сияқты басты параметрлерге байланысты таңдалады.

МДШ драйвері көбіне бізге МДШ транзистордың затворын микроконтроллерден келген әлсіз тоқты шығыс сандық сигналы арқылы басқаруға мүмкіндік береді. 5 вольтты сандық сигнал драйвер арқылы МДШ транзистордың үлкен кернеуін басқара алады. МДШ транзисторында затвор сыйымдылығы бар және соны зарядтағаннан соң МДШ транзисторы ашылады, егер разрядтасақ жабылады.

JP2 разьемі күн панелге, JP3 – аккумуляторлық батареяға және JP4 жүктеуге арналған.F2 және F3 – 5А сақтандырғыш. Төмендететін түрлендіргіш Q1 және Q2 – МДШ транзисторлардың синхронды қосылғышынан және энергия жинайтын L1 катушка мен конденсатордан тұрады. Катушка коммутаторлық тоқты тегістейді және C9 конденсатормен бірге шығыс керенеуін тегістейді. D3 диоды түнгі уақытта батареяның панель арқылы разрядтауын болдырмайды. D5 диоды өте жылдам диод боп келеді,ол тоқты Q2 МДШ транзистордың қосылғанға дейін өткізеді. Бұл түрлендіргішті тиімді жасау үшін арналған. Q4 МДШ транзисторы жүктемені басқаруға үшін қолданаылады. МДШ драйвері Q3 транзистордан және R15, R16 кедергілерден тұрады. ACS712 тоқ датчигі холл эффектісі негізінде тоқты өлшеп мәліметтерді микроконтроллерге береді.



4-сурет. Алгоритмі

Максималды қуатты аңду әрқашан өзгеріп тұратын максималды қуат нүктесін табу үшін итеративті әдісін қолданады. Бұл итеративті әдіс «Perterb and Observe" немесе жоғарылау алгоритмі деп аталады [3]. Максималды қуат нүктесін жету үшін контроллер кернеуді аз мөлшерде үлкейтіп қуатты өлшейді. Кернеу мәні ШИМ арқылы басқарылады.

Қарастырылған мобильді роботтың энергетикалық қондырғысы түгелдей автономды. Күнді аңдуын қаматамасыз ету үшін аз шама жұмсалады және 30-50% төмен болмайтын энергетикалық тиімділі жоғары болады. Демек мобильді роботтың жұмыс істеу уақыты ұзағырақ болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Е.И. Юрьевич. Основы робототехники. - 3-е издание. – БХН-Петербург 2010. – 368с.

[2] ВЯЧ. А. Зиновьев. Пространственные механизмы с низшими парами. Кинематический анализ и синтез. – М.: Ленинград, 1952. – 428с.

[3] "LC Selection Guide for the DC-DC Synchronous Buck Converter". Publication Order Number: AND9135/D .Semiconductor Components Industries, LLC, 2013

[4] Ahmed M. Atallah, Almoataz Y. Abdelaziz, and Raihan S. Jumaah. Implementation of perturb and observe MPPT of pv system with direct control method using buck and buckboost converters. Emerging Trends in Electrical, Electronics & Instrumentation Engineering: An international Journal (EEIEJ), Vol. 1, No. 1, February 2014

[5] Шиняков Ю.А. Повышение энергетической эффективности автономных фотоэлектрических энергетических установок / Ю.А. Шиняков, Ю.А. Шурыгин, О.Е. Аркатова // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2010. – № 2(22), ч. 2. – С. 102–107.

Байтурганова В.К., Аймуханбетов Е.А.

Система позиционирования и регулирования мощности мобильного робота

Резюме. Расмотрено улучшение технических характеристик солнечных батарей и аккумуляторных, в целях совершенствования автономных фотоэлектрических энергетических установок мобильных роботов.

Ключевые слова. мобильный робот, микроконтроллер, солнечная батарея, аккумулятор, система позициянирования, система регулирования.

Bayturganova V.K., Aytmuhanbetov E.A.

Positioning and power control of the mobile robot system

Annotation. This article classes AB because of lack of power supply to charge or it creates a problem when using the robots, they have increased energy efficiency, automated photovoltaic installations shall be applied taking into

account that the self - improvement of the photovoltaic power plants, primarily to improve the specification and IC 's are provided.

Key words. mobile robotics, micro control, solar battery, accumulation, system of a positioning, system of regulation.

УДК 502.3(574.31)

Ж.О. Озгелдинова, Ж.Т. Мукаев
(Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, г. Астана[1]
Государственный университета им. Шакарима, г. Семей[2]
ozgeldinova@mail.ru, zhandos.mukaev@mail.ru)

ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ЖЕЗКАЗГАНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА

Аннотация. Выявлены основные факторы загрязнения воздушного бассейна Жезказганского промышленного узла. Приведены результаты измерений содержания в воздухе пыли, а также анализов химического и гранулометрического составов пыли, сделанные в 2012-2015 гг. Промышленные узлы и их предприятия с устаревшими технологиями привели к трансформации и полному уничтожению естественных геосистем и возникновению специфических искусственно созданных территорий. Природные компоненты подобных геосистем находятся в состоянии постоянных динамических изменений. На локальном уровне территории промышленных узлов является ядром концентрации техногенных геохимических аномалий, что создает благоприятные условия для взаимопроникновения загрязняющих ингредиентов природных сред. Миграционные циклы трансформации веществ зависят от характера аномалий, в конечном счете, от специфики техногенеза [1].

Ключевые слова: воздух, промышленный узел, техногенные геохимические аномалий.

Территория Жезказганского промышленного узла расположена на наиболее возвышенной части Казахского мелкосопочника – Сарыарка, которая представляет собой своеобразную, весьма неоднородную в геолого-геоморфологическом отношении природную страну. Рельеф сложнен мелкосопочными возвышениями и межсопочными понижениями, речными долинами, сухими руслами водотоков с бессточными впадинами, озерными котловинами. Условия рельефа региона обуславливают свободную циркуляцию воздушных потоков, не способствуя для создания застойных условий для атмосферных загрязнений [2, 3].

Климат региона континентальный и крайне засушливый. Средняя температура января колеблется от - 19,9 С до - 14,7 С. Средняя температура июля колеблется от +19 С до +27 С. На фоне солнечной радиации, возрастающей к югу региона, увеличивается повторяемость антициклональных ситуаций, усиливающие континентальность климата, уменьшающие количество осадков. В северной и восточной части региона в среднем выпадают 200 – 250 мм. осадков в год, в южной – 150 – 200 мм. в год, наибольшая часть которых (более 70%) приходится на теплый период. Атмосферные осадки, так же как и ветер, относятся к факторам самоочищения атмосферы. Отмечено некоторое снижение концентрации атмосферных примесей после выпадения осадков, в холодный период более чем в 1,5-2 раза, в теплый период в 2- 2,3 раза. Однако, осадки становятся источниками загрязнения почвы и водоемов. Кроме того, относительно небольшое количество дней с осадками в регионе, существенно не влияют на общее уменьшение концентрации атмосферного загрязнения. Одним из основных метеорологических факторов, влияющих на концентрацию и распространение атмосферного загрязнения, является ветровой режим. Условия рельефа, обуславливают формированию активного ветрового режима в сочетании с синоптическими условиями. Обширность территории региона и сложный рельеф обуславливают значительные различия в скорости и направлении ветра. Средняя годовая скорость ветра в северных районах 4,8 – 5,2 м/с, в южных 3,5–4,8 м/с [2, 3]. При рассмотрении влияния основных метеорологических величин на уровень загрязнения атмосферы, замечено, что существенную роль оказывают режимы общей циркуляции атмосферы, а вместе с ним - режим ветра, солнечная радиация, температурный режим, влажность воздуха и осадки. Циркуляционные условия атмосферы региона формируются под влиянием циклонической деятельности, динамика которых обусловлена западным переносом. На территорию исследуемого региона поступают трансформированные три типа воздушных масс, как арктические, полярные и тропические. Все они имеют свои особенности

формирования уровня загрязнения атмосферы. При циклонической погоде формируется пасмурная, часто с ветрами и осадками, погода. Это способствует рассеиванию, вымыванию вредных веществ из атмосферы, соответственно, уменьшению концентрации атмосферного загрязнения. В холодный период существенную роль оказывает западный отрог азиатского антициклона.

Среднесуточная температура в января при этом составляет -12,75 С, скорость ветра 4,8 м/с, относительная влажность воздуха 89%. При подобных метеоусловиях не редко наблюдаются приподнятые инверсии. Инверсии формируются в результате выхолаживания земной поверхности, при слиянии теплых и холодных фронтов, т.е на фронтах окклюзии. Вероятность их повтора в холодный период составляет 18%. Инверсии образуют своеобразный ”потолок”, препятствующий подъему и рассеиванию относительно нагретых выбросов из производственных источников. Приземные инверсии чаще образуются в ночные часы, поэтому ночью отмечается увеличение концентрации примеси в 0,5- 0,7 раз. Днем же происходит их рассеивание. Наиболее мощные инверсии образуются при антициклональной погоде в зимний период в сочетании с сильными ночными выхолаживаниями. Мощность таких инверсии по данным аэрологических наблюдений составляют от 200 до 400 м, а высота расположения колеблется в большинстве случаев от 500 до 1200 м. При слабых ветрах выбросы низких и неорганизованных выбросов имеют тенденцию к скапливанию в приземном слое. При значительных ветрах (7-10 м/с) и отсутствии инверсии в приземном слое, примеси рассеиваются и мало достигают поверхности земли. При сильных ветрах со скоростью 12-15 м/с и более - наблюдается перенос примесей на значительные расстояния от источников [2, 3].

Роза ветров представлена на рисунке 1.

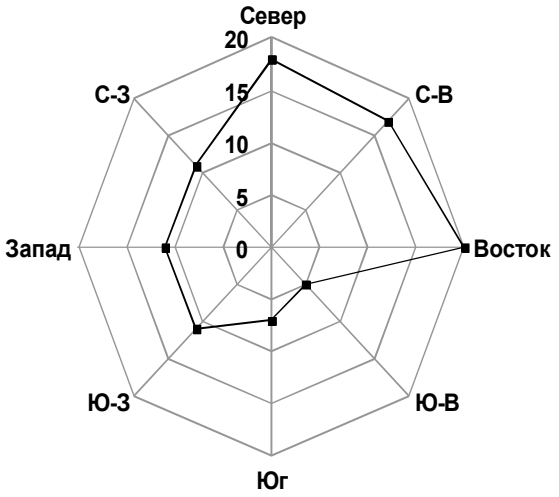


Рис. 1. Средние повторяемости направления ветра (%)
Жезказганского региона по данным гидрометеорологии

Основными факторами загрязнения воздуха Жезказганского промышленного узла являются предприятия цветной металлургии, а именно обогатительные фабрики, литейно-механический завод, шахты с разработкой открытого типа, завод железобетонных конструкции и др. Таковыми предприятиями города являются ПО «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс» и РГП «Жезказганредмет». Происходит постоянное и регулярное осаждение пыли и химических элементов которые попадают в атмосферу с ТЭЦ работающие на смешанном топливе, выхлопы автомобильного транспорта и пыли с хвостохранилищ, проблемы радиационно опасных рудников, карьеров оставшихся после разработок.

Процесс аридизации территории увеличивает вероятность возникновения пыльных бурь, перенос поверхностного слоя почвы на большие расстояния, что соответственно, увеличивает запыленность атмосферы. Таким образом, фоновое загрязнение территории представлено в основном частицами почвы, пыли, весной и летом – пыльцой растений.

В таблицах 1-3 приведены результаты измерений содержания в воздухе пыли, а также анализов химического и гранулометрического составов пыли, сделанные в 2012 г. в г. Сатпаев. Прямые замеры

запыленности воздуха до и после техногенного отстойника производились при ветре южного направления скоростью 6 м/с. Пробы отбирались в августе, то есть в период, когда пылеобразование на техногенном отстойнике достигает своего максимума. Отбор проб и обработка результатов данных выполнены в строгом соответствии с [4, 5]. После определения навески и содержания в фильтрах пыли, пробы были проанализированы сертифицированной лабораторией «КАЗГИДРОМЕТ» на содержание в них металлов из ассоциации загрязняющих веществ. Местоположение точек отбора проб приводится на рисунке 2.

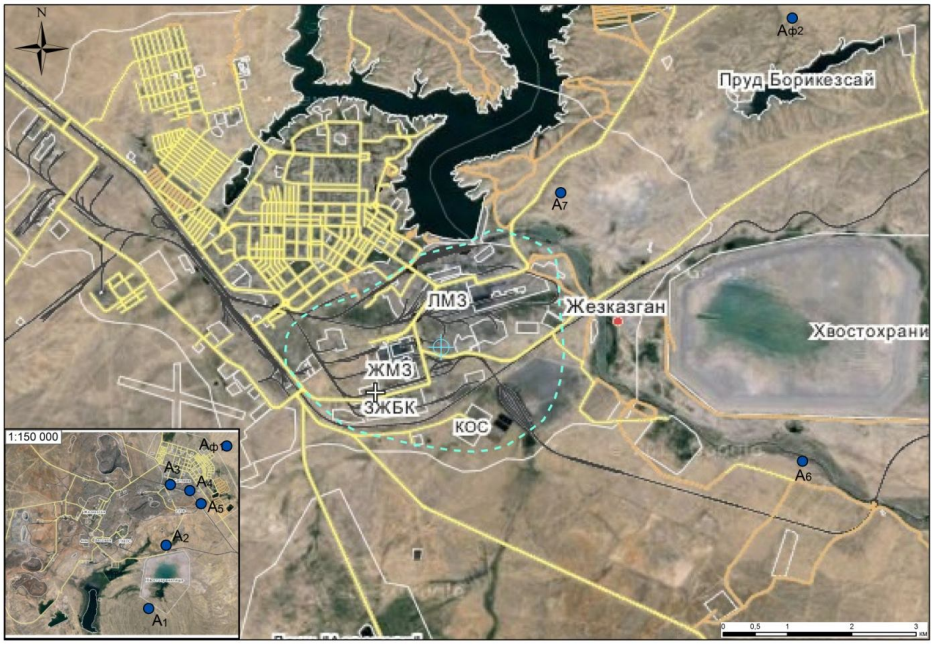


Рис. 2. Схема отбора проб воздуха на территории Жезказганского промыщленного узла

В таблице 1 приведено содержание отдельных элементов в пыли, содержащейся в пробах воздуха, отобранных до и после техногенного отстойника Сатпаевской обогатительной фабрики в 2012 г., где данные свидетельствуют о том, что в процессе прохождения ветрового потока над техногенным отстойником химический состав содержащейся в нем пыли практически не меняется. Только содержание меди и никеля увеличивается в два раза. В незначительной степени увеличивается содержание таких металлов, как марганец, свинец, серебро и стронций. В то же время пересчет на содержание в воздухе конкретных загрязняющих веществ показал, что ни один из металлов не имеет концентраций, превышающих соответствующие ПДК [4, 5].

Таблица 1. **Результаты спектрального анализа проб пыли, 2012 г.**

Химический элемент	Содержание в точке отбора пробы, мг/кг	
	фон $А_{ф1}$	за отстойником $А_1$
Fe	0,004	0,004
Mn	0,008	0,01
Cu	0,001	0,002
Mo	0,001	0,001
Ni	0,001	0,002
Pb	0,002	0,003
Ag	0,0013	0,002
Sr	0,015	0,018
Cr	0,001	0,001
Zn	0,04	0,04

*Примечание: не обнаружены: As, Cd, Co, Hg, Sb, W, U.

Таблица 2. **Гранулометрический состав пыли, точка отбора пробы A_1**

Фракции, мм	*Процентное содержание*
>0,25	*1,4*
0,25-0,10	*8,1*
0,10-0,05	*22,3*
0,05-0,01	*37,3*
0,01-0,005	*24,4*
0,005 - 0,001	*3,8*
<0,001	*2,7*

Как следует из таблицы 2, наиболее массовую долю в переносимой ветром пыли составляют частицы с размером от 0,25 до 0,005 мм. Их суммарное содержание составляет 92 %, то есть гранулометрический состав хвостов, намытых на пляже, способствует ветровой эрозии поверхности и, наряду с практически отсутствующей связностью сухих хвостов, создает предпосылки для интенсивного загрязнения атмосферы и почв прилегающей местности.

С учетом данных о скоростях ветра в районе Сатпаева, по расчету пыления хвостохранилищ и других поверхностей можно получить, что содержание пыли в воздухе с подветренной стороны на границе санитарно-защитной зоны составляет 2,79 мг/м^3, а с наветренной - 2,73 мг/м^3. Таким образом, вклад техногенного отстойника в состояние атмосферного воздуха заключается в основном в увеличении концентрации пыли на 0,06 мг/м^3.

Таблица 3. **Результаты наблюдений за пылением Сатпаевского техногенного отстойника**

Точки отбора проб		Концентрация пыли при измерении, мг/м^3			Среднее значение концентрации, мг/м^3	
		1	2	3	по точке	по стороне
1	Подветренная сторона, A_1	2,70	2,94	2,85	2,83	2,79
2	- « -	2,57	2,80	2,67	2,68	
3	- « -	2,82	2,93	2,80	2,85	
4	Наветренная сторона, A_2	2,61	2,84	2,79	2,75	2,73
5	- « -	2,49	2,74	2,63	2,62	
6	- « -	2,77	2,86	2,79	2.81	

*Примечание: скорость ветра 6,9 м/с, направление - восточное, от точки A_2 на точку A_1

Расчеты по вышеприведенному выражению дают следующие результаты, помещенные в таблице 4.

Таблица 4. **Изменение массы пыления в зависимости от изменения скорости ветра**

Возможные скорости ветра	5	10	15	20	25	30
Масса пыления	0,5	12,9	49,5	128,0	262,5	468,0

В 2012 - 2013 гг. были проведены исследования проб атмосферного воздуха на границе СЗЗ техногенного отстойника. Данные этих исследований приводятся в таблице 5. Они подтверждают выводы, сделанные ранее.

Таблица 5. **Содержание пыли в атмосфере на границе СЗЗ техногенного отстойника Сатпаевской обогатительной фабрики №3, отобранные в 2012-2013 гг.**

Дата, время	№ точек	Т°, С	Р, мм рт.ст	Скорость воздушного потока V, м/с	Направление ветра	Запыленность, мг/м^3	
						Фоновое загрязнение	*За отстойником*
отобранные в 2012 г.							
07.08.2012 9^{00}	A_3	21 21 21	721	2,4 2,4 2,4	восточное	2,79 2,67 2,80	3,29 2,89 3,24
07.08.2012 9^{00}	A_4	21 21 21	721	2,4 2,4 2,4	восточное	3,16 2,98 3,11	3,47 3,26 3,51
07.08.2012 9^{00}	A_5	21 21 21	721	2,4 2,4 2,4	восточное	3,13 3,31 3,15	3,45 3,34 3,29
07.08.2012 14^{00}	A_3	24 24 24	721	2,1 2,1 2,1	восточное	2,51 2,43 2,51	2,78 2,71 2,83
07.08.2012 14^{00}	A_4	24 24 24	721	2,1 2,1 2,1	восточное	2,73 2,87 2,95	3,24 3,35 2,46
07.08.2012 14^{00}	A_5	24 24 24	721	2,1 2,1 2,1	восточное	2,68 2,74 2,81	3,21 3,20 3,34
отобранные в 2013 г.							
07.08.2013 9^{00}	A_3	20	731	4,4 4,4 4,4	восточное	4,34 4,29 4,37	4,61 4,65 4,63
07.08.2013 9^{00}	A_4	20	731	4,4 4,4 4,4	восточное	4,02 4,18 4,23	4,35 4,39 4,57
07.08.2013 9^{00}	A_5	20	731	4,4 4,4 4,4	восточное	4,04 4,05 4,03	4,31 4,33 4,36
07.08.2013 13^{00}	A_3	25	731	3,4 3,4 3,4	восточное	3,03 3,06 3,05	3,32 3,07 3,29
07.08.2013 13^{00}	A_4	25	731	3,4 3,4 3,4	восточное	3,02 2,99 2,89	3,31 3,24 3,21
07.08.2013 13^{00}	A_5	25	731	3,4 3,4 3,4	восточное	2,63 2,57 2,69	2,94 2,85 3,09

Для техногенного отстойника ОФ № 3 ЗАЗ представляет собой территорию внутри замкнутой кривой, проведенной вокруг техногенного отстойника так, что расстояние от любой точки этой кривой до ближайшей точки его контура составляет 20h, т.е. 240 м, так как высота дамбы техногенного отстойника составляет 12 м.

Специалистами пылегазовой лаборатории корпорации «Казахмыс» проводятся постоянные замеры по четырем точкам в СЗЗ Сатпаевской промплощадки: точка № 1 - на въезде в г. Сатпаев, улица Улытауская; точка № 2 - район автостанции г. Сатпаева; точка № 3 - на выезде в сторону рудника из г. Сатпаева, улица Сары-Арка; точка № 4 - поселок Рудник, район кинотеатра Космос. В наших исследованиях мы воспользуемся замерами, сделанными в течение 14 месяцев: с августа 2013 года по сентябрь 2014 года. Результаты замеров приведены в таблице 6.

Таблица 6. **Сведения о концентрациях вредных веществ на границе СЗЗ накопителя отходов ОФ № 3 по результатам контрольных измерений в 2013 г., точка отбора пробы $А_3$**

№№ фильтров	Концентрация вредного вещества, мг/м^3				
	Пыль	Zn	Cu	Pb	Co
Хвостохранилище ОФ № 3					
31	2,4	0,112	0,005	<0,001	<0,001
21	2,1	0,006	0,004	<0,001	<0,001
22	2,1	0,006	0,004	<0,001	<0,001
23	3,8	0,021	0,003	<0,001	<0,001
24	1,9	0,01	0,008	<0,001	0,002
25	3,6	0,01	0,007	<0,001	<0,001
26	1,6	0,006	0,009	<0,001	<0,001
27	1,6	0,006	0,009	<0,001	<0,001
32	1,8	0,01	0,005	<0,001	<0,001
28	2,2	0,01	0,004	<0,001	<0,001
29	1,3	0,01	0,003	<0,001	<0,001
33	1,6	0,01	0,002	<0,001	<0,001
$ПДК_{м.р.}$	0,5			0,001	0,001
$ПДК_{с.с.}$		0,05	0,002	0,0003	0,0004

При проведении контрольных замеров на границе СЗЗ ОФ № 3, сделанных 2013 году пробы воздуха были отобраны в точках в зоне активного загрязнения на расстоянии 500 м и 1 км, где присутствует загрязнение пылью (4,3 $ПДК_{м.р.}$) и медью (2,6 $ПДК_{м.р.}$) (таблица 6). Полученные результаты позволяют сделать вывод, что некоторое загрязнение атмосферного воздуха по пыли связано, прежде всего, с присутствием вокруг Сатпаевской промплощадки рудников, нежели присутствием самой фабрики. 2,6-кратное превышение $ПДК_{м.р.}$ меди может быть связано с пылением техногенного отстойника, расположенного в 3 км от обогатительной фабрики.

24.06.2012 г. по результатам рассмотрения уровня плановой и фактической себестоимости продукции, производственной оптимизации затрат на производство учитывая нерентабельность ведения работ деятельность Сатпаевской обогатительной фабрики № 3 Филиала ТОО «Корпорации Казахмыс» - ПО «Жезказганцветмет» приостановлена.

В результате исследований влияния техногенного отстойника Жезказганских обогатительных фабрик № 1 и № 2 нами оценены объемы пыления техногенного отстойника на границе санитарно-защитной зоны и оценены концентрации, гранулометрический и химический состав пыли, выносимой за ее пределы.

Пробы отбирались в трех точках с наветренной стороны хвостохранилищ и в трех-с подветренной, при скорости ветра юго-восточного направления - 5,5 м/с. Результаты измерений содержания пыли в воздухе, а также анализов химического и гранулометрического составов пыли, сделанные в 2012 г., приведены в таблицах 7-10.

Таблица 7. **Концентрация пыли в пробах воздуха (направление ветра - северо-восток, скорость - 5,5 м/с)**

Точка отбора пробы		Концентрация пыли при измерении, мг/м^3			*Среднее значение концентрации, мг/м^3*	
		1	2	3		
1	фон, $А_{ф2}$	4,38	3.73	4,18	4,08	4,20
2	- « -	3,97	3,43	4,97	4,12	
3	- « -	4,53	4,69	4,06	4,43	
4	за техногенным отстойником, $А_6$	5,07	5,21	4,57	4,95	4,75
5	- « -	4,50	3,97	5,48	4,65	
6	- « -	5,01	4,22	4,60	4,61	

Таблица 8. **Результаты спектрального анализа проб пыли, 2012 г.**

Определяемый элемент	Содержание в точке отбора пробы, мг/кг	
	фон, $А_{ф2}$	за техногенным отстойником, $А_6$
Fe	*0,005*	*0,004*
Cd	0,001	0,002
Co	0,004	0,005
Mn	0,05	0,197
Cu	0,20	0,69
Mo	0,00	0,002
As	0,004	0,004
Ni	0,005	0,011
Pb	0,04	0,139
Ag	0,012	0,012
Cr	0,009	0,014
Zn	0,08	0,29

*Примечание: не обнаружены: Au, Hg, Sb, W, U.

Таблица 9. **Концентрация пыли в воздухе на границе санитарно-защитной зоны в районе техногенного отстойника, точка отбора пробы $А_7$**

Скорость ветра, м/с	4	5	6	8	10	12	14	18	20	22
Концентрация пыли, мг/м	0	0,5	1,4	5,1	12	23	39,2	90,7	128	174,2

Таблица 10. **Гранулометрический состав пыли, точка отбора пробы $А_6$**

Фракции, мм	Процентное содержание
> 0,25	2,6
0,25-0,10	13,7
0,10-0,05	26,9
0,05-0,01	32,6
0,01-0,005	20,1
0,005-0,001	1,3
<0,001	2,8

В результате анализа и обработки экспериментальных данных получено, что при скорости ветра в районе техногенного отстойника, равной 5,5 м/с, содержание пыли в воздухе с подветренной стороны на границе санитарно-защитной зоны составляет 4,75 мг/м., а с наветренной - 4,20 мг/м (таблица 8).

Концентрации пыли в воздухе при других скоростях ветра, рассчитанные с учетом натурных измерений, приведены в таблице 9. Необходимо отметить, что расчетные концентрации пыли в воздухе отличаются от результатов непосредственных измерений в меньшую сторону, что, по всей видимости, является следствием высоких фоновых концентраций пыли, которые в расчетах во внимание не принимаются.

Наибольшую массовую долю в переносимой ветром пыли составляют частицы с размером от 0,25 до 0,005 мм. Их суммарное содержание составляет 93 %, то есть гранулометрический состав мелкодисперсных отходов, намытых на пляже, способствует ветровой эрозии поверхности и, наряду с практически отсутствующей связностью сухих хвостов, создает предпосылки для интенсивного загрязнения атмосферы и почв прилегающей местности (таблица 10).

В 2013 и 2014 гг. исследования атмосферного воздуха были продолжены. Для техногенного отстойника ОФ №№ 1,2 ЗАЗ представляет собой территорию внутри замкнутой кривой, проведенной

вокруг техногенного отстойника так, что расстояние от любой точки этой кривой до ближайшей точки его контура составляет 20h, т.е. 1180 м., так как высота дамбы техногенного отстойника составляет 59 м. Пробы отбирались в трех точках с наветренной стороны хвостохранилища и в трех с подветренной. Результаты измерений содержания пыли в воздухе, а также анализов химического состава пыли приведены в таблицах 11-12.

Таблица 11. **Сведения о концентрациях вредных веществ на границе СЗЗ техногенного отстойника Жезказганской обогатительной фабрики №1,2, по результатам контрольных измерений летом 2013 г., точка отбора пробы $А_7$**

№№ фильтров	Концентрация вредного вещества, мг/м^3						
	Пыль	Cu	Ni	Co	Pb	Zn	Cd
47	6,1	0,006	0,003	<0,05	<0,001	0,01	0,0001
48	6,1	0,006	0,003	<0,05	<0,001	0,01	0,0002
Фон	6,1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
49	1,6	0,01	0,003	<0,21	<0,001	0,01	0,0002
50	1,6	0,01	0,006	<0,21	0,002	0,02	0,0001
51	1,0	0,002	0,001	<0,63	0,006	0,03	0,0003
Фон	0,8	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
$ПДК_{м.р.}$	0,5			0,001	0,001		
$ПДК_{с.с.}$		0,002	0,001	0,0004	0,0003	0,05	0,0003

Таблица 12. **Сведения о концентрациях вредных веществ на границе СЗЗ техногенного отстойника Жезказганской обогатительной фабрики №1,2, по результатам контрольных измерений летом 2014 г., точка отбора пробы $А_7$**

№№ фильтров	Концентрация вредного вещества, мг/м^3						
	Пыль	Cu	Ni	Co	Pb	Zn	Cd
52	1,4	0,001	0,002	<0,001	0,002	0,02	0,0001
53	1,1	0,006	0,003	<0,001	<0,001	0,02	0,0001
54	0,9	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,0001
55	1,8	0,0007	0,003	<0,001	0,002	0,004	0,0002
56	0,4	0,0007	0,004	<0,001	0,002	0,006	0,0001
57	0,5	0,005	0,006	<0,001	0,002	0,03	0,0002
58	0,3	0,002	0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,0001
59	0,5	0,004	0,005	<0,001	0,002	0,02	0,0002
60	1,3	0,005	0,003	<0,001	<0,001	0,02	0,0002
61	0,3	0,006	0,004	0,002	<0,001	0,02	0,0002
$ПДК_{м.р.}$	0,5			0,001	0,001		
$ПДК_{с.с.}$		0,002	0,001	0,0004	0,0003	0,05	0,0003

Исследования отметили довольно высокое содержание меди и никеля, в основном фоновое, что не подтверждает наличие техногенной нагрузки со стороны техногенного отстойника на атмосферный воздух. Полученные данные свидетельствуют о том, что на границе СЗЗ техногенного отстойника не наблюдается переноса мелкодисперсных фракций.

Сопоставление результатов расчетов суммарного показателя загрязненности воздуха с оценочными критериями [6] позволяют сделать вывод, что в основном степень загрязнения атмосферного воздуха в обследованной техногеосистеме можно отнести к допустимой: до 1.

Так как техногенный отстойник находится на расстоянии 4 км от медеплавильного завода и 3 км от ОФ №№ 1,2, а обогатительные фабрики на расстоянии 1,5 км от медеплавильного завода, то ЗАЗ Жезказганской промплощадки принимаем равной ЗАЗ Жезказганского медеплавильного завода - 12,0 км.

Таблица 13. **Сведения о концентрациях вредных веществ на границе СЗЗ техногенного отстойника Жезказганской обогатительной фабрики №1,2, по результатам контрольных измерений летом 2015 г., точка отбора пробы $А_7$**

№№ фильтров	Концентрация вредного вещества, мг/м^3				
	Пыль	Zn	Cu	Pb	Co
ЖМЗ					
62	0,6	0,005	0,001	0,002	<0,001
63	0,3	0,02	0,002	<0,001	<0,001
64	0,6	0,005	0,001	<0,001	<0,001
65	0,5	0,01	0,001	<0,001	<0,001
66	1,1	0,01	0,001	0,002	<0,001
67	0,8	0,01	0,008	0,002	<0,001
68	1,2	0,006	0,001	<0,001	<0,001
69	1,4	0,006	0,001	0,002	<0,001
70	0,8	0,01	0,004	0,002	<0,001
71	2,0	0,006	0,001	0,003	<0,001
72	2,0	0,006	0,001	0,002	<0,001
73	0,8	0,01	0,007	0,002	<0,001
74	0,9	0,02	0,008	<0,001	<0,001
75	0,8	0,02	0,006	0,002	<0,001
76	1,4	0,02	0,006	0,002	<0,001
77	1,4	0,01	0,005	0,002	<0,001
78	2,3	0,006	0,001	0,002	<0,001
79	3,4	0,006	0,001	<0,001	<0,001
$ПДК_{м.р.}$	0,5			0,001	0,001
$ПДК_{с.с.}$		0,05	0,002	0,0003	0,0004

В таблице 13 приводятся также результаты контрольных замеров, проведенные в апреле 2015 года. Пробы воздуха были отобраны в точках в зоне активного загрязнения на расстоянии 5, 9 и 12 км. Полученные данные были усреднены и сравнены с *ПДКм.р.,* что позволило считать, что основными ЗВ здесь явились медь *(1,5* $ПДК_{м.р.}$) и пыль (2,4 $ПДК_{м.р.}$).

Большое количество газов выделяется при переработке минерального сырья на металлургических предприятиях. В атмосфере Жезказганского региона значительная доля загрязняющих веществ на ряду с тяжелыми металлами приходится на двуокись серы, окислы углерода, окислы азота, фенолы и взвешенные вещества. Особенно много двуокиси серы вырабатывается при переработке сульфидного сырья на предприятиях цветной металлургии, а также при сжигании углей, обладающих повышенным содержанием серы, которая на предприятиях теплоэнергетики никак не утилизируется и поступает в атмосферу.

По данным «Информационного бюллетеня о состоянии окружающей среды РК» Министерства энергетики РК, за последний 2014 год уровень загрязнения атмосферного воздуха в Жезказганском регионе повысился 11 % (таблица 14).

Таблица 14. **Динамика изменения уровня загрязнения воздушного бассейна города Жезказган**

Годы	$ИЗА_5$	Название примесей, превышающих ПДК	Средняя концентрация,		Максимальная концентрация,		Повторяемость концентраций примесей выше ПДК, в %
			мг/м^3	кратность превышения ПДК	мг/м^3	кратность превышения ПДК	
2011	7,1	Взвешенные	0,29	1,9	0,9	1,8	5,8
		Диоксид азота	0,05	1,23	0,2	2,1	11,5
		Фенол	0,0053	1,8	0,03	3	14,7
2012	7,5	Взвешенные	0,2857	1,9	1,8	3,6	6,4
		Диоксид серы	0,0216	0,4	1,363	2,7	0.9

Годы	ИЗА$_5$	Название примесей, превышающих ПДК	Средняя концентрация,		Максимальная концентрация,		Повторяемость концентраций примесей выше ПДК, в %
			мг/м^3	кратность превышения ПДК	мг/м^3	кратность превыше-ния ПДК	
		Оксид углерода	1,7243	0,6	15	3	0,7
		Диоксид азота	0,0607	1,5	0,31	3,6	27
		Фенол	0,0067	2,2	0,043	4,3	17,7
2013	6,5	Взвешенные	0,3047	2,0311	1,8	3,6	7,9
		Диоксид серы	0,0161	0,3227	0,753	1,506	0,3
		Оксид углерода	2,1857	0,7286	11	2,2	1,7
		Диоксид азота	0,0402	1,0039	0,25	2,9412	9,1
		Фенол	0,0058	1,9226	0,041	4,1	12,7
2014	7,3	Взвешенные	0,328	2,183	2,100	4,2	8
		Диоксид серы	0,011	0,215	0,608	1,216	1
		Оксид углерода	1,947	0,649	10,000	2,000	2
		Диоксид азота	0,064	1,590	0,320	3,765	11,2
		Фенол	0,006	1,925	0,039	3,900	9,8

*Источник информации: «ИЭБ (2011-2014)» Министерство охраны окружающей среды [7, 8]

Разница в концентрациях ЗВ вблизи труб и на удалении от них объясняется высотой основных источников загрязнения. Это позволяет задерживать высокую концентрацию ЗВ в черте города Жезказгана на границе СЗЗ, но вместе с тем, увеличивается радиус рассеяния ЗВ на многие километры дальше от источника загрязнения.

Основным загрязняющим веществом в санитарно-защитной зоне ТЭЦ является сернистый ангидрид, который непосредственно улавливается в черте города Жезказган. На удалении от города Жезказгана основными загрязняющих веществ является пыль, медь, свинец, цинк, никель и сернистый ангидрид. Основными загрязнителями воздушного бассейна Жезказганской агломерации являются: свечи выбросов аспирационных и вентиляционных систем обогатительных фабрик № 1,2; хвостохранилище обогатительных фабрик № 1,2; свечи выбросов аспирационных и технологических газов Жезказганского литейно-механического завода.

Анализируя содержание приведенных таблиц в целом, можно прийти к следующим выводам. За 2013 год фактический объем выбросов вредных веществ (твердых и гозообразных) в атмосферу от организованных и неорганизованных источников загрязнения г. Жезказган составляет 57232,848 тонн, при лимите 99148,227 тонн. Снижение объемов выбросов в атмосферный воздух на 39,8% - за 2013 г. по сравнению с 2012 г. связано с приостановкой ЖМЗ ТОО «Казахмыс Смэлтинг». Снижение количества образованных промышленных отходов на 15,18 % за 2013 г. по сравнению с 2012 г. связано с приостановкой деятельности СОФ № 3 и снижением объема вскрышных работ. Снижение количества образованных твердых бытовых отходов на 0,32% за 2013 г. по сравнению с 2012 г. связано с сокращением численности работников на предприятиях. ЖМЗ – уменьшение объемов выбросов в 2013 году на 28% (за отчетный период 23,0128 т/г, за аналогичный период прошлого года – 31,77028 т/г.), связано с приостановкой завода на реконструкцию. ЖТЭЦ – уменьшение объемов выбросов в 2013 году на 26,6% (за отчетный период – 20,135188 т/г, за аналогичный период прошлого года – 27,450472 т/г.) связано с выполнением природоохранных мероприятий: начата работа по замене существующих золоулавливающих установок на эмульгаторы с эффективностью очистки дымовых газов от твердых частиц до 99,5%. На сегодняшний день установлено только на четырех котлах № 4,5,6,9 из восьми котлов [9].

Значительная доля при загрязнении атмосферы региона приходится на передвижные источники: в Жезказгане автомобильным транспортом осуществляется до 75% грузоперевозок. Из всего количества автотранспорта 68% используют бензин, 42% - дизтопливо и всего 0,1% - наиболее экологически безопасное газовое топливо. Основная причина высокого содержания вредных веществ в выхлопных газах автомобильного транспорта – это несвоевременное и некачественное проведение технического обслуживания автомобильного парка, низкое качество транспортного топлива, отсутствие фильтров по очистке выхлопных газов.

Несмотря на то, что предприятиями и организациями (в том числе средства из республиканского и местных бюджетов) затрачиваются огромные финансовые средства, связанные с деятельностью по охране окружающей среды отрицательное воздействие загрязнения окружающей среды на экосистемы и здоровье населения, в Жезказганском регионе все еще сохраняют определенные проблемы, приводящие к высокому уровню выбросов, загрязняющих веществ в атмосферу. Количество отходов будет продолжать резко возрастать до тех пор, пока прогресс в борьбе за сокращение отходов не будет опережать производство.

Высокая концентрация экологически грязного промышленного производства, совместное размещение предприятий и жилых районов без учета экологической безопасности привели к тому, что население этих районов живет в зоне постоянного действия вредных производств и их отходов.

Наилучшим способом решения проблемы отходов является сокращение их количества за счет утилизации, что более перспективно и целесообразно в экологическом, экономическом и ресурсосберегающем аспектах – за счет внедрения малоотходных и безотходных технологий.

Таким образам, к природным факторам атмосферного загрязнения Жезказганского региона относятся синоптико-метеорологические условия, обуславливающие как увеличение (застойные условия для воздушных масс) так и уменьшение атмосферного загрязнения (ветер, осадки). К антропогенным факторам загрязнения компонентов геосистем Жезказганского региона относятся предприятия цветной металлургии и теплоэнергетики. Наиболее распространенными вредными антропогенными веществами в атмосферном воздухе региона являются пыль, сернистый ангидрид, сероводород, окислы углерода, окислы азота, аммиак, фенол и тяжелые металлы (медь, свинец, цинк). Компонентный состав техногенных выбросов настоящего промышленного узла является мощным геохимическим фактором, который изменяет и перераспределяет миграцию химических элементов под влиянием преобладающих ветров, режима атмосферных осадков, удаленности от источников загрязнения, особенностей рельефа и растительности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Джаналеева Г.М. Теоретические и методологические проблемы географии. Астана, 2008 г., 225 с.

[2] Калменова У.А. Физическая география Центрального Казахстана. – Жезказган: 2000. – 79.

[3] Темереева Ф.М. Природа Жезказганского края. – Жезказган: 2002. – 105 с.

[4] Совместный приказ Министерства здравоохранения РК от 30.01.2004 г. № 99 и Министерства охраны окружающей среды РК от 27.01.2004 г. № 21-п.

[5] РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Часть 1. Москва, 1991. – 319 с.

[6] Баймакова Е.В., Стороженко Н.Д., Олейников А.Г., Свирякин Б.И., Чередниченко В.С., Грановский Э.И., Омаров С.С. и др. Методические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления. РИД 03.3.0.4.01-96 от 29.08.1997 г. Минэкобиоресурсов РК. - Алматы, 1996. -121 с.

[7] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан Министерство охраны окружающей среды (2007-2011).

[8] Статистический сборник Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана 2006-2010. Астана 2011. – 192 с.

[9] Информационно-аналитический отчет по контрольной и правоприменительной деятельности экологического регулирования и контроля: Отчет (годовой)/ Отдел государственной инспекции охраны окружающей среды города Жезказгана, Спатаев. – 2014.

Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.

Жезказган өнеркәсіп торабының ауа ластануының факторлары мен шарттары

Түйіндеме. Жезқазған өндірістік торабының ауа бассейнінің негізгі ластану факторлары анықталған. Ауадағы шаң мөлшерінің нәтижелері, сонымен қатар 2012-2015 жылдары жасалған шаңның химиялық және гранулометриялық құрамының анализдері көрсетілген.

Түйін сөздер: ауа, өндірістік торап, техногенді геохимиялық аномалиялар.

Ozgeldinova Zh.O., Mukayev Zh.T.

Factors and conditions of air pollution of Zhezkazgan industrial hub

Summary. The main factors of air pollution in Zhezkazgan industrial hub are found. The results of measurements of dust in the air, as well as analyzes of the chemical composition and particle size distribution of dust which were made in 2012-2015 were represented.

Key words: air, industrial unit, technogenic geochemical anomalies.

ӘОЖ 620.22

А.К. Ибадуллаева, Ж. Ақынғазиев
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

СУЫҚТАЙ ЖАЙМА ҚАЛЫПТАУ ҮДЕРІСІНІҢ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Андатпа. Мақалада суықтай қалыптау технологиясының басты мәселесі – қолданылатын операцияларға егжей – тегжей талдау жасалып, оларды пайдаланатын аймақтарға баса көңіл бөлінген .Жайма қалыптауға қажетті жабдықтардың технологиялық үдерістеріне сәйкес дайындамада пайда болатын деформацияларға , кернеулік күй –жайларға және әдістемелерге айрықша назар аударылған.

Түйін сөздер; үдеріс, технология, операция, жайма, қалыптау, сотан, ұяқалып, деформация, пайдалану коэффиценті, түр өзгерту, жолақ, кесу, тесу, ию, қорамалау.

Машина жасау саласының дамуы машина жасайтын бөлшектерді дайындау технологиясын жетілдіруге,қысыммен өңдеудің жаңа әдістерін әзірлеуге,олардың қарқындылығымен сенімділігін арттыруға тығыз байланысты.Бөлшектер жасаудағы тиімді әдістердің бірі – автомобиль, ұшақ құрылымдарында және басқа да өнеркәсіп салаларында кеңінен қолданылатын жайма қалыптау болып табылады.Ол бөлшектердің тұрақты сапасын қамтамасыз етумен қатар энергия жинақтаушы және қор жинақтағыш технология болып табылады.

Суықтай қалыптау технологиясы әр түрлі операциялардың көптеген мөлшерін (санын) біріктіреді, ол екі негізгі сыныпқа бөлінеді; **ажырату**(бөліктеу) , мұнда дайындаманың бір бөлігі екіншісінен бөлінеді және **түр өзгерту**, бұл кезде бастапқы дайындаманы бұзбай отырып, материалдардың элементар көлемдерін ығыстыру арқылы бұйымның күрделі пішіні алынады.Сонымен қатар **жинақтау** операциялары да қолданылады – қалып қысымымен жеке бөлшектер жинақтау бірлігіне қосылады (жалғастырылады).Негізгі бөлінетін операцияларға жататындар ; кесу, шабу мен тесу ,негізгі түр өзгертетін операциялар – ию,кермелеу,қысу,отбортовка және қорамалау.Суықтай қалыптау технологиясы қалыппен, құрылымымен анықталады.Баспақтың әрбір жұмыстық жүрісімен дайындама немесе дайын бөлшек алынады.Суықтай жайма қалыптаудың технологиялық үдерісін әзірлеу мына тәртіппен жүреді [ ];

1) Үдерістің құрылымы айқындалады, яғни операциялардың бірізділігі, саны және мінез – сипаты белгіленеді :

2) Қалыптау күшіне, шикізаттың операциялық өлшемдеріне, дайындаманың өлшемдеріне және басқа да қажетті есептеулер орындалады;

3) Үдеріс сәйкес технологиялық құжаттармен рәсімделіп тіркеледі.

Келтірілген негізгі операциялардан басқа суықтай жайма қалыптауда көмекші операциялар да орын алады ,олар : тазалау ,түзету және жаймаларды майлау ,жұмсарту (босату) және бөлшектерді улау мен өңдеу, жумырлау, қорғаныс қабаттарын салу (жағу).

Бөлінетін операциялар тұйықталған немесе тұйықталмаған контур (қарам) бойынша материалдың бір бөлігін екіншісінен жарым – жартылай немесе толық бөліп алумен сипатталатын үдеріс. Материалды тұйықталмаған қарам бойынша бөліп алуға (бөліктер немесе кесіктер) мысал – бірінші дайындау операциясы әдетте гильотин немесе аунақша (шығыршық) қайшылармен немесе басқа әдістермен іске асырылатын берілген өлшемде жаймалар мен жолақтар алу үшін қолданылатын кесу амалы .Жайма материалдарды кесу әдістері ,электроаппараттық құрылымдарда жиі кездесетін жабдықтардың түрлері 1- кестеде келтірілген .Қалыптаудың технологиялық үдерісін жобалау кезінде материалдың аса тиімді пішілуін ескерту қажет.Шығынсыз қалыптаудың негізгі мақсаты ретінде материалды пайдалану коэффициентін ($К_п$) көтеруге ұмтылу қажет [1]

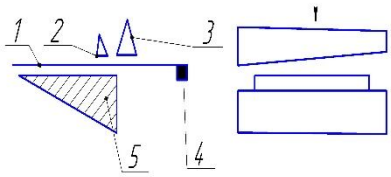
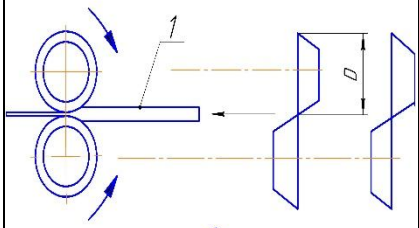
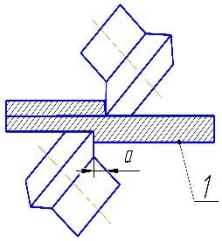
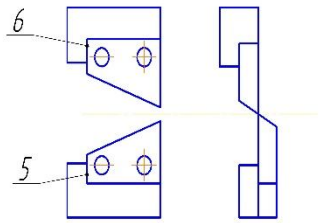
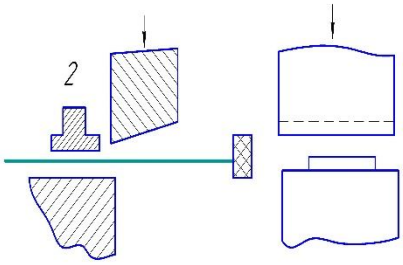
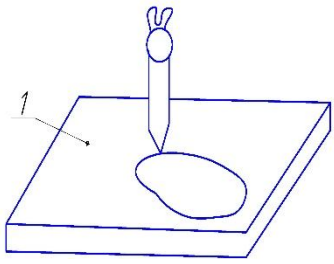
$$К_п = \frac{NF\delta}{BL} \qquad (1)$$

Мұндағы N- жаймадан алынатын бөлшектер саны ; F_δбөлшектің ауданы ; B- жайманың ені; L- жайманың ұзындығы . Жолақтың пайдалану оның пайдалану коэффициентімен ($К_ж$) сипатталады :

$$К_ж = \frac{nF\delta}{bl} \qquad (2)$$

Мұндағы n – жолақтан айналатын бөлшектердің саны ; b – жолақтың ені; l – жолақтың ұзындығы.

1-кесте. **Электроаппараттардың өндірісте қолдану аймақтары және жайма материалдарды кесетін жабдықтардың түрлері мен кесу әдістері.**

Жабдықтардың аттары	Кесетін механизмнің сұлбасы	Операциялардың аттарымен қолдану аймақтары
Гильотинді жетектер мен иінтіректі қайшылар.		Жолақтар мен дара дайындамалар кеседі.Иінтіректі қайшылар – аз көлемде өндіру кезінде қолданылады
Бірнеше жұпты тура шығыршықты пышақтары бар аунақша қайшылар		Жұқа жайма материалдарды (2мм-ге дейін) бірнеше жолақтарға кеседі.Гильотин қайшыларымен салыстырғанда жоғары дәлдік пен өнімділікке ие болады.
Еңкеу пышақтары бар аунақша қайшылар (еңкеу дөңгелету радиусының аз мөлшерін алуға мүмкіндік береді)		Жұқа жайма материалдарды дөңгелек және қисық сызықты дайындамалар алынады (аз мөлшерлі суықтай қалыптау орнына
Тербелмелі қайшылар(пышақтар минутына 1500-2000 жүрістер жасайды)		Қима үлгі 1 шаблон) жұқа жайма материалдардан қисық сызықты дайындамалар алады және олардың аз мөлшері кезінде суықтай қалыптау орнына таңбала жасайды.
Кесетін қалпы бар эксцентрикті баспақ (пышақтары паралель орналасқан)		Жолақтардан дара дайындамалар алады – өнімділігі жоғары .
Газбен кесетін машина (автоматты және жартылай автоматты)		Қалың жайма материалдардан түзу сызықты және қисық сызықты дайындамалар алады.

Суреттердегі көрсетілген белгілеулер : 1- кесетін материал ; 2- қыспақ ; 3-жоғарғы пышақ ; 4-тірек; 5-төменгі пышақ ; Д- аунақшаның диаметрі ; α-беріліс бұрышы.

Қалыптау кезінде жолақтың беріктігімен қалыптардың төзімділігіне жолақ жиегі мен бөлшектердің арасындағы мойнақтардың (далдалар) мөлшерлері әсер етуіне байланысты мойнақтарды анықтама кестесіне (2-кесте) сәйкес ұтымды таңдап алу керек. Бөлетін операцияларды ойдағыдай орындау үшін сотан мен ұяқалып арасындағы саңылау 0,05-0,1мм болуы қажет (әрбір жағына). Таспадан немесе жолақтан дайындаманы бөліп алатын күш (Р) мына формуламен анықталады:

$$P=K_l \times t\times l\times \tau_k , \qquad (3)$$

Мұндағы K_l- 1,3 -кесетін жүздердің мүжілу дәрежесін ,қалыптың құрылымы мен орындалу ерекшелігін ,материалдың механикалық қасиеттерімен қалыңдығының біркелкіліксіздігін т.б ескеретін коэффициент ;t-материалдың қалыңдығы ; l-барлық қарамдар мен тесіктердің,оның ішінде ішкіні де есептегендегі кесу ұзындығы ;τ_k-(0,7-0,9) δ_{adm}-қалыпталатын материалдың созылуы кезіндегі қалыптағы кесу кедергісі (δ_{adm} - созылу кезіндегі беріктік шегі) ,2-кестеде келтірілген . [1,3]

2- кесте .**Әртүрлі қаттылықтағы әртүрлі жаймалық,жолақтық және таспалық материалдардың қалыптағы кесу кедергілері – τ_k**

Материал	τ_k , h/мм^2	Материал	τ_k ,h/мм^2
Болат СтО –Ст3	21-38	Стеклотекстолит	12-15
Болат 08 Кп, 10 Кп	22-34	Электроизолиционный картон	7-8
Серіппелі болат таспа	104-160	Текстолит	8-15
1211^0 – 1512^0 температурада босатылған болат	35-43	Асбестоцемент	5-6
Қола	36-50	Картон	3-6
Жез	25-38	Кожа дубленая	4-6
Мыс	20-28	Фибра	12-17
Алюминий	10-15	Бумага	2-4
Дюралюминий	22-38	Резенке	0,6-1,0

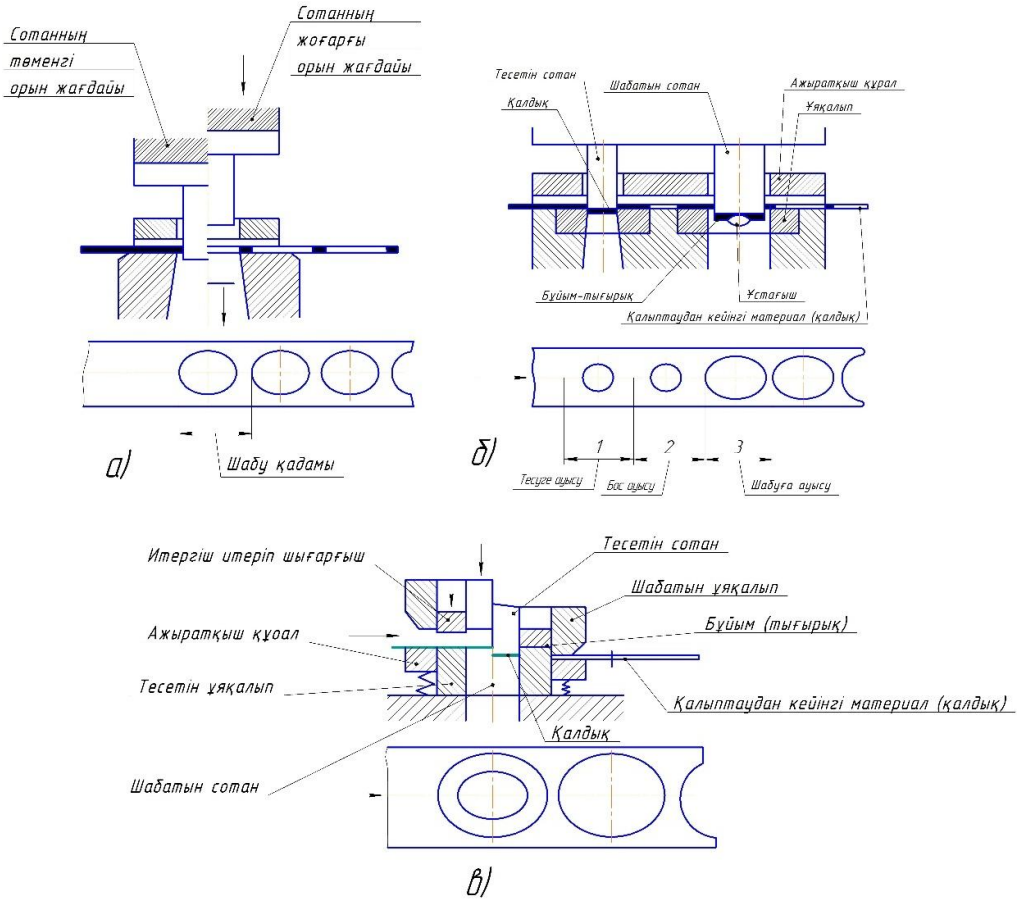
Шабу –тұйықталған қарам бойынша материалдың бір уақытта бөлінуі және бөлінетін бөлік «бөлшек» болады .Тесу-тұйықталған қарам бойынша бөлшектің ішінде материалды бөлу арқылы тесіктер алу.Тесу кезіндегі бөлінетін бөлік «қалдық» деп аталады. Бұл операциялардың айырмашылығы олардың атқаратын іс – әрекеттерінде.

Металдың деформациялану үдерістері мен осы операциялар үшін қолданылатын қалыптар құрылымы негізімен бірдей болып саналады.Шабу мен тесуді ұяқалыпта дайындаманың бөлетін бөлігін сотанмен жылжыту арқылы жүзеге асырады (1-сурет) .

Материалдың созылмалы деформацияларына негізделген **түрөзгерту операцияларына** жататындар; ию,жазық (жалпақ) дайындамалардан қуыс бөлшектер кермелеу, **отбортовка,** қорамалау және басқа да дайындама көлемінің созылмалы ығысуларының нәтижесінде әртүрлі пішіндегі бөлшектер алынатын көлемдік қалыптау түрлері [2,4]

Ию-суықтай қалыптау операцияларының ең көп тараған түрлерінің бірі. Ол жалпақ дайындамалардай да, кез келген шыбық немесе сым материалдай да серпімді-созылмалы деформациялар түрінде көрінетін үдеріс болып табылады.Ию бір бұрышты (2 а-сурет), екі бұрышты (2б-сурет) және көп бұрышты болады.Ию кезінде металдың ішкі қабаттарының сығылуы мен сыртқы қабаттарының-созылуы орыналады.Сығылуды да, созылуды да сезінбейтін металдың қабатын бейтарап қабат дейді,ол иілетін бөлшектің ұзындығын (мөлшерін) айқындайды.

Жайма материалдарды кермелеу–арнайы қалыптарда әртүрлі пішінді қуыс бұйымдарды жалпақ дайындамаларды деформациялау арқылы алатын күрделі үдеріс.Бұл баспақ жылжымасын түсірген кезде дайындама ұяқалып пен сотан арасында саңылауға итеріліп кіргізіледі де ,қуыс бөлшекке айналады.(2 г-сурет).Бұл кезде қалыңдығы дайындама қалыңдығына тең үшбұрышты секторлар түріндегі ернемек металының артық көлемдері жанама (тангенсті) қысатын кернеулердің әсеріне душар болып ,саңылауға енгізілгеннен кейін бөлшектің биіктігінің ұлғаюына ықпал етеді.Бұл материалдардың айтарлықтай қалыңдаған кезінде кермелеу барысында кеңірдектер (қыртыстар) тудырады да ,бөлшектердің жарамсыздығына соқтырады.



1-сурет. Шабатын қалыптардың сұлбалары: а-қарапайым әсермен жұмыс атқаратын;б-бірізділік әсермен жұмыс атқаратын;в-аралас әсерлермен жұмыс атқаратын.

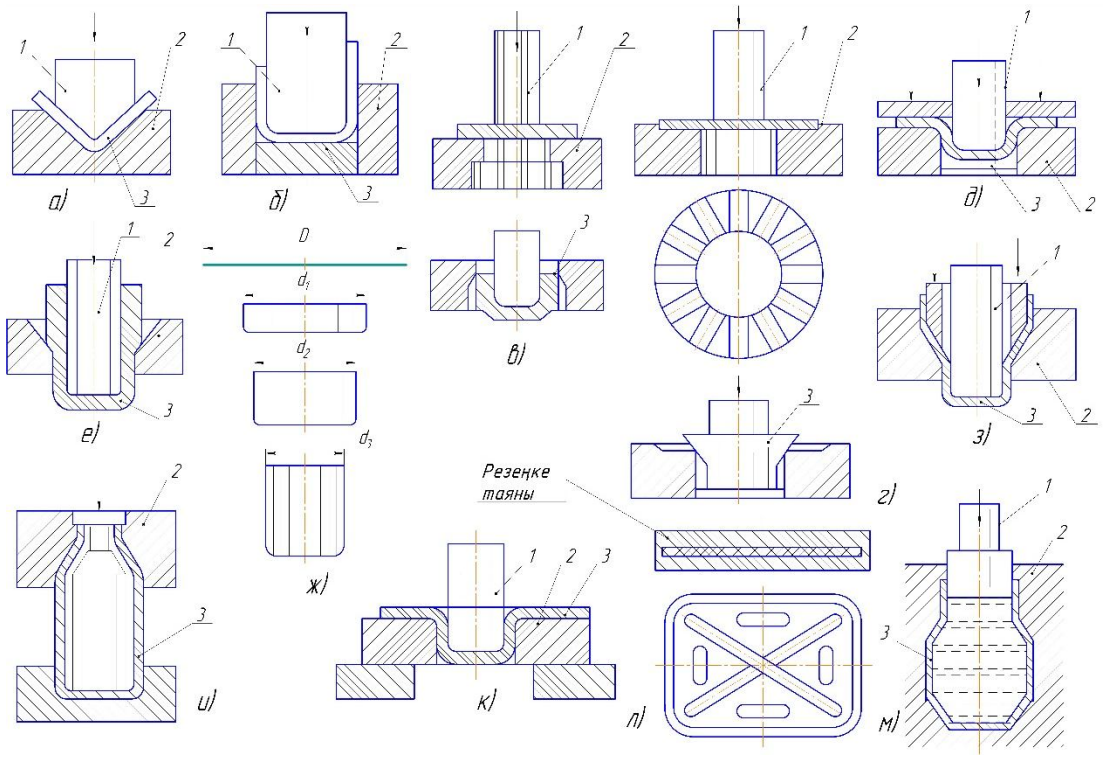
Мұның алдын алу үшін ұяқалыптағы дайындаманың бөлігін арнайы қысатын сақинамен ұстап тұрады.(2д-сурет) Алдыңғы кермелеумен алынған шикізаттар да кермеленеді (2з-сурет).Бөлшектің құрылымымен материалына байланысты бірнеше кермелеу операцияларын жүргізуге болады (2а,2ж-суреттер).Қажет болған жағдайда биіктігі улкен және қабырғалары жұқа қуыс бөлшек алу кезінде кермелеуді материалды жұқарта отырып жүзеге асырады (2е-сурет).

Қысу – конустық ұяқалыпта материалды сыртынан қалыппен қысу арқылы көлемдік немесе қуыс бөлшектердің соңғы бөлігін тарылту операциясы (2и-сурет).

Отбортовка – материалды созу нәтижесінде материалдың сыртқы контуры немесе тесілген тесіктердің айналасы бойынша ернеулер мен ергенектер жасау (2к-сурет).

Қорамалау – жергілікті деформациялар арқылы шикізаттың немесе дайындаманың пішінін өзгертетін операция ,мысалы қатаңдық қабырғалар жасау арқылы қуыс бөлшектің ортаңғы бөлігінің диаметрлік өлшемдерін ұлғайту (2л, м-суреттер).Созылған стаканның ортаңғы бөлігін үлестіру ұяқалыптағы тік жазықтық бойынша ажыратылатын сұйықтықтардың немесе болат шариктердің,резенке төсеніштің көмегімен іске асырылады.Пішу мен қалыптау операциялары түрінің негізінде қажетті жабдық таңдап алынады да,соған қолданатындай қалыптың құрылымы әзірленеді.Көп жағдайда бірнеше бөлек операцияларды орындау арқылы қалыптау экономикалық тұрғыда тиімсіз,сондықтан әдетте аралас қалыптау әдісі қолданылады.Аралас қалыптау бір қалыпта екі немесе бірнеше технологиясы әртүрлі қалыптау операцияларын біріктіру (үйлестіру) болып табылады.

Машинажасау саласы женілдеу және берік бұйымдар жасау мәселелерін талап етеді.Ол үшін жаңа технологиялық үдерістер қажет,оған беріктендіру нәтижесінде беріктікті арттыратын ,металды үнемдейтін және бетті ұлғайтуға мүмкіндік беретін бастапқы дайындаманы алдын ала деформациялаумен өтетін түрөзгерту операциялары да жатады .Алдын ала деформациялау дайындаманың анизотроптық және механикалық сипаттамаларын басқаруға және өзгертуге мүмкіндік береді.



2-сурет. Жайма қалыптаудың түрөзгерту операциялары. 1- сотан; 2- ұяқалып; 3- бұйым немесе шикізат

Деформациялар мен кернеулер алаңдарының біртексіздіктерінен жайма дайындама түрөзгерту операцияларын қолданған кезде біртексіз деформацияларуға ұшырайды .Созуды түрөзгерту кезінде дайындаманы бірқалыпсыз созылмалы деформацияларуға бейімдейді.Мысалы,дайындаманы керу кезінде әуелі созылмалы деформация пайда болғанға дейін созып алады.Сондықтан көлемнің әртүрлі нүктелерінде деформациялық анизотропия мен беріктену нәтижелері әртүрлі көрінеді.Материалдың анизотропиясы мен беріктенуі жұқаруға әртүрлі әсер етеді:анизотропия жұқарудың ұлғаюына соқтырады ,ал материалдың беріктенуі – азаюына.

Үлкен өлшемдегі бұйымдарды қалыптау кезінде қолданылатын аса кең тараған түрөзгерту операциялары – жайма дайындамалардың екі осьтік созылуға негізделген кермелеу мен қорамалау және кере- созу.Тәжірибе жүзінде бұл операцияларды қолдану анағұрлым уақыт пен экономикалық шығындарды талап етеді.Бұл операциялардың көмегімен күрделі геометриялық пішінді бөлшектерді жасау мәселесін тиімді шешу үдеріске тек математикалық модель қолданумен мүмкін болады .Сондықтан үдеріс моделінің жалпы құрылымын зерттеп ,үдерістің үйлесімді өлшемін (критерия) орнату мен оны іске асыру әдістері қажет.Сонымен,үдеріс жобалаудың негізгі мақсаты – деформациялық тұрғыдағы жарамсыз нышандар орын алмайтын берілген геометриялық дәлдіктегі бөлшектер жасау:дайындаманың үзілуі;үлкен дәнді құрылымның,қыртыстанудың,серіппеленудің орын алмауы ;материалдың жұқаруына жол бермеу .Осы тұжырымдауды түрөзгерту үдерісінің үйлесу критериясы деп есептеуге болады.Түрөзгерту үдерісінің соңғы куй- жайы деп кинематикалық және деформациялық параметрлермен сипатталатын деформацияланудың соңғы кезенін атайды.Серіппелену ере жүретін ,күш шешілгеннен кейін,тікелей бөлшек алынады.Оның сапасы геометриялық параметрлермен бағаланады. Пішін құрылымының дәлдігі үдерістің геометриялық және деформациялық сипаттамаларына байланысты. Деформациялықтар-деформациялану бағдарламасымен анықталады.Нақтылы түрөзгерту операциялары үшін жарамсыздықтың басты нышанын анықтап ,түрөзгеруді оның пайда болуының ең төменгі ықтималдығымен орындау қажет және басқаларының орын алмауларын тексеру керек. Жеке жағдайда ,жарамсыздықтың басты нышаны ретінде дайындаманың үзілуін есептеуге болады.Бұл кезде үдерісті оның ең төменгі ықтималдылығын ескере отырып басқару қажет .Бұған қол жеткізу үдерістің әрбір қадамында түрөзгерту үшін қажетті деформациялардың ең төменгі айырмасын бере отырып орындаумен мүмкін болады .Үдерістің деформациялық сипаттамалары бастапқы шарттарға да байланысты .Олардың соңғы күй- жайына деформациялау

бағдарламасы да ,бастапқы берілгендерде әсер етеді.Бірақ олардың әсерлер дәрежесі әртүрлі және қаншалықты бастапқы және соңғы параметрлердің бір- біріне жақындылығына байланысты болады.

Жайма қалыптаудағы түрөзгерту операцияларының мәселерінің технологиялығының негізінде созылу теориясына сәйкес ,оның ішінде бірдей қалыңдықтағы сфералық мембраналар жасау үшін шешімдер қажеттілігіне сай алдын ала деформациялау идеясын (ойды) жүзеге асыру керек .Жайма дайындамаларды алдын ала деформациялау оның беттік өлшемдерін жасады жоғарылатудан ,сондай–ақ жасаушылардың бойымен қалыңдықты қайта бөлуден тұрады.

Қорытынды. Суықтай жайма қалыптау технологиясы бөлшектер жасаудағы ұтымды әдістердің бірі. Мұнда бөлетін және түрөзгертетін операциялар үшін қолданылатын жабдықтар да қолайлы және экономикалық тұрғыда тиімді келеді.Машинажасау саласының барлық өңірлері мен өнеркәсіптерінде суықтай қалыптау өндірісінің бұйымдары кеңінен қолданылатынын ескерсек,оның ішінде қысыммен өңдеудің де алатын орыны ерекше екендігіне көз жеткізуге болады.Сондықтан осы бағыттағы технологияны жетілдіру –маңызды мәселе .

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] М.Е.Зубцов. Листовая штамповка .Учебник для вузов .Л.: Машинастроение ,1980 .432с

[2] Е.А.Попов, В.Г. Коволев, И.Н. Шубин.Технология и автоматизация листовой штамповки. Изд.второе, стереоптипное .М.:Изд-во МГТУ им Н.Э.Баумана ,2003.480с

[3] Д.Н.Цой. Технология листовой штамповки .Материалы и разделительные процессы.Учебное пособие. Алматы ,1997. 132с

[4] Д.Н.Цой .Технология листовой штамповки .Формоизменяющие операции.Учебное пособие.Алматы , 1997.239 с

Ибадуллаева А.К., Ақынғазиев Ж. А.

Основные проблемы процесса формования холоднокатаного листа

Резюме. В статье рассмотрен основной аспект технологии холодной штамповки –применяемые операции. Проведен всесторонной анализ и даны характеристики по их использованию .В соответствии с технологическим процессам оборудовании,необходимых для листовой штамповки удалено особое внимание на появления деформации,напряжений и к способам их проведения .

Ключевые слова: процесс, технология, операция, листовая штамповка, пуансон, матрица, деформация, коэффициент использования, формоизменение, полосы, резка, пробивка, гибка, формовка.

Ibadullayeva A.K., Akyngaziyev G.A.

The main problems of cold-rolled sheet molding process

Summary. The basic aspect of technology of cold штамповки-применяемые operation is considered in the article.An all-round analysis is conducted and descriptions are given on their use.In accordance with to the technological processes equipment, necessary for the sheet stamping the special are spared attention on appearance of deformation, tensions and to the methods of their realization.

Key words: process, technology,operation, sheet stamping, puncheon,matrix,deformation coefficient of the use,offorming, stripe, holing is sharp,, moulding is flexible,.

УДК 621.926

Е.С. Орынбеков, Н.А. Кали, Ш.Б. Успанов

(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, Eljan_79@ mail.ru, nazik_0792@list.ru)

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

Аннотация. Механохимические реакции синтеза неорганических соединений реализуются при механической обработке в достаточно энергонапряженных измельчительных аппаратах.

Экспериментально определена мощность лабораторной планетарной мельницы (масса шаров 100 г, загрузка вещества 10 г) и энергетические затраты в данной мельнице составляют от 10 до 60 Вт/г. Также в мельнице реализуются локальные температуры на уровне 600−800 К и давления на уровне 2−3 ГПа.

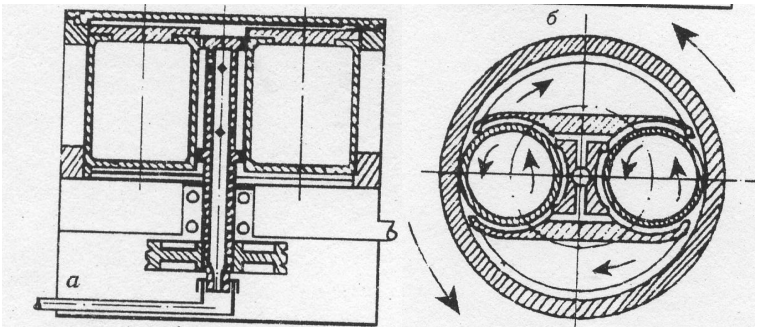
Исследована реакция синтеза титаната кальция из оксидов в зависимости от частот общего и планетарного вращений мельницы. В результате возможность регулировать частоты общего и планетарного вращения в приведенной мельнице позволила найти наиболее эффективные условия протекания реакций.

Ключевые слова: аппарат, энергетические затраты, планетарная мельница, дифференциальная центробежная мельница.

В механохимических исследованиях важен уровень подводимой к реакционной смеси механической энергии, поэтому рассмотрим этот вопрос более детально. Механохимические реакции синтеза неорганических соединений реализуются при механической обработке в достаточно энергонапряженных измельчительных аппаратах. С точки зрения энергетических затрат на процесс активации данные аппараты занимают некоторое промежуточное положение между ударными волнами и высокими давлениями с деформацией сдвига (затраты энергии избыточно велики) и простым измельчением (затраты энергии сравнительно малы и недостаточны для активации). В указанном интервале механических нагрузок находят применение аппараты со средней и высокой скоростью нагружения: вибрационные, центробежно-планетарные, ударно-отражательные, роторно-центробежные, дезинтеграторные и др.

Сравнительно новыми и перспективными энергонапряженными измельчительными аппаратами являются аппараты планетарного типа: планетарные и дифференциальные центробежные мельницы, разработанные Л.П. Бушуевым и С.И. Голосовым. Они работают по принципу гравитационного измельчения, которое реализуется за счет взаимодействия двух центробежных сил. Эти силы превышают силу тяжести в десятки и сотни раз, благодаря чему энергонапряженность планетарных мельниц на 2-3 порядка выше, чем обычных шаровых мельниц, аттриторов, вибромельниц и др.

На рис. 1 представлена схема одного из вариантов конструкции планетарной мельницы (АГО−2). Вращение барабанов осуществляется за счет фрикционного сцепления с цилиндрическим корпусом мельницы, при этом возможно его вращение вокруг своей оси. Это обеспечивает регулирование частот общего и планетарного вращения в широком интервале и позволяет выбрать оптимальные условия активации.



а - вид сбоку; *б* - сверху.

Рис. 1. Схема конструкции планетарной мельницы АГО−2

В ходе работы осуществляется интенсивное охлаждение барабанов потоком воды.

В лабораторной конструкции диаметр барабанов составляет 70 мм, объем рабочего пространства 150 см^3. Барабаны и шары изготовлены из различных материалов: стали, титана, корунда и др. Размеры шаров, частоты вращения, время обработки в ходе исследований варьировались.

Энергетические параметры данной конструкции планетарной мельницы хорошо изучены. Мощность определялось путем регистрации расхода электрического тока, а также калориметрическим методом. В последнем случае была измерена температура потока воды на входе (T_1) и выходе (T_2) и производился расчет по формуле:

$$Q = m\,C\,(T_2 — T_1)$$

где Q - мощность, рассеиваемая барабанами в виде тепла,
m - масса,
C - теплоемкость воды.

Холостой опыт проводился заменой шаровой загрузки в барабане неподвижной пластиной равной массы. Этот вклад вычитался из общей затраченной энергии. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Экспериментально определенная мощность лабораторной планетарной мельницы (масса шаров 100 г, загрузка вещества 10 г).**

Частота общего	Мощность,	Вт
вращения, об / мин	шары 5 мм	шары 9 мм
602	191	104
858	271	204
996	602	389

Как видно из таблицы 1, энергетические затраты в данной мельнице составляют от 10 до 60 Вт/г. Кроме общих затрат энергии для протекания механохимических реакций важен также уровень локальных термодинамических параметров (температура, давление), реализующихся в мельнице. Прямо измерить эти параметры в условиях активации очень трудно. Поэтому был выбран косвенный метод их определения путем фиксации фазовых переходов в веществах, для которых известны фазовые диаграммы $P-T$. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Фазовые превращения, наблюдаемые в планетарной мельнице (частота общего вращения 858 об / мин).**

Фазовый переход	P, ГПа	T, K	Результат
$\beta-PbO_2 \rightarrow \alpha-PbO_2$	1.3	0−600	+
$H(\beta)-Nb_2O_5 \rightarrow T(\alpha)-Nb_2O_5$	1.1−1.5	400−500	+
$Pb_3O_4 \rightarrow PbO + Pb_2O_3$	1.1−1.5	473−600	+
$T(\alpha)-Nb_2O_5 \rightarrow B(\alpha')-Nb_2O_5$	3.0	773	−
TiO_2(рутил) → TiO_2(фаза высокого давления)	4.0	−	−

Из приведенных данных следует, что в мельнице реализуются локальные температуры на уровне 600−800 K и давления на уровне 2−3 ГПа. Теоретические оценки и литературные опытные данные подтверждают полученные значения.

Так, была найдена температура шаров из калориметрических данных. Определив общую теплоту барабана и шаров, авторы рассчитали температуру шаров по уравнению теплового баланса. Данные при разных частотах вращения и диаметрах шаров представлены на рис. 2. С увеличением размера шаров и частоты общего вращения температура возрастает и достигает значений около 800 K. Высокая температура больших шаров связана с генерацией тепла неупругими деформациями при их соударениях друг с другом и стенками, и ухудшением для них условий теплообмена.

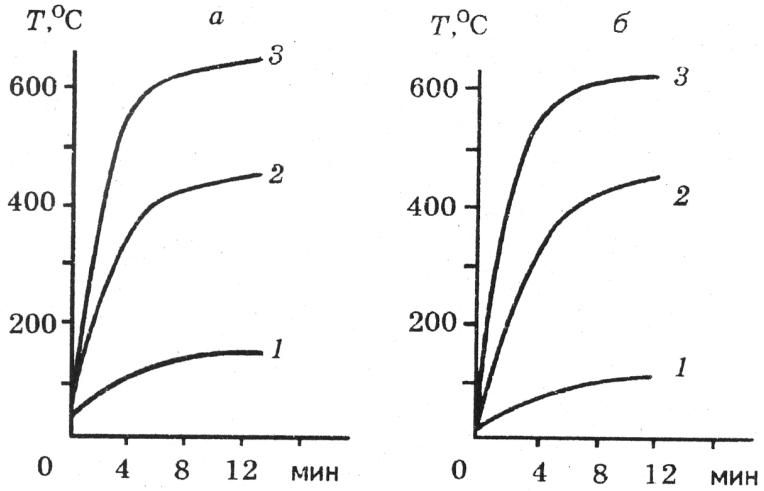
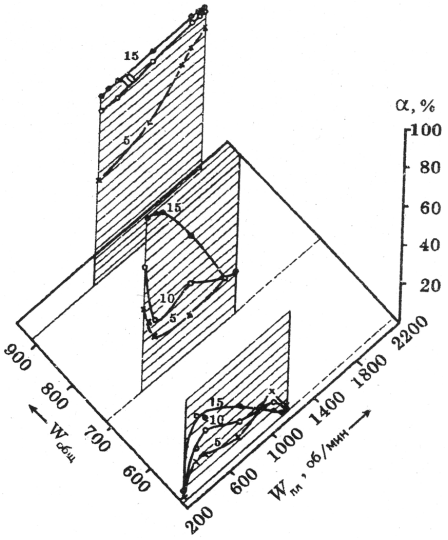


Рис. 2. Изменение температуры шаров в барабане планетарной мельницы в зависимости от времени активации, частоты вращения и диаметра мелющих шаров: а - частота вращения, об/мин: 1 - 602, 2 - 858, 3 -996; б - диаметр шаров, мм: 1 - 3, 2 - 5, 3 - 9.

Возможность регулировать частоты общего и планетарного вращения в приведенной выше конструкции мельницы позволила найти наиболее эффективные условия протекания реакций. Так, была исследована реакция синтеза титаната кальция из оксидов в зависимости от частот общего и планетарного вращений:

$$CaO + TiO_2 \text{ (анатаз)} \rightarrow CaTiO_3$$



Результаты представлены на рис. 3. Видно, что мельница работает наиболее эффективно, когда частоты общего и планетарного вращений близки, что согласуется с теоретическими расчетами, выполненными С.И. Голосовым, так и другими исследователями позднее.

Рис. 3. Эффективность планетарной мельницы в реакции синтеза титаната кальция в зависимости от соотношения частот общего и планетарного вращения. Цифры у кривых соответствуют времени МА 5, 10 и 15 мин.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Хаманов М. Х. Механизм коллективного движения дислокаций при пластической деформации кристаллов.//Физика и химия обработки материалов. - 1998. - № 4. - 61 – 66 б.

[2] Бутягин П. Ю. Первичные активные центры в механохимических реакциях // Журнал Всесоюзн. Хим. Общества им. Менделеева. – 1973. – Т. 18, № 1. – 90 – 98 б.

[3] Финкель В. М., Головин Ю. И., Середа В. И. Электрические эффекты при разрушении кристаллов // Физика твердого тела. – 1975. – Т. 17, № 13. 770 – 779 б.

[4] Евсеев В. Д. Электризация при разрушении и ее влияние на диспергирование минералов // Доклады 7-го Всесоюзного симпозиума по механохимии и механоэмиссии твердых тел. – Ташкент. – 1985. - 2 шығ. - 73 – 77 б.

[5] Зырянов В. В. Модель реакционной зоны при механическом нагружении порошков в планетарной мельнице //Неорганические материалы. – 1998. – Т. 34, № 12. 1525 – 1534 б.

[6] Молчанов В. И., Селезнева О. Г. Технические средства активации минеральных веществ при измельчении // Баянд. КСРО ҒА СБ. – 1979. - № 6. – Б. 60 - 75.

[7] Ходаков Г. С. Физика измельчения. - Мәскеу: Наука, 1972. - 308 б

[8] АҚШ патенті, 1963, % № 3076692; РЖХим., 1964, 22Л 68 П

[9] Barton L.E. АҚШ патенті, №1206798; С.А., 1917, 279. Ағылшын патенті, 1916, №106428;С.А., 1917, 2574. Француз патенті, 1917, №483782; С.А., 1918, 1002. Норвегия патенті, №28673; С.А., 1919, 367

[10] Barton L.E. АҚШ патенті, 1917, №1206796; С.А., 1917, 279

[11] Ағылшын патенті, 1917, 3105853; С.А., 1917, 11, 2392

[12] Barton L.E. Ағылшын патенті, 1916, №1201541; С.А., 1916, 3141

Орынбеков Е.С., Кали Н.А., Успанов Ш.Б.

Механохимиялық реакторлар

Түйіндеме. Бейорганикалық қосылыстардың механохимиялық реакция синтезі механикалық өңдеу кезінде жеткілікті энергия сыйымды ұнтақтау аппараттарында жүзеге асырылады.

Эксперименталды түрде зертханалық пленатарлы ұнтақтағыштын қуаты анықталды (шар массасы 100 г, зат тиеу 10г) және бұл ұнтақтағыштын энергетикалық шығыны 10...60 Вт/г аралығын құрайды. Сондай-ақ ұнтақтағышта жергілікті температура 600-800 К деңгейінде және қысым 2-3 ГПа деңгейінде жүзеге асырылады.

Мақалада ұнтақтағыштын жалпы жиілік және планетарлық айналым жылдамдығына негізделген оксидтерінің кальций титанат синтез реакциясы зерделенді. Нәтижесінде ұнтақтағыштын жалпы жиілік және планетарлық айналым жылдамдығын реттей отырып, реакцияның ең тиімді жүру шарттарын табуға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: аппарат, энергетикалық шығын, планетарлық ұнтақтағыш, дифференциалдық ортадан тепкіш ұнтақтағыш.

Orynbekov E.S., Kali N.A., Uspanov SH.B.

Mechanochemical reactors

Summary. Mechanochemical reactions of the synthesis of inorganic compounds are realized when machining in a fairly high-energy milling equipment.

The experimentally determined power laboratory planetary mill (mass 100 g balls, download matter 10 g) and energy costs in the mill make up 10 to 60 W/g. Also in the mill are implemented in the local temperature of 600-800 K and pressure level of 2-3 GPA.

In this paper we have investigated the reaction of synthesis of calcium titanate from the oxides depending on the frequency and total planetary rotations of the mill. As a result, the ability to adjust the overall frequency and planetary rotation in the mill allowed us to find the most effective conditions of the reaction.

Key words: machine, energy costs, planetary mill, centrifugal mill differential.

УДК: 62-83:52

К.Т. Тергемес, А.Ж. Копжасарова
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРУЖНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЭЛЕКТРОНАСОСА ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Аннотация. В данной работе рассматриваются изменения основных рабочих параметров насоса в зависимости от его частоты вращения при работе на систему со статическим напором. Приводится аналитические и графические исследования зависимости рабочих параметров погружных центробежных электронасосов для добычи нефти. При механизированном способе добычи нефти помима станков-качалок, винтовых электронасосов часто исползуются погружные центробежные электронасосы (ПЦЭН), широко применяемые в нефтяных месторождениях Республики Казахстан.

Более высокую эффективность обеспечивают способы регулирования, основанные на изменении частоты вращения рабочих колес центробежных насосов.

Ключевые слова: насос, центробежные электронасосы, регулируемый электропривод, электродвигатель, напор, подача.

Изменение частоты вращения рабочего колеса насоса ведет к изменению всех его рабочих параметров. При этом изменяется положение характеристик насоса. При изменении частоты вращения насоса пересчет характеристик осуществляется с помощью так называемых формул, которые приведены ниже [1]:

$$Q_1 / Q_2 = n_1 / n_2; \quad (1)$$

$$H_1 / H_2 = (n_1 / n_2)^2; \quad (2)$$

$$N_1 / N_2 = (n_1 / n_2)^3 \quad (3)$$

$$M_1 / M_2 = (n_1 / n_2)^2 \quad (4)$$

$$H_C = H_{CT} + SQ^2 \quad (5)$$

где Q_1,Q_2; H_1,H_2; N_1,N_2; M_1,M_2 – соответственно подача, напор, мощность, момент электронасоса и его двигателя при n_1,n_2 скоростях последнего вращения, H_C - напор в начале трубопровода; S - гидравлическое сопротивление трубопровода; H_{CT} - статический напор, обусловленный разностью геодезических отметок подачи и приема жидкости.

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta_H} \quad (6)$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м^3;

g – ускорение свободного падения,

$g = 9.81$ м/с^2;

η_H – КПД насоса.

В отдельных частных случаях, например при работе одиночного насоса без статического напора, формулы приведения можно использовать для определения рабочих параметров насоса, работающего с измененной частотой вращения.

Ниже рассматриваются изменения основных рабочих параметров насоса в зависимости от его частоты вращения при работе на систему со статическим напором. Приводится в аналитической и графической форме зависимости для их определения.

Напорная характеристика центробежного насоса, работающего с переменной частотой вращения, описывается согласно [5] уравнением

$$H = H_ф (n / n_{ном})^2 - S_ф Q^2 \qquad (7)$$

где $H_ф$ и $S_ф$ – фиктивные параметры насоса;

n и $n_{ном}$ – переменное и номинальное значения частоты вращения насоса соответственно.

Из (5) видно, что гидравлические потери в насосе при одной и той же подаче не зависят от частоты вращения. Это значит, что при ее изменении напорные характеристики насоса остаются подобными друг другу и только изменяют свое положение по вертикали в координатах Q и H. На графике (рисунок 1) представлена характеристика трубопровода, на которой работает насос при различных скоростях вращения приводного двигателя (n_1, n_2, n_3). Пересечение характеристик 1,2,3 насоса, последовательно изменяющего свою частоту вращения n_1, n_2, n_3, с характеристикой 4 трубопровода определяет положение рабочих точек a_1, a_2, a_3. Этим точкам соответствуют значения рабочих параметров насоса: напора H_1, H_2, H_3 и подачи Q_1, Q_2, Q_3. Таким образом, рабочие точки характеристики насоса при изменении его частоты вращения располагаются на характеристике трубопровода, соответственно с параметрами $H_1, Q_1; H_2, Q_2; H_3, Q_3$. [2]

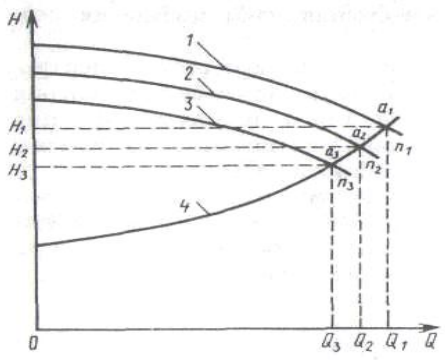


Рис. 1. График совместной работы насоса, работающего с переменной частотой вращения, и трубопровода

1-4 – напорные характеристики насоса при n_1, n_2, n_3, n_4 соответственно;

5 – характеристика трубопровода

Важнейшим параметром насоса является его КПД. Изменение КПД в зависимости от частоты вращения насоса определяют с помощью формулы Муди, преобразованной для насосов:

$$\frac{1-\eta^2}{1-\eta_1} = \left(\frac{D_1^2 n_1}{D_2^2 n_2}\right)^2 , \qquad (8)$$

где $\eta_2, n_2 D_2$ – КПД, частота вращения и диаметр рабочего колеса насоса;

$\eta_1, n_1 D_1$ – то же геометрически подобного насоса. После некоторых преобразований получаем

$$\eta = 1 - \frac{1-\eta_{НОМ}}{n^*}, \tag{9}$$

где $\eta_{НОМ}$ – значение КПД при номинальной частоте вращения насоса. Следует подчеркнуть, что КПД насоса при номинальной частоте вращения не является номинальным КПД. За номинальный КПД насоса принимается только максимальное значение КПД при номинальной частоте вращения рабочего колеса насоса. Прочие значения КПД насоса при номинальной частоте вращения задаются обычно в виде опытных кривых и приводятся в каталогах насосов. Зависимость значения КПД от значений подачи при постоянной номинальной частоте вращения для наиболее распространенных насосов средней и большой мощности (Д и В соответственно) описывается эмпирически:

$$\eta^* = \eta / \eta_{НОМ} = 1 - (1 - Q^*)^{2,3} \tag{10}$$

Важным параметром насоса является его механическая характеристика, т.е. зависимость момента сопротивления насоса от частоты вращения. От вида механической характеристики зависят энергетические показатели привода- потери в приводе и его КПД.

Момент сопротивления, Н*м, любого механизма, в том числе и насоса, определяется выражением

$$M_C = 9569 N / n \tag{11}$$

Подставляя в (11) значения мощности получаем выражение момента сопротивления, Н*м, насоса через его рабочие параметры [1]:

$$M_C = \frac{9565 \rho g Q H}{1000 \eta_H n} = 9.565 \frac{\rho g Q H}{\eta_H n} \tag{12}$$

В относительных единицах (15) имеет вид

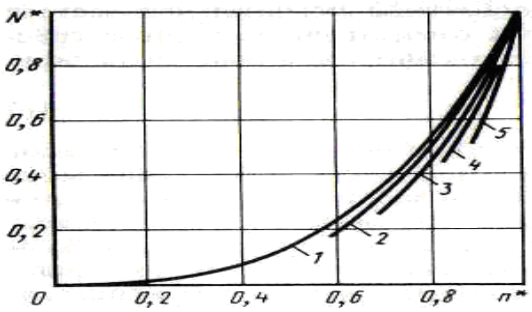
$$M_C^* = \frac{Q^* H^*}{\eta^* n^*} \tag{13}$$

С использованием уравнений (7), (9), (12) (13) путем подстановки значений рабочих параметров насоса в (16) определены и построены графически механические характеристики насоса для различных значений (рисунок 2). Представленные зависимости наглядно демонстрируют отличие механических характеристик насосов от квадратичной параболы, построенной в соответствии с (7), что дает основание представить формулу приведения (7) в более общем виде:

$$\frac{M_1}{M_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^k, \tag{14}$$

где $k = 2 \div 5$.

Меньшие значения k относятся к одиночным насосам, работающим без статического напора, большие – к насосам, работающим с большим статическим напором.



1-0; 2-0.32; 3-0.48; 4-0.64; 5-0.8.

Рис. 2. Изменение потребляемой насосом мощности в зависимости от частоты вращения при различных значениях $H_П / H_Ф$

Уравнением (12) и (13) справедливы до тех пор, пока развиваемый насосом напор не сравняется со статическим напором. С этого времени подача насоса и его КПД становятся равными нулю и уравнения обращаются в неопределенность вида 0/0, что соответствует граничной частоте вращения

$$n_{ГР} = n_{НОМ}\sqrt{\frac{H_{ПР}}{H_{Ф}}}, \quad (15)$$

которая определяет границу между рабочим и нерабочим режимами насоса.

После уменьшения частоты вращения насоса ниже граничной момент сопротивления изменяется в соответствии с уравнением [3]:

$$M_C = (M_0 - M_T)(n/n_{НОМ})^2 + M_T, \quad (16)$$

где M_0 – момент сопротивления насоса при закрытой задвижке и номинальной частоте вращения насоса;

M_T – момент сопротивления насоса, обусловленный трением в его сальниках и подшипниках.

Момент M_0 определяется подстановкой в (11) значения мощности холостого хода насоса и его номинальной частоты вращения. Момент M_T согласно опытным данным составляет 5-10% номинального момента насоса.

Целесообразно поддерживать такую частоту вращения насоса, при которой в координатах $Q - H$ геометрическое место его рабочих точек лежало бы на рабочей характеристике трубопровода. Совместным решением уравнения напорной характеристики насоса (7) и трубопровода (5) относительно частоты вращения получено выражение

$$n = n_{НОМ}\sqrt{\frac{H_{П}}{H_{Ф}} + (1 - \frac{H_{П}}{H_{Ф}})(\frac{Q}{Q_{б}})^2} \quad (17)$$

где $H_{П}$ – статическая составляющая напора;

$H_{Ф}$ – фиктивная высота подъема жидкости при нулевой подаче;

$Q_{б}$ – наибольшая для данной системы подача насоса.

Работа насоса с частотой вращения, определяемой уравнением (17), обеспечивает поддержание минимальных значений напора на выходе насосной установки во всем диапазоне изменения ее подачи. Благодаря ликвидации превышения напора энергопотребление насоса уменьшается до необходимого минимума.

При регулировании частоты вращения в соответствии с (17) снижение энергопотребления по абсолютному значению равно потерям, обусловленным превышением напоров, которые имеют место при работе насосов с постоянной частотой вращения. [4-6].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Богданов А.А. Погружные центробежные электронасосы для добычи нефти // Москва: Недра, 1968. С. 272.

[2] Статья К.Т. Тергемес., А.Ж. Копжасарова., К.Х. Умбетов «Замкнутая система частотного управление погружным асинхронным электродвигателем». Труды Межд. форума «Наука и инженерное образование без границ». Т. 1. – Алматы: КазНТУ им. К.И. Сатпаева, 2009.г

[3] Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода // Москва: Энергоатомиздат, 1988. С.416.

[4] Епифанов А.П. Основы электропривода //С –Пб-М-Краснодар.: Лань, 2008. С. 192.

[5] Авторское свидетельство Республики Казахстан: «Устройство для плавного пуска погружных электронасосов» Тергемес К.Т., Ахмеджанов Т.К., Копжасарова А.Ж. (№63742, 15.04.2010, бюл. №4.).

[6] Авторское свидетельство Республики Казахстан «Устройство для регулирования производительности погружных электронасосов» Тергемес К.Т., Ахмеджанов Т.К., Копжасарова А.Ж. (№22927. 15.09.2010, бюл. №9).

Копжасарова А.Ж.

Мұнай өндіру үшін батырмалы ортадан тепкіш электросораптың жұмыс сипаттамасына ортадан тепкіш электрқозғалтқыштың айналу жиілігінің озгеруіне әсері

Түйіндеме. Берілген жұмыста жүйеге статикалық екпін жұмысы кезінде сораптың негізгі жұмыс параметрлерінің өзгерулері оның айналу жиілігіне тауелділігі қарастырылған. Мұнайды өңдеу үшін батырмалы ортадан тепкіш электросораптардың жұмыс параметрлерінің тәуелділігінің анатикалық және графикалық зерттеулері келтірілген.

Түйін сөздер: сорап, ортадан тепкіш электрлі сорап, реттелетін элктрожетек, электроқозғалтқыш, екпін, беріліс.

Tergemes K.T., Kopzhasarova A.Zh.

Effect of changes in the submersible motor speed the performance of submersible centrifugal pumps for oil extraction

Summary. The main work of the static stress during operation of the pump operating system provided dependence the rotational speed to change the settings. Button electric centrifugal pumps for oil refining analytic dependence and graphics research on the parameters

Key words: pump, centrifugal electric pumps, regulated electrodriving, electric motor, pressure, flow.

УДК: 62-83:52

А.Ж. Копжасарова
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

О ПРИМЕНЕНИИ ДВУХЗВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ

Аннотация. В данной работе рассматривается анализ механических характеристик насосного агрегата. Процесс регулирования частоты вращения насоса, удобно анализировать с помощью механических характеристик насосного агрегата и его приводного асинхронного электродвигателя.

Ключевые слова: электропривод, механические характеристики, частота вращения насоса и элктродвигателя, преобразователи частоты, погружные центробежные электронасосы.

Как известно, электроприводом называют устройство, преобразующее электрическую энергию в механическую и состоящее из электродвигателя, передаточного механизма (трансмиссии, муфты, редуктора) и системы управления [1].

Процесс регулирования частоты вращения любого механизма, в том числе и насоса, удобно анализировать с помощью механических характеристик электропривода насосного агрегата.

Рассмотрим механические характеристики электропривода насосного агрегата. На рисунке 1 представлены механические характеристики центробежного насоса, оборудованного обратным затвором (кривая 1) и асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (кривая 2). Разница значений вращающего момента электродвигателя и момента сопротивления называется динамическим моментом. Если вращающий момент больше момента сопротивления, динамический момент считается положительным, если меньше -отрицательным. Под воздействием положительного динамического момента насосный агрегат начинает работать с ускорением, т.е. разгоняется. Если динамический момент отрицательный, насосный агрегат работает с замедлением, т.е. тормозится. При равенстве этих моментов имеет место установившийся режим работы, т.е. насосный агрегат работает с постоянной частотой вращения. Эта частота вращения и соответствующий ей момент определяются пересечением механических характеристик электродвигателя и насоса (точка а, на рисунок 1). Если в процессе регулирования тем или иным способом изменить механическую характеристику, например, сделать ее более мягкой за счет введения дополнительного сопротивления в роторную цепь электродвигателя (кривая 3 на рисунке 1), момент вращения электродвигателя станет меньше момента сопротивления. Под воздействием отрицательного динамического момента насосный агрегат начинает работать с замедлением, т.е. тормозится до тех пор, пока вращающий момент и момент сопротивления опять не уравновесятся (точка б на рисунке 1). Этой точке соответствует своя частота вращения и свое значение момента. Таким образом, процесс регулирования частоты вращения насосного агре-

гата непрерывно сопровождается изменениями вращающего момента электродвигателя и момента сопротивления насоса [2].

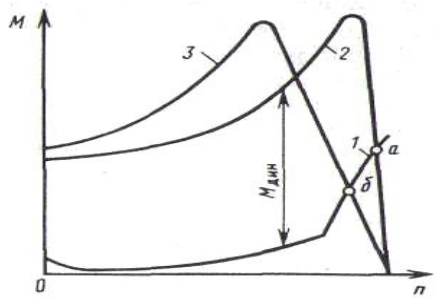


Рис. 1. Механические характеристики насосного агрегата

Регулирование частоты вращения электродвигателей изменением напряжения на его статоре**.** Вращающий момент асинхронного электродвигателя пропорционален квадрату напряжения, подводимого к электродвигателю: [1].

$$M_{BP} = KU^2 \qquad (1)$$

По этой причине изменение напряжения на зажимах статора изменяет форму механической характеристики электродвигателя. Рассматривая совместно механические характеристики насоса и электродвигателя (рисунок 2), на зажимах которого изменяется напряжение, видим, что каждому изменению напряжения соответствует своя рабочая точка $a_1, a_2, a_3, ...a_n$, каждой точке соответствует свое скольжение $s_1, s_2, s_3, ...s_n$. При изменении напряжения значение критического скольжения не изменяется, поэтому максимальный момент при любых изменениях напряжения соответствует одному и тому же значению скольжения, равному примерно 0,1-0,2. Этим определяется сравнительно узкий диапазон регулирования по частоте вращения, который может обеспечить этот способ регулирования. Регулирование напряжения на статоре двигателя осуществляется обычно с помощью тиристорного (частотного) регулятора напряжения (рисунке 3).

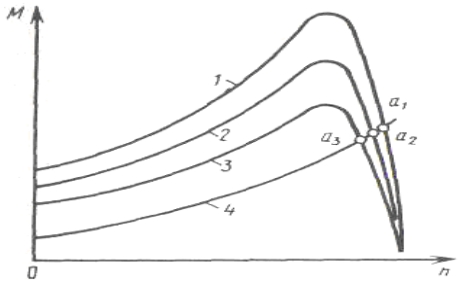


Рисунок 2–Механические характеристики электродвигателя при изменении напряжения: 1–естественная характеристика; 2,3–характеристика при пониженном напряжении; 4–механическая характеристика насоса

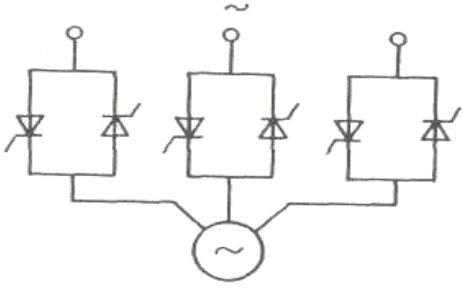


Рис. 3. Электропривод с тиристорным (частотным) регулятором напряжения

Частотный электропривод. Основным элементом частотного электропривода является тиристорный (частотный) преобразователь. В этом преобразователе постоянная частота питающей сети f_1 преобразуется в переменную f_2. Пропорционально частоте f_2 изменяется частота вращения электродвигателя, подключенного к выходу преобразователя.

Частотные преобразователи подразделяются на два основных вида: с промежуточным звеном постоянного тока и с непосредственной связью.

Посредством частотного преобразователя практически неизменные сетевые параметры напряжения U_1 и частота f_1 преобразуются в изменяемые параметры U_2 и f_2, требуемые для системы управления.

Двухзвенный преобразователь частоты. Принцип действия. Преимущества и недостатки. Скорость вращения асинхронных двигателей определяется из выражении

$$n_2 = n_1(1-s) = \left(60f_1 \big/ p\right)(1-s) \tag{2}$$

где n_1 - скорость вращения поля статора;

s - скольжение;

f_1 - частота питающей сети;

p - число пар полюсов.

Из этого выражения следует, что скорость вращения ротора асинхронного двигателя, можно регулировать изменением какой либо из трех величин: скольжения, частоты тока в статоре и числа пар полюсов в обмотке статора.

Способ частотного регулирования основан на изменении синхронной скорости вращения[1]:

$$n_1 = 60f_1 \big/ p \tag{3}$$

С изменением частоты $f_1 = \omega_1 p \big/ 2\pi$ питающего напряжения двигателя будет изменятся и максимальный момент, т.е. перегрузочная способность $M_{\max} \big/ M$ двигателя. Для того, чтобы сохранить перегрузочную способность двигателя на требуемом уровне, необходимо одновременно с изменением частоты f_1 менять напряжение U_1, подводимое к обмотке статора. Для повышения технико-экономических показателей двигателя при изменении частоты питающего напряжения, необходимо регулировать амплитуду напряжения U_1 как функцию от частоты f_1 и момента M, представляющей собой закон частотного регулирования [4].

$$\frac{U_1}{U_н} = \frac{f_1}{f_н}\sqrt{\frac{M}{M_н}} \tag{4}$$

где $U_н$, $f_н$, $M_н$ - соответственно номинальные напряжение, частота и момент двигателя.

Если величина статического момента M_c неизменна и скорость вращения двигателя регулируется при соблюдении условия постоянства момента:

$$M = 9{,}55\frac{P}{n} = const,$$

то подводимое к двигателю напряжение необходимо изменять пропорционально частоте

$$\frac{f_1}{f_н} = \frac{U_1}{U_н} \tag{5}$$

Если регулирование скорости вращения двигателя происходит при условии неизменной мощности двигателя, то $P = 0{,}105M_н = const$, то подводимое напряжение и частоты этого напряжения необходимо изменять в соответствии с выражением:

$$\frac{U_1}{U_н} = \sqrt{\frac{f_1}{f_н}} \tag{6}$$

А если нагрузка имеет вентиляторный характер, тогда изменение напряжении и частоты необходимо в соответствии с выражением:

$$\frac{U_1}{U_н} = \left(\frac{f_1}{f_н}\right)^2 \tag{7}$$

Как видно из (5)-(7), закон регулирования можно рассматривать поразному в зависимости от характера нагрузки и от способа его реализации. Характерной и принципиальной особенностью закона частотного управления является непрерывное регулирование напряжения и следовательно потока двигателя, соответственно изменениям момента нагрузки на валу двигателя.

Из вышеназванных законов частотного регулирования скорости вращения (7) будет основной дальнейшей реализацией систем автоматического управления погружным асинхронным электроприводом центробежного электронасоса.

Современные транзисторные преобразователи частоты выполнены, как двухзвенные преобразователи, имеющие в своем составе управляемый или неуправляемый выпрямитель и инверторы на IGBT транзисторах. На рисунке 2 показана силовая часть электрической схемы двухзвенного преобразователя частоты [5]:

Преобразователь частоты выполнен двухзвенным, имеет в своем составе неуправляемый инвертор напряжения, построенный IGBT транзисторах. (рисунок 4)

ПЧ для электроприводов преобразуют входное переменное напряжение питающей сети U_1 в выходное переменное напряжение U_2 с регулируемой частотой. В настоящее время ПЧ в большинстве случаев выполняются на базе полностью управляемых силовых полупроводниковых ключей (силовых транзисторов, запираемых тиристоров).

Нами выбран ПЧ с промежуточным звеном постоянного тока, который выполняется на основе автономных инверторов напряжения (АИН) и автономных инверторов тока (АИТ). Структура ПЧ включает выпрямитель В, силовой фильтр Ф в звене постоянного тока и инвертор И, преобразующий напряжение в звене постоянного тока в переменное напряжение (ток) заданной частотой [5].

АИН в звене постоянного тока содержит LC-фильтр (либо емкость С). В АИН имеет место однозначная зависимость напряжения в звене постоянного тока от напряжения. Благодаря наличию емкости С при работе инвертора как источника напряжения на активно-индуктивную нагрузку (каковым является АД) обеспечивается обмен реактивной энергией между АД и звеном постоянного тока.

Напряжение U_2 на выходе инвертора регулируется широтно-импульсным регулированием напряжения в инверторе, которое осуществляется модуляцией напряжения несущей частоты (частоты коммутации ключей) сигналом основной частоты. Такие ПЧ называются с АИН с широтно-импульсной модуляцией.

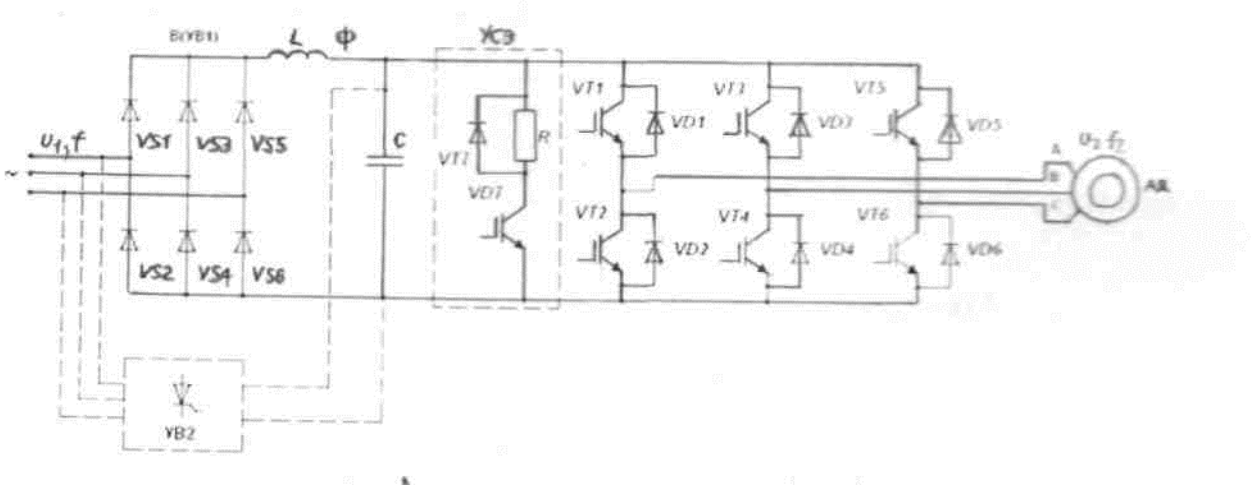


Рис. 4. Двухзвенный преобразователь частоты на IGBT транзисторах

Разработанный регулируемый электропривод с повышенной энергоэффективностью позволяет оптимизировать количество секции центробежного насоса, что способствует повышению надежности работы электродвигателя в подземных условиях и увеличению срока межремонтного периода. Корме

того, будут предусмотрены возможности автоматизации технологического процесса с учетом различных защит погружного электродвигателя, передачи параметров режима двигателя, также и нефти в глубине скважины, на поверхность с погружной системой телеметрий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Грей Ф. Добыча нефти // Москва: 2006. С416 с.
[2] Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках // Москва: Энергоатомиздат, 1991. С. 144.
[3] Щуров В.И. Технология и техника добычи нефти // Москва: Учебник, 2005. С510.
[4] Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. М.: Энергоиздат, 1982, 216 с.
[5] Иванов А.Г., Белов Г.А., Сергеев А.Г. Системы управления полупроводниковыми преобразователями // Чебоксары: изд-во ЧУ, 2010, 448 с.

Копжасарова А.Ж.

Батырмалы электросораптың электржетегі ретінде екі звенолы жиілік түрлендіргішті қолдану

Түйіндеме. Берілген жұмыста сораптық агрегаттың механикалық сипаттамасы қарастырылған. Кез келген механизмнің айналу жиілігінің реттеу процессін, соның ішінде сораптың айналу жиілігінің реттеу, электрожетектік асинхронды электроқозғалтқыштың сораптық агрегаттың механикалық сипаттамасының көмегімен талдау ыңғайлы.

Түйін сөздер: электржетегі, айналу жиілігінің механикалық сипаттама, сораптың жиілік түрлендіргіші, электроқозғалтқыштар, жиілік түрлендіргіш, батырмалы ортадан тепкіш электрсораптар

Kopzhasarova A.Zh.

About application of double-link transformer of frequency as an electromechanic of downpumps

Summary. Abstract. This work is a description of the mechanical pumping unit. Any rotational speed regulation process of mechanism, including pump rotational speed regulation, analysis of the asynchronous motor pump unit of the electrodriving mechanical characteristics is convenient.

Key words: electrodriving, mechanical description of rotational speed , pump frequency converter , electric motor, inverter of frequency, submersible centrifugal electric pumps

УДК 537/86

Б.А. Карибаев, А.К. Иманбаева, Т.А. Намазбаев
(Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан)

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИПОЛЬНЫХ АНТЕНН ФРАКТАЛЬНОЙ ФОРМЫ

Аннотация. В работе рассматривается моделирование высокочастотных, многодиапазонных фрактальных антенн на базе анизотропного фрактала, фрактала Коха, изотропного фрактала Минковского, а также стандартного полуволнового вибратора методом конечных элементов в программной среде HFSS. Представлены частотные зависимости входных коэффициентов отражения S_{11}, диаграммы направленности в полярных системах координат. Исследовалось влияние уровня итерации на частотные и энергетические характеристик рассматриваемых фрактальных антенн. Сделан сравнительный анализ по характеристикам излучателей. Модели антенн были выбраны исходя из того, что какой алгоритм деформации поверхности. Выбраны те, которые по форме являются самыми крайними случаями деформации. АФ формируется анизотропной структурой, с увеличением количество итерации П образные части фрактала появляются только в одном направлении, при этом боковые отрезки не деформируются (рис.2 А1, А2, А3). В данном фрактале самоподобие наблюдается с участием 5 отрезков, то есть $N(\delta) = 5$, также коэффициент масштаба $\delta=3$. Размерность данного фрактала равна $D = 1{,}465$. В науке этот фрактал был введен Жанабаевым З.Ж. [6]. Формирование ФК ($D = 1{,}26$) осуществляется разделением на три равные части исходного единичного отрезка и заменяя средний интервал равносторонним треугольником без этого сегмента (рис. 2 К1, К2, К3). ИФ ($D = 1{,}5$) формируется изотропной структурой, в которой части деформируются во всех направлениях (рис. 2 И1, И2).

Ключевые слова: фрактальная антенна, анизотропный фрактал, фрактальная размерность, коэффициент отражения, диаграмма направленности.

Актуальность. Неотделимой частью любых приемо-передающих устройств являются антенны, влияющие на качество передачи и приема информации. Многодиапазонные и широкополосные ан-

тенны представляют большой интерес в области радиотехники и телекоммуникации. Это связана с общей тенденцией миниатюризации и широким внедрением высокочастотных беспроводных приёмо-передающих устройств. Основные исследования в сфере антенной техники для современных устройств направлены на миниатюризацию и обеспечению требуемых частотных, энергетических характеристик. Антенны на основе геометрических фракталов в отличие от антенн с формой евклидовой геометрии имеют многодиапазонность [1-3]. Фрактальные антенны с прямоугольными, треугольными, круговыми монопольными излучателями, а также полосковые исследовались в работах [2-5].

Цель работы. Исследования физических свойств фрактальных антенны на основах анизотропного фрактала (АФ), фрактала Коха (ФК) и изотропного фрактала Минковского (ИФ).

Метод исследований. Для моделирования данных типов антенн был использован программный пакет HFSS 13.0, который применяется для разработки и расчета антенн методом конечных элементов. На рисунках 1,2 показаны модели приемных антенн, а также их начальные три итерации. Длины антенны составляют *l=14,5* см с учетом расстояние между излучателями. В качестве проводящего материала была использована медь диаметром *d=1,2* мм (диэлектрическая проницаемость *ε=1,0*). Результаты моделирования относятся только для указанных параметров модели в диапазоне 0,1 – 2,7 ГГц.

Модели антенн были выбраны исходя из того, что какой алгоритм деформации поверхности. Выбраны те, которые по форме являются самыми крайними случаями деформации. АФ формируется анизотропной структурой, с увеличением количество итерации П образные части фрактала появляются только в одном направлении, при этом боковые отрезки не деформируются (рис.2 А1, А2, А3). В данном фрактале самоподобие наблюдается с участием 5 отрезков, то есть $N(\delta) = 5$, также коэффициент масштаба $\delta=3$. Размерность данного фрактала равна $D = 1{,}465$. В науке этот фрактал был введен Жанабаевым З.Ж. [6]. Формирование ФК ($D = 1{,}26$) осуществляется разделением на три равные части исходного единичного отрезка и заменяя средний интервал равносторонним треугольником без этого сегмента (рис. 2 К1, К2, К3). ИФ ($D = 1{,}5$) формируется изотропной структурой, в которой части деформируются во всех направлениях (рис. 2 И1, И2).

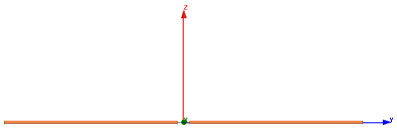


Рис. 1. Симметричный полуволновой вибратор

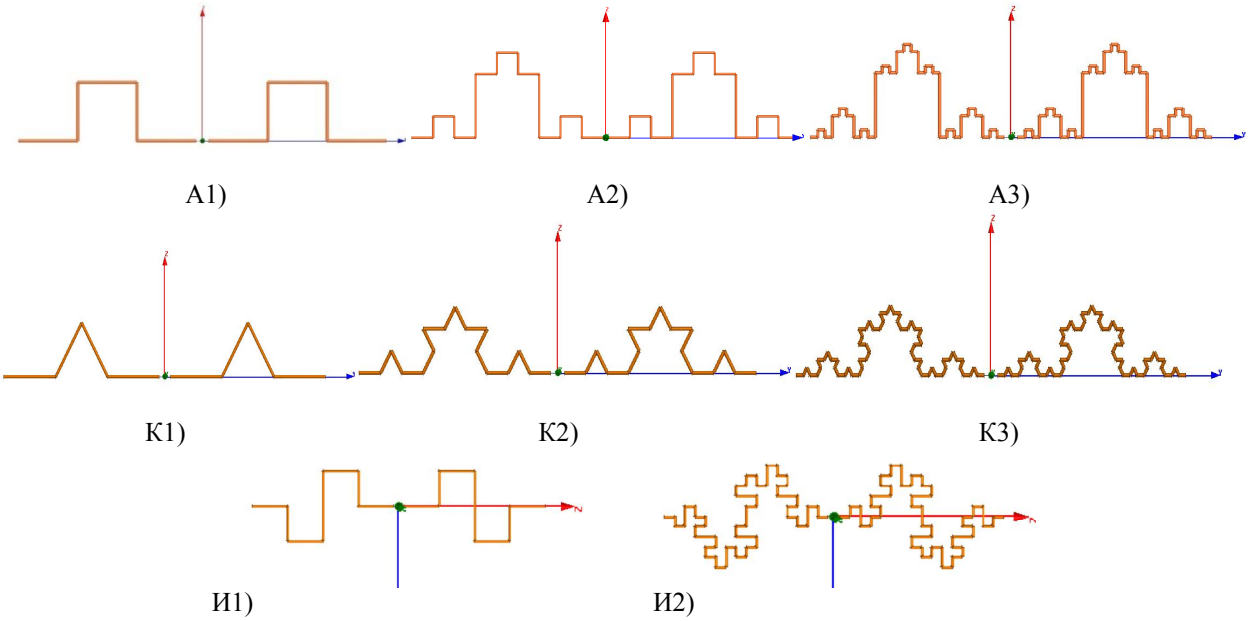
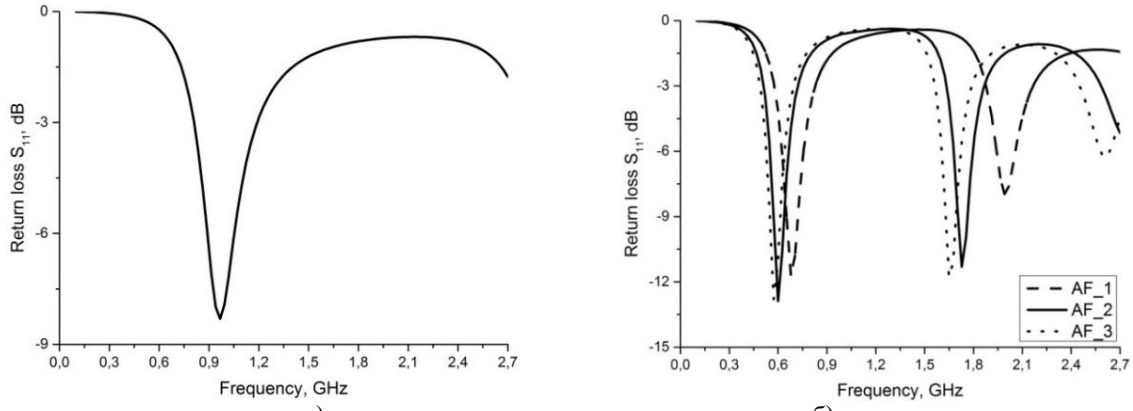


Рис. 2. Построения анизотропного фрактала (А1, А2, А3), фрактала Коха (К1, К2, К3) до трех поколений, изотропного фрактала Минковского (И1, И2) до второго поколения и соответствующие модели фрактальных антенн

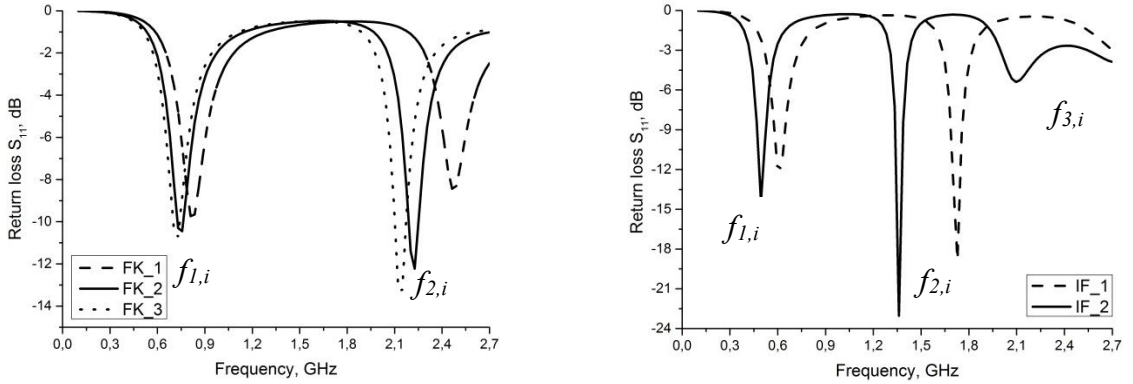
Результаты моделирования

Зависимость входных коэффициентов отражения S_{11} от частоты для полуволнового вибратора и для фрактальных вибраторов до трех итераций приведены на рисунках 3 и 4. Заметим, что модель (рис.1) в диапазоне 0,1-2,7 ГГц имеет только одну резонансную частоту *f=0,96 ГГц* с коэффициент отражения S_{11}= - *8,77 дБ* (рис.3.а). Это свидетельствует о том, что данный вибратор только на этой частоте показывает качественный прием сигнала.



а) б)

Рис. 3. Частотные зависимости входных коэффициентов отражения
а- полуволнового вибратора, **б**- антенны АФ

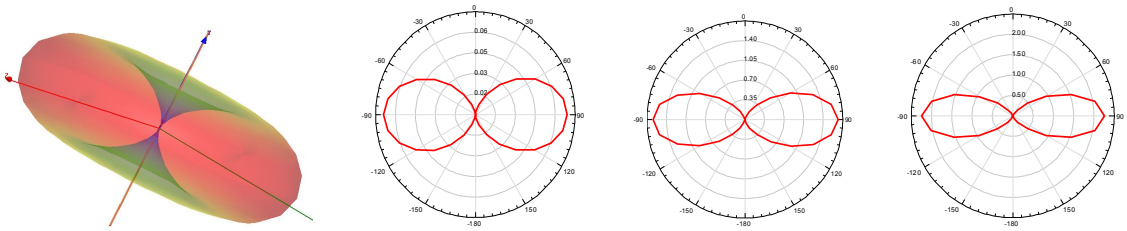


а) **б)**

Рис. 4. Частотные зависимости входных коэффициентов отражения
а-антенны ФК, **б**-антенны ИФ

Из рисунка 3.б и 4 а,б видно, что антенны с фрактальными структурами имеют более одного резонанса. А также, с увеличением номера предфракталов уменьшается значения обратных потерь S_{11} для $f_{1,i}$ и $f_{2,i}$ (f_1 и f_2 – первый и второй резонанс, i-номер итерации), резонансные частоты смещаются в сторону область низких частот. За счет этого у антенн появляются новые резонансы в выбранном диапазоне. Среди выбранных образцов при одинаковых длинах антенн самое низкое отражение (больше поглощений для приемной антенны) наблюдается у ИФ.

Были смоделированы диаграммы направленности (ДН) антенн в вертикальной плоскости с шагом 100 МГц в диапазоне частот от 0,1 ГГц до 2,7 ГГц. Формы ДН симметричного вибратора представляют собой вытянутую восьмерку, которая состоит из левого и правого лепестка (вибратор расположен вертикально) в выбранном диапазоне. С увеличением частоты до выбранного предела ширина сужается, а направленность антенны не меняется (рис.5 б,в,г). На рисунках 6,7 приведены ДН фрактальных антенн для $f_{2,3}$, где наблюдаются изменения направленности и формы излучения.



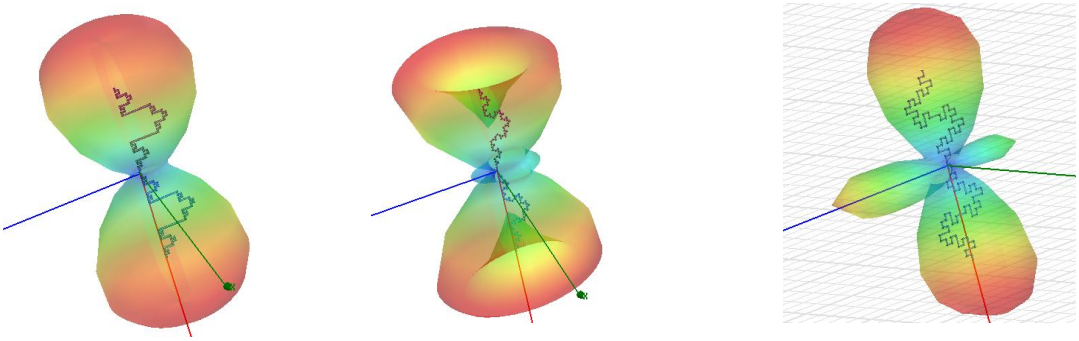
а) **б)** **в)** **г)**

Рис. 5. Диаграммы направленности полуволнового вибратора
а- трехмерная диаграмма направленности (0,2 ГГц), б-0,2 ГГц, в-1,4 ГГц, г-1,8 ГГц

При сравнении ДН антенн в виде ФК, АФ и ИФ можно заметить их не идентичность по форме излучения. При первых резонансных частотах $f_{1,i}$ все фрактальные антенны во всех итерациях функционируют как стандартный симметричный полуволновой вибратор. Дальнейшее увеличение частоты приведет к плавному изменению направленности излучателя. Но этих изменений можно не рассматривать до второго резонанса, учитывая незначительную энергию излучения вне резонансных участках в выбранном диапазоне.

На рисунках 6 а, б, в приведены пространственные распределения энергии электромагнитных волн (ЭМВ), излучаемой антеннами для $f_{2,3}$ резонансных частот. Видно, что во всех моделях основные боковые лепестки направлены вдоль излучателя. В случае рис.5 б энергия ЭМВ распространяется кольцеобразной формой и она не фокусирована.

Этому также свидетельствуют ДН до трех итерации антенн полученные в полярной системе координат (рис.7 б). Многолепестковый характер и наличие узких лепестков подтверждают, что ширина диаграммы направленности (определяется как угол между двумя направлениями, в которых уровень мощности излучения равен половине уровня в максимуме) данных антенн составляют малые углы.



а) **б)** **в)**

Рис. 6. Трехмерные диаграммы направленности для $f_{2,3}$
а - антенна ФК, **б –** антенна АФ, **в –** антенна ИФ

В случае рис. 6,а энергия излучения направлена и фокусирована только в одном направлении. В первой итерации антенны $f_{2,1}$ в ДН можно заметить не ярко выраженные четыре лепестка (рис. 7.б). При увеличении итерации фрактала антенна становится менее направленной, а по форме ДН третьей итерацией АФ можно сказать, что антенна этой формы является направленной и их ширина ДН составляет более 1/3 часть полупериода (от 0° до 180°). Для модели ИФ (рис.6, в) характерно направленное свойство, но при этом появляются дополнительные лепестки. А также по форме и ширине основных лепестков можно сказать, что данная антенна узконаправленная.

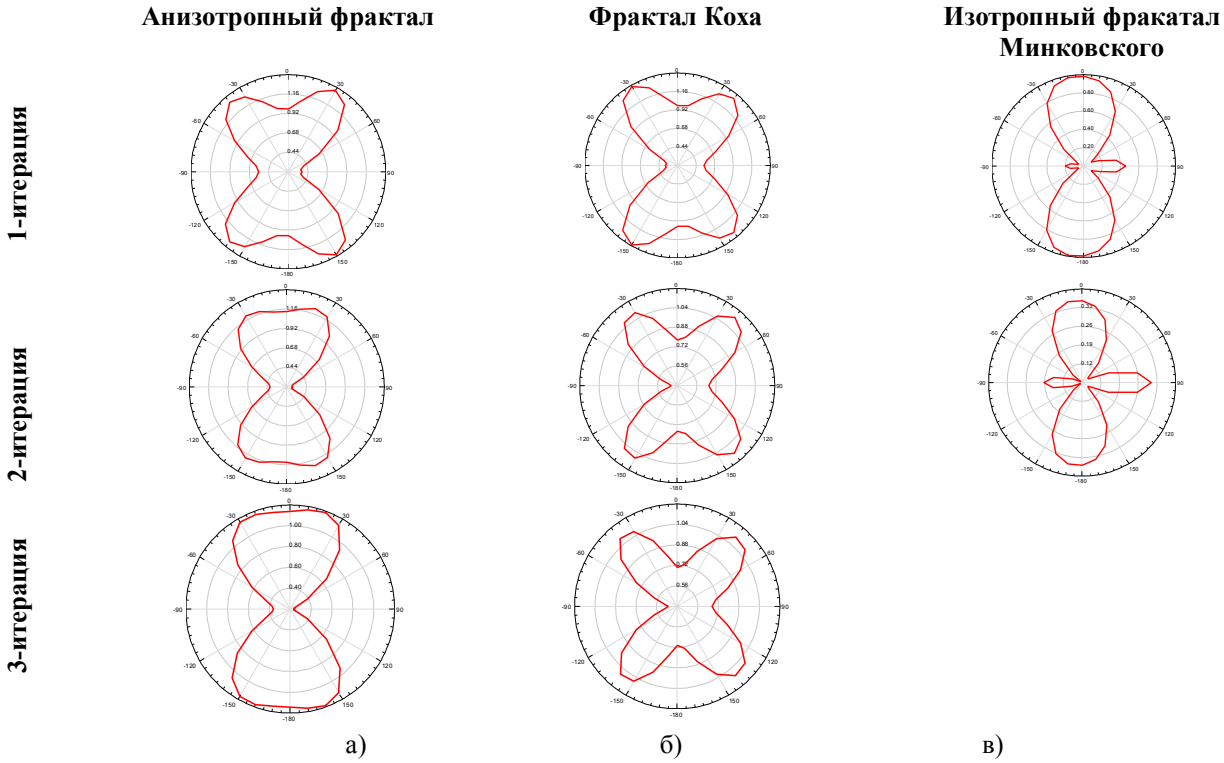


Рис. 7. Диаграммы направленности фрактальных антенн при $f_{2,i}$ в полярной системе координат

Заключение

Антенны с фрактальными структурами имеют многочастотное свойство в отличие от стандартных полуволновых вибраторов. Дипольные антенны на основах АФ и ИФ имеют больше резонансных частот чем антенна на ФК при одинаковых длинах и количествах итерации. Увеличение номера итерации приводит к уменьшению значения коэффициента отражения S_{11}. При резонансных частотах ДН фрактальных антенн отличаются по полярности излучения, то есть при переходе от f_1 к f_2 меняется направленность излучения. Антенна на основе АФ более направлена и фокусирована, а также степень концентрации излучаемой электромагнитной энергии намного больше, чем у выбранных других моделей, которому свидетельствуют полученные ДН. Поэтому новый анизотропный фрактал может быть использован для повышения технологической, энергетической эффективности узлов телекоммуникаций.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Luk Kwai-Man, Chen Zhi Ning. Antennas for Base Stations in Wireless Communications. ISBN: 0071612882. June 23. - 2014, - P.412.

[2] Rajni B., Jaswinder S. Effect on Multiband Behavior of Square Fractal Dipole Antenna with the Variation of Angle between Square Fractals // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2013. – № 2(2). – Pp.72-75

[3] Debashish Pal. Design of a Novel Triangular Shaped Fractal Antenna for Wireless Communication // SSRG International Journal of Electronics and Communication Engineering (SSRG-IJECE) – volume1 issue8 Oct 2014

[4] Munish Kumar. Design and analysis of minkowski fractal antenna using microstrip feed // International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM). Volume 3, Issue 1, January 2014

[5] Yanzhong Yu, Jizhen Ni, Jingyi Wang A Minkowski Fractal Circularly Polarized Antenna for RFID Reader // Sensors & Transducers, Vol. 182, Issue 11, November 2014, pp. 99-104

[6] Жанабаев З.Ж. Фрактальная модель турбулентности в струе // Известия СО АН СССР, серия техн.-наук. 1988. Вып.4. № 15. С.57-60.

Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А.

Фрактал формалы дипольдық антенналардың физикалық қасиеттері

Түйіндеме. Бұл жұмыста HFSS программалық ортасында фракталдық антенналардың моделдері қарастырылды. Сәуле таратқыш және қабылдағыш ретінде анизатропты, Кох фракталы және изотропты фракталдар

негізіндегі антенналар қолданылды. Олардың спектрлік және энергетикалық қасиеттері зерттелді және өзара салыстырылды.

Кілттік сөздер – фракталдық антенналар, анизотропты фрактал, бағытталу диаграммасы

Karibayev B.A., Imanbayeva A.K., Namazbayev T.A.

Physical characteristics of dipole antennas with fractal forms

Summary. This article discusses the model of fractal antennas in HFSS software environment. As the emitters have been chosen three antennas on the basis of the anisotropic fractal, fractal Koch and isotropic fractal. The energy and spectral characteristics and parameters were compared antennas. It was concluded on the results obtained.

Key words – fractal antennas, anisotropic fractal, the radiation pattern.

УДК 001.892:620.3

Ж.М.Үсіп, С.А. Малаев, Д.А.Ертаев, Д.Ұ. Смагулов
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, jazi.93_93@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Аннотация. В статье рассмотрены пути производства углеродных нанотрубок. Существует несколько, наиболее часто упоминаемых в литературе, механизмов синтеза углеродных нанотрубок. Это дуговой разряд, лазерная абляция, синтез УНТ в пламени и метод осаждения из газовой фазы (CVD). Более подробно остановимся на последнем из них, потому что этот метод синтеза УНТ является простым, высокопроизводительным, легко масштабируемым в производство и дающим наиболее длинные и качественные нанотрубки на настоящий момент. Существует множество способов производства углеродных наноструктур и углеродных нанотрубок. Их можно разделить на две основные категории: высокотемпературные и низкотемпературные способы. Большинство высокотемпературных способов основано на сублимации углерода в инертной атмосфере, например процесс электродугового разряда, способ лазерной абляции и солярная технология. Низкотемпературные способы представляют собой, например, химическое осаждение из паровой фазы (CVD) с использованием каталитического разложения углеводородов, газофазное каталитическое выращивание из монооксида углерода, производство путем электролиза, термообработка полимера, местный низкотемпературный пиролиз или местный катализ. Основные методы подробно описаны ниже.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, углеродные наноструктуры, синтез, мультислой, катализатор, подложка.

Введение.

CVD (химическое осаждение из паровой фазы) является способом, в котором углеродные нанотрубки получены из газовой фазы за счет выращивания углеродных нанотрубок на подложке с использованием больших количеств катализатора при низкой температуре (600-1000°C)[1]. Полученные нанотрубки содержат дефекты, что приводит к изгибам в структурах. Также катализатор в полученных нанотрубках присутствует в различных количествах, от 50% до столь низких, как 1-10%.

Дуговые способы представляют собой плазменные способы, в которых электродуговой разряд постоянного тока создают между анодом и катодом, находящимися на расстоянии друг от друга всего лишь несколько миллиметров. Это приводит к созданию весьма небольшой плазменной дуги в области между электродами. Углерод, испаряющийся с анода на основе углерода (например, графита), снова конденсируется на катоде в форме осадка, содержащего углеродные нанотрубки. В исходном дуговом способе, опубликованном T.W.Ebbesen, Nature 358 (1992), не использовалось какое-либо внешнее магнитное поле, генерированное постоянными магнитами или электромагнитами, и не возникала какая-либо рециркуляция испаренного углерода. Этот дуговой способ пригоден только для мелкомасштабного производства углеродных нанотрубок в дуговых реакторах, функционирующих при очень низких уровнях тока и мощности - обычно несколько кВт. Повышение высокоэнергетических уровней за счет повышения тока дуги и/или диаметра электрода представляется невыполнимым, поскольку осажденные углеродные нанотрубки будут снова испаряться с катода)[2].

В WO 2004/083119 описан плазменный способ для непрерывного производства нанотрубок, нановолокон и других наноструктур на основе углерода. Углерод-предшественник, катализатор и носитель плазмы вводят в реакционную зону, где углерод-предшественник (предпочтительно, частицы

твердого углерода) испаряется. Горячую плазму в реакционной зоне генерируют с помощью дуг, созданных путем подключения источника питания переменного тока к двум или трем угольным электродам. Парогазовую смесь затем направляют через сопло в зону охлаждения для ядрообразования. Данное устройство имеет близкое сходство с традиционными плазменными горелками, используемыми, например, для плазменного напыления огнеупорных покрытий, в котором испарение микроскопических сырьевых частиц нежелательно. Основная проблема, связанная с этим способом, состоит в том, что в нем не происходит никакой рециркуляции сырья и продуктов из зоны охлаждения.



Рис. 1. Схема установки для получения нанотрубок методом химического осаждения

Существенные достижения в технологии получения нанотрубок связаны с использованием процесса каталитического разложения углеводородов. На рисунке 1 представлена схема проведения такого процесса. В качестве катализатора используется мелкодисперсный металлический порошок, который засыпается в керамический тигель, расположенный в кварцевой трубке. Последняя, в свою очередь, помещается в нагревательное устройство, позволяющее поддерживать регулируемую температуру в области от 700 до 1000°С. По кварцевой трубке продувают смесь газообразного углеводорода и буферного газа. Типичный состав смеси C_2H_2 : N_2 в отношении 1:10. Процесс может продолжаться от нескольких минут до нескольких часов. На поверхности катализатора вырастают длинные углеродные нити, многослойные нанотрубки длиной до нескольких десятков микрометров с внутренним диаметром от 10 нм и внешним — 100 нм. Имеются также металлические частицы, покрытые многослойной графитовой оболочкой. Как видим, в этом процессе трудно получить однородные нанотрубки, ибо каталитический порошок - слишком неоднородная среда, чтобы получить при выращивании однородную трубку.

В результате многочисленных исследований был найден оптимальный вариант: подложка, на которой нужно выращивать нанотрубки, должна быть пористой с высокой степенью однородности пор, заполненных частицами металлического катализатора. Если размеры частиц и пор совпадают, диаметр вырастающих трубок оказывается практически таким же. Если поры имеют достаточную глубину и поверхностная плотность их достаточно высока, то трубки вырастают строго перпендикулярно поверхности подложки и оказываются в высокой степени однородными. Таким образом, проблема сводится к приготовлению подложки, поверхность которой была бы пронизана многочисленными глубокими, однородными порами. На дне последних должен располагаться металлический катализатор, служащий затравкой на начальной стадии роста трубки. Катализаторами обычно работают Fe, Co и Ni.

Цель работы. Освоение высокопроизводительной технологии CVD процесса и организация производства в достаточном количестве «лесных», листовых и волоконных углеродных нанотрубок, служащих основой для получения многих современных наноструктрированных материалов и функциональных устройств.

Экспериментальная часть. Современные тенденции в создании новых материалов обуславливают необходимость в создании оборудования, позволяющего выращивать новые материалы. Одним из новейших конструкционных материалов являются нанотрубки. Рост нанотрубок может производиться различными методами, такими как лазерная абляция, дуговой разряд и химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Наиболее перспективным методом в плане интеграции нанотрубок в устройства является CVD.

Для выращивания углеродных нанотрубок, вначале субстрат нагревается в трубчатой печи сопротивления. К недостаткам существующей стандартной CVD системы выращивания углеродных нанотрубок относятся:

- трудность обозрения роста на месте внутри 3-зонной стандартной трубки печи.
- потребность охлаждения печи между пробегами.

- невозможность контроля состава исходного газа и температуры подложки независимо.

На рисунке 2 показана CVD система углеродных нанотрубок с индукционным нагревом. Внешняя конструкция экспериментальной CVD системы с индукционным нагревом имеет существенные преимущества, позволяющие наблюдать показатели роста нанотрубок и осуществлять контроль за их качеством в реальном времени. Такие преимущества, безусловно, приводит к уменьшению нерешенных вопросов по рассматриваемой проблеме.

Устройство предназначено для работы с токсичными, горючиими газами. Для хранения таких газов необходимы закрытые металлические ящики, сигнализация истечения газа, система ограничения доступа, обязательное заземление, линии чрезвычайных выбросов газа и система пожарной безопасности. Общий список рабочих газов, для хранения и применения:

- кислород (O2);
- азот (N2);
- аргон (Ar);
- гелий (He);
- ацетилен (C2H2);
- этилен (C2H4);
- водород (H2).

Блок должен включать в себя панель для понижения давления и поставки газа в магистрали. Возможность подключения устройства к системе вытяжной вентиляции. Материал системы регулирования и подачи газа - нержавеющая сталь. Герметичность газовой системы вместе панелью (по гелию) выше 10-9 Па м3 /с. Максимальный расход газа должен составлять менее 100 л / час, диапазон регулирования выходного напряжения от 0,2 до 3 атм.

Должна иметься возможность замены газового баллона без прерывания поставок газа и с предотвращением проникновения атмосферного воздуха в ствол газопровода.

Основные узлы CVD-системы:

- трехзонная печь с пультом управления потоками газа;
- подводка газов к печке;
- мануальное управление контролерами газов;
- автоматические контролеры газа;
- система выхлопа и вакуумирования;
- индуктор для нагрева подлжек и выращивания углеродных нанотрубок.

При определенных режимах роста нанотрубок повышается их высота, улучшается структура леса нанотрубок. Сильно возрастает способность леса нанотрубок к кручению, повышаются проводимость и оптическая проницаемость.

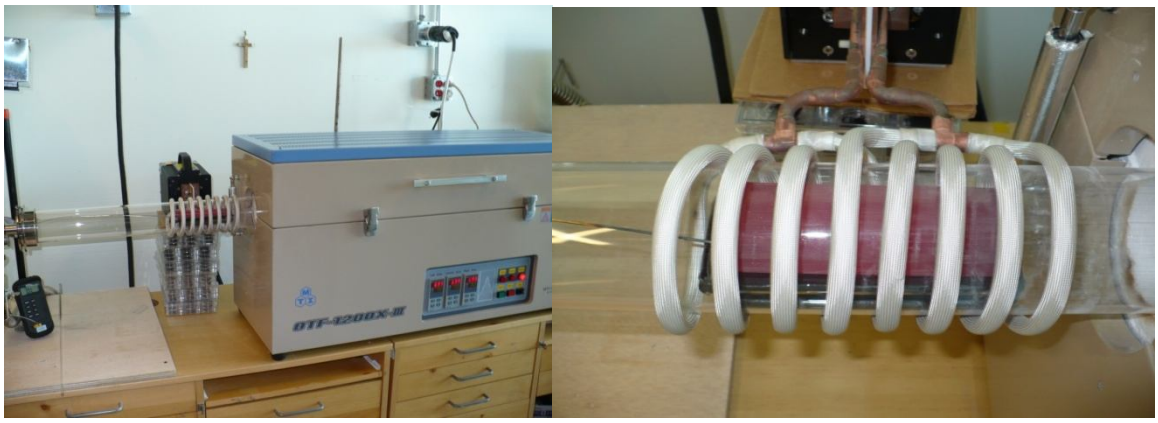


Рис. 2. система индуктивного выращивания УНТ

Преимущества предлагаемой CVD системы с индукционным нагревом:

- возможность видимого обозрения CVD роста (между витками) позволяет управлять на месте.

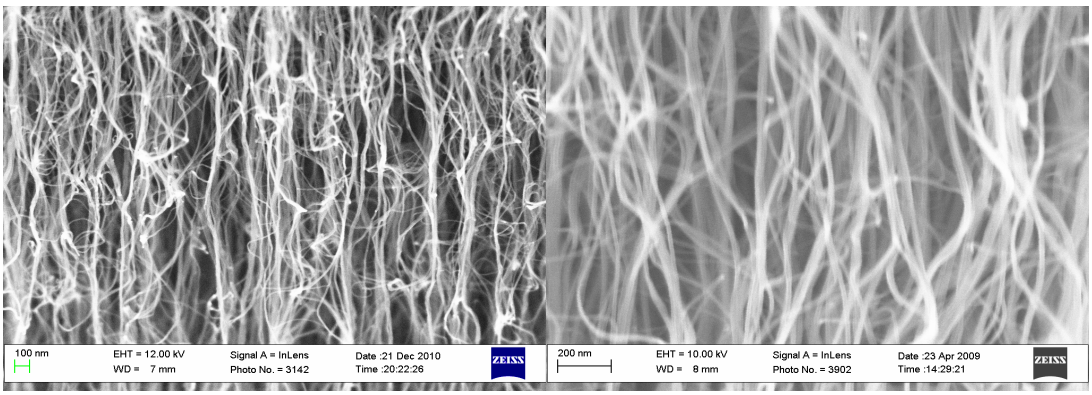
- можно оставить печь предварительного нагрева, включенную между сменами образцов, нет необходимости охлаждать между циклами.

- независимы контроль газа и температуры подложки и отдельных камер.

- синтез способных закручиваться, высоких лесов CNT при высоких температурах.

Использования специального катализатора приводить к образованию очень равномерного, высокого леса CNT, который вдвое и более высокий, чем в случае использования стандартной CVD системы.

Исходная характеристика индукционного выращивания листов нанотрубок показывает многообещающие результаты. Съемки на SEM (рисунок 3) нанотрубок, полученных индукционным методом, показывает очень плотный лес со многими взаимосвязями, которые имеют решающее значение для закручивания. Стандартные CNT леса показывают намного меньшую плотность и число внутренних связей (взаимосвязей).



SEM от RF индукционного взращивания трубок

SEM от стандартных CVD трубок с меньшим числом взаимосвязей

Рис.3. Фотографии углеродных нанотрубок

При наблюдении вытянутых листов на оптическом микроскопе хорошо видно более однородное строении нанотрубок и большее число сильных, внутренних пучков взаимосвязей, которые оказывают решающее влияние на способность закручиваться, в соответствии с описанной выше моделью в RF индукционном нагреве CVD образца. Кроме этого, способствует возрастанию электронных путей проводимости листов нанотрубок, улучшает однородность, что приводит к повышению проницаемости.

Исследование зависимости электрического сопротивления волокон нанотрубок от температуры

Из полученного леса нанотрубок удается вытягивать наноуглеродные структуры в виде ленты из наноуглеродных нитей с ориентацией вдоль направления вытяжки (рисунок 4).

Наиболее доступным и простым для исследований является довольно информативный метод исследования зависимости сопротивления от температуры. Изучение электропроводности углеродных нанотрубок является ключевым параметром для оценки перспектив их использования при миниатюризации устройств микроэлектроники. Несмотря на многочисленные проведенные эксперименты пока отсутствуют надежные экспериментальные данные о связи электропроводности индивидуальной нанотрубки с ее хиральностью. В первых экспериментах электропроводность определялась не столько индивидуальных нанотрубок, сколько материалы, изготовленые на основе большого числа нанотрубок [3].



Рис. 4. Образцы вытянутых наноуглеродных нитей

Детальные измерения электропроводности индивидуальных нанотрубок выполнены авторами [4]. В этой работе использовалась четырехзондовая методика измерений. В работах [5 – 6] для измерения электропроводности индивидуальных нанотрубок использовался двухзондовый метод. Отмечено различие удельной электропроводности индивидуальных нанотрубок и жгутов, составленных из большого количества нанотрубок. Как следует из работы [7] собственное сопротивление нанотрубок примерно на два порядка ниже результата, полученного для пленок нанотрубок. Это подтверждает определяющую роль контактов между трубками в сопротивлении пленки. В нашем случае представляется изучение свойств полученной системы из нанотрубок более предпочтительным, поскольку взаимодействие между нитями может определить интересные интегральные свойства этого комплекса нанотрубок.

На начальном этапе нами были проведены измерения зависимости сопротивления системы из наноуглеродных нитей от их ширины при одинаковой длине для оценки плотности комплекса нитей углеродных нанотрубок. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Зависимость сопротивления системы из наноуглеродных нитей от их ширины при одинаковой длине**

№1	l=66mm	R=2,37kOm	d=16,4mm
№2	l=68mm	R=3,33kOm	d=11 ,3mm
№3	l=67,5mm	R=4,26kOm	d=9,5mm
№4	l=69mm	R=7,15kOm	d=5,8mm

Были проведены исследования структуры изучаемого комплекса нанотрубок на электронном растровом микроскопе. На рисунке 5 представлены фотографии нитей нанотрубок, сплетенные самым причудливым образом в виде тонких спиралей, охватывающие более толстые.

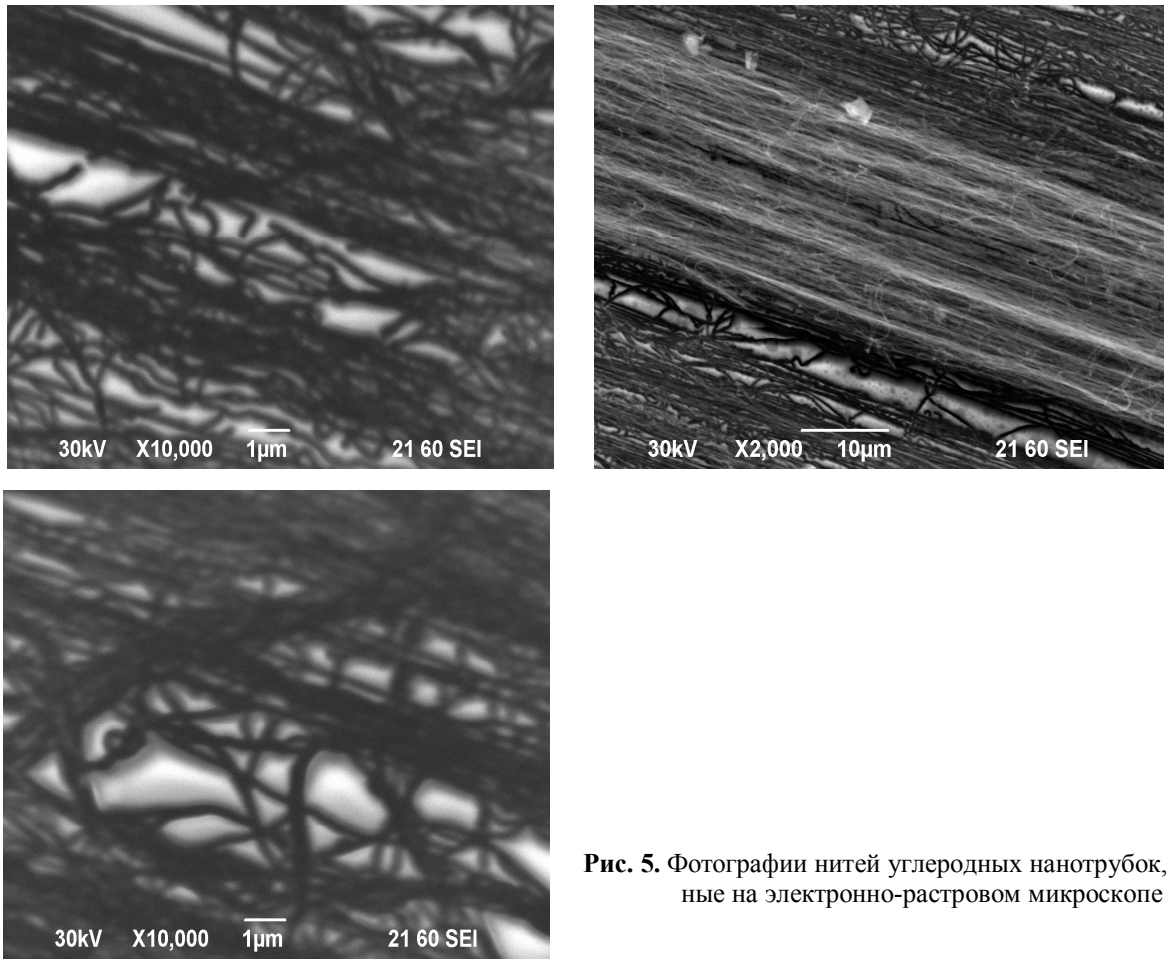


Рис. 5. Фотографии нитей углеродных нанотрубок, сделанные на электронно-растровом микроскопе

Заключение. Получены мультислойные улеродные нанотрубки (МУНТ). Исследованы физические свойства нанотрубок. Изучены характеристики нанотрубок. В результате проведенных исследований было установлено:

- проводимость комплекса наноуглеродных нитей возрастает с ростом температуры;
- отмечено влияние электромагнитных полей комплекс наноуглеродных нитей.

Предполагаются дальнейшие исследования физических свойств, представленного материала.

ЛИТЕРАТУРА

[1] 1 B. O'Regan, M. Gratzel, A low-cost, high-efficiency solar cell based on dye-sensitized colloidal Ti02 films, 1991, Nature 353 pp. 737-740.

[2] 2 M. Gratzel, Photoelectrochemical cells, 2001,Nature 414, pp. 338-344.

[3] 3 A. Kay, M. Gratzel, Low cost photovoltaic modules based on dye sensitized nanocrystalline

[4] titanium dioxide and carbon powder, 1996,Sol Energy Mater Sol Cell 44, pp. 99-117.

[5] 4 X. Fang, T. Ma, G. Guan, M. Akiyama, T. Kida, E. Abe, Effect of the thickness of the Pt film coated on a counter electrode on the performance of a dye-sensitized solar cell, 2004, J.Electroanal. Chem. 570 pp. 257-263.

[6] 5 J. Chen, K. Li, Y. Luo, X. Guo, D. Li, M. Deng, S. Huang, Q. Meng, A flexible carbon counter electrode for dye-sensitized solar cells, 2009,Carbon 47, pp. 2704-2708.

[7] 6 P. Joshi, Y. Xie, M. Ropp, D. Galipeau, S. Bailey, Q. Qiao, Dye-sensitized solar cells based on carbon counter electrode, 2009,Energy & Environmental Science 2, pp. 426-429.

[8] 7 Z. Huang, X. Liu, K. Li, D. Li, Y. Luo, H. Li, W. Song, L. Chen, Q. Meng, Characterizations of tungsten carbide as a non-Pt counter electrode in dye-sensitized solar cells, 2007, Electrochem. Commun. 9 pp. 596-598.

[9] 8 M. Zhang, K.R. Atkinson, R.H. Baughman, Multifunctional Carbon Nanotube Yarns by Downsizing an Ancient Technology, 2004, Science, 306 pp. 1358-1361.

[10] 9 CP. Huynh, S.C. Hawkins, M. Redrado, S. Barnes, D. Lau, W. Humphries, G.P. Simon, Evolution of directly-spinnable carbon nanotube growth by recycling analysis, 2011, Carbon 49 pp. 1989-97.

[11] 10 CP. Huynh, S.C. Hawkins, Understanding the synthesis of directly spinnable carbon nanotube forests, 2010, Carbon 48 pp. 1105-15.

Үсіп Ж.М., Малаев С.А., Ертаев Д.А., Смагулов Д. Ұ.

Көміртекті нанотүтікшелерді индукциялы тәсілмен алу

Түйіндеме. Бұл мақалада көміртекті нанотүтікшелердің өндірісін талқылайды. Көміртекті нанотүтікшелердің синтездеу механизмдерінің бірнеше тәсілдері бар. Бұл доғалық разряд, лазерлік абляция, көміртекті нанотүтікшелердің жалынды синтез және газбен тұндыру (CVD) әдісі. Көрсетілген тәсілдердің соңғысына тоқталамыз, себебі ол КНТ синтездеудің ең қарапайым түрі , өнімділігі жоғары және қазіргі таңда ең ұзын, сапалы нанотүтікшелерді алуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: көміртекті нанотүтікше, көміртекті наноқұрылымдар, синтез,мультиқабат, катализатор, төсеме.

Ussip J.M., Malayev S.A., Ertayev D.A., Smagulov D. U.

Receiving carbon nanotubes by the induction methot

Summary. In this article ways of production of carbon nanotubes are considered. Exists a little, the most often mentioned in literature, mechanisms of synthesis of carbon nanotubes. It is the arc category, a laser ablyation, synthesis of UNT in a flame and a sedimentation method from a gas phase (CVD). We will stop on the last of them because this method of synthesis of UNT is simple, highly productive, easily scalable in production and in more detail giving the longest and qualitative nanotubes currently.

Key words: carbon nanotubes, carbon nanostructures, synthesis, multilayer, catalyst, substrate.

УДК 666.76-492.2.001.8

Б.А.Унаспеков , С.Ш. Ауельбеков
(НАО Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, email: unaspekov@yandex.kz)

АНАЛИЗ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ОБЖИГОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Изложен анализ и особенности производства обжиговых строительных изделий. Установлено, что на свойства изделий значительное влияние оказывают процессы, протекающие в них при обжиге. Основными потребителями огнеупорных изделий и материалов являются предприятия черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности. В связи с этим требуется всемерное развитие производства прогрессивных видов огнеупоров, имеющих более высокую стойкость в условиях интенсификации технологических процессов в агрегатах высокой единичной мощности.

Меры, направленные на повышение стойкости огнеупоров, должны охватывать улучшение качества исходного сырья и материалов, совершенствование технологии их производства .

Ведущим свойством огнеупоров в большинстве случаев является их химический состав, определяющий огнеупорность и физико-химическое взаимодействие огнеупора со средой. В настоящее время все больше стремятся использовать для изготовления огнеупоров, в том числе корундовых кирпичей и плит шиберных затворов, исходные материалы высокой чистоты с максимальным содержанием в них ведущего огнеупорного соединения [1, 2].

Ключевые слова: потребитель, материал, технология, свойство, качество.

В работе [3] рассмотрены технологические условия, обеспечивающие возможность увеличения термостойкости очень плотных изделий. Экспериментально изучена технология изготовления плотных шамотных изделий с минимальной открытой пористостью и высокой термостойкостью при допустимой усадке. Установлена возможность образования закрытой пористости в плотных шамотных материалах при введении в шихту дегидратированных при 600ºС гранул из глины, что обеспечивает в результате наличия закрытой пористости высокую термостойкость и шлакоустойчивость огнеупора.

На свойства магнезиальных изделий, эффективность их работы в условиях высоких температур значительное влияние оказывают процессы, протекающие в них при обжиге [4]. Для изыскания путей улучшения качества огнеупоров важно знать, указывают авторы, как изменяются структура и свойства изделий в процессе их термообработки в промышленных печах. В результате исследований уточнены параметры обжига в промышленных печах магнезиальных изделий в зависимости от их

состава, формы, параметров протекания физико-химических процессов и изменения свойств в различных зонах туннельной печи. Для обжига высокоогнеупорных изделий необходимы туннельные печи, обеспечивающие получение высоких (1800-2000ºС) максимальных температур, регулирование в широких пределах среды скоростей нагрева и охлаждения без резких термоударов, высокий уровень механизации и автоматизации.

Технический глинозем является одним из основных компонентов при производстве огнеупорных изделий. Однако он, особенно содержащий значительные количества γ-Al_2O_3, не может быть непосредственно использован для изготовления огнеупоров и нуждается в предварительной переработке (главным образом, обжиге и измельчении), зависящие от начальных свойств технического глинозема и назначения изготовляемых изделий .

Технический глинозем является агрегатным материалом. По технологии изготовления керамических изделий технический глинозем предварительно обжигают, так как даже в тонкоизмельченном состоянии он плохо спекается и имеет большую усадку (до 30%). Температура обжига технического глинозема является важным технологическим параметром, определяющим в значительной мере поведение материала на последующих этапах технологической переработки, а часто влияющим и на свойства готовых изделий.

В работе [5] установлено, что после обжига глинозема при температуре 1400-1500ºС его размолоспособность по сравнению с исходным техническим глиноземом повышается, так как для обеспечения принятого в керамике преобладающего размера зерен ($\approx 2 \div 3$ мкм) надо только разрушить сферолиты. Увеличение температуры обжига от 1450 до 1650ºС повышает намол железа от 0,04 до 0,18% (по Fe_2O_3) при измельчении в вибромельнице, и от 0,1 до 0,45% - в шаровой мельнице. Если намол пропорционален степени произошедшего измельчения монокристаллов, то его рост связан с более длительным абразивным воздействием монокристаллов корунда высокообожженного глинозема.

Повышение температуры обжига глинозема с 1550 до 1650-1750ºС независимо от способа измельчения и в пределах содержания 60-90% фракции радиусом менее 2 мкм, уменьшает скорость набора черепка и увеличивает кажущуюся плотность высушенных отливок.

Систематическое сопоставление влияния сухого и мокрого способов помола технического глинозема, термически обработанного в широком диапазоне температур, на все процессы и параметры технологии изготовления корундовой керамики методом литья из водных суспензий, а также на свойства изделий проведены в УкрНИИО [6].

Отмечается, что эффективность способа измельчения глинозема зависит от температуры его обжига. Если температура обжига технического глинозема такова, что для его измельчения необходимо лишь разрушение сферолитов, то сухой помол достаточно эффективен; если же необходимо разрушение кристаллов, то в этом случае мокрый помол обеспечивает достаточную дисперсность порошков в более короткие сроки. Однако при применении глинозема мокрого помола снижается кажущаяся плотность корундовой керамики в результате образования большого количества закрытых пор в кристаллах корунда. Изделия характеризуются более крупной кристаллизацией корунда, поэтому имеют более низкую прочность ($\sigma_{изг} \approx$ 55-94 МПа против 90-210 МПа при использовании глинозема сухого помола). Исходя из изложенного, обожженный глинозем, используемый для изготовления корунда, следует измельчать в вибрационных мельницах сухим способом до содержания в материале более 85% зерен размером менее 3 мкм.

Для изготовления плотных корундовых огнеупоров с пористостью 10-16% уплотненных с пористостью 16,1-20%, но с малой усадкой в обжиге (3,0-3,5%) необходим спеченный, особоплотный корунд шамот. Его обжиг осуществляется в малогабаритных туннельных печах. В них может быть обожжен плотноспеченный шамот при температуре 1750-1800ºС и низкожженый шамот при 1300-1500ºС.

Для обжига гранулированного корундового шамота целесообразно использовать высокотемпературные шахтные печи.

Поскольку для изготовления плотноспеченного чистого корундового шамота необходима высокая температура обжига, во многих работах предлагается введение различных добавок для ее снижения [7]. Эффективной и применяющейся добавкой является TiO_2; введение 1-2% TiO_2 снижает температуру обжига спеченного шамота на 150-200ºС (до 1500-1580ºС), причем добавку TiO_2 вводят при измельчении глинозема и брикет изготавливают полусухим способом - прессованием при давлении 40 МПа. Наибольший эффект повышения плотности корунда достигается при введении 0,1-1% TiO_2, при повышении его содержания до 2-3 и до 5% снижается эффект уплотнения при всех темпе-

ратурах, и тем больше, чем выше температура обжига брикета. Поэтому при введении добавки TiO_2 в промышленных условиях необходимо вводить ее в пределах до 0,5%, но, во всяком случае, не более 1%. Эта добавка значительно уменьшает пористость и увеличивает кажущуюся плотность шамота.

Для изготовления корундовых изделий на муллитокорундовой связке применяют корундовый шамот из технического глинозема и 5-10% каолина и глины [8]. Шамот может иметь различную пористость, которая зависит от температуры его обжига. Содержание Al_2O_3 в таком шамоте пониженное и может колебаться от 91,5 до 96%. Повышение температуры обжига корундового шамота от 1300-1500ºС с добавкой 10% глины снижает его пористость с 54,3% до 5,3% при повышении кажущейся плотности от 1,75 до 3, 22 г/см^3. Использование пористого шамота, обожженного при более низкой температуре с добавкой каолина, позволяет получить более плотные изделия.

Зерновые и вещественные составы корундовых масс имеют важнейшее значение в производстве корундовых изделий. Поскольку к корундовым изделиям относятся изделия с содержанием не менее 90% Al_2O_5, тем самым допускается содержание в них, кроме корунда, до 10% муллита [9]. Он может вводиться в синтезированном виде, или его синтез может происходить в процессе обжига изделий за счет введения в шихту кремнезема, элементарного кремния, кремнеземсодержащих глин, каолинов и дистен-силлиманитового концентрата [10]. Для улучшения прессуемости массы, а также повышения плотности и прочности корундовых изделий в них вводят добавку фосфорной кислоты. Плотность и прочность корундовых изделий значительно повышаются при увеличении содержания тонкоизмельченной связующей части от 15 до 45%. Для связующей части наиболее целесообразно использовать тот же корундовый шамот, что используется для зернистой составляющей, или глинозем ГК, как обеспечивающие наибольшую плотность и прочность изделий. Известно применение для корундовых изделий добавок алюмогеля, силикогеля и др.

Значительные научно-исследовательские работы по производству строительных материалов различного назначения в Республике Казахстан проведены в институте НИИСтромпроект (г. Алматы), ЮКГУ им. М. Ауэзова, Рудненским индустриальным институтом и др.

В работах проф. С.Ж. Сайбулатова [11] получены экспериментальные данные при изучении процессов тепло-массообмена в процессе обжига стеновых материалов.

Б. Таймасовым [12] разработана энергосберегающая технология портландцемента путем последовательного снижения расхода энергоресурсов на стадиях помола сырья, приготовления сырьевого шлама, обжига клинкера, размола клинкера и добавок.

Разработке и научному обоснованию технологии сушки керамических стеновых материалов посвящены работы проф. К.А. Нурбатурова [13].

В работах И.С. Ахметова, О.А. Мирюк, И.Г. Лугининой [14] установлены закономерности влияния минералов техногенного компонента (отходов обогащения скарново-магнетитовых руд) на фазовые превращения при обжиге и гидратации.

Следует также отметить работы проф. М.К. Кулбекова [15], в которых приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований кинетики и динамики обжига полифазной керамики для нахождения общих закономерностей и количественных зависимостей, определяющих режимы термообработки керамики. На этой основе решены практические задачи по выбору рациональных технологических приемов энергосбережения и расширения ассортимента изделий.

В последние десятилетия в высокотемпературной технике все более широкое применение получают огнеупоры из чистых окислов, содержащие минимальное количество примесей, обладающие высоким сопротивлением к воздействию агрессивных сред и термостойкостью. Данные, опубликованные в работа [16], показывают, что структура огнеупоров и их свойства во многом зависят от фазового состава и структуры порошков и зернового состава шихты. В работе А.Х. Акишева, П.Н. Бабина [17] изучена структура и свойства периклазовых изделий в зависимости от качества порошков и зернового состава шихты. Показана возможность получения периклазовых огнеупоров с высокой плотностью (открытая пористость 10-12%) и термостойкостью (11-16 водяных теплосмен). Для получения прочных и плотных изделий с повышенной термостойкостью рекомендуется применять плотные порошки с мелкокристаллической структурой; дополнительная рекристаллизация при высокотемпературном обжиге способствует упрочнению изделий.

Анализ вышерассмотренных работ показал, что одним из наиболее высокоогнеупорных и химически стойких материалов является корунд. Корундовые огнеупоры находят все более широкое применение в металлургической, химической и машиностроительной промышленности и в перспек-

тиве могут использоваться в коксохимической, огнеупорной и стекольной промышленности, в новой технике, энергетике и других отраслях.

Производство и использование корундовых изделий является перспективным, так как они обладают термической, механической и химической устойчивостью, высокой технологичностью, позволяющей изготавливать из корунда разнообразные изделия; при этом используются все известные способы формования огнеупоров. Из корунда можно изготавливать и весьма мелкие, и очень крупные изделия.

Развитие производства корундовых изделий и перспектива дальнейшего его увеличения, расширения ассортимента и областей применения обусловило необходимость подробного исследования технологии производства корунда, влияния условия изготовления и режимов обжига, обеспечивающих улучшение ее основных параметров.

В связи с этим необходимо проведения исследований, направленных на изучение влияния на технологию получения плотного корундового огнеупора и изменение основных свойств материалов в зависимости от добавок,зернового состава шамота, температуры получения и других параметров.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Симонов К.В., Мезенцев Е.П., Лузин А.Г. и др. Изменение структуры и свойств магнезиальных изделий при обжиге в промышленных печах // Огнеупоры, 1979. № 10. - С. 13-19.

[2] Будников П.П., Полубояринов Д.Н. Химическая технология керамики огнеупоров. - М.: Стройиздат, 1972. - 552 с.

[3] Кайнарский И.С. Процессы технологии огнеупоров. - М.: Металлургия, 1969. - 352 с.

[4] Кайнарский И.С., Дегтярева Э.В. Основные огнеупоры. - М.: Металлургия, 1974. - 367 с.

[5] Дегтярева Э.В. Химия высокотемпературных материалов. - М.: Наука, 1967. - 180 с.

[6]Полубояринов Д.Н., Балкевич В.Л., Попильский Р.Я. Высокоглиноземистые керамические и огнеупорные материалы. - М.: Стройиздат, 1992. - 232 с.

[7] Рутман Д.С., Юдина А.С., Маликова Г.В. Высокоогнеупорные материалы. - М.: Металлургия, 1996. - 195 с.

[8] Патент. 3480454 США / Опубл. 8.07.99.

[9] Патент. 3640739 США / Опубл. 5.03.92.

[10] Патент. 51-20530 Япония / Опубл. 25.11.96.

[11] Сайбулатов С.Ж., Куатбаев К.К. и др. Производство кирпича из зол ТЭС. // Строительные материалы, 1977. № 7. - С. 23.

[12] Есимов Б.О., Таймасов Б.Т., Трофимова Л.Г. Интенсификация и оптимизация технологических процессов в ПО «Карагандацемент» // Наука и образование Южного Казахстана, 1999. -№8 (15). -С. 122-125.

[13] Нурбатуров К.А. Сулейменов С.Т. Сайбулатов С.Ж. и др. Экономия сырья и топлива в производстве стеновой керамики. - Алматы: Наука, 1986. - 176 с.

[14] Мирюк О.А., Лугинина И.Г., Ахметов И.С., Докучаев П.Н. Пирогенные превращения в техногенном цементном сырье // Комплексное использование минерального сырья, 1989. № 4. _С. 68-70.

[15] Кулбеков М.К. О зональном механизме и кинетике некоторых физико-химических процессов обжига строительной керамики // Изв. АН КазССР. Сер. хим., 1990. № 3. - С. 12-13.

[16].Черепанов А.М., Тресвятский С.Г. Высокотемпературные материалы и изделия из окислов. - М., 1994. - 236 с.

[17] Акишев А.Х., Бабин П.Н., Зубаков С.М. Влияние зернового состава шихты на структуру и свойства периклазовых огнеупоров // Огнеупоры, 1979. № 2. - С. 52-57.

Унаспеков Б.Ә. , Ауельбеков С.Ш.

Бұл мақалада күйдірілетің құрылыс бұймдарды өндеу және жылутехнологиялық

Түіндеме. Бұл мақалада күйдірілетің құрылыс бұймдарды өндеу және жылутехнологиялық ерекшеліктеріне талдау орындалған. Бұйымдардын қасиеттеріне әсер беретін негізгі процестер күйдіру кезінде болатыны дәлелделген.

Түін сөздер:тұтынушылар,материал,технология, қасиет, сапа.

Unaspekov B. A., Auelbekov С.Ш.

The analysis of heattechnological features of production of calcination construction products

Summary. The modern analysis and features of production of calcination construction products is stated. It is established that on properties of products considerable impact is exerted by the processes proceeding in them when roasting.

Key words: consumer, material, technology, property, quality.

УДК 666.972.125

М.Т. Жугинисов, Д.С. Сабыралы
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева)
Алматы, Республика Казахстан, maratbek51@mai.ru

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В статье приведены современные исследования по разработке составов и технологии легких заполнителей на основе природного и техногенного сырья, а также смесей, содержащих и природное и техногенное сырье. В качестве природного сырьевого компонента используются шунгит, глины, кремнеземсодержащее сырье – диатомит, трепел и опока. В качестве техногенного сырья применяются отходы углеобогащения и углесодержащие отходы, зола - унос, нефтешлам и бумажная макулатура. В качестве связующего и вспучивающегося компонента чаще всего используется жидкое стекло. Насыпная плотность разработанных заполнителей находится в пределах 100…960 кг/м^3, пористость – 50…88%, прочность при сдавливании в цилиндре – 0,32…1,9 МПа.

Ключевые слова: пористый искусственный заполнитель, легкий заполнитель, природное и техногенное сырье, жидкое стекло.

Как известно, основой строительства является сборный железобетон, и в последние годы он претерпевает качественные изменения в направлении уменьшения массы, теплопроводности. Это реализуется путем внедрения легких бетонов на пористых искусственных заполнителях. Модифицированные конструкционные легкие бетоны изготавливают так же, как и тяжелые бетоны аналогичных конструкций, но при этом экономия массы составляет 20…50 %. Также снижается теплоотдача зданий, повышается их уровень теплозащиты, паропроницаемости, что ведет к повышению комфортности проживания.

Основной особенностью легких заполнителей является их высокая пористость и как следствие низкий удельный вес. Легкие заполнители подразделяются на природные и искусственные. К природным заполнителям относятся: диатомит, пемза, вулканический шлак, вулканический пепел и туф. Кроме диатомита все эти породы вулканического происхождения. Природные легкие заполнители находят ограниченное применение, так как добываются только в некоторых районах земного шара.

Искусственные заполнители делятся на две группы. В первую группу входят заполнители, получаемые в результате вспучивания при нагревании глины, глинистых и кремнистых сланцев, диатомовых сланцев, перлита, обсидиана и вермикулита. Вторая группа характеризуется специальными процессами охлаждения, в результате которых достигается вспучивание огненно-жидких шлаков.

С целью расширения сырьевой базы и повышения технических показателей проводятся исследования по использованию природных материалов и отходов для производства легких заполнителей. Авторами [1] разработана технологию производства водостойкого пористого заполнителя, практически не уступающего по своим свойствам керамзиту. Сущность технологии заключается в модифицировании гидротированного силиката натрия (по патенту 2211196 от 02.11.2000г.), с одновременным введением глинистой составляющей; грануляции полученной гомогенной шихты и термообработке. В качестве глинистой составляющей может быть взята любая глина. Вспучивание гранул происходит при температуре 200 ºС. Для придания водостойкости обжиг гранул осуществляется при температуре 800-880 ºС, что значительно ниже обжига обычного керамзита. Полученный керамзит имеет пасыпную плотность 600 кг/м^3, прочность при сжатии 5 ед., водостойкость более 12 часов.

Авторы изобретения [2] разработали способ производства легкого заполнителя, целью которого является упрощение технологического процесса. Это достигается тем, что термическую обработку смеси осуществляют при смешивании компонентов, а охлаждение ведут до температуры 30...40 ºС. Кроме того, с целью возможности получения сферических полых гранул диаметром 0,14...0,15 мм с тонкой оболочкой, тепловую обработку осуществляют в сушильном барабане при 140-160 ºС в течение 2..3 мин. Для получения сферических заполненных стекловидной микропористой массой гранул диаметром 0,14...15 мм, тепловую обработку осуществляют при 250...300ºС в течение 5...10 мин. В качестве исходного сырья принимают жидкое товарное стекло с удельным весом 1,45...1,50 г/см^3, минеральный тонкодисперсный наполнитель с тонкостью измельчения, характеризуемой остатком на

сите 4900 отв./см^2 не более 10% (таким наполнителем может быть зола ГРЭС, отходы камнепиления и т.д.); химическая добавка (упрочняющая), например кремнийфтористый натрий (тонкость измельчения характеризуется остатком на сите 4900 отв./см не более 10%. Названные компоненты используют в следующих соотношениях, вес.%: жидкое стекло 40...60; минеральный наполнитель (зола ГРЭС) 35...50; химическая добавка (кремнефтористый натрий) 5...10.

Разработан способ изготовления пористого заполнителя, включающий приготовление шихты, гранулирование, сушку, обжиг и охлаждение, отличающийся, тем, что, с целью снижения объемной массы и водонасыщения заполнителя, после сушки гранулы измельчают, смачивают раствором сульфитно-спиртовой или сульфитно-дрожжевой бражки, гранулируют и сушат [3]. Предлагаемым способом можно изготавливать заполнитель из золы-уноса тепловых электростанций на различных составах и добавках, в том числе с повышенным содержанием несгоревшего угля более 10%. Физико-механические показатели пористого заполнителя, изготовленного из шихты золы-уноса: коэффициент вспучивания 2,8...3,8; пористость 84...88 %; плотность 348...387 кг/м^3; водонасыщение 0,4...0,78.

Одним легких искусственных заполнителей является стеклопор с насыпной плотностью 100...150 кг/м^3 [4]. Технологический процесс получения гранулированного материала (стеклопора) состоит из следующих основных операций: приготовления смеси из раствора жидкого стекла и технологических добавок; частичной дегидратации полученной смеси; диспергировании (грануляции) смеси и вспучивания гранулята. Сырьем для производства стеклопора служат: натриевое жидкое стекло, тонкомолотые минеральные наполнители и специальные добавки. В тонкомолотых минеральных наполнителей применяются мел, известняк, песок, тальк, маршалит, оксид алюминия, каолин, асбестовая пыль, трепел, перлит, золы ТЭС и др. Смесь для получения стеклопора включает: 93...95% жидкого стекла плотностью 1,4...1,45 г/см^3; 7...5% тонкодисперсного наполнителя с удельной поверхностью 2000...3000 см^2/г и 0,5...1,0% гидрофобизирующей добавки – кремнийорганической жидкости ГКЖ-94, ГКЖ-10 или ГКЖ-11.

В исследовании [5] разработан состав термостойкого бетона с использованием в качестве заполнителя вспученного шунгита. Вспученный шунгит обладает высокой термостойкостью, прочностью, не токсичен, не подвержен гниению и препятствует распространению плесени, имеет высокую температурную стойкость, огнестойкость, отражающую способность. На основании оптимизации были выбраны составы термостойкого бетона с добавкой шунгита с заданными свойствами: прочность 10 МПа, плотность 1500 кг/м^3. Проводились испытания образцов термостойкого бетона с добавкой шунгита и без шунгита (эталонного бетона). Сравнительные испытания образцов показали следующее, что состав термостойкого бетона с добавкой шунгита позволяет повысить термостойкость бетона при 900° С в 12 раз, а при 1100 ^{o}С в 6 раз.

Получен патент на способ получения легкого заполнителя из углеродсодержащих отходов тепловых электростанций [6]. Способ включает смешение отходов с корректирующими добавками, измельчение смеси, формование сырцовых гранул, сушку и обжиг сформованных гранул и охлаждение прокаленных вспученных гранул. В качестве корректирующих добавок используют жидкие, высокодисперсные и пастообразные вещества, обеспечивающие высокий контакт между составляющими шихты. Технический результат изобретения заключается в снижении насыпной плотности заполнителя при одновременном обеспечении его высокой прочности. Из золошлаковых отходов получен пористый заполнитель с насыпной плотностью 200-300 кг/м^3 и прочностью 0,8...1,2 МПа.

В работе [7] для получения керамзита были использованы отходы флотации углеобогащения, представляющие собой глинисто-угольные суспензии. Состав отходов: глинистого вещество 58...80 мас. %, угля 6...24 мас. % остальное кварц, карбонаты и пирит. В качестве связующего использовалось товарное жидкое стекло, модифицированное хлоридом натрия. Смесь, содержащую отходы флотации углеобогащения и модифицированное жидкое стекло, подвергали грануляции и обжигали при 700 ^{o}С. Полученный керамзит имеет пасыпную плотность 280-329 кг/м^3, прочность при сжатии 1,7...1,9 МПа, истинная пористость 50...75%.

В исследовании [8] изучена возможность получения легкого заполнителя на основе композиции, содержащей 50-80 мас.% суглинок Чаганского месторождения и 20...50 мас.%. бентонитовую глину Погадаевского месторождения.(Западно-Казахстанская обл.). Сырьевые материалы после подговки смешивали, увлажняли и гранулировали. Обжиг проводили при температуре 1150 ^{o}С в течении 20...30 минут. Полученный легкий заполнитель имеет следующие свойства: насыпная плотность 550-870 кг/м^3, марка при сдвливании в цилиндре 50...150 МПа. Установлено, что добавка бентонитовой глины в состав лессовидных суглинков позволяет переводить суглинки с категории невспучивающих

к категории средневспучивающих глин. Кроме того присутсвие лессовидных суглинков в составе композиции для получения керамзита способствует повышению прочности гранул 2,5...3 раза.

Автором работы [9] разработан гранулированный наноструктурирующий заполнитель на основе кремнеземистого сырья различного состава для легких бетонов. Гранулирование заполнителя происходит непрерывно в тарельчатом грануляторе. В процессе формирования ядра ГНЗ, щелочной компонент выполняющий роль связующего, подается в виде раствора распылением, непосредственно в тарельчатый гранулятор, на подающееся туда измельченное кремнеземное сырье. Данная последовательность технологических операций исключает возможность слипания сырьевой смеси на ранних стадиях гранулирования. После получения ядра ГНЗ, на следующей стадии в барабанном грануляторе, куда подается портландцемент, за счет избытка связующего происходит формирование защитной оболочки. Выдержанный в течение 1 сут ГНЗ, используют для изготовления изделий из легкого бетона, которые выдерживаются перед ТВО в течение 10 ч. Разработаны составы и технология получения ГНЗ пролонгированного действия с плотностью 720–960 кг/м^3 и прочностью при сжатии в цилиндре 0,32…0,98 МПа. Предложены составы легкого бетона с применением ГНЗ из сырья различных генетических типов с плотностью 1689…1709 кг/м^3, прочностью 11,35…11,79 МПа, теплопроводностью 0,31…0,37 Вт/(м·К).

Разработана новая технология переработки мелкодисперсных отходов углеобогащения на обогатительных фабриках в аглопорит, применяемый как пористый заполнитель в конструкционных легких бетонах и в дорожном строительстве [10]. В сравнении с широко используемым керамзитом приведены данные о влиянии формы легкого заполнителя на его коэффициент поверхности и прочность на сжатие. Показано, что коэффициент поверхности у заполнителя шаровидной формы соответствует 1, цилиндрической формы – 1,5 и кубовидной – 1,9. Данные характеристики обеспечивают повышенную прочность бетона. Следовательно, наиболее оптимальной формой заполнителя является куб. Применяя аглопорит в виде колец, можно снижать плотность и теплопроводность бетона. Также представлены основные преимущества конструкционных легких бетонов по сравнению с равнопрочными тяжелыми бетонами. Показано, что морозостойкость бетона на легком заполнителе больше, чем у тяжелого бетона на 2...5 марок, водонепроницаемость больше на 1...3 марки, коэффициент теплопроводности меньше на 2,5...3,5 раза, огнестойкость больше на 0,3...0,5 часа.

Авторы работы [11] разработали состав и технологию получения легкого заполнителя с использованием бумажной макулатуры. Получение из макулатуры высококачественного заполнителя может быть организовано путем ее гранулирования и нанесения на нее защитной капсулы из вяжущего вещества для обеспечения требуемых характеристик в заданныпределах. В качестве материала для капсулы было выбрано натриевое жидкое стекло. Используемая макулатура соответствует требованиям

ГОСТ 100700-97 «Макулатура бумажная и картонная». С использованием метода математического планирования экспериментов были подобраны оптимальные технологические параметры получения легкого заполнителя.

Образцы, полученные на основе бумажной макулатуры, имеют следующие характеристики: насыпная плотность –193 кг/м³, предел прочности при сдавливании в цилиндре – 1,35 МПа.

В работе [12] выполнены исследования по разработке технологии легкого заполнителя с использованием лессовидного суглинка и нефтешлама.

Разработанная технология получения микропористого гранулированного теплоизоляционного материала, включает дробление и помол лессовидного суглинка до порошкообразного состояния, совместное перемешивание с нефтешламом и гранулирование перемешанной массы с помощью гранулятора. Гранулы без предварительной сушки обжигаются во вращающейся до температуры 900...950ºС, выдерживают при этой температуре в течение 0,5...1,0 ч и охлаждают до температуры 40...50 ºС. Получены фракции 5...10 мм и 10-20 мм, имеющие насыпную прочность 500 и 450 кг/м^3, коэффициент теплопроводности 0,075 и 0,07 Вт/м·К, соответственно.

Таким образом, в настоящее время выполнены исследования по разработке составов и технологии легких заполнителей на основе природного и техногенного сырья, а также смесей, содержащих и природное и техногенное сырье. В качестве природного сырьевого компонента используются шунгит, глины, кремнеземсодержащее сырье – диатомит, трепел и опока. В качестве техногенного сырья применяются отходы углеобогащения и углесодержащие отходы, зола - унос, нефтешлам и бумажная макулатура. В качестве связующего и вспучивающегося компонента чаще всего используется жидкое стекло.

В Казахстане есть природное и техногенное сырье, пригодное для получения легких заполнителей. Есть значительные запасы диотомитов в сосредоточены в Актюбинской области, бетонитовых глин в Южно-Казахстанской Алматинской, Кзылординской и Актюбинской областях. Золы ТЭС имеются практически во всех регионах республики. В Палодарской области в значительных объемах имеются отходы углеобогащения. В Жамбылской и Южно-Казахстанской областях в отвалах предприятий по производству фосфора находятся гранулированные и плотные фосфорные шлаки.

Выше изложенное является предпосылкой для разработки составов и технологии легких заполнителей и бетонов на их основе.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Солопова Г. С., Мизюряев С. А. Пористый водостойкий заполнитель на основе силиката натрия для легких бетонов. Материалы XIII Международной дистанционной научной конференции «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения» стр. 26.

[2] Патент № 767057. Способ производства легкого заполнителя / Рамазанов Н.М., Волынская В.С., Воробьев А.А. // Молдавский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт строительных материалов "МолдНИИстромпроект" Опубликовано 30.09.80. Бюллетень № 36.

[3] Патент № 945137. Способ изготовления пористого заполнителя / Роговой М. И., Бровкова В. Н. // Карагандинский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт. Опубликовано 23.07.82.

[4] Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. М.: Высшая школа, 1989. - 384с.

[5] Загойруко Т.В., Перцев В.Т. Использование термостойких материалов на основе легких заполнителей для повышения огнестойкости строительных конструкций / Вестник Воронежского института ГПС МЧС России, 2011, № 1, стр. 29 – 31.

[6] Патент № 2232141. Способ получения легкого заполнителя / Максимов Б.А. (RU), Петров В.П. (RU), Коренькова С.Ф. (RU). Опубликовано 10.06.2004.

[7] Денисов Д.Ю., Ковков И.В., Абдрахимов В.З. Использование отходов флотации углеобогащения в производстве керамзита. Башкирский химический журнал. 2008. Том 15. № 2. С. 107-109.

[8] Монтаева А.С., Щучкин С.В., Монтаев С.А. и др. Исследование керамической композиции для получения легкого заполнителя. Материалы конференции «Успехи современного естествознания» № 6, 2012. С.40-41.

[9] Максаков А.В. Гранулированный наноструктурирующий заполнитель на основе сырья различного состава для легких бетонов / Автореф. дис. канд. техн. наук. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. - 26 с..

[10] Абрамов А.К., Ефимов В.И. Производство заполнителй для легких бетонов из отходов углеобогащения. Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2013. Вып. 2. С. 95-102.

[11] Местников А.Е., Федоров В.И. Легкий заполнитель на основе макулатуры и жидкого стекла / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 8, 2013. С. 136-137.

[12] Елеуова К. А., Монтаев С.А., Таскалиев А.Т., Адилова Н.Б. Разработка технологии легкого заполнителя с использованием нефтешлама / Современные наукоемкие технологии. № 5, 2014. С.31-32.

Жугинисов М.Т., Сабыралы Д.С.

Табиғи және техногендік шикізат негізіндегі жеңіл толтырғыштардың технологиясына талдамалық шолу

Түйіндеме. Кеуекті жасанды толтырғыштар негізіндегі жеңіл бетондарды қолдану ғимараттардың салмағын 20...50 % - ға үнемдеуге, жылу беруді төмендетуге, жылуды қорғау деңгейін жоғарлатуға, буөткізгіштігін және де өмір сүру жайлылығын жоғарлатуға мүмкіндік береді.

Бұл мақалада табиғи және техногендік шикізат негізіндегі жеңіл толтырғыштардың құрамы мен технологиясының заманауи зерттеулері, сондай-ақ олардың табиғи және техногендік шикізаттан тұратын қоспалары келтірілген. Табиғи шикізат компоненті ретінде шунгит, саз, құрамында кремний бар шикізат – диатомит, трепел мен опоканы пайдаланылады. Техногендік шикізат ретінде көмір байыту қалдықтары және көміртекті қалдықтары, күл, мұнай шламы және қағаз макулатурасы қолданылады. Байланыстырушы және қопсытқыш компоненті ретінде жиі сұйық шыны пайдаланылады. Жобаланған толтырғыштардың себілмелі тығыздығы 100…960 кг/м^3, кеуектілігі – 50…88%, цилиндрдегі қысу кезіндегі беріктігі - – 0,32…1,9 МПа аралығында болады.

Негізгі сөздер: кеуекті жасанды толтырғыш, жеңіл толтырғыш, табиғи және техногенді шикізат, сұйық шыны.

Zhuginisov M.T., Sabyraly D.S.

Analytical review of technologies lightweight aggregates based on natural and technogenic raw materials

Summary. The use of lightweight concrete with porous artificial aggregates. saves the weight of buildings by 20% to 50%, reduced heat transfer, improving the level of thermal insulation, vapour permeability, leading to increased comfort of living.

This article describes current research on the development of compositions and technology of lightweight aggregates based on natural and technogenic raw materials, as well as mixtures containing both natural and man-made raw materials. As a natural raw material component used shungite, clay, silica-containing raw material – diatomite, Tripoli and flask. As man-made materials are used waste coal and coal-bearing wastes, fly ash, paper sludge and waste paper. As an intumescent component and a binder most commonly used liquid glass. The bulk density of the developed aggregates is in the range of 100 to 960 kg/m3, porosity – 50...88%, the strength when compressed in the cylinder - 0,32…1,9 MPa.
Key words: porous artificial aggregate, lightweight aggregate, natural and technogenic raw materials, liquid glass.

УДК 62- 82 (075.8)

[1]А.М. Дараев, Ю.И. [2]Шадхин, [2]В.Г. Мельничук
([1]КазНТУ им К.И. Сатпаева, [2]АУЭС, [2]ЭиАПУ, АУЭС
Алматы, Республика Казахстан, majit_2006@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Аннотация: Рассматривается алгоритм синтеза параметров устройства управления двухдвигательного асинхронного электропривода с системой преобразователь частоты - асинхронный двигатель на ЭВМ
Ключевые слова: Асинхронный электропривод, устройства –управления, синтез параметров, преобразователь частоты – асинхронный двигатель.

Одним из основных режимов работы асинхронного электропривода переменного тока является режим пуска и торможения привода для осуществления непрерывного технологического процесса многих производственных машин и установок. Плавный пуск и торможение асинхронного электропривода это одно из необходимых требований технологического процесса производственных машин [1,2]. При проектировании устройства управления возникает задача синтеза его параметров, обеспечивающее плавный пуск движением электроприводом с системой преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ – АД). Структурная схема двухдвигательного асинхронного электропривода с системой ПЧ – АД в среде MATLAB представлена на рисунке 1.

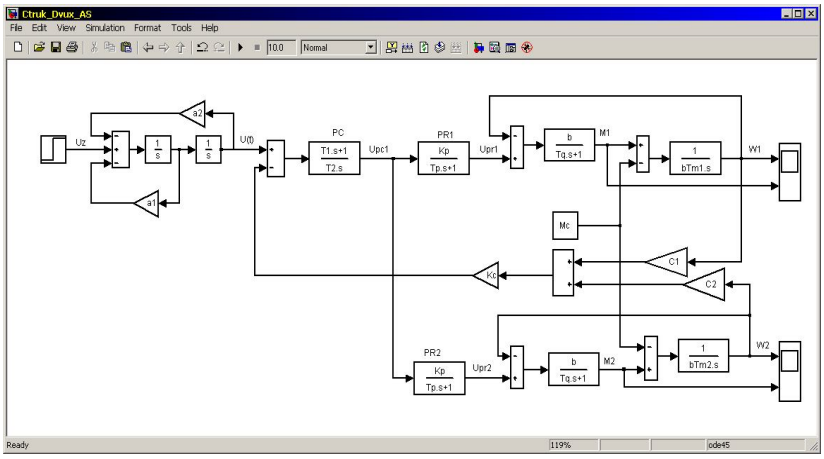


Рис. 1. Структурная схема двухдвигательного асинхронного электропривода с системой ПЧ – АД

Структурная схема двухдвигательного асинхронного электропривода состоит из двух идентичных однодвигательных асинхронных электроприводов. Напряжения с датчиков скорости каждого двигателя суммируются $(c_1\omega_1 + c_2\omega_2)$. В свою очередь сигнал с суммирующего звена подается вход звена с коэффициентом связи K_c, далее сигнал подается на вход суммирующего звена системы, где сравнивается с сигналом управления $u(t)$. Устройство управления на структурной схеме представлено двумя интегрирующими звеньями с коэффициентами обратных связей a_1 и a_2. Структурная схема двухдвигательного асинхронного электропривода составлена на основе линеаризованной системы однодвигательного асинхронного электропривода [3]. Математическая модель устройства управления описывается следующими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{du}{dt} = z,$$

$$\frac{dz}{dt} = u_з - a_1 z - a_2 u, \qquad (1)$$

где $u_з$ - задающее воздействие на входе устройства управления, u – управление системы. Численные значения параметров асинхронных двигателей и преобразователей частоты известны. Определению подлежат параметры устройства управления: a_1 и a_2, коэффициент связи K_c и постоянные времени регулятора скорости T_1 и T_2. Указанные параметры должны быть рассчитаны таким образом, чтобы переходные процессы скоростей асинхронных двигателей с системой ПЧ – АД получались без перерегулирования и без колебаний, т.е. близкие к оптимальному процессу. Для решения задачи синтеза параметров регулятора скорости, коэффициента связи и параметров устройства управления , динамику замкнутого частотно – регулируемого двухдвигательного асинхронного электропривода представим следующей системой дифференциальных уравнений при $M_c = 0$:

$$\frac{d\Delta\omega_1}{dt} = y_1;$$

$$\frac{dy_1}{dt} = \frac{1}{T_э T_м}\Delta\omega_{01} - \frac{1}{T_э} y_1 - \frac{1}{T_э T_м}\Delta\omega_1;$$

$$\frac{d\Delta\omega_{01}}{dt} = \frac{k_п}{T_п}\Delta u_{рс} - \frac{1}{T_п}\Delta\omega_{01};$$

$$\frac{d\Delta\omega_2}{dt} = y_2; \qquad (2)$$

$$\frac{dy_2}{dt} = \frac{1}{T_э T_м}\Delta\omega_{02} - \frac{1}{T_э} y_2 - \frac{1}{T_э T_м}\Delta\omega_2;$$

$$\frac{d\Delta\omega_{02}}{dt} = \frac{k_п}{T_п}\Delta u_{рс} - \frac{1}{T_п}\Delta\omega_{02};$$

$$\frac{d\Delta U_{рс}}{dt} = \frac{1}{T_2} u + \frac{T_1}{T_2} z - \frac{T_1 K_c}{T_2}(c_1 y_1 + c_2 y_2) - \frac{K_c}{T_2}(c_{1\Delta\omega_1} + c_2\,\Delta\omega_2);$$

$$\frac{d\Delta u}{dt} = z;$$

$$\frac{dz}{dt} = u_{зс} - b_1 z - b_2 \Delta u;$$

где $\Delta\omega_1$ – приращение скорости вращения двигателя;
$\Delta\omega_{01}$ – приращение угловой скорости электромагнитного поля;
$\Delta u_{рс1}$ –приращение напряжения на выходе регулятора скорости;
$K_{пч}$ – передаточный коэффициент преобразователя частоты (ПЧ);
$T_{пч}$ – постоянная времени цепи управления ПЧ;
$T_э$ – электромагнитная постоянная времени цепи статора и ротора
$T_м$ – электромеханическая постоянная времени двигателя;
T_1, T_2 – постоянные времени регулятора скорости;

С целью удобства решения поставленной задачи систему уравнений (2) запишем в следующем виде:

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = a_1 x_3 - a_2 x_2 - a_3 x_1;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = a_4 x_7 - a_5 x_3;$$

$$\frac{dx_4}{dt} = x_5; \qquad (3)$$

$$\frac{dx_5}{dt} = a_6 x_6 - a_7 x_5 - a_8 x_4;$$

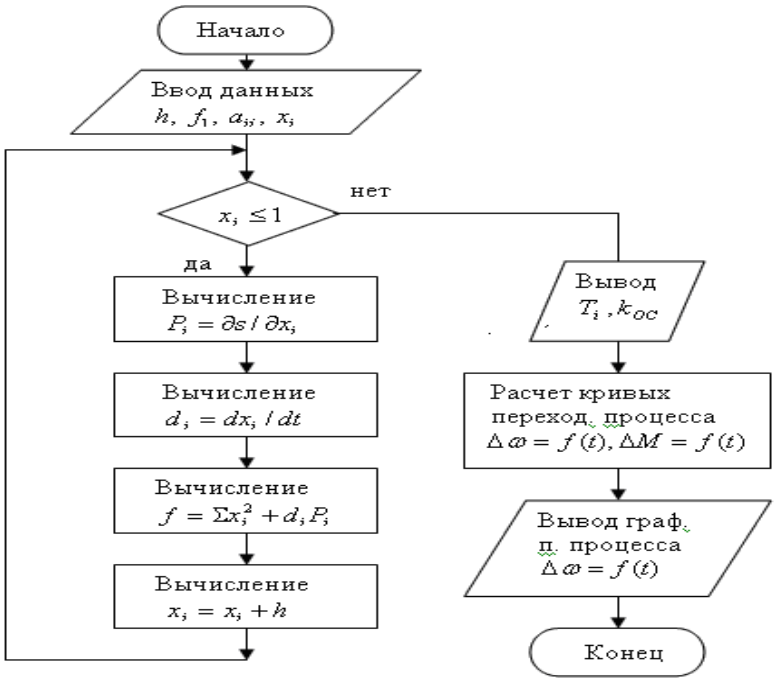
$$\frac{dx_6}{dt} = a_9 x_7 - a_{10} x_6;$$

$$\frac{dx_7}{dt} = \frac{1}{T_2} u + \frac{T_1}{T_2} z - \frac{T_1 K_c}{T_2}(c_1 x_2 + c_2 x_5) - \frac{K_c}{T_{pc}}(c_1 x_1 + c_2 x_4);$$

$$\frac{dx_8}{dt} = x_9;$$

$$\frac{dx_9}{dt} = U_{з.с} - b_1 x_9 - b_2 x_8,$$

здесь $x_1 = \Delta\omega_1;\ x_2 = y_1;\ x_3 = \Delta\omega_{01};\ x_4 = \Delta\omega_2;$
$x_5 = y_2;\ x_6 = \Delta\omega_{02};\ x_7 = \Delta u_{pc}.$



Структурная схема алгоритма [4] ссинтеза параметров системы уравнений (3) приведена на рисунке 2.

Процедура вычислений заключается в следующем :

Вводятся исходные данные – величина шага $h = \Delta x_i$ по каждой переменной x_i, вводится начальное приближение функции многих переменных $f = 1e^{-9}$, задаются случайные значения коэффициентов a_{ij} квадратичной формы функции $S = \Sigma\Sigma\, a_{ij} x_i x_j$;

Рис. 2. Алгоритм синтеза параметров

Проверяется условие выполнения неравенства численного значения переменной x_i;

Вычисляются частные производные квадратичной функции S по каждой переменной x_i;

Вычисляются численные значения правой части системы дифференциальных уравнений (3) $d_i = dx_i / dt$;

Вычисляется минимум функции многих переменных f методом сканирования , представляющая собой сумму функции Ляпунова $V = \Sigma x_i^2$ и её полной производной $dV / dt = (\partial S / \partial x_i) d_i$;

Вычисляется новые численные значения переменных $x_i = x_i + h$ с передачей управления счета на проверку условия не превышения заданной верхней границы переменных x_i;

В случае невыполнения условия выводятся численные значения постоянных времени регулятора скорости T_{pc1} и Tpc_2, коэффициента связи k_C и коэффициентов устройства управления b_1 и b_2.

При полученных численных значений выше указанных параметров системы осуществляется расчет кривых переходного процесса скорости по дифференциальным уравнениям методом Рунге – Кутта;

Для визуального наблюдения за качеством переходных процессов графики переходных процессов выводятся на экран дисплея.

Результаты расчетов , полученные при решении задачи синтеза параметров управляющего устройства и системы управления, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

k_p	T_{pc1}	T_{pc2}	b_1	b_2
5,93	0,11	0,54	5,6	5,4

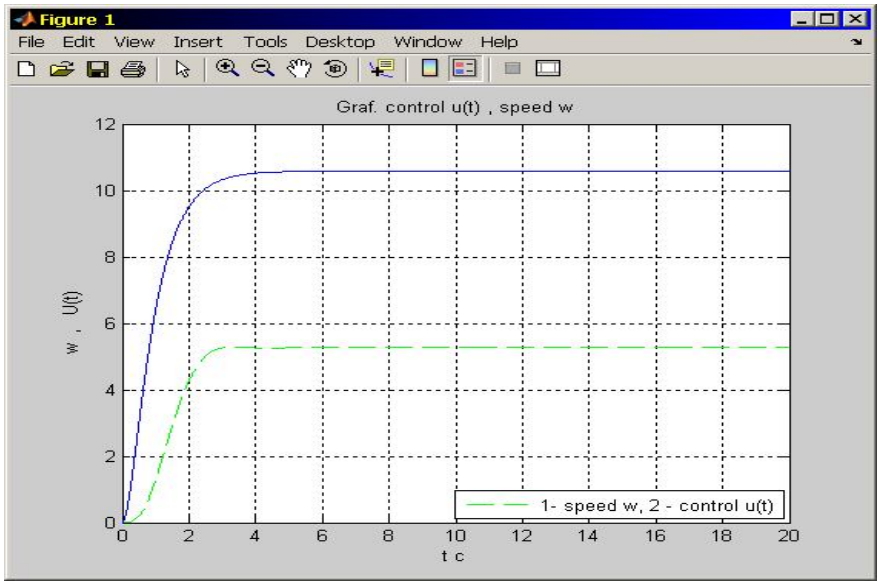


Рис. 3. Кривые переходных процессов управления U(t) и скорости асинхронного двигателя w

Выводы

1. Разработана система управления двухдвигательным асинхронным электроприводом с системой « преобразователь частоты – асинхронный двигатель».
2. Разработана программа расчета параметров управляющего устройства и системы управления двухдвигательным асинхронным электроприводом.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Браславский И.Я., Ишматов З.Ш., Поляков В.Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М.: Издательский центр «Академия», 2004, с. 134 – 136.

[2] Розанов Ю.К., Соколова Е.М. Электронные устройства электромеханических систем. – М.: Издательский центр «Академия», 2004, с. 179 – 180.

[3] Терехов В.Н., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008, с. 190 – 198.

[4] Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода //Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2011. - №2(13). с. 63 – 66.

Дараев А.М., Шадхин Ю.И., Мельничук В.Г.

Асинхронды қозғалтқыш – электр жиіліктің түрлендіргіш басқару жүйесіндегі параметрлерді зерттеу.

Түйіндеме. Компьютермен асинхронды қозғалтқыш – жиілік түрлендіргіш жүйесімен қос қозғалтқышты асинхронды қозғалтқыштың басқару блогы синтезі параметрлерінің алгоритмі.

Кілттің сөздер: асинхронды электр жетегі, басқару құрылғысы, синтез параметрлері, жиілік түрлендіргіш –асинхронды козғалтқыш.

Daraev A.M., Shadhin Y.I., Melnychuk V.G.

Study of parametersof electric drive control system frequency converter – asynchronous motor

Abstract: an algorithm of synthesis of parameters of the control device of twin-engine asynchronous electric drive with frequency Converter - the asynchronous engine computer.

Key words: Asynchronous electric drive, device –management, synthesis parameters, the frequency Converter – asynchronous motor.

УДК 663.4

С.С. Аргокова, Р. Адырбайкызы
(КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,
saniya.argokova@mail.ru)

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕЖИМА ЗАТИРАНИЯ ПШЕНИЧНОГО СОЛОДА

Аннотация. Статья посвящена разработке технологии затирания солода, позволяющая перерабатывать солод различного качества. Приведены данные о зависимости ферментной активности солода от температуры затирания. Как известно, основным видом сырья для получения пшеничного пива является пшеничный солод, который определяет не только органолептические свойства, но и технико-экономические показатели производства.

Ключевые слова: затирание, затор, солод, ферменты, главное брожение, экстракт.

Одна из основных проблем, с которой в последнее время сталкиваются пивовары - это низкие органолептические характеристики получаемого пива. Причиной такой проблемы могут быть самые разные, но главной из которых является тесная взаимосвязь между технологией получения пива и его органолептическими показателями, так как было выявлено большое количество потенциальных технологических параметров, влияющих на вкус и аромат пива. Поэтому в формировании различных органолептических показателей пива решающее значение имеет процесс затирания [1].

Затирание – сложный процесс, основанный на ферментативном гидролизе биополимеров зернового сырья. От качества проведения гидролитических процессов зависит выход в сусло экстрактивных веществ и, следовательно, расход зернопродуктов на 1 дал пива. Максимальное извлечение из зерна экстрактивных веществ, способствует снижению себестоимости готового пива. От проведения гидролитических процессов зависит также качество получаемого сусла и пива. Поэтому, глубокое и детальное изучение процессов, протекающих при затирании, и изыскание путей их оптимизации представляло и представляет весьма актуальную проблему.

В процессе затирания зернопродуктов сортовые особенности пива обеспечиваются, главным образом, температурным режимом, который является важнейшим фактором для регулирования ферментативных процессов, следовательно, и химического состава сусла [2].

Температурный режим затирания принято характеризовать начальной температурой затирания, скоростью и способом подогрева заторной массы до оптимальных температур для ферментативного гидролиза крахмала и белка сырья, продолжительностью выдержки при оптимальных температурах, продолжительностью кипячения отварок, конечной температурой заторной массы [3].

В пивоваренной литературе можно найти оптимальный температурный диапазон для различных ферментов. В зависимости от действия фермента на ту или иную фракцию затора при определенной температуре различают: бета-глюканазную паузу 35-40°С, белковую паузу 50-55°С, мальтозную паузу 62-64°С и осахаривание 70-72°С.

Таблица 1. **Температурный диапазон для активации ферментов при затирании**

Фермент	Диапазон температур	Оптимальная температура	Температура денатурации
Фитаза	30-53°С	35°С	60°С
Бета-глюканаза	35-55°С	45°С	60°С
Пептидаза	45-53°С	50°С	63°С
Протеиназа	50-59°С	58°С	69°С
Бета-амилаза	54-66°С	64°С	71°С
Альфа-амилаза	66-71°С	70°С	76°С

Продолжительность температурных пауз устанавливается с учетом осахаривающей способности солода, концентрации затора, солевого состава воды и других технологических факторов, влияющих на биохимические процессы затирания [4].

Целью данной работы является разработка технологии затирания солода, обеспечивающая высокий выход экстракта и хорошие бродильные свойства получаемого сусла.

Для получения высокого выхода экстракта и хороших бродильных свойств изучали режим затирания, выраженный в температурах и продолжительностью пауз в минутах.

В ходе эксперимента получения пшеничного сусла был выбран инфузионный способ затирания.

Затирание проводилось с начальной температуры затирания 40°С; это связано с широко известным фактом, что при цитолитической паузе в интервале 37-42°С при расщеплении пептозанов выделяется феруловая кислота.Как уже известно, в дальнейшем феруловая кислота будет использована верховыми дрожжами, которые обладают специфическим свойством декарбоксилировать имеющуюся в сусле феруловую кислоту в 4-винилгваякол - вещество, которое придает пиву легкие фенольные ноты (аромат пряной гвоздики) [5].



Рис. 1. Режим затирания

Кроме того, при температуре 40°С проявляется оптимум действия различных ферментов - цитолитических, протеолитических, фосфатазы, пектолитических и др. Благодаря их действию образуется необходимое количество ассимилируемых дрожжами азотистых веществ, разрушаются некрахмалистые полисахариды и накапливаются неорганические фосфаты.

Паузу выдерживали 15 мин. Затем температуру повышали до 52°С (белковая пауза) и также выдерживали 15 мин. При температуре около 50°С, кроме протеолитических ферментов, действуют и другие ферменты, расщепляющие вещества небелкового характера. Длительная пауза при протеолизе может дать плохую пену.

Далее температуру увеличивали до 63°С и выдерживали 20 минут. Во время данной паузы возрастает содержание мальтозы и с ним растет конечная степень сбраживания, что в дальнейшем дает интенсивное главное брожение.

Затем температуру повышали до 70°С и выдерживали 20 мин. При этой температуре активируется α-амилаза, которая образует декстрины, мальтозу, а также небольшое количество мальтотриозы и глюкозы. Далее затирание проводили в следующем режиме: 72°С - 30 мин (осахаривание крахмала), 76°С - 5 мин. Осахаренный затор при температуре 76-77°С подавали на фильтрование для отделения от дробины. Полученное сусло перекачивали в сусловарочный котел для кипячения с хмелем.

Таким образом, при более низких температурах затирания сусло сбраживается быстрее и достигает высокой степени сбраживания, а также оно быстро разбраживается, так как накопление гексоз происходит в интервале 50-60°С, образование углекислого газа высокое и продолжительное, дображивание интенсивное. Достаточное содержание гексоз и мальтозы важно для индукции ферментов и тем самым для достижения бродильной способности дрожжей.

Также при низкой температуре затирания наблюдается активация ферментов эндо- и экзо-β-глюканазы, что является фактором растворения стенок крахмальных клеток. Высвобожденный крахмал в свою очередь расщепляется α- и β-амилазами в процессе амилолиза, что и приводит к увеличению концентрации глюкозы в сусле. Как следствие при использовании плохорастворимого солода можно увеличить и выход экстракта на 3%.

Таким образом, разработанная нами технология затирания позволяет перерабатывать солод разного качества без ухудшения свойств пива и технико-экономических показателей производства.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Меледина Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении.- СПб: Профессия, 2003. -304 с.
[2] Нарцисс Л. Пивоварение. Т.П. -Изд-во НПО «Элевар».2003. - 368 с.
[3] Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива. Пер. с нем. СПб.: Профессия, 2001. - 912 с.
[4] Тихомиров В.П. Технология пивоваренного и безалкогольного производства. М.: Колос, 1998. - 448 с.
[5] Главачек Ф., Лхотский А. Пивоварение, пер. с чешского М.: Пищевая промышленность, 1977. – 624 с.

Аргокова С.С., Адырбайқызы Р.

Бидай уытын араластыру режимінің технологиясын өңдеу

Түйіндеме. Мақала әртүрлі сападағы бидай уыты түрлерінің араластыру технологиясын өңдеуге арналады. Мақалада уыттың ферменттік белсенділігі араластыру температурасына тәуелді екені айтылады.

Түйін сөздер: араластыру, уыт, ферменттер, негізгі ашу, экстракт.

Argokova S.S., Adyrbaykyzy R.

Developing of mode technology of mashing wheat malt

Summary. This article is devoted to the development of technology for mashing the malt, which allows to process of malt of varying quality. The article contains data about the dependence of enzyme activity on temperature malt mashing

Key words: mashing, mash, malt, enzymes, the main fermentation, the extract.

УДК 621.771.25/26: 669.1

Б.Б. Быхин, А.Р. Толеуова, М.Ж. Абишкенов, Д.К. Калмырзаев
(Карагандинский государственный индустриальный университет,
Темиртау, Республика Казахстан, maks91.kz@inbox.ru)

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ АРМАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ С СОВМЕЩЕНИЕМ ПРОЦЕССОВ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Аннотация. Дан анализ микроструктуры углеродистой стали при совмещении процессов интенсивной пластической деформацией и термомеханической обработки. Проанализированы и обработаны результаты проведенных структурных исследований на оптическом микроскопе.

Ключевые слова: интенсивная пластическая деформация, термомеханическая обработка, микроструктура, калибровка, измельчение.

Интенсивная пластическая деформация (ИПД) является общим понятием, описывающим совокупность методов обработки металлов давлением и металлообработки при очень больших (интенсив-

ных) деформационных усилиях. При ИПД в металле удается реализовать накопление больших уровней деформаций, которые недостижимы в процессах ОМД, осуществленные традиционными способами деформирования.

В металле, подвергаемом ИПД, формируется мелкозернистая, ультрамелкозернистая структура и даже наноструктурное состояние с преобладанием большеугловых границ зерен и получением уникальных сочетаний прочностных и пластических свойств.

Термомеханическая обработка – это процесс, который объединяет деформирующую (механическую) и термическую обработку в единый процесс. ТМО представляет собой прерванную закалку с самоотпуском с использованием тепла прокатного нагрева.

К основным преимуществам ТМО можно отнести получение мелкозернистой структуры и оптимальных механических свойств, возможность использования тепла прокатного нагрева для экономии тепловой энергии, улучшение основных механических свойств обрабатываемого металла, а также уменьшение окалинообразования в ходе последеформированного охлаждения.

Вышеперечисленные особенности ИПД и ТМО позволяют предположить получение еще более лучших результатов при совмещении данных способов в единый процесс.

По результатам научно-исследовательских работ, проведенных за последние годы учеными кафедры ОМД Карагандинского государственного индустриального университета (КГИУ) был разработан способ горячей прокатки сортовых профилей, реализуемый в системе калибров «ромб-квадрат», который позволяет реализовать ИПД металла и обеспечивает существенное повышение показателей комплекса механических свойств в готовом прокате [1,2].

Отличие данной системы калибров от традиционной системы «ромб-квадрат» состоит в том, что ромбический калибр расположен относительно продольной оси валков таким образом, что две противоположные стороны ромба располагаются параллельно оси валков, а две другие стороны ромба под углом к осям валков [1,2]. Квадратный калибр остается таким же, как и в традиционной системе (рисунок 2).

Эскиз калибровки валков для производства арматурного профиля №12 по новому способу показан на рисунке 2. Прокатку образцов осуществляли на прокатном стане «ДУО 200/150». Прокатка профиля начинается в калибрах рабочих валков клети ДУО 200 (на шести калибрах: 1-6), затем продолжается в клети ДУО 150 (на четырех калибрах: 7-10). Исходным образцом является квадратная заготовка из стали марки Ст5пс размером поперечного сечения 40×40мм.

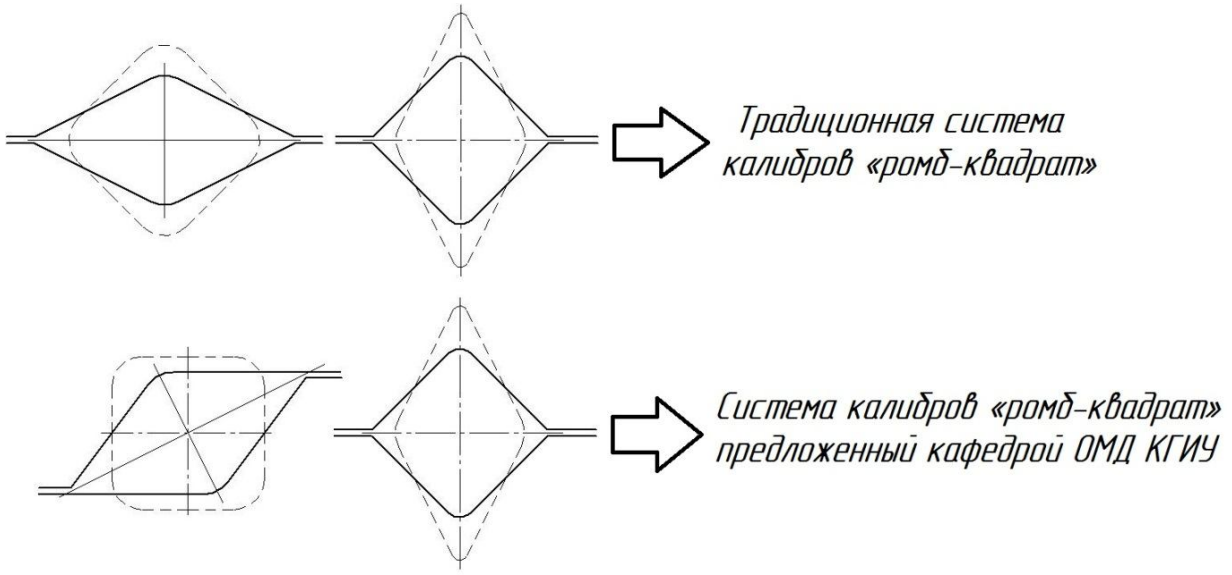


Рис. 1. Традиционное система калибров «ромб-квадрат» и система калибров «ромб-квадрат» предложенный кафедрой ОМД КГИУ [1,2]

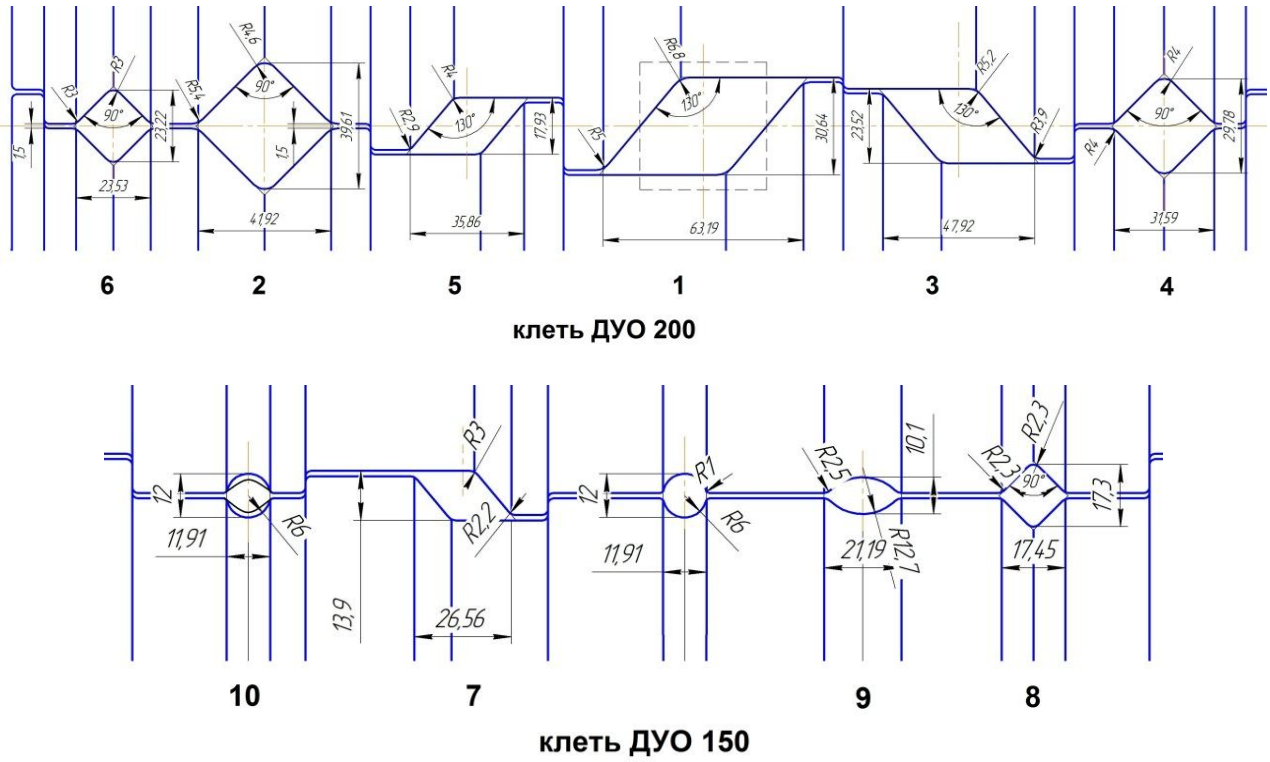


Рис. 2. Эскизы калибровки рабочих валков стана «ДУО 200/150» по новому способу для осуществления ИПД и производства арматурного профиля №12

В ромбических калибрах под воздействием верхнего валка в поперечном направлении образца возникает пластический поток вытеснения с интенсивным сдвигом слева направо, а под воздействием нижнего валка направление интенсивного сдвига противоположный, т.е. справа налево. Граница раздела этих пластических интенсивных сдвигов – большая диагональ ромба. В квадратных калибрах металл подвергается высотному обжатию по толщине. Основная часть смещенного по высоте объема металла идет на удлинение, а также происходит ограниченное уширение за счет раздела пластического течения относительно вертикальной оси симметрии квадратного калибра (рисунок 3).

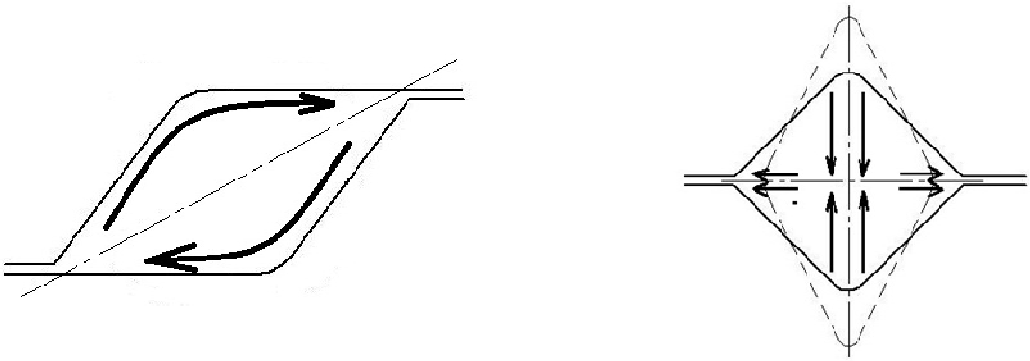


Рис. 3. Пластические противоположные потоки вытеснения с интенсивным сдвигом в ромбическом калибре и направления течения металла в квадратном калибре

Калибры обеспечивают осуществление знакопеременной сдвиговой деформации. Одновременно с этим, во всех калибрах происходит высотное обжатие металла. Это позволит в значительной степени проработать поперечное сечение во всем объеме металла. Недиагональное расположение ромбических калибров позволит снизить действия «подпирающих сил» трения, которые всегда направлены против направления течения металла [1,2].

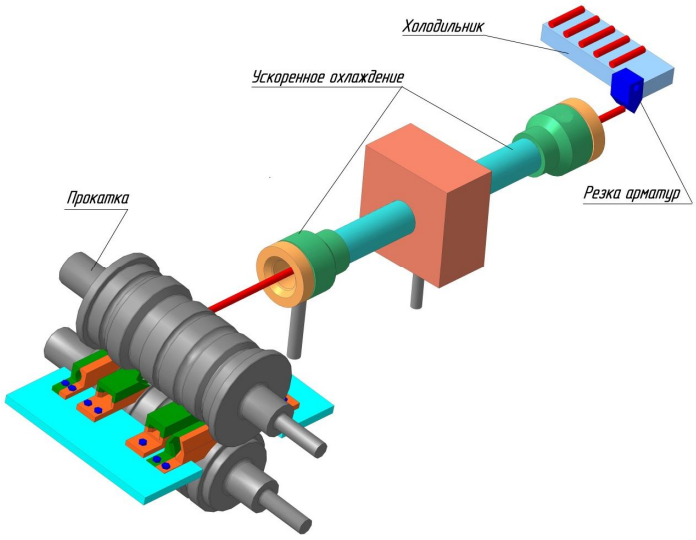
В эксперименте была использована горячая прокатка углеродистой стали Ст5пс с использованием новой системы калибров «ромб-квадрат», предложенный исследователями кафедры ОМД КГИУ.

ТМО начинается сразу после выхода арматурного проката из последнего 10-го калибра клети ДУО 150. Начало термического упрочнения соответствует температуре конца прокатки (940^0С), которая соответствует температуре металла на выходе из последней чистовой клети прокатного стана. А температура конца термического упрочнения определяется возможностью охлаждающего устройства для ускоренного охлаждения и требованиями стандарта на конечную продукцию и зависит от содержания химических элементов в стали. Расчет параметров охлаждающего устройство выполнен в работе [3].

После того как арматурный прокат заходит в линию ускоренного охлаждения, непосредственно начинается процесс охлаждения в первую очередь поверхностных слоев проката, а в центральной части температура металла остается в аустенитной области.

Установка ТМО оснащена прямоточными (для подачи воды по ходу движения арматурного проката) и противоточными форсунками (для подачи воды навстречу движения арматурного проката), подающих воду под давлением 0,5 МПа.

Для более интенсивного охлаждения арматурного проката рассмотрено возможность использования не одного, а сразу четырех секций модуля ускоренного охлаждения.



Для того чтобы получить максимальный эффект от ТМО, промежуток времени между концом прокатки и началом ТМО арматуры нужно сделать как можно минимальной.

Время ТМО арматурного проката составляет около 1-2 с.

После ТМО арматурный прокат режется на части, длины которых соответствуют длине холодильника и окончательно охлаждаются на этом холодильнике.

Процесс ТМО арматурного проката показан на рисунке 4.

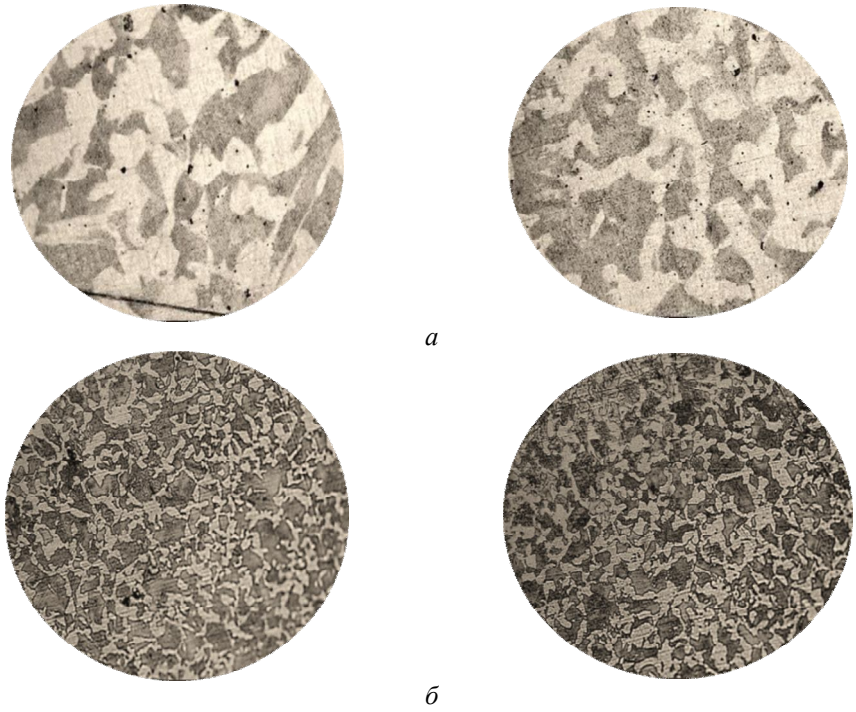
Рис. 4. Процесс ТМО арматурного проката

Процесс отбора образцов для структурных исследований на оптическом микроскопе была сделана согласно инструкциям [4,5]. Отбор образцов для структурных исследований производилось из числа полученных в ходе эксперимента образцов профиля (рисунок 5).



Рис. 5. Полученные опытные образцы арматурного профиля №12

Микроструктура образцов была исследована на оптическом микроскопе LEICA (Германия). Также для сравнения и анализа начальной и конечной структуры в микроскопе рассматривались микроструктура исходного квадратного образца. В результате были получены следующие образцы микроструктур (рисунок 6).



а

б

Рис. 6. Микроструктуры исходных (*а*) и конечных (*б*) образцов (500×)

Из рисунка видно, что конечная структура является двухфазной механической смесью феррита и перлита. Светлые ферритные зёрна занимает значительную часть сечения металла. Тёмные перлитные зёрна находится между зёрнами феррита и по его граням.

Для сравнительного анализа микроструктуры исходных и конечных образцов использован метод подсчета зерен (ГОСТ 5639-82).

Для исходных и конечных микроструктур чертим ограниченную фигуру (рисунок 7).

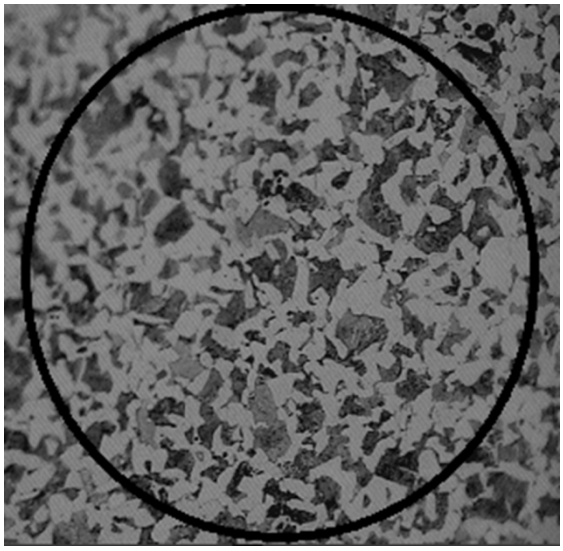


Рис. 7. Ограниченная фигура микроструктуры кончного образца

Результаты расчета внесены в таблицу 1.

Таблица 1. **Протокол подсчета зерен (ГОСТ 5639-82)**

Параметры	Исходный образец	Конечный образец
Марка стали	Ст5пс	Ст5пс
Метод выявления границ	химическое травление	химическое тарвление
Метод определения величины зерна	метод подсчета зёрен	метод подсчета зёрен
Общее количество зерен внутри ограниченной фигуры (круга), n_g	20	200
Величина увеличения микроскопа, g	500	500
Число зерен, приходящихся на 1мм^2 поверхности шлифа, $m = 2\left(\frac{g}{100}\right)^2 n_g$	1000	10000
Средняя площадь сечения зерна, $a = \frac{1}{m}$	0,001 мм^2	0,0001мм^2
Средний диаметр зерна, $d_m = \frac{1}{\sqrt{m}}$	0,032 мм = 32 мкм	0,01 мм = 10 мкм
Средний условный диаметр зерна (шкала-эталон), d_L	0,0267 мм	0,0099 мм
Номер зерна (шкала-эталон)	7	10
Количество зерен в 1 мм^3 (шкала-эталон), N_v	32768	741485

Из протокола испытания видно, что средний диаметр зерна арматурного проката после ИПД и ТМО по сравнению с исходными образцами измельчилось более чем в 3 раза – до 10 мкм, а по сравнению с традиционной прокаткой, где средний диаметр зерна находится в пределах 20-25 мкм, измельчилось в 2 раза.

Выводы:

1. Описаны процессы ИПД и ТМО арматурного проката.
2. Произведен анализ микроструктуры углеродистой стали при совмещении процессов ИПД и ТМО.
3. Результаты анализа показали значительное измельчение структуры стали после ИПД и ТМО арматурного проката.

ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Найзабеков А.Б., Быхин М.Б., Ногаев К.А., Быхин Б.Б. О реализации интенсивных пластических деформаций при прокатке в системе калибров «ромб-квадрат». // Сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии». Том 2. г. Темиртау, КГИУ. 11-12 октября 2013 год, -С.50-58.

[2] Патент РК №25272. Способ горячей прокатки слитков и непрерывнолитых заготовок. Найзабеков А. Б.; Быхин М. Б.; Ногаев К. А.; Быхин Б. опубл. 15.05.2013, Бюл. №5.

[3] Б.Б. Быхин, М.Ж. Абишкенов. Суытушы құрылғының параметрлерін есептеу. // Республиканский научный журнал «Вестник Карагандинского Государственного индустриального университета», №4, 2015 г., - С. 34-39.

[4] Н.А. Богомолова. Практическая металлография: учебник для средних проф.-тех. училищ / - М. : Высш. шк., 1987. – 240с.

[5] Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение (методы анализа, лабораторные работы и задачи). - М.: Металлургия, 1975. - 447 с.

[6] A. Mishraa, B.K. Kadb, F. Gregoric, M.A. Meyers Microstructural evolution in copper subjected to severe plastic deformation: Experiments and analysis // Acta Materialia. -Volume 55. -Issue 7. - 2007, - P. 2563-2564.

Быхин Б.Б., Толеуова А.Р., Абишкенов М.Ж., Калмырзаев Д.К.

Қарқынды пластикалық деформациялау мен термомеханикалық өңдеу процестерін бірге қолдана отырып арматуралық профильді ыстықтай прокататған кездегі микроқұрылымының қалыптасуы

Түйіндеме. Мақала көміртекті болатты қарқынды пластикалық деформациялау (ҚПД) мен термомеханикалық өңдеуден кейінгі (ТМӨ) болаттың микроқұрылымын талдауға арналған. Арматуралық прокатты ҚПД мен ТМӨ процестері сипатталған. Мақалада оптикалық микроскопта жасалған құрылымдық зерттеулердің нәтижелері талданған және өңделген.

Түйін сөздер: қарқынды пластикалық деформация, термомеханикалық өңдеу, микроқұрылым, калибрлеу, ұсақталу.

Bykhin B.B., Toleuova A.R., Abishkenov M.Zh., Kalmyrzaev D.K.

Microstructure formation of the rebar profile during hot rolling with a combined severe plastic deformation and thermomechanical treatment

Summary. This article analyzes the microstructure of carbon steel when combining processes by severe plastic deformation (SPD) and thermomechanical treatment (TMT). The article describes the process of SPD and TMT of rebar profiles. The article analyzed and processed results of structural studies on an optical microscope.

Key words: severe plastic deformation, thermomechanical treatment, microstructure, calibration, shredding.

УДК 666.943

А.И. Сарсен
(НАО Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, berkebaeva@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВЛАГОПОТЕРЬ СВЕЖЕФОРМОВАННОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ И ПОВТОРНОГО ВИБРИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

Аннотация. За последние годы были разработаны и внедрены в производство такие эффективные способы тепловой обработки железобетонных изделий с использованием солнечной энергии в условиях открытых цехов и полигонов как гелиотермообработка их с применением светопрозрачных теплоизолирующих покрытий СВИТАП, в том числе в гелиоформах с теплоаккумулирующими элементами; гелиопрогрев с применением специальных пленкообразующих составов. С появлением комбинированных методов гелиотермообработки представляется возможным круглогодичное использование солнечной энергии для тепловой обработки изделий из бетона и железобетона, что сделает производство сборных железобетонных конструкций менее энергоемким. В данной статье показано влияние технологических параметров на свойства бетонной смеси и бетона, подвергаемых гелиотермообработке. Известные и широко применяемые способы гелиотермообработки бетона осуществлялись с использованием покрытий с применением светопрозрачных теплоизолирующих покрытий (СВИТАП), хорошо зарекомендовавшие себя при высокой плотности солнечной радиации. Безобогревное твердение изделий с использованием внутреннего тепловыделения гидратирующегося цемента, широко распространенное за рубежом, пока у нас почти не применяется. Альтернативным решением задачи интенсификации твердения бетона является энергосберегающая технология использования солнечной энергии с применением гелиотермообработки, особенно актуальная для многих регионов Казахстана с сухим и жарким климатом.

Ключевые слова: гелиотермообработка, бетонная смесь, бетон, технологические параметры, многокомпонентное вяжущее, условия твердения.

При рассмотрении особенностей технологии бетона в условиях сухого жаркого климата необходимо выделить два аспекта: выбор материалов и способов бетонирования, определяющих физико-механические свойства бетона и долговечность сооружений. Основные требования к цементам, применяемым в бетонах в условиях сухого жаркого климата, сводятся к следующим:

- цемент должен быть высокомарочным (марка не ниже 400), быстротвердеющим;
- нормальная густота цементного теста не должна превышать 27 %;
- начало схватывания должно наступать не ранее 1,5 ч от начала затворения.

Модифицированные многокомпонентные вяжущие с использованием отходов цветной металлургии удовлетворяют вышеприведенным требованиям. Примененные в них химические добавки не замедляют как обычно, а ускоряют их темпы твердения, не повышают нормальную густоту цементного теста.

В сочетании с пластифицирующими добавками многокомпонентное вяжущее при оптимальных параметрах ухода за твердеющим бетоном может быть использовано для приготовления бетонной смеси, укладываемой в сухую и жаркую погоду.

Таблица 1. **Расход материалов на I м^3 бетонной смеси, кг**

Цемент	Марка бетона	Цемент	Щебень	Песок	Вода, л
Без добавки	200	255	1240	780	115
	300	340	1215	600	140
МВ	200	225	1255	790	112
	300	300	1205	575	125
Примечание - Марка бетонной смеси по удобоукладываемости - П2					

Исследованы влияния уровня влагопотерь свежеформованной бетонной смеси (табл. 1) и повторного вибрирования на прочность бетона. В экспериментах приняты следующие условия твердения и уплотнения:

- нормальные воздушно-влажностные условия (Вв) – температура (20 ± 2) °С, относительная влажность более 90 %;
- воздушно-сухих условиях (Вс) – температура (30 ± 5)°С, относительная влажность (50 ± 10) %
- Предварительный обдув сформованных изделий в течение 1 и 2 ч горячим воздухом (ПОГВ);
- уплотнение бетонной смеси проводится двумя способами:

а) однократное вибрирование в течение 30 с (1В);

б) трехкратное вибрирование по 30 с интервалами 20 мин.(3В).

Бетонные образцы размером 100х100х100 мм уплотняли на лабораторном вибростоле с частотой колебания – 3000 кол/мин и с амплитудой колебания – 0,35 мм.

Предварительный обдув проводился с помощью калорифера при температуре 65 °С и скорости движения воздуха 3,5 м/с.

Усредненные результаты экспериментов о влиянии указанных технологических факторов на физико-механические свойства бетона М200 показаны в таблицах 2-4.

Таблица 2. **Зависимость прочности бетона технологических факторов**

ПОГВ, ч, (сниж. W, %)	Уплотнение	Rсж в возрасте 28 сут, МПа и (%), при условиях твердения							
		Вв				Вс			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Без ПОГВ, (0)	1В	21,0 (100)	20,5 (100)	21,0 (100)	20,5 (100)	13,0 (65)	13,5 (68)	12,5 (63)	12,5 (63)
	3В	24,0 (120)	25,5 (128)	26,0 (130)	24,0 (120)	15,0 (75)	15,0 (75)	14,0 (70)	14,0 (70)
ПОГВ, 1 ч, (9-10)	1В	18,0 (90)	19,0 (95)	19,0 (95)	18,0 (90)	16,0 (80)	17,0 (85)	16,0 (80)	15,0 (75)
	3В	24,0 (120)	26,0 (130)	26,0 (130)	25,0 (125)	20,0 (100)	20,5 (105)	20,0 (100)	20,5 (100)
ПОГВ, 2 ч, (18-20)	1В	16,0 (80)	17,0 (85)	16,0 (80)	15,0 (75)	14,0 (70)	15,0 (75)	14,0 (70)	14,5 (72)
	3В	21,0 (105)	22,0 (110)	21,0 (105)	21,0 (105)	24,0 (120)	25,0 (125)	24,0 (120)	23,0 (115)

Анализ полученных данных показывает, что прочность бетонов твердевших в воздушно-сухих условиях, характерных для сухого жаркого климата, при однократном вибрировании составляет 63-68 %. Предварительный обдув изделий горячим воздухом в течение 1 и 2 часов существенного результата не дает. Снижение прочности бетона твердевших в воздушно-сухих условиях объясняется, в основном, протеканием физически деструктивных процессов, определяющее место среди которых занимает пластическая усадка. В нормальных условиях твердения деформация бетона безопасна, но с

повышением температуры среды и снижением ее влажности отрицательное действие деформационных влияний возрастает.

Предварительный обдув горячим воздухом и трехкратное вибрирование по 30 с интервалами 20 мин значительно повышает прочность бетонов твердевших в воздушно-сухих условиях. При обдуве горячим воздухом в течение одного часа и трехкратном вибрировании по 30 с интервалами 20 мин прирост прочности достигает до 37 %, а при обдуве в течение двух часов – 52-57 %.

Однако, многократное повторное вибрирование бетона усложняет технологию изготовления изделий и повышает энергозатраты. Поэтому рассмотрены способы замены многократного повторного вибрирования на однократное, при котором компенсирующими факторами служат выбор оптимальных срока и продолжительности повторного вибрирования.

За оптимальный срок повторного вибрирования приняли время, когда кривая темпа пластической усадки приходит в пик – 1-1,5 ч [102].

В таблице 6.5 приведены результаты экспериментов однократного повторного вибрирования через 1,5 ч после формования изделий при продолжительности вибрирования 30; 60 и 90 с.

Таблица 3. **Влияние продолжительности повторного вибрирования на прочность бетона**

Цемент	Условия твердения	Rсж в возрасте 28 сут, (МПа), при продолжительности повторного вибрирования, с		
		30	60	90
МВ	Вв	20,5	21,5	22,0
	Вс	13,5	19,5	20,5

Из таблицы 2 видно, что продолжительность повторного вибрирования существенно не влияет на прочность бетона твердевших в нормальных условиях. Прочность бетонов твердевших в воздушно-влажных условиях при увеличение продолжительности повторного вибрирования до 60 с повышается на 6-7 МПа. При увеличении продолжительности повторного вибрирования до 90 с прочность образцов повышается незначительно. Таким образом, продолжительность повторного вибрирования принимаем 60 с и оно проводится через 1,5 ч после формования изделий.

Начальные влагопотери отрицательно сказываются на прочностные свойства бетона, твердевшего в нормальных условиях (таблица 3). При этом влагопотеря 9-10 % снизила прочность бетонов с комплексными добавками на 5-10 %. При предварительном обдуве поверхности бетона горячим воздухом в течение 2 часов влагопотеря составляет 18-20 % и снижение прочности бетона 15-25 %.

Положительно влияет на прочность бетона, твердевших в воздушно-сухих условиях, предварительный обдув поверхности бетона горячим воздухом и повторное вибрирование. Если прочность бетона с начальной влагопотерией 9-10 % составляет 15-25 %, то после начальной влагопотери 20 % прочность бетона увеличивается до 50 %.

Таблица 4. **Прирост прочности бетона в нормальных условиях твердения**

Цемент	Условия твердения	Rсж, (в % к марочной прочности) и коэффицинт вариации (υ, %) в возрасте твердения, сут		
		3	7	360
МВ	Вв	55 (3,6)	65 (3,8)	108 (4,0)
	Вс	32 (8,5)	40 (8,7)	95 (9,6)

Установленные отличия процессов твердения бетона в различных условиях, видимо, связано с наличием или отсутствием пластической усадки и соответственно темпам структурообразования в исследуемых условиях твердения.

Экстремальный характер зависимости прочности бетона от уровня начальных влагопотерь связан с соотношением между последним и количеством свободной гравитационной влаги в системе. Количественное совпадение между ними обеспечивает экстремум прочности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пособие по гелиотермообработке бетонных и железобетонных изделий с применением пленкообразующих составов (к СНиП 3.09.01-85). -М.: НИИЖБ, 1989. 53 с.

[2] Аруова Л.Б., Абдибаттаева М.М. Кинетика твердения бетона при комбинированной гелиотермообработке в условиях Кызылординской области //Поиск. № 3, Алматы: 2001. С. 241.

[3] Заседателев И.Б., Малинский Е.Н., Темкин Е.С. Гелиотермообработка сборного железобетона. Стройиздат, М.: 1990. 311 с.

Сарсен А.И.

Жаңа құйылған бетон қоспасының ылғал жоғалту дәрежесінің және оны қайтадан дірілдетудің бетон беріктігіне әсері

Түйіндіме. Соңғы жылдары темірбетон бұйымдарын жылумен өңдеудің ашық цех және полигон шарттарында күн сәулесін қолданумен тиімді әдістері жасалынды және ол өндіріске енгізілді, ол СВИТАП күн сәулесін өткізетін жылу оқшаулағыш жабындыларды қолданумен гелиотермиялық өңдеу. Оның ішінде жылу жинақтайтын элементтермен гелио қалыптарда гелиотермиялық өңдеу; арнайы қабықша түзетін құрамдар қолданумен гелиожылыту. Кешенді гелиотермиялық өңдеу әдістері пайда болуымен бетон және темірбетоннан бұйымдарды жылумен өңдеу үшін күн сәулесін жыл бойы қолдану мүмкін болады, ол құрама темірбетон конструкция өндірісін энергиялық сыйымдылығын азайтады. Бұл мақалада гелиотермиялық өңдеуге ұшырайтын бетон қоспасы және бетон қасиеттеріне технологиялық параметрлердің әсері көрсетілген.

Түйін сөздер: гелиотермиялық өңдеу, бетон қоспасы, бетон, технологиялық параметрлер, көп компонентті байланыстырғыш, қатаю шарттары.

Sarsen A.I.

Influences of level of moisture losses of svezheformovanny concrete mix and repeated vibrating on concrete durability

Summary. Such effective ways of thermal treatment of reinforced concrete products with use of solar energy in the conditions of open shops and grounds as their helioheat treatment with application of the translucent heat-insulating SVITAP coverings, including in helioforms with heat-retaining elements have been in recent years developed and introduced in production; heliowarming up with application of special film-forming structures. With the advent of the combined methods of helioheat treatment year-round use of solar energy for thermal treatment of products from concrete and reinforced concrete is obviously possible what will make production of the national teams of reinforced concrete designs less power-intensive. Influence of the technological parameters on properties of concrete mix and concrete subjected to helioheat treatment is shown in this article.

Keywords: helioheat treatment, concrete mix, concrete, technological parameters, multicomponent knitting, curing conditions

УДК 663.4

Д.Е. Жакупова, Р. Адырбайкызы
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, dana080391@gmail.com)

РАСЫ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ РОДОМ *Saccharomyces*

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию штаммам пивных дрожжей родом *Saccharomyces*. Содержит данные о низовой и верховой брожений дрожжей.

Ключевые слова: Saccharomycetaceae, Saccharomyces, Saccharomyces carlsbergensis, дрожжи, Saccharomyces cerevisiae, низовое брожение, верховое брожение

В пивоваренном производстве используют только культурные дрожжи, которые относятся к семейству сахаромецетацеа *(Saccharomycetaceae*) и к роду сахаромицес *(Saccharomyces*). Различают дрожжи низового брожения сахаромицес карлсбергенсис (*Saccharomyces carlsbergensis*) и дрожжи верхового брожения – сахаромицес церевизие (*Saccharomyces cerevisiae*).

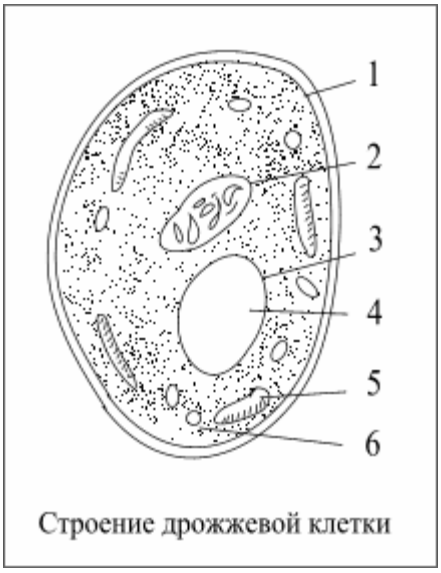


Рис. 1. Строение дрожжевой клетки

Дрожжевая клетка имеет клеточную стенку 1, под которой располагается цитоплазматическая мембрана. Мембрана обладает избирательной проницаемостью, оказывая влияние на обмен веществ между клеткой и средой. Например, молекулы аминокислот и глюкозы проникают через мембрану быстрее, чем ионы металлов, которые меньше по размеру. Внутри клетки содержится круглое или овальное ядро 2, окруженное двойной мембраной. Внутри ядра расположено ядрышко. Ядро необходимо для процессов обмена веществ, обеспечивающих рост и размножение дрожжей. Основой клетки является цитоплазма 3, представляющая собой вязкую, слегка желтоватую жидкость. Она выполняет многие функции так, например, первая стадия дыхания и спиртовое брожение протекают непосредственно в цитоплазме. Здесь же находятся структурные элементы клетки: вакуоль 4, митохондрии 5, рибосомы 6. Митохондрии - это очень мелкие частицы каплеобразной формы, в которых происходят процессы, связанные с окислительным обменом веществ. Рибосома представляет собой пузырек, окруженный мембраной. Рибосомы являются местом, где происходит синтез белков. Вакуоли - полости, наполненные клеточным соком и отделенные от цитоплазмы вакуолярной мембраной. В них находится метахроматин, обусловливающий рост и размножение дрожжевых клеток. В вакуолях протекают окислительно-восстановительные процессы.

Первоначально были известны дрожжи верхового брожения, так как брожение проходило только при обычной температуре (как в виноделии, хлебопечении), желая получить напитки, насыщенные углекислым газом, стали проводить брожение при низких температурах. Под влиянием изменившихся внешних условий и были получены дрожжи низового брожения с определенными свойствами.



Рис. 2. Saccharomyces cerevisiae

Saccharomyces, вокруг которого cerevisiae ячейки к овальному, 5-10 микрометров в диаметре, и предпочитают овладеть аэробно глюкозой или мальтозой при кислых условиях. Это - возможно самые полезные дрожжи, будучи использованным в поддержке и пивоварении.

В пивоварении применяют разновидности дрожжей, отличающихся друг от друга одной или несколькими особенностями. Их получают из одной клетки такие культуры называют расами (штаммами).

Дрожжи верхового брожения в процессе интенсивного брожения всплывают на поверхность сбраживаемой жидкости, накапливаются в виде слоя пены и остаются в таком виде до конца брожения. Затем они оседают, образуя весьма рыхлый слой на дне бродильного аппарата. по своей структуре эти дрожжи относятся к пылевидным дрожжам, не слипающимися между собой в отличие от хлопьевидных низовых дрожжей , оболочки которых клейкие, что приводит к слипанию(агглютинация) и быстрому осаждению клеткок.

Дрожжи низового брожения не переходят в поверхностный слой пива - пену, а быстро оседают на дне бродильного аппарата.

Способность дрожжей к хлопьеобразованию имеет важное значение для технологии сбраживания пивного сусла, так как способствует ускорению осветления пива и облегчает съём дрожжей из бродильного аппарата после брожения с последующим использованием их в качестве семенных дрожжей. Низкая температура при брожении содействует хлопьеобразованию.

Реакция среды сильно влияет на свойства дрожжей. Например, в кислой среде при pH менее 3 и в щелочной при pH более 8 хлопьевидные дрожжи становятся пылевидными. Хлопьевидные дрожжи по сравнению с пылевидными имеют более крупные клетки, меньше подвержены автолизу, дают большой прирост биомассы, обладают меньшей бродильной активностью, образуют меньше диацетила и высших спиртов в пиве, что положительно сказывается на его качестве.

Дрожжи низового брожения отличаются от дрожжей верхового брожения тем, что они полностью сбраживают раффинозу. Дрожжи низового брожения имеют оптимальную температуру для роста 25 - 27С, минимальную 2-3С, а при 60-65С они отмирают.



Рис. 3. *Saccharomyces carlsbergensis*

Максимальное развитие низовы х дрожжей происходит при pH4,8-5,3. Кислород, растворенный в сусле, способствует размножению дрожжей, в то время как продукты брожения (этиловый спирт, диоксид углерода, высшие спирты, ацетальдегид, кислоты), а также повышенная концентрация сахара угнетают развитие дрожжей.

Пивные дрожжи должны отвечать следующим требованиям: Быстро сбраживать сусло, хорошо образовывать хлопья и осветлять пиво в ходе брожения, придавать пиву чистый вкус и приятный аромат.

Бродильную активность дрожжей определяют по степени сбраживания сусла. Степень сбраживания (V) –это показатель, выраженный в процентах характеризующий отношение массы сброженного экстракта (Е-е) к массе сухих веществ в начальном сусле (Е): V= ((Е-е)100)/ Е, Где е- содержание в пиве экстрактивных веществ, % к массе пива.

По степени сбраживания дрожжи делятся на сильно, или высокосбраживающие (степень сбраживания 90-100%), среднесбраживающие (80-90%), слабо, или низкосбраживающие (менее 80%).

К сильносбраживающим относятся дрожжи рас: 11, F (получена в Чехии), штамм 8а(М). Дрожжи расы 11 нетребовательны к качаеству сырья, хорошо оседают, пиво характеризуется полным вкусом. Дрожжи расы F хорошо осветляют пиво, рпидают ему приятный аромат, устойчивы к инфек-

ции. Дрожжи штамма 8а (М) имеют высокую бродильную активность, повышенный коэффициент размножения, хорошо оседают. Использование этих дрожжей дает возможность сократить длительность главного брожения с 7 до 5 сут и получить пиво с хорошим вкусом.

К среднесбраживающим относятся дрожжи рас 776, 41, 44, S(львовская), Р (Чехия),

А (рижская). Дрожжи расы 776 неприхотливы к сырью, их можно использовать для приготовления пива с применением несоложеных материалов. Готовое пиво имеет удовлетворительный вкус резкую хмелевую горечь. Дрожжи рас 41, 44, S, Р обладают хорошей способностью оседания, вкус пива чистый мягкий, Дрожжи расы 44 дают возможность получать хорошее пиво при применении воды повышенной жесткости. Дрожжи рас F, А хорошо осветляют пиво, устойчивы к инфекции.

Для темных и специальных сортов пива применяют дрожжи верхового брожения.

Требования, предъявляемые к качеству дрожжей, не всегда удовлетворяются одной расой, поэтому в производстве применяют смесь рас или ведут брожение сусла отдельно на разных расах, а затем смешивают молодое пиво.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Колпакчи А.П. Вторичные материальные ресурсы пивоварения// М.: Агропромиздат, 1986-160с.

[2] Коновалов С.А. Биохимия бродильных поизводств// М.: Пищевая промышленность, 1967.-311с.

[3] Меледина Т. В. Некоторые закономерности размножения Saccharomyces cerevisiae и пути повышения эффективности процесса получения чистой культуры дрожжей// Диссертация на соиск.уч. ст. к.б.н.-Л.1980. - 249с.

Жақыпова Д.Е., Адырбайқызы Р.

Сырада кездесетін *Saccharomyces* ашытқысы

Түйіндеме: Бұл мақала сыра құрамында кездесетін ашытқы *Saccharomyces* түрін зерттеуге арналған. Сонымен қатар мақалада сыраның жоғарғы және төменгі ашыту процессі туралы мәліметтер кездеседі.

Кілттік сөздер: *Saccharomycetaceae, Saccharomyces, Saccharomyces carlsbergensis*, ашытқылар, *Saccharomyces cerevisiae*, төменгі ашыту, жоғарғы ашыту.

Zhakupova. D. E, Adyrbaykyzy. A

The strains of brewer's yeast Saccharomyces genus

Summary. This article is devoted to the study of strains of brewer's yeast genus Saccharomyces.

This article contains information about the grassroots and top-fermenting yeast.

Key words: Saccharomycetaceae, Saccharomyces, Saccharomyces carlsbergensis, yeast, Saccharomyces cerevisiae, bottom-fermented, fermented

УДК 004.738.52; 002.513.5

С.Е. Елемесова
(Международный Университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан, yelemessova.saltanat@gmail.com)

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНДЕКСА ПОИСКОВОГО КАТАЛОГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАДИГМЫ MAPREDUCE

Аннотация: В статье рассматривается задача построения индекса текстовой коллекции документов поискового каталога. Решение задачи осуществлялось с помощью парадигмы MapReduce. Для упорядочивания документов по их релевантности данному поисковому запросу было использовано функция ранжирования BM25. Также описана структура полученного поискового каталога. В результате применения парадигмы MapReduce удалось разработать поисковую систему.

Ключевые слова: MapReduce, BM25, обратный индекс, прямой индекс, база данных, информационно-поисковая система.

Введение

Интернет располагает большим количеством база данных (БД) по различным отраслям, которые помогают получать человеку необходимые знание. Поиск в таких БД осуществляются при по-

мощи информационно-поисковых систем (ИПС). И поиск необходимой и релевантной в изучаемой области информации зачастую требует значительных временных затрат.

Из-за постоянного изменения и увеличения объемов ресурсов возникает такая проблема как — хранения и обработка этих данных. Поэтому было решено разработать поисковую систему с применением вычислительную парадигму MapReduce.

Средства хранения и обработка больших данных

Для разработки поисковой системы в данной работе была использована программная модель MapReduce [1], созданная компанией Google. MapReduce - это программная платформа для вычисления некоторых наборов распределенных задач. Концепция MapReduce состоит в том, что производимые вычисления разбиваются на функции Map и Reduce.

В качестве первого шага выполняется Map-функция, где происходит предварительная обработка входных данных. Функция Map в цикле обрабатывает каждую пару из множества входных пар и производит множество промежуточных пар "ключ-значение". Схема Map-функции представлена на рисунке 1.

Затем среда MapReduce группирует все промежуточные значения с одним и тем же ключом и передает их функции Reduce. Это продемонстрировано на рисунке 2.

Функция Reduce получает значение ключа и множество значений, связанных с этим ключом. Каждая группа обрабатывается (в цикле) таким образом, что в результате одного вызова функции образуется не более одного результирующего значения. Схема функции Reduce представлена на рисунке 3.

После успешного завершения выполнения задания MapReduce результаты размещаются в файлах распределенной файловой системы. Преимущество MapReduce заключается в том, что каждая из фаз может обрабатываться на любом количестве узлов параллельно.

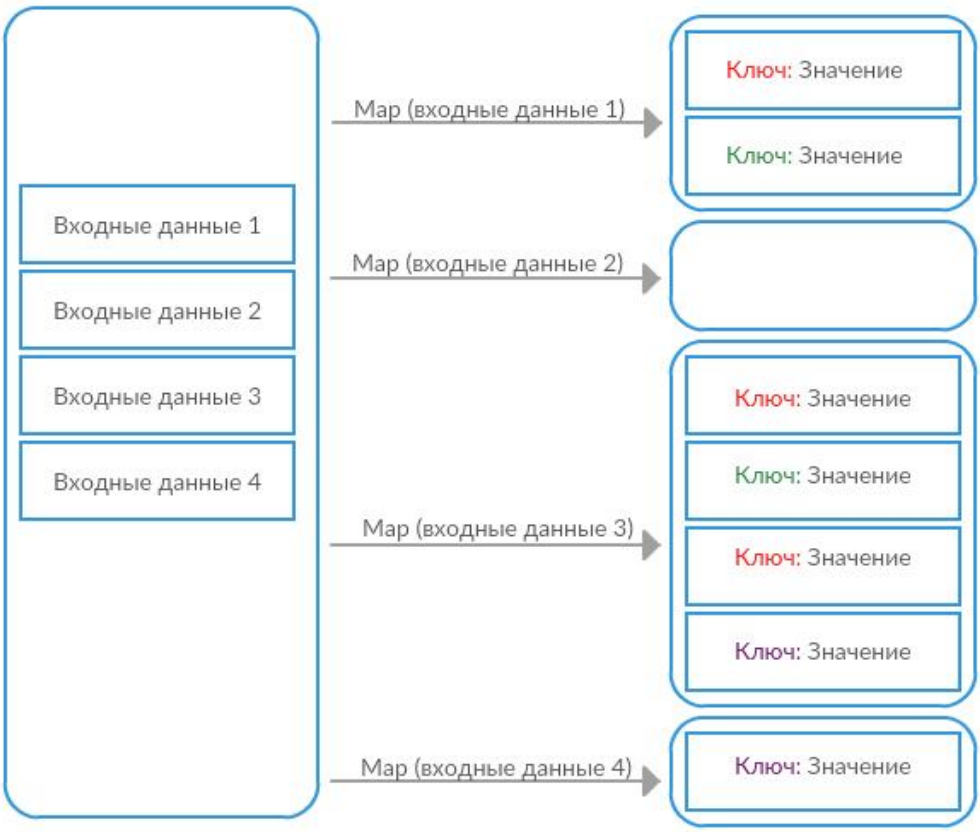


Рис. 1. Схема Map-функции

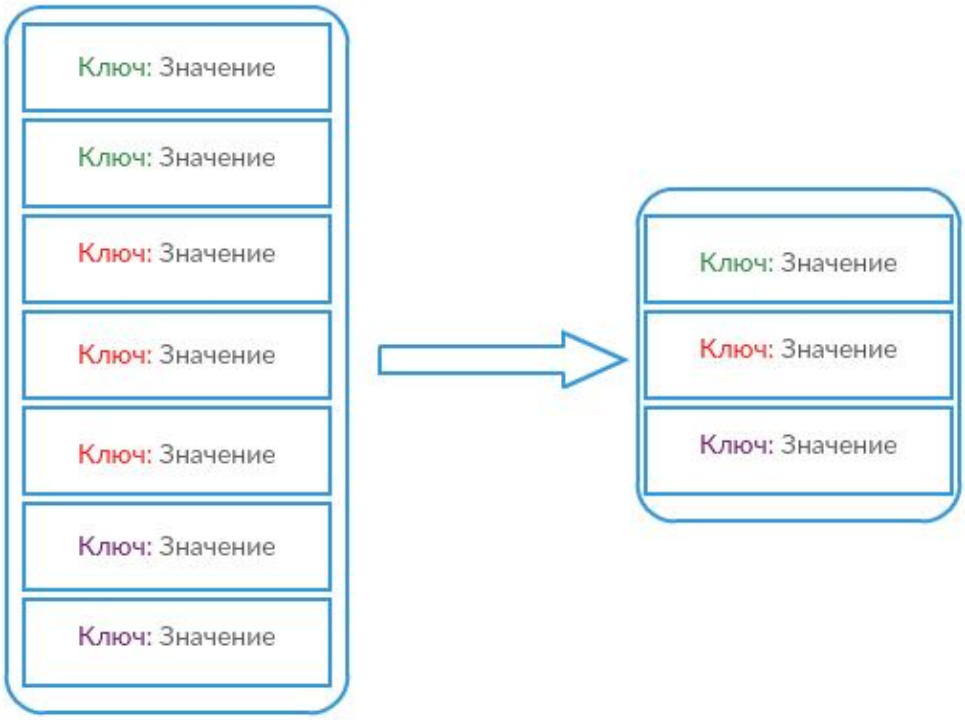


Рис. 2. Группировка значении по ключу

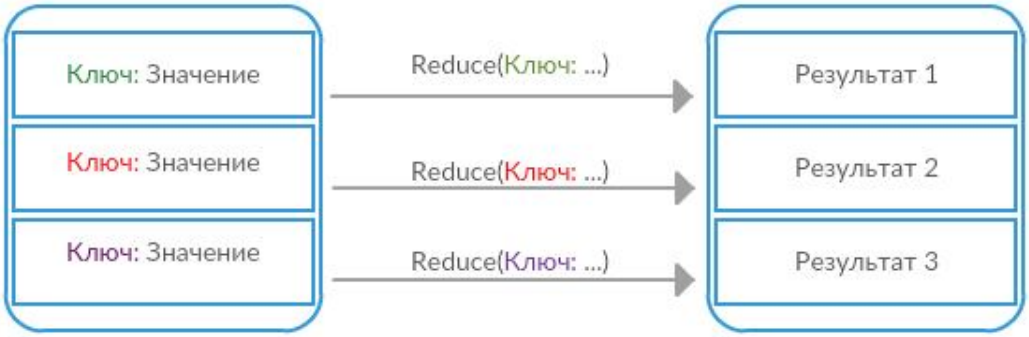


Рис. 3. Схема Reduce-функции

Предлагаемый подход к построению индекса

В рассматриваемой работе образом каждого документа является вектор пар «слово, вес слова по отношению к документу». Для оценки веса слова в документе использовалась формула BM25 [2], которая оценивает на основе встречаемости слов запроса в каждом документе. Наконец, слова с наиболее высоким весом по отношению к документу выбираются для представления этого документа. Таким образом, следующий алгоритм используется для извлечения ключевых слов из документов:

1) Для всех слов документа извлекается основа слова и подсчитывается TF_i. TF (term frequency — частота слова) — отношение числа вхождения некоторого слова к общему количеству слов документа. Таким образом, оценивается важность слова t_i в пределах отдельного документа.

$$\frac{n_i}{\sum_k n_k} = tf(t,d) \quad (1)$$

где n_i есть число вхождений слова в документ, а в знаменателе — общее число слов в данном документе.

2) Вес каждой основы слова t_i в документе D рассчитывается с использованием формул TF-IDF. IDF (inverse document frequency— обратная частота документа) — инверсия частоты, с которой

некоторое слово встречается в документах коллекции**.** Учёт IDF уменьшает вес широкоупотребительных слов. Для каждого уникального слова в пределах конкретной коллекции документов существует только одно значение IDF. Формула для вычисления веса основы слова:

$$idf(t, D) = \log \frac{|D|}{|(d_i \supset t_i)|} \quad (2)$$

где |D| — общее количество документов в корпусе;
$|(d_i \supset t_i)|$ — количество документов, в которых встречается *ti.*

Алгоритм BM25F учитывает не только сам текст, но и его отдельные участки или зоны. Формула алгоритма BM25 определяет релевантность страниц в зависимости от вхождения слов. Выглядит формула следующим образом :

$$\text{score}(D,Q) = \sum_{i=1}^{n} IDF(q_i) * \frac{f(q_i,D)*(k_1+1)}{f(q_i,D)+k_1*(1-b+b*\frac{|D|}{avgdl})} \quad (3)$$

где Q — запрос;
D — документ;
|D| — длина документа;
avgdl — средняя длина документов в коллекции;
k1 и b принимаются соответственно 2 и 0.75;

Выводы

В результате применения парадигмы MapReduce удалось разработать поисковую систему. На рисунке 4 приведена схема поискового движка.

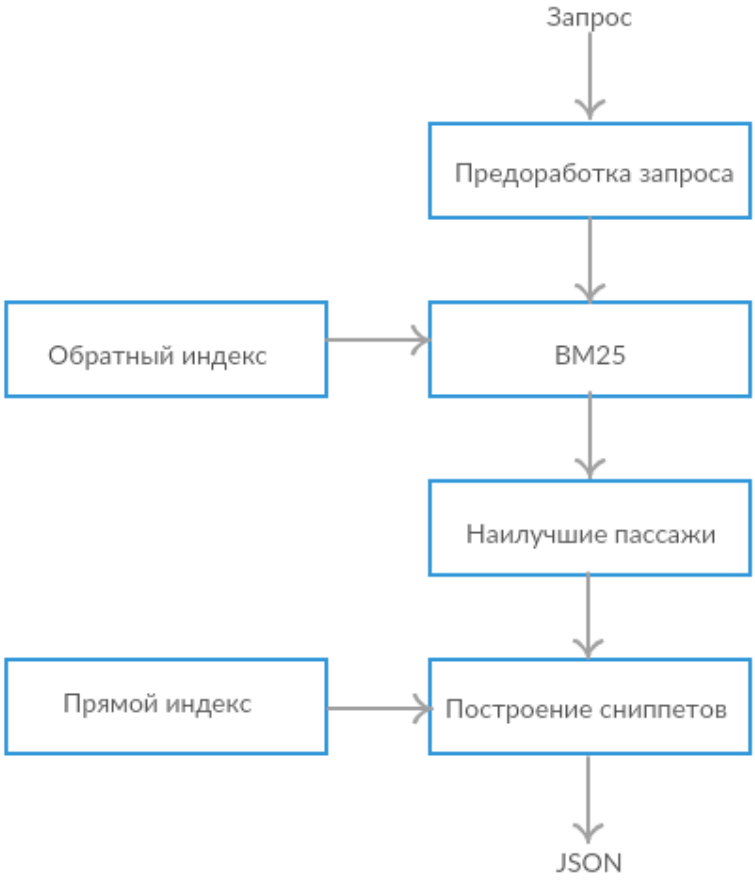


Рис. 4. Схема поисковой системы

Задача нахождения документов, в которых встречаются все слова из поискового запроса решается путем применение обратного индекса. Так как обратный индекс [3] хранит список документов, содержащих каждое слово, поисковая система может использовать прямой доступ, чтобы найти документы, связанные с каждым словом в запросе. А прямой индекс [4] хранит список слов для каждого документа. Разработка прямого индекса необходимо, так как в дальнейшем они будут использованы для создания поискового индекса.

Целью использования индексирования заключается в повышении скорости поиска релевантных документов по поисковому запросу. Это значительно сокращает время, которое требуется для сканирования документа.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Dean J., Ghemawat S. MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters // Communications of the ACM. 2008. V. 51. P. 107–113.

[2] Kelleher D., Luz S. Automatic Hypertext Keyphrase Detection // Proceedings of the Nineteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence. Edinburgh, Scotland, UK. 2005. P. 1608–1610.

[3] Tang Hunqiang, Sandhya Dwarkadas *Hybrid Global Local Indexing for Efficient Peer to Peer Information Retrieval* — University of Rochester: Computer Science Department, 2004.

[4] Sergey Brin, Lawrence Page *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine* - Stanford University, Stanford: Computer Science Department, 2006.

Елемесова С.Е.

Ізденіс катологының көрсеткішін MapReduce парадигмасын қолдану арқылы жүзеге асыру

Түйіндеме: Мақалада ізденіс каталогының мәтін коллекциясының көрсеткішін құру мәселесі қарастырылады. Бұл мәселе MapReduce парадигмасын қолдану арқылы жүзеге асты. Іздеу сауалдарының нәтежесінде табылған документтерді релевантты түрде орналастыру үшін BM25 саралауфункциясы қолданылды. Сондайақ, іздеу каталогының құрылымы сипатталған.

Кілттік сөздер: MapReduce, BM25, қайырмалы көрсеткіш, тура көрсеткіш, деекқор, ақпараттықіздестіру жүйесі.

Yelemessova S.Ye.

Distributed implementation of construction index of searching catalog by using paradigm MapReduce

Summary: In this article we consider the problem of constructing an index of text collection document of search catalog. The solution was carried out by using the MapReduce paradigm. Also the article describes the structure of the resulting search directory.

Key words: MapReduce, BM25, inverted index, direct index, database, web search engine.

УДК 004.9

С.С. Мамеш, Л.Е. Бекжигитова
(Международный университет информационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан, lyazzat.bekzhigitova@mail.ru)

СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КОНВЕРГЕНЦИИ ПРОГРАММНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: WEB-SERVICE SEMANTIC,WEB-SERVICE И AGENTE, MULTI-AGENTE

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы информационно-коммуникационных технологий, образовательных электронных ресурсов в процессе построения программного обеспечения сложной системы. Программные системы по мере развития достигают такого уровня сложности, что существующие подходы и концепции разработки ПО становятся малоэффективными. Как правило, при этом рождается новая парадигма программирования, на которую постепенно переходят все разработчики. Создание концепции процедурного, модульного и объектно-ориентированного программирования - это примеры давнего или недалекого прошлого; будущее же, похоже, за сервисно-ориентированными архитектурами. Внедрение программы NGOSS открывает перспективу создания информационной инфраструктуры из стандартизованных приложений, которые, в свою очередь, позволяют быстро выводить новые услуги на рынок и также быстро изымать из обращения по мере устаревания и замены новыми. (Все это в согласовании с остальными составляющими технологии — бизнес-процессами, структурой данных, сетью и другими элементами телекоммуникационной инфрастру

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, объектно-ориентированный подход, сервисно-ориентированная архитектура, веб-сервис.

Построение системы, эффективно выполняющие свои миссии, функций или эффективно решающие прикладных задач может быть достигнута на основе различных технологий как сервисов, так и агентов.

В связи с этим, возникает вопрос, как надо программировать систему на основе различных языков: ассемблер, паскаль, Java, так и на основе различных технологий как процедурного, модульного и объектно-ориентированного программирования, сервисные, т.е. Web-ServiceSemantic, Web-Service и агентные.

Как известно, повторное использование программного кода упрощает разработку больших информационных систем. До недавнего времени с этой целью традиционно применялся объектно-ориентированный подход (ООП), подразумевающий жесткое объединение компонентов и объектов приложения в одно целое. В парадигме ООП от разработчика требуется знание прикладного программного интерфейса, в котором объединены атрибуты и методы, сообща реализующие необходимый функционал. Но поскольку объектные системы обычно создаются на основе какого-то одного языка программирования (Delphi, C++, C#, Java и др.) и фиксированных механизмов обмена информацией между объектами и модулями информационной системы, то и в ООП сохраняются все зависимости и ограничения. Такой подход удобен не всегда - в частности, он не позволяет оперативно реагировать на изменение ситуации и, к примеру, проектировать новомодные системы, опирающиеся на концепцию "ресурсы по требованию". Кроме того, для модификации объектных систем нередко приходится переписывать коды связанных объектов и методов. Свести эти ограничения к минимуму как раз и позволяет технология SOA (ServiceOrientedArchitecture - сервисно-ориентированная архитектура), которая многими уже признана как революция в технологии программирования. Аналитики уверены, что по мере развития стандартов SOA компании освоят эту область, а вендоры модернизируют свои продукты в соответствии с ее требованиями.

На самом деле, SOA - это просто другой стиль построения современных систем для предприятия. Она сосредоточена на услугикоторые характеризуются слабосвязанной распределенной архитектурой и интерфейсов. Обслуживание в данном случае - это не что тоиное, кроме единицы работы, выполняемой поставщиком услуг, чтобы гарантировать желаемого результата обслуживания клиентов. Это услуга, а не объект в ООП, таким образом, она не зависит от технологии, медиа и других языковых ресурсов. Интегрирующую роль берут на себя программные агенты между поставщиком услуг и пользователем проведения программных агентов.

Некоторые особенности архитектуры SOA может уменьшить степень, в которой различные элементы системы. Взаимодействие компонентов с использованием относительно небольших набор простых интерфейсов, которые имеют только самые общие семантики и доступны для всех поставщиков и потребителей. С помощью этих интерфейсов передает сообщение для ограниченного словаря. А так как только дает общую структуру корпоративной системы и словаря, все семантики и бизнес-логик, специфичные для приложенияописываются в этих сообщениях непосредственно.

Корпоративная информационная система, построенная на SOA состоит из множества лиц доступных через API. Поисковая система позволяет своему оператору ввести требуемую функцию в целом для пользователя из реестра услуг, встроенного в нем. Клиенты, которые хотят решать конкретную проблему, связываются с поставщиком услуг через интерфейсы чтобы осуществить необходимые действия - эта процедура четко показано на рис. 1: компонентАиспользует услугу, предоставляемую через компонентВ интерфейса 1 и компонентВ с использованием программных интерфейсов 2-4, предоставляемых учреждениями системы C, D и E.

Все компоненты корпоративной системы должны поддерживать общий «язык», представляющее собой сообщение. Не трудно догадаться, что SOA и веб-сервисы как правило, упоминаются вместе.

Архитектура веб-сервисов также является сервисно-ориентированной. Более того, веб-сервисы - это суть SOA с двумя дополнительными ограничениями: интерфейсы базируются на интернет-протоколах (HTTP, FTP, SMTP, TCP), а все сообщения описываются в формате XML. Детальные описания стандарта веб-сервисов и спецификаций SOA приводится на сайтах консорциума W3C и организации OASIS - мы же не будем лишний раз тратить время на знакомство с ними, а посмотрим, как функционируют программные системы, созданные в новой архитектуре SOA. [1]

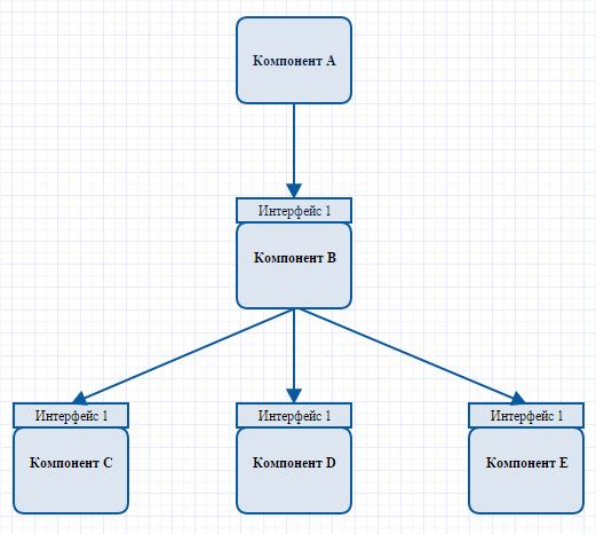


Рис. 1. Архитектура системы в концепции SOA

Практические аспекты сервисно-ориентированной технологии позволяют решать проблемы масштабируемости, интегрировать сети передачи данных и голоса, упростить процедуры проектирования и управления сетями, а также создать другие распределенные приложения, прозрачно взаимодействующие с ресурсами систем при помощи прикладных программных интерфейсов и открытых стандартов.

Программа «Новое поколение систем и приложений для поддержки операционной деятельности» (NewGenerationOperationsSystemsandSoftware, NGOSS) — инициатива международной, независимой некоммерческой организации TeleManagementForum (TM Forum). Она предоставляет специализированную структуру поддержки эффективного оператора, обеспечивая предприятию инструменты, необходимые для уверенного развертывания проектов автоматизации. В решениях на базе NGOSS используются принятые в отрасли информационно-технологические концепции и технологии, способствующие созданию продуктивной среды развития и более эффективному управлению инфраструктурой.

Программа NGOSS представляет собой набор инструментов, состоящий из структур, спецификаций и руководящих принципов, согласованных в рамках отрасли и охватывающих ключевые зоны бизнеса и технологии. Она предназначена для интеграции бизнес-требований и технических аспектов деятельности оператора телекоммуникаций в единую архитектуру, автоматизации бизнес-процессов в гетерогенных информационно-коммуникационных средах, построения общей информационной инфраструктуры.

В совокупности элементы NGOSS способствуют созданию сквозной структуры разработки, интеграции и эксплуатации систем OSS/BSS; элементы NGOSS могут также использоваться в качестве сквозной структуры как часть универсальной методологии для реализации крупномасштабных проектов развития и интеграции. Наряду с этим, элементы NGOSS применяются по отдельности с целью получения конкретного краткосрочного результата.

Если рассматривать NGOSS в обобщенной форме, можно сказать, что она состоит из четырех ключевых, взаимосвязанных между собой структур и методологии поддержки, обеспечивающей использование этих структур:

• Расширенная структурная модель телекоммуникационных бизнес-процессов (enhanced TelecomOperationsMap, eTOM).

• Общекорпоративная унифицированная модель данных/информации (SharedInformationandDataModel, SID).

• Технологически нейтральная архитектура (TechnologyNeutralArchitecture, TNA).

• Карта телекоммуникационных приложений [прикладных задач] (TelecomApplicationsMap, TAM).

• Итеративная методология жизненного цикла разработки (Scope, Analyze, Normalize, Rationalize, Rectify, SANRR).[2]

Архитектурной единицей сервиса является компонент, который может поддерживать один или несколько контрактов. В рамках технологически нейтральной архитектуры NGOSS термином "сервис" обозначается функциональность компонента, доступная при использовании контрактов (рис. 2).

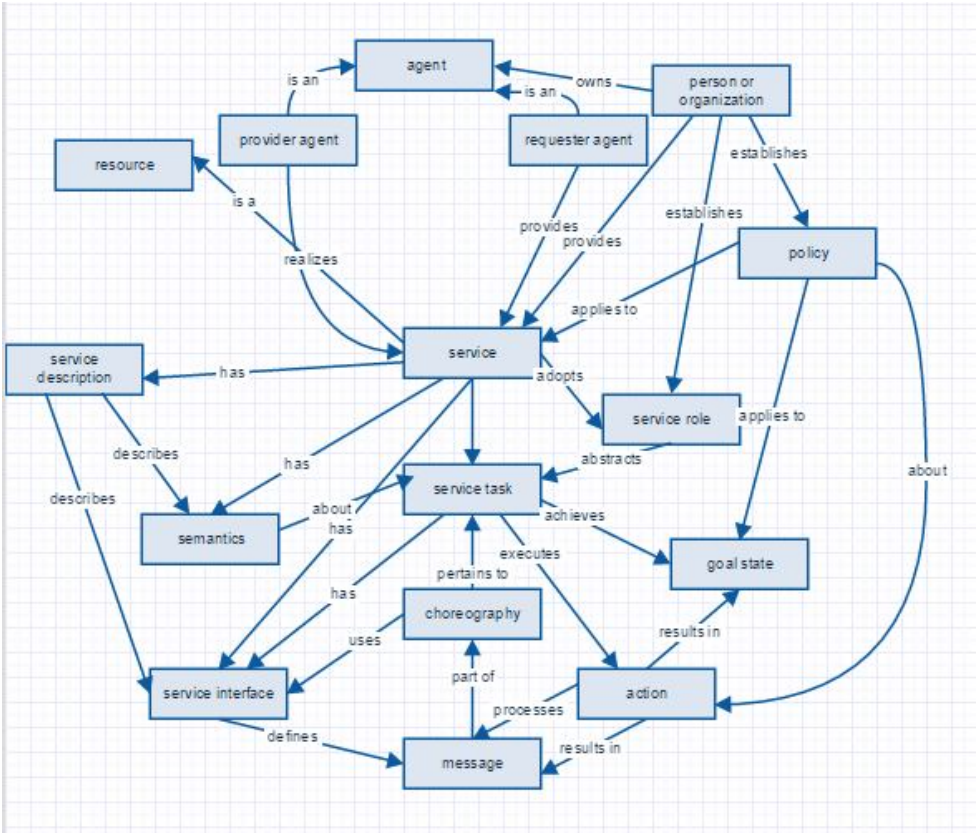


Рис. 2. Архитектурная единица сервиса

Концепция единообразного представления и хранения информации для ее использования в различных бизнес-процессах является одним из основополагающих принципов NGOSS. Примерами такой информации могут служить SLA (ServiceLayerAgreement - соглашение об уровне обслуживания), сведения о клиентах, сетевая топология и т.п. Доступ к данным осуществляется с помощью сервисов, интерфейсы которых специфицированы информационными контрактами (informationservicescontracts). [3]

Внедрение программы NGOSS открывает перспективу создания информационной инфраструктуры из стандартизованных приложений, которые, в свою очередь, позволяют быстро выводить новые услуги на рынок и также быстро изымать из обращения по мере устаревания и замены новыми. (Все это в согласовании с остальными составляющими технологии — бизнес-процессами, структурой данных, сетью и другими элементами телекоммуникационной инфраструктуры).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Беленкович В., Горшков Т. Логическая структура понятия сервисов в рамках SOA, №4. 2005

[2] ITU-T Recommendation M.3050.1 (03/2007) Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) — The business process framework

[3] ITU-T Recommendation M.3050.2 (03/2007) Enhanced Telecom Operations Map (eTOM) — Process decompositions and descriptions.

Мамеш С.С., Бекжигитова Л.Е.

Бағдарламалық технологиялар конвергенциясының негізінде күрделі бағдарламалық қамтамасыз ету жүйесінің құрылыс тәсілдері: Web-ServiceSemantic, Web-Service және Agente, Multi-Agente.

Түйіндеме. Мақалада ақпараттық-коммуникативтік технологиялар, білім берудің электрондық ресурстары жөніндегі мәселелер күрделі жүйелерді бағдарламалық қамтамасыз етуді құру процессінде қарастырылады. Бағдарламалық жүйелер өзінің даму барысында анағұрлым күрделі деңгейге жетіп қалып отыратындықтан қол-

даныстағы бағдарламалар құруға пайдаланылып жүрген әдістер мен концепциялар өз нәтижелерін бермей қалып жатады. Әдетте, осындай жағдайларда бағдарлама құрудың жаңа, тың парадигмасы пайда болады да, бағдарлама жасаушылар бірте-бірте жаңа бағытқа көше береді. Процедуралық, модульдық және нақты бір объектіге бағытталған бағдарламалар жасау концепциясы – кешегі күннің еншісі екені белгілі; ал болашақ бағдарламашылар сервистік-бағытталған архитектураларды қолданысқа алуы керек сияқты.

Түйін сөздер: ақпараттық-коммуникативі технологиялар, объектілі- бағытталған тәсіл, сервистібағытталған архитектура, веб-сервис.

Mamesh S.S., Bekzhigitova L.Y.

Methods for constructing complex software systems based on software technology convergence: Web-Service Semantic, Web-Service and Agente, Multi-Agente

Summary. This article discusses the issues of information and communication technologies, educational electronic resources in the process of building complex software systems. Software for the development of the system reach a level of complexity that the existing approaches and concepts of software development are becoming ineffective. As a rule, it is born a new programming paradigm, which are gradually moving all developers. Creating the concept of procedural, modular and object-oriented programming - are examples of long-standing or recent past; the future, it seems, for the service-oriented architecture.

Key words: information and communication technologies, object-oriented, service-oriented architecture, web service.

УДК 621.075

А.Б. Телешева, А.Т. Турдалиев, Б.О. Сыздыкова, Е.В.Чумаков
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Алматы, Қазақстан Республикасы, telesheva_a@kazntu.kz)

09Г2С БОЛАТЫНЫҢ ДӘНЕКЕРЛЕУ ТІГІСІ ЖӘНЕ ТІГІС АЙМАҒЫНДАҒЫ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫ

Аңдатпа. Темір негізіндегі қорытпалар өндірісітің барлық аймақтарында қолданылатын конструкциялық материалдар ретінде танымал. Сондай материалдың бірі қысым түсетін жағдайда жұмыс істейтін өндірістік бөшке жасау үшін конструкциялық болат ретінде қолданылып жүрген төмен көміртекті 09Г2С болаты.

Кілттік сөздер: болат, 09Г2С, магистралды сызат, түйін өлшемі, микроқұрылым, пластикалық деформация

Жұмыста магистралдік сызаттар таралуларының облысында дәнекерлеу тігісінің және тігіс аймағының құрылымдарын эксперименттік зерттеу нәтижелері көрсетілген.

09Г2С төмен көміртекті болаты қысым түсетін жағдайда жұмыс істейтін өндірістік бөшке жасау үшін конструкциялық болат ретінде қолданылып жүр. Стендтік сынақ жүргізу кезінде өндірістік бөшке түбінде магистралдық сызаттар пайда болғаны анықталды. Бұл жағдай аталмыш материалды кешенді зерттеуге негіз болды.

Дәнекерлеу тігісінің және тігіс аймағы . матрицалық материалдан құрылымы мен кернеулік күй-түрімен ерекшеленеді[1-3].

Түптің қирау сипатын көзбен шолу нәтижесінде магистралдік сызаттардың дәнекерлеу тігісінің аймағында дамығандығы және дәнекерлеу тігісіне паралельді өткендігі байқалған. Сонымен қатар, сызаттың тігіспен қиылысуы байқалған.

Туп материалының күй-жайы туралы толықтай мәліметтер жинау мақсатында, қирау орын алған дәнекерлеу тігісі және тігіс аймағы зерттелді.

1-суретте тазалау мен электрлік ажарланғаннан кейінгі тігісітің сыртқы беті көрсетілген.

Беттің термиялық әсерде болғандығы көрініп тұр.Зерттелген аймақатан айтарлықтай ақаулар табылған жоқ. Сондықтан қирау себебі ретінде дәнекерлеу ақауларын жлққа шығаруға болады. Болжамның растығын тексеру үшін материалдан оның құрылымын оптикалық металлографиямен зерттеу мақсатында дайындамалар әзірленді. Зерттеулерге арналған үлгілер магистралды сызаттарға жақын аймақтардан кесіліп алынды.

2-суретте тереңдігі ~ 5 мм аймақтағы дәнекерлеу тігісінің микроқұрылымы көрсетілген.

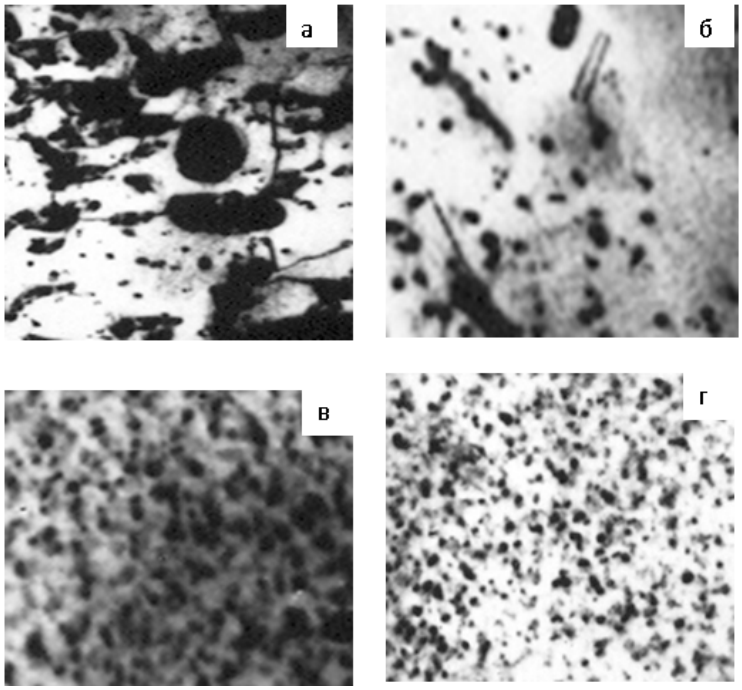
Мұнда ашық және қанық түсті элементтермен ферриті-перлитті түйіршікті құрылымды айқындауға болады. Жекелеген «түйірлерден» сфералы бөлінулер ретіндегі қосымшалар анықталды. Оларды үлкенірек шамалардан зерттеу, концентрациясы мен өлшемі бойынша тігіс көлемі бойынша әр түрлі екендігі анықталды. Мұны 3-суреттен байқауға болады.



1-сурет. Механикалық тазалау мен 20 ^{0}С –де электрлік ажарланғаннан кейінгі тігісітің сыртқы беті, үлкейту х 100



2-сурет. 09Г2С болатының тігісінің беттік аймағындағы құрылымы, үлкейту, х 250

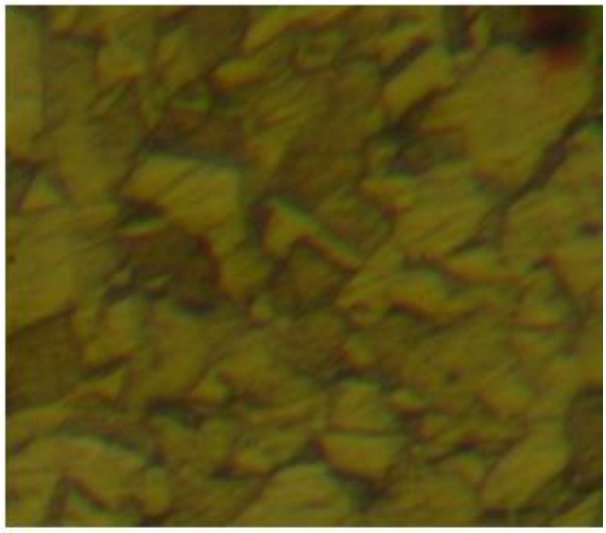


3-сурет. Беттік аймақтағы (3^а) дәнекерлеу тігісінің микроқұрылымы, ~9 мм тереңдіктегі (3^г), және аралық аймақтардағы (3^б және 3^в), үлкейту, х 500

Бұл шағынқұрылымдар келесі жолмнен алынған еді. 10х10х10 мм көлемдегі дайындамалар абразивті түрпімен қарқынды суыта отырып кесіліп алынды. Содан кейін көлденең қима жасалып , және бетті лайықты өңдеуден кейін оптикалық микроскопия көмегімен дайындама зерттеуге жіберілді.

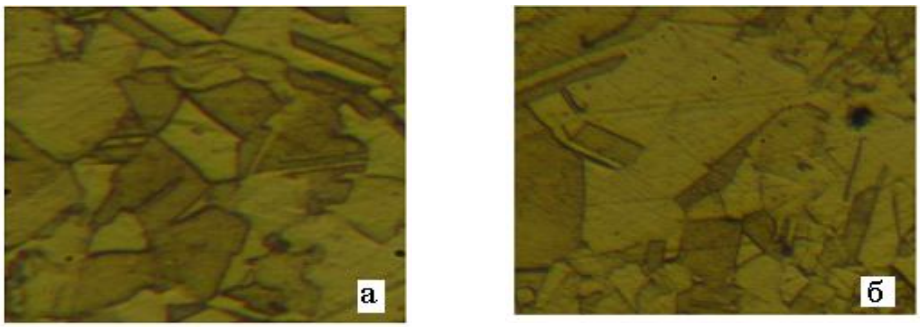
(3^а) суреттегі микроқұрылым дәнекерлеу тігісінің микроқұрылымы,ал (3^г) сурет ~9 мм тереңдіктегі және аралық аймақтардағы (3^б және 3^в) суреттер. Қосымшалардың негізгі массасы сфера түрінде. Неғұрлым терең болған сайын, олар майдаланады, бірақ олардың концентрациясы өсе түседі.

Тігіс аймағы. Құрылымның біртектіленуі тігістен ~ 7 мм және одан да алысырақ аймақтарда байқала бастады. 4-суретте 09Г2С болатының тігістен ~ 20 мм аймақтағы құрылымы көрсетілген. Бұл жерде түйіннің орташа өлшемі 27 мкм болатын ұсақ түйіршікті микроқұрылым берілген.Ұсақ түйіршіктермен қатар, өлшемі 50 мкм болатын түйіндер де анықталып отыр.



4-сурет. 09Г2С болатының тігістен ~ 20 мм аймақтағы құрылымы, үлкейту х500

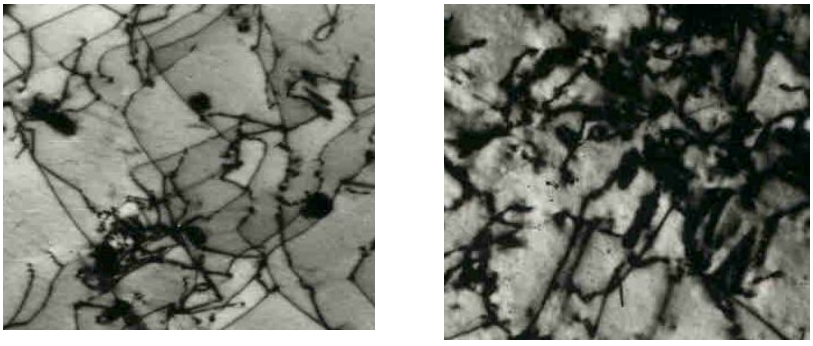
Қирау облысындағы дәнекерлеу тігісіне жақын аймақтарда түйін өлшемінің өсу тенденциясы байқалады. Оны 5 суреттен байқауға болады.



5-сурет. Дәнекерлеу тігісінен ~ 15 мм (а) және ~ 7 мм (б) ара-қашықтықтағы микроқұрылым, үлкейту х500

Барлық суреттерде ферриті-перлитті құрылым байқалады, бірақ түйіршіктің орташа өлшемдері өсе түседі. Тігіс аймағында түйіршіктің орташа өлшемдері шамамен 80 мкм-ге жететін учаскелер анықталды (5, в сурет). Бөшке түбіндегі тігіс аймағындағы магистралды сызаттар пайда болуына септігін тигізген бірден бір фактор - түйіршіктің орташа өлшемдерінің өсе түсуі және пластикалықтың төменендеуі екендігіне күмән туғызбайды.

Мұндай құрылымның пайда болуының себебі ретінде, беттік илем мен түптің өзінің жасалу технологиясы деп қарастыруға болады. Дайындаманың айналмасоғулар және шекімелер процесстерінде бір қалыпсыз деформациялануы беріктенудің әртүрлі деңгейлеріне келтірді. Деформациялық беріктену жайлы 6 суретте көрсетілген дислокациялық құрылым мағлұмат береді.



6-сурет. Сынық аймағындағы болаттың дислокациялық құрылымы

Бұл жерде сфералық қосымшалармен қатар, дислокациялардың үлкен концентрациясы бар аймақтар да кездеседі. Бұл суреттер растрлы электронды микроскоппен жасалған.

Жасалған эксперименттік жұмыс келесідей қортытынды жасауға мүмкіндік береді:

- Түп материалы тепе-теңсіз күй-жайда екендігі анықталды, түйіршіктердің орташа өлшемі бойынша көп айырмашылықтар бар, мұндай құрылымның пайда болуының себебі ретінде, беттік илем мен түптің өзінің жасалу технологиясы деп қарастыруға болады
- Тігіс аймағында түйіршіктердің орташа өлшемі ірілеу, ол материалдың беріктенуіне сәйкес келеді;
- Магистарлды сызаттың беті морт сыну нәтижесі екенін байқауға болады.

ӘДЕБИЕТ

[1] Жансеркеева З.А., Сыздыкова Б.О., Чумаков Е.В. Комплексные исследования стали 09Г2С. Влияние деформационного упрочнения на механические свойства// Труды первой Международной конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», Том I, Алматы 2010. – С. 275-278.

[2] Жансеркеева З.А., Сыздыкова Б.О., Чумаков Е.В. Зеренная структура стали 09Г2С после пластической деформации и термообработки// Труды первой Международной конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», Том I, Алматы 2010. – С. 279-281.

[3] Жансеркеева З.А., Сыздыкова Б.О., Чумаков Е.В. Влияние температуры термообработки на кратковременные механические свойства изделий из горячекатаной стали 09Г2С// Труды первой Международной конференции «Новое в станкостроении, материаловедении и автоматизированном проектировании машиностроительного производства», Том I, Алматы 2010. – С. 281 - 284.

Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Сыздыкова Б.О., Чумаков Е.В.

Структура сварочного шва и околошовной зоны стали 09Г2С

Резюме. Сплавы на основе железа относятся к конструкционным металлам, которые используются во всех отраслях машиностроения. Одним из таких материалов является малоуглеродистая сталь 09Г2С, которая используется в качестве конструкционной для изготовления сосудов, работающих под давлением.

Ключевые слова: сталь, 09Г2С, магистаральная трещина, средний размер зерна, микроструктура, пластическая деформация

Telesheva A.B., Turdalyev A.T., Syzdykova B.O., Chumakov E.V.

The structure of the weld and heat affected zone of steel 09G2C

Summary: iron-based alloys are structural metals, which are used in all fields of engineering. One such material is 09G2S mild steel, which is used as vessels for the manufacture of structural, operating under

Key words: steel, 09G2S, the main crack, the average grain size, microstructure, plastic deformation

УДК 004.031.2

[1]T. Islamgozhayev, [1]A. Eleusinov, [2]Sh. Mazhitov, [2]C. Kenshimov
(Institute of Information and Computing Technologies, Kazakhstan, Almaty
email: talgat90.07@gmail.com)

ARCHITECTURE AND TECHNOLOGIES USED IN THE DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS MOBILE ROBOT

Abstract. The use of mobile robots is becoming popular in many areas of service because they ensure safety and good performance while working in dangerous or unreachable locations. Areas of application of mobile robots differ from educational research to detection of bombs and their disposal. Based on the mission of the robot they have different configurations and abilities – some of them have additional arms, cranes and other tools, others use sensors and built-in image processing and object recognition systems to perform their missions. The robot that is described in this paper is mobile robot with a turret mounted on top of it. Different approaches have been tested while searching for best method suitable for image processing and template matching goals. Based on the information from image processing unit the system executes appropriate actions for planning motions and trajectory of the mobile robot.

Key words: mobile robot, object recognition, trajectory planning, motion control, autonomous system.

1. INTRODUCTION

Nowadays detection of objects and taking actions according to its behavior are one of the toughest and broadly researched problems in computer science. According to the needs of specific jobs that will be performed by the robotic system, the needs in the actions that they can perform also differ from system to system. Broad range of rescue and military robots use vision systems to detect an object, track and approach it to perform their tasks. There are many examples of using such systems [1, 2] that use image processing together with planning the movements of robots. These works mostly discuss some part of the system and the results of merging vision system results with path planning technique is not clear because the image of the overall system is not presented. In this research, we present the first results in merging the works of computer vision team together with the trajectory planning team achievements. Similar system was described in [3], which describes a system with object recognition, trajectory planning that uses sensors, and camera, the difference is in the path planning mechanism used in this work that constructs a 3D map of environment and makes decision on movement of the platform according to this map. Our results differ in path planning mechanism that uses simultaneous movements according to the information from the camera.

The system that is discussed in this paper is four-wheeled ATV (also known as quadro-cycle) able to move in cross-country terrain driven by a 48V DC motor and powered by a set of DC batteries. ATV is featured by a turret on top of the platform and all the steering and turning mechanisms are automated using DC motors. Movements of the system are controlled by a low-powered CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture ATMega 2560 with board and needed motor/sensor controllers. According to the target of research, the system should be able to search for, locate and track the object on a video by matching it with a template given by the operator [6, 7]. An OpenCV library was used to detect objects and perform computer vision operations. Moreover, it should be able to plan the trajectory of rotation and follow the detected object. The commands to the robotic system were given by directly connecting to a microcontroller board through rs232 port or by sending commands wirelessly using an APC220 module. The article is an overview of a system that provides some approaches that are used in the development of the system.

The article is organized as follows. Section 2 describes the planning strategy that is used in developed system with introducing the vision systems' algorithm used in the development. Section 3 introduces motion and trajectory planning mechanism that constructs the movement strategy of the system based on the information obtained from vision sensor. Section 4 combines the results from different stages of development and shows experimental results. Finally, Section 5 presents conclusions on what have been done.

2. PLANNING AND VISION SYSTEM

The planning consists of several steps:

1) The environmental information should be gathered to have the view of the surrounding – it can be done by vision system and sensors;

2) The needed objects should be founded on the view of the robot;

3) Tracking strategy should be formulated;

4) Motion and trajectory planning strategies have be constructed to follow the object by moving the mobile robot.

5) Sending the commands according to needed movements.

As the criterion for planning at first, we took feasible planning because it will take more time to make an optimal planning strategy, which will eventually be performed in our future works. According to definition, we call it feasible planning when a plan causes arrival at a goal state, regardless of its efficiency [5]. The planning problems of our system at the time of investigation were simplest to describe because the state space were finite in most cases. All models are known and predictable, so at first we did not have any uncertainty and there is no need in probability theory.

Discrete feasible planning according to [5]

1. State space X, finite countably infinite set of states
2. x is in s set of X, a finite action space U(x)
3. State transition function f => f(x,u) is in a set of X for every x in set X and u in set U(x). The state transition is derived from f by x' = f(x, u).
4. Initial state which is the state at the beginning of the process x1 in a set of X.
5. A goal set Xg is a subset of X.

In the described system, the steps are performed according to the following order:

- sense the environment by using vision sensors
- process the vision sensor data and derive the current state (or initial state) of the robotic system

- compute the needed movement strategy or actions to use to move according to the movement of the tracked object
- use set of states that can be used by our system
- achieve the goal state by achieving the state from the goal states of the Xg.

As the initial data about the space surrounding the robot it is proposed to use a stereo camera, each of them located at a certain angle and at a certain distance from each other to be able to determine the distance to objects. To calculate the distance to the object and the position of the robot relative to the object a special algorithm was used. Let us represent the structure of the system for image recognition. This treatment system produces processing and analysis of images coming from the optoelectronic systems. Given the nature of tasks, you should consider the following limitations and features:

1) Information on the characteristics and background of the observed objects often contain inaccurate sizes of objects or absent.

2) Due to time constraints on decision-making and the presence of the closed loop motion control processing, analysis and identification must be carried out in real time.

3) The work management system, tracking and processing should be carried out with minimal human or offline.

In difficult conditions, the quality of the signal and the result of observation can be improved by using the algorithms for estimating the parameters of geometric transformations of images and methods of spatial and temporal filtering [4]. We can point three main methods out among them:

1. Template matching methods can be used to measure the position of fixed and moving objects observed in a uniform and non-uniform background.

2. Using the information on the statistical properties of the object and the background we can isolate moving and stationary objects observed at a relatively uniform background. Such methods are called methods of statistical segmentation.

3. Methods of distribution of dynamic changes based on allocation of changes that occur over time in the observed group of images. Such methods are used for solving the problem of extraction of moving objects.

During the operation of the robotic system, a stream of images obtained containing a large amount of information about the world. However, prior to extraction of the needed information from the images, they firstly need to be processed. In the process of preparation of the image, the following steps have to be completed:

- Capture the image
- Filter the image
- Extraction of needed features from filtered images by matching with some template

Despite many other approaches [6 – 8] we used template matching method to detect and extract features from the object. Template matching is done by using normalized square difference template matching algorithm modified by adding the time constraint and is described by

$$R(x,y) = \frac{\sum_{x',y'}(T(x',y')^2 - I(x+x',y+y'))^2}{\sqrt{\sum_{x',y'}T(x',y')^2 \cdot \sum_{x',y'}I(x+x',y+y')^2}}$$

Based on these steps have been written a program for capturing a video from stereovision system consisting of two cameras. For filtering purposes we used the smoothing with Gaussian kernel the following formula describes the Gaussian standard deviation or sigma (denote):

$$\sigma = 0.3(n/2-1)+0.8 \text{ where } n = \begin{matrix} size\ 1\ for\ horizontal\ kernel \\ size\ 2\ for\ vertical\ kernel \end{matrix}$$

Using sigma for small kernels reduces the time required for calculation. So the extraction of needed features were made based on these assumptions.

3. PLANNING STRATEGY

Most of automated vehicles have traditional design. Turret is located on top of the vehicle to make it able to rotate around axis z (in Figure 1 it is an axis y). The turret consists of 2-DOF system: first is for rotating around z-axis and second is for moving the unit with camera up and down in some range around x and y-axis depending to which side the turret is pointing. The horizontal azimuth rotation of the turret is realized by using a bearing to the rotating part of which the metal basement of the turret was welded. Rotation is done by DC motor with gear divided into small gearings to ensure accurate positioning of the turret while turning to a

dedicated target. The x-axis rotation is done by the same principle and differs from horizontal one only in amount of bearings – it has two bearing on both sides of the rotating mechanism and can only turn to some angle (only 60°). In this case, a motor fixed to the turret drives a gearbox with small gearing to make the camera basement move up and down elevating it in pitch. Motor is controlled by a switching mechanism to turn it on or off on time while the signal is sent from the controller.

The turret with the camera operates on three-dimensional spaces. The camera is placed like in Figure 1 on the turning mechanism on horizontal axis. There are many investigations in developing such a system that can detect and track an object on some point P = (x, y, z). Papers [6 - 8] describe different strategies for tracking the movement of an object in a space and camera rotation according to these tasks. The methods mainly describe the camera movement with its base on the back of the camera. In this work, we propose a method to track an object with tacking into account the camera movement when it is hold and turned by the center of it ensuring the stability and little angles deviation. Next results that describe the movement of the camera, which takes into account the movement of the platform where camera is placed, will be described in next paper.

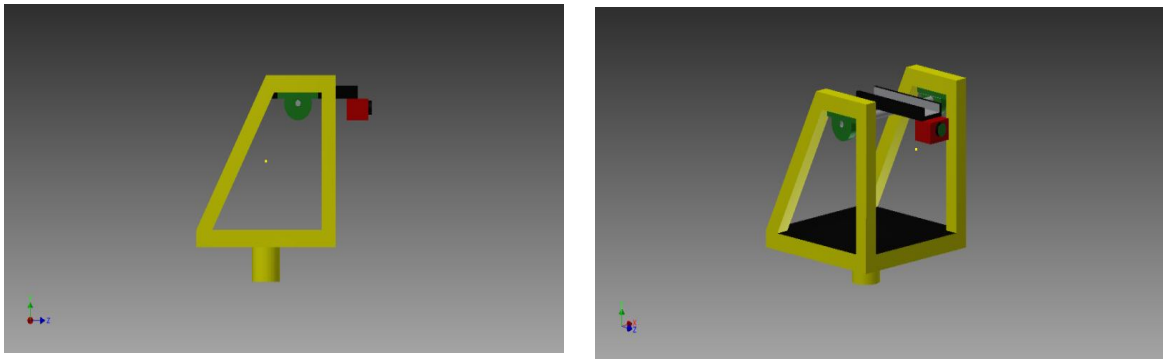


Figure 1. Turret with camera

So, suppose the camera is placed on some uniform platform and directed to some point P0 = (x0, y0, 0). Z is 0 because the point lies on x and y plane, z is only to move the camera up and down which we do not take into account because we are not interested in the objects that are out of the range of the camera in an angle of 90 degrees. For this purpose we firstly need to turn the camera around l1 axis to some angle alpha0 (|alpha0| < P/2), then around l2 angle beta0 (|beta0| < p/2).

Rotate the camera from the initial position around the axis l1 to some angle α (| α | <p / 2) and let the optical axis of the camera lens through dα. If we fix angle α and rotate the camera around the axis l2, then the line dα will rotate around the axis l2, plotting space sheeted hyperboloid of rotation (Figure 1) [4, 5].

$$\alpha_0 = \pm \text{arctg} \sqrt{\frac{x_0^2}{(y_0 + h)^2 + H^2 - h^2}}$$

Let us turn the camera from its initial position around the l2 axis to some angle beta (|beta| < Pi/2) and denote the optical axis of the lens through dbeta. Because of the first gear is fixed to second gear this revolve will not only change its direction but will also move on Oyz plane by circle with its center on point D(change) and radius h(change). We will denote new position of the camera as cbeta. l1 axis will also rotate around the l2 axis to an angle beta. Denote the l1 axis after turning as l1beta.

$$\beta = \beta(y) = \begin{cases} 2arctg(h/H), y = -2h \\ 2arctg \dfrac{H - \sqrt{H^2 + y(y+2h)}}{y + 2h}, y \neq -2h. \end{cases}$$

From the formula above, we have constructed a motion planning system for turning the turret around x- and y-axis.

4. CONCLUSION

As the system developed for practical usage in outdoor environment, practical results were more useful to us than computer modeled ones. To achieve the goal we have tested the system in cross-country environment by using as an object for detection and tracking a moving rectangular or circular objects hold by a human and moving in some average speed. The vision system was tested using six template-matching meth-

ods: square difference matching, correlation matching, correlation coefficient matching, normalized square difference matching, normalized correlation matching, and normalized correlation coefficient matching [11]. As the best suitable method for experimental results in outdoor environment normalized coefficient matching method was chosen because it has a lowest occurrence of mismatching.

We presented first results of a development of a system of autonomous object detection and trajectory planning for mobile robots and autonomous vehicles. Monocular vision system was used for environment observation and as an input device for image processing system. Testing different approaches we decided to built image processing module upon the normalized correlation coefficient matching algorithm, which has the best template matching properties: it can match images in a changing environment.

REFERENCES

[1] Weyrich M., Laurowski M., Klein P., Wang Y., 2012, High Speed Vision Based Automatic Inspection and Path Planning for Processing Conveyed Objects, Procedia CIRP 3, pp. 442 – 447.

[2] Mohammed A., Wang L., Gao R.X., 2013, Integrated image processing and path planning for robotic sketching, Procedia CIRP 12, pp. 199 – 204.

[3] Lemaire T., Berger C., Jung I.-K., Lacroix S., 2007, Vision-Based SLAM: Stereo and Monocular Approaches, International Journal of Computer Vision 74(3), 343–364.

[4] Boyko I.A., Guryanov R.A., 2013, Recognition of objects based on the video obtained from camera mounted on a mobile platform, Young scientist, #6, pp. 34-26.

[5] Steven M. LaValle, 2006, Planning Algorithms, Cambridge University Press.

[6] Weibo Wei, 2006, Study on Automatic object Detection and tracking Based on Image [D], Nanjing University of Science and Technology.

[7] Hao Zhi-cheng, Zhu Ming, 2007, Design and implementation of target intelligent detecting and tracking system [J], Opto-Electronic Engineering, 2007.34 (1), 27-31, 45.

[8] Abramov N.S., Romankin V.A., 2013, Methods of control of rotating video camera, News of Southern federal university, Technical sciences, #7 (144), 2013, pp. 173-179.

[9] Alexandrov P.S., Lectures on analytical geometry, supplemented by essential materials from algebra problems with attachment assembly, fitted solutions composed Parkhomenko A.S., Science, 1968, p. 912.

[10] Vygodskii M.Ya., Vocabulary on higher mathematics, Science, 1977, p. 872.

[11] Martin J., Crowley J. L., Comparison of Correlation Techniques, Conference on Intelligent Autonomous Systems, IAS '95, Karlsruhe, March 1995.

Исламғожаев Т., Елеусінов А., Мажітов Ш., Кеншімов Ш.

Автономды мобильді робот жасауда қолданылатын технологиялар мен архитектурасы

Түйіндеме. Мобильді роботтардың қолдану салалары жылдан жылға артып келеді өйткені олар қатерлі немесе адамның жетуі қиындатылған жағдайларда қауіпсіздікті және тапсырманың бұлжытпай орындалуын қамтамасыз етеді. Қолдану салаларын атап өтетін болсақ, олар ғылыми-зерттеу жұмыстарынан бастап, бомба табу және залалсыздандыру жұмыстарына дейін таралған. Миссиясына байланысты роботтардың конфигурациялары және мүмкіндіктері әртүрлі болады. Кей біреулерінде қол және крандар бар болса, енді біреулерінде камера арқылы сурет өңдеу және объект тану системалары орнатылған. Осы мақалада үстінде мұнарасы бар роботтың сипаттамасы берілген. Суретті өңдеу және үлгіге сәйкестендіру әдістерінің дұрысын табу үшін түрлі тәсілдер сынақтан өткен. Суретті өңдеу системасынан келіп түсетін ақпаратқа сүйеніп, робот өзінің траекториясын және қозғалыстарын жоспарлауға қатысты әрекеттерді қалай орындайтыны баяндалған.

Кілт сөздер: мобильді робот, бейне тану, траекторияны жобалау, қозғалысты басқару, автономды жүйе

Исламгожаев Т., Елеусинов А., Мажитов Ш., Кеншимов Ч.

Архитектура и использованные технологии при разработке автономного робота

Резюме. Использование мобильных роботов становится популярным во многих областях человеческой деятельности, так как они обеспечивают безопасность и хорошую работоспособность во время работы в опасных и труднодоступных местах. Области применения роботов варьируются от научно-исследовательских до нахождения бомб и их обезвреживания. В зависимости от миссии роботы различаются по конфигурации и возможностям – некоторые имеют дополнительные руки, краны и другие инструменты, а некоторые используют системы для обработки изображений и нахождения объектов для достижения поставленных целей. Робот описанный в этой статье имеет установленную сверху башню. Различные подходы были протестированы во время поиска подходящего метода для обработки изображений и сопоставления по шаблону. На основе информации поступающей от системы обработки изображений производит соответствующие действия для планирования движений и траектории мобильного робота.

Ключевые слова: мобильный робот, распознавание образов, планирование траекторий, управление движением, автономная система

УДК 622.273.2

Г.Ю. Абдугалиева, А.М. Отегенова
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, g_1102@mail.ru)

ЗАКЛАДКА ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА И ВЫБОР ЕЕ НОРМАТИВНОЙ ПРОЧНОСТИ

Аннотация. Дана методика расчета нормативной прочности закладочного массива при нисходящей слоевой выемке с учетом влияния горно-технических факторов. Одним из основных технологических параметров, позволяющих управлять нормативной прочностью закладки является допустимая ширина слоевой заходки. На основе численного моделирования получена зависимость изменения нормативной прочности закладки от допустимой ширины слоевой заходки. Особенностью систем этой группы является то, что очистные работы ведутся под искусственной кровлей, образованной закладкой вышележащего слоя. Другой особенностью является нисходящий порядок отработки горизонтальными, а чаще слабонаклонными слоями. Системы применяются при отработке неустойчивых, сильно раздробленных и трещиноватых руд высокой ценности при любой устойчивости вмещающих пород. Системы с нисходящей послойной выемкой применяются, когда недопустимо сдвижение покрывающих пород и поверхности, в особенности при комбинированном открыто-подземном способе разработки месторождений, а также в целях повышения безопасности горных работ, особенно на больших глубинах. Залежи с крутым углом падения могут быть любой мощности, а пологие должны иметь мощности не ниже средней [3].

Ключевые слова: нисходящая слоевая выемка, закладочный массив, слоевая заходка, нормативная прочность.

Одним из важнейших вопросов горного дела является разработка месторождений, которые залегают в сложных горно-геологических условиях (неустойчивые руды и вмещающие горные породы, высокая водообильность, пожароопасность и т.д.). Для разработки подобных месторождений наиболее безопасной и эффективной технологией является технология горных работ с использованием закладки выработанного пространства твердеющими смесями, в частности слоевые системы [1, 2].

Особенностью систем этой группы является то, что очистные работы ведутся под искусственной кровлей, образованной закладкой вышележащего слоя. Другой особенностью является нисходящий порядок отработки горизонтальными, а чаще слабонаклонными слоями. Системы применяются при отработке неустойчивых, сильно раздробленных и трещиноватых руд высокой ценности при любой устойчивости вмещающих пород. Системы с нисходящей послойной выемкой применяются, когда недопустимо сдвижение покрывающих пород и поверхности, в особенности при комбинированном открыто-подземном способе разработки месторождений, а также в целях повышения безопасности горных работ, особенно на больших глубинах. Залежи с крутым углом падения могут быть любой мощности, а пологие должны иметь мощности не ниже средней [3].

К осложняющим горно-геологическим факторам, которые влияют на устойчивость горных выработок и размеры параметров очистных выемок в слоевых заходках, следует относить:

- трещиноватости руд, горных пород и твердеющей закладки;
- сейсмическое воздействие взрыва на породные и искусственные обнажения, рудные целики и образование в них дополнительной наведенной трещиноватости, за счет многократных динамических нагрузок, что приводит к снижению прочности руд, пород и твердеющей закладки;
- наличие зон рассланцеваний в горных породах и образование слоистости в закладочном массиве за счет неравномерной подачи твердеющей смеси;
- физико-механические свойства руд, пород и твердеющей закладки;
- переслаивание руд и пород;
- отсутствие выдержанности по мощности и простиранию в пределах одноименной свиты (пачки) пород;
- действие гидрогеологического фактора в сильно нарушенных породах;
- увеличение собственного веса (гравитационного) руд, пород и твердеющей закладки при повышенном содержании в них влажности, что приводит к развитию процесса набухания (размокания) и пластичности, к снижению устойчивости обнажений, а следовательно к образованию вывалов и обрушений;
- крутопадающее залегание рудных тел и контактирующие с ними слабопрочные породы;

- снижение прочностных и других физических свойств руд, горных пород и твердеющей закладки за период длительного действия нагрузок на больших глубинах;

- площадь незакрепленной кровли (обнажения) в слабо прочных и нарушенных породах.

Анализ мировой практики разработки подобных месторождений с высоким содержанием ценных руд показывает, что слоевая система с нисходящей выемкой и закладкой выработанного пространства твердеющими смесями получила наибольшее распространение, благодаря высоким показателям извлечения руды и механизации всех технологических процессов, в частности, применение механизированного способа приготовления закладочных смесей и самоходного оборудования. Потери руды при применении данной системы для ряда месторождений Канады, Африки, Южной Америки и Австралии составляют 2-6%, разубоживание 3-8%, а использование самоходного оборудования на проходке выработок и очистных работ при высоком уровне механизации и автоматизации закладочных работ обеспечивают высокую производительность труда. Дальнейшее применение этой технологии в различных горно-геологических условиях требует своего дальнейшего геомеханического и технологического решения.

Одной из разновидностью слоевой системы, применяемой при разработке руд в сложных горно-геологических условиях является система нисходящими слоями с твердеющей закладкой. Возведение искусственных массивов из твердеющей закладки применяется для поддержания очистного пространства и сохранения устойчивости налегающей толщи руд и пород при большой глубине разработки, предупреждения сдвижения земной поверхности, снижения уровня потерь и разубоживания руды при полноте извлечения высокоценных руд, предупреждения возникновения эндогенных пожаров и обеспечения безопасной технологии ведения горных работ. Разработка месторождения ведется с параллельной закладкой выработанного пространства.

Данная система, благодаря высокими показателями извлечения руды и механизации с применением самоходного оборудования создает наиболее безопасные условия ведения подземных работ в пределах развития средне-устойчивых, неустойчивых и весьма неустойчивых категорий руд и пород. Сущность слоевой системы разработки нисходящими слоями с твердеющей закладкой заключается в том, что выемка запасов руд в блоках осуществляется горизонтальными слоями в нисходящем направлении в пределах этажа (50м) или подэтажа (15-17 м). Отработка первого слоя производится под рудным массивом, а все нижележащие под искусственной кровлей. Как правило, слоевые заходки располагаются вкрест простирания рудного тела. Параметры слоевых задодок в среднем составляют - ширина 4 м, высота - 3-3,5м и подбираются под размеры самоходного оборудования. Выемка запасов руды заходками производится в три череда. Первая очередь заходок расположена между рудными целиками (8 м), вторая - между закладочным массивом и рудным целиком, а третья - только между искусственными массивами [5-7].

Технология возведения закладочного массива включает следующие операции: подготовку выемочного пространства к закладке, транспортировку твердеющей смеси с закладочного комплекса до выработанного пространства; создание искусственного массива и дозакладку формирующего массива после его усадки. Основная задача закладочного комплекса заключается в подготовке твердеющей смеси, которая состоит из компонентов вяжущего заполнителя, воды и качественных добавок в определенных пропорциях. Это дает основание получить необходимую прочность твердеющей закладки. При литом способе возведения массива монолитная закладка с директивной прочностью допускает необходимую площадь обнажения породного и искусственного массивов при развитии слоевой системы разработки.

Для исключения негативных моментов при создании закладочного массива, влияющего на стабильность отработки слоевых заходок при одновременном режиме экономии расхода цемента необходимо строгое соблюдение идентичности выемочных и закладочных работ, разработка способов и приемов по усовершенствованию составов закладочных смесей и интенсификации их процессов твердения; разработка комплексного контроля за формированием искусственного массива.

Закладочный массив при слоевой разработке с нисходящей выемкой должен обеспечивать устойчивость налегающей толщи пород в течение времени отработки месторождения, предотвращение возникновения эндогенных пожаров, полноту закладки выработанного пространства, сохранение устойчивости пород и закладки в очистных заходках, отрабатываемых во вторую очередь; обеспечение минимальных потерь руды и разубоживания.

Основными факторами, влияющими на прочность твердеющей закладки являются:

- состав закладочной смеси;

- процентное содержание вяжущего и степень его помола;

- ситовой состав заполнителя;

- сроки твердения закладки;
- условие непрерывной подачи смеси в выработанное пространство для создания однородной смеси закладки и снижения ее компрессионных свойств;
- качество добавок;
- действие статических и динамических нагрузок на закладочный массив в период его твердения при ведении очистных работ;
- сейсмическое воздействие взрыва.

Под устойчивостью закладочного массива понимается его способность противостоять статическим и динамическим нагрузкам и сохранять равновесное состояние для обеспечения безопасного ведения очистных работ на весь период отработки и погашения нижележащего слоя. Это обеспечивается нормативной прочностью закладки, выбор и обоснование которой производится исходя из условий работы закладочного массива и состава твердеющей закладки.

В зависимости от конкретных горнотехнических условий разработки закладочный массив может формироваться равнопрочным по высоте или разнопрочным с созданием в нижней части высокопрочного несущего слоя.

Определение нормативной прочности твердеющей закладки для нисходящей слоевой выемки производится на основании расчетных схем и инженерных решений [7] по установлению размеров искусственной кровли в зависимости от влияния горно-геологических факторов.

Исходная формула для определения допустимых размеров (устойчивая ширина) искусственной кровли при нисходящей слоевой выемке имеет вид:

$$\ell_{доп} = 3{,}36\sqrt{\frac{\sigma_{сж}^{н} \cdot h}{K \cdot n \cdot \rho}}, \text{ м} \qquad (1)$$

где $\sigma_{сж}^{н}$ - нормативная прочность твердеющей закладки, МПа;

h – высота слоевой заходки, (мощность закладочного массива) м;

n – коэффициент запаса прочности;

ρ – средняя плотность твердеющей закладки, мг/м^3;

К –коэффициент влияния горно-геологических факторов, $К=Кα \cdot К_{б.в.} \cdot К_{сл} \cdot К_{уп} \cdot К_{ф}$;

Кα – коэффициент, учитывающий угол падения залежи;

$К_{б.в.}$- коэффициент, учитывающий влияния буро-взрывных работ;

$К_{сл}$ – коэффициент слоистости;

$К_{уп}$- коэффициент уплотнения;

$К_{ф}$ – коэффициент формы.

При определении нормативной прочности закладка должна отвечать двум основным требованиям: обеспечивать устойчивость при ее обнажении, создавать распор для поддержания кровли в очистных заходках и не превышать допустимые деформации в подрабатываемой толще пород.

Исходя из выражения (1) нормативная прочность твердеющей закладки $\sigma_{СЖ}^{Н}$, отвечающей перечисленным условиям, рассчитывается для различных стадий отработки слоевых заходок по формуле.

$$\sigma_{сж}^{н} = \frac{0{,}9 \cdot \ell_{ДОП}^{2} \cdot K \cdot n \cdot \rho}{h}, \text{ МПа} \qquad (2)$$

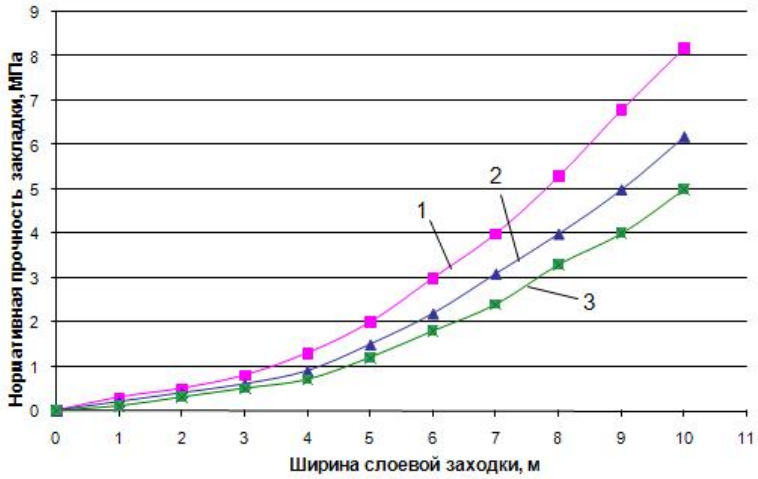
С целью выявления закономерности изменения нормативной прочности твердеющей закладки $\sigma_{СЖ}^{Н}$ – как основного показателя надежности искусственного массива – от различных факторов проведены машинные эксперименты на основе предложенной математической модели. В результате установлена закономерность изменения нормативной прочности закладки в зависимости от ширины слоевой заходки для различных стадий отработки слоевых заходок.

Для расчета были приняты следующие горно-технические условия ведения подземных горных работ: ρ=1,92 мг/м^3; Кα=1,3 (для угла падения $α=40^0$); $К_{б.в}$=0,8; $К_{сл}$=0,9; $К_{уп}$=0,9; $К_{ф}$=1,155. Коэффициент влияния горно-геологических факторов К для заданных условий будет равен $К=Кα \cdot К_{б.в.} \cdot К_{сл} \cdot К_{уп} \cdot К_{ф}$=0,973.

Подставляя значение коэффициента К в формулу (2), получим инженерную формулу расчета нормативной прочности твердеющей закладки для заданных горно-технических условий:

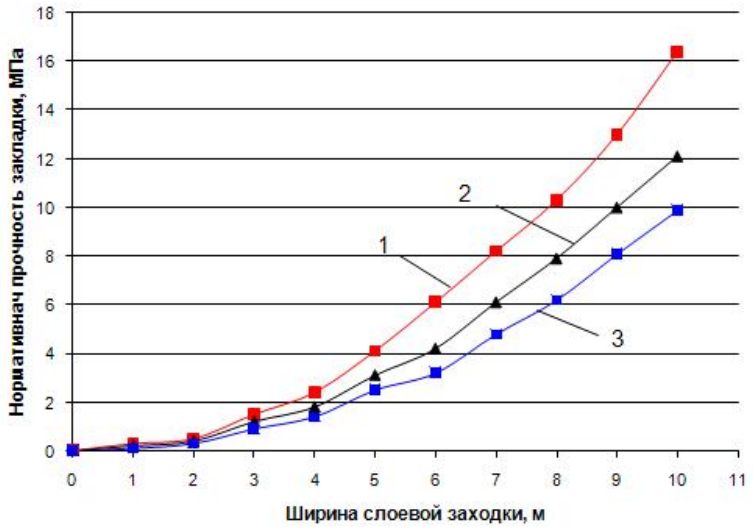
$$\sigma^{н}_{сж} = 0{,}1653 \cdot \ell^{2}_{доп} \cdot \frac{n}{h}, \text{ МПа.} \qquad (3)$$

Для слоевых заходок 1 очереди (1-2) коэффициент запаса прочности составил n=1,5, для 2 очереди (3-4) – n=3. Результаты вычислений $\sigma^{н}_{сж}$ для различных очередей выемки при высоте слоевой заходки h=3, 4, 5 м приведены на рисунках 1, 2.



1 – при высоте слоевой заходки h=3м; 2 – при h=4м; 3 – при h=5м

Рис. 1. Изменение нормативной прочности закладки в зависимости от ширины слоевой заходки (для заходки I очереди при коэффициенте запаса прочности n=1,5)



1 – при высоте слоевой заходки h=3м; 2 – при h=4м; 3 – при h=5м

Рис. 2. Изменение нормативной прочности закладки в зависимости от ширины слоевой заходки (для заходки II очереди при коэффициенте запаса прочности n=3)

На основании приведенных значений на рисунках 1, 2, изменение нормативной прочности закладки в зависимости от ширины слоевой заходки описывается уравнением полиномиальной зависимости:

1) для заходки I очереди при коэффициенте запаса прочности n=1,5

- при высоте слоевой заходки h=3м (кривая 1):

$\sigma^{H}_{СЖ} = 0{,}084\ell^{2}_{ДОП} - 0{,}029\ell_{ДОП} + 0{,}12$, R^2=0,99;

- при высоте слоевой заходки h=4м (кривая 2):

$\sigma^{H}_{СЖ} = 0{,}064\ell^{2}_{ДОП} - 0{,}026\ell_{ДОП} + 0{,}09$, R^2=0,99;

- при высоте слоевой заходки h=5м (кривая 3):

$\sigma^{H}_{СЖ} = 0{,}051\ell^{2}_{ДОП} - 0{,}018\ell_{ДОП} + 0{,}04$, R^2=0,99.

1) для заходки II очереди при коэффициенте запаса прочности n=3

- при высоте слоевой заходки h=3м (кривая 1):

$\sigma^{H}_{СЖ} = 0{,}162\ell^{2}_{ДОП} + 0{,}006\ell_{ДОП} - 0{,}005$, R^2=0,99;

- при высоте слоевой заходки h=4м (кривая 2):

$\sigma^{H}_{СЖ} = 0{,}123\ell^{2}_{ДОП} - 0{,}009\ell_{ДОП} + 0{,}01$, R^2=0,99;

- при высоте слоевой заходки h=5м (кривая 3):

$\sigma^{H}_{СЖ} = 0{,}105\ell^{2}_{ДОП} - 0{,}067\ell_{ДОП} + 0{,}04$, R^2=0,99.

Результаты численного моделирования при значениях h=3, 4, 5м; n=3; ρ=1,9 Мг/м^3 и $\ell_{ДОП}$ от 1 до 10 м, наглядно показывают закономерность изменения функции $\sigma^{н}_{сж} = f(\ell, h)$ (рис. 1, 2). Таким образом, по предлагаемому методу выбрать нормативную прочность твердеющей закладки для слоевых заходок на различных стадиях работ с учетом влияния горно-геологических факторов ведения подземных горных работ.

Практическим выходом данной работы является установление зависимости параметров слоевых заходок от нормативной прочности закладки с учетом горно-геологических факторов отработки месторождения.

Предлагаемая методика позволяет снизить вредные воздействия и проявления горного давления на устойчивость горных выработок и закладочного массива, обеспечить безопасную отработку рудных залежей и уменьшить эксплуатационные затраты при добыче руд подземным способом за счет выбранных оптимальных параметров отработки и создания устойчивого закладочного массива.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Агошков М.Н., Борисов С.С., Боярский В.А. Разработка рудных и нерудных месторождений. - М., 1998 г.

[2] Разработка месторождений с закладкой / Под ред. С.Гранхольма. - М., 1987. - 519 с.

[3] Палий В.Д., Смелянский Е.С., Кравченко ВТ. Определение нормативной прочности твердеющей закладки. Горный журнал. – 1983. - № 3.

[4] Михайлов В.В., Орт В.Г., Пятигорский Л.В. и др. Слоевая система разработки с закладкой выработанного пространства. Горный журнал. – 1998. - №8.

[5] Яковлев Н.Е. Изучение механических свойств и устойчивости слоев твердеющей закладки при нисходящем порядке отработки // Сб.: Управление технологическими процессами добычи на больших глубинах. - Новосибирск, 1983. - С. 77-85.

[6] Дейнер В.В. Разработка и внедрение методов контроля качества и расчета параметров твердеющих закладочных массивов при нисходящей слоевой выемке. - М., 1985.

[7] Требуков А.Л. Применение твердеющей закладки при подземной добыче руд. М, Недра, 1981.

Әбдуғалиева Г.Ю., Өтегенова А.М.

Қазылым кеңістікті толтырмалау және оның нормативті беріктігін таңдау

Түйіндеме. Жұмыста тау-кен техникалық факторлардың әсерін ескере отырып, қатпарлап төмендей қазу кезіндегі толтырым массивінің нормативті беріктігін есептеу әдістемесі берілген. Толтырымның нормативті беріктігін басқаруға мүмкіндік беретін негізгі технологиялық параметрге қатпарлап кірменің рұқсат етілген ені жатады. Сандық модельдеу негізінде толтырымның нормативті беріктігінің қатпарлап кірменің рұқсат етілген еніне байланысы алынды.

Кілт сөздер: қатпарлап төмендей қазу, толтырым массиві, қатпарлы кірме, нормативті беріктік.

Abdugaliyeva G.Yu., Otegenova A.M.

Backfilling of the developed space and selection of its characteristic strength

Summary. Calculation method of the backfilling mass characteristic strength during downward mining taking into account influence of the mining-process factors have been presented in the work. One of the main technological parameters, allowing to control the backfill characteristic strength, is the permissible width of the layered entry. Based

on the numerical stimulation, dependence of the backfill characteristic strength change on the permissible width of the layered entry has been obtained.

The keywords: downward layered mining, backfill mass, layered entry, characteristic strength.

УДК 004.89:004.4:681.5

З.И. Самигулина[1], Т.И. Самигулин[2]
([1]Казахский национальный технический исследовательский университет имени К.И. Сатпаева,
[2]Институт информационных и телекоммуникационных технологий,
Алматы, Республика Казахстан
zarinasamigulina@mail.ru, timur.samigulin@yandex.kz)

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕСКРИПТОРНОГО ПОДХОДА И РАЗРАБОТКА БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО ДИЗАЙНА НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ – СУЛЬФАНИЛАМИДОВ

Аннотация. В настоящее время с ростом новых информационных технологий и развитием современных виртуальных сред моделирования создание новых лекарственных препаратов является перспективным направлением исследований. В статье предложено применение дескрипторного подхода в описании структуры химических веществ для исследования количественных соотношений «структура - свойство/активность» химических соединений. Разработана база данных сульфаниламидов содержащая следующие виды дескрипторов: фрагментные, квантово-химические, физико-химические и др. Осуществлена классификация сульфаниламидов по прогностическим группам. Таким образом, обработка химической структурной информации на основе дескрипторного подхода и выбор информативных дескрипторов для построения оптимальной иммунносетевой модели является одной из главных задач при прогнозировании зависимости «структура – свойство/активность» химических веществ сульфаниламидов - кандидатов в лекарственные препараты.

Ключевые слова: компьютерный молекулярный дизайн, дескрипторный подход, сульфаниламиды, QSAR.

1. Введение

В настоящее время исследование активности органических соединений связано с решением ряда проблем в области биоинформатики, фармакологии [1], биохимии, биомедицины, молекулярной биологии, компьютерного моделирования, вычислительной техники, системного анализа, последних достижений в области искусственного интеллекта [2-4] и др.

Современные подходы исследования поиска количественных соотношений «структура- свойство/активность» (QSAR) позволяют широко применять методы информатики для анализа данных в больших хранилищах информации, при этом задача сводится к поиску численной зависимости между структурой химического соединения и его биологической активностью. В связи с этим предсказание физико-химических свойств молекул является важным этапом при компьютерном молекулярном дизайне лекарственных препаратов, а поиск потенциально активных молекул в больших базах данных химической информации позволяет осуществлять синтез новых веществ с заранее заданными свойствами [5].

Для описания структуры химических соединений применяется дескрипторный подход, в основе которого лежат дескрипторы разного уровня. В настоящее время исследовано более 3000 дескрипторов и одной из важнейших проблем является поиск наилучших дескрипторов для описания химической структуры исследуемого вещества [6-7].

Молекулярные дескрипторы характеризуют физические, химические и биологические свойства вещества. Существует несколько направлений молекулярных дескрипторов, включающих топологию (на основе теории графов), геометрические характеристики (расстояние, валентный угол и т.д.), квантово-химические и термодинамические свойства [8].

Так например фрагментные дескрипторы представляют собой числовую характеристику химической структуры [6]. Помимо фрагментных дескрипторов существуют топологические индексы, представляющие собой инварианты взвешенных молекулярных графов. Они используются для кодирования химической информации, при планировании химического эксперимента, в теории электрон-

ного строения и реакционной способности молекул, для количественного описания химических структур при анализе связи между структурой молекулы и ее свойствами [9]. Квантово-химические дескрипторы отражают следующие характеристики: энергии граничных молекулярных орбиталей; частичные заряды на атомах и частичные порядки связей - индексы реакционной способности Фукуи; энергии катионной, анионной и радикальной локализации; дипольный и высшие мультипольные моменты распределения электростатического потенциала и др. К физико-химическим дескрипторам относятся: липофильность (LogP), представляющая собой самую распространенную группу дескрипторов межмолекулярных взаимодействий для анализа соотношений «структура- свойство/активность» химических соединений. Липофильность характеризует транспортные свойства соединений в биологических объектах [10]; молярная рефракция (MR) - мера электронной поляризованности вещества; молекулярный вес (MW) - масса молекулы в атомных единицах массы; дескрипторы водородной связи и т.д. Помимо физико-химических дескрипторов существуют дескрипторы молекулярных полей [11], фармакафорные дескрипторы [12], константы заместителей, дескрипторы молекулярнного подобия и др.

Возможна классификация дескрипторов по размерности описания структуры молекул. К ним относятся: дескрипторы нулевой размерности, 1D дескрипторы, 2D дескрипторы, 3D дескрипторы (поверхность, объем, квантово-механические дескрипторы) и т.д. При выборе уровней дескрипторов, как правило стоит вопрос в определении использования 2D или 3D структуры, поскольку 3D дескрипторы являются лучшими для прогнозирования, а 2D дескрипторы требуют меньше вычислительных ресурсов и являются более экономически выгодными при проведении исследований [13-14].

Для расчета дескрипторов существует следующее современное программное обеспечение: ADRIANA.code (программное обеспечение для расчета молекулярных дескрипторов), расчет дескрипторов включает физикохимические свойства дескрипторов, форму, размер, автокорелляцию межатомной 2D дистанции распределения веса и автокорелляцию расстояния между точками поверхности; DRAGON; Molcon-Z; PaDEL-Descriptor. Программные продукты для моделирования химических соединений: KNIME, RapidMiner, WEKA, Orange, TANAGRA, SciFinder (CAS), PubChem, ChEMBL, ChemSpider, Reaxys (Beilstein + Gmelin), NCI (National Cancer Institute Databases), Kegg, DrugBank, VCCLAB.ORG, VCCLAB.ORG, ISIDA QSPR, Molecular Operating Environment (MOE), RCDK и т.д.

Выбор дескрипторов молекулярной структуры является неотъемлемой частью при проведении исследований в области поиска зависимостей «структура-свойство/активность» химических соединений для компьютерного молекулярного дизайна лекарственных аппаратов [15], а выбор оптимальных по своей структуре дескрипторов является актуальной задачей, для решения которой используются как классические методы регрессионного анализа, так и современные методы искусственного интеллекта.

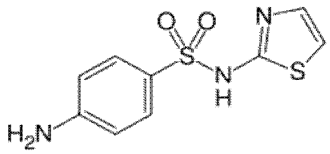
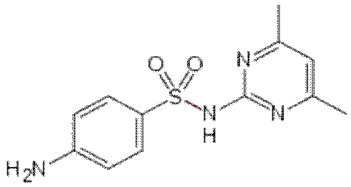
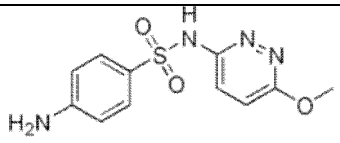
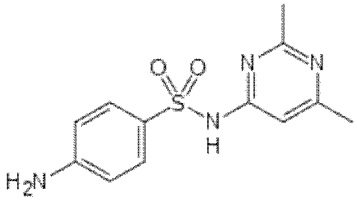
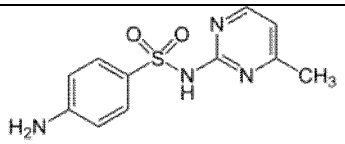
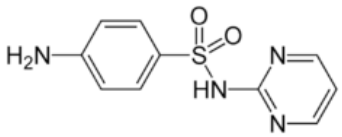
2. Выбор дескрипторов сульфаниламидов, классификация по прогностическим группам с различной продолжительностью действия

Рассмотрим класс противомикробных сульфаниламидных лекарственных препаратов. Сульфаниламидными препаратами называются лекарственные вещества, содержащие сульфамидную группу, большей частью производные бензосульфамида. Данные вещества относятся к средствам широкого антибактериального спектра действия. Сульфаниламиды являются одним из старейших классов антибактериальных препаратов. В настоящее время открыто и изучено более 6000 производных данной группы, однако практическое применение находят около 20 препаратов. В настоящее время сульфаниламиды часто используются для проведения исследований в области QSAR для поиска новых лекарственных соединений [16]. Все сульфаниламидные препараты в зависимости от химического строения классифицируются на [17]:

1. Алифатические производные: сульфаниламид (стрептоцид); сульфацетамид натрия (сульфацил-натрий); уросульфан;
2. Гетероциклические производные: сульфадиметоксин; сульфален;
3. Ароматические и гетероциклические производные: фталазилсульфатиазол (фталазол); салазодин (салазопиридазин).

Рассмотрим базу данных химических веществ сульфаниламидной группы (Таблица 1). Для поиска химической структуры и дескрипторов использовались базы данных: ChemSpider; DrugBank; PubChem; Chemicalize и спецификация химических веществ SMILES.

Таблица 1. **Фрагмент базы данных сульфаниламидов**

Название вещества	Химическая формула	2 D структура	Формат SMILE
1	2	3	4
Sulfathiazole (сульфатиазол)	$C_9H_9N_3O_2S_2$		*O=S(=O)(Nc1nccs1)c2ccc(N)cc2*
Sulfamethazine (сульфаметазин)	$C_{12}H_{14}N_4O_2S$		*O=S(=O)(Nc1nc(cc(n1)C)C)c2ccc(N)cc2*
Sulfamethoxy-pyridazin (сульфаметоксипиридазин)	$C_{11}H_{12}N_4O_3S$		*COC1=NN=C(C=C1)NS(=O)(=O)C2=CC=C(C=C2)N*
Sulfisomidine (сульфисоми-дин)	$C_{12}H_{14}N_4O_2S$		*O=S(=O)(Nc1nc(nc(c1)C)C)c2ccc(N)cc2*
Sulfamerazine (сульфамера-зин)	$C_{11}H_{12}N_4O_2S$		*O=S(=O)(Nc1nc(ccn1)C)c2ccc(N)cc2*
Sulfadiazine (сульфадиазин)	$C_{10}H_{10}N_4O_2S$		*NC1=CC=C(C=C1)S(=O)(=O)NC1=NC=CC=N1*
...	...	...	...

Далее рассмотрим фрагмент базы данных дескрипторов химических веществ сульфаниламидной группы (Таблица 2). Фрагмент содержит следующие виды дескрипторов: Pl (isoelectric point, изоэлектрическая точка); logP, logD (липофильность и гидрофобность); M_p (Molecular polarizability, молекулярная поляризуемость); P_s (polar surface area, полярная площадь поверхности, дескриптор для оценки транспортных свойств препаратов); Pl_I (Platt index, индекс Платта) R_I (Randic index, индекс Рандича); B_I (Balaban index, индекс Балабана) и т.д.

Таблица 2. **Фрагмент базы данных дескрипторов сульфаниламидов**

Вещество	Mass	pI	logP	logD	M_p	P_s	Pl_I	R_I	...	B_I
$C_9H_9N_3O_2S_2$	255.317	4.48	0.88	*-2.44*	24.19	85.08	48	7.58	...	1.63
$C_{12}H_{14}N_4O_2S$	278.33	4.51	*0.43*	*-3.08*	28.10	97.97	58	8.87	...	1.70
$C_{11}H_{12}N_4O_3S$	280.302	4.43	*0.47*	-2.94	27.15	107.20	*56*	*9.01*	...	*1.62*
$C_{12}H_{14}N_4O_2S$	278.33	5.56	0.91	-3.09	*28.10*	*97.97*	*58*	*8.87*	...	*1.70*
$C_{11}H_{12}N_4O_2S$	264.304	4.50	*0.52*	*-2.94*	*26.35*	*97.97*	*54*	*8.47*	...	*1.76*
H_2NO_3S	96.086	-	- 1.42	-3.03	6.72	83.22	12	2	...	3.02
$C_{10}H_{10}N_4O_2S$	250.277	*4.50*	*0.39*	*-2.62*	*24.59*	*97.97*	*50*	*8.08*	...	*1.84*
$C_{14}H_{12}N_4O_2S$	*300.336*	*4.46*	*1.55*	*-3.60*	*32.05*	*97.97*	*66*	*10.0*	...	*1.33*
$C_{11}H_{12}N_4O_3S$	*280.303*	*4.88*	*0.74*	*-2.91*	*27.14*	*107.20*	*56*	*9.01*	...	*1.67*
$C_{12}H_{14}N_4O_4S$	310.329	*4.43*	1.26	-3.05	29.70	116.43	62	9.94	...	1.83
$C_{10}H_9ClN_4O_2S$	284.722	*4.31*	0.85	-3.33	26.59	97.97	54	8.47	...	1.73

Рассматриваемые сульфаниламиды можно классифицировать следующим образом:

1 класс. Сульфаниламиды короткого действия (менее 10 ч);

2 класс. Сульфаниламиды средней длительности действия (10-24 ч);

3 класс. Сульфаниламиды длительного действия (24-48 ч);

4 класс. Сульфаниламиды сверхдлительного действия (более 48 ч).

В таблице 3 описаны сульфаниламиды различной продолжительности действия, информация предоставлена на основе Международного центра по сотрудничеству методологии статистики лекарственных средств (WHO Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology).

Таблица 3. **Сульфаниламиды различной продолжительности действия**

Менее 10 ч	10-24 ч	24-48 ч	Более 48 ч
Sulfaisodimidine	Sulfamethoxazole	Sulfadimethoxine	Sulfalene
Sulfamethizole	Sulfadiazine	Sulfametomidine	Sulfadoxine
Sulfadimidine	Sulfamoxole	Sulfametoxydiazine	Sulfamethoxypyridazine
Sulfapyridine		Sulfaperin	
Sulfafurazole		Sulfamerazine	
Sulfanilamide		Sulfaphenazole	
Sulfathiazole		Sulfamazon	
Sulfathiourea			

Данная классификация может использоваться при решении задачи компьютерного молекулярного дизайна лекарственных препаратов сульфаниламидов с помощью исследования и прогнозирования соотношений «структура-свойство/активность» химических соединений на основе искусственных иммунных систем (ИИС) [18, 19].

Таким образом, обработка химической структурной информации на основе дескрипторного подхода и выбор информативных дескрипторов для построения оптимальной иммунносетевой модели является одной из главных задач при прогнозировании зависимости «структура – свойство/активность» химических веществ сульфаниламидов - кандидатов в лекарственные препараты.

Исследования проводятся по гранту №ГР 0115РК00549 МОН РК по теме: Компьютерный молекулярный дизайн лекарственных препаратов на основе иммунносетевого моделирования (2015-2017 гг.).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пшенкина П.П. Предиктивные технологии исследования новых лекарственных веществ // Фармакология. – СПб., 2011. – С. 1048-1066.

[2] Montañez-Godínez N., Martínez-Olguín A.C., Deeb O., Garduño-Juárez R., Ramírez-Galicia G. QSAR/QSPR as an Application of Artificial Neural Networks // Artificial Neural Networks. – Springer, 2014. – Vol. 1260. – P.319-333.

[3] Samigulina G.A., Samigulina Z.I., Wuizik W., Krak Yu. Prediction of «structure – property» Dependence of New Organic Compounds on the basis of Artificial Immune Systems // Journal of Automation and Information Sciences. – USA: Begell hause, 2015. – Vol. 47, № 4. – P. 28-35.

[4] Fernandez M., Caballero J., Fernandez L., Sarai A. Genetic algorithm optimization in drug design QSAR: Bayesian-regularized genetic neural networks (BRGNN) and genetic algorithm-optimized support vectors machines (GA-SVM) // Molecular Diversity. – Springer, 2011. – Vol.15, №1. – P. 269-289.

[5] Прохоров Е.И. Нейронные сети для построения ограничений допустимости в задаче «структура – свойство» // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – М.: НИИ механики МГУ, 2012. – № 10. – С. 46-56.

[6] Baskin I., Varnek A. Fragment Descriptors in SAR/QSAR/QSPR Studies, molecular similarity analysis and in virtual screening // Chemoinformatic Approaches to Virtual Screening. – RCS Publishing, 2008. – P.1-43.

[7] Blum L., Reymond J. 970 million drug like small molecules for virtual screening in the chemical universe database GDB -13 // J Am Chem Soc. – 2009. – Vol. 131(25). – P. 8732-8733.

[8] Todeschini R., Consonni V. Molecular Descriptors for Chemoinformatics. – Wiley-VCH, 2009. – Vol. 41.– 1257 p.

[10] Васильев П.М., Спасов А.А. Языки фрагментарного кодирования структуры соединений для компьютерного прогноза биологической активности // Российский химический журнал. – Россия, 2006. – Т.1, №2. – С. 108-127.

[11] Leach A.R., Gillet V.J. An Introduction to Chemoinformatics. – Springer, 2007. – 255 p.

[12] Bonachera F., Parent B., Barbosa F., Froloff N., Horvath D. Fuzzy Tricentric Pharmacophore Fingerprints. Topological Fuzzy Pharmacophore Triplets and Adapted Molecular Similarity Scoring Schemes // Chem. Inf. Model. – USA, 2006. – № 46. – P. 2457-2477.

[13] Skřehota O., Svobodová Vařeková R., Geidl S., Kudera M., Sehnal D., Ionescu C., Žídek J., Koča J. QSPR designer – employ your own descriptors in the automated QSAR modeling process // Journal of Cheminformatics. – Springer, 2012. – №4. – P. 1-12.

[14] Martínez M., Ponzoni I., Díaz M., Vazquez G., Soto A. Visual analytics in cheminformatics: user-supervised descriptor selection for QSAR method // Journal of Cheminformatics. – Springer, 2015. – №7. – P. 1-17.

[15] Самигулина Г.А., Самигулина З.И. Разработка технологии имунносетвого моделирования компьютерного молекулярного дизайна лекарственных препаратов // Свидетельство о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности в Комитете по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиций РК. - Астана. - 2011. -№473. - 19 с.

[16] Sharma B.K., Pilana P., Sarbhai K., Singh P., Prabhakar S. Y. Chemometric descriptors in modeling the carbonic anhydrase inhibition activity of sulfonamide and sulfamate derivatives // Molecular Diversity. – Springer, 2010. – Vol.14, №2. – P. 371-384.

[17] Солодунова Г.Н. Сульфаниламидные препараты. – Волгоград: ВолгГМУ, 2012. –57с.

[18] Самигулина Г.А., Самигулина З.И. Построение оптимальной иммунносетевой модели для прогнозирования свойств неизвестных лекарственных соединений на основе мультиалгоритмического подхода // Проблемы информатики. – Новосибирск, 2013. – № 2. – С. 21-29.

[19] G. A. Samigulina. Immune network modeling technology for complex objects intellectual control and forecasting system. Monograph. – USA: Science Book Publishing House, 2015. – P.172.

Самигулина З.И., Самигулин Т.И.

Дескрипторлы әдісті қолдану және сульфанамид-дәрілік препараттардың жаңа молекулалық компьютерлік үлгіле арналған базасын жасау

Түйіндеме. Қазіргі кезде жаңа ақпараттық технологиялардың өсуі мен заманауи виртуалды ортада жобалаудың дамуына байланысты жаңа дәрілік препараттардың үлгілерін құрастыру -зерттеудің перспективалық бағыты болып табылады. Мақалада химиялық заттардың құрылысын сипаттауда химиялық қосылыстардың "құрылым-қасиет/белсенділік " сандық қатынастарын зерттеуге арналған дескрипторы әдісті қолдану ұсынылған. дескрипторы келесі түрлерінен тұратын сульфаниламидтардың мәліметтер базасы жасалды: фрагментті, квантты - химиялық, физико - химиялық және сульфаниламидтардың болжамалары топтар бойынша классификация лау жүзеге асырылды.

Түйін сөздер: компьютерлік молекулалық үлгі, дескрипторлы әдіс, сульфаниламидтар, QSAR.

Samigulina Z.I., Samigulin T.I.

Application of the descriptor approach and development of the databases for computer molecular design of the new drugs - sulfonamides

Summary. Nowadays, with the growth of new information technologies and the development of modern virtual environment modeling the creation of the new drugs is a perspective area of the research. The article provides the usage

of the descriptor approach in the description of the chemical structures for the study of the quantitative relationships "structure - property/activity" of the chemical compounds. A sulfonamides database containing the following descriptors: fragment, quantum-chemical descriptors, physico-chemical and etc. Sulfonamides have been classified according to prognostic groups.

Key words: computer molecular design, descriptor approach, sulfonamides, QSAR.

УДК 004.89:004.4:681.5

[1]Т.И. Самигулин, [2]О.И. Ширяева
([1]Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Алматы, Республика Казахстан, timur.samigulin@yandex.kz
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, oshiryayeva@gmail.com)

СИНТЕЗ СЛОЖНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. В настоящее время методы интеллектуальных систем приходят на замену классических методов решения задач оптимизации и управления. Это связано с потребностью в больших вычислительных мощностях в современном промышленном производстве. В статье рассматривается генетический алгоритм, как основной инструментарий для синтеза интеллектуальных регуляторов, выполняющих функции управления сложными технологическими процессами в нефтегазовой отрасли. В частности, рассматривается процесс очистки газа в дистилляционной колонне, как многомерный многосвязный объект. Для данного объекта получены результаты моделирования в программной среде MATLAB, обоснованы желаемые динамики, выбор критериев качества и вида типовых регуляторов. Для сложной системы управления данным объектом применена процедура децентрализации и для децентрализованных объектов произведена настройка параметров П-регуляторов на основе генетического алгоритма.

Ключевые слова: сложная интеллектуальная система, генетический алгоритм, П-регулятор, нефтегазовая отрасль, дистилляционная колонна.

1 Анализ применения методов интеллектуальных систем в нефтегазовой отрасли

Современное промышленное производство представляет собой совокупность многомерных технологических процессов, требующих большие вычислительные мощности для решения задач управления. В связи с открытием новых нефтяных месторождений, имеющих сложную геотехнологическую структуру, а также с удаленностью отдельных объектов нефтяной отрасли появилась необходимость создания новых подходов для разработки и эксплуатации объектов нефтедобычи. Широко применяются методы искусственного интеллекта (ИИ), основными особенностями которых являются высокая точность и быстродействие. В класс ИИ входят: искусственные нейронные сети, искусственные иммунные системы, экспертные системы, генетические алгоритмы, эволюционные алгоритмы и другие.

Искусственные нейронные сети (ИНС), как методы ИИ имеют высокий потенциал для решения проблем в нефтяной промышленности, особенно в случае ограниченного наличия или отсутствия входных данных. В статье [1] рассмотрены базовые понятия искусственных нейронных сетей (нейроны, функция активации, ANN структура), обучение (персептрона, многослойной нейронной сети), а также применение ИНС в геологии и в нефтяной отрасли.

В статье [2] рассматривается оптимальное определение реологических параметров буровых растворов с использованием генетических алгоритмов. Реологические свойства раствора непосредственно влияют на характеристики потока и на гидравлическую производительность. Данное поведение может быть описано с высокой степенью точности трёхпараметричёской моделью Гершель-Балкли. Модель на основе генетического алгоритма обеспечивает результаты с высокими коэффициентами корреляции и малыми среднеквадратическими ошибками. В некоторых случаях, данная модель дает более реалистичные результаты, чем метод золотого сечения.

В научной статье [3] рассматривается многоцелевая оптимизация процесса бурения нефтяной скважины с помощью генетического алгоритма с не доминируемой сортировкой. Сформулированы следующие задачи: максимизация глубины сверления, минимизация времени бурения и сведения к

минимуму затрат на бурение. При этом выделены важные время зависимые переменные: плотность бурового раствора, сверло вращения, нагрузка на долото и число Рейнольдса функции циркуляции.

В научном труде [4] предлагается применять генетический алгоритм с принципом удаляющегося горизонта (RHGA) для динамического распределения ресурсов. Алгоритм сочетает методы из теории управления и искусственного интеллекта, чтобы одновременно решить задачи координированного управления ресурсами и отслеживания множественных целей в динамической среде. Рассмотрен пример оптимального размещения нефтяных танкеров, с целью снижения риска аварий. При этом RHGA алгоритм способен многократно планировать траектории движения для каждого отдельного танкера.

В последние десятилетия динамическое программирование, генетические алгоритмы, алгоритмы оптимизации муравьиных колоний и некоторые градиентные методы были применены к оптимизации энергопотребления газопроводов. В работе [5] разработана модель для газопроводов с помощью улучшенного алгоритма роя частиц. Примеры показали, что относительная погрешность алгоритма роя частиц составляет менее 1%, а время вычисления гораздо меньше, чем у алгоритма оптимизации муравьиных колоний и динамического программирования.

В статье [6] предлагается использовать многоцелевой генетический алгоритм (NSGA-II) для оптимизации хранения диоксида углерода и повышения нефтеотдачи в нефтяных пластах. На основе рассмотрения экономических параметров, таких как цены на нефть, налог на углекислый газ и т.д. данный метод позволяет вносить поправки в сценарий управления производством.

Модель нейронной сети в статье [7] используется для экспериментального исследования и оценки осадка асфальтенов в легкой, средней и тяжелой фракции нефти. Осадок асфальтенов парализует эффективность добычи нефти. Большинство обычных моделей не могут точно описать процесс осаждения в широком диапазоне давлений для разных видов нефтепродуктов. Предложенная модель на основе нейронной сети обеспечивает приемлемое предсказание для различных фракций нефти и высокую производительность.

На основании вышеперечисленных исследований можно сделать вывод, что современные методы искусственного интеллекта широко применяются при организации и эксплуатации промышленного производства и могут быть применены для синтеза сложных систем. Таким образом, актуально применение методов ИИ для управления многомерным и многосвязным процессом очистки газа в дистилляционной колонне.

2 Настройка параметров регуляторов сложной интеллектуальной системы управления процессом очистки газа в дистилляционной колонне

Рассмотрим процесс очистки газа в дистилляционной колонне. Данный тип перегонки широко применятся при очистке природного газа от ненужных примесей.

Линеаризованная модель ректификационной колонны в пространстве состояний имеет вид [8]:

$$\begin{cases} \dot{z}(t) = Az(t) + Bu(t), \\ y(t) = Cz(t) \end{cases} \quad (1)$$

где матрицы $\mathbf{A} = \begin{vmatrix} -0.5105 & 0 \\ 0 & -0.5105 \end{vmatrix}$; $B = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$; $C = \begin{vmatrix} 0.0021 & -0.0031 \\ -0.0026 & 0.0037 \end{vmatrix}$.

Данная математическая модель имеет многосвязную структуру, состоящую из двух входов и двух выходов. Схематически связи передаточных функций представлены на рисунке 1:

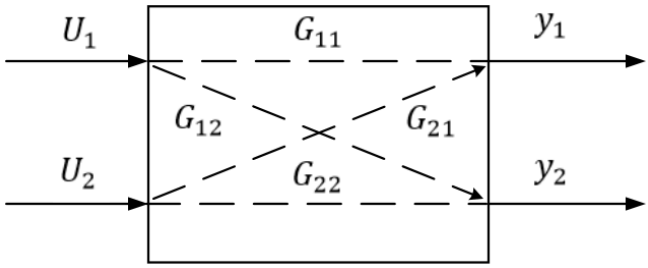


Рис. 1. Структурная схема процесса перегонки газа

Произведено моделирование процесса очистки газа в дистилляционной колонне в пакете прикладных программ MATLAB для математической модели (1). Переходные характеристики изображены на рисунке 2.

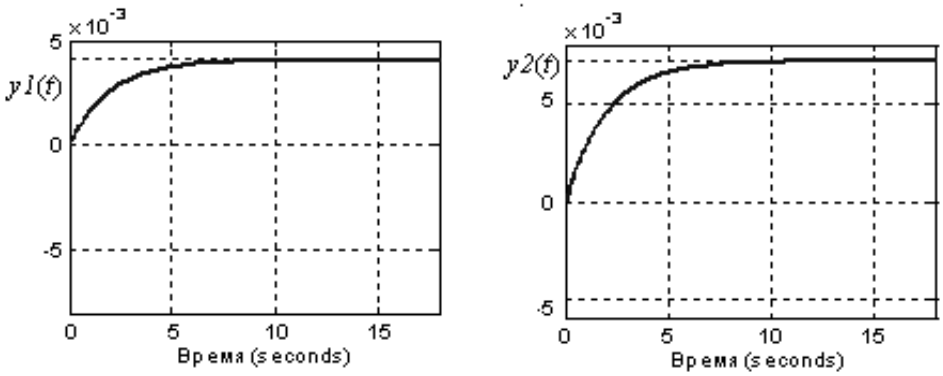


Рис. 2. Переходные процессы технологического процесса очистки газа (1)

Модель в пространстве состояний для желаемого процесса имеет вид [8]:

$$\begin{cases} z_r' = A_r z_r + B_r u, \\ y_r = C_r z_r \end{cases} \qquad (2)$$

где $A_r = \begin{bmatrix} -0.2616 & 0 \\ 0 & -0.2616 \end{bmatrix}$; $B_r = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$; $C_r = \begin{bmatrix} 0.004 & -0.007 \\ -0.0011 & 0.0017 \end{bmatrix}$.

Постановка задачи. Для сложной системы управления очистки газа (1) необходимо синтезировать регуляторы таким образом, чтобы в системе обеспечивалась желаемая динамика (2).

Для решения поставленной задачи выполнена децентрализация модели (1), которая является рабочим механизмом для использования одномерных методов для многомерного объекта. В результате применения процедуры децентрализации получены два изолированных контура управления с регуляторами, для которых выбран П-закон управления:

$$u_1(t) = K_{11p} e_1(t), \qquad u_2(t) = K_{22p} e_2(t), \qquad (3)$$

где $e(t)$ – ошибка рассогласования между желаемыми сигналами и выходными сигналами:

$$e_1(t) = y_{r1}(t) - y_1(t), \qquad e_2(t) = y_{r2}(t) - y_2(t) \qquad (4)$$

В качестве цели управления выбраны интегральные критерии качества для каждой из ошибок (4):

$$I_1 = \int_0^\infty |e_1(t)| t dt, \qquad I_2 = \int_0^\infty |e_2(t)| t dt \qquad (5)$$

Постановка задачи сводится к следующему: необходимо рассчитать коэффициенты, K_{11p}, K_{22p}, П-регуляторов (3) таким образом, чтобы минимизировать критерии качества (5).

Для расчета П-регуляторов с использованием методов интеллектуальных систем применим генетический алгоритм. Основная идея алгоритма заключается в организации структуры «естественного отбора» среди множества решений.

Предполагается, что в теории естественного отбора в конкурентной борьбе за существование выживает максимально приспособленная особь, обеспечивающая потомство. В данном контексте приспособленность характеризуется целевой функцией, причем, чем меньше будет ее значение, тем особь является более приспособленной. Интегральный критерий качества (5) выступает в качестве критерия останова выполнения генетического алгоритма.

Для вычисления пропорциональных коэффициентов усиления применено программное обеспечение GATOOL среды MATLAB, организующее генетический алгоритм, а также написан скрипт genpid.m.

В связи с тем, что система имеет сложную многосвязную структуру необходимо произвести операцию децентрализации, чтобы получить возможность применения одномерных методов для многомерных объектов. В результате получены коэффициенты для двух независимых друг от друга контуров управления K_{11p} и K_{22p}.

В таблице 1 представлены результаты вычислений коэффициентов усиления пропорциональных регуляторов на базе генетического алгоритма для процесса очистки газа в дистилляционной колонне.

Таблица 1. **Результаты вычислений с использованием генетического алгоритма**

№	Пропорциональный коэффициент усиления	Количество итераций
1	$K_{11p} = 3.699$	77
2	$K_{11p} = 3.698$	70
3	$K_{11p} = 3.712$	100
4	$K_{11p} = 3{,}709$ (гибридный алгоритм)	100
5	$K_{22p} = 0.896$	78
6	$K_{22p} = 0.891$	82
7	$K_{22p} = 0.894$	100
8	$K_{22p} = 0.901$ (гибридный алгоритм)	100

В качестве эксперимента был использован гибридный алгоритм, включающий метод наискорейшего спуска, реализуемый оператором *fminunc*. Однако быстродействие метода осталось прежним. Оператор *fminunc* позволяет находить минимум скалярной функции нескольких переменных, стартуя с некоторой начальной точки.

На основе рассчитанных коэффициентов регулятора получены результаты моделирования процесса очистки газа в дистилляционной колонне с блоком "PID-controller" в среде MATLAB (рис. 3). В блоке PID-Controller задается параметр Proportional (P), представляющий коэффициент k_p, в то время, как значения параметров Integral (I) и Derivative (D) равняются нулю. Таким образом, реализуется управление объектом по пропорциональному закону регулирования.

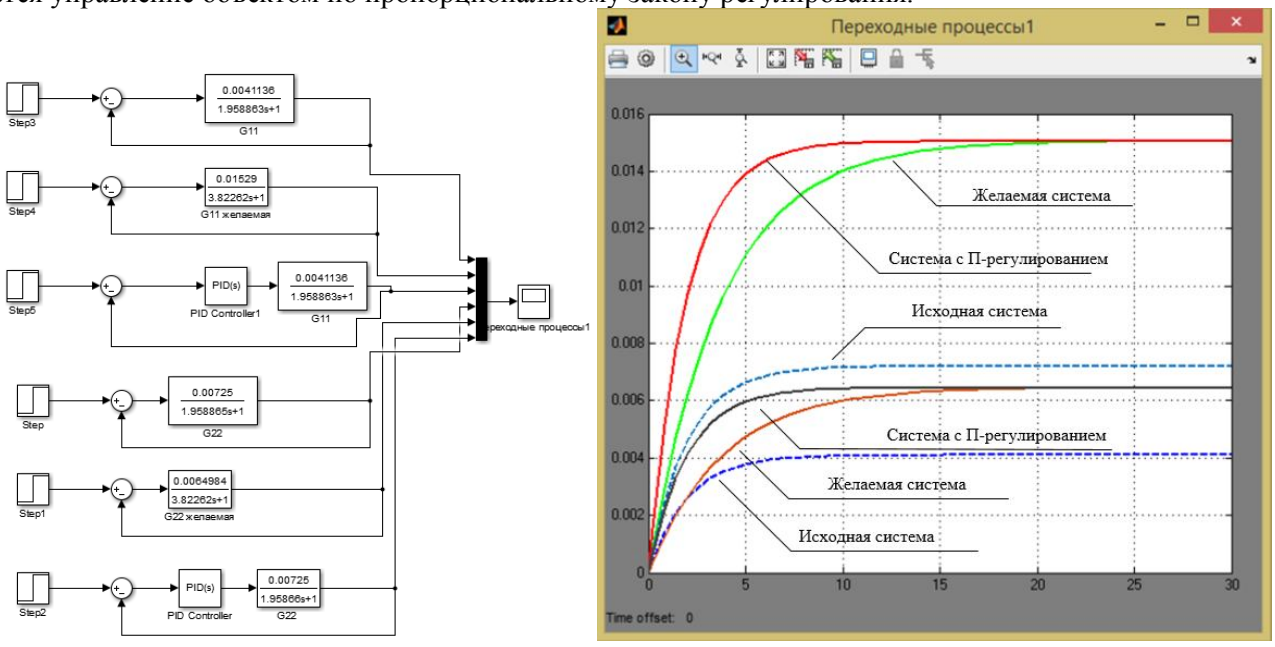


Рис. 3. Результаты моделирования процесса очистки газа в дистилляционной колоне с применением П-регуляторов

На рисунке 3 представлены выходные сигналы объекта управления (1), желаемого объекта (2), исходного объекта (1) с регуляторами (3). В соответствии с переходными процессами можно сделать вывод о том, что расчет параметров П-регуляторов на основе генетического алгоритма обеспечивает для сложной системы управления желаемую динамику.

3 Заключение

Во время выполнения исследовательской работы были получены следующие результаты: произведен анализ современных методов искусственного интеллекта и их применение в промышленном производстве, обоснована актуальность темы исследований, промоделирован процесс очистки газа в дистилляционной колонне, произведена настройка параметров регулятора для сложной модели на базе генетических алгоритмов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ashena R., Thonhauser G. Application of artificial neural network in geoscience and petroleum industry // Artificial intelligent approaches in petroleum geosciences. – Springer International Publishing, 2015. – P. 127-166.

[2] Rooki R., Ardejani F., Moradzadeh A., Mizraei H., Kelessidis V., Marglione R., Norouzi M. Optimal determination of rheological parameters for Herschel-bulkley drilling fluids using genetic algorithms (Gas) // Korea-Australia Rheology Journal. – Springer, 2012. – Vol. 24. – P. 163-170.

[3] Guria C., Goli K., Pathak A. K. Multi-objective optimization of oil well drilling using elitist non-dominated sorting genetic algorithm // Petroleum Science. – Springer Berlin Heidelberg, 2014. – Vol. 11. – P.97-110.

[4] Bye R.T. A receding horizon genetic algorithm for dynamic resource allocation: a case study on optimal positioning of tugs // Computational intelligence. – Springer Berlin Heidelberg, 2012. – Vol. 399. – P. 131-147.

[5] Zheng Z., Wu C. Power optimization of gas pipelines via an improved particle swarm optimization algorithm // Petroleum Science. – Springer, 2012. – Vol. 9. – P. 89-92.

[6] Safarzadeh M., Motahhari S., Co-optimization of carbon dioxide storage and enhanced oil recovery in oil reservoirs using a multi-objective genetic algorithm (NSGA-II) // Petroleum science. – China University if Petroleum, 2014. – Vol.11. – P. 460-468.

[7] Alimohammadi S., Amin J.S. Estimation of asphaltene precipitation in light, medium and heavy oil: experimental study and neural network modeling // Neural computing and applications. – Springer London, 2015. – P. 1-16.

[8] Minh V.T., Rani A.A. Modeling and control of distillation column in a petroleum process // Mathematical problems in engineering. – Perak.: Hindawi Publishing Corporation, 2009. - 14 p.

Самигулин Т.И., Ширяева О.И.

Мұнай саласындағы күрделі интеллектуалды басқару жүйесін гинетикалық алгоритм негізінде синтездеу

Түйіндеме. Мақалада мұнай-газ саласындағы күрделі технологиялық үдерістерді басқару қызметін орындайтын интеллектуалды реттегіштерді синтездеу құралының негізі ретінде генетикалық алгоритмдер қарастырылады. Mathwork MATLAB компаниясының бағдарламалық ортасында тазартылған бағандағы газды тазалау үдерісінің математикалық моделіне талдау жүргізілді. Берілген күрделі, көп өлшемді моделі үшін технологиялық үдеріс легінің кірісі мен шығысын басқару П-реттегіш параметрлерін баптау арқылы жүргізілді.

Түйін сөздер: интеллектуалды реттегіш, көп өлшемді жүйелер, генетикалық алгоритмдер, П-реттеу, мұнай-газ саласы, тазартылған бағаң.

Samigulin T.I., Shiryayeva O.I.

Synthesis of multiply smart control systems of oil and gas industry based on genetic algorithm

Summary. In this article intelligent controllers for multiply processes in the oil and gas industry based on genetic algorithm are synthesized. In particular, the gas purification process in a distillation column as the multidimensional multiply object. For this object the simulation results obtained in MATLAB, justified by the desired dynamics, the choice of quality criteria and the type of typical controllers. For multiply control systems the procedure of decentralization applied and adjust the parameters of the P-controllers based on genetic algorithm.

Key words: multiply smart system, genetic algorithm, P-controller, oil and gas industry, distillation column.

УДК 681.5,587(075)

Ж.Т. Жумашева, А. Муратбеккызы
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, email: arailym.muratbek@mail.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СИТУАЦИЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ДВУНОГОГО РОБОТА

Аннотация. В статье рассматривается планирование перемещения двуного робота с помощью ультразвуковых датчиков. Рассматривается выбор ультразвуковых датчиков, область действия, исходя из этих данных, построена нейронная сеть. Выходами сети являются агенты, которые обозначены цифрами и символизируют действия и движения двуногого робота. Разработана классификационная таблица, которая описывает ситуации возможного перемещения двуногого робота.

Ключевые слова: двуногий робот, ультразвуковые датчики, система планирования, нейронные сети, нечеткая логика, интеллектуальные системы.

Для формирования движения быстродействующей и достаточно гибкой системы планирования перемещения робота датчики играют особенную роль. В практике очень часто применяются ультразвуковые, инфракрасные датчики и так же видео-камеры с ПЗС- матрицей. В отличие от видеокамер, использование ультразвуковых и инфракрасных датчиков позволяет более оперативно получать всю необходимую информацию в зоне нахождении робота. При этом, ультразвуковые датчики в отличии от инфракрасных датчиков имеют более широкий диапазон измерения расстояния и отличается гибким температурным режимом [1, 3].

Помимо этого, выбор ультразвуковых датчиков обусловливается дешевизной, широким диапазоном измерения (от 3 см до 3 м), высокой выходной мощностью, необходимой для идентификации препятствий и его движения по направлению к роботу. Ультразвуковые датчики так же позволяют быстро обработать данные, для оперативного движения двуного робота, имеют полный обзор окружающей среды и возможность установку без какого либо искажения динамических и статистических характеристик [3, 4, 6].

Способность ультразвуковых датчиков распознавать объекты зависит от следующих факторов: ориентация препятствий, отражательная способность и наличие искривлений на его поверхности. Основным его недостатком можно отметить невозможность распознавания острых граней объекта. Для того чтоб разработать нейронную сеть, позволяющую полностью классифицировать ситуации в среде с подвижными объектами, необходимо определить возможное расстояние от препятствия до двуногого робота, что условно обозначим как d_{Si}, так же важно определить безопасное расстояние передвижения двуногого робота, значимым как $d_{без}$. Эти данные будут получены от ультразвуковых датчиков, и на их основе мы можем разработать нейросеть, а именно многослойный персептрон, который будет обучен по методу обратного ответа, то есть распространения ошибки [5].

Область действия ультразвуковых датчиков можно разделить на 3 зоны, как на рисунке-1.

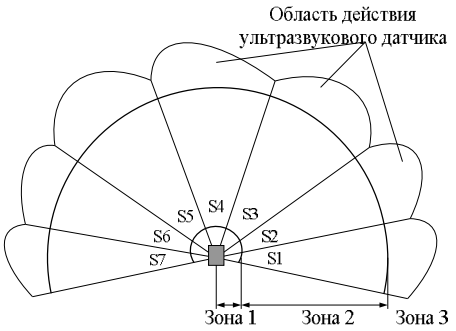
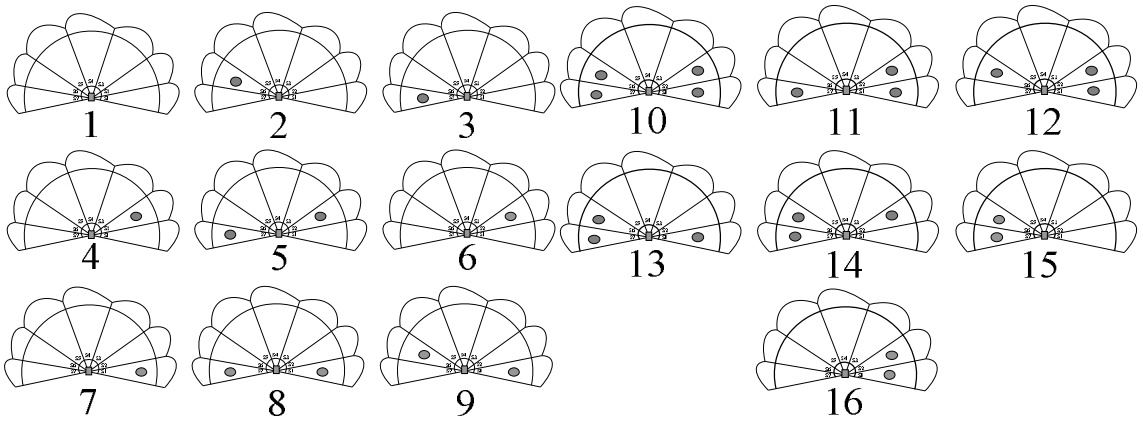


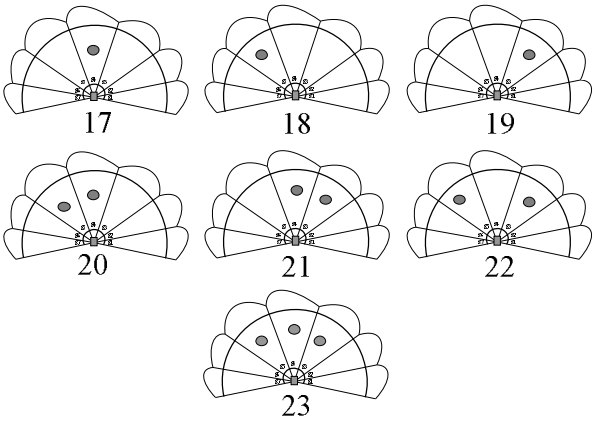
Рис. 1. Три зоны области действия ультразвуковых датчиков

Первая зона – зона, которая не имеет значения при классификации информации об окружающей среде, обозначается как $d_{без}$;

Вторая зона – зона обнаружения от 0,3 м до 2 м, является активной зоной;
Третья зона – зона обнаружения более 2 м., является дальней зоной.
На основе этих зон, датчики могут отражать три ситуации значимыми цифрами 0, 1, 2.



а – навигация к цели; б – движение по стене;



в – обход столкновений.

Рис. 2. Возможное расположение препятствий

На рисунке 2 показаны все ситуации расположения препятствий при движении к цели, по стене и обхода столкновений.

На основе этих данных построим таблицу-1 со всеми возможными ситуациями движения двуногого робота и представим, какое именно решение должно приниматься на каждом шагу итерации. На выходе таблицы будут представлены агенты значимый цифрами 3 – обход столкновений, 4 – движение по стене, 5 – навигация к цели [7].

Таблица-1

Режим	d_{S1}	d_{S2}	d_{S3}	d_{S4}	d_{S5}	d_{S6}	d_{S7}	**Агент**
1	0	0	0	0	0	0	0	Навигация к цели
2	0	1	0	0	0	1	0	Навигация к цели
3	0	1	0	0	0	0	0	Навигация к цели
4	0	0	0	0	0	1	0	Навигация к цели
5	1	1	0	0	0	0	0	Движение по стене
6	0	0	0	0	0	1	1	Движение по стене
7	1	1	0	0	0	1	2	Движение по стене
8	1	1	0	0	0	1	1	Движение по стене
9	1	1	0	0	0	1	1	Движение по стене
10	2	2	0	0	0	1	1	Движение по стене
11	2	1	1	2	2	2	2	Обход столкновений

12	2	2	2	1	2	2	2	Обход столкновений
13	2	2	2	2	1	2	2	Обход столкновений
14	2	2	1	1	2	2	2	Обход столкновений
15	2	2	1	2	1	2	2	Обход столкновений
16	2	2	2	1	1	2	2	Обход столкновений
17	2	2	1	1	1	2	2	Обход столкновений

Местоположение двуногого робота определяется с помощью данной таблицы, где представлены все возможные ситуации расположения столкновения или беспрепятственного пути двуногого робота. На основе этой информации можно построить нейронную сеть. Она будет строиться с применением блока кодирования. Входами нейронной сети являются расстояния от каждого датчика к возможным препятствиям [1,6].

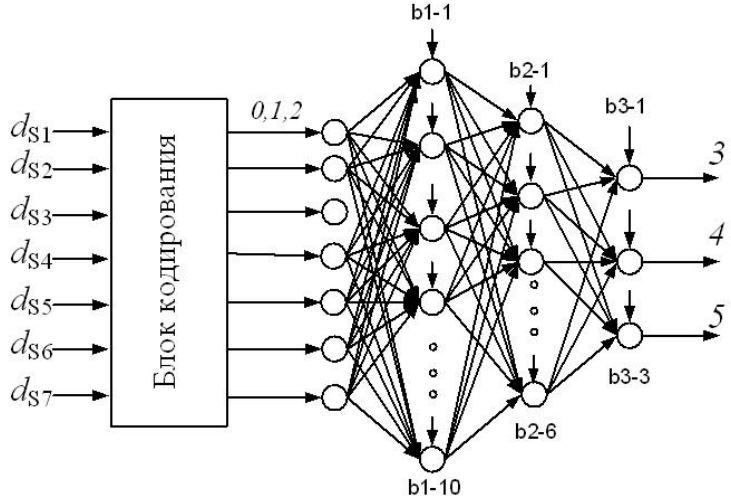


Рис. 3. Структура нейронной сети

На рисунке-3 представлена структура нейронной сети. Построенная нейронная сеть включает себя три слоя, из них два слоя скрытые и один слой выступает как выходной слой. В данной системе представлены 19 нейронов: 10 первого слоя, 6 второго и 3 выходного слоя. Обучение происходит по методу обратного распространения ошибки. Рассмотрим уравнения, по которым можно рассчитать значения выходного слоя:

$$\delta_k(i) = (y_{dk}(i) - O_k(i)) \cdot f^{'}(net_k);\ f^{'}(net_k) = 1;$$

в данном случае используется линейные функции активации:

$$\delta_k(i) = (\delta_{dk}(i) - O_k(i));\ w_{kh}(i) = \eta \cdot \delta_k(i) \cdot O_h(i);$$

– второй слой: $\delta_h(i) = (1 - O_h^2(i)) \sum_k \delta_k(i) \cdot w_{kh}(i)$; $w_{kh}(i) = \eta \cdot \delta_h(i) \cdot O_j(i);$

– первый слой: $\delta_j(i) = (1 - O_j^2(i)) \sum_h \delta_h(i) \cdot w_{hj}(i)$; $w_{jm}(i) = \eta \cdot \delta_j(i) \cdot O_m(i);$

– весовые матрицы:

$$w_{kh}(i+1) = w_{kh}(i) + \Delta w_{kh}(i) + \alpha.\Delta w_{kh}(i-1);$$

$$w_{hj}(i+1) = w_{hj}(i) + \Delta w_{hj}(i) + \alpha.\Delta w_{hj}(i-1);$$

$$w_{jm}(i+1) = w_{jm}(i) + \Delta w_{jm}(i) + \alpha.\Delta w_{jm}(i-1);$$

– первая итерация (i=1): $\Delta w_{kh}(i-1) = 0$; $\Delta w_{hj}(i-1) = 0$; $\Delta w_{jm}(i-1) = 0$;

здесь $\delta_k(i)$ - ошибка в k-ом нейроне выходного слоя; $y_{dk}(i)$ - нормализованный желаемый выход нейронной сети; $\Delta w_{kh}(i)$ - обновленные значения весов матрицы между выходным и скрытыми слоями; η - коэффициент скорости обучения; α - коэффициент инерционности; $\Delta w_{kh}(i-1)$ - предыдущее обновление значений матрицы весов; $w_{kh}(i+1)$ и $w_{kh}(i)$ - новое и текущее значения матрицы весов; $\delta_h(i)$ - распространяющаяся ошибка в скрытых слоях; $\Delta w_{hj}(i)$ - обновленные значения весов матрицы между вторым и первым слоями; $\Delta w_{hj}(i-1)$ - предыдущее обновление значений матрицы весов; $w_{hj}(i+1)$ и $w_{hj}(i)$ - новое и текущее значения матрицы весов; $\delta_j(i)$ - распространяющаяся ошибка в втором слое; $\Delta w_{jm}(i)$ - обновленные значения весов матрицы между скрытыми слоями; $\Delta w_{jm}(i-1)$ - предыдущее обновление значений матрицы весов; $w_{jm}(i+1)$ и $w_{jm}(i)$ - новое и текущее значения матрицы весов [2, 4, 5].

В заключении, следует отметить, что разработанная на основе ультразвуковых датчиков нейронная сеть позволяет исходя из возможного местоположения двуногого робота, выбирать правильный вариант действий и движений. Это в свою очередь позволяет обеспечить безопасную траекторию движения двуногого робота.

Ультразвуковые датчики являются самым оптимальным по выбору из датчиков, так как по ряду из параметров действуют наилучшим образом. В статье обосновывается выбор именно ультразвуковых датчиков, разработана классификационная таблица всех действий двуногого робота на основе датчиков и построена нейронная сеть.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шоланов К.С. Шагающий аппарат. А.С.№1716702. -М., 1989.

[2] M. Vukobratovic and D. Juricic, “Contribution to the synthesis of biped gait,” IEEE Trans. Bio-Med. Eng. , vol. BME-16, no. 1, pp. 1–6, 2009.

[3] F. Gubina, H. Hemami, and R. B. McGhee, “On the dynamic stability of biped locomotion,” IEEE Trans. Bio-Med. Eng. , vol. BME-21, no. 2, pp. 102–108, 2003.

[4] I. Kato, S. Matsushita, T. Ishida, and K. Kume, “Development of artificial rubber muscles,” in Proc. Third Int. Symp. External Control of Human Extremities, 2013, pp. 565–582.

[5] H. Miura and I. Shimoyama, “Dynamic walking of a biped,” Int. J. Robot. Res., vol. 3, no. 2, pp. 60–74, 2011.

[6] M. N Raibert, Legged Robots That Balance. Cambridge, MA: MITPress, 2006.

[7] S. M. Song and K. J. Waldron, “An analytical approach for gait and its application on wave gaits,” Int. J. Robot. Res. , vol. 6, no. 2, pp. 60–71, 2010.

Жұмашева Ж.Т., Мұратбеккызы А.

Ультрадыбыстық бергіштерді екіаяқты роботтың қозғалысы кезіндегі жағдайларды жіктеу негізінде қолдану

Түйіндеме: Аталған мақалада екіаяқты роботтың қозғалысы кезінде пайда болатын бос аймақтарды анықтау үшін ультрадыбыстық бергіштерді қолдану қарасытырылады. Бергіштердің бірнеше түрі қарастырылып, олардың ішінде ультрадыбыстық бергіштердің ерекшеліктері мен ұтымдылығы көрсетіледі.

Ультрадыбыстық бергіштердің жұмыс істеу аумағының негізінде екіаяқты робот жүрісінің барлық жағдайлары келтірілен классификациялық кестесі құрастырылыған. Кері қате тарату әдісімен оқытылған нейрожүйе жобаланып, кері қате тарату әдісінің есептеулері жасалған.

Түйін сөздері: екіаяқты робот, ультрадыбыстық бергіш, жобалау жүйесі, нейрондық жүйе, айқын емсе логика, интелектуалды жүйе.

Zhumasheva Zh.T., Muratbekkyzy A.

The use of ultrasonic sensors to classify situations when moving biped robot

Summary: This article discusses the use of ultrasonic sensors for the determination of free zones for the movement of the biped robot. Here are several types of sensors and identifies the benefits of ultrasonic sensors.

On the basis of ultrasonic sensors built classification table to bringing the situation of all possible movements bipedal robot. It built a neural network which is trained by back propagation. Also presents the calculation method of back propagation.

Key words: bipedal robot, ultrasonic sensors, the planning system, neural networks, fuzzy logic, intelligent systems.

УДК. 574: 628.39

Г.Х. Керейбаева, С.А. Орынбасар
(НАО Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: kereibayeva_g@mail.ru)

ВОЗМОЖНОСТИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В настоящее время перед обществом стоит важная экологическая задача, заключающаяся в том, чтобы освоение и преобразование природных ресурсов не сопровождалось деградацией окружающей среды.

Рассмотрены существующие и перспективные направления обезвреживания и ликвидации нефтехимического загрязнения почвы. Приведена технология биорекультивации замазученных земель с использованием биопрепаратов на основе отходов растительного и пищевого происхождения. Предлагаемая технология очистки почв от нефтяных загрязнений позволит значительно снизить затраты на ликвидацию проливов нефти за счет более эффективного и быстрого восстановления продуктивности нефтезагрязненных земель и возвращения их в природно-хозяйственное пользование.

Ключевые слова: нефтезагрязненные почвы, обезвреживание, ликвидация, отходы зерновых культур, биокомпостирование.

Разливы нефти и нефтепродуктов имеют место в процессах производства, транспортировки, переработки, хранения, приема, отпуска, а также при использовании товарных продуктов. Чрезвычайно актуальна эта проблема в связи с изношенностью оборудования, а также несоблюдением технологической дисциплины на территориях промышленных предприятий, а также в местах прохождения технологических эстакад, трубопроводов, имеют место значительные разливы данных продуктов.

Ликвидация нефтехимического загрязнения требует особых рекультивационных работ. Разлитая на поверхность земли нефть приводит к загрязнению подземных вод и почвенных ресурсов.

Механическое удаление разлитой на поверхности земли нефти приводит к снятию плодородного слоя почв. Применение химических реагентов типа сорбентов, эмульгаторов и др. также нежелательно, т.к. многие из них высокотоксичные. Захоронение разлившейся нефти в земляных амбарах также является нежелательным, поскольку в этом случае возникает внутрипочвенный поток нефти, который, даже при отсутствии риска загрязнения подземных вод, очень слабо минерализуется. Восстановление загрязненных экосистем путем выжигания нефтяных разливов и амбаров также оказывает крайне негативное влияние. Зарастаемость территории после такого выжигания, по сравнению с невыжженными участками, происходит, по меньшей мере, в 2 раза медленнее [1].

Из существующих и перспективных направлений ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов выделяются механические методы, осуществляемые с помощью сорбентов. В качестве природных сорбентов используются материалы на основе угля, торфа, отходов зерновых культур (ОЗК). В настоящее время отработанные сорбенты чаще всего сжигаются или депонируются, что нередко приводит к вторичному загрязнению окружающей среды и образованию высокотоксичных газовых выбросов.

В настоящее время наилучшим способом биологической обработки нефтезагрязненных почв является применение углеводоокисляющих микроорганизмов, использующих органические соединения нефти как субстрат для своего роста и размножения, чем способствуют их удалению. Необходимо разрабатывать перспективные агротехнические, фитомелиоративные методы и микробиологические способы очистки почв от нефтяных загрязнений, способствующие ускорению процессов очищения и восстановления почвенного покрова.

По доступности и дешевизне наиболее перспективным и эффективным деструктором нефти и нефтепродуктов является рисовая шелуха – возобновляемый многотоннажный отход рисоводства. В связи с этим, целесообразно использование рисовой шелухи в качестве регулятора процесса самоочищения почвы от нефтепродуктов.

Нефтезагрязненная проба почвы представляет собой массу темно-коричневого цвета с резким неприятным запахом нефтепродуктов [2].

Следуемые навески пробы почвы смешивается в различных соотношениях с рисовой шелухой с тем, чтобы оценить аэрирующую эффективность почвы в результате разрыхления ее наполнителем

(шелухой) [2]. Смесь почвы с шелухой смачивается водой для того, чтобы создать благоприятное условие для равномерного смешения компонентов, так как тесный и равномерный контакт почвы с шелухой способствует интенсивной деградации (разрушению) нефтепродуктов.

Результаты серии опытов показывали, что во всех вариантах экспериментов по мере истечения времени и перемешивания загрязненная почва постепенно теряла запах нефтепродуктов и соответственно ее цвет становился светлее. Во всех вариантах опыта без исключения через 2–3 недели почва полностью просветлела, а запах вовсе исчез. Эти визуальные и качественные показатели свидетельствуют в пользу того, что рисовая шелуха является прекрасным наполнителем загрязненной почвы, способствующей интенсивной деградации нефтепродуктов. Рисовая шелуха, создавая воздушное пространство внутри почвы, способствует интенсивному окислению нефтепродуктов кислородом воздуха. Таким образом, в интенсивном окислении и деградации нефтепродуктов главную роль играет рисовая шелуха за счет аэрирования внутреннего пласта загрязненной почвы.

Интенсивность деградации нефтепродуктов в почве, [2] главным образом, зависит от:

- количества рисовой шелухи;
- времени перемешивания;
- глубины аэрации почвы;
- температуры среды и т.д.

При этом в нефтезагрязненные почвы наряду с рисовой шелухой вносятся навоз, семена дикорастущих растений и другие наполнители, способствующие восстановлению растительного покрова почвы. Необходимо отметить, что рисовая шелуха в силу ее устойчивости к разрушению, долгое время сохраняется в пластах почвы, создавая условия порообразованию и накоплению в них воздуха и влаги. В свою очередь накопление влаги и воздуха в загрязненных почвах способствует восстановлению растительного ее покрова. Наличие в составе наполнителя навоза, органических и минеральных удобрений наряду с семенами дикорастущих растений создают также благоприятные условия для восстановления растительного покрова почвы и ускоренной деградации нефтепродуктов.

Изложенный метод рекультивации нефтезагрязненных участков месторождения является наиболее простым и доступным в пустынных условиях [4]. Однако, наряду с этим имеется еще наиболее перспективное направление очистки почвы от нефтепродуктов путем разрушения их с помощью микроорганизмов, использующих нефтепродукты в качестве питательной среды и, следовательно, разлагающие углеводородное сырье на углекислый газ и биомассу. Методы рекультивации нефтезагрязненных участков с использованием рисовой шелухи и биокомпоста на основе той же рисовой шелухи по части их внесения и обработки почвы ничем не отличаются. Отличаются лишь в получении биокомпоста путем предварительного биоразрушения рисовой шелухи с использованием целлюлозоразрушающих почвенных аэробных и анаэробных микроорганизмов.

Наиболее приемлемым методом биологической утилизации углеводородсодержащих отходов является компостирование нефтеотходов. Принцип работы компостирования основан на разложении углеводородов микроорганизмами, которые в результате своей жизнедеятельности вырабатывают ферменты, окисляющие один или несколько видов углеводородов. Конечными продуктами метаболизма являются CO_2, H_2O, тепло и большое количество биомассы.

Технология получения биоактивного препарата на основе рисовой шелухи и пищевых отходов включает специальную обработку сырья в малогабаритных модульных установках [2].

Биологическая активность препарата обеспечивается иммобилизацией поверхности рисовой шелухи адаптированной культурами бактерий-деструкторов – почвенными гетеротрофными микроорганизмами, которые относятся к группе углеводородокисляющих бактерий и могут использовать углеводороды нефти в качестве единственного источника питания как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Вследствие этого почвенные бактерии моментально реагируют на нефтяное загрязнение почвы и отвечают повышением валовой численности и усилением активности.

Биоактивированная рисовая шелуха («Биошел»), используется как биопрепарат для разрушения нефтепродуктов в почве, так и в качестве биоактиватора пищевых отходов, образующиеся в вахтовых поселках нефтяников.

Использование биоактивированных пищевых отходов для биокомпостирования замазученных грунтов осуществляется на месте образования отходов и достигается весьма дешево.

Для того чтобы использовать пищевые отходы в качестве биопрепарата, их предварительно обрабатывают в специальных условиях в присутствии препарата «Биошел».

При этом препарат «Биошел» используется в качестве «биозакваски» пищевых отходов.

Таким образом, предварительно иммобилизованные пищевые отходы в дальнейшем используются в качестве биодеструктора нефтепродуктов в составе замазученного грунта.

Особенность биокомпостирования нефтезагрязненных земельных ресурсов заключается в том, что используемые «биоактиваторы» – «Биошел» и «биозакваска» – в свою очередь являются отходами. Наряду с этим использование многотоннажных возобновляемых отходов растительного и пищевого происхождения для восстановления нефтезагрязненных земельных участков существенно дешевле и проще по сравнению с известными процессами.

Важное достоинство анаэробной ферментации – возможность использовать остаток (шлам) органического вещества, образующегося в метантенках, как органические биоудобрения. Анаэробная технология привлекательна еще и тем, что ее сырьевую базу можно считать неограниченной.

Под влиянием фермента целлюлозы, находящейся на поверхности клеток микробов, клетчатка гидролизуется с образованием промежуточных соединений типа глюкозы и целлобиозы.

Последняя под действием фермента переходит в глюкозу, которая подвергается дальнейшим превращениям по типу маслянистого брожения с образованием масляной, уксусной, янтарной, молочной и муравьиной кислот, водорода, углекислого газа и иногда спирта, с освобождением небольшого количества энергии.

Возбудителями анаэробного разложения клетчатки являются мезофильные и термофильные микроорганизмы, относящиеся в своем большинстве к роду Clostridium.

Аэробное разложение клетчатки. Большое количество клетчатки находится в поверхностных хорошо аэрируемых слоях почв. Здесь она разлагается аэробными микроорганизмами, вовлекаясь в общий кругооборот углерода в природе. Особенно много аэробных организмов, разлагающих клетчатку, в окультуренных пахотных почвах, удобренных навозом.

Общая схема аэробного разложения клетчатки сводится к тому, что под влиянием фермента целлюлозы, выделяемого микроорганизмами, происходит гидролиз клетчатки до образования водорастворимых углеродистых соединений, возможно сахаров, которая в присутствии кислорода окисляется с образованием оксикислот.

Образующиеся оксикислоты являются хорошим энергетическим материалом для групп азотофиксирующих бактерий почвы, а урановые кислоты участвуют в образовании гумуса.

В аэробном разложении клетчатки принимают участие многие виды плесневых грибов (Aspegillus, Penicillium, Clodospoeium, Botrytis, Fusarium) актиномицеты и бактерии. Наиболее энергетичными разрушителями являются бактерии.

Компостирование, процесс биоразложения протекает от 6 до 10–12 месяцев (это зависит от правильности проведения технологических мероприятий) и является природным экологически чистым процессом. Кроме того, при этом не используются какие-либо химические материалы, грунтовые воды защищены (дренажная система). Компостирование утилизирует, нейтрализует нефтеотходы.

Технология очистки почв от нефтяных загрязнений позволит значительно снизить затраты на ликвидацию проливов нефти за счет более эффективного и быстрого восстановления продуктивности нефтезагрязненных земель и возвращения их в природно-хозяйственное пользование.

Литература

[1] Хлесткин Р.Н. и др. Разработка и исследование матов на основе сорбента "СИНТАПЭКС" для сбора нефти и нефтепродуктов при их аварийных разливах. //Транспорт и хранение нефтепродуктов. – 1998. –№10. – С. 26-30.

[2] Ногаев Ш.Н. Автореферат-диссертация на соискания ученой степени кандидата технических наук «Разработка технологии рекультивации замазученных земельных ресурсов в условиях месторождения» . – Алматы, 2006.

[3] Панов Г.Н., Петряшкин Л.В., Лысяный Г.Н. Охрана окружающей среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. – М.:Недра, 1986. – С. 250.

[4] Хлесткин Р.Н., Самойлов Н.А. О ликвидации разливов нефти при помощи растительных отходов. //Нефтяное хозяйство. 2000. – №7. – С.84-85.

Керейбаева Г.Х., Орынбасар С.А.

Дәнді дақылдардың қалдықтарын жою арқылы мұнай және мұнай өнімдері төгілуін жою мүмкіндіктері.

Түйіндеме. Топырақтың мұнайхимиялық ластануының белгілі және болашағы бар әдістері қарастырылған. Өсімдік және тамақ қалдықтары негізіндегі биопрепараттарды қолдану арқылы мазутталған жерлерді биорекультивациялау технологиясы келтірілген. Топырақты мұнаймен ластанудан тазартудың ұсынылып отырған

технологиясы мұнаймен ластанған жерлердің өнімділігінің тиімді, тез қалпына келетіндігінен және шаруашылыққа пайдалануға қайтарылатындығынан, мұнай төгілімдерін жоюға жұмсалатын шығындарды кәдімгідей қысқартуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: мұнаймен ластанған топырақ, залалсыздандыру, жою, дәнді дақылдардың қалдықтары, биокомпостирлеу.

Kereibayeva G. H., Orynbasar S. A.

Possibilities of elimination of oil spills and oil products with use of waste of grain crops

Summary. The existing and perspective directions of neutralization and elimination of petrochemical pollution of the soil are considered. The technology of biorecultivation of oil-contaminated lands with use of biological products on the basis of waste of a vegetable and food origin is given. The offered technology of cleaning of soils of oil pollution will allow to lower considerably costs of elimination of passages of oil due to more effective and fast restoration of efficiency of petrocontaminated land and their return to natural and economic use.

Key words: the petropolluted soils, neutralization, elimination, waste of grain crops, biocomposting.

ӘОЖ 621.7

Ә.Б.Талипова, Ж.А. Ақынғазиев
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы. e-mail: aika.93.01@mail.ru)

ЖІКСІЗ ҚҰБЫР ӨНДІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Андатпа. Мақалада құбыр жасаудың әрбір тәсілдеріне талдау жасала отырып, оны өндірудегі негізгі мәселелерге басты көңіл бөлінген. Құбыр илемдеудегі үдерістердің технологиялық талаптарына маңызды мән берілген. Қолданылатын жабдықтардың жұмыс атқару принциптерін сипаттай келіп, оған пайдаланылатын әдістерге баса назар аударылған.

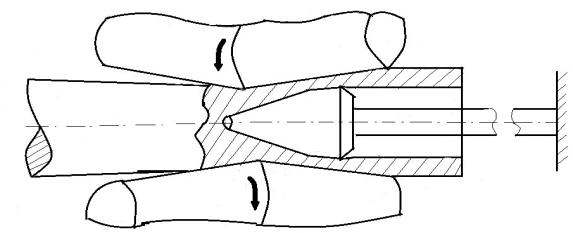
Түйін сөздер. Құбыр, арғана, белдіктер, бұрама, илем, қиғаш илем, көлденең илем, деформациялық күйжай, деформация ошағы, құймакесек, баспақпен тесу.

Құбырларды өндіру теориясы ұсталық-қалыптау өндірісінің және басқа да мамандандыру теориялары сияқты қарастырылатын мәселелерден әлдеқайда көлемді. Бұл тұста біз тек құбыр өндірудің проблематикасы жөнінде нақтылы ұғындыратын анықталмаған біршама мәселелерді талқылаймыз.

Бұрама илемдеу үдерісі ыстықтай илемдеп жіксіз құбырлар өндіретін құбыр илемдеу өнеркәсібінде кеңінен қолдау тапты. Ол негізгі операция үшін - тесіп өту деп аталатын көлденең қимасы дөңгелек біртұтас дайындамадан қуыс арғана алуға қолданылады.

Бойлық илемдеу кезінде жаю әр жаққа айналатын белдіктер арасында жаншылып (сығылып), бірізділікпен жылжиды, ал көлденең илемдеу кезінде дайындамаға негізінде айналмалы қозғалыс беріледі және ол параллель өстері бар бір жаққа айналатын белдіктер арасында деформацияланады. Мысалы, көлденең илемдеу металл бұйым өнеркәсібінде бекітетін бұйымдардың бұрандаларын (резьба) тақталау үшін пайдаланылады, машинажасау саласында тістергіш тістерін тақталауға қолданады.

Бұрама (винтті) илемдеу бойлық және көлденең илемдеулердің ерекшеліктерінен (сипаттарынан) тұрады. Металдың әрбір кішкентай бөлшегі бұрама илемдеу кезінде бұрамалы қозғалыс жасайды. Бұл илемдеу қисық орналасқан белдіктермен тесетін орнақтарда іске асырылады. Олар илемдеу өсіне біршама бұрышпен орналасады, оны беріліс бұрышы деп атайды. Белдіктер бір жаққа айналады. Белдіктер арасына түскен дайындаманы олар қапсырады да, деформациялайды. Дайындаманың жолында түзеткіш орналасқан, ол сырыққа бекітілген. Дайындама түзеткішке "өткізіліп" , қуыс арғанаға (гильза) айналады (сурет 1). [1]

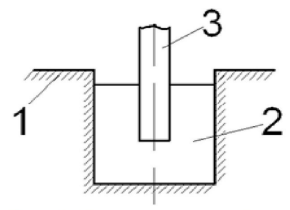


1-сурет. Дайындаманың арғанаға (гильзаға) айналуы

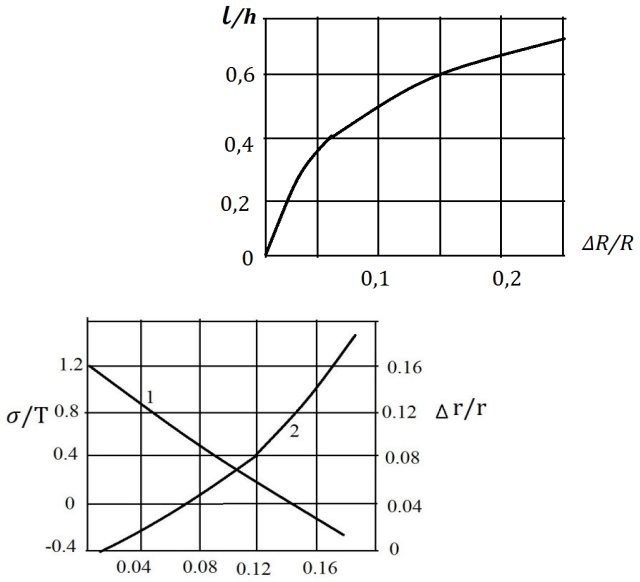
Деформация ошағын шартты түрде екі алаңға бөлуге болады: деформация ошағына кіреберіс қимадан түзеткіш тұмсығымен кездесетін қимаға дейін созылатын тесетін алаң және түзеткіште арғананы жаятын алаң. Бірінші алаңда кейде қуыс мерзімінен бұрын пайда болады металдың бұзылуы үшін жағдай жасалады. Бұл өз қатарында арғананың ішкі бетінде ақаудың нышаны болып саналатын жұқа (үлпек) қабықша қалыптастырады. Қуыстың мерзімінен бұрын ашылуы мен жұқа қабыршақтың пайда болуы құбырларды созылымдылығы төмен болаттардан өндіру кезінде жиі орын алады.

Қиғаш илемдеу теориясының маңызды сұрақтарының бірі - металдың бұзылу себептері. Қуыстың пайда болу құбылысы шыңдалмалардың дөңгелек қималарында еркін соғу мен көлденең илемдеу тудыратынын ескерген жөн. Барлық бұл үдерістерде металдың бұзылу себептері жалпы ортақ және бұйымды жарамсыздыққа міндетті түрде әкеледі.

Дөңгелек дайындаманы бұрама илемдеу кезінде тесіктің конусында өте аз ұзару байқалады, сондықтан шамамен тесік конусында металл жазық деформациялану күй-жайы шарттарына жақын жағдайда болады деп есептеуге әбден орынды. Белдіктердің радиусы дайындама радиусынан анағұрлым үлкен және түйісетін бетті жазық деп жуықтай қарастыруға болады.



Сурет 3. Баспақпен тесу сұлбасы



а) б)

2-сурет. Кернеулік күй-жай көрсеткіштері

Жолақты жіңішке соққыштармен (түрткілдермен) соғу кезіндегі кернеулік күй-жай үшін тән барлық сипат түгелімен дөңгелек дайындаманы көлденең және бұрандамалы соғу үшін де тура келеді. Дайындаманың ортасында ең төменгі кернеулік күй-жай көрсеткіші болады (Сурет 2б) және ол +1 мәніне жетеді, тіпті одан да біршама көп болады. Ол қысу $\frac{\Delta R}{R}$ немесе $\frac{l}{h}$ аз болған сайын, соншалықты нашар болады. Кернеулік күй-жай көрсеткішін 2а-суреттегі графикті қолдана отырып, $\frac{\Delta R}{R}$ - қысуға байланысты етіп қоюға болады. [1]

Айта кету керек, қиғаш илемдеу кезінде дайындама өсіндегі кернеулік күй-жай бұзбай деформациялау тұрғысынан алып қарағанда аса қолайсыз. Биіктік деформациясын $\frac{\Delta r}{r}$ есептеу нәтижесі дөңгелек дайындаманың ортасында $\frac{\Delta R}{R}$ мәніне байланысты 2б-суретінде келтірілген (қисық-2). Бұл қисық сызықтық талдауы қысуға дейінгі көрсеткіш $\frac{\Delta R}{R} \cdot 100\% \approx 18\%$ екендігін көрсетеді, деформация дайындама ортасында $\frac{\Delta r}{r}$ біршама $\frac{\Delta R}{R}$ мәнінен аз.

Егер қысу $\frac{\Delta R}{R} > 18\%$ болса, онда ортасында айтарлықтай қарқынды деформация жүреді. Тәжірибе жүзінде барлық $\frac{\Delta R}{R} > 0{,}2$ қысу кезінде дайындама ортасының созылмалы деформациясы орын алады. [2]

Деформацияланған күй-жайдың аса маңыздысы болып табылатыны - дайындаманың созылмалы деформациясы тікелей белдіктер әсер ететін алаңда шоғырланып жататындығында. Дайындаманы айналдырған кезде металдың барлық ұсақ бөлшектері (ортасынан басқа) созылмалы деформацияның бұл алаңына тек қана оқтын-оқтын (периодтық) түсіп отырады. Металдың ортаңғы бөлшектері барлық уақытта қарқынды созылмалы деформациялану алаңында болады. Тесетін конуста дайындаманың айналу үдерісінде шеткі аймақтарға қарағанда дайындаманың ортасында деформация дәрежесі анағұрлым үлкен қарқынмен өсіп отырады.

Сонымен, бұрамалы илемдеу кезіндегі кернеулік деформациялану күй-жай жөніндегі мағлұматтарды жинақтай отырып тесетін алаңдағы металдың бұзылу себептерін былайша тұжырымдауға болады: тесетін конуста қолайсыз кернеулік күй-жай тән ($\frac{\sigma}{T}$ мәні +1,15-ке жетеді) және дайындаманың өстік алаңында деформация дәрежесі қарқынды қалыптасады, бұл қуыстың мерзімінен бұрын ашылуына соқтыруы мүмкін, яғни түзеткішпен ұсақ бөлшектер кездескенге дейін тесу алаңында бұзылу орын алады. [3]

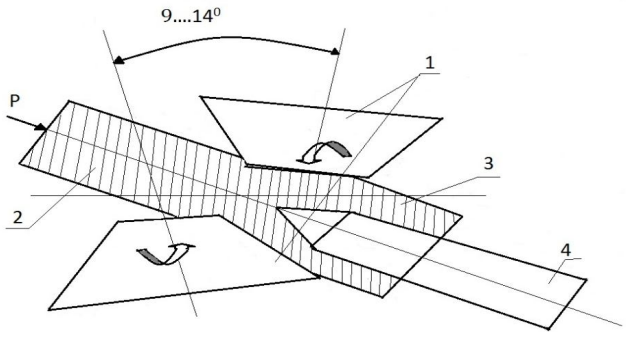
Осы келтірілген бұзылу теориясына сүйене отырып нақтылы металл үшін бұрамалы және көлденең илемдеудің, сондай-ақ көлденең соғудың тиімді параметрлері бойынша ұсыныстар қорытындылауға болады.

Қуыс арғана алу мақсатында дайындаманы бұрамалы илемдеу кейбір жағдайларда металдың созылмалылығының төмендігінен мүмкін болмай қалады. Аса созылмалы металдар үшін баспақпен тесудің артықшылығы бар. (Сурет 3).

Құймакесек - 2 немесе дайындама ұяқалыпқа -1 орналастырылады да сотанның - 3 қозғалысымен стақанға тесіледі. Әрі қарай илемдеу орнақтарында стақан - арғана жіксіз құбырға илемделеді. Баспақпен тесу аса жұмсақ кернеулік күй - жай сұлбасымен (бұзбайтын қолайлы үлкен созылмалы деформациялар үшін) ерекшеленеді.

Деформация ошағында баспақтап тесу кезінде кернеулік күй-жайдың көрсеткіші (-1) – ден (-7,28) - ге дейінгі аралықта жатады. Бұл бұрамалы белдікпен илемдеу кезіндегі дайындама өсіндегі көрсеткіш 0-ден +1,15 аралығында болатынынан анағұрлым артықшылықта екендігін көрсетеді.

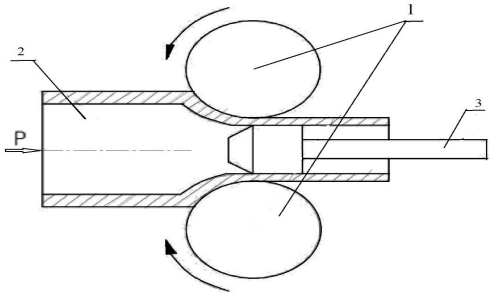
Әрине, илемдеуге қарағанда баспақпен тесу кезіндегі металдың созымдылығының әлдеқайда жоғарылылығы байқалады. Қабырғаны жіңішкерту мақсатында тесетін орнақтан кейін арғананы жаю ыстықтай бойлық, бұрамалы немесе периодтық илемдейтін орнақтарда іске асырылады. Бойлық илемдеумен жаятын орнақтар - автоматты және үздіксіз орнақтар. Автоматты орнақта илемдеу қысқа қозғалмайтын конустық түзеткіште дөңгелек калибрлерде екібелдікті қапаста іске асырылады. Илемдеу екі-үш жүріспен өтеді. Үздіксіз жаю орнақтар 7-9 екібелдікті қапастардан тұрады, әрбір келесі қапастың өсі алдыңғы қапастың өсіне 90^0 - қа бұрылып орналасады. Илемдеу ұзын қозғалатын түзеткіште орындалады. Бұрамалы илемдеудің жаятын орнағы үш белдіктен тұрады, арғананы жаю қозғалатын ұзын түзеткіште жүзеге асырылады. Құбырларды жаюдың технологиялық мәселелері материалдарды қысыммен өңдеу үдерістерінің барлығы үшін типтік мәселелермен бірдей.



4-сурет. Құймакесекті тесу сұлбасы

Массасы 0,6-3т және диаметрі 250-600 мм дөңгелек немесе қырлы құймакесектер тесетін орнақта тесіледі (Сурет 4). Бұл құймакесекті тесу сұлбасында дискілі белдіктер - 1, құймакесек - 2, құймакесектің тесілген бөлігі - 3 және тескіш - 4 көрсетілген. Белдіктер (саңырауқұлақ немесе диск пішінді) бір-біріне $9\text{-}14^0$ бұрышпен орнатылған. Дайындама түзеткіш арқылы басып майыстырылады,

ал белдіктердің айналуымен пайда болатын созатын кернеулердің нәтижесінде құймакесектің ортасынан металдың аққыштығы орын алады да, осыған орай аса үлкен күшсіз-ақ тесік тесіледі.

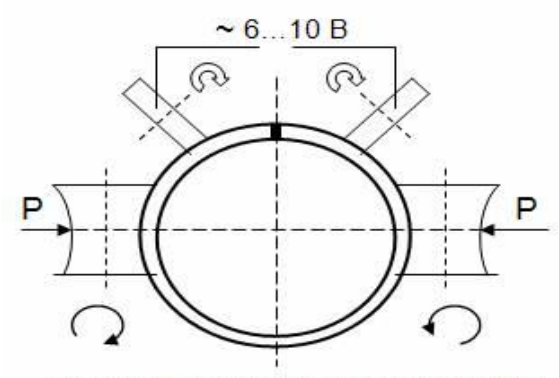


5-сурет. Құбырды түзеткіште илемдеу сұлбасы

Әрі қарай алынған арғананы да түзеткіште жаю жүргізіледі (сурет 5), нәтижесінде сыртқы және ішкі диаметрлер кішірейіп, дайындаманың ұзындығы ұлғаяды. Мұнда илемдеу сұлбасында дөңгелек калибрлі белдіктер - 1, тесілген дайындама - 2, түзеткіш - 3 көрсетілген. Илемдеу құбырды 90^0 -қа бұрумен екі жүріс арқылы орындалады. Диаметрі 57мм-ден жоғары құбыр алынады. Құбыр алудың үшінші сатысында диаметрлерді одан әрі кішірейту үздіксіз орнақтарда түзеткішсіз жүргізеді.

Диаметрі 2500 мм-ге дейін пісірілетін құбырлар жасалады. Олар жіксізге қарағанда арзан, бірақ беріктігі мен сенімділігі төмен. Әуелі жалпақ дайындама пішінделеді, содан соң құбырлар түйістіріліп пісіріледі және түзету мен өңдеулер орындалады. Дайындамалар таспа түрінде жасалады немесе құбыр ұзындығына тең жаймалар (жолақтар) алынады. Пісіру мына әдістермен жүргізіледі: флюс қабатымен электрдоғалы, электроконтактілі кедергімен, ұсталық пешпен.

Пешпен үздіксіз пісіру кезінде дайындама 1300-1350^0 С температурада қыздырылады да түйіс бет оттегімен немесе ауамен үрленеді, металл балқығанға дейін қыздырылады және үздіксіз орнақтың шоғырларымен қысылған құбырлардың түйісетін жүздерінде ұсталық пісірілу жүргізіледі. Электрмен ұштастырылатын (электроконтакт) пісіру кезінде (Сурет 6) дайындаманы құбырды электрмен пісіретін орнаққа түсіріп қысады. Түйісетін бет төменгі кернеудегі (6÷10В) электр тоғымен қыздырылады және ол суытқан кезде пісіп қалады.

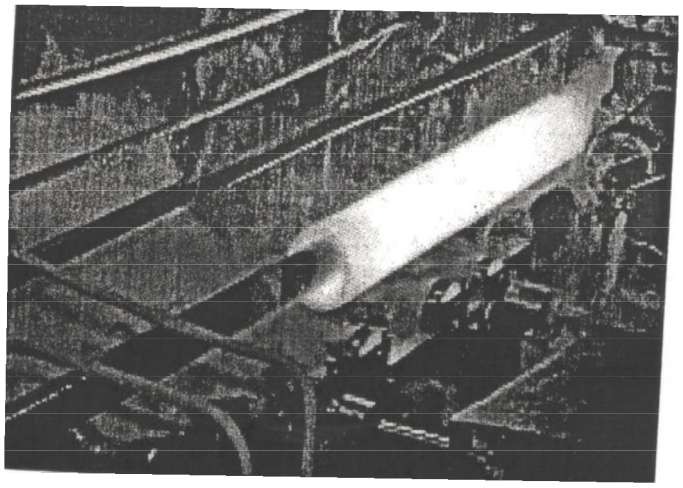


6-сурет. Құбырларды электртүйіспелі пісіру сұлбасы

Металды баспақтау көбіне-көп түрлі-түсті қорытпаларға қолданылады. Мұнымен диаметрлері 5-200 мм шыбықтарды, диаметрі 800 мм-ге және қалыңдықтары 1,5÷8 мм-ге дейінгі құбырларды, фасонды пішіндерді алуға болады. Қыздырылған металл жүксауыттан (контейнерден) ұяқалып көз тесігі арқылы сығылып шығады. Құбырларды баспақтау кезінде соңы көз тесік арқылы өтетін дайындама болат инемен тесіліп, металл ине мен көз тесік арасында баспақталып шығады.

Көптеген металдардан, қорытпалардан жіксіз құбырларды өнеркәсіптік әдіспен өндіреді. Қорытпадағы болатын металдың алатын орынына байланысты оның қызметтік тағайындалуы анықталады.

Ыстықтай илемделген құбырды өндіруде көп ерекшеліктер бар және жасау үдерісінің күрделілігімен айрықшаланады. Біртұтас жіксіз болат құбырларға міндетті түрде термиялық өңдеу тәсілдерін қолданады (сурет 7).[1]



7-сурет. Құбырларды термиялық өңдеу

Жіксіз суықтай илемделген дайындаманы шығару құбыр илемдеу өндірісінің саласына кіреді. Бұл сала ыстықтай илемделетін элементтерді де қамтиды. Бұл әдістердің айырмашылығы өңдеу кезіндегі температураға байланысты. Суықтай илемделетін болат құбырлар суық күйінде өңделеді, бірақ алдын ала ыстықтай илемдеу үдерісі жүргізіледі. Ыстықтай илемдеу ыстық қалпында илемдеуге жіберіледі.

Болат құбырлар Мемлекеттік стандарттарға сәйкес өндіріледі, олардың сапасы әрқашан жоғары болады. Оның барлық өнімдері міндетті түрде сертификациялануы тиіс.

Жіксіз құбыр легірленген, жоғары легірленген, көміртекті және жоғары көміртекті болаттың ентаңбаларын қолданумен өндіріледі. Мысалы, егер ыстықтай илемделген құбыр көміртекті болаттан жасалған болса, ол 16 МПа -ға дейінгі қысымға қарсы тұра алатындай қабылетте болу керек. Жіксіз құбыр өндірістің барлық сатыларында мұқият бақылау мен тестілеу арқылы стандартқа сай сапа деңгейінің сәйкестігінен өтуі керек. Олар көптеген соққыға, тұтқырлыққа, майысуға және жаншылуға байланысты тексерістерге жіберіледі. Міндетті түрде олардың химиялық құрамына бақылау жүргізіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Осадчий В.Я., Вавилин А.С., и др. Технология и оборудование трубного производства. Учебник для вузов: М.: Интернет инженеринг, 2001, 608 с.

[2] М.Е.Зубцов. Листовая штамповка. Учебник для студентов вузов по спец. "Машины и технология обработки металлов давлением." - 3-е изд.перераб-доп. - Л.: Машиностроение.

[3] Панов Е.И. Создание универсального стана поперечно-винтовой прокатки и исследование технологических режимов его работы. Диссертация к.т.н., М.: Всероссийский институт легких сплавов, 2002. - 209 с.

Талипова А.Б., Акынгазиев Ж.А.

Технологические задачи производства бесшовной трубы

Резюме. В статье приведен анализ на способы изготовления трубы и уделено главное внимание на основные задачи ее производства. Особое значение дано технологическим требованиям трубопрокатного процесса. Рассмотрены принципы действия используемых оборудовании и анализированы применяемые методики проведения процессов.

Ключевые слова. Труба, гильза, валки, винтовая прокатка, косая прокатка, поперечная прокатка, деформационное состояние, деформационный очаг, слитка, прошивка прессом.

Talipova A.B., Akyngaziev J.A.

Technological problems of production of a seamless pipe

Summary. The analysis on ways of production of a pipe is provided in article and the main attention to the main objectives of her production is paid. Special value is given to production requirements of pipe-rolling process. The principles of action used the equipment are considered and the applied techniques of carrying out processes are analyzed.

Key words. Pipe, sleeve, rolls, screw rolling, slanting rolling, cross rolling, deformation state, deformation center, ingot, insertion press.

УДК 629.783

Д.Д. Таболдиев, Б.Т. Аширбеков
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, damir_tdd@mail.ru)

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БОРТОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация. За последние годы ведущими мировыми фирмами-разработчиками космического аппарата (КА) сделан резкий скачок в повышении характеристик бортовых энергосистем КА, что позволило при тех же самых ограничениях по массе спутников, накладываемых существующими носителями, непрерывно увеличивать мощность полезной нагрузки (ПН). В данной статье проведен анализ современного состояния и перспектив развития систем электроснабжения космических аппаратов и бортовых источников электроэнергии. Большой интерес представляют электродинамические тросовые системы, которые представляют собой систему космических объектов, соединенных между собой токопроводящим тросом. При пересечении силовых линий магнитного поля Земли токопроводящим тросом, развернутым с орбитальной станции вдоль местной вертикали, в ней наводится ЭДС и при замыкании контура по тросу начинает течь ток.

Рассматривается возможность применения «супер-маховиков» как накопителей энергии. Причем уровень технологии уже в 1980-х гг. прошлого века позволял получить $W_{уд}$ = 1 400 Вт·ч/кг, что на порядок выше, чем у лучших электрохимических аккумуляторов.

Ключевые слова: солнечные батареи, солнечная энергия, фотоэлектрические преобразователи, космический аппарат, бортовые системы электроснабжения.

По мере развития бортовой энергетики время от времени предпринимаются попытки переосмысления приоритетов различных видов источников электроэнергии для космического применения. Так, в период бурного развития изотопных и ядерных энергоустановок шли оживленные дискуссии о преимуществе их перед солнечными батареями (БС) или динамическими система с тепловым преобразованием солнечной энергии.

Большой интерес представляют электродинамические тросовые системы, которые представляют собой систему космических объектов, соединенных между собой токопроводящим тросом. При пересечении силовых линий магнитного поля Земли токопроводящим тросом, развернутым с орбитальной станции вдоль местной вертикали, в ней наводится ЭДС и при замыкании контура по тросу начинает течь ток.

Рассматривается возможность применения «супер-маховиков» как накопителей энергии. Причем уровень технологии уже в 1980-х гг. прошлого века позволял получить $W_{уд}$ = 1 400 Вт·ч/кг, что на порядок выше, чем у лучших электрохимических аккумуляторов.

Общее поле возможностей для создания бортовых систем электроснабжения (СЭС) представлено на рисунке ниже.

К сожалению, за 50-летнюю историю космонавтики не предложено новых источников электроэнергии для КА. По-прежнему основными являются солнечные (фотоэлектрические) генераторы или электрохимические аккумуляторные накопители. Ядерные источники в виде изотопных генераторов и реакторов деления сегодня не могут конкурировать с БС по удельно-массовым характеристикам и будут применяться, очевидно, для задач дальнего космоса или военного использования.

На сегодняшний день для традиционных конструкций панелей БС с кремниевыми монокристаллическими фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП) в условиях геостационарной орбиты в конце 10-15 летнего срока службы достигнуты следующие проектные характеристики: 110…130 Вт/м^2, 50 Вт/кг (соответствует КПД ФЭП 15,5…16,0% и удельной массе панелей 2,3…2,7 кг/м^3). До недавнего времени эти показатели не превышали соответственно 80…90 Вт/м^2 и 15…20 Вт/кг. Нужно сказать, что указанные удельно-массовые характеристики панелей БС с кремниевыми монокристаллическими ФЭП достигли предела.

Дальнейший прогресс в БС возможен при использовании ФЭП на основе новых материалов, в частности, из арсенида галлия (GaAs). Трехкаскадные ФЭП GaAs уже применяются на современных платформах КА, что позволило более чем вдвое увеличить мощность БС. Несмотря на более высокую стоимость ФЭП GaAs, их применение позволит в 2-3 раза увеличить мощность БС или соответственно снизить площадь по сравнению с кремниевыми. Кроме того, в НПП «Квант» осваиваются новые ФЭП из аморфного кремния (α-Si), выращенного на фольговой стальной подложке. При меньшем

начальном КПД (около 10%) ФЭП из α-Si, благодаря малой удельной массе, низкой стоимости и потенциально большей стойкости к радиации и температуре, могут представлять интерес для практической космонавтики.

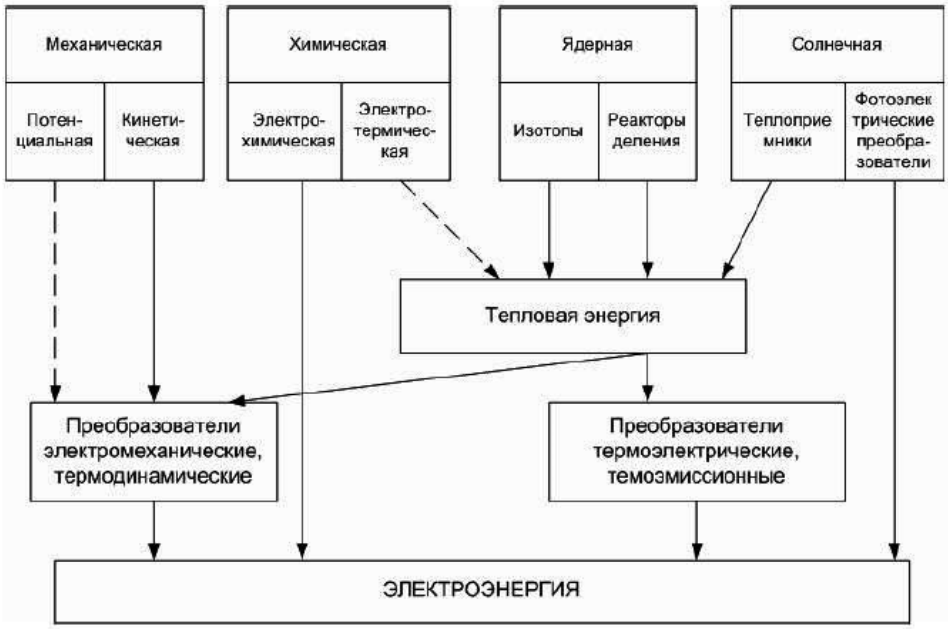


Рис. 1. Виды первичной энергии и способы преобразования их в электроэнергию

Сравнение ФЭП и возможности характеристики БС на их основе приведено в таблице 1.

Таблица 1. **Сравнение ФЭП и возможности характеристики БС на их основе**

Характеристики		Тип фотоэлектрического преобразователя				
		Кремниевые Российский уровень (ОАО «Сатурн», НПП «Квант»		На основе материалов из GaAs		
		Моно-Si	α-Si	GaAs/Ge	$GaInP_2$/GaAs/Ge	InGaAsN/Ge
КПД (%)		15,5…16	10	19	29	40
$P_{уд.БСнач.}$(Вт/м^2)		195	120	230	355	490
$P_{уд.БС\ 15лет.}$(Вт/м^2)		135	108	175	270	370
$M_{уд.БС.}$(кг/м^2)		2,1	0,8	2,1	2,1	2,1
$P_{уд.БС}$(Вт/кг)		64	135	83	128	176
Стоимость БС (удельная)	тыс.долл./м^2	40…60	10	120	160	-
	долл./Вт	200…300	80	500	450	-
Для БС мощностью 15 кВт в конце срока активного существования (САС) (15 лет) на геостационарной орбите						
Площадь (м^2)		111	140	86	56	40,5
Масса (кг)		230	112	180	120	85

Таким образом, серийно выпускаемые трехкаскадные ФЭП на основе GaAs (доступные для приобретения на европейском рынке) имеют средний КПД 26,5%. Их удельно-массовые характеристики несколько хуже, чем у кремниевых из-за большей удельной массы материала и с учетом защитного стекла составляют 1,76…2,06 кг/м^3, в то время как у кремниевых от 1,07 до 1,33 кг/м^3 [1]. Применение таких ФЭП на основе GaAs в условиях ГСО позволяет обеспечить удельную мощность панелей БС 302 Вт/м^2 в начале работы и около 220…230 Вт/м^2 в конце САС (10…15 лет). По прогнозам фирмы Boeing [1] в ближайшей перспективе эти характеристики будут доведены до 330 Вт/м^2 (КПД 29%) в начале работы и соответственно 240…250 Вт/м^2 в конце САС. По этому показателю панели БС на основе арсенид-галлиевых ФЭП более чем вдвое превосходят панели с кремниевыми

ФЭП, что позволяет при тех же габаритных ограничениях добиться в два с лишним раза большей выходной мощности СЭС.

Появление на рынке четырехкаскадных ФЭП из GaAs с КПД около 40% даст возможность увеличить удельную мощность панелей БС до 460Вт/м^2 в начале работы и 370 Вт/м^2 в конце САС. С учетом ограничений по предельной площади и возможностей увеличения КПД ФЭП на основе GaAs, реально достижение выходной мощности БС и, соответственно, мощности ПН КА до уровней, приведенных на таблице 2. В более отдаленной перспективе можно ожидать существенного улучшения и удельно-массовых характеристик БС.

Таблица 2. **Предельная площадь и возможности увеличения КПД ФЭП на основе GaAs**

Характеристики БС	Значение характеристики (при КПД ФЭП)		
	26,5%	29%	40%
Мощность БС (кВт) в начале работы в конце САС (15 лет)	21,6 17,3	23,6 18,9	33,0 26,8
Площадь панелей БС (м^2)	72		
Масса БС (кг) в том числе: фотогенерирующая часть БС каркасы панелей дополнительные механизмы	240 124 58 58		
Удельная масса (кг/м^2): панелей БС в целом	 2,5 3,3		

Масса фотогенерирующей части панели БС определяется, главным образом, массой защитного стекла, клея, коммутирующих элементов (шинки, провода, диоды, кабели и разъемы) собственно ФЭП.

Необходимость применения защитного стекла обусловлена повышенной чувствительностью ФЭП к низкоэнергичным протонам естественных радиационных поясов Земли при более высокой стойкости к интегральному радиационному облучению. Радиационная защита обеспечивается минимальной толщиной стекла (не более 100 мкм).

Массу БС возможно существенно уменьшить применением бескаркасных пленочных конструкций, формируемых центробежными силами. Опыт эксплуатации такой технологии имеет только у РФ. Основными преимуществами использования центробежных бескаркасных солнечных батарей (ЦБСБ) в приложении к крупномассшабным космическим солнечным энергоустановкам (СЭУ) по сравнению с каркасными аналогами являются [2]:

– отсутствие жёсткого каркаса, составляющего до 50% от стоимости всей СЭУ (стоимость разработки, изготовления и отработки на Земле, вывода на орбиту и орбитальной сборки);

– возможность переориентации (слежения за Солнцем) на гироскопическом принципе без затрат рабочего тела, поскольку сама центробежная система является тяжёлым гироскопом;

– из-за отсутствия каркаса имеется возможность укладки в очень малый объём при транспортировке на орбиту;

– имеется возможность эффективной наземной отработки с моделированием факторов космической среды;

– может быть реализована космическая технология автоматизированного раскрытия;

– при использовании плёночных ФЭП имеется возможность получения рекордных величин по удельной мощности порядка 1000 Вт/кг и выше.

Коммутирующая часть БС достаточно консервативна, ее масса зависит от токовых параметров батареи и вряд ли может быть существенно снижена.

В области электрохимических накопителей наметился явный переход от никель-водородных (НВ) батарей к литий-ионным (Li-on). Литий-ионные аккумуляторы имеют ряд важных преимуществ перед широко используемыми в космической энергетике никель-водородными:

– более высокие удельно-массовые характеристики – около 120 Вт·ч/кг (у НВ аккумуляторов 70…80 Вт·ч/кг) с перспективой дальнейшего увеличения в новых модификациях аккумуляторов

большей емкости. Удельные характеристики Li-on батарей с учетом 15-летнего САС составляет 80…90 Вт·ч/кг (у НВ аккумуляторов 50…60 Вт·ч/кг);

– высокий энергетический КПД (около 95 вместо 70% у НВА);

– чрезвычайно малый саморазряд при хранении в заряженном состоянии;

– более высокое напряжение (почти втрое превышает напряжение НВ аккумуляторов).

Эти преимущества дают ряд новых возможностей для разработчиков бортовых СЭС и КА в целом:

– упрощение тепловых проблем и большая свобода для компоновки батарей на КА;

– упрощение процедур подготовки батарей перед запуском и инфраструктуры стартового комплекса;

– широкое варьирование емкости батарей путем параллельной работы аккумуляторов, что недопустимо для НВ аккумуляторов;

– лучшая адаптация батарей к высоковольтным шинам питания (100В и более).

Следует отметить, что реализация указанных преимуществ Li-on батарей требует применения для контроля параметров и управления надежного комплекса автоматики, так как для аккумуляторов такого типа не допускается увеличение напряжения заряда выше 4,1 В и уменьшение напряжения разряда ниже 2,7 В. Комплекс автоматики должен выполнять следующие функции:

– исключение из работы параллельной цепочки аккумуляторов в батарее обходом ее внешней силовой цепью в случае отказа любого аккумулятора в этой цепи;

– частичное шунтирование параллельной цепочки при разряде батареи с целью поддержания на ней напряжения не выше 4,1 В;

– периодическая балансировка аккумуляторов с целью выравнивания их емкости.

Поскольку комплекс автоматики имеет большое значение для обеспечения надежной работы АБ, он является неотъемлемой частью батареи или даже встраивается в нее в виде отдельного блока.

В имеющихся разработках комплекса силовой электроники и автоматики СЭС вся логика управления и защиты АБ осуществляется аппаратно, поэтому в массогабаритных показателях этот комплекс составляет существенную долю. По мере развития и повышения надежности бортовых компьютеров все большая часть этих функций передается централизованному компьютеру КА. Роль комплекса автоматики сводится к обеспечению живучести СЭС на случай сбоев в работе бортового компьютера, и ее влияние на массо-габаритные характеристики системы становится несущественным.

Энергомассовые характеристики основных узлов СЭС КА приведены на таблице 3.

Таблица 3. **Энергомассовые характеристики основных узлов СЭС КА**

<table>
<tr><td rowspan="11">Удельная масса, кг/кВт</td><td colspan="5">Фотоэлектрические преобразователи</td></tr>
<tr><td>Кремниевые ФЭП</td><td>Трехкаскадные арсенид-галлиевые ФЭП (КПД 26,5%)</td><td>Улучшенные трехкаскадные арсенид-галлиевые ФЭП (КПД 29%)</td><td>Четырехкаскадные арсенид-галлиевые ФЭП (КПД 40%)</td><td>Тонкие четырехкаскадные арсенид-галлиевые ФЭП (КПД 40%)</td></tr>
<tr><td>29,6</td><td>18,2</td><td>18,2</td><td>10,5</td><td>8,1</td></tr>
<tr><td colspan="5">Аккумуляторы</td></tr>
<tr><td colspan="2">Никель-водородные ($W_{УД}$ = 70…80 Вт·ч/кг)</td><td>Литий-ионные ($W_{УД}$ = 120 Вт·ч/кг)</td><td colspan="2">Литий-ионные пленочной конструкции ($W_{УД}$ = 120 Вт·ч/кг)</td></tr>
<tr><td colspan="2">28,2</td><td>16,8</td><td colspan="2">7,3</td></tr>
<tr><td colspan="5">Подсистемы автоматики</td></tr>
<tr><td colspan="3">Комплекс автоматики и стабилизации напряжения</td><td colspan="2">Комплекс электронного преобразования</td></tr>
<tr><td colspan="3">15,4</td><td colspan="2">4,5</td></tr>
</table>

Удельная масса составляющих частей СЭС определялась исходя из следующих условий:

– в состав БС включены панели с ФЭП и монтажом, приводы вращения панелей, механизмы зачековки и раскрытия;

– значения мощности указаны в конце САС;

– характеристики комплекса автоматики и стабилизации по результатам отечественных разработок 1998-200 гг. (с аппаратной логикой управления АБ);

– характеристики комплекса электронного преобразования соответствуют данным фирмы Alcatel.

Таким образом, анализ современного состояния тенденций развития бортовых источников электроэнергии и СЭС в целом показал следующее:

– на сегодняшний день при использовании доступных комплектующих элементов возможно создание бортовой СЭС с наиболее высокими характеристиками и выходной мощностью;

– реализация в промышленном производстве достигнутых в опытных образцах характеристик фотоэлектрических преобразователей и электрохимических аккумуляторов при существующих массогабаритных ограничениях позволит в перспективе увеличить выходную мощность СЭС.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Кудряшов В.С. Современное состояние и перспективы развития бортовых СЭП связных ИСЗ/В.С.Кудряшов, В.В.Хартов //Электронные и электромеханические системы и устройства: сб. науч. тр. НПЦ «Полюс». Томск: МГП «РАСКО» при изд-ве «Радио и связь», 2001. с. 17-27.

[2] Райкунов Г.Г., Комков В.А., Мельников В.М., Харлов Б.Н. Центробежные бескаркасные крупногабаритные космические конструкции. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 447с.

[3] Сысоев В.К., Пичхадзе К.М., Арапов Е.А., Верлан А.А. Новые решения в космической гелиоэнергетике приближают теорию к практике // Альтернативный киловатт. №2 (8) 2011.С.30-35.

Таболдиев Д.Д., Аширбеков Б.Т.

Борттық энергетикалық жүйелердің шекті параметрлері.

Түйіндеме. Мақалада қазіргі жай-күйін және даму перспективаларын электрмен жабдықтау жүйелерін, ғарыш аппараттарын және борттық электр энергиясының көздері. Бүгінгі күні пайдаланған кезде қол жетімді жиынтықтаушы элементтер құрылуы мүмкін борттық күн электр станциясының ең жоғары сипаттамалары бар және демалыс қуаты. Іске асыру өнеркәсіптік өндірісте қол жеткізілген тәжірибелік үлгілерде сипаттамаларын фотоэлектрлік түрлендіргіштердің және электрохимиялық аккумуляторлар қазіргі массогабаритных шектеулер мүмкіндік береді болашақта ұлғайтуға шығатын күн электр станциясының қуаттылығы.

Түйін сөздер: күн батареялары, күн энергиясы, электрлік түрлендіргіштер, ғарыш аппараты, борттық электрмен жабдықтау жүйесі.

Taboldiyev D.D., Ashirbekov B.T.

Extreme parameters of onboard power systems

Summary. In article the analysis of the current state and prospects of development of systems of power supply of spacecrafts and onboard sources of the electric power is carried out. Today when using available accessories of elements creation of an onboard solar power station with the highest characteristics and a power output is possible. Realization in the industrial production of the characteristics of photo-electric converters and electrochemical accumulators reached in test pieces at the existing mass-dimensional restrictions will allow to increase in the long term a power output of a solar power station.

Key words: solar batteries, solar energy, photo-electric converters, spacecraft, onboard systems of power supply.

УДК 669.2/8:669.3:669.049.44

[1]Н.К. Досмухамедов, [2]А.Н. Федоров, [1]Е.Е. Жолдасбай, [1]Т.С. Даулетбаков, [1]Г.Б. Нурлан
([1] Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан,
[2] Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия.
nurdos@bk.ru)

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ

Аннотация. Интенсивное мировое развитие электроники, полупроводниковых приборов и других направлений в области высоких технологий вызывает большую потребность в многофункциональных материалах повышенной чистоты. Высокая степень чистоты материалов, получаемых с использованием сверхчистых

металлов, предопределяет рост экономической эффективности их использования: расширяются функциональные возможности, улучшаются эксплуатационные характеристики. В связи с этим в мировой практике получению сверхчистых металлов придается особое значение. В этом направлении заметно продвинулись работы по глубокой очистке меди от примесей зонной плавкой с получением сверхчистой меди.

Работа посвящена разработке способа зонной плавки для получения металлов с высокой добавленной стоимостью из металлов, получаемых на действующих предприятиях Казахстана. На основании технологических расчетов, применительно к получению сверхчистой меди, определены основные параметры экспериментальной установки, которые использованы при создании новой конструкции зонной плавки для получения сверхчистых металлов.

Ключевые слова: сверхчистые металлы, зонная плавка, нагревательный блок, расплавленная зона.

Введение

Мировое развитие электроники, полупроводниковых приборов и других направлений в области высоких технологий вызывает большую потребность в многофункциональных материалах повышенной чистоты. Использование сверхчистых металлов, предопределяет рост экономической эффективности их использования: расширяются функциональные возможности, улучшаются эксплуатационные характеристики.

Сегодня в Казахстане выпускается большинство цветных металлов (медь, свинец, цинк), однако, наряду с этим, практически отсутствует производство сверхчистых металлов, получаемых на основе высокоэффективных наукоемких технологий. Имеющиеся технологии получения сверхчистых металлов (свинец, галлий, ванадий) на отечественных металлургических предприятиях связаны большими энерго- и материальными затратами. В силу этого в настоящее время в республике отсутствует и производство многофункциональных сплавов и материалов на основе сверхчистых металлов. Постоянно растущая потребность в сплавах не удовлетворена и с каждым годом данная проблема становится острее. Вся металлопродукция, необходимая для производственных нужд, завозится из-за рубежа.

Поворот сырья на внутренний рынок и расширение производственной линейки товарной продукции с получением сверхчистых металлов высоких переделов является актуальной и перспективной задачей. Создание новых мало затратных, высокоэффективных прецизионных технологий получения сверхчистых металлов с целью дальнейшего синтеза новых многофункциональных материалов с заданными свойствами требует проведения дополнительных исследований.

В настоящей работе приведены основные подходы и решения, принятые при проведении технологических расчетов основных параметров экспериментальной установки зонной плавки для получения сверхчистой меди.

Предпосылки для разработки новой конструкции установки зонной плавки для получения сверхчистых металлов

Основное количество производимых и используемых в мире металлов имеет чистоту 3N и 4N. Получаются они на заключительном этапе металлургического производства путем рафинирования (очистки от примесей) черновых металлов. Для высокотехнологичных отраслей часто требуются металлы более высокой степени чистоты (5N и 6N), производство которых требует применения сложных технологий, сопровождающихся значительными затратами.

Анализ научно-технической литературы показывает, что одними из наиболее распространенных и эффективных методов глубокой очистки металлов от примесей с получением особо чистых металлов являются различные варианты способов направленной кристаллизации, одной из разновидностей которых является зонная плавка (иногда используется термин зонная перекристаллизация) [1,2].

Процесс глубокой очистки металлов от примесей с использованием зонной плавки, по сравнению с другими методами получения высокочистых металлов, отличается высокой степенью разделения металлов, относительно невысокой энергоемкостью, отсутствием агрессивных кислых или щелочных сбросовых растворов, минимальной степенью загрязнения окружающей среды и технической простотой.

В настоящее время в мировой практике получению сверхчистых металлов придается особое значение. Это нетрудно видеть по тому, как в последние годы за рубежом ведутся активные работы по совершенствованию технологии и аппаратурного оформления зонной очистки металлов от

примесей. В этом направлении заметно продвинулись работы по глубокой очистке меди от примесей зонной плавкой с получением сверхчистой меди [3-13]. В то же время, использование зонной плавки для очистки разных металлов и полученные при этом результаты характеризуются большим разбросом, поскольку физико-химические свойства исходных металлов и содержание в них примесей сильно различаются. Несмотря на то, что фундаментальные основы зонной плавки были расширены и дополнены новыми подходами и решениями, которые позволили решать вопросы выбора и оптимизации технологических параметров и режимов процесса, в большинстве известных комплексных исследований за основу приняты классические подходы, предложенные Пфанном [2].

В рассматриваемом ракурсе разработка способа зонной плавки с целью получения металла с высокой добавленной стоимостью из меди, получаемой на действующих предприятиях Казахстана, представляет большую актуальность и хорошо корреспондируется с задачами, поставленными в Государственной программе форсированного индустриально-инновационного развития республики. Решение указанных задач для республики представляет особую актуальность в свете развития нового направления – получения новых многофункциональных материалов (сплавов) из сверхчистых металлов.

Методика проведения технологических расчетов

Анализ результатов очистки различных металлов от примесей методом зонной плавки показывает, что сама возможность применения метода и полученные при этом результаты степени чистоты металлов зависят от целого ряда факторов.

Характерная особенность зонной плавки заключается в том, что при проведении процесса искусственно создаются условия, препятствующие выравниванию концентраций металлов в твердой и жидкой фазах. При существующих технологиях это достигается передвижением фронта кристаллизации с определенной небольшой скоростью, составляющих несколько десятков миллиметров в час. При этом, вследствие разности скоростей диффузии в твердой и жидкой фазах, удается нарушить равновесие между кристаллами и расплавом и выделить более чистые кристаллы.

Поведение металлов-примесей в процессе зонной плавки существенно зависит от характера влияния конкретной примеси на изменение температуры плавления металла в диапазоне низкого содержания примесей. Металлы-примеси, понижающие температуру плавления очищаемого металла, имеют коэффициент распределения $k<1$. Такие металлы переходят в расплавленную зону и, передвигаясь вместе с ней, уносятся в конец образца.

В то же время металлы-примеси, имеющие коэффициент распределения $k>1$, передвигаются к началу слитка. В случае близости коэффициента распределения к единице перераспределения металлов-примесей не происходит. Установленные закономерности относятся к условиям термодинамического равновесия и являются идеальным вариантом. На практике значение имеет эффективный коэффициент распределения $k_{эфф}$, который отличается от реального коэффициента распределения (k). Для примесей, понижающих температуру плавления металла, значение $k_{эфф}$ несколько ближе к единице. Так, в работе [8] установлено, что в атмосфере аргона наиболее эффективно удаляются из меди при зонной плавке примеси с коэффициентом распределения менее 0,4, например, такие примеси как Sn, As, Sb и Zr. В целом, полученные данные показывают принципиальную возможность глубокой очистки меди методом зонной плавки при надлежащем аппаратурном оформлении и тщательной отладке технологических режимов процесса.

Для таких примесей в условиях зонной плавки фронт кристаллизации отталкивает растворенную примесь быстрее, чем она успевает диффундировать вглубь расплавленной зоны. Это приводит к образованию на переднем фронте кристаллизации обогащенного примесями слоя. При дальнейшем передвижении расплавленной зоны содержание примеси в растущих кристаллах повышается быстрее, чем по сравнению с равновесными условиями. Толщина обогащенного слоя, обычно называемого диффузионным слоем, лежит в пределах 0,1-0,001 *см* и понижается в зависимости от степени интенсивности перемешивания жидкой фазы. Таким образом, диффузионный слой является своеобразной мембраной, препятствующей свободному проникновению примеси в жидкую фазу, что требует необходимости уменьшения толщины и площади этой мембраны. Выполнение первого условия можно создать за счет создания благоприятных условий для интенсивного перемешивания расплава. Для обеспечения второго условия необходимо, чтобы фронт кристаллизации имел совершенную и плоскую форму, т. е. расплавленная зона должна иметь наиболее четкие границы.

Как отмечается в специальной литературе, большое значение для процесса зонной плавки имеет метод нагрева и расплавления металла в рабочей зоне. Наиболее предпочтительным способом

нагрева и расплавления металла является индукционный нагрев с созданием максимально узкой ширины жидкой зоны. Такой способ позволяет снизить степень нагрева контейнера (а значит и повторное загрязнение металла) и уменьшить потери тепла. Создание узкой зоны расплавленного металла обеспечивает максимально-возможную, при прочих равных условиях, степень очистки металла от примесей путем обеспечения резкого роста скорости диффузионного переноса примесей в зоне жидкой фазы металла. При выборе и оптимизации технологических параметров и режимов ведения зонной плавки учет и контроль этих явлений требует разработки новых, более точных аналитических и численных методов решения, описывающих сложные физико-химические явления при зонной плавке.

Особую актуальность наличие этих явлений имеют для очистки рафинированной меди, получаемой на действующих предприятиях Казахстана, составы которых приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1. **Результаты анализа рафинированной меди**

Элементы			Содержание, % масс.	Элементы			Содержание, % масс.
Медь	Cu	=	99,96	Никель	Ni	≤	0,0001
Серебро	Ag	=	0,0012	Олово	Sn	≤	0,0005
Висмут	Bi	≤	0,0001	Кремний	Si	=	0,0010
Железо	Fe	≤	0,0005	Цинк	Zn	≤	0,0001
Сера	S	≤	0,0005	Кобальт	Co	≤	0,0001
Мышьяк	As	≤	0,0005	Хром	Cr	≤	0,0001
Селен	Se	≤	0,0001	Кадмий	Cd	≤	0,0001
Теллур	Te	≤	0,0001	Свинец	Pb	≤	0,0001
Фосфор	P	≤	0,0005	Золото	Au	≤	0,0005
Марганец	Mn	≤	0,0001	Ртуть	Hg	≤	0,0001
Сурьма	Sb	≤	0,0001	Кислород	O	=	0,0340

Таблица 2

Элементы			**Содержание, % масс.**	**Элементы**			**Содержание, % масс.**
Медь	Cu	=	99,99	Никель	Ni	≤	0,0001
Серебро	Ag	=	0,0022	Олово	Sn	≤	0,0005
Висмут	Bi	≤	0,0001	Кремний	Si	=	0,0010
Железо	Fe	≤	0,0001	Цинк	Zn	≤	0,0001
Сера	S	≤	0,0005	Кобальт	Co	≤	0,0001
Мышьяк	As	≤	0,0001	Хром	Cr	≤	0,0001
Селен	Se	≤	0,0001	Кадмий	Cd	≤	0,0001
Теллур	Te	≤	0,0001	Свинец	Pb	≤	0,0001
Фосфор	P	≤	0,0001	Кислород	O	=	0,0110
Марганец	Mn	≤	0,0001				
Сурьма	Sb	≤	0,001				

Нетрудно видеть, что основной примесью, присутствующей в составе получаемой меди является кислород, содержание которого варьирует в пределах от 0,011% до 0,034%.

Сравнительный анализ содержания кислорода в меди с результатами данных известных работ показывает, что они намного превышают данные в меди, которые были использованы другими исследователями при очистке меди зонной плавкой. Пределы нахождения остальных, указанных в таблице примесей в меди, находятся примерно на одном уровне. Следовательно, при разработке технологии очистки меди зонной плавкой необходимо предусматривать дополнительные меры по снижению содержания кислорода в меди.

В литературе известно ряд работ, где решение поставленной задачи осуществлялось с помощью различных приемов и подходов. Так, в работе [11] показано, что при очистке меди способом зонной плавки в атмосфере водорода достигается заметное снижение серы, селена, алюминия и кремния. Значительного испарения цинка, олова, мышьяка, висмута, кадмия, серы, фосфора и др. до-

бились авторы работы [8] при очистке меди зонной плавкой с использованием вакуумной индукционной плавки в температурном диапазоне от 1356 К до 1500 К. Тем не менее, эти процессы очистки являются очень сложными в аппаратурном исполнении и характеризуются низкой производительностью. Кроме того, ни в одном из указанных исследований не проводилось оценки поведения кислорода при очистке меди зонной плавкой.

Наиболее близким, по сути, к разрабатываемой технологии зонной плавки являются исследования, проведенные по очистке меди с использованием плазменной дуги аргона [12]. При очистке стержня меди марки 4N (Cu=99,99%) зонной плавкой с использованием в качестве нагрева меди плазменной дуги аргона был проведен детальный анализ поведения примесей с использованием тлеющего разряда масс-спектрометрии. Проводилась оценка поведения трех групп примесей, основанные на сегрегации и испарении во время плазменно-дугового нагрева.

Показано, что примеси с коэффициентом сегрегации меньше единицы, которые теоретически должны были отделены к концу стержня меди, практически не подтвердили данную закономерность. Было обнаружено, что эффект сегрегации при использовании в качестве нагрева меди аргонно-плазменной дуги достигается в том случае, когда равновесный коэффициент распределения примесей соответствовал значениям меньше чем 0,4. Полученный результат авторы объясняют сильным сродством меди к некоторым металлическим и неметаллическим примесям.

Технологические расчеты по определению оптимальных параметров экспериментальной установки зонной плавки для получения сверхчистой меди

Расчет индукционного нагревательного блока для условий нагрева медного образца проводился исходя из следующих габаритных размеров образца очищаемой от примесей меди: диаметр образца – 35 *мм*; длина образца - 800 *мм*.

Исходя из принятых данных, длина возможного перемещения (передвижения) нагревательного блока с индуктором вдоль образца принята равной 1200 *мм*, а длина кварцевого реактора, в которой размещается образец, составляет 1000 *мм*.

Оценочный расчет мощности индуктора для последующего выбора нагревательного индукционного блока выполнялся исходя из следующих условий:

- длина зоны плавления образца, $l_{пл.} = 50$ *мм*;
- диаметр образца $d_{Cu} = 35$ *мм*;
- плотность меди при нормальных условиях $\rho_{Cu} = 8{,}92$ *г/см*^{3};
- исходная температура образца в момент запуска установки $T_н = 25^oC$;
- теплоемкость твердой меди (C_{Cu}) в диапазоне нагрева образца до температуры плавления ($T_{пл} = 1083^oC$) принята равной $C_{Cu} = 0{,}425$ *Дж/(г*К)*;
- теплоемкость жидкой меди ($q_ж$) в диапазоне максимального перегрева ($T_{мп} = 1233\ ^oC$), $q_ж = 0{,}480$ *Дж/(г*К)*;
- удельная теплота плавления меди – $L_{плCu} = 13{,}01$ *кДж/моль*;
- время разогрева образца до температуры перегрева (для оценки максимальной мощности нагревателя) – $\tau_р = 60$ *с*.

Количество массы меди (G_{Cu}), образующейся в расплавленной зоне образца рассчитывается исходя из выражения:

$$G_{Cu} = \rho_{Cu} * l_{пз} * d_{Cu}^2 * \pi/4. \quad (1)$$

Тогда, при заданных значениях технологических параметров количество массы меди составит:

$$G_{Cu} = 8{,}92*5{,}0*3{,}5^2*3{,}1415/4=429{,}1\ г. \quad (2)$$

Для расчета количества потребляемой энергии (Q), необходимой на нагревание и плавление меди с последующим ее перегревом на 150°C в рабочей зоне использована следующая формула:

$$Q= G_{Cu} *_(q_{тв}*(T_{пл} - T_н)+ q_{ж*}(T_{мп}- T_{пл})+ L_{плCu}/M_{Cu}), \quad (3)$$

где: M_{Cu} – молярная масса меди – 63,5 *г/моль*.

Исходя из выражения (3), рассчитывали количество потребляемой энергии:

$$Q = 429{,}1*(0{,}425*(1083-25)+0{,}480*(1233-1083)+13010/63{,}5) = 311747\ Дж \quad (4)$$

Далее определяли расчетное количество теплового потока:

$$N_п = Q / \tau_h = 311747/60/1000 = 5{,}20\ КВт. \quad (5)$$

С учетом экспериментального характера и особенностей конструкции установки, приводящих к возможным большим потерям тепла в окружающую среду, тепловой КПД нагревательного индукционного блока был принят равным 40%. Стоком тепла теплопроводностью вдоль образца пренебрегаем (учитывается в принятом КПД).

Тогда, расчетная мощность (W) нагревательного блока должна составлять не менее:

$$W = 5{,}20/0{,}40 = 13{,}0\ КВт. \quad (6)$$

Расчет потребления воды на охлаждение нагревательного блока выполнен исходя из условия необходимости полного снятия тепловой мощности индуктора водяным охлаждением. При расчетах принято, что температура охлажденной воды должна поддерживаться на уровне не более 50°С, во избежание выпадения солей жесткости.

Расчетный объем потребляемой на охлаждение нагревательного блока воды определяли из условий удельной теплоемкости воды $C_{H2O} = 4{,}18$ *Дж/(г*К)*; плотности воды $\rho_{H2O} = 1$ *г/см*^{3} и разности температур холодной и нагретой воды $\Delta T_{H2O} = 15°C$:

$$V_{H2O} = N / (C_{H2O} * \rho_{H2O} * \Delta T_{H2O}) = 207{,}2\ см^3/с \text{ или } 2{,}43\ л/мин. \quad (7)$$

Во избежание необходимости постоянного контроля качества охлаждающей воды и ее повышенного расхода, принята схема охлаждения циркуляционного типа с использованием системы охлаждения воды (холодильника) блочного исполнения.

Полученные основные оптимальные технологические параметры установки для очистки меди использованы при разработке установки зонной плавки для получения сверхчистых металлов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ажажа В.М., Ковтун Г.П., Тихинский Г.Ф. Получение и металлофизика особо чистых металлов //Металлофизика и новейшие технологии. 2000, № 2, С.21-35.

[2] Пфанн В. Зонная плавка. Второе издание переработанное и дополненное. Пер. с англ., -М.: Мир, 1970, 366 с.

[3] K. Ghosh, V. N. Mani and S. Dhar A modeling approach for the purification of group III metals (Ga and In) by zone refining // Journal of Applied Physics, 104, 024904 (2008).

[4] T. Cheung, N. Cheung, C. M. T. Tobar, R. Caram, and A. Garcia. Application of a Genetic Algorithm to Optimize Purification in the Zone Refining Process // Materials and Manufacturing Processes, 26: 493–500, 2011.

[5] Cheung, T.; Cheung, N.; Garcia, A. Application of an artificial intelligence technique to improve purification in the zone refining process // Journal of Electronic Materials 2010, 39 (1), 49–55.

[6] Dost, S.; Liu, Y.C.; Haas, J.; Roszmann, J.; Grenier, S.; Audet, N. Effect of applied electric current on impurity transport in zone refining // Journal of Crystal Growth 2007, 307, 211–218.

[7] Hoshikawa H. Refining Technology and Low Temperature Properties for High Purity Aluminium. Sumitomo Kagaku, 2013, P.1-12.

[8] Marcel Z. // J. Mater. Proc. Technol., 1995. – vol. 53. – P.499-506.

[9] Lan, C.W.; Chian, J.H.; Wang, T.Y. Interface control mechanisms in horizontal zone-melting with slow rotation // Journal of Crystal Growth 2000, 218, 115–124.

[10] G. M. Lalev, J.-W. Lim, N. R. Munirathnam, G.-S. Choi, M. Uchikoshi, K. Mimura, and M. Isshiki. Impurity Behavior in Cu Refined by Ar Plasma-Arc Zone Melting // Met. Mater. Int., Vol. 15, No. 5 (2009), pp. 753~757.

[11] Yongfu Zhu, Kouji Mimura, Yukio Ishikawa and Minoru Isshiki. Effect of Floating Zone Refining under Reduced Hydrogen Pressure on Copper Purification // Materials Transactions, Vol. 43, No 11 (2002) pp. 2802-2807.

[12] Jae-Won Lim, Min-Seuk Kim, N. R. Munirathnam, Minh-Tung Le1, Masahito Uchikoshi, Kouji Mimura, Minoru Isshiki, Hyuk-Chon Kwon and Good-Sun Choi1. Effect of Ar/Ar-H_2 Plasma Arc Melting on Cu Purification // Materials Transactions, Vol. 49, No. 8 (2008) pp. 1826 to 1829.

[13] Tolmie E.D. Apparatus for the zone refining of Copper. J. of Scientific Instruments, 1960, vol 37, May, P.175-177.

Досмұхамедов Н.Қ., Федоров А.Н., Жолдасбай Е.Е., Дәулетбаков Т.С., Нұрлан Г.Б.

Аса таза металл алу тәжірибелік қондырғысының технологиялық параметрлерін есептеу

Түйіндеме. Электроника, жартылай өткізгіштер құралдарының және жоғары технологиялар аймағының басқа бағыттарының дүниежүзілік қарқынды дамуы, аса таза көп функционалды материалдарды талап етеді. Аса таза металдардың пайдалануымен алынатын жоғары дәрежелі аса таза материалдарды қолдану экономикалық тиімділіктің өсуін болжайды: функционалдық мүмкіндіктерін арттырады, пайдалану сипаттамаларының шеңберін кеңейтеді. Осыған байланысты дүниежізілік тәжірибеде аса таза металл алудың жаңа жолдарын зерттеуге үлкен мән берілуде. Бұл бағытта едәуір аймақтық балқытумен мысты қоспалардан терең деңгейде тазалау бойынша аса таза мыс алуға бағытталған жұмыстар дамыған.

Беріліп отырған зерттеу Қазақстанда жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарында алынатын металдардан аймақтық балқыту әдісі негізінде қосымшалық құны аса көп артқан металдар алудың құрылғысын құрастыруға арналған. Жұмыста аса таза мыс алуға байланысты, технологиялық есептеулер негізінде, аса таза металл алатын аймақтық балқытудың жаңа конструкциясын құрастыруда қолданылған тәжірибелік қондырғының негізгі параметрлері анықталды.

Кілт сөздер: Аса таза металдар, аймақтық балқыту, қыздырғыш блок, балқыған аймақ.

Dosmukhamedov N.K., Fedorov A.N., Zholdasbay E.E., Dauletbakov T.S., Nurlan G.B.

Calculation of technological parameters of the experimental plant for producing high-purity metals

Summary. Intensive development of the global electronics, semiconductor, and other areas in the field of high technologies is a greater need for multi-functional high purity materials. High purity materials obtained with the use of high-purity metals, determines the growth of the economic efficiency of their use: extended functionality, improved performance. In this regard, in the world production of high-purity metals is emphasized. In this direction, significantly advanced the work on deep cleaning of copper from impurities by zone melting to produce a pure copper.

This paper deals with the development of zone melting process for the production of metals with high added value of metals produced at the operating enterprises in Kazakhstan. On the basis of technological calculations, with regard to the preparation of ultra-pure copper, the main parameters of the experimental apparatus, which are used when creating a new zone melting designs for ultra-pure metals.

Key words: ultra-pure metals, zone melting, the heating unit, the molten zone.

УДК 686.1.024.7

К.К. Канатов, Ж.Т. Давлетова, М.И. Гудович
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, zhanara_zhan92@mail.ru)

РАЗРАБОТКА МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: Приведены цель и методика составления морфологической классификации литературно-патентных материалов по техническим устройствам. Из анализа собранной патентной информации выявлены основные классификационные признаки грузозахватных устройств для перегрузки полиграфических изделий и составлена их морфологическая классификация.

Ключевые слова: морфологический анализ, грузозахватное устройство, рулонный материал, внутренний захват.

На основе изучения и анализа литературных источников и патентных материалов,описывающих различные конструктивные исполнения грузозахватных устройств с манипулирующими приспособлениями для перегрузки полиграфических изделий, нами разработана морфологическая классификация этих устройств.

Морфологическая классификация – метод прогнозирования, позволяющий определить альтернативные варианты тенденции развития технологии или конструктивных исполнений данной техники в количественной форме, т.е. который указывает направления развития техники в будущем.

Рассмотрим методику составления морфологической классификации в данной области техники. Во первых, проводят логический анализ проблемы, т.е. изучают публикации в соответствующей литературе, научных журналах, каталогах и т.д. Затем выявляют наиболее важные признаки деления классификации патентов (например, по виду транспортируемого груза, по типу привода и т.д.). Далее

выявляют все возможные варианты исполнения обьекта по каждому из оснований деления. Такой классификатор можно записать в виде матрицы.

Морфологический анализ – метод поискового прогнозирования, основанный на построении матрицы характеристик объекта прогнозирования и их возможных значений с последующим перебором и оценкой вариантов сочетаний этих значений. Морфологический анализ позволяет наметить возможные альтернативы решения проблемы или пути достижения поставленной цели, рассматривая при этом максимально возможное число вариантов (с последовательным исключением нереальных или наименее целесообразных на основе подробного анализа).

Процедура морфологического анализа состоит в целенаправленном рассмотрении вариантов «цель – средство» с последующим выбором наиболее рационального из них в соответствии с каким-либо критерием. Морфологический анализ обеспечивает принципиальную возможность нахождения всех решений исследуемой проблемы, включая очевидные, тривиальные, ранее неизвестные, трудно предсказуемые и нереальные варианты. Метод требует тщательного анализа найденных вариантов, что довольно трудоемко из-за большого их количества.

Процедура морфологического анализа состоит из трех последовательных этапов.

На первом этапе определяют структуру и границы исследуемой проблемы, т.е. выбирают вид морфологического пространства: матрица, пространственная структура и др.

На втором этапе в области возможных решений заполняются пустые зоны морфологического пространства и отыскиваются неизвестные ранее варианты достижения поставленной цели. Некоторые решения уже могут представлять повышенный интерес, но выполнение завершающего этапа является обязательным.

Заключительный этап состоит в оценке приоритетности полученных решений.

Целью морфологического анализа является выявление новых путей или средств достижения исследуемой проблемы, что дает возможность оценить перспективность научного или научно-технического направления. Также анализ и обоснование нового решения научно-технической задачи стимулирует разработку этого направления. И, наконец, детальный анализ степени заполненности морфологического пространства свидетельствует о возможности изменений в этой области, т.е. вероятность появления «скачка» в процессе научно-технического прогресса.

Морфологический анализ предсказывает вероятные характеристики объектов, которые пока еще не созданы, но могут появиться.

Морфологическая классификация патентов в исследуемой области техники составляется следующим образом. Вначале производят технологический анализ проблемы (объекта), т.е. изучают публикацию в технических журналах, книгах, монографиях, каталогах и т.д. Выявляют наиболее важные признаки деления (основания деления) классификаторов патентов (например, по назначению, по методу транспортировки и т.д.). Затем выявляют возможные варианты исполнения объекта по каждому из оснований деления.

В общем виде такой классификатор можно записать системой матриц:

$$P_1(m_{11}, m_{12},\ldots,m_{1j},\ldots,m_{1r})$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..$$
$$P_i(m_{i1}, m_{i2},\ldots,m_{ij},\ldots,m_{ir})$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..$$
$$P_n(m_{n1}, m_{n2},\ldots,m_{nj},\ldots,m_{nr}),$$

где P_1, P_2, P_3, …, P_i, …, P_n – признаки (основания деления) морфологической классификации; m_1, m_2, m_3, …, m_j, …, m_n – варианты исполнения (классы) морфологической классификации по каждому основанию деления.

Пример оформления морфологической классификации приведен в таблице 1.

Таблица 1. **Морфологическая классификация способов и конструкций транспортных систем**

№ п/п	**Основные признаки классификации**	**Варианты конструктивного исполнения mj**					
		m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6
P_i							

Однако прогнозирование методом морфологической классификации определяет перспективные альтернативные варианты тенденций развития технологии или конструктивные исполнения данной техники в количественной форме, т.е. указывает направления развития техники в будущем. Недостаток данной методики конкретно нельзя определить технологию или технические решения, позволяющие оценить их по технико- экономическим показателям.

На основе приведенной выше методики авторы, собрав и проанализировав литературно-патентную информацию, разработали морфологическую классификацию грузозахватных устройств для перегрузки полиграфических изделий (таблица 2).

Таблица 2. **Морфологическая классификация грузозахватных устройств для перегрузки полиграфических изделий**

№	Основные признаки классификации	Варианты конструктивного исполнения, m_j				
		m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
p_1	По типу транспортируемого материала	рулонный материал с центральным отверстием	длинномерный материал	пакетированный материал	универсальный	
p_2	По типу привода смыкания челюстей	одноканатные	двухканатные	четырехканатные	более четырёх канатов	моторные
p_3	По типу привода	однобарабанный подъемный механизм	двухбарабанный подъемный механизм	приводные		
				электромехани-ческий	гидравлический	пневматический
p_4	По типу перемещения	вертикально-горизантально				
		неповоротное вокруг вертикальной оси	поворотное вокруг вертикальной оси			
p_5	По числу челюстей	2	3	4	многочелюстные	
p_6	По типу челюстей	дуговые	плоскодуговые	подгребающяе	лопастные (лапчатые)	вильчатые
p_7	По типу крепления	одношарнирное	двухшарнирное	многошарнирное		
p_8	По типу захвата	рулонный материал с центральным отверстием			длинномерный материал	пакетированный материал
		с тороидальной камерой	с шланговым захватом	с рычажным захватом	клиновой захват	захват с поддоном

Приведенная в морфологической таблице классификация позволила выявить, что в настоящее время перспективными являются грузозахватые устройства [1]:

- работающие от гидравлического привода;
- способные выполнять поворот вокруг вертикальной оси с помощью ротатора;
- имеющие закрытый корпус (базу), защищающий гидролинию и гидроцилиндры от внешних механических воздействий.

Проведенный анализ источников информации по конструкции сменных грузозахватных устройств для захвата, поворота и перемещения рулонных материалов позволил перегруппировать эти устройства на четыре группы:

- захват их с боковой стороны;
- захват их с торцевой стороны или со всех наружных сторон;
- захват их с помощью траверсы со сквозным отверстием;
- захват их с центральным отверстием (с одной или с обеих сторон).

На основе данного анализа преподавателями кафедры «Полиграфия» разработаны перспективные конструкции грузозахватных устройств для внутреннего захвата, поворота и транспортировки рулонных материалов [2, 3, 4, 5].

В захвате с тороидальной камерой [3], разработанном для грузов с центральным отверстием, на верхний и нижний концы стержня навинчены стаканы с упорной шайбой. При посадке на резьбу стаканов в их кольцевые пазы одновременно вставляется тороидальная камера, охватывающая осевой стержень. Захват в собранном виде свободно (с очень малым зазором) вставляется в отверстие бобины бумажного рулона. Затем патрубок трубопровода соединяют с насосом, позволяющим с целью захвата рулона создавать давление воздуха внутри тороидальной камеры.

Разработанный шланговый внутренний захват [4] состоит из стержня, на концы которого навинчены гайки. Сверху стержня просовывается шайба, затягиваемая гайкой. Между гайкой и пластиной на стержень спиралеобразно намотан виток к витку в один слой упругий пластичный шланг. Этот шланг соединен с насосом, который с целью захвата рулона создает внутри шланга давление воздуха. Для поднятия и изменения положения рулона данное устройство снабжено приваренной к верхней пластине серьгой, выполняющей функцию рым-болта.

Конструкция внутреннего рычажного захвата [5] представляет собой удлиненную оправку круглого сечения с пневмоцилиндром в верхней части, его штока, соединенного с центральным стержнем, и рычагов с клиньями. Рычаги эксцентрично с помощью болтов и гаек закреплены на центральном стержне и клиньях.

Принцип работы данного рычажного захвата заключается в том, что для подъема рулона бумаги включают пневмоцилиндр, который с помощью центрального стержня и рычагов воздействует на клинья. Последние своими выступами изнутри в нескольких местах по высоте и во взаимноперпендикулярных плоскостях зажимают бобину. После доставки рулона к месту назначения внутренний рычажный захват освобождают от него, переключая движение штока с поршнем пневмоцилиндра в обратную сторону. При этом клинья, зажимающие бобину, с помощью рычагов и центрального стержня отходят от нее.

Для выполнения различных рабочих операций с рулоном бумаги (подъем, поворот, перемещение и др.) в рычажном захвате предусмотрено крепление к упорной пластине специального механизма, который при необходимости подвешивается к рабочему органу грузоподъемной машины.

Выводы:

- приведены цель и методика составления морфологической классификации источников информации по техническим устройствам;
- разработана морфологическая классификация грузозахватных устройств для перегрузки полиграфических изделий;
- выявлены перспективные типы исполнения конструкций грузозахватных устройств для работы с грузами, имеющими центральное отверстие;
- рассмотрены конструктивные особенности и принцип работы высокоэффективных устройств для захвата, поворота и подъема рулонных материалов с центральным отверстием.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Сурашов Н.Т.,Турдалиев А.Т., Гудович М.И.. Перспективные конструкции многофункциональных рабочих органов грузоподьемных манипуляторов: Монография –Алматы, КазНТУ, 2013г. -151с.

[2] Инновационный патент РК № 25812 от 15.06.12 г., бюл. №6. Захватное устройство для грузов с центральным отверстием. / Сурашов Н.Т., Помашев О.П., Боровский А.Ю.

[3] Инновационный патент РК № 25281 от 20.12.11 г., бюл. №12. Тороидальный внутренний захват для бумажных рулонов. /Сурашов Н.Т., Помашев О;.П., Боровский А.Ю.

[4] Инновационный патент РК № 24089 от 15.06.11 г. Подъемно- поворотное устройство с внутренним захватом для транспортировки бумажных рулонов. / Сурашов Н.Т., Газизов О.Г., Асаубеков М.А.

[5] Газизов О.Г., Сурашов Н.Т., Гудович М.И. Разработка и расчет подвесного механизма захвата и подъема рулонных материалов с центральными отверстиями. – Вестник КазНТУ, №6.- Алматы: КазНТУ, 2015. - С. 209-215.

Канатов К.К., Давлетова Ж.Т., Гудович М.И.

Полиграфиялық өнімдерді өңдеу үшін көтергіш құрылыстардың дамуын морфологиялық жіктеу.

Түйіндеме: Әдеби-патенттік материалдарды техникалық құрылғылар бойынша морфологиялық жіктеу құрастыру мақсаты мен әдістемесі көрсетілген. Талдау нәтижесінде жиналған патенттік мәліметтерден морфологиялық жіктеу және басып шығару өнімдері үшін көтергіш құрылыстардың негізгі жіктеу ерекшеліктері анықталды.

Кілттік сөздер: морфологиялық талдау, көтергіш құрылғылар, рулондық материал, ішкі басым.

Kanatov K.K., Davletova Zh.T., Gudovich M.I.

Development morphological classification of lifting devices for handling printing products.

Summary: The purpose and methodology of drawing up of the morphological classification of literary and nilpotent materials in the art. From the analysis of the collected data revealed the main patent classification features of lifting devices for handling and printing products composed of morphological classification.

Key words: morphological analysis, lifting devices, the web material, internal gripping.

УДК 37.01:53

Г. Найманғазы*, Ө. К. Парманбеков, Ж.Даулет
(Қазақ мемлекттік Қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
*E-mail: Gulzhaz.15@mail.ru, daulet-jumagul@mail.ru)

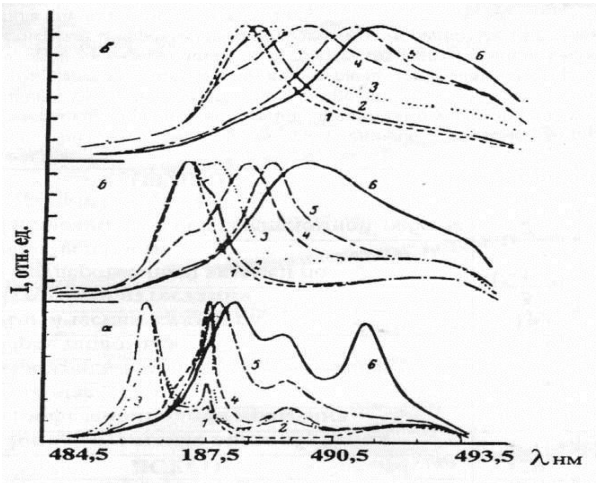
ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШТЕРДЕГІ ЖАРЫҚТЫҢ ЖҰТЫЛУ ӘСЕРІНЕН ЭКСИТОНДАРДЫҢ ТАСЫМАЛДАНУЫ

Андатпа. Осы мақалада CdS кристалының әр түрлі температурада, оптикалық қоздырудың әр түрлі интенсивтілігінде және әр түрлі геометрияда алынған спектрлерінің эксперименттік нәтижелеріне теориялық анализ жасаймыз. Зерттеу мақсатымыз оптикалық қоздыру интенсивтілігін арттырған кездегі, жартылай өткізгіштердегі сәулелену рекомбинациясының спектрлерінде көптеген өзгерістер болады. Осы өзгерістердегі сәулелену ді ескере отырып, қарапйым жолмен түсіндіруге болады. Эксперименттік нәтижелер жасаған теориялық нәтижелерге сәйкес келеді

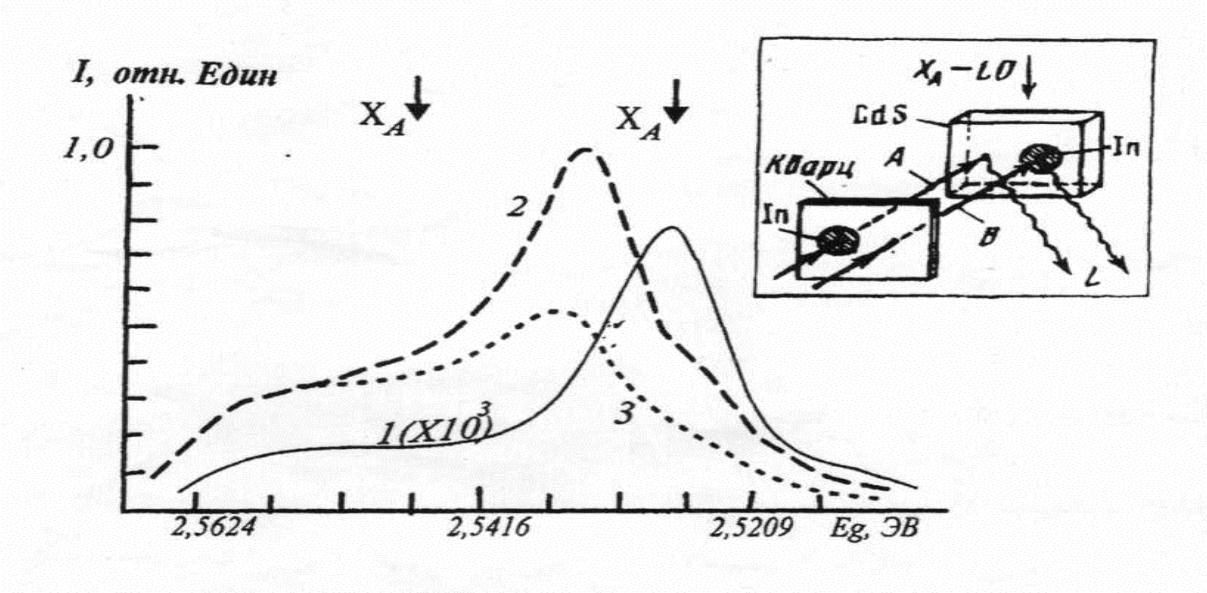
Түйіндеме: сөздер: фотондар, CdS кристалы, рекомбинация, интенсивтілік спектрі, электрон, кемтікті плазма.

Біз бұл зерттеу жұмысында алынған эксперименттік нәтижелерді қарапайым модельмен түсіндіреміз. Рекомбинация кезінде қайта сәулелену құбылысын ескермесек те болады, өйткені ол экситондық күйлер арқылы сызықты заңмен өтеді. Өте төменгі қоздыру интенсивтілігінде, сызықтық емес рекомбинация болсада, фотонның еркін жүру жолы кристалдың өлшемінен асық болады, осыдан экситондардың тасымалдануы байқалмайды. Жоғарғы интенсивтілікті қоздыру кезінде басқа жағыдай. Өйткені бұл жерде қайта сәулелену ді ескеру керек. Бұл былай түсіндіріледі, α^{-1} –ортада фотонның еркін жүру жолы жұтылу кезінде кристалдық өлшемдерінен кіші болады. Рекомбинацияның әсерінен пайда болған жарық кванты, ортада α^{-1} жол жүріп қайта жұтылады. Осындай актылардың қайталануынан қайта сәулелену бірталай қашықтыққа жүріп өтеді. Бұл құбылыс жартылай өткізгіштерде үлке орын алады [1].

Зерттеу жұмысының мақстаы ретінде: оптикалық қоздыру интенсивтілігін арттырған кезде, жартылай өткізгіштердің сәулелену рекомбинациясының спектрлерінде көптеген өзгерістер болады, осы өзгерістердегі сәулелену ді ескере отырып, қарапйым жолмен түсіндіруге болады.



1-сурет. CdS кристалының рекомбинациясының спектрлері



2-сурет. CdS кристалының сәулелену рекоминациясының спектрлері

2-сурет. Еркін экситондардың жылулық импульсының фотондары өсер еткендегі спекторы.
1 . 1 = 10^-Ю^см^с[1];
2 . 1 = ЗПО^см^с[1];

Оптикалық қоздырудың интенсивтілігін арттырған кезде, электрон-кемтікті қосақтардың концентрациясы көбейген кезде, энергетикалық спектрлер кулондық алмасатын әсерлесудің әсерінен өзгереді. Бұл өзгеріс тиым салынған зонаның еніазаяды. [2] Еркін тасымалдаушылардың концентртциясына байланысты, оның формуласы:

$$\Delta E = 3\beta e^2 \left(\frac{3n}{8\pi}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad (1)$$

Мұнда, β – алмасу әсерлесуінің параметрі.

П –тасымалданушылардың концентратциясы.

Біздің ойымызша жоғары интенсивті қоздыру кезіндегі рекомбинатциялық сәулелену спектрлерінің ұзын толқынды облысқа ығысуы тасымалдаушылардың концентратциясы п көбейкен кезде тиым салынған зонаның енінің таралуынан. Осыған орай, біздің болжамымыз бойынша CdS кристалы үшін алмасу параметрін β анықтауға болады. Эксперименттен (2-сурет) интенсивтіліктің (5.10^{18} – 3.10^{22})$см^{-2}с^{-1}$ CdS- үшін тиым салынған зонаның энергиясы ~ Мэв [3].

Электрон-кемтікті плазманың концентрациясын мына қатынастан табамыз:

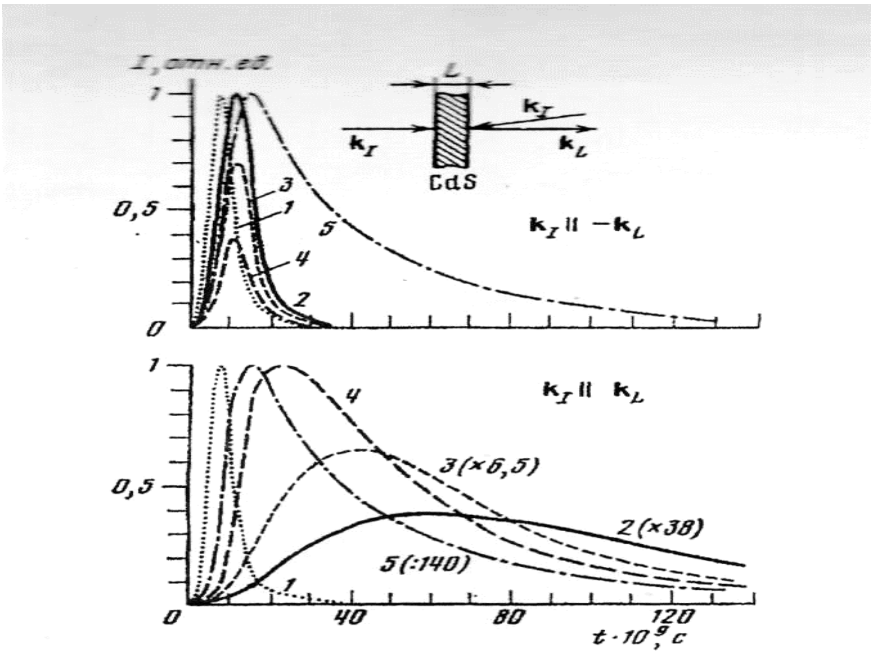
$$n = I.\alpha.\tau \qquad (2)$$

Мұнда, τ - еркін экситонның өмір сүру уақыты.

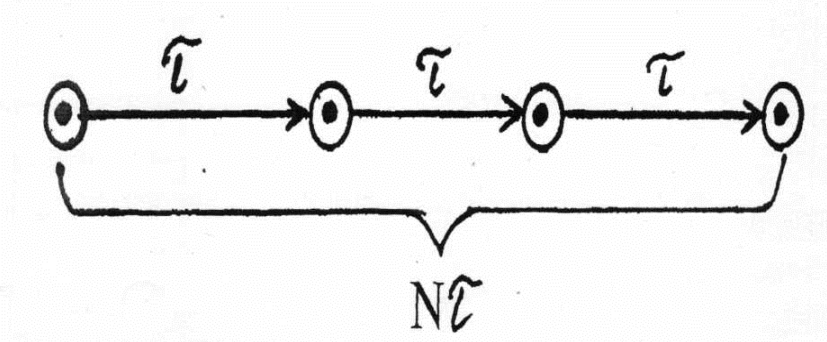
І-интенсивтілік.

α—жұтылу коэффиценті.

(1) және (2) қатынасты пайдаланып және 1 және 2 суреттегі интенсивтіліктерді алып, β – ның мәнін есептеген кезде, ол шамамен ~ 0,016. Сонымен алынған параметрдің теориялық және эксперименттік мәндері бір-бірмен сәйкес келеді. Айтылған болжамның дұрыс екенін дәлелдейікк. 3-суреттен экситондық сәулеленудің әр түрлі геометриядағы уақыттын кинетикасынан рекомбинациялық сәлеленудің ұшып өту уақытын анықтауға болады, әрине бұл кезде қайта сәулелендуді пайдаланамыз. Қарапайым модель бойынша фотонның жұтылы мен ұшып шығыуы актілерінің арасы өте үлкен. Бұл модельді диффузиялық модельден айрықша болуы үшін баллистикалық деп атаймыз. Бідің болжамымыз бойынша, фотонның жұтылу актісі еркін экситонды береді, ал оның сәулеленуі рекомбинацияға сәйкес, 4-суретте каскадты [4].



3-сурет. Люминесценцияның кинетикасы



4-сурет. Фотонның көп каскадты үшін өту схемасы

Зерттеу жұмыстарын қортындылай келесек, фотонның жұтылу актісі еркін экситонды береді, ал оның сәулеленуі рекомбинацияға сәйкес, 4-суретте каскадты фотонның кристалдан балистикалық ұшып өтуі көрсетілген. Қайта сәулелену кезіндегі бір фотонның уақыты экситонның өмір сүру уақытына тең [5].

Сонда :

$t = \iota\alpha = 200$ нс (3)

3-суреттен және (3) формула бойынша есептелген шамалар бір-бірімен сәйкес, біз айтқан болжам дұрыс.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] S.M. Ryvcin, Indirect optical transition induced by carrier interaction in semiconductors, Phys. St. Sol. 1965. II, 1, 285-294cc.

[2] М.С. Епифанов,Г.Н. Галкин, Е.А. Боброва, В.С. Вавилов. Фотонный перенос возбуждения неравновесных носителей заряда ы арсениде галлия. ФТП. 1977. 12 №1. 75-78cc.

[3] А.В.Констаников, Г.В. Царенков. Влияние переизучени на диффузии неравнавесных ностилелей в полупровоиках. Материлы Зимней школы по физике полупроводников. Ленинград. 1979.22-60cc.

[4] C.Klingshirn, H.Haug Optical properts of hidhly excited direct gap semiconductors. Phys. Rept. 1981, 70, 5 315-398cc.

[5] Physics. Formerly Senior Lecturer in Education University of Liverpool. John Marray- 2012. 16-17cc.

Наймангазы Г., Парманбеков О. К., Даулет Ж.

Пермещение экситонов в полупроводниках с помощью поглощения света

Резюме. В данной статье сделан теоретический анализ экспериментальных результатов спектров кристалла CdS в различный интенсивной оптической в разных геометриях. Целью исследовательской работы является исследование повышения интенсивности оптического возбуждения в спектрах рекомбинации облучения полупровадников наблюдаются изменения. Полученный теоретический результат хорошо совпадает экспериментальными.

Ключевые слова: фотоны, CdS кристалл, рекомбинация, спектр интенсивности, электрон, дырочная плазма.

Naymangazy G., Parmanbekov O.K., Daulet J.

Moving excitons in semiconductors using light absorption

Summary. This article Essential theoretical analysis of the experimental results in spectra of CdS crystal optical varying intensity in different geometries. The aim of the research is to study the increase in the intensity of the optical excitation spectra of recombination radiation semiconductor observed changes The theoretical result is in good agreement experimental.

Key words: photons, cds crystal, recombination, spectrum of intensity, electron hole, plasma.

УДК 007.51

К.Т. Кошеков, Н.Ю. Гурин, Н.В. Астапенко, А.А. Кашевкин
(Северо-Казахстанский государственный университет имени М.Козыбаева
Петропавловск, Республика Казахстан, Gurin-nikoLay@mail.ru)

РАЗРАБОТКА СХЕМ БЕСКОНТАКТНОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА

Аннотация. . Зернохранилище – это сооружение для хранения зерновых культур и доведения их до годового состояния. Зернохранилище представляет собой высоко механизированное сооружение, имеющее несколько технологических процессов. Для повышения качества, выпускаемой продукции и конкурентоспособности на рынке, рано или поздно производство сталкивается с необходимостью его автоматизации. Предлагаются схемы автоматизированной системы мониторинга и управления технологическими процессами хранения зерна на основе применения беспроводных инфокоммуникационных технологий, методов и алгоритмов сбора и анализа информационных сигналов и изображений, и формировании на их основе управляющих воздействий. Объектом автоматизации является зернохранилище инновационного типа.

Ключевые слова: зернохранилище инновационного типа, программируемый логический контроллер, автоматизированная система управления технологическими процессами.

Аграрная отрасль является одной из основных отраслей промышленности Северо-Казахстанской области. Для качественной обработки, хранения и погрузки зерна применяются зернохранилища

На сегодняшний день существуют различные схемы автоматизации данного технологического процесса, построенные на базе релейно-контактной логике. Построение алгоритмов на данной логике выполняется с определенной последовательностью контактов реле и магнитных пускателей. Расширение таких схем управления связано с внедрением новых контактов, и как следствие полное изменение схемы управления. Сложность передачи данных на расстояние, организация архива, удаленное управление – это лишь небольшой перечень недостатков схем управления на релейно-контактной логике, которые делают данные схемы управления не конкурентоспособными на рынке.

Сегодня очень многие схемы управления, традиционно работавшие на релейно-контактной логике, переходят на логику управления ПЛК (программируемый логический контроллер). Управление посредством ПЛК позволяет организовать схему управления, которую в любое время подлежит расширению, причем базовое аппаратное обеспечение остается без изменений. Удаленное управление возможно посредством различных протоколов передачи данных, а хранение архива данных возможно на удаленной рабочей станции (ПК).

Авторы статьи проводят научно-исследовательскую работу (НИР), финансируемую за счет гранта Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. Основной целью НИР является усовершенствование процесса хранения зерна путем внедрения комплекса интеллектуальных решений, включающих новые беспроводные инфокоммуникационные технологии, инновационные методы и алгоритмы сбора, первичной обработки и анализа информационных сигналов и изображений и формировании на их основе управляющих воздействий.

Особенностью данной НИР является соотношение «Цена-Качество» и применение более дешевого аппаратного обеспечения компании «ОВЕН». Многие схемы управления на сегодняшний день реализуются на базе контроллеров фирм «Siemens», «Schneider Electric», «Legrand» и т.д. С нынешним курсом доллара и евро схемы, реализованные на данных контроллерах, не будут «бюджетным вариантом». И как, следствие, многие потенциальные заказчики отказываются от автоматики, а у многих складывается мнение об автоматизации производства, как об очень дорогом «удовольствии», которое никогда не окупиться. При грамотном подходе к реализации схемы управления можно добиться высоких показателей в производстве, оптимизации штатного состава, мониторинга технологического процесса, а также выявление неисправностей и нештатных ситуаций на их ранних стадиях. Основным вопросом является детальное изучение технологического процесса производства. На рисунке 1 приведен пример зернохранилища.



Рис. 1. Образец зернохранилища

В рассматриваемом зернохранилище применяется технология горизонтальных силосов, которая снижает стоимость строительства зернохранилищ, улучшает качество и увеличивает сроки хранения зерна, способствует снижению себестоимости зерна и повышению его конкурентоспособности.

Особенностью горизонтальных силосов инновационного типа является способ и устройство выгрузки зерна из силоса [1]. Этот способ отличается тем, что транспортер для выгрузки зерна из силосов находится внутри силоса, а не под ним, и для этого не нужен дополнительный подземный этаж. Устройство выгрузочного конвейера представлено на рисунке 2.

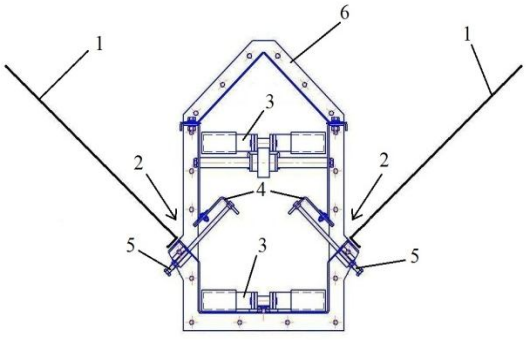
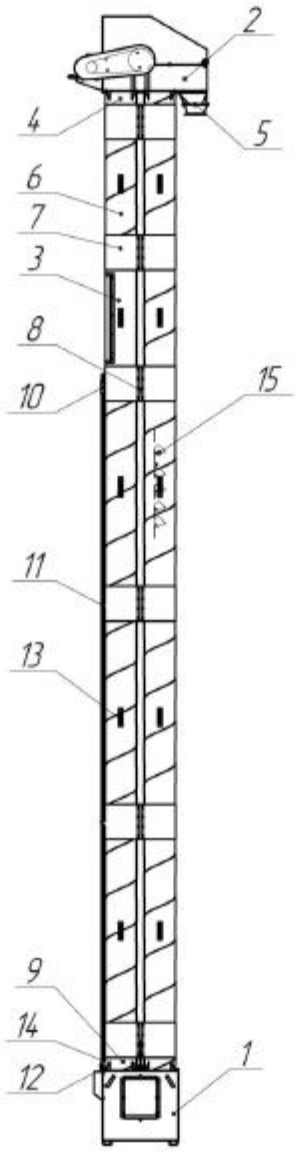


Рис. 2. Устройство выгрузочного конвейера
1 – наклонные полы горизонтального силоса; 2 – загрузочные щели; 3 – скребковый транспортер; 4 – регулируемое затворное устройство; 5 – регулировочный винт регулируемого затворного устройства; 6 – защитный короб.

По наклонным поверхностям 1 (рисунок 2) зерно поступает к загрузочным щелям 2 и через них на нижнюю ветвь скребкового конвейера 3. Для настройки проходного сечения загрузочных щелей в каждой секции выгрузочного конвейера имеется регулируемое (посредством винтов 5) затворное устройство 4. Каждая секция выгрузочного конвейера оборудована защитным коробом 6, в котором размещаются все составные части выгрузочного конвейера.



Принцип действия нории основан на зачерпывании ковшами подаваемого в бункер зерна, подъеме его на необходимую высоту и выгрузке, посредством центробежных сил, в переходник и далее в зернопроводе [2].

Представленное зернохранилище имеет ряд отличительных особенностей над аналогами, а основным превосходством является возможность автоматизации параметров. Существующие схемы автоматизации и мониторинга не позволяют следить за промежуточными значениями. Например, релейно-контактная схема управления дает возможность мониторинга только нескольких уровней зерна в бункере, а число уровней напрямую зависит от количества датчиков уровня.

Авторами статьи была проведена модернизация системы управления технологическими процессами зернохранилища. Это позволило более работоспособную схему управления с возможностью удалённого управления и мониторинга. Структура схемы приведена на рисунке 3.

Основной частью схемы является контроллер ОВЕН ПЛК 160, в который загружен алгоритм управления. Емкость ПЛК 160 позволяет выполнить автоматизацию зернохранилища без модулей расширения. В случае если в связи с увеличением производства будет необходимо увеличить емкость контроллера, то необходимо воспользоваться модулями расширения. На базе контроллера образован средний уровень АСУ ТП. Данный уровень выполняет роль мозга системы, либо локального уровня (домена). Измерительные датчики Sensor 1 – Sensor N выполняют роль сбора и первичной обработки сигналов, которые в дальнейшем подаются на входы ПЛК. В зависимости от типа сигнала применяются 2 типа входов: 1 – дискретные сигналы, 2 – аналоговые сигналы. На базе датчиков – sensors выстраивается полевой уровень АСУ ТП. Данный уровень отвечает за сбор информации. Верхний уровень АСУ ТП – это человеко-машинный интерфейс. Здесь происходит сбор и хранение информации. Основным элементом данного уровня является человек, и данный уровень является главным в иерархии управления.

Для предотвращения нештатных операций на базе существующего технологического оборудования, предусмотрены защитные блокировки. Управление электроприводами посредством ЧРП, позволяет ограничит пусковые токи и предотвратить поломку оборудования. Для исключения разрыва транспортера схемой управления предусмотрена блокировка запуска транспортера под нагрузкой, а в случае порыва ленты выдачи тревожного сигнала дежурному. Порыв транспортера контролируется индукционными датчиками, а запуск под нагрузкой датчиками давления.

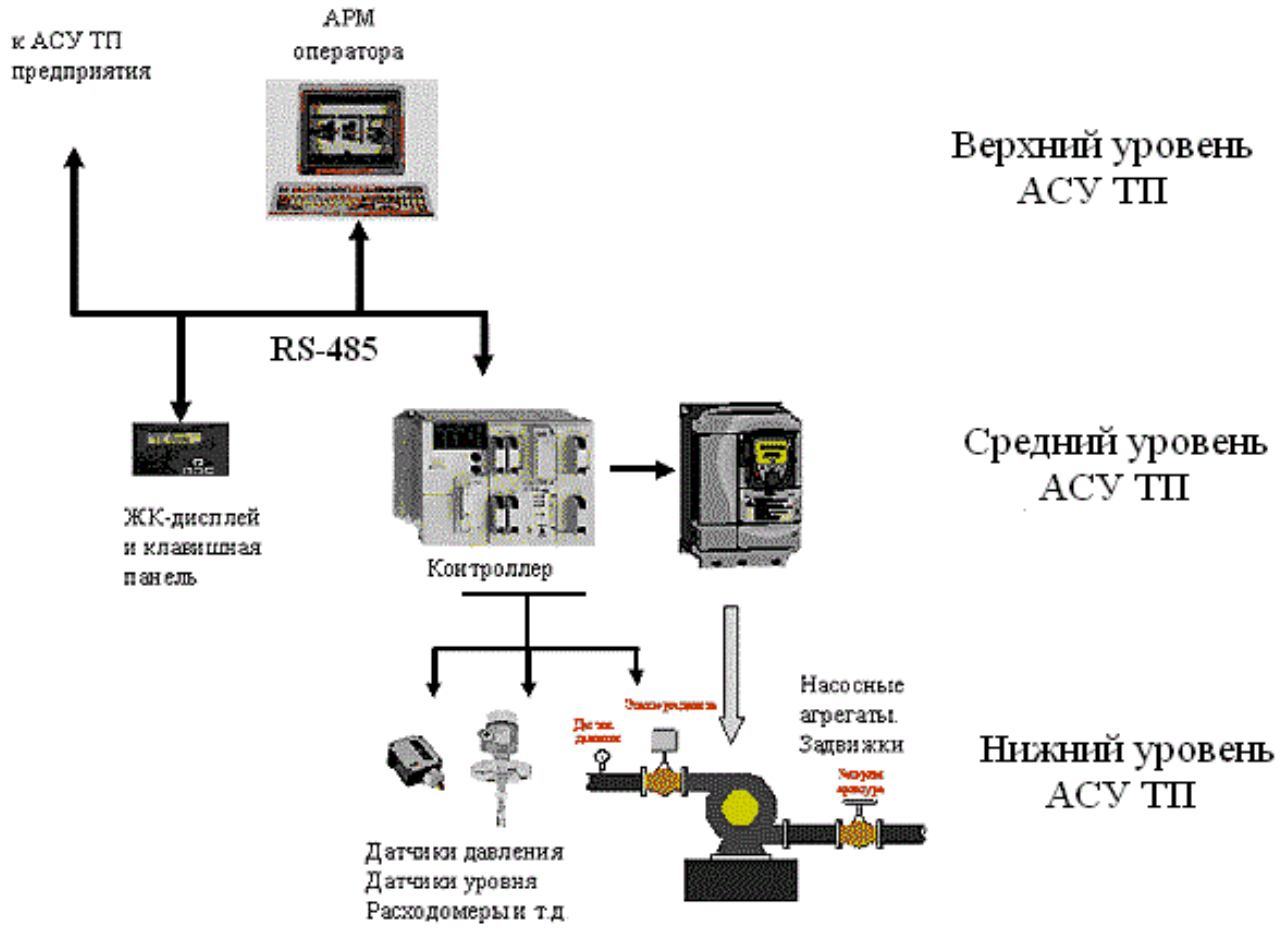


Рис. 3.Структурная схема управления АСУ ТП

Особое внимание уделяется мониторингу технологического процесса. Основным протоколом передачи данных между интеллектуальными элементами системы является распространённый протокол Modbus RTU. Передача данных на удаленную рабочую станцию выполняется посредством GSM/GPRS. Аппаратное обеспечение реализована на модулях ОВЕН ПМ01. Для удаленного управления зернохранилищем предусмотрена организация связи с OPC сервером типа Modbus OPC/DDE. Данный сервер позволяет осуществить связь с аппаратным обеспечением разных фирм-производителей, но работающих посредством протокола Modbus RTU. Данный OPC сервер позволяет организовать передачу данных до 9000 бод/с, при количестве входных сигналов до 300, система будет работать без ожидания отклика системы. При организации OPC сервера появляется возможность управления несколькими отдельными зернохранилищами (доменами) с одного рабочего места. На рисунке 5 предоставлена полная схема организации передачи данных и удаленного управления.



Рис. 4. Структурная схема мониторинга технологических процессов

Представленная схема управления, обеспечивает мониторинг, управление следующими параметрами: хранение зерна; выгрузка зерна; погрузка зерна; контроль параметров хранения зерна; ведение архива данных; формирование отчетов о неисправности; удаленное управление. В результате разработаны алгоритмы управления при помощи алгебры логики, подобрано аппаратное обеспечение системы, рассчитаны контрольные линии к датчикам, для обеспечения непрерывной и эффективной работы зернохранилища. Особое внимание уделено гибкости системы, что обеспечивается возможностью ее интеграции в существующую схему управления, даже релейно-контактную. Работа проводится в рамках северного региона Казахстана и не рассматривает использование данного объекта в районах с сейсмической активности.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Тулешов А.К., Дилмагамбетов Ш.Н., Байболов К.Б., Кожаков К.С., Дилмагамбетов Р.П., Инновационный патент №25280 (Республика Казахстан), 2011.

[2] Нория НПК-50А Руководство по эксплуатации.

Кошеков К.Т., Гурин Н.Ю., Астапенко Н.В., Кашевкин А.А.

Астық қоймасының технологиялық процестерді басқару және контактісіз мониторинг схемаларын әзірлеу

Түйіндеме. Олардың негізінде басқарушы әсер қалыптастыру, және ақпараттық сигналдар мен бейнелерді талдау және әдістер мен алгоритмдерді жинау, сымсыз ақпараттық-коммуникациялық технологиялар қолдану негізінде астықты сақтау технологиялық процестерді басқару және схема мониторингінің автоматтан-

дырылған жүйесін мақаласында ұсынылады. Автоматтандыру объектісінің инновациялық үлгідегі астық қоймасы болып табылады.

Түйін сөздер: инновациялық үлгідегі астық қоймасы, бағдарламаланатын логикалық контроллер, технологиялық процестерді автоматтандырылған басқару жүйесі

Koshekov K.T., Gurin N.Y., Astapenko N.V., Kashevkin A.A.

Diagrams design of a contactless monitoring and control of the granary's processes

Symmary. This article describes the process monitoring and control system of grain storage through the use of wireless communication technologies, methods and algorithms for the collection and analysis of information signals and images, and the formation on the basis of their control actions. The object of automation is the granary of innovative type.

Key words: innovative type of granary, programmable logic controller, an automated process control system,.

УДК622.817

D.K. Sabitova
(Non-profit joint-stock company
Kazakh national research technical university named after K.I.Satpayev)

PRACTICE OF PRELIMINARY METHANE EXTRACTION FROM COAL SEAMS KARAGANDA COAL BASIN SCOPE

Abstract. The problematics of the article states with the improvement of methane safety of coal mines by the means of preliminary degassing preparation of mine fields. The preliminary methane extraction will help to solve a number of economic and technological problems associated with the greenhouse gas emissions and the energy security of the central and northern regions of the country. The main emphasis of the article has been drawn to identify forward-looking and timely development of this area, which may be designated a priority in the transition of the energy sector of Kazakhstan to the "green economy," with the current requirements of environmental safety.

Key words: coalbed methane, Karaganda basin, preliminary methane extraction, green economy.

Introduction. Detection and tracing of low-amplitude tectonic disturbance of coal seams with a high degree of details before the actually conduct of mining operations remains an urgent task, in spite of the well-studied tectonic structure of the array at the stage of exploration and additional exploration of coal deposits. The low-amplitude faults of coal seams with a displacement amplitude of 10-15 m and a length of up to 250-300 m strongly influences on the safety and efficiency of mining coal seams [1].

The underground mining technology of coal industry consists of certain stand-alone solutions:

- the use of high-performance cleaning and tunneling equipment, providing maximum concentration of mining operations within a single layer structure and the transition to "mine-lava";
- multi-drifting schemes of preparation of excavation sites contributing to the maximum use of modern high capacity equipment.

Referring to the global experience the gas production should be applied in advance, for 5-10 years before the start of mining operations. At the same, the layout and parameters wells' location should be determined taking into account the plan for future mining operations for coal extraction [2]. This planning will allow during coal production to reduce the risk of methane explosions due to significant degassing of working layers. The mining operations during the lifecycle of the mine results in unloading coal rock mass and increasing methane recovery of carbonaceous gas-saturated rocks. At this stage, it is advisable to use complex methods to extract methane, which combine surface wells, previously used for a preliminary degassing, and subterranean wells, joined in a single system [3]. In the process of unloading the array yields of wells are increasing tenfold, but the air suction of the mine workings grows as well, causing a reduction in gas concentration, which requires special measures to maintain the conditional parameters of extracted gas mixture [4]. With the aim to ensure a steady flow rates of methane (both in terms of volume and concentration), it is necessary to take into account patterns of methane emissions from reservoirs and unloaded spaces, as well as the impact of air filtration processes in the undermined array on the parameters of extracted gas mixture.

Therefore, changes in patterns of desorption and methane drainage in various stages of development of coal deposits indicate that the requirements for the gas production technology in the process of coal mining are also changing. Thus, three stages of methane extraction corresponding to fundamentally different types of stress-strain state of the array are being proposed:

• ***period of design and construction of the mine,*** corresponding to methane production from unloaded array;

• ***period of operation*** (development of mining operations, development of design capacity and attenuation) to the full development of reserves or the closure of the mine for other reasons; this stage corresponds to the conditions of extraction of methane from unloaded array;

• ***period from the beginning of the isolation of individual areas and the closure of the mine as a whole*** till complete the gas depletion of undermined strata; this period corresponds to the conditions of the methane extraction from old goaf.

Because all three phases cannot be clearly separated in time, as change in the stress-strain state of the process of coal extraction occurs constantly (from the state of nature to decay full displacement), all three stages can occur simultaneously in the same mine field. Therefore, a multistage technology is the most efficient, involving the use of same wells for methane production at all stages of field development. However, the modes of operation of these wells, as we move from the first stage of field development to the last, will be different.

Importance of the Problem

The conditions of underground mining of coal deposits raise the gas factor as the main obstacle to increasing the load on the breakage face. Preliminary degassing of coalbed methane (CBM) indicates that the gas recovery of layers is highly influenced by a large number of natural and anthropogenic factors, among which the most important are as follows:

• genuine gas permeability of the formation;

• pore pressure of the gas in the reservoir;

• structure and properties of gas-saturated coal seams and coal substance;

• stress-strain state of the coal seam;

• coal temperature and enclosing rocks;

• tectonics of the deposit and the presence of coal seams of specific areas (increased fracture, undervoltage, etc.);

• water cuttings of coal-bearing strata and coal moisture.

The preliminary degassing of deposits has proved that the decrease in limitation of gas factor yields to coal production increase by 20-50% [5]. The existing methods of preliminary and ongoing degassing at the present rate of face advance and low permeability of developed coal seams are becoming to be ineffective as there is no sufficient time to extract methane from the coal seam. As a result - and the frequent outbreak of methane and explosions in coal mines.

Geological features of the Karaganda basin

The sectional view covers horizons from the upper half of the Lower Visé to Permian and almost entirely composed of terrigenous clastic rocks with rare interbedded limestones and coal seams in the lower suites [6].The carboniferous of the basin increases along with the circuit and deepening trough as the surrounding ancient landscape was covered with sea essentially, and the climate was warm and humid. After a general regression of the sea in the Moscovian subdivision of the Middle Carboniferous redbeds appeared, coal accumulation was being phased out so that the upper layers of the Carboniferous and Permian do not contain coals. The terrigenous incision is represented by local units and begins with carbonless akkudukskaya suite, including along with the normal detritus also volcanogenic: tuff-sandstones, tuff, tuffites. These deposits are particularly enriched in east direction during Lower Visé and towards limits of Aschisuyskaya syncline. The carboniferous incision located above is being divided into two parts: the lower horizons include Middle and Upper Visé, Namurian stage of the Carboniferous system; upper horizons belongs entirely to the upper Paleozoic [7].

The degree of the coal metamorphism increases with stratigraphic depth starting from gas coals of tentekskaya suite and ending with coke and depleting coals of ashlyarikskaya suite. In addition, the metamorphism of coal increases in a southerly direction with the increasing power of the coal-bearing strata, as well as in drop in coal seams. This metamorphism causes a variety of coals from the gaseous to anthracite, inclusive in the south of the basin. The coals are of following types: vitrinite (60-80%), with average ash content (10-25%) in dolinskaya and karagandinskaya suites, with high ash content (20-35%) in ashlyarikskaya and tentekskaya suites [8]. The difference in the metamorphism of coal affects the methane distribution according to forms of their existence.

Table 1. **Distribution of methane according to forms of its existence in the coals of the Karaganda coal basin, middle stages of metamorphism at depths of over 800 m [9].**

Localization of methane in coal	Form of methane existence	Quantity of methane, %
Within the macropores of microcracks and other defects in the continuity of coal under natural conditions	Unobstructed	2-12
On the surfaces of coal of natural pores and defects of continuity, interblock gaps (including volumetric filling of transition pores and macroscopic defects)	Absorbed	8-16
In the intermolecular space of the coal substance	Solid methane solution	70-85
In the defects of aromatic layers of crystals	Chemically adsorbed methane	1-2
Inside clater like structures	Interstitial solid solution	1-3

State of the Problem

The shaft seismic methods, used for study of geological structure and conditions of occurrence of coal seam and enclosing rocks of the Karaganda basin, allows to generate the most accurate and reliable picture of the tectonic structure of the coal-containing array.

In the Karaganda coal basin the shaft seismic began to be used in 1981 with the beginning of analog seismic stations ("Tectonics-1"), and since 1984 - digital seismic stations (MDGB).

The analysis of the current state of methodological developments in the field of methods of shaft experiments, processing and interpretation of the results, showed a lack of scrutiny of features of the seism geological structure of a coal containing massif of the Karaganda coal basin, which may lead to reduced credibility and reliability.

The approaches to the development of resource-efficient clean technology of development for coal deposits with high gas content are being tested for the last ten years at the mines "named after Lenin," "Kazakhstan" and "Shakhtinskaya". In following decade, a large range of technological solutions for the extraction of methane from unloaded from rock pressure coal seams has been tested. On the mine "Kazakhstan" a complex of 25 gas wells with a maximum flow rate of methane per well up to 1.5 m^3/min (methane is extracted only from one of the working layers) has been established presenting a concentration of methane in the extracted mixture of 96-98% [10].

Based on the experience of JSC "ArsellorMittal Temirtau" as the main operator in the Karaganda basin the methods of current degassing is widely used for the extraction of methane from unbalanced massif. The use of preliminary degassing of coal seams remains ineffective due to low productivity not exceeding 10-15%. Currently, all of these wells are caring flare methane recovery (methane flaring), which reduces emissions of GHG into the atmosphere by 30 thousand tons per year of carbon equivalent. At a cost of 15 USD for 1 ton of carbon equivalent economic benefit from the sale of quotas under the Kyoto Protocol within JI projects could reach 450 thousand USD.

Discussion

The modern cutting edge solutions for the intensification of gas recovery of coal seams can not find a practical use due to low efficiency, complexity, high labor intensity and cost of the work, and also due to

reduced gas permeability with the depth (the increase of the depth from 300-400 meters to 600-800 meters has reduced the effectiveness of preliminary degasification in the Karaganda basin for 1,5-2 times).

Given to objectively created conditions in the mining industry, further enhancement of the degassing under the increased load on the breakage face is only possible due to the extraction of methane directly from the developed coal seam. However, a small size of the range radius of well, limited time operation of reservoir wells significantly limits the effectiveness of degasification of coal seam.

Conclusion

The creation and implementation of efficient technologies in the field of preliminary methane extraction from the surface, while ensuring coalbed methane production at the rate of at least 50-60% for the developed array and 35-40% [4] for the unbalanced array with the subsequent disposal of methane gas mixture in local power units, can be considered as one of the priority directions of development of the industry.

As Kazakh government aims to diminish the degradation of natural resources with the newly established Concept of transition towards "green economy" [11], the effective use of CBM for power generation will ensure the energy security of mining enterprises up to 20-25% from total power consumption and at the same time will reduce the environmental damage caused by GHG emissions by 40-50% from total emissions.

REFERENCES

[1] Puchkov, L.A., Slastunov, S.V., Present, G.M., Baimukhametov, S.K. (2003). *Coalbed Methane - some challenges and directions of their solution*. Karaganda: Coal, Vol. 12, pp: 43-48.

[2] Davies, R.J., Almond, S., Ward, R.S., and *et al.*(2014). Oil and gas wells and their integrity: Implications for shale and unconventional resource exploitation. *Marine and Petroleum Geology*. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2014.03.001.

[3] Mavor, M.J., Gunter, W.D. and Robinson, J.R. (2004). *Alberta Multiwell Micro-Pilot Testing for CBM Properties, Enhanced Methane Recovery and CO_2 Storage Potential: Proceedings of the SPE Annual Technical Conference and Exhibition.* (Paper SPE 59784). DOI: 10.2118/59784-MS.

[4] Olsen, T.N., Brezine, G. and Frenzel, T. (2003). Improvement Processes for Coalbed Natural Gas Completion and Stimulation: *Proceedings of the 2003 SPE Annual Technical Conference and Exhibition* (paper SPE 84122). Denver, USA.

[5] Alekseyev, A., Uyanova, E., Razumov, O. and *et al.*(2010). *Nature of Coalbed Methane* (1st ed., Vol. 2, pp. 1-17). Moscow: Energyonline.

[6] Kler, V.R. (1973). *Geology of the Karaganda coal basin*. Moscow: Nedra. Geology of coal and oil shale of the USSR, Vol. 9, ed. 1.

[7] Dumler, L.F., Roschin, I.N., Bilyalov B.D. (1996). *Coal-bearing basins of Kazakhstan.* Karaganda: Geology and Mineral Resources of Kazakhstan, Vol. 1.

[8] Adilov, K.N., Akhmetbekov, Sh.U., Amanbyev, B.G. (1999). *Rationale of parameters for intensification of methane extraction by wells of coalbed formation according to reliability criteria. Modern problems of coalbed methane (pp. 288-292).* Moscow: Publishing office of Moscow State Mining University.

[9] Saginov, A.S & Li, K.D. (2006). *On the commercial production of coalbed methane in the Republic of Kazakhstan***.** Publishing Office of Karaganda State Mining University, Vol. 2.

[10] Ministry of Industry and New Technologies of RoK. (2009). *Innovative investment project "Methane" for 2010-2014.* Astana, Kazakhstan: Ministry of Industry and New Technologies of RoK.

[11] The Presidential Decree №577 from 30th of May, 2013. Aqorda, Astana, Kazakhstan.

Сабитова Д.К.

Көмір қыртыстарынан метанды алдын ала алу тәжірибесі. Қарағанды көмір бассейні мысалында.

Түйіндеме. Бұл мақала көмір шахталарының метан қауіпсіздігін шахта алаңдарын күні бұрын газсыздандыру дайындықтарын қолдану жолымен арттыру мәселесіне арналған. Көмір қыртыстарын алдын ала газсыздандыру республиканың орталық және солтүстік аймақтарының энергетикалық қауіпсіздігі мен парниктік газдар шығарылымымен байланысты техникалық және бірнеше экономикалық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Мақалада басты назар экологиялық қауіпсіздіктің қазіргі заманғы талаптарына сай Қазақстанның энергетикалық секторының «жасыл экономикаға» ауысуында басымдыққа ие болатын келешегі зор және заманауи технологияларды айқындауға аударылды.

Түйін сөздер: көмір қыртысы метаны, Қарағанды бассейні, алдын ала газсыздандыру, «жасыл» экономика.

Сабитова Д.К.

Практика заблаговременного извлечения метана из угольных пластов. На примере Карагандинского угольного бассейна

Резюме. Данная статья посвящена проблематики повышения метанобезопасности угольных шахт путем применения заблаговременной дегазационной подготовки шахтных полей. Предварительная дегазация угольных пластов позволит решить целый ряд экономических и технологических проблем, связанных с выбросом парниковых газов и энергетической безопасностью центральных и северных областей республики. Основной упор в статье был сделан на выявление перспективных и современных технологиях, которые могут стать приоритетными при переходе энергетического сектора Казахстана к "зеленой экономике" с учетом современных требований экологической безопасности.

Ключевые слова: метан угольных пластов, Карагандинский бассейн, предварительная дегазация, «зеленая» экономика.

УДК 620.9

М (Л) Б. Бектенов,
(С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті)

КҮН РАДИАЦИЯСЫ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ БОЛАШАҒЫ

Андатпа. Экологиялық талапқа сай энергетиканы болашақта түбегейлі дамыту тек қана жаңартылмалы энергия көздеріне, әсіресе күн энергиясын пайдалануға тәуелді.

Жаңартылмалы энергия көздерін пайдалану энергетиканың қорын байытудың бірден-бір негізі болып саналады. Ал оны пайдалануды үдету төмендегі себептермен түсіндіріледі:

1. дәстүрлі жер астынан алынатын энергия көздерінің шектеулігі.
2. жер асты қорларын пайдалану кезінде (жер астынан шығару, тасымалдау т.б) қоршаған орта құрамына зиянды қоспаның енуі, ыластануы.
3. антропогендік әсердің салдарынан табиғи планетарлық баланстың өзгеруі.
4. жер асты энергия көзі - отындарды қалыптасқан технология арқылы қоршаған ортаға зиянды әсерін тигізбей пайдаланудың шектеулігі.

Түрлі жаңартылмалы энергия көздерінің [1,2] ішіндегі ең тиімдісі, әрине, Күн сәулесінің энергиясы.

Теориялық болжам бойынша Күн энергиясы оның қойнауында жеңіл элементтер ядроларының (дейтерий, тритий, гелий) синтезделу реакциясынан пайда болады, соның нәтижесінде Эйнштейн теңдеуі бойынша табылатын энергия бөлінеді

$$\mathrm{E} = \Delta m c^2, \qquad (1)$$

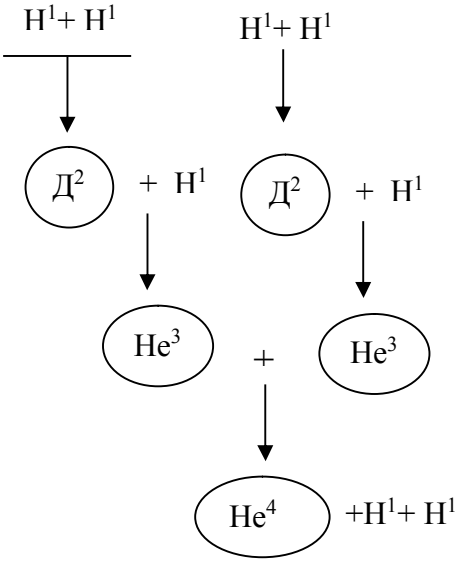
мұндағы жарық жылдамдығы $c = 3 \cdot 10^8 \, м/с$, Δm - массаның ақауы.

Ағылшын астрономы А.Эддингтонның болжамы бойынша термоядролық синтез күн энергясының көзі болып табылады. Ғалымдардың зерттеуінше Күннің қойнауында жаңа химиялық элементтердің ядролары пайда болады. Температурасы 15-20 млн градус болатын Күн центрінде сутегі атомының ядросы-протондар өзара тебілу күшін жеңе отыра, бір-біріне жақындасып, «бірігеді де» гелий ядросын құрайды. Сутегінің гелийге түрлену процесі бірінен кейін бірі жүретін тізбекті үш ядролық әсерлесуден тұрады, бұл протон-протонды цикл деп аталады. Мұның нәтижесінде сутегінің төрт ядросынан гелийдің бір ядросы пайда болады (схема).

Бұл реакциялардың ішіндегі ең маңыздысы дейтерий ядросының тритиймен қосылып

$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n \qquad (2)$$

нейтронның бөлінуі және 17,6 Мэв энергия бөліп шығарады.



Гелийдің пайда болу схемасы.

Бірақ гелий ядросының массасы төрт протон массасынан кем болады, яғни «массаның ақауы» Δm пайда болады. 1г сутегі синтезделгенде «масса ақауы» 7 мг құрайды. Осыны ескеріп және (1) формуланы пайдаланып, 1г сутегі «жанғанда» 150 млрд калорий жылу бөлінетіндігін есептеуге болады. Ал Күннің термоядролық «қазанында» әрбір секундта 564 млн т. сутегі «жанады», яғни 560 млн т. гелий алынады.

Бұдан термоядролық процесс Күн сәулесі энергиясының таусылмас көзі екендігіне көз жеткіземіз, яғни күн энергиясын басқа энергияға түрлендіру дәстүрлі энергия көздеріне қарағанда әлдеқайда тиімді.

Күн сәулесі оған перпендикуляр орналасқан бірлік ауданға келетін энергия мөлшері - күн сәулесінің қарқынымен (I) өлшенеді (нүктелік жарық көзі үшін бұл бірлік денелік бұрышқа сәйкес энергияға тең). Әртүрлі ендіктегі күн радиациясының қарқынын есептеу үшін оның Күнге дейінгі орташа қашықтығына (r_0), берілген сәттегі ара қашықтығына (r), Күннің горизонттан биіктігіне (h_Θ), атмосфераның мөлдірлігіне (p) тәуелділігін пайдаланады. Мысалы, 0-50^0 ендікте орналасқан Қазақстан аумағы үшін бұл тәуелділікті төмендегіше өрнектеуге болады:

$$\mathrm{I} = Q\left(\frac{r_0}{r}\right)^2 \frac{\sinh_\Theta}{\sinh_\Theta + p}, \qquad (3)$$

мұндағы Q - жер бетіне түсетін Күн энергиясының жалпы мөлшері, бұлтсыз ашық аспан үшін $p = 3.$

Жер атмосферасына келетін сәуле қуатын сипаттайтын Күн тұрақтысын сфера центрінде орналасқан нүктелік жарық көзі қарқынының әлсіреу принципі бойынша табады. Күнге дейінгі ара қашықтықты $r = 1{,}496 \cdot 10^8$ км деп алғанда, күн тұрақтысы $C_\otimes = 1353 Вт/м^2$ болады.

Жер шарының келтірілген радиусы $6378 \cdot 10^3 м$ болғандықтан, оның атмосферасына түсетін күн сәулесі энергиясының есептелген жалпы мөлшері

$$\sum Q = 1{,}572 \cdot 10^{18} кВт \cdot саг \ / жыл.$$

Жер бетіне түсетін күн энергиясы жалпы мөлшерінің бір бөлігі шағылады ($Q_ш$), жұтылады ($Q_ж$), атмосферадан өтіп (Q_θ) жалпы радиацияны құрайды (1 сурет).

$$Q = Q_ж + Q_ш + Q_\theta \qquad (4)$$

немесе $$\frac{Q_{ж}}{Q}+\frac{Q_{ш}}{Q}+\frac{Q_{\theta}}{Q}=1, \quad (5)$$

онда планета үшін толық энергия мөлшері

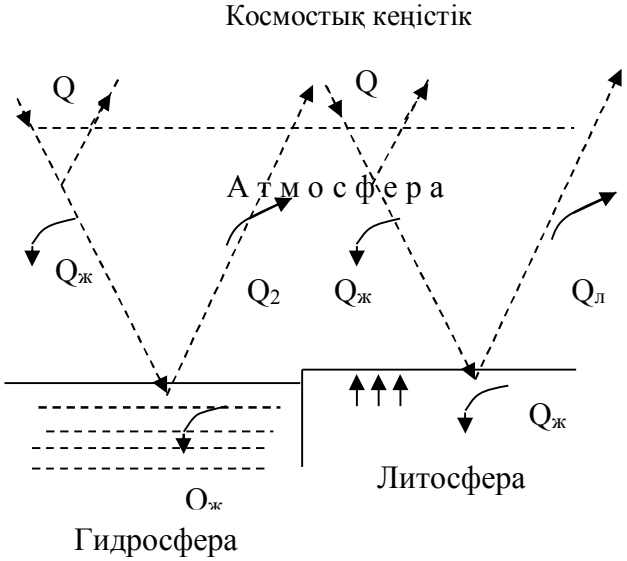
$$\frac{\sum Q_{ж}}{\sum Q}+\frac{\sum Q_{ш}}{\sum Q}+\frac{\sum Q_{\theta}}{\sum Q}=1 \quad (6)$$

Күн энергиясын пайдаланудың әртүрлі тәсілдері бар. Түрлендіру тәсіліне тәуелсіз (2 сурет) күн энергиясын пайдалану, шамасы өзгермелі оның энергетикалық потенциялымен сипатталады. Дәлірек айтқанда келетін энергияның меншікті тығыздығы төмен, энергияның жер бетіне түсуі тұрақты емес және Жер бетіндегі энергияның потенциялы әртүрлі факторларға тәуелді.

Жоғарыда айтылған тәсілдердің бірі *Күн энергиясын жанама (тікелей емес) түрде түрлендіру* геосфераның кинетикалық және потенциялдық энергиясын пайдалануға негізделген, ол энергия геосфераның Күнмен әсерлесуінен туындайды.

Ал күн энергиясын тікелей пайдалану тәсілі- жұтылған күн сәулесін бірден түрлендіреді. 2 суреттен осындай тәсілдердің бірнешеуін принципті түрде іске асыруға болатынын көреміз.

Мысалы, күн сәулесін фототермиялық түрлендіру арқылы электр энергиясын алу күн сәулесін қабылдағыштың температурасы мен ($T_к$) қоршаған орта температура ($T_о$) айырымдарын пайдаланатын термодинамикалық циклға сүйенеді.



1-сурет. Жер атмосферасына келетін Күн сәулесі энергиясының таралу схемасы

Әрине, физика курсынан белгілі, термодинамиканың заңдарын қолдана отырып, энергияны фототермиялық тәсілмен түрлендіру пайдалырақ болу үшін, ($T_к$-$T_о$) температуралар айырымы максимум шамаға жетуі керек.

Күн энергиясын қабылдағыштың тепе-теңдік температурасы жұтылған энергияның ($Q_ж$) және сәуле шығарумен ($Q_{с.ш}$), конвекция арқылы ($Q_к$) берілген энергиялардың балансысы арқылы анықталады:

$$Q_{ж} = Q_{с.ш} + Q_{к}. \quad (7)$$

Онда бірлік бет ауданына (S) келетін энергия:

$$\frac{Q_{ж}}{S}=\frac{Q_{с.ш}+Q_{к}}{S}, \quad (8)$$

яғни меншікті жылу

Пайдалану және түрлендіру
Энергия көздері
Қондырғыл ардың түрлері
Күн сәулесінің энергиясын пайдалану
Жанама тәсілдер
Потенциалдық нергияны пайдалану
Бұрыннан сақталған жылу энергиясын пайдалану
Кинетикалық энергияны пайдалану
Тікелей тәсілдер
Фото-биохимиялық түрлендіру
Фототермиялық түрлендіру
Фотоэлектрлік түрлендіру
Жанама түрлендірудің басқа түрлері
Тікелей түсетін күн сәулесі
Гидро және атмосферадағы температура градиенті
Ер түрлі концентрациялы ауа бөлшектерінің, мұзлын т.б энергиясы
Өзен ағынының энергиясы (су энергиясы)
Жел және мұхит ағынының энергиясы
Мұхит пен атмосферадағы күн, жылу электр станциялары
Мұхиттағы, теңіздегі электр химиялық түрлендіргіштер
Жер бетіндегі және космостық күн жылу электр станциясы немесе күн фотоэлектр
Жер бетіндегі био және электрохимиялық түрлендіргіштер
Жер бетіндегі атмосфералық және космостық күн фотоэлектр станциясы
Су электр станциялары
Атмосферадағы күн- жел электр станциясы және мұхит энергиясының су электр станциясы

$$q_{ж} = q_{с.ш} + q_{к} \tag{9}$$

(9) формуладағы әрбір қосындыны жеке-жеке өрнектейміз:
а) жұтылған жылу

$$q_{ж} = \alpha_{б} C_{\otimes}, \tag{10}$$

мұндағы α_{δ} - беттің альбедасы, $C_{\otimes}$ - күн тұрақтысы.

ә) сәуле шығаруды ($q_{с.ш}$) Стефан-Больцман заңы арқылы сипаттайық

$$q_{с.ш} = \sigma\varepsilon\left(T - T_{o}\right)^{4}, \tag{11}$$

σ -Больцман тұрақтысы, ε - беттің қаралық дәрежесі.
б) конвекция арқылы берілген энергияны Ньютон формуласы арқылы анықтайық

$$q_{к} = \alpha_{к}\left(T_{к} - T_{o}\right), \tag{12}$$

мұндағы $\alpha_{ê}$ -конвекция арқылы жылу беру коэффициенті.
Осы мәндерді (8)формулаға қоялық:

$$\alpha_{ж} C_{\otimes} = \sigma\varepsilon\left(T_{к} - T_{o}\right)^{4} + \alpha_{к}\left(T_{к} - T_{o}\right) \tag{13}$$

(13) теңдеуді жеңілдетілген шарт бойынша күн сәулесін қабылдағыштың температурасына ($T_к$) қатысты шығарайық

$$T \le \sqrt[4]{\frac{C_{\otimes}\alpha_{\delta}}{\varepsilon \cdot \sigma}} \tag{14}$$

$\alpha_{\delta} \to 1$, $\varepsilon \to 1$ және $T_к < 365К$ параметрлердің мәндері өте тиімді шамаға жеткенде, беттің қызған температурасы $\left(T - T_{o}\right)$ ең үлкен мәнге (92^0К) жетеді.

Қыздыру температурасын арттырудың ең тиімді жолы талғампаздық (селективность) қасиеті бар көп қабатты жабындыны [3] пайдаланып, альбедоның беттің қаралық дәрежесіне (немесе сәуле шығарғыштық қабылетіне) қатынасын өзгерту болып табылады. Осы тәуелділік (14) формуладан да байқалады.

Термоэлектр қозғаушы күш (э.қ.к) эффектісіне негізделген, күн сәулесін электр энергиясына фототермиялық әдіспен түрлендіру соңғы кезде кең қолданылуда.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Б.Соренсен. Преобразование, передача и аккумулирование энергии. Изд. дом. Интеллект, Долгопрудный Перевод с английского под ред. А.Д.Калашникова

[2] М(Л)Б.Бектенов Күн энергиясын басқа энергияға түрлендіру. Қ.Р. Б ж Ғ. Министрлігі «Ізденіс-Поиск» жорналы, №4, 2015.

[3] Преобразовние солнечной энергии Под ред. Б.Серафина Москва. Энергоиздат. 1982 Перевод с англ. под редакцией .М.М.Колтуна., и др.

Бектенов М (Л) Б.

Будущее энергии солнечного излучения

Резюме. Кардинальное решение проблем энергетики будущего с учетом экологического требования возможно лишь при использовании возобновляемых источников энергии, приоритетным среди которых является солнечная энергия.

Bektenov M.B.

The future of solar energy

Summary. The cardinal solution of problems of power of the future taking into account the ecological requirement is possible only when using renewables, among which solar energy is priority.

УДК 62.82

А.О. Касимов, А.М. Дараев, Г.М. Байкенова,
(КазНИТУ им.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Аннотация. В статье определены ключевые вероятностно-временные характеристики процессов тестирования протоколов и выведены аналитические выражения для их расчета. Показана математическая модель процесса тестирования, алгоритмы оптимизации сроков и трудоемкости испытаний. Методы спецификаций инфокоммуникационных протоколов еще недостаточно исследованы, а существующие модели проектирования протокольных спецификаций очень многое не позволяют принять во внимание. Развития средств спецификации и тестирования телекоммуникационных протоколов показывает, что переход к сетям следующего поколения NGN и возникновение мультисервисных конвергентных сетей связи привели к резкому усложнению телекоммуникационных протоколов и к увеличению затрат на их тестирование и на сертификацию реализующего эти протоколы телекоммуникационного оборудования.

Ключевые слова: Система показателей, метод Вильсона, мультисервисные сети, телекоммуникационные протоколы, математический аппарат обработки.

Методика проведения испытаний телекоммуникационных протоколов, обеспечивающая полную проверку основных показателей качества функционирования сетевого элемента (узла коммутации) при высокой степени автоматизации процесса испытаний.

Метод базируется на математическом аппарате, позволяющем получать оценки вероятностных характеристик качества функционирования узла коммутации с любой точностью и достоверностью. Сформулированы требования и приведена структура программно-аппаратных средств, необходимых для реализации процесса испытаний.

Организация этого процесса требует решения следующих ключевых вопросов:

- выбор системы показателей;
- физическая модель среды;
- методика проведения проверки;
- математического аппарат обработки результатов.

Система показателей должна быть функционально полной, адекватно отражать качество функционирования узла коммутации, допускать возможность объективного измерения и иметь критерии оценок. В совокупности система показателей должна характеризовать доступность предоставляемых услуг абоненту, предсказуемость ответной реакции на действия абонента, правильность обработки получаемой от абонента информации, непрерывность предоставляемого обслуживания.

На основе требований и существующих нормативных документов, с учетом Рекомендаций ITU серий E.800, Q.500, Y.1540 в качестве основных показателей, кроме вероятности потери вызова/сессии (по видам связи), приняты следующие:

1. вероятность отсутствия акустических сигналов;
2. вероятность ошибочного выбора направления;
3. вероятность преждевременного разъединения;
4. вероятность не состоявшегося разъединения;
5. вероятность неправильного начисления платы;
6. вероятность неадекватной реакции на нестандартные действия абонента;

Модель среды, используемая для проведения испытаний, включает в себя зону генерации нагрузки и анализа результатов и зону коммутации линейных сигналов. Структура модели представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структура модели среды

В состав зоны коммутации входит следующее оборудование: реальные соединительные линии, обеспечивающие включение испытуемого сетевого элемента в сеть связи, протокол-тестер линейной сигнализации и часть того станционного оборудования испытуемого элемента, в котором могут осуществляться "завороты" исходящего направления на входящее. Организация таких заворотов с использованием средств маршрутизации в сетевом элементе позволяет значительно уменьшить необходимое число блоков генерации нагрузки и осуществлять в пределах одной станции исходящие, входящие и транзитные соединения. Детальная структурная схема комплекса приведена на рисунок 2

Структура организации испытаний реализует обработку потока входящих вызовов по всем видам связи параллельно. Состав групп рассчитывается, исходя из общей емкости испытуемого сетевого элемента, числа подключаемых соединительных линий, удельной нагрузки абонентской линии и числа транзитов, которые можно реализовать в испытуемом сетевом элементе на период проведения испытаний. Расчет состава групп и получения оценок вероятностей потерь по всем видам связи автоматизирован и проводится на основе приведенных выше математических моделей в программном комплексе, управляющем процессом генерации нагрузки после ввода исходных данных.

Использование подобной схемы проведения испытаний позволяет:

- минимизировать аппаратные средства генерации нагрузки,
- автоматизировать процесс проведения испытаний,
- получать достоверные оценки качества функционирования сетевого элемента по всем видам связи,
- проводить испытания на стенде, что исключает воздействие случайных внешних факторов.

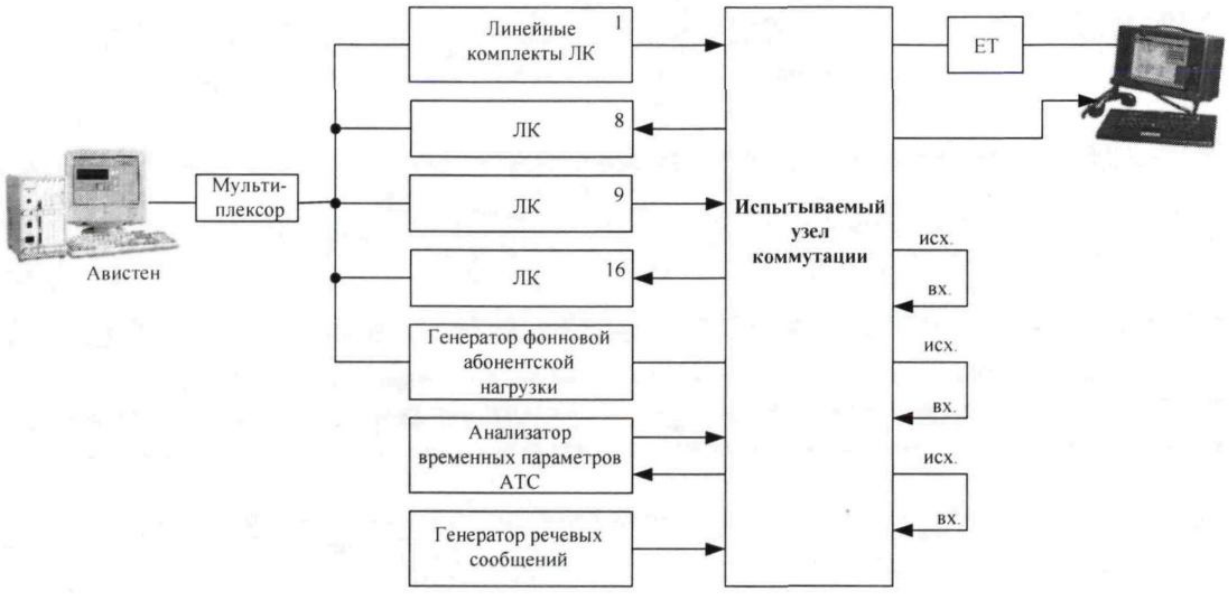


Рис. 2. Комплекс тестирования телекоммуникационных протоколов

Оценка результатов является одним из существенных аспектов процесса проведения испытаний. По всем контролируемым параметрам отдельно и в совокупности непрерывно фиксируется общее число попыток (вызовов) N и число неуспешных вызовов n. Число неуспешных вызовов есть случайная величина и характеризуется вероятностью возникновения данного события. Разработанный математический аппарат позволяет получить доверительные оценки вероятности наступления события (в частности, потери вызова) с заданной степенью достоверности. Предлагаемый метод по-

лучения оценок основан на использовании приближения распределения случайной величины *n* нормальным распределением, методом Вильсона. Существенное преимущество предлагаемого метода состоит в том, что расчет границ вероятности потерь и необходимого числа вызовов *N* (потери трактуются в широком смысле, по всем контролируемым параметрам) производится постоянно во время проведения испытаний и прямо зависит от реального функционирования испытуемого сетевого элемента, в отличие от известных методов, где число N генерируемых вызовов устанавливается изначально и иногда на порядки превосходит необходимое.

Таким образом, предлагаемый метод оценки вероятности потери вызова позволяет резко снизить время, необходимое для проведения испытаний. На рисуноке 3 показан график, характеризующий зависимость необходимого числа вызовов *N* от числа неуспешных результатов *n.* В заштрихованной области 1 реальные потери не превосходят нормативных, а в области 2 превосходят с вероятностью *a.*

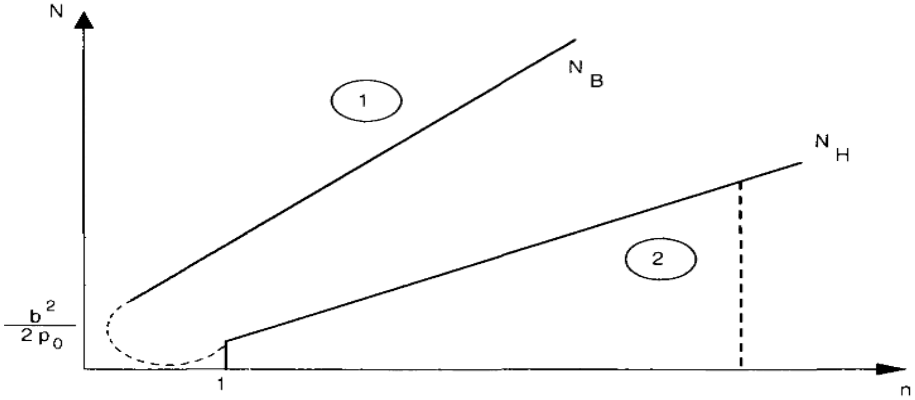


Рис. 3. Зависимость необходимого числа *N* от наблюдаемого числа *n*

Если целью испытаний является установление одного из двух соотношений с вероятностью *a: p<Po*или *p>Po,* то испытания могут быть автоматически прекращены по достижении необходимого значения *N.*Если же целью испытаний является получение оценок вероятности потери вызова с заданной степенью точности, например, для сравнительного анализа АТС разных типов, то испытания продолжаются до получения оценок, отклоняющихся от истинного значения вероятности не более, чем на r%. Значение ги является задаваемой степенью точности.

В работе оценивалось среднее число вызовов N*, необходимое для получения достоверной оценки с точностью, определяемой значением r:

$$N^* = \frac{1}{P_0} \cdot \frac{(100b)^2}{r^2}$$

Эти оценки и предлагаемый метод проведения испытаний позволяют:

а) автоматизировать процесс проведения испытаний,

б) сократить время проведения испытаний,

в) возложить на программный комплекс весь процесс обработки результатов

г) создать единую систему показателей качества,

д) сформировать базу для сравнительного системного анализа однотипных сетевых элементов разных фирм-изготовителей.

Традиционная методика тестирования телекоммуникационных протоколов имеет очевидные недостатки: требует проведения одноэтапного, фиксированного и весьма значительного объема испытаний, не зависящего от качества испытуемого устройства (сетевого элемента), а обратная связь между процессом и объемом испытаний отсутствует. Для оценки результатов испытаний в методике привлекается неадекватный математический аппарат (используется точечное оценивание вероятности потери вызова без определения меры точности этой оценки). В работе показаны математические модели сертификационных испытаний инфокоммуникационных протоколов, рассчитаны статистические оценки числа тестов в разных условиях. Определены ключевые вероятностно-временные характеристики процессов тестирования протоколов и выведены аналитические выражения для их расчета.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Апостолова Н.А., Гойхман В.Ю., Гольдштейн Б.С. Учрежденческие IP-PBX - прообраз эволюции технологий в СТС. //Вестник связи. -2003. - №7. (в списке ВАК).

[2] Глушков В.М., Цейтлин Г.Е., Ющенко Е.Л. Алгебра. Языки. Программирование - 3-е изд., доп. - Киев: Наукова думка, 1989.

[3] Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. - М,. 2008

[4] Гойхман В.Ю., Митошкин К.С. Организация мультисервисных сетей на основе программных коммутаторов. //Мир Lucent. - 2001. - №9.

Касимов А.О.Дараев А.М.Байкенова Г.М.

Телекоммуникациялық жүйелердің мониторинг жүйелері.

Түйіндеме. Бұл мақалада есептеу үшін аналитикалық өрнек алынған тестілеу және хаттама процессінің негізгі ықтымалдығындағы уақыт сипаттамаларын анықтайды. Бұл тестілеу процессінде математикалық модельдің, мерзімдері оңтайландыру алгоритмдерін және сынау күрделілігін көрсетеді.

Кілттік сөздер: Көрсеткіштер жүйесі, Вильсон әдісі, мультисервистік желілер,телекоммуникациялық хаттамалар, математикалық ақпарат өңдеу жүйесі.

Kasymov A.O. Daraev A.M. Baykenova G.M.

Methods of monitoringof telecommunications systems

Summary: This article identifies the key probabilistic-time characteristics of the processes of testing protocols and derived analytical expressions for their calculation. Shows the mathematical model of the testing process, the optimization algorithms of the timing and complexity of the tests.

Key words: System of indicators, the method of Wilson, multiservice networks, telecommunications protocols, mathematical apparatus of processing.

УДК 533.9.03; 533.9.15

Р.Ж. Амангалиева, Ш.Г. Гиниятова
(Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Республика Казахстан, *E-mail: rauan.azh@yandex.ru*)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА НА ОСИ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ТРУБКИ

Аннотация. Описана кинетическая модель стратификации положительного столба тлеющего разряда постоянного тока в аргоне. Произведен расчет по самосогласованной модели разряда для аксиального распределения электрического поля и функции распределения электронов по энергиям (ФРЭЭ) в стратифицированном разряде. По найденным распределениям ФРЭЭ и электрического поля вычислены аксиальные распределения параметров газоразрядной плазмы (плотность и температура электронов) путем интегрирования функции распределения по энергиям. Одним из важнейших параметров пылевой плазмы является заряд пылевой частицы. В плазме газового разряда заряд пылевой частицы определяется балансом потоков электронов и ионов на ее поверхность. Для того чтобы оценить заряд пылевой частицы, необходимо знать параметры плазмы разряда.

Рассматривается положительный столб (ПС) разряда в аргоне низкого давления (0,1<*p*<2Торр). Для описания стратификации в положительном столбе тлеющего разряда использовалось кинетическое уравнение Больцмана для функции *f(r,V)* распределения электронов по скоростям.

Ключевые слова: Пылевая плазма, тлеющий разряд, положительный столб, функция распределения электронов, аксиальное поле.

Физика пылевой плазмы - одна из наиболее бурно развивающихся областей физики. Пылевая или комплексная плазма представляет собой ионизованный газ, содержащий электроны, ионы и частицы конденсированного вещества. В лабораторных условиях пылевая плазма активно исследуется в стратах тлеющего разряда постоянного тока[1-3].

Тлеющий разряд низкой плотности сам по себе (без пылевых частиц) представляет собой сложную открытую самосогласованную нелинейную систему, в которой возможно образование структур - страт. В стратах возникают повышенные значения электрического поля, функция распределения электронов в этих областях обогащена электронами высоких энергий.

Одним из важнейших параметров пылевой плазмы является заряд пылевой частицы. В плазме газового разряда заряд пылевой частицы определяется балансом потоков электронов и ионов на ее поверхность. Для того чтобы оценить заряд пылевой частицы, необходимо знать параметры плазмы разряда.

Рассматривается положительный столб (ПС) разряда в аргоне низкого давления (0,1<*p*<2Торр). Для описания стратификации в положительном столбе тлеющего разряда использовалось кинетическое уравнение Больцмана для функции *f(r,V)* распределения электронов по скоростям:

$$\vec{V}\nabla_{\vec{r}} f - \frac{e_0}{m}\vec{E}\nabla_{\vec{V}} f = S^{el}(f) + \sum_k S_k^{in}(f) \qquad (1)$$

где $\vec{E}$ - распределение электрического поля; S^{el} - интеграл упругих соударений; S_k^{in} - неупругие соударения; e_0 – заряд электрона; m – масса электрона.

Функцию распределения электронов можно разложить по полиномам Лежандра. Оставим первые два члена разложения (двучленное приближение) и ФРЭ будет иметь вид:

$$f(\vec{r},\vec{V}) = f\left(z,U,\frac{\vec{V}}{V}\right) = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{m}{2}\right)^{3/2}\left[f_0(z,U) + f_1(z,U)\frac{V_z}{V}\right], \quad (2)$$

где $U = \frac{mV^2}{2}$ - кинетическая энергия электронов; $f_0(z,U)$ - изотропная и $f_1(z,U)$ - анизотропная части функции распределения электронов по энергии (ФРЭЭ).

Подставляя разложение (2) в уравнение (1), получим систему двух уравнений на изотропную (3) и анизотропную (4) части ФРЭЭ:

$$\begin{aligned}&\frac{1}{3}U\frac{\partial f_1}{\partial z} - \frac{e_0E(z)}{3}\frac{\partial(Uf_1)}{\partial U} = \frac{\partial}{\partial U}\left[2\frac{m_e}{M}U^2N_gQ^{el}(U)f_0\right]\\ &-\sum_k UN_gQ_k^{in}(U)f_0 + \sum_k (U+U_k^{in})N_gQ_k^{in}(U+U_k^{in})f_0(U+U_k^{in},z)\end{aligned} \quad (3)$$

$$\frac{\partial f_0}{\partial z} - e_0E(z)\frac{\partial f_0}{\partial U} + H(U)f_1 = 0, \quad (4)$$

где N_g – плотность нейтральных частиц;M – масса атома; $Q_{el}(U)$ – транспортное сечение рассеяния в упругих столкновениях; $Q_k^{in}(U)$ – сечение k-го неупругого столкновения с потерей электроном энергии U_k; $H(U) = N_gQ^{el}(U) + \sum_k N_gQ_k^{in}(U)$ - коэффициент.

Последний член в уравнений (3) с аргументом $U+U_k$ отвечает за появление электрона с кинетической энергией U вследствие потери им энергии U_k в k-м неупругом процессе.

Сечения возбуждения аргона электронным ударом взяты от [4]. В аргоне сечения разрешенных переходов объединены в группу с порогом 11,623 эВ, есть два запрещенных перехода с порогом 12,9 эВ, 13 запрещенных переходов с порогом 11,273 эВ, ионизация - 15,7 эВ. Все ионизационные столкновения трактовались только как процессы потери энергии, т.е. не изменяющие числа частиц. Предполагалось, что атомы газа неподвижны.

Начиная с работ Bernstein I.B., Holstein T. [5] и Цендина Л.Д. [6], после перехода кинетической энергии к полной энергии электронов $\varepsilon = U + W(z)$, где $W(z) = -e_0\varphi(z)$ - потенциальная энергия электронов, $\varphi(z)$ - распределение электрического потенциала в положительном столбе, уравнение для изотропной части ФРЭЭ становится более простым:

$$\begin{aligned}&-\frac{\partial}{\partial z}\left[\frac{U}{3H(U)}\frac{\partial}{\partial z}f_0(\varepsilon,z)\right] = \frac{\partial}{\partial\varepsilon}\left[2\frac{m_e}{M}U^2N_gQ^d(U)f_0(\varepsilon,z)\right]\\ &-\sum_k UN_gQ_k^{in}(U)f_0(\varepsilon,z) + \sum_k (U+U_k^{in})N_gQ_k^{in}(U+U_k)f_0(\varepsilon+U_k^{in},z)\end{aligned} \quad (5)$$

Выражение

$$f_1 = -\frac{1}{H(U)}\frac{\partial}{\partial z}f_0 \quad (6)$$

связывает между собой изотропную и анизотропную части функции распределения электронов. Уравнение (5) описывает пространственную эволюцию изотропной части ФРЭЭ, которая определяется набором энергии электронов в электрическом поле и ее потерей в различных упругих и неупругих столкновениях.

Если ФРЭЭ известна, то можно получить ряд макроскопических параметров электронов путем интегрирования функции распределения по энергиям. В частности, распределения плотности и температуры электронов в положительном столбе следующее:

$$n_e(z) = \int_0^\infty U^{1/2} f_0(U,z) dU\,, \tag{7}$$

$$T_e(z) = \frac{2}{3}\frac{1}{n_e(z)}\int_0^\infty U^{3/2} f_0(U,z) dU \tag{8}$$

В данной работе плазма в положительном столбе (ПС) тлеющего разряда изучается одновременно решением кинетического уравнения Больцмана для ФРЭЭ, нестационарного дрейфово-диффузионного уравнения непрерывности для ионов и уравнения Пуассона для электрического поля [7-9].

Чтобы определить распределения плотности ионов и электрического поля, была использована модель дрейфа-диффузии. Распределение плотности ионов $n_i(z,t)$ было рассчитано с помощью нестационарного дрейфово-диффузионного уравнения непрерывности:

$$\frac{\partial n_i(z,t)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z}\left(n_i(z,t)\mu_i E(z,t) - D_i \frac{\partial n_i(z,t)}{\partial z}\right) = 0\,, \tag{9}$$

где μ_i, D_i - коэффициенты подвижности и диффузии ионов, взятые из [11].

Электрическое поле в положительном столбе тлеющего разряда определяется распределением ионной и электронной компонент плазмы и самосогласованным путем находится с помощью уравнения Пуассона:

$$-\frac{\partial^2 \varphi(z,t)}{\partial z^2} = 4\pi e_0 \left[n_i(z) - n_e(z,t)\right]\,,\ E(z,t) = -\frac{\partial \varphi(z,t)}{\partial z}\,, \tag{10}$$

которое будет решаться одновременно с уравнением (9) для данной плотности электронов $n_e(z)$ полученной от кинетической модели для электронов (5).

Уравнения (5), (9) и (10) образуют полную систему уравнений для определения трех неизвестных параметров плазмы $n_e(z)$, $n_i(z,t)$ и $E(z,t)$. Система уравнений (5), (9) и (10) решается численно методом итераций. С соответствующими граничными условиями в произвольном электрическом поле $E_0(z)$ решалось параболическое уравнение (5) для получения первой аппроксимации функции распределения $f_0^0(z,U)$. По найденной изотропной части ФРЭЭ по формуле (7) находилось распределение плотности электронов $n_e(z)$. Далее рассматривалась дрейфово-диффузионная модель, основанная на совместном решении уравнений (9) и (10) методом установления. При заданном распределении плотности электронов на данной итерации с помощью уравнения Пуассона находилось начальное распределение плотности ионов $n_i^0(z,t)$. Уравнения (9) и (10) решались совместно до полного установления, т.е. конечное полученное распределение плотности ионов удовлетворяло стационарному уравнению (9). Зная распределение плотностей электронов $n_e(z)$ и ионов $n_i(z)$, находится распределение электрического поля $E(z)$. В полученном новом распределении электрического поля заново рассчитывалось распределение электронов, отличающееся от распределения электронов на предыдущей итерации, затем с помощью уравнений (9) и (10) находилось новое распределение потенциала в ПС. Далее такой итеративный процесс повторяется до тех пор, пока распределения плотностей электронов, ионов и электрического поля не перестанут меняться с числом итераций. Конечное решение не зависит от выбора начального распределения электрического поля.

Расчеты проводились для давления аргона $p = 0{,}35$ Торр в среднем электрическом поле $E_0 = 2{,}7$ В/см. Рассматриваемый промежуток равен $L = 20$ см, катодная сторона положительного столба соответствует $z_c = 0$ см.

На рисунке 1 приведено полученное распределение электрического поля. Видно, что электрическое поле имеет несинусоидальную структуру с периодическими сильно выраженными пиками. Отдельно взятый пик не симметричен и имеет больший градиент с анодной стороны.

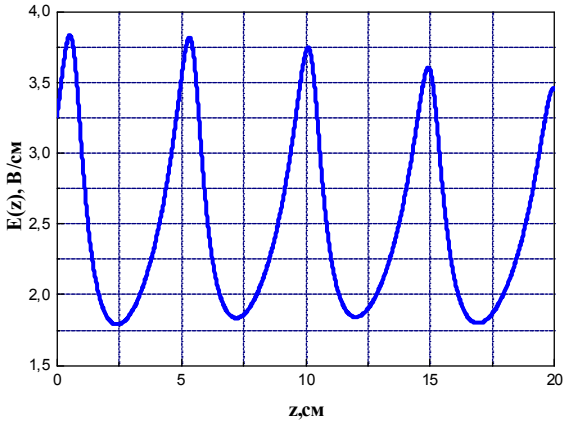


Рис.1. Аксиальноераспределениеэлектрическогополяв аргоне при $p = 0{,}35$ Торр

Аксиальное поле в стратах обеспечивает условие левитации отрицательно заряженной пылевой частицы в некотором сечении страты. В местах страт поле имеет пики.

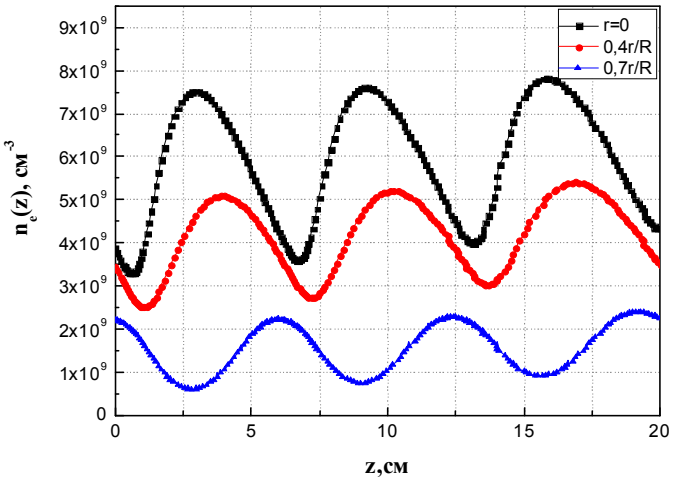


Рис.2. Аксиальное распределениеплотности электронов на различных расстояниях от оси трубки при $p = 0{,}35$ Торр

На рисунке 2 также приведена аксиальная зависимость плотности электронов на различныхрасстояниях от оси трубки, рассчитанные с помощью уравнения (7). Распределение плотности электронов имеет схожую с полем структуру, но находится с ним противофазе.

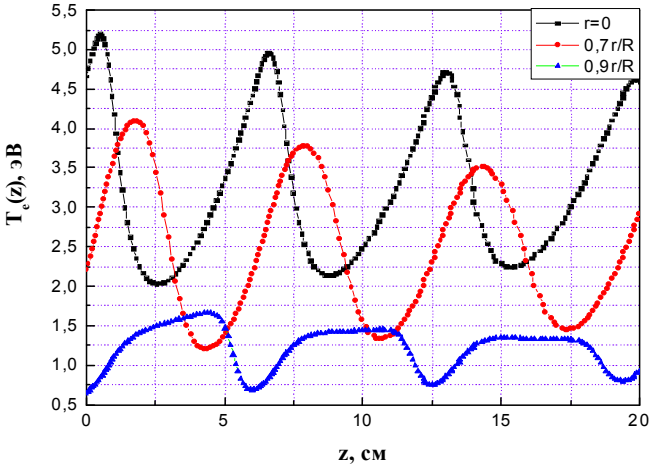


Рис.3. Аксиальноераспределениетемпературыэлектроновна различных расстояниях от оси трубки при $p = 0{,}35$ Торр

Распределение температуры электронов, рассчитанное интегрированием ФРЭЭ по энергиям показано на рисунке 3. Интересно отметить, что в стратифицированном положительном столбе температура электронов в центре трубки при давлениях $p = 0{,}35$ Торр меняется от 2 от 5,2 эВ, что говорит о сильной нелокальности ФРЭЭ.

Полученные результаты позволяют определитьаксиальное распределение заряда пылевой частицы, а также распределение сил, действующих на частицу (электростатической силы и силы ионного увлечения) и проанализировать их зависимость от радиуса частицы, давления газа и характеристик разряда.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Цытович В.Н. Плазменно-пылевые кристаллы, капли и облака // УФН.- 1997. - Т. 167, №1.- С. 58.

[2] Фортов В.Е., Храпак А.Г., Храпак С.А., Молотков В.И., Петров О.Ф. Пылевая плазма // УФН. - 2004. - Т. 174, №5. - С. 495-544.

[3] Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Джумабеков А.Н., Исаев Г.К., Петров О.Ф., Антипов С.Н. Экспериментальная установка для исследования свойств плазменно-пылевых структур // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серияфизическая.-2006. - №1(21). - С. 41-49.

[4] Morgan W.L., Boeuf J.P., Pitchford L. Siglo Data Base, CPAT and Kinema Software // (http://www.csn.net/siglo). 1998.

[5] Bernstein I.B., Holstein T. Electron energy distributions in stationary discharges // Phys.Rev. - 1954. - Vol. 94. - P. 1475.

[6] Цендин Л.Д. Распределение электронов по энергии в слабоионизированной плазме с током и поперечной неоднородностью // ЖЭТФ. - 1974. - Т.66, №5. - С. 1638.

[7] Сухинин Г.И., Федосеев А.В. Самосогласованная кинетическая модель эффекта стратификации разрядов низкого давления в инертных газах // Теплофизика высоких температур. - 2006. - Т. 44, №2. - С. 167-173.

[8] Sukhinin G.I., Fedoseev A.V., Ramazanov T.S., Dzhumagulova K.N., Amangaliyeva R.Zh. Dust particle charge distributioninastratifiedglowdischarge //J.Phys. D: Appl. Phys.- 2007. –Vol. 40, №2. - P. 7761-7765.

[9] Джумабеков А.Н., ДосболаевМ.К., Амангалиева Р.Ж. О некоторых явлениях в газоразрядной плазме низкого давления с пылевыми частицами // Журнал проблем эволюции открытых систем. - 2007. – Вып. 9, Т. 2. - С. 25-29.

Амангалиева Р.Ж., Гиниятова Ш.Г.

Газразрядты түтікше осіндегі солғын разрядты плазмапараметрлерінің таралуы

Түйіндеме. Аргондағы тұрақты токты солғын разряд оң бағанасының стратталуының кинетикалық моделі сипатталды. Өзара үйлесімді кинетикалық модель көмегімен стратталған разрядтағы электр өрісінің және электрондардың энергиялары бойынша таралу функциясының (ЭЭТФ) аксиал таралулары есептелінді. ЭЭТФ және электр өрісінің таралулары арқылы газразрядты плазманың параметрлері (электрондардың тығыздығы мен температурасы) анықталды.

Түйін сөздер. Тозаңды плазма, солғын разряд, оң бағана, электрондардың таралу функциясы, аксиал өріс.

Amangaliyeva R.Zh., Giniyatova Sh.G.

Distribution of parameters of glow discharge plasma on the axis of the discharge tube

Summary. We described the kinetic model of the stratification of the positive column of a DC glow discharge in argon. The calculation was made for the self-consistent model of the discharge for the axial distribution of the electric field and the electron energy distribution function (EEDF) in a stratified discharge. For the resulting distributions of EEDF and electric field, we computed axial distribution of the gas-discharge plasma parameters (density and temperature of electrons) by integrating the energy distribution function.

Key words. Dusty plasma, glow discharge, positive column, the electron distribution function, axial field.

УДК 519.6

Н. М. Темирбеков, А. К. Тураров
(Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева
Усть-Каменогорск, Республика Казахстан
temirbekov@rambler.ru, t010183@gmail.com)

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗЛИФТНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация. Рассматривается численное моделирование одномерной модели газлифтного процесса, где движение в газлифтной скважине описывается уравнениями в частных производных гиперболического типа. Разработаны разностные схемы для модели газлифтного процесса на неравномерной сетке сгущающихся в близи границ подобластей занятых газом, жидкостью и газожидкостной смесью.

Разработана математическая модель газлифтной скважины. Расмотрена одномерная модель газлифтной скважины, в которой предполагается, что поток в кольцевой части и скважине двухфазный и изотермический. Система, описывающая изучаемый процесс, состоит из уравнений движения, неразрывности и уравнений термодинамического состояния, концентраций, гидравлического сопротивления. На границах разделов фаз ставятся условия согласования для давления, скорости и концентрации, которые позволяют получить формулу для определения плотности жидкой фазы в явном виде. Разработана конечно-разностная схема на адаптивной неравномерной сетке, сгущающаяся на границах газовой, жидкостной и газожидкостной фаз. При построении сетки используется кубическая сплайн-функция. Результаты предложенного алгоритма иллюстрируются на примере отдельно взятой нефтяной скважины.

Ключевые слова: контактный разрыв, границы разделов фаз, газожидкостная смесь, газлифт.

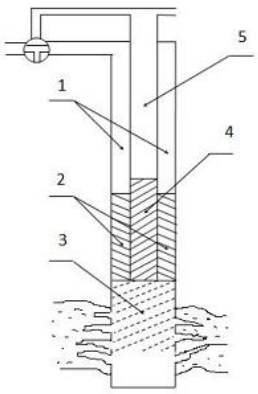
Применение динамических моделей газожидкостных потоков для описания добычи и транспортировки нефти началось сравнительно недавно. В них используются нестационарные уравнения баланса массы, импульса и энергии для жидкой и газообразной фаз. Основной сложностью является наличие разрывов в распределении плотности в скважине. Для этого на основании экспериментальных данных были подобраны непрерывные функции от газосодержания для скорости всплытия газа и параметра профиля потока.

Первые динамические модели газожидкостных потоков пришли в нефтегазовую отрасль именно из области тепловой и атомной энергетики. Работы [1-5] посвящены движению газожидкостных смесей в трубах. Работы [6-11] посвящены моделям и программным пакетам для моделирования нестационарных потоков углеводородов OLGA, TACITE, TUFFP. В работах [10-18] изучается запуск газлифтной скважины и нестабильные режимы работы газлифтного подъемника. В работах [12-15] приводится обзор научных работ, посвященных известным методам исследования и оптимизации работы газлифтных скважин. В работе Барашкина Р.Л. [16] разработана динамическая математическая модель газлифтной скважины с учетом передвижения границ фаз, их образования, смены периода работы скважины и относительной скорости газа.

Во всех вышеперечисленных работах при численном решении используется равномерная сетка по пространственным переменным и в каждой подобласти задача решается отдельно, тогда как на границе раздела фаз имеются большие градиенты скорости, плотности и давления. Поэтому в данной работе разработаны разностные схемы для модели газлифта во всех подобластях и на неравномерной сетке, которая сгущается в подобластях с большими градиентами, т.е. на границах раздела фаз. Разработанной разностной схемой и алгоритмом ее реализации проведены расчеты газлифтной скважины.

Система дифференциальных уравнений в частных производных для математического моделирования газлифтной скважины

При разработке математической модели сделаны следующие допущения (рис.1): поток в скважине двухфазный, процесс движения изотермический, подача рабочего агента осуществляется через кольцо, добыча нефти осуществляется через насосно-компрессорную трубу (НКТ), силы сопротивления пористой среды и вязкости описываются в виде суммарного гидравлического сопротивления.



1 - газ в кольце $\varphi = 1$; 2 - жидкость в кольце $\varphi = 0$;
3 - газожидкостная смесь в эксплуатационной колонне;
4 - жидкость в НКТ; 5 - газ в НКТ $\varphi = 1$

Рис. 1. Газлифтная скважина

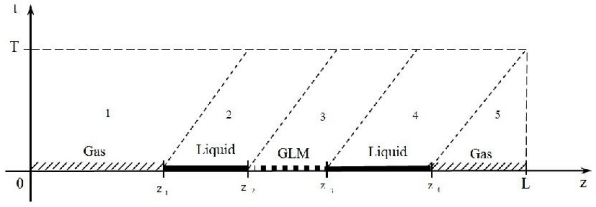


Рис. 2. Расчетная область газлифтной скважины

Рассмотрим системы уравнений, описывающих движение в газлифтных скважинах [16] (рис. 2).

$$\varphi\rho^{\text{г}}\frac{dv^{\text{г}}}{dt} + (1-\varphi)\rho^{\text{ж}}\frac{dv^{\text{ж}}}{dt} =$$
$$= -\frac{\partial p}{\partial z} - \frac{\lambda_c}{2\cdot d_{\text{г}}}(\varphi\rho^{\text{г}}v^{\text{г}}|v^{\text{г}}| + (1-\varphi)\rho^{\text{ж}}v^{\text{ж}}|v^{\text{ж}}|) + (\varphi\rho^{\text{г}} + (1-\varphi)\rho^{\text{ж}})gsin\theta. \quad (1)$$

$$\frac{\partial\varphi\rho^{\text{г}}}{\partial t} + \frac{\partial\varphi\rho^{\text{г}}v^{\text{г}}}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial(1-\varphi)\rho^{\text{ж}}}{\partial t} + \frac{\partial(1-\varphi)\rho^{\text{ж}}v^{\text{ж}}}{\partial z} = 0. \quad (3)$$

$$\begin{cases} \text{длягаза:} & p = \rho^{\text{г}}RT/M, \\ \text{для жидкости:} & p = p_0 + \frac{1}{\beta}\left(\frac{\rho^{\text{ж}}}{\rho_0^{\text{ж}}} - 1\right). \end{cases} \quad (4)$$

$$\varphi(z,\text{t}) = (z,\text{t}) = \begin{cases} b, & 0\le z\le z_1-\varepsilon, \\ \frac{b+a}{2} - \frac{b-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_1), & z_1-\varepsilon\le z\le z_1+\varepsilon, \\ a, & z_1+\varepsilon\le z\le z_2-\varepsilon, \\ \frac{b_1+a}{2} + \frac{b_1-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_2), & z_2-\varepsilon\le z\le z_2+\varepsilon, \\ b_1, & z_2+\varepsilon\le z\le z_3-\varepsilon, \\ \frac{b_1+a}{2} - \frac{b_1-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_3), & |z-z_3|\le\varepsilon, \\ a, & z_3+\varepsilon\le z\le z_4-\varepsilon, \\ \frac{b+a}{2} + \frac{b-a}{2}th\,R_\varphi(z-z_4), & |z-z_4|\le\varepsilon, \\ b, & z_4+\varepsilon\le z\le L, \end{cases} \quad (5)$$

где $b = 1,\ a = 0,\ b_1 = \frac{0.83v^{\text{г}} - v^{\text{ж}}}{v^{\text{г}} - v^{\text{ж}}},\ th\ z$- гиперболический тангенс; ε-малый параметр, $z_k = z_k(t)$- функции времени, границы разделов фаз.

Уравнение для коэффициента гидравлических сопротивлений

$$\lambda_c = \lambda_c(p, \rho^{\text{г}}, \rho^{\text{ж}}, v^{\text{г}}, v^{\text{ж}}, \varphi, \mu), \quad (6)$$

Здесь используются обозначения из [16].

Уравнение (1) с учетом(2), (3) можно записать и в дивергентном виде

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varphi\rho^{\text{г}}v^{\text{г}} + (1-\varphi)\rho^{\text{ж}}v^{\text{ж}}) + \frac{\partial}{\partial z}(\varphi\rho^{\text{г}}(v^{\text{г}})^2 + (1-\varphi)\rho^{\text{ж}}(v^{\text{ж}})^2) =$$
$$= -\frac{\partial p}{\partial z} - \frac{\lambda_c}{2\cdot d_{\text{г}}}(\varphi\rho^{\text{г}}v^{\text{г}}|v^{\text{г}}| + (1-\varphi)\rho^{\text{ж}}v^{\text{ж}}|v^{\text{ж}}|) + (\varphi\rho^{\text{г}} + (1-\varphi)\rho^{\text{ж}})gsin\theta. \quad (7)$$

Коэффициент динамической вязкости для ГЖС определяется следующим образом

$$\mu = \varphi\mu^{\text{г}} + (1-\varphi)\mu^{\text{ж}}. \quad (8)$$

Расходное газосодержание α определяется так

$$\alpha = \frac{Q^{г}}{Q^{г}+Q^{ж}}, \tag{9}$$

где $Q^{г}$, $Q^{ж}$ - расходы газа и жидкости.

Обозначим через $F^{г}$, $F^{ж}$ - площади в сечении трубы занятые газом и жидкостью. Расходы газа и жидкости через скорости выражаются формулой

$$Q^{г} = v^{г}F^{г}, \quad Q^{ж} = v^{ж}F^{ж} \tag{10}$$

Подставляя (10) в (9) и разделив числитель и знаменатель на F, и учитывая что $\varphi = \frac{F^{г}}{F}$, $1-\varphi = \frac{F^{ж}}{F}$ получим

$$\alpha = \frac{\varphi v^{г}}{\varphi v^{г}+(1-\varphi)v^{ж}}. \tag{11}$$

Уравнения (1)–(6)решаются в подобластях 1-5 (рис. 2) со следующими начальными и граничными условиями:

$$\rho_{г}(z,0) = \psi_{\rho}^{г}(z),\ \rho_{ж}(z,0) = \psi_{\rho}^{жс}(z),\ \ v_{г}(z,0) = \psi_{v}^{г}(z),\ v_{ж}(z,0) = \psi_{v}^{жс}(z),\ \ 0 \le z \le L, \tag{12}$$

где функций $\psi_{\rho}^{жс}(z)$, , $\psi_{\rho}^{г}(z)$, $\psi_{v}^{г}(z)$, $\psi_{v}^{ж}(z)$ задаются в подобластях в зависимости от фазы среды.

Левые граничные условия для газа при $z = 0$, $1 \le t \le T$ **:**

$$v_{г}(0,t) = v_{0}, \quad p_{г}(0,t) = p_{0}. \tag{13}$$

На границах разделов фаз выполняются соотношения Гюгонио. На поверхности контактных разрывов должны быть непрерывны нормальная составляющая скорости газа или жидкости давление [3]

$$[\varphi]_{z=z_k} = 0,\ \ [p]_{z=z_k} = 0,\ \ [\mathrm{v}]_{z=z_k} = 0,\ \ k = 1,2,3,4. \tag{14}$$

Используя (14) и формулы (4) получим формулы для определения плотности на границах раздела фаз. Например, на границе $z = z_1$ газа имеем формулу

$$\rho^{ж}(z_k+0,t) = \rho_0^{ж} + \rho_0^{ж}\beta\left(\frac{\rho^{г}(z_k-0,t)RT}{M} - p_0\right). \tag{15}$$

Построение разностной схемы

Для численного решения начально-граничной задачи определим неравномерную по z и равномерную по t разностную сетку в следующем виде:

$$W_h = \{z_j = j\mathrm{h}_j,\ \ j = 0,1,\dots,N_1,\ \ \mathrm{h}_j N_1 = L\},\ \ W_\tau = \{t_i = i\tau,\ \ i = 0,1,\dots,N_2,\ \ \tau N_2 = T\},$$

где τ и h - шаги расчетной сетки по t и z, соответственно.

Интегро-интерполяционным методом построена разностная схема, аппроксимирующая дифференциальные уравнения **Ошибка! Источник ссылки не найден.-Ошибка! Источник ссылки не найден.**. Нелинейные слагаемые аппроксимированы с помощью схемы против потока.

Разностный аналог уравнения движения

$$\begin{aligned}
&\frac{\varphi_{j,i+1}\rho^{г}_{j,i+1}v^{г}_{j,i+1}+(1-\varphi_{j,i+1})\rho^{ж}_{j,i+1}v^{ж}_{j,i+1}}{\tau} - \frac{\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i}v^{г}_{j,i}+(1-\varphi_{j,i})\rho^{ж}_{j,i}v^{ж}_{j,i}}{\tau} + \frac{p_{j+1,i}-p_{j,i}}{\mathrm{h}_j} = \\
&= -\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i}\left[\frac{1}{2\mathrm{h}_j}\left(v^{г}_{j,i}+\left|v^{г}_{j,i}\right|\right)\left(v^{г}_{j,i}-v^{г}_{j-1,i}\right) + \frac{1}{2\mathrm{h}_j}\left(v^{г}_{j,i}-\left|v^{г}_{j,i}\right|\right)\left(v^{г}_{j+1,i}-v^{г}_{j,i}\right)\right] - \\
&-\left(1-\varphi_{j,i}\right)\rho^{ж}_{j,i}\left[\frac{1}{2\mathrm{h}_j}\left(v^{ж}_{j,i}+\left|v^{ж}_{j,i}\right|\right)\left(v^{ж}_{j,i}-v^{ж}_{j-1,i}\right) + \frac{1}{2\mathrm{h}_j}\left(v^{ж}_{j,i}-\left|v^{ж}_{j,i}\right|\right)\left(v^{ж}_{j+1,i}-v^{ж}_{j,i}\right)\right] - \\
&-\frac{\lambda_{j,i}}{2\cdot d_{г}}\left(\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i}v^{г}_{j,i}\left|v^{г}_{j,i}\right| + \left(1-\varphi_{j,i}\right)\rho^{ж}_{j,i}v^{ж}_{j,i}\left|v^{ж}_{j,i}\right|\right) + \left(\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i} + \left(1-\varphi_{j,i}\right)\rho^{ж}_{j,i}\right)gsin\alpha, \qquad (16)\\
&j = 1,2,\dots,N_1-1;\ i = 1,2,\dots,N_2.
\end{aligned}$$

Для уравнение неразрывности газа и жидкости применено схема TVD (Total Variation Diminition) на примере схемы Лакса-Вендроффа.

Уравнение неразрывности газа

$$\begin{aligned}
&\frac{\varphi_{j,i+1}\rho^{г}_{j,i+1}-\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i}}{\tau} + \frac{1}{2\mathrm{h}_j}\left[\left(v^{г}_{j,i}+\left|v^{г}_{j,i}\right|\right)\left(\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i}-\varphi_{j-1,i}\rho^{г}_{j-1,i}\right) + \right.\\
&\left.+\left(v^{г}_{j,i}-\left|v^{г}_{j,i}\right|\right)\left(\varphi_{j+1,i}\rho^{г}_{j+1,i}-\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i}\right)\right] + \frac{v^{г}_{j,i}}{\mathrm{h}_j}\left(f_{i+\frac{1}{2},i}-f_{i-\frac{1}{2},i}\right) = 0, \qquad (17)
\end{aligned}$$

где $f_{i+\frac{1}{2},i} = \psi(r_j)\left(1-\frac{\tau\left|v^{г}_{j,i}\right|}{h_j}\right)\left(\varphi_{j+1,i}\rho^{г}_{j+1,i}-\varphi_{j,i}\rho^{г}_{j,i}\right),\quad j = 1,2,\dots,N_1-1;\ i = 1,2,\dots,N_2.$

Уравнение неразрывности жидкости

$$\frac{(1-\varphi_{j,i+1})\rho^{ж}_{j,i+1}-(1-\varphi_{j,i})\rho^{ж}_{j,i}}{\tau}+\frac{1}{2h_j}\Big[\big(v^{ж}_{j,i}+|v^{ж}_{j,i}|\big)\Big(\big(1-\varphi_{j,i}\big)\rho^{ж}_{j,i}-\big(1-\varphi_{j-1,i}\big)\rho^{ж}_{j-1,i}\Big)+$$

$$+\big(v^{ж}_{j,i}-|v^{ж}_{j,i}|\big)\Big(\big(1-\varphi_{j+1,i}\big)\rho^{ж}_{j+1,i}-\big(1-\varphi_{j,i}\big)\rho^{г}_{j,i}\Big)\Big]+\frac{v^{ж}_{j,i}}{h_j}\Big(f_{i+\frac{1}{2},i}-f_{i-\frac{1}{2},i}\Big)=0, \quad (18)$$

где $f_{i+\frac{1}{2},i}=\psi(r_j)\left(1-\frac{\tau|v^{ж}_{j,i}|}{h_j}\right)\Big(\big(1-\varphi_{j+1,i}\big)\rho^{ж}_{j+1,i}-\big(1-\varphi_{j,i}\big)\rho^{ж}_{j,i}\Big),\ j=1,2,\dots,N_1-1;\ i=1,2,\dots,N_2.$

Ограничитель схемы TVD выбирается следующим образом

$0<\psi(r_j)\le min(2r_j,2), r_j>0,\quad \psi(r_j)=0, r_j\le 0,$

где $r_j=\frac{\rho^{\gamma}_{j,i}-\rho^{\gamma}_{j-1,i}}{\rho^{\gamma}_{j+1,i}-\rho^{\gamma}_{j+1,i}}, j=1,2,\dots,N_1-1;\ i=1,2,\dots,N_2\quad \gamma=г,ж.$

Давление газа определим с помощью формулы

$$p_{j,i+1}=\frac{\rho^{г}_{j+1,i}RT}{M}. \quad (19)$$

Давление жидкости

$$p_{j,i+1}=p_0+\frac{1}{\beta}\left(\frac{\rho^{ж}_{j,i+1}}{\rho^{ж}_0}-1\right). \quad (20)$$

Поскольку в модели (16) число неизвестных $v^{г}_{j,i+1}$, $v^{ж}_{j,i+1}$ больше числа уравнений, поэтому необходимы замыкающие соотношения. Для распределенного потока используется следующая взаимосвязь скоростей газа и жидкости [16].

$$v^{г}_{j,i+1}\big(0{,}83-\varphi_{j,i+1}\big)=\big(1-\varphi_{j,i+1}\big)v^{ж}_{j,i+1}, \quad (21)$$

коэффициент гидравлического сопротивления определяется в зависимости от числа Рейнольдса

$$\lambda_{j,i}=\frac{64}{Re_{j,i}}, \quad (22)$$

где число Рейнольдса определяется с помощью формулы

$$Re_{j,i}=\frac{LV}{\mu_{j,i}}. \quad (26)$$

В разностной задаче (16)-(22) используется неравномерная сетка с шагами $h_j, j=0,1,\dots,N_1$. Неравномерная сетка сгущается на границе подобластей. Сгущение сетки осуществляется с помощью зависимости $z_k=z_k(q,t)$ формулами

$$z_k(q,t)\ =\ a_k\big(q-q_{n_k}\big)^3+b_k\big(q-q_{n_k}\big)^2+c_k\big(q-q_{n_k}\big)+d_k,\quad k=1,2,3,4, \quad (27)$$

где q - координатная ось на трезок $[0;\ 1]$ которого отображается отрезок $[0;\ 2]$ координатной оси z; причем по оси q строится равномерная сетка соответствующая неравномерной сетке по оси z; n_k - граница разделов фаз; a_k, b_k, c_k, d_k - коэффициенты кубической параболы.

Шаг неравномерной сетки определяется так $h_j=z_k(q_j,t)-z_k(q_{j-1},t)$, где $j=n_k-n_\varepsilon, n_k-n_\varepsilon+1,\dots,n_k+n_\varepsilon, n_\varepsilon=\left[\frac{\varepsilon}{h_q}\right], h_q=\frac{1}{N_1}$ - шаг равномерной сетки по q.

Скорость газожидкостной смеси (ГЖС) вычисляется по формуле

$$v^{см}_{j,i+1}=\varphi_{j,i}v^{г}_{j,i+1}+\big(1-\varphi_{j,i}\big)v^{ж}_{j,i+1},\ j=n_2+1,n_2+2,\dots,n_3-1,\ i=0,1,\dots,N_2. \quad (28)$$

Границы разделов фаз z_k за один шаг по времени передвигаются на величину $\Delta l_k=v_{n_k,i}\cdot\tau$, где $k=1,2,3,4$. Номера узлов сетки соответствующие границам разделов фаз определяются так $n_k=n_k+[\Delta l_k/h_j]$.

Результаты численного моделирования

Используя вышеприведенный алгоритм, была составлена программа для вычисления основных технологических характеристик газлифтной скважины. Были заданы следующие исходные данные: $t=3600$ с, L = 3496м, $\rho^{г}=0{,}75$ м/кг^3, $\rho^{ж}$ =950 м/кг^3, d_1=0,0889 м, d_2=0,0759 м, D=0,168м, $p_н=9$ МПа, $p_{пл}=19$ МПа, $p_у=1{,}5$ МПа, T=333 К, g=9,80665 м / с^2.

На рисунках 3, 4, 5, 6 приведены истинное содержание газа, плотность, давление и скорости. На рисунке 3 приведен график изменения истинного содержания газа вдоль скважины. На рисунке 4 приведен график изменения плотности газа, жидкости, ГЖС вдоль скважины. На рисунке 5 построен график функции давления. Из данного графика видно, что давление среды в пласте увеличивается вдоль течения до момента образования газожидкостной смеси, а затем уменьшается. Из графика

скорости (рисунок 6) наблюдается монотонное уменьшение скорости среды до образования ГЖС, за смесью скорость жидкости и газа в НКТ увеличивается.

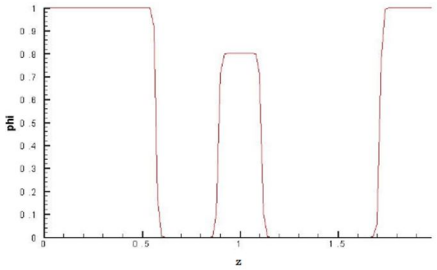


Рис. 3. Истинное содержание газа

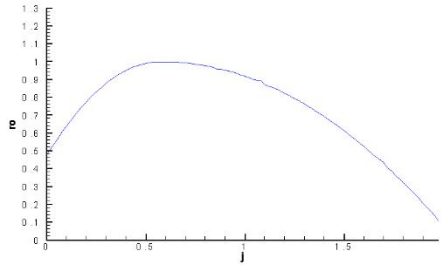


Рис. 4. Плотность

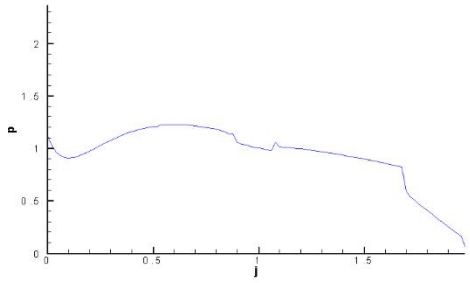


Рис. 5. Давление

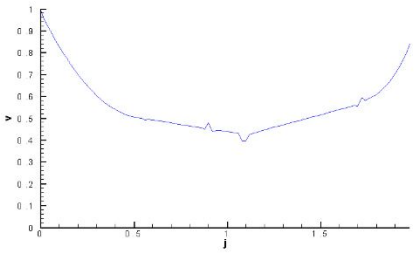


Рис. 6. Скорость

Заключение.

В данной работе разработана математическая модель газлифтной скважины и рассмотрена одномерная модель газлифтной скважины. Разработана конечно-разностная схема на адаптивной неравномерной сетке, сгущающаяся на границах газовой, жидкостной и газожидкостной фаз. При построении сетки используется кубическая сплайн-функция. Используя предложенный алгоритм численного решения одномерной задачи для газлифтной скважины, составлена программа для расчета на компьютере. Предложенными численными алгоритмами решения задачи определения плотности, давления, скорости для газлифтной скважины проведены многочисленные методические расчеты. Из результатов расчетов можно сделать вывод, что разработанная математическая модель и разностная схема позволяют изучить физический процесс в газлифтной скважине.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред, Т.1,2, М., Наука, 1987 (in Russ.)

[2] Кутателадзе С.С. Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем. М.: Энергия, 1976. (in Russ.)

[3] Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. М.: Наука, 1992. – 424 с. (in Russ.)

[4] Шокин Ю.И. Первое дифференциальное приближение. - Новосибирск: Наука, 1979 (in Russ.)

[5] Накоряков В.Е., Соболев В.В., Шрейбер И.Р. Длинновольновые возмущения в газожидкостной смеси Известия АН СССР. МЖГ, 1972, № 5. (in Russ.)

[6] Bendiksen K., Malnes D., Moe R., Nuland S. The dynamic two-fluid model OLGA: theory and application SPE Production Engineering. May, 1991. P. 171. (in Eng.)

[7] Minami K., Shoham 0. Transient two-phase flow behavior in pipelines-experiment and modeling Int. J. of Multiphase Flows. 1994. V. 20. № 4. P. 739. (in Eng.)

[8] Pauchon C., Dhulesia H., Binh-Cirlot G., Fabre J. TACITE: A transient tool for multiphase pipeline and well simulation paper SPE 28545. 1994. (in Eng.)

[9] Tang Y., Shmidt Z., Blais R. Transient dinamic characteristics of the gaslift unloading process paper SPE 38814. 1997. (in Eng.)

[10] D. ter Avest, Oudeman P. A dynamic simulator to analyse and remedy gas-lift problems paper SPE 30639. 1995. (in Eng.)

[11] Asheim H. Verification of transient multi-phase flow simulator for gas lift applications paper SPE 56659. 1999. (in Eng.)

[12] Алиев Ф.А., Ильясов М.Х., Джамалбеков М.А. Моделирование работы газлифтной скважины. Доклад НАН Азерб., №4, 2008, с. 107-116. (in Russ.)

[13] Алиев Ф.А., Исмаилов Н.А., Задачи управления газлифтным процессом при минимальных потерях дебита в подъемнике Институт Прикладной Математики 2013, с.111-119. (in Russ.)

[14] Алиев Ф.А., Есадуллаев Р., Исмаилов Н.А., Алгоритм решения цифровой минимаксной задачи определения оптимального режима газлифта труды института прикладной математики Т.1 №1 2012 – С. 4-14. (in Russ.)

[15] Шуров В.И. Технология и техника добычи нефти М., «Недра», 1983, 510с. (in Russ.)

[16] Барашкин Р.Л., Разработка модели и алгоритмов функционирования газлифтной скважины как объекта системы оперативного управления Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина - Москва: 2011., 152 с. (in Russ.)

Темирбеков Н. М., Тураров А. К.

Газлифт үрдісінің динамикалық моделінің сандық шешімі

Түйіндеме. Қозғалысы газлифт ұңғымасында гипреболалық типтегі дербес туындылы дифференциалдық теңдеулермен сипатталатын газлифт үрдісінің бір өлшемді моделіне сандық улгілеу жургізіледі және қарастырылады. Ішкі облыстары газ, сұйық және газ-сұйық қоспа шекараларының маңында қоюланатын бікелкі емес торда газлифт үрдісінің моделіне айырымдық сұлбалар құрастырылды.

Бұл мақалада, газлифт ұңғымасының математикалық моделі құрастырылды. Ұңғыма мен оның сақиналы бөлігінде ағыс екі фазалы және изотермиялық деп жорамалданатын газлифт ұңғымасының бір өлшемді моделі қарастырылады. Зерттелінді үрдісті сипаттайтын жүйе қоғалыс теңдеуі, үзіліссіздік теңдеуі мен термодинамикалық күй теңдеуі, концентрация және гидравликалық кедергілерден тұрады. Сүйық фазасының тығыздығын айқын түрде анықтайтын формуласын алуға мүмкіндік беретін фазалардың бөліну шекараларына газ, сұйық және газ-сұйық қоспаларына сәйкестік шарты қойылады. Газ, сұйық және газ-сұйық қоспа шекараларының маңында қоюланатын бікелкі емес адаптивті торда ақырлы-айырымдық сұлбасы құрастырылды. Ұсынылған алгоритмнің нәтижесі жеке алынған мұнай ұңғымасының мысалында көркемделген.

Түйіндеме. байланысты ажырау, фазалардың бөліну шекарасы, газ-сұйық қоспасы, газлифт.N. M.

Temirbekov N.M., Turarov A. K.

Numerical solution of the dinamic model of gas-lift process

Key words: interfacial contact discontinuity, gas-liquid mixture, gas lift.

Summary. We consider and conduct a numerical simulation of a one-dimensional model of gas-lift process, where the movement in gas-lift well is described by partial differential equations of hyperbolic type. Difference schemes for the gas-lift model of the process on a non-uniform grid condensing near the boundaries of subdomains with gas, liquid and a gas-liquid mixture are developed.

In this paper, the mathematical model of gas lift wells is developed. A one-dimensional model of gas-lift wells is examined in which it is assumed that the flow is two-phase and isothermic in the annular portion and in the well. The system, which describes the process under study, consists of the equations of motion and continuity equations of thermodynamic state, concentration, and hydraulic resistance. At the interface, matching conditions for pressure, velocity and concentration are set that allows to obtain a formula for determining the density of the liquid phase in an explicit form. Finite-difference scheme on adaptive non-uniform grid condensing on the boundaries of the gas, liquid and liquid-gas phase, is developed. When building a grid, cubic spline function is used. The results of the proposed algorithm is illustrated by the example of a real well.

ӘОЖ: 67.017

Жамбаева М.Қ., Касымов А.Б., Курбанбеков Ш.Р, Степанова О.А.
(Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университеті,
ШҚО, Семей, Қазақстан Ресупубликасы, zhambaeva_94@mail.ru)

СИЛИЦИРЛЕНГЕН ГРАФИТТІҢ ФИЗИКО-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРІСІН ТАЛДАУ

Аннотация: Мақалада силицирленген графиттың физико-механикалық қасиеттеріне байланысты өзгерістері, олардың қолданылу аясы көрсетілген. Сондай-ақ, агрессивті орта әсеріне беріктілігі, қасиеттерінің салыстырмалы түрде бағалануына байланысты талдама кестелері бар. Силицирленген графиттың жалпы қасиетінің өзгерістерінің арқасында, ол өндірістік кәсіпорындарында кеңінен талап етілетіні көрсетілді.

Түйін сөздер: Силицирленген графит, физико-механикалық қасиет, кремний карбиді, механикалық өңдеу, прессteу, агрессивті орта,беріктілік.

Қазіргі таңда өндірісте, озық технологиялар мен жаңа техникаларды енгізу кезінде ғылыми-техникалық ілгерілеудің маңызды аспектісі, берілген немесе жаңа принципті қасиеттерге ие материалдар мен бұйымдар алу әдісі болып табылады. Мұндай материалдарға ұнтақты металлургия өнімін жатқызуға болады.

Дүниежүзінде кең таралған және талап етілетін керамикалық материалдардың бірі силицирленген графит болып табылады. Дегенмен, осы материалдың өндірісі Қазақстанда дамымаған. Силицирленген графит Қазақстанның металлургиялық, химиялық, мұнай өндіруші, мұнай өндеуші салаларында қолданылады. Ол сораптарда, реакторларда, сепараторларда және т.б. қондырғыларда үйкеліс (тығыздағыш сақиналары, табан түйіндері тіреулер, сырғанау мойын тіректері) ретінде кең қолданылады.

Берілген жұмысты мақсаты өнеркәсіптік өндіріс қалдықтары негізінде, ұнтақты металлургия әдісімен дайындалған силицирленген графиттың қасиеттерінің өзгерісін талдау.

Жоғары эксплуатациялық қасиеттерге ие фрикционды материал ретінде силицирленген графит алдыңғы ғасырдың ортасында өндіріле бастаған және де содан бері оның эксплуатациялық қасиеттері мен дайындалу технологиясы күннен күнге әр түрлі салаларда және ғылыми-зерттеуші зертханаларды жақсарып келеді. [1].

Силицирленген графит бос кремниймен толтырылған ерекше қатты каркасты кремний карбидінен тұрады. Силицирленген графит құрамының дәл осындай болуы, оның физико-механикалық қасиеттерінің қымбаттылығын, ыстыққа төзімділігі мен беріктілігінің жоғарылылығын, көп ретті жылу алмасу мен агрессивті ортаға төзімділігін, антифрикционды қасиетінінің жоғарлылығын қамтамасыз етеді.

Силицирленген графит – коррозиялық және эрозиялық берік материал. Оны қайратты және тарамдалған ішпек, агрессивті және эрозионды сұйықтықты шайқайтын әр түрлі сораптар мен химиялық агрегаттар үшін нығыздалған сақина ретінде қолданылады.

Силицирлеу, беттік және көлемдік материалды (болатты, қиынбалқитын металдар, графиттер) кремниймен қанықтырылатын, химико-термиялық өңдеудің технологиялық процессі. Кейде, силицирлеу бұйымдарға антифрикционды қасиет беру үшін жүзеге асырылады.

Силицирлеу ұнтақ тәрізді қоспаларда, вакуумда, газ тәрізді және сұйық ортада, электролизды сонымен қоса, электролизсіз әдіспен жүргізіле алады. Сұйық силицирлеу электролизбен немесе онысыз сілтілік металдардың силикатты ерітінділерінде 900-1100 ^{0}C жүргізіледі. Газды силицирлеу кезінде материал құрамында кремний болатын, газды ортадан қанығады. Көбінесе қиын балқитын және жеңіл тотығатын материалдарды, вакуумда 1200 ^{0}C температурада, кремний-ұнтақты құю арқылы силицирлейді. Химиялық өндірісте қолданылатын қондырғылардың бұйымдары, мұнай өнідірісіндегі қондырғылардың берік бұйымдары, кемелердің қозғалтқышының құбырлары,сулы сораптардың бөлшектері мен ішкі жану қозалтқышы силицирлеуге ұшырайды [2].

Силицирленген графитті алу технологиясы, механикалық өңдеу кезінде немесе пресстеу кезінде алынған көміртекті дайындаманы сұйық кремниймен немесе кремний негізді қорытпамен, 2123-2373 К температурада көлемдік сіңіру арқылы жүзеге асады. Силицирлеу үшін арнайы көміртекті графиттелген және жанған материалдарды қолданады. Өнідірістік жағдайлар үшін силицирленген графиттің СГ-М, СГ-Т, СГ-П және т.б. маркілерін шығарады. Силицирленген графит көміртегі, кремний карбиді және әсерлеспеген кремний немесе бос кремнийден тұратын, үш фазалы материал болып табылады. Кейбір жеке жағдайларда, материалдың белгілі бір салада қолданылуына байланысты, физико-механикалық немесе физико-химиялық қасиетін жақсарту үшін басқа бір қоспаның, және де оның карбиді мен силициді болуы мүмкін [3].

Қазіргі кезде ұнтақты металлургия процесінде қолданылатын, силицирленген графит пен кремний карбиді керамикасын алу бойынша принципиалды техникалық жетілдіруін шешу міндеті қойылған.

Осы кластағы материалдардың эксплуатациондық қасиетін жақсарту үшін негізгі әдістерінің бірі оның құрамындағы кремний карбидін көбейту [4]. Оған қарамастан, Schunk [4] компаниясының алынған мәліметтер бойынша, үйкеліс кезінде материалда 15 %-тен 35 % дейін көміртегінің болуы бу үйкелісінің жұмыс істеу уақытын пісірлен және өздігінен байланысқан кремний карбидінің аналогті зерттеуімен салыстырғанда, 2 есе арттырады.

Кремний мен графиттің құрамындағы қоспалардың жалпы мөлшерін 0,05 % - тен 3 % дейін арттыру кезінде, төменірек температураға бірнеше мың градусқа, С – SiC күй диаграммассында тұрақтылық сызығынының араласуы болады [6]. Сонымен, мысалы, кремний карбидінің

диссоциациясы басталуы кезінде SiC_2 және Si_2C молекулаларының бөлінуімен 2200 ± 2300 К-нен 1900 ± 2000 К дейін кремний мен графит құрамындағы қоспалар 3 % және 0,05 % кезінде төмендейді [7].

Силицирленген графиттың физико-механикалық қасиеттері оның құрамы мен құрылымына байланысты болады. Құрамында кремний карбиді көп мөлшердегі силицирленген графит ең көп беріктіліке ерекшеленеді.

Мысал ретінде, 1 кестеде әр түрлі технологиямен алынған ядролық реакторда қолданылатын карбид кремнийлі керамиканың қасиеттері келтірілген .

1-кесте. **Әр түрлі технологиямен алынған SiC-керамика қасиеттерін салыстырмалы түрде бағалануы**

Қасиеттері	SiC/SiC. SiC-керамикалы реакциялық қосынды технологиясы (РСКК)	α-SiC. SiC-керамикалы реакциялық қосынды технологиясы (СКК)	SiC/SiC-КМ. SiC/SiC-композит технологиясы
1	2	3	4
Тығыздық, г/см^3	2,9-3,05	3,05-3,2	2,8-3
Борпылдақтық , %	2-11	18[3]	8-16
Юнг модулі, ГПа	350-430	410	190-230
КЛТР,20-1000^{0}С,10^{-6}К$^{-1}$	4,1-4,5	4,3-5	4,1-4,7
Бұзылу тұтқ, МПа·м$^{1/2}$	2,5	3,5-7,5	20-30
Иілуге беріктілік, Мпа	300-350	410	100-200
Үзілуге беріктілік, МПа	140-180	250	100-200
Шектік максимум кернеу, МПа	100-130	160	100-150
Жылу өткізгіштік (қалыңдығы бойынша), Вт/м·К при:			
20^{0}С кезінде	140-160	114	30-46
800^{0}С кезінде	55	45	15-30
1000^{0}С кезінде	40	35,7	-
Бағасы, USD/кг	400 аз	400 аз	5000 (2007 ж.)

2-кесте. **СГ-Т маркілі силицирленген графиттің әр түрлі агрессивті орта әсеріне беріктілігі**

Реагент	Концентрация, %	Орта температурсы, ^{0}С	Сынақтың ұзақтығы, күн	Масса жоғалту, %
1	2	3	4	5
қышқылдар:				
тұзды	34	қайнау	60	0,02
уксусты	98	қайнау	60	0,01
фосфорлы	85	қайнау	60	0,10
күкіртті	94	288	60	0,50
азотты	70	121	60	0,14
құмырсқалы	100	101	60	0,01
балқымалы	42	20	30	1,5
улы натрий	20	қайнау	20	10

Силицирлеуге борпылдақтығы 19 % төмен, тығыз графитті қолдану кезінде, процестен кейін қалдық бос кремнийдің мөлшері 1,5 % құрайды. Мұндай силицирленген графитті графиттен тұратын тұтас каркас құрайды және оның үзілуге беріктігі температураның артуымен үздіксіз өседі. 1650 ^{0}C дейін алдын ала қыздыру мен 1100 ^{0}C дейін 280 ^{0}C/мин жылдамдықпен суыту нәтижесінде силицирленген графиттің қасиеті қатты өзгереді: бұзылуға дейінгі шектік деформация төмендейді, үзілуге беріктік шегі төмендейді және серпімділік модулі артады [8].

Силицирленген графит әр түрлі агрессивті орталардың әсеріне деген, жоғары беріктілікке ие: қайнаған концентрленген қышқыл, тұздар мен сілтілердің ерітіндісі, қара және түсті еріген металдар, жоғары температураға дейін қыздырылған газдар. 2 кестеде әр түрлі агрессивті ортада сыналған, СГ-Т маркілі силицирленген графит үлгілері массасының өзгерісі нәтижелері көрсетілген. 3 кестеде силицирленген графитпен тек азот қышқылы мен сілтілер ерітіндісі ғана әсерлесе алатыны көрінеді.

3-кесте. **Силицирленген графиттің сілтілерге беріктілігі**

Материал	Si	СГПЭ – 65	СГПЭ – 60	СГПЭ – 15	СГ – Т	АСГ – 1
1	2	3	4	5	6	7
Сіңіру деңгейі, %	-	441	259	137	175	70
Масса жоғалту, %	72	33	16,4	1,4	1,2	0,4
Химиялық құрамы, %						
Si	100	45	28	17	14	1,7
C	-	1	8	27	15	42
SiC	-	49	63	52	67	55

Қорытынды:

Бұл мәліметтерге қарап, силицирленген графит құрамында бос кремнийдің артуы мен кремний карбидінің азаюынан материалдың беріктілігінің төмендейтінін байқалды Силицирленген графиттің басқа маркілері құрамындағы бос кремнийге байланысты, химиялық беріктілік бойынша аралық жағдайға ие болатынын көруге болады. Кремний карбиді (SiC) негізіндегі керамика 1500 ^{0}C температураға дейін жоғары механикалық беріктікке, термиялық кеңею коэффициентінің төмендігіне, тотығуға деген жоғары қарсылыққа ие. Мұндай керамиканы әр түрлі технологияны қолдану арқылы алады: сұйық фазалы пісіру-сіңіру, активирлік пісіру, ыстық пресстеу, газды фазалық әдіс және т.б. осыған сәйкес, мұндай керамика қолданылу саласы мен қасиеттері бойынша ажыратылады. Сондықтан да, силицирленген графиттың физико-механикалық қасиетінің өзгерістерінің арқасында, ол машина құрастыруда, атомдық энергетикада, металлургиялық, өнімдік, химиялық, мұнай өндіруші және мұнай өңдеуші өндірістік кәсіпорындарында кеңінен талап етілетіні анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сайт Государственного Научно-исследовательского института конструкционных материалов на основе графита (НИИ графит) [Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://www.advtech.ru/niigrafit/prod/graf.htm/.

[2] http://megabook.ru

[3] C.J. Wagner., Appl. Phys. – 1958. – V. 29, № 9. – P. 22-34.

[4] СМЦТР. Полупроводники/ пер. с англ. под ред. Б.Ф. Ормонта. – М.: ИЛ, 1962. – 667 с.

[5] Phys. Chem.,W.D. Kingery, M. Humenik. – 1953. – V. 57. – 359 p.

[6] J. Appl. Phys./ A. Peterson, H. Kedesdy, P. Keck, E. Schwarz. – 1958. – V. 29. – P. 213.

[7] Глазов В.М. Металлургия и топливо/ В.М. Глазов// Изв. АН СССР. ОТН. – 1962. – № 5. – С. 110-116 с ил.

[8] С.В Дигонский, В.В. Тен., Новый высокоплотный жаростойкий материал на основе карбида кремния и кремния. // Композиты и наноструктуры. – 2010. – № 2. – С. 36-55.

Жамбаева М.Қ., Касымов А.Б., Курбанбеков Ш.Р, Степанова О.А.

Оценка изменения физико-механических свойств силицированного графита

Резюме: Приведены причины изменение физико-механических свойств силицированного графита и область применения. А также агрессивные свойства ударной вязкости относительного измерения аналитических таблиц. За счет изменения свойств силицированного графита, он имеет широкий спрос в спектре промышленных предприятий.

Ключевые слова: Силицированный графит, физико-механическое свойство, карбид кремния, механическая обработка, прессование, агрессивная среда, прочность.

Zhambaeva M.K, Kassymov A.B., Kurbanbekov Sh.R., Stepanova O.A.

Assessment of changes physical and mechanical properties of siliconized graphite

Summary: The article presents the reasons for the change of physical and mechanical properties of siliconized graphite and scope as well as the aggressive properties of toughness and relative measurement of analytical tables. By changing the properties of siliconized graphite, it has a wide spectrum of demand in the industry.

Key words: Siliconized graphite, physical and mechanical properties, silicon carbide, machining, pressing, aggressive environment,strength.

УДК 53.043

[1]Г.А. Каптагай, [2]А.Т. Акилбеков, [2]Т.М. Инербаев
([1]Казахский государственный женский педагогический университет, Алматы,
[2]Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ (100) (CO_3O_4) С ПРИМЕСЬЮ УГЛЕРОДА

Аннотация. Проведенное исследование позволило определить эффекты внедрения примеси углерода для уменьшения избыточного потенциала поверхности (100) Co_3O_4. При этом наблюдается, что величина изменения избыточного потенциала зависит и от координации кобальта для адсорбции воды. Выяснено, что наиболее выгодной позицией внедрения углерода для уменьшения избыточного потенциала рассматриваемой поверхности является положение кобальта октаэдрической координации в сравнении с кобальтом тетраэдрической координации. Анализ изменения свободной энергии Гиббса при адсорбции воды на поверхности (100) Co_3O_4 показал, что присутствие примеси углерода приводит к уменьшению избыточного потенциала по сравнению с чистой поверхностью. Это хорошо согласуется со многими теоретическими исследованиями и экспериментальными данными.

Таким образом, примесь углерода является более эффективным чем примесь фтора для разложения воды на поверхности (100) Co_3O_4 , которая была исследована в наших предыдущих работах [5,6].

Ключевые слова: адсорбция, энергия Гиббса, избыточный потенциал.

1. Введение

Выработка экологически чистой возобновляемой энергии является перспективным направлением научно-технологического развития. Одним из видов таких энергии является водород. Фотоиндуцированное разложение воды путем преобразования солнечной энергии в молекулярный водород является одним из эффективных способов производства чистого топлива. Несмотря на то, что развитие технологий использования водорода в качестве экологически чистого топлива происходит уже несколько десятилетий, этот тип энергетики все еще остается за рамками массового использования по целому ряду причин. Эффективное окисление воды на двуокись является важной для выработки солнечного топлива и для искусственных фотосинтетических систем. Единственным способом получения водорода надлежащей чистоты, известным на настоящее время, является разложение воды под действием электрического тока (электролиз). Этот подход имеет целый ряд недостатков, основным из которых являются неоправданно высокие энергетические затраты на производство топлива. Для снижения этих затрат (понижения электрического напряжения (перенапряжения), при котором происходит разложение воды с выделением водорода) применяются катализаторы, наиболее известным из которых является редкая и дорогостоящая платина.

В работе [1] приведено термодинамическое описание полуреакции выделения кислорода (РВК) в процессе разложения воды с учетом внешнего электрического поля и кислотности среды с применением метода теории функционала плотности (ТФП). Авторами данного исследования было построено атомистическое описание термодинамики РВК на чистых поверхностях (100) Co_3O_4 и (0112) β-CoOOH. Полученные данные показали, что чистая поверхность (100) Co_3O_4 является не эффективным с энергетической точки зрения при разложении воды. К.Л.Ку и др. [2] представили сравнительное экспериментальное исследование водной адсорбции на чистом и катион-допированном

Co_3O_4. Также известно, что присутствие различных примесей в полупроводниковых фотокатализаторах *p*-типа значительно уменьшают избыточный потенциал РВК [3]. Действительно, в экспериментальном исследовании [4] допирование нанаоструктурных пленок Co_3O_4 атомами фтора привело к значительному улучшению его каталитических свойств. Ранее, нами было проведено теоретическое исследование влияния внедрения примеси фтора в поверхность (100) Co_3O_4 [5,6]. Анализ изменения свободной энергии Гиббса при адсорбции воды на поверхности (100) Co_3O_4 показал, что присутствие примеси фтора приводит примерно к двухкратному уменьшению избыточного потенциала по сравнению с чистой поверхностью. Это хорошо согласуется со многими теоретическими исследованиями и экспериментальными данными.

В экспериментальных работах [7-9] гибридная система нанокристала Co_3O_4 на одно-стенных углеродных нанотрубках показала активность для уменьшения перенапряжения в нейтральной и щелочной среде по сравнению с чистой Co_3O_4.

В данной работе мы представили результаты теоретического исследования влияния внедрения примеси углерода на каталитические свойства поверхности (100) Co_3O_4 в зависимости от адсорбции молекул H_2O на поверхностных ионах Co различной координации.

2. Метод исследования

2.1. Термодинамика адсорбции воды

Для описания термодинамики разложения воды на поверхности (100) Co_3O_4 нами был использован ранее разработанный подход, в котором энергии взаимодействия молекул воды и промежуточных продуктов реакции разложения моделировались методом ТФП, которые затем использовались для получения величин свободной энергии Гиббса с учетом их нулевых колебаний и энтропийного вклада.

В случае идеального катализатора термодинамический потенциал для образования кислорода при окислении воды, $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e-$, в стандартных условиях (T = 298.15 K, P = 1 бар, pH = 0) составляет 1.23 В. Однако на практике требуется потенциал отличный от 1.23 эВ. Отклонение величины термодинамического потенциала от его значения для идеального катализатора называется перенапряжением η.

Подавляющее большинство катализаторов для РВК, включая оксиды, наиболее эффективно работают в условиях щелочной среды. Чтобы смоделировать РВК более удобно работать в кислотной среде, где РВК может быть представлена следующей схемой, состоящей из четырех реакционных шагов:

$$2H_2O + * \rightarrow OH^* + H_2O + e^- + H^+ \quad (1)$$

$$OH^* + H_2O \rightarrow O^* + H_2O + e^- + H^+ \quad (2)$$

$$O^* + H_2O \rightarrow OOH^* + e^- + H^+ \quad (3)$$

$$OOH^* \rightarrow O_2 + e^- + H^+ \quad (4)$$

Изменение свободной энергии Гиббса для шагов (1)-(4) выражается:

$$\Delta G_1 = \Delta G_{OH} - eU + \Delta G_{H+}(pH) \quad (5)$$

$$\Delta G_2 = \Delta G_O - \Delta G_{OH} - eU + \Delta G_{H+}(pH) \quad (6)$$

$$\Delta G_3 = \Delta G_{OOH} - \Delta G_O - eU + \Delta G_{H+}(pH) \quad (7)$$

$$\Delta G_4 = 4.92[эВ] - \Delta G_{OOH} - eU + \Delta G_{H+}(pH) \quad (8)$$

где U-потенциал измеряемый относительно нормального водородного электрода (НВЭ) в стандартных условиях. Изменение свободной энергии протонов относительно ненулевого pH описывается уравнением Нернста как $\Delta G_{H+}(pH) = -k_B T \ln(10) \times pH$. Сумма ΔG_{1-4} фиксируется отрицательной экспериментальной свободной энергии Гиббса образования двух молекул воды $-2\Delta g_{H_2O}^{exp} = 4 \times 1.23 = 4.92$эВ, чтобы избегать вычисления энергии связи O_2 с поверхностью катализатора, что является сложной задачей для точного описания в рамках ТФП в виду слабости взаимодействия молекулярного кислорода с поверхностью. Свободные энергии Гиббса определяемые уравнениями (5)-(8) зависят от энергии адсорбции промежуточных продуктов реакции OH^*, O^* и OOH^*. Разность свободных энергии Гиббса этих промежуточных продуктов состоит из энергии нулевых колебаний и энтропийных поправок согласно $\Delta G_i = \Delta E_i + \Delta ZPE_i - T\Delta S_i$. Энергии связи продуктов реакции ΔE_i вычисляются относительно молекул H_2O и H_2 в газовой фазе при U=0 и pH=0 как

$$\Delta E_{OH} = E(OH^*) - E(*) - [E(H_2O) - \frac{1}{2}E(H_2)] \quad (9)$$

$$\Delta E_O = E(O^*) - E(*) - [E(H_2O) - E(H_2)] \quad (10)$$

$$\Delta E_{OOH} = E(OOH^*) - E(*) - [2E(H_2O) - \frac{3}{2}E(H_2)] \quad (11)$$

Теоретический избыточный потенциал вычисляется согласно формуле

$$\eta = max[\Delta G_i]/e - 1.23[V] \quad (12)$$

Энергия адсорбции и диссоциации молекулы воды вычислена согласно нижеследующему выражению:

$$E_{ads} = E_{adsorbate} + E_{surface} - E_{adsorbate/surface} \quad (13)$$

где $E_{adsorbate/surface}$, $E_{adsorbate}$ и $E_{surface}$ соответствует полной энергии системы образованной адсорбатом, изолированной молекулы адсорбата и чистой пластины, соответственно. Положительная энергия в выражении (13) соответствует экзотермическому процессу, т.е. стабильной адсорбции.

Поверхностная энергия теоретически рассчитана так:

$$\gamma = (E_{slab} - nE_{bulk})/(2 * m * s) \quad (14)$$

где E_{slab} обозначает энергию пластины и nE_{bulk} энергия, соответствующей элементарному количеству Co_3O_4 в модели объема, m количество элементарных поверхностных единиц *s*.

2.2 Метод вычислений

Расчеты методом ТФП проводились в Обобщенном Градиентном Приближении (ОГП) с использованием PBE (Perdew – Burke - Ernzerhof) обменно-корреляционного функционала [10] в программном пакете Vienna Ab initio Simulation Package (VASP) [11,12] с использованием базиса плоских волн при помощи метода проектированных присоединенных плоских волн (PAW) [13]. Для всех расчетов разбиение обратного пространства было выбрано в виде сетки 2×2×1, полученной с помощью схемы Монхорста–Пака [14,15]. Энергия обрезания плоских волн во всех расчетах составляла 600 eV.

Co_3O_4 имеет структуру шпинели ($Fd\bar{3}m$), с полузаполненными октаэдрическими положениями Co^{3+} (d^6) катионами и тетраэдрическими положениями Co^{2+} (d^7) катионами на поверхности, которые соответственно 4-координированные и 3-кординированные, а поверхностные ионы кислорода эквивалентны.

Поверхность (100) Co_3O_4 моделировалась при помощи пластины конечной толщины. При подборе оптимальной толщины пластины в качестве сравнительного критерия была выбрана поверхностная энергия. Для этой цели мы сравнивали результаты расчетов для пластин с различным количеством атомарных слоев. При изменении числа слоев от 7 к 8 разница в энергии поверхности составила менее 0.01 eV/Å^2 или менее 1%, что послужило критерием для выбора 7-слойной пластины, содержащей 70 ионов, в качестве модельной. Пластина, взятая за модельный образец, стехиометрична и симметрична вдоль нормальной плоскости поверхности. Таким образом, можно полагать, что данный модельный образец дает достоверные результаты вычисления. Во всех системах для предотвращения взаимодействия образов ячеек пластин, связанных с использованием периодических граничных условий, был задан вакуумный промежуток, величина которого составила 12 Å.

3. Результаты расчетов. Эффекты разложения воды на поверхности (100) (Co_3O_4) с примесью углерода.

Для улучшения каталитических свойств поверхности Co_3O_4 (100) один поверхностный атом кислорода был заменен на атом углерода, как показано на Рисунке 1. После допирования углеродом геометрия модельной пластины была полностью оптимизирована. Вычисления не выявили заметной реконструкции решетки вокруг С иона: равновесная длина связи $Co^T_{2c} - O_{3c}$ больше соответствующей величины $Co^T_{2c} - C$ примерно на 0.001 Å.

Мы исследовали взаимодействие одиночной молекулы воды с поверхностью (100) Co_3O_4 с примесью углерода. Результаты исследования процесса разложения воды на чистой поверхности были представлены в предедущих публикациях [6]. Для модельных вычислений были рассмотрены случаи, когда молекула воды расположена над ионами Co^T и Co^O на поверхности.

В таблице 1 указаны энергии связи O, OH и OOH ($\Delta E_O, \Delta E_{OH}, \Delta E_{OOH}$ в эВ-ах) и длина связи на чистой и С-допированной поверхности Co_3O_4 (100). Энергии связи промежуточных соединении на чистой и С-допированной поверхности Co_3O_4 (100) сравнимы с данными в [1]. Нами было выявлено, что энергии связи O*, OH* и OOH* на поверхности оксида кобальта, рассчитанные в рамках PBE+*U* соответствуют соотношению $\Delta E_{OOH*} = \Delta E_{OH*} + 3.2 \pm 0.4$ эВ, которое было описано в [1].

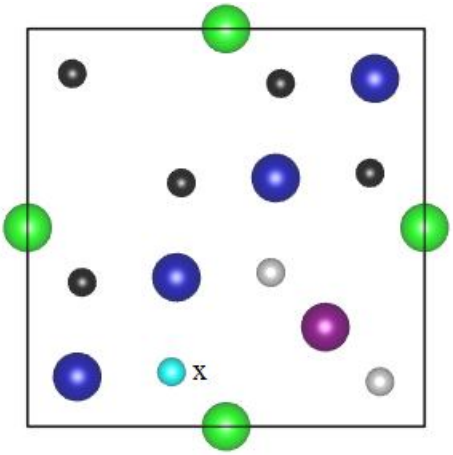


Рис. 1. Вид сверху позиции углерод замещения поверхности пластины (100) Co_3O_4. Обозначение ионов: Co^{o}_{5c}, синий;Co^{T}_{4c} , зеленый; Co^{T}_{2c} , фиолетовый ;O_{3c} , черный; O_{4c}, серый; С, голубой.

Таблица 1. **Энергии связи адсорбированных ионов О, ОН и ООН ($\Delta E_O, \Delta E_{OH}, \Delta E_{OOH}$) и длины связей на чистой, F-допированной и С-допированных поверхностях Co_3O_4 (100). d_x-длина связи в Ангстремах,* означает адсорбированный ион на поверхности (100) Co_3O_4.**

	ΔE_O	d_{Co-O}	ΔE_{OH}	$d_{Co-O(H)}$ $d_{O(*)-H(*)}$	ΔE_{OOH}	d_{Co-O} $d_{O(*)-H(*)}$ $d_{O(*)-O(*)}$	ΔE_O	d_{Co-O}	ΔE_{OH}	$d_{Co-O(H)}$ $d_{O(*)-H(}$	ΔE_{OOH}	d_{Co-O} $d_{O(*)-H(*)}$ $d_{O(*)-O(*)}$
	Адсорбции воды на ионе – Co^{T}_{2c}						**Адсорбция воды на ионе – Co^{o}_{5c}**					
чистая	2.23	1.63	-0.10	1.7 0.97	3.03	1.83 0.98 1.02	2.29	1.61	-0.09	1.79 0.97	3.26	1.86 1.90 1.46
F-доп. пов.	1.81	1.64	-0.54	1.8 0.97	2.35	1.99 0.99 1.06	1.82	1.61	-0.19	1.78 0.98	2.75	1.88 1.02 1.37
С-доп. пов.	2.16	1.64	-0.1	1.8 0.96	3.02	1.98 0.99 1.05	-1.24	1.62	0.32	1.78 0.97	-0.70	1.85 1.91 1.46

Как видно из таблицы при адсорбции и разложения воды над положением иона Co^{T}_{2c} на (100) поверхности Co_3O_4 с примесью углерода выявлены энергии адсорбции для промежуточных элементов приблизительно равняется энергии адсорбции на чистой поверхности. В свою очередь, при адсорбции над положением Co^{O}_{5c} при адсорбции ионов О, ООН наблюдается более экзотермичная адсорбция по сравнению с чистой поверхностью.

Рисунок 2 изображает изменения свободной энергии адсорбатов О*, ОН* и ООН* образованные на поверхности Co_3O_4(100) соответственно реакциям (1)-(4) на основе произведенной DFT+*U* вычислении на чистой и С-допированной поверхности (100) Co_3O_4. Как видно из рисунков 2а и 2с перенапряжение при адсорбции воды над ионом Co^{T}_{2c} на углерод допированной поверхности отличаются не значительно, с уменьшением перенапряжения на 0.08 В. Следовательно, внедрение примеси углерода в данном случае не влияет на каталитические свойства иона Co^{T}_{2c} .

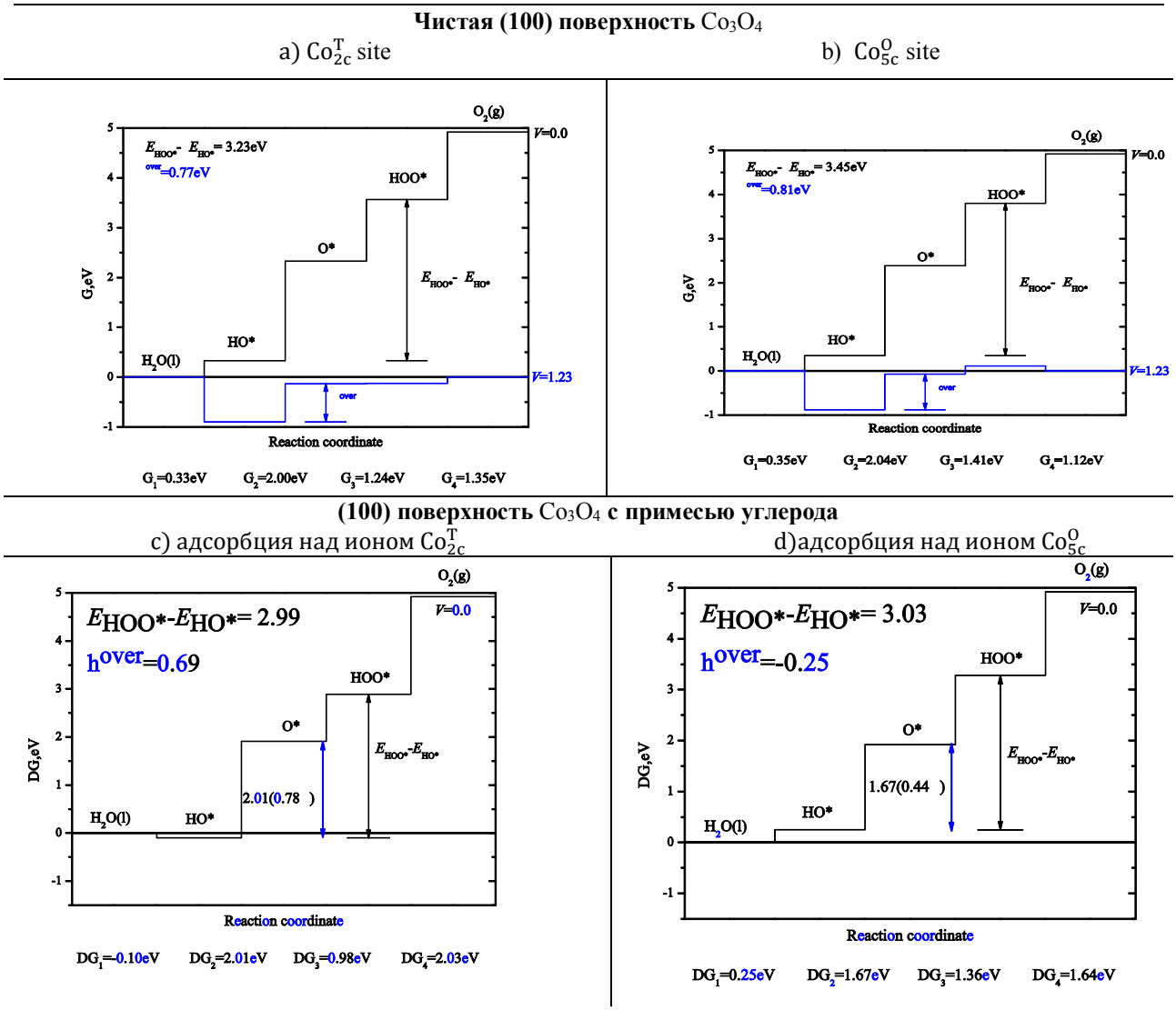


Рис. 2. Диаграмма свободной энергии в pH=0 и T= 298 K для четырех шагов РВК в V=0 и V=1.23 В. Результаты для чистой и углерод допированной пластины при водной адсорбции над ионами Co^{T}_{2c} и Co^{o}_{5c} для 0.2 монослоя водорода. Для каждого случая указаны изменения свободной энергии. Величины в скобках потенциалы рассчитанные как разности между самыми максимальными и минимальными значениями изменения свободной энергии.

В случае адсорбции воды над ионом Co^{o}_{5c} в чистой поверхности рассчитанная величина избыточного потенциала составляет 0.81 В, с потенциал описывающим шагом с образованием OOH*. Это значение избыточного потенциала с хорошей точностью соответствует значению из работы, где оно равна 0.80 В [1]. В свою очередь, при адсорбции воды над ионом Co^{o}_{5c} углерод-допированной поверхности величина избыточного потенциала уменьшается до -0.25 В, где данная величина соответствует избыточному потенциалу на третьем шаге реакции, завершающейся образованием OOH* комплекса. В данном случае, как видно из Таблицы 1, энергия адсорбции OOH* уменьшается по сравнению с чистой поверхностью, что уменьшает свободную энергию Гиббса на соответствующем шаге разложения воды.

Результаты расчетов показывают, что внедрение примеси углерода дает положительный эффект для уменьшения избыточного потенциала, изменяя окислительное состояние иона Co^{o}_{5c}.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Garcia-Mota M., Bajdich M., Viswanathan V., Vojvodic A., Bell A.T., Norskov J.K. Importance of correlation in determining electrocatalytic oxygen evolution activity on cobalt oxides //J. Phys. Chem. C. 2012. №116. p.21077–21082.

[2] Li W.-Y., Xu L.-N., Chen J. Synthesis of Li-doped Co_3O_4 truncated octahedra with improved performances in CO oxidation and lithium ion batteries // J. Adv, Funct. Mater. 2005 №15. p.851-855.

[3] Pasha N., Lingaiah N., Babu N.S., Reddy P.S., Prasad P.S. Studies on cesium doped cobalt oxide catalysts for direct N_2O decomposition in the presence of oxygen and steam // J.Catal.Commun. 2008. №10. p.132-136.

[4] Gasparotto A., Barreca D., Beermann D., Devi A., Fischer R.A., Fornasiero P., Gombac V., Levedev O.I., Maccato C., Montini T., Tendello G.V., Tondello E. F-Doped Co_3O_4 Photocatalysts for Sustainable H_2 Generation from Water/Ethanol //J.Amer.Chem.Soc. 2011. №133. p.19362-6.

[5] Kaptagay G.A., Inerbaev T.M., Mastrikov Yu.A., Kotomin E.A., Akilbekov A.T. Water interaction with perfect and fluorine-doped Co_3O_4 (100) surface //Journal Solid state ionics. 2015. №277. p.77-82.

[6] Каптагай Г.А., Инербаев Т.М., Акилбеков А.Т., Котомин Е.А., Мастриков Ю.А. Влияние допирования фтором на каталитические свойства поверхности (100) Co_3O_4 для разложения молекулы воды //Вестник.– Астана: ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. 2014. №6(103). с. 218-228.

[7] J. Wu, Y. Xue, X. Yan, W. Yan, Q. Cheng, Y. Xie. Co_3O_4 Nanocrystals on Single-Walled Carbon Nanotubes as a Highly Efficient Oxygen-Evolving Catalyst // Nano Res. 2012. 5(8): p.521–530.

[8] Y. Liang, Y. Li, H. Wang, J. Zhou, J.Wang, T. Regier, H. Dai. Co_3O_4 nanocrystals on graphene as a synergistic catalyst for oxygen reduction reaction // Nature materials. 2011. Vol. 10, p.780-786.

[9] X. Lu, H. M. Chan, C.L. Sun, C.-M. Tseng, C. Zhao. Interconnected Core-Shell Carbon Nanotube/Graphene Nanoribbon Scaffolds for Anchorng Cobalt Oxides as Bifunctional Electrocatalysts for Oxygen Evolution and Reduction // Journal of Materials Chemistry A. 2013. Vol.8. p.1-3

[10] Perdew J.P., Burke K., Ernzerhof M. Functional for the generalized-gradient approximation //Phys.Rev.Lett. 1996. №77. p.3865-5.

[11] Kresse G., Joubert D. Vasp-code // Phys. Rev. B. 1998. №59. p.1758 -7.

[12] Kresse G., Furthmüller J. Ab-initio simulation package for quantum modelling // Phys. Rev. B. 1996. №54. p.11169-5.

[13] Bloch P.E. The self-interaction correction approach to many electron systems // Phys. Rev. B. 1994. №50. p.17953-5.

[14] Monkhorst H.J., Pack J.D. Special points for brillouin-zone integrations // Phys. Rev. B. 1976. №13. p.5188-3.

[15] Methfessel M., Paxton A.T. Principles of ab-initio calculations //Phys. Rev. B. 1989. №40. p.3616-7.

Каптагай Г.А., Акилбеков А.Т., Инербаев Т.М.

Взаимодействие воды с поверхностью (100) (Co3O4) с примесью углерода

Түйіндеме. Мақалада түйіндегі Хаббард жуықтауымен электрон-электрондық корреляцияны ескере отырып тығыздық функционалы теориясы (ТФТ) аясында кобальт оксидінің Co3O4 (100) бетінде судың адсорбциялануы мен ыдырауын теориялық зерттеудің нәтижелері баяндалған. Көміртегі қоспасы есебінен болатын беттің каталитикалық қасиеттерінің өзгеру эффектілері талданған және су молекуласы ыдырауының электрохимиялық реакциясы үшін Гиббстің еркін энергиясының шамасы есептелген. Көміртегі қоспасын енгізу таза бетпен салыстырғанда асқын потенциалды айтарлықтай азайтатындығы анықталды.

Kaptagay G.A., Akylbekov A.T., M.Inerbaev T.

Water interaction with (100) (co3o4) carbon admixture

Summary. We report the results of theoretical investigations of water adsorption on undoped and fluorine-doped Co3O4 (100) surface by means of the plane-wave periodic density functional theory (DFT) calculations combined with the Hubbard-U approach and statistical thermodynamics. We discuss the effect of carbon-doping of the Co3O4 (100) surface and calculated oxygen evolution reaction overpotential based on the Gibbs free-energy diagram of undoped and C-doped surfaces.

Key words: Co3O4, spinel oxide, water sorption, free-energy diagram, surface

УДК 519.7

М.Н. Калимолдаев, О.Ж. Мамырбаев, М. Турдалыулы,
К.Е. Нурлан, А.Е. Ибраимкулов
(ҚР БҒМ ҒК Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты,
Алматы, Қазақстан Республикасы)

НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ СӨЙЛЕУЛЕРДІ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ТАНУ

Аңдатпа. Бұл мақалада нейрондық желілерді қолдану арқылы сөйлеулерді тану технологиясы қарастырылған. Сөйлеулерді тануда нейрондық желілердің қызметі, түрлері көрсетілген. Сөйлеу сигналдарын өңдеу мен шығару алгоритмі және жасанды нейрондық желіге негізделген сөйлеулерді тану моделіне сипаттама берілген.

Түйін сөздер: сөйлеулерді тану, нейрондық желілер, нейрожелілік технология, сөйлеу сигналдарын өңдеу.

Кіріспе. Дауыстық интерфейстер академиялық болсын, коммерциялық болсын барлық салаларда кеңінен танымалдыққа ие болып келе жатыр. Бұл осы бағыттағы соңғы жетістіктерге байланысты: компьютер, робот, ұялы телефондар, интернет-браузерлер және ең аяғы тұрмыстық техникада дауыстық интерфейстер орнатылғандығын өзіміз күнделікті өмірде көріп жүрміз. Бірақ бұл негізінен дамыған елдердің тілдеріне, яғни ағылшын, жапон, неміс, орыс, қытай және т.б. тілдерге қатысты. Қазақ тіліне келетін болсақ, отандық академиялық ортада бұл бағыттағы зерттеулер белсенді түрде жүргізіліп жатыр, алайда әлі де дамудың бастапқы кезеңін бастан кешіріп, базалық есептерді шешуде.

Бүгінгі таңдағы сөйлеуді автоматты тану жүйелері соңғы ондаған жылдарда үлкен қарқынмен алға қадам басты. Олардың ішінде қарапайым дикторға тәуелді қосымшалардан бастап жаңалықтарды, телефонмен сөйлесулерді, дәрістерді т.б. автоматты мәтінге айналдыратын дикторға тәуелсіз жүйелер бар.

Заманауи сөйлеуді тану әдістері мен алгоритмдері Nuance ұсынған Dragon NaturallySpeaking, IBM ұсынған ViaVoice, Microsoft ұсынған Windows Speech Recognition, Google ұсынған Google Voice Search коммерциялық өнімдерінде кеңінен қолданыс тапқан. Жапонияда Docomo телекоммуникациялық компаниясы жапон, ағылшын және қытай тілдерінің дауыстық аудармашы сервисін іске қосты, оның негізі аталған тілдердегі сөйлеуді тану жүйелері болып табылады.

Қазіргі дикторға тәуелсіз сөйлеуді тану жүйелеріндегі ең жақсы нәтижелер келесідей: ағылшын тіліндегі телефонмен сөйлесулерді тану есебі үшін тану дәлдігі – 15.2% (қателесу деңгейі сөздер бойынша, WER), араб тілінде жаңалықтарды транскрипциялау есебі үшін тану дәлдігі – 7.4% (қателесу деңгейі сөздер бойынша, WER), қытай тілінде жаңалықтарды транскрипциялау есебі үшін тану дәлдігі – 6.2% (қателесу деңгейі сөздер бойынша, CER) [1]. Жеке сөздерді танитын дикторға тәуелді жүйелер үшін бұл көрсеткіштер елеулі түрде жоғары екендігін атап өткен жөн.

Қазіргі таңда сөйлеу тану саласында терең реккурентті нейрондық желі қолдану өзекті мәселе болып табылады.

Сөйлеу сигналдарын өңдеу. Сөйлеулерді тану технологиясын өңдеуді ғалымдар сөйлеу сигналын суреттейтін, ақпараттық белгілерді бөлу әдісін меңгеруден бастады. Кейін сөйлеу сигналдарының классификациясының ақпараттық белгілер жиынтығының есебін шешуге кірісті[2].

Сөйлеу сигналын суреттейтін, ақпараттық белгілерді бөлудің келесідей әдістері бар:

- сызықтық болжау әдісі;
- спектрлік талдау әдісі;

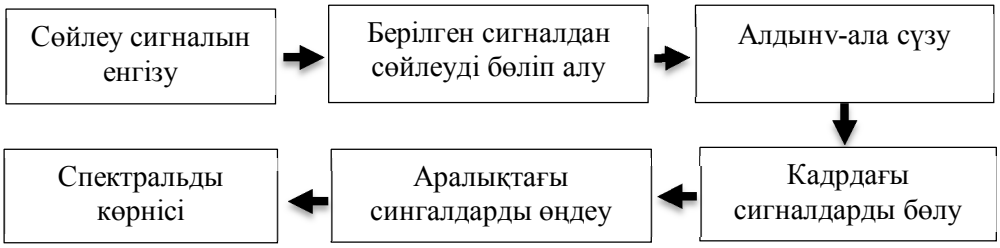
Спектрлік талдау әдісі сызықтық болжау әдісінен орташаланған шудың орташа мәндік бағасы мәліметтер бойынша есептелген, спектрден алынатындығымен ерекшеленеді.

Классификацияда және тануда ең жиі қолданылатын екі тәсіл:

- жақын параметрлерінің өлшемі (бұндай функция метрика деп аталады);
- нейрондық желілер;

Екінші әдіс көмекші функцияларды қолданбайды, бірақ биологиялық жүйедегі тану процесін модельдейді. Қарастырылып отырған әдіс қазіргі уақытта қолданысқа ие.

Сөйлеулерді тану жүйесінде екі басты қосалқы жүйе ерекшеленеді:
– алдан - ала сөйлеу сигналын өңдеудегі қосалқы жүйе;
– сөйлеу сигналының классификациясының қосалқы жүйесі;
1-суретте алдан - ала сөйлеу сигналын өңдеу схемасы көрсетілген.



1-сурет. Жасанды нейрондық желіге негізделген сөйлеулерді тану моделі

Сөлеулерді автоматты тану кезінде (MFCC) мел – жүйелік кепстральды немесе (PASTA – PLP) спектрлі перцепционды өзгертулерге қатысты сызықтық болжаулар және векторлық белгісі ретінде(GMM) – HMM гаусстық моделі [3] және сонымен бірге акустикалық модель колданылды.

Нейрондық желілер. Нейрондық желілер – бұл адамның миының жұмысын моделдейтің, аппараттық және бағдарламалық құрал болып табылады. Басқа моделдер сияқты, олар жуықтау болып табылады [4]. Басқа да осы іспеттес құралдарда, тек жеке биологиялық жақтарының түп тұлғасын ұқсастырса, ал қазір олар бейнені тану мен классификацияға байланысты, көптеген аймақтарда белгілі бір жетістіктерге жете алады

Нейрондық желілердің негізі, биологиялық нейронның жұмысын ұқсастырып, біртипті элементтерден құрылады. Әрбір нейронның ішіндегі, әрбір уақытта, кейбір ағымдағы қалыпта, биологиялық нейрон табылады. Ол бір бағыттағы кіріс байланыс – синапсы және кірістен желіге баратын немесе басқа да нейрондардан тұратын тобы бар. Одан басқа бір бағыттағы бір шығыс байланыс – аксоны бар.

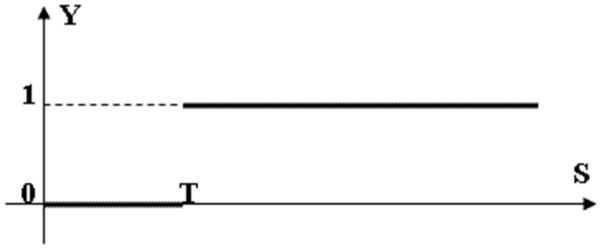
Синаптикалық байланыс өлшемі w_i түрінде белгіленеді. Ағымдағы S нейрондық қалпы, өлшенілген кірістердің қосындысына тең:

$$S = \sum_{i=1}^{n} X_i w_i \text{B}$$

векторлық түрде былай жазуға болады S=XW, яғни S векторы, W өлшем матрицасының, X мәнінің кіріс векторының туындысы, ал қатарлар әрбір қабат ішіндегі нейрон.

Ары қарай S функциясы Fактивациялық функциясына ауысады және Y нейронының шығыс сигналын береді.

Y=F(S) жылдамдату функциясы T мәнді алғашқы аймақтағы аргументтің қысқа интервалда тез өсу қабілетіне ие болу керек және осы интервалдан бұрын, жақын бір мән немесе осы интервалдан кейін бір үлкен мән қабылдауы тиіс.Осы талаптарға сай келетін, мысалы Y функциясы, S>T болған жағдайда 1 тең, және S<=T болған жағдайда 0 тең. Бұл функция бірлік функциясы деп аталады (2 - сурет).



2-сурет. Бірлік ауытқу функциясы

Бірақ, өкінішке орай, тәжірибе көрсеткіші бойынша, нейрондық желілердің алгоритмдері нашар жұмыс істейді немесе сызықтық функциялармен мүлдем жұмыс істемейді. Сонымен бірге, бұл функцияның T нүктесінде үзілісі бар[5, 6].

Терең детілген нейрондық желілер. t уақыттық сәтінде, болжамдалынған үлестірілген шығыс символдарының x_t аудионың ерекшелігіне қарай, тіркелген функцияның жоғалуын, әрі қарай біз $p(c|x_t)$ есептеуін анықтауымыз қажет. Дегенмен, бұл есептің шешімі болып, көптеген жақындау функцияның обьектілері болуы мүмкін, ал біз DNN базалық моделін таңдаймыз. DNN шығыс қабатының артындағы, келесі жасырын қабаттардың қатары арқылы, $p(c|x_t)$ үлестірілуін есептейді. Осы x_t кіріс векторы, бірінші жасырын қабат аймағының вектор жылдамдатуы, осылай есептелінеді:

$$h^{(1)} = \sigma(W^{(1)T}x_t + b^{(1)}). \quad (1)$$

$W^{(1)}$ матрицасы және $b^{(1)}$ векторы, қабат үшін өлшемдік матрицасы және түсіру векторы болып табылады. σ (•) функциясы – бұл нүктелі сызықтық емес. Біз сызықтық емес түзеткішті қолданамыз, осылайша $\sigma(z) = \max(z, 0)$ таңдаймыз. DNN көптеген жасырын қабаттардан тұруы мүмкін. Бірінші жасырын қабаттан кейін, қабат үшін, $h^{(i)}$ жасырын активациясы осылай есептелінеді:

$$h(i) = \sigma(W(i)T\, h(i-1) + b(i)). \quad (2)$$

Ақырғы қабаттық желіден, жиын бойынша мүмкін символдардың, дұрыс үлестірілімін алу үшін, логистикалық функция айнымалының, көп шығыс қабатының формалары.

$$p(c = c_k|x_t) = \frac{\exp(-\left(W_k^{(s)T}h^{(i-1)} + b_k^{(s)}\right))}{\sum_j \exp(-\left(W_j^{(s)T}h^{(i-1)} + b_j^{(s)}\right))}, \quad (3)$$

-k шығыс өлшемдік матрицасының қатары W (S) және $b_k^{(s)}$ – скалярлық алынудың құрамдас бөлігі. Енді оқыту мысалы ретінде, барлық DNN параметрлері үшін субградиентті есептеуімізге болады, және осылайша градиентті оңтайландыру әдісі негізінде қолдана аламыз.

Алгоритм:

$\boldsymbol{p_b(\emptyset; x_{1:0}) \leftarrow, p_{nb}(\emptyset; x_{1:0}) \leftarrow 0}$

$\boldsymbol{A_{prev} \leftarrow \{\emptyset\}}$

for t= 1, . . . , T **do**
$A_{next} \leftarrow \{\}$
for ℓ **in** A_{prev} **do**
for c **in** Σ **do**
if c=blank **then**
$p_b(\ell; x_{1:t}) \leftarrow p(\text{blank}; x_t)(p_b(\ell; x_{1:t-1}) + p_{nb}(\ell; x_{1:t-1}))$ add ℓ to A_{next}
else
$\ell^+ \leftarrow$ concatenate ℓ and c
if c=ℓ_{end} **then**
$p_{nb}(\ell^+; x_{1:t}) \leftarrow p(c; x_t)p_b(\ell; x_{1:t-1})$ $p_{nb}(\ell; x_{1:t}) \leftarrow p(c; x_t)p_b(\ell; x_{1:t-1})$
else
if c=space **then**
$p_{nb}(\ell^+; x_{1:t}) \leftarrow p(W(\ell^+)|W(\ell))^{\alpha}p(c; x_t)(p_b(\ell; x_{1:t-1}) + p_{nb}(\ell; x_{1:t-1}))$
else
$p_{nb}(\ell^+; x_{1:t}) \leftarrow p(c; x_t)(p_b(\ell; x_{1:t-1}) + p_{nb}(\ell; x_{1:t-1}))$ **end if**
if ℓ^+ **not in** A_{prev} **then**
$p_b(\ell^+; x_{1:t}) \leftarrow p(\text{blank}; x_t)(p_b(\ell^+; x_{1:t-1}) + p_{nb}(\ell^+; x_{1:t-1}))$
$p_{nb}(\ell^+; x_{1:t}) \leftarrow p(c; x_t)p_{nb}(\ell^+; x_{1:t-1})$
end if
add ℓ^+ to A_{next}
end if
end for
end for
$A_{prev} \leftarrow$ k most probable prefixes in A_{next}
end for
return 1most probable prefix inA_{prev}

Қорытынды. Біз CTC үйретілген нейрондық желілер үшін, LVCSR тілдік моделінің бірінші өтуіне мүмкіндік беретін, қайта кодтау алгоритмін көрсеттік. Бұл қайта кодтау әдісі, алдыңғы жұмыста табылған HMM жүйесіне негізделген ескі тәуелділікті өшіреді. Сонымен бірге, ұсынылған структура арқылы, қайта кодтаудың бірінші өтімділігі кеңістіктегі алып тастау әрекетінің потенциальды бұрмаланған нәтиженің ықпалынсыз, CTC үйретілген жүйенің мүмкіндігін көрсетеді. Осы уақытта біздің нәтижелер HMM жинағының, WS журналына негізделген жақсы жүйелерден аспайды, олар CTC негізделген сөйлеулерді тану жүйесінің болашағын көрсетеді.

Біздің тәжірибиеміз CTC негізделген сөйлеулерді тану жүйесін құруға керекті, BRDNN кейінгі ішкі құрылымды оңайлату. BRDNN LSTM - ге қарағанда күрделі архитектура болып табылады және салыстырмалы түрде есептеу үшін, үлкен матрицаны графикалық процессорда орындау оңай болуы мүмкін. Алайда, біздің тәжірибиеміз,рекуренттік біргулер, жақсы өнімділіктің шешуші мәні болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Chen S., Kingsbury B., Mangu L., Povey D., Saon G., Soltau H., and Zweig G., Advances in speech transcription at IBM under the DARPA EARS program // IEEE Trans. Speech Audio Processing. – 2006. – Vol. 14, No. 5. – P. 1596–1608.

[2] Ле Н. В., Панченко Д. П. Распознавание речи на основе искусственных нейронных сетей [Текст] // Технические науки в России и за рубежом: материалы междунар. науч. конф. (г. Москва, май 2011 г.). — М.: Ваш полиграфический партнер, 2011. — С. 8-11.

[3] Распознавание речи. Обработка текстов на естественном языке. По материалам сайта http://speech-text.narod.ru.

[4] Dong Y., Li D. Automatic speech recognition/ A deep learning approach // Signals and communication technology. Springer-Verlag London 2015. P. 34-43.

[5] Dahl, G.E., Sainath, T.N., and Hinton, G.E. Improving Deep Neural Networks for LVCSR using RectifiedLinear Units and Dropout. In *ICASSP*, 2013.

[6] Glorot, X., Bordes, A., and Bengio, Y. Deep Sparse Rectifier Networks. In *AISTATS*, pp. 315–323, 2011.

Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Турдалыулы М., Нурлан К.Е., Ибраимкулов А.Е.

Самовыражение за счет использования нейронных сетей для автоматического распознавания

Резюме. Данная статья посвящена вопросом распознавания речи при помощи нейросетевых технологий. В результате проделанной работы предложена модель распознавания речи на основе искусственных нейронных сетей. Так же в настоящий момент разрабатывается подход обучения нейронной сети с применением обработки речевых сигнала и алгоритма.

Ключевые слова: распознавание речи, нейронные сети, нейросетевых технологии, обработка речевых сигналов

Kalimoldaev M.N., Mamyrbayev O.Zh., Turdalyuly M., Nurlan K.E., Ibraimkulov A.E.

Using neural networks for automatic speech recognition

Summary. This article deals with the question of speech recognition using neural network technology. As a result of this work, a model of speech recognition based on artificial neural networks. As currently developed approach neural network training using speech signal processing and algorithm.

Key words: speech recognition, neural networks, neural network technology, the processing of speech signals.

УДК 519.63; 519.684

А.А. Исахов, Н. Темирбекулы
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: alibek.issakhov@gmail.com, temirbekuly.n@mail.ru)

МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБТЕКАНИЯ ТЕЛА МЕТОДОМ КРУПНЫХ ВИХРЕЙ

Аннотация. Исследование аэродинамики автомобиля имеет важное значение при решении вопроса энерго-эффективности автомобиля и стабильности при езде, и является ключевым фактором при разработке дизайна автомобиля. Обтекание автомобиля потоком воздуха имеет нестационарные турбулентные характеристики. Кроме того, такие явления, как: образование вихрей, области отрыва и присоединения, и образование пузырьков вокруг обтекаемого тела могут существенно влиять на подъемную силу, силу

сопротивления. Значение данных характеристик имеют основополагающее значение для обеспечения стабильности езды. Задачей данной работы является оценка достоверности численного решения с использованием LES моделей турбулентности в относительно грубой сетке. Для достижения этой цели моделируется обтекание вокруг кузова Ахмеда. Геометрия данного кузова представляет собой упрошенную конструцию автомобиля и очень удобен при проверке и устойчивости вычислении. Проведено моделирование трехмерного обтекания кузова Ахмеда с использованием WALE модели турбулентности LES. Затем было произведено сравнение результатов с экспериментом и численными результатами других авторов.

Ключевые слова: аэродинамическое обтекание, метод крупных вихрей, кузов Ахмеда, WALE модель турбулентности.

Введение

Вычислительная гидродинамика получила бурное развитие за последние три десятилетия и стала важной основой к введению новых технологии в сфере авиа - и машиностроения. В большинстве случаев поток жидкости имеет турбулентный характер. При моделировании этого явления часто используется вычислительная аэро- и гидродинамика, так как экспериментальное изучение является очень трудоемким и дорогостоящим. Развитие вычислительной аэро- и гидродинамики особенно повлияло на дизайн современных автомобилей, так как при движении автомобиля на скорости свыше 50 км/час (14 м/с) основная часть сил, которая воздействует на автомобиль – сила сопротивления воздуха. Компьютерное моделирование процесса, отличающееся большой информативностью, позволяет вычислять недороботки и уже на стадии разработки вносить изменения в конструкцию автомобиля, не прибегая к экспериментам, что является очень трудоемким и дорогостойщим.

Предметом изучения – является численное моделирование обтекание кузова Ахмеда (Ahmed Car). Кузов Ахмеда был первоначально описан 1984 году в работе С. Р. Ахмеда [1]. Кузов Ахмеда является полу-прямоугольной фигурой с округленной передней и наклоненной задней частью. Упрощенная конструкция данного кузова позволяет численно моделировать, а также строить вычислительную сетку и очень быстро сравнивать полученные численные результаты с экспериментальными и численными данными других авторов. Так как данный кузов очень популярен при вычислениях и экспериментах. Кузова Ахмеда имеют разные углы наклона задней части, чем изменяется свойства отрыва пограничного слоя и образование вихрей. В настоящей работе приводится обтекание кузова Ахмеда с наклонным углом задней части в 25^0.

Описание первоначального эксперимента описывался в работе С. Р. Ахмеда[1]. Вывод по данной работе сводился к тому, что при заданном числе Рейнольдса, структура потока изменяется регулированием угла наклона задней части кузова. Позднее H. Lienhart [3] из Штудгартского университета проводили эксперимент с обтеканием кузова Ахмеда с наклоном 25^0 и 35^0 с применением Доплеровского лазерного анемометра для получения детальных профилей скорости вокруг кузова Ахмеда. Также, с вышеупомянутыми характеристиками кузова проводились многочисленные численные исследования разными авторами. Результаты данных исследовании расходятся между собой, ввиду недостаточного разрешения вычислительных сеток и сходимости численного метода.

В работе Гинтербергера[4] описывается решение задачи обтекания кузова Ахмеда(25^0) методом крупных вихрей. Авторы использывали два вида вычислительных сеток, $8{,}8\text{x}10^6$ и $18{,}5\text{x}10^6$ контрольных обьемов. При сравнении с экспериментальными данными показало, что результаты численного решения во многом совпадают с экспериментом. A Kapadia и др. [5] моделировали обтекание кузова Ахмеда с наклоном 25^0 и 35^0 моделями турбулентности Спаларт-Алмараса [11, 12] на основе DES модели, и использывали три вида вычислительных сеток: 2.3×10^6, 3.1×10^6 и 4.6×10^6 контрольных обьемов. Авторы сравнили результаты DES с экспериментальными данными и оказалось, что расчеты не были удовлятворительны, так как разделение потока не было правильно предсказано. D.E. Aljure и др. [8] выполнили модель обтекания кузова Ахмеда (25^0, 35^0) используя LES модель. В данной работе было смоделирован процесс обтекания кузова Ахмеда методом крупных вихрей, используя четыре разные модели турбулентности (QR, SIGMA, VMS и WALE). А данные о потоке представлены в качестве профилей скорости для трех (QR, SIGMA, VMS) из четырех моделей турбулентности. При моделировании турбулентных течении часто возникают трудности. Так например, в RANS модель часто не в состоянии правильно передать динамику потока, в особенности DES модели. А LES модели требуют высоких вычислительных ресурсов, в то же время, не так много как DNS модели. Исходя из вышесказанного, целью данной работы стало описать динамику потока с помощью LES модели, применяя относительно грубую сетку.

Математическая мрдель

Метод крупных вихрей представляет собой математическую модель турбулентности, используемой в вычислительной аэро- и гидродинамике. Первоначально она была предложена 1963 году Д. Смагоринским [9] для моделирования течения воздуха и впервые было исследована Дэрдорфом 1970 году [10]. Идея метода заключается в том, что большие масштабы турбулентности рассчитываются явно, а эффекты более мелких вихрей моделируется с использованием правил подсеточного замыкания. LES ухватывает низкочастотные изменения параметров, в отличие от RANS, когда в итоге получаются постоянные средние значения величин. При этом затрачиваются большие вычислительные мощности, но всё же меньшие таковых для прямого численного моделирования (DNS).

Для численного моделирования обтекания кузова Ахмеда потоками воздуха берется несжимаемое уравнение Навье-Стокса:

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \left(\bar{u} \cdot \nabla\right)\bar{u} - \nu\nabla^2\bar{u} + \rho^{-1}\nabla\bar{p} = -\nabla \cdot \tau$$

$$\nabla\bar{u} = 0$$

где $\bar{u}$ – трехмерный вектор скорости, $\bar{p}$ – скалярное поле давления, ν- кинематическая вязкость и ρ – плотность воздуха, x, y - пространственные координаты, t-время. А τ- тензор напряжений подсеточного масштабы:

$$\tau = -2\nu_{SGS}\bar{S} + (\tau : I)I/3$$

где ν_{sgs} является турбулентной или подсеточной вязкостью и $\bar{S}$ тензором напряжения изменения фильтрованной скорости, $\bar{S} = \frac{1}{2}\left[\nabla\left(\bar{u}\right) + \nabla^T\left(\bar{u}\right)\right]$.

Моделирование подсеточной вязкости может осуществлятся по разному, взависимости от модели турбулентности SGS. В данной работе моделирование осуществляется с помошью WALE(wall-adapting local-edddy viscosity) модели SGS. Модель Wale была предложена Nicoud и Ducros [7] на основе квадрата градиента тензора скорости. Эта модель SGS учитывает эффекты деформации и темпа вращения, соответствующей вблизи стены для турбулентной вязкости(то есть $\nu_{sgs} \infty y^3$).

$$\nu_{SGS} = (c_{wale}l)^2 \frac{\left(\bar{v} \cdot \bar{v}\right)^{3/2}}{\left(\bar{S} \cdot \bar{S}\right)^{5/2} + \left(\bar{v} \cdot \bar{v}\right)^{5/2}}$$

$$\bar{v} = \frac{1}{2}(\nabla\left(\bar{u}\right)^2 + \nabla^T\left(\bar{u}\right)^2) - \frac{1}{3}\left(\nabla\left(\bar{u}\right)^2 : I\right)I$$

где c_{wale}=0.325 это модельная константа, а I – единичная матрица.

Численный метод

Уравнения дискретизируется неструктурированной сетке, методом конечных обьемов. Для пространственной дискретизации используется схема второго порядка. Такие схемы сохраняют свойства симметрии непрерывных дифференциальных операторов и обеспечивают стабильность и сохранение баланса кинетической энергии. Система уравнении Навье-Стокса численно решается методом SIPMLE.

Численные результаты

В работе берется упрощенная конструкция кузова автомобиля – кузов Ахмеда Кузова Ахмеда имеют разные углы наклона задней части, чем изменяется свойства отрыва пограничного слоя и

образование вихрей. Геометрия которая рассматривается в данной работе имеет наклонной задней части в 25^0 (рисунок 1).

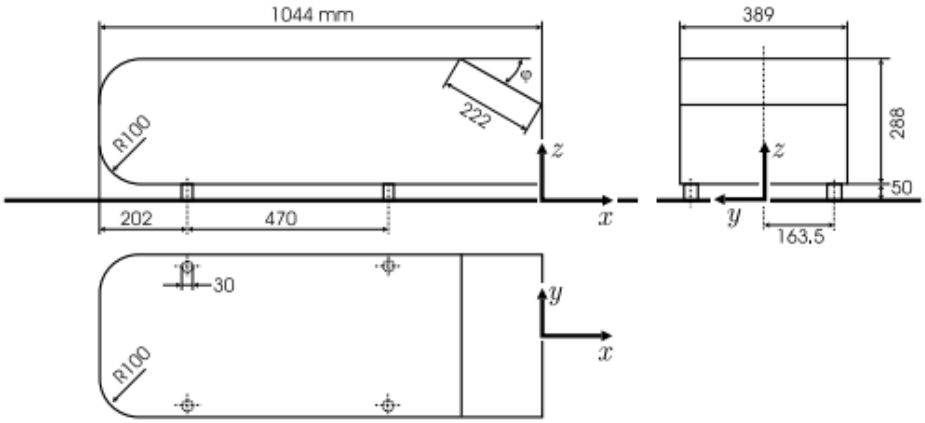


Рис. 1. Кузов Ахмеда с наклонной задней частью 25^0.

Данная задача численно решается на прямоугольной расчетной области 9.1944 ×1.87 × 1.4м (рисунок 2). Передняя часть кузова находится на расстоянии 2,1014 м от входа, а задняя часть на расстоянии 6,048 м от выхода расчетной области. Стороны расчетной области представляются на ¾ открытыми. Эти параметры бертутся для того чтобы сравнить численные результаты с экспериментальными данными Lienhart [3].

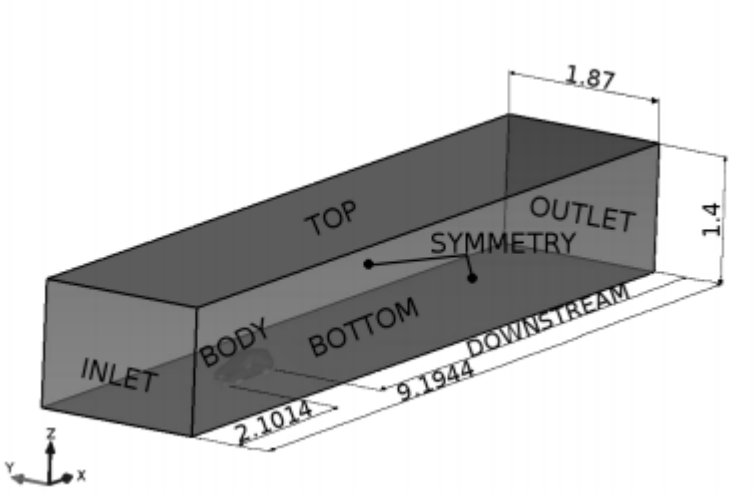


Рис. 2. Расчетная область

Для того чтобы численно решить систему уравнения Навье-Стокса нужно будет поставить начальные и граничные условия. Для этого на входе задается постоянная скорость $\overline{U} = (40,0,0)$. На выходе моделируется конвективное граничное условие. Так как по условию эксперимента область считается на ¾ открытой, на верхней границе и боковых границах расчетной области задаются условия симметрии. На поверхности кузова и на дне расчетной области задается условие стены. Число Рейнольдса вычисляется на основе высоты тела и равно $\mathrm{Re} = U_{ref} \cdot \frac{h_{ref}}{\nu} = 7.68 \cdot 10^5$. Все вычисления производились на программном обеспечении Ansys Fluent 16.2 платной лицензии КазНУ им. аль-Фараби.

Задачей данной работы является оценка достоверности численного решения с использованием LES в относительно грубой сетке. Была построена неструктурированная сетка на $1,7*10^6$ контрольных обьемов.(Рисунок 3).

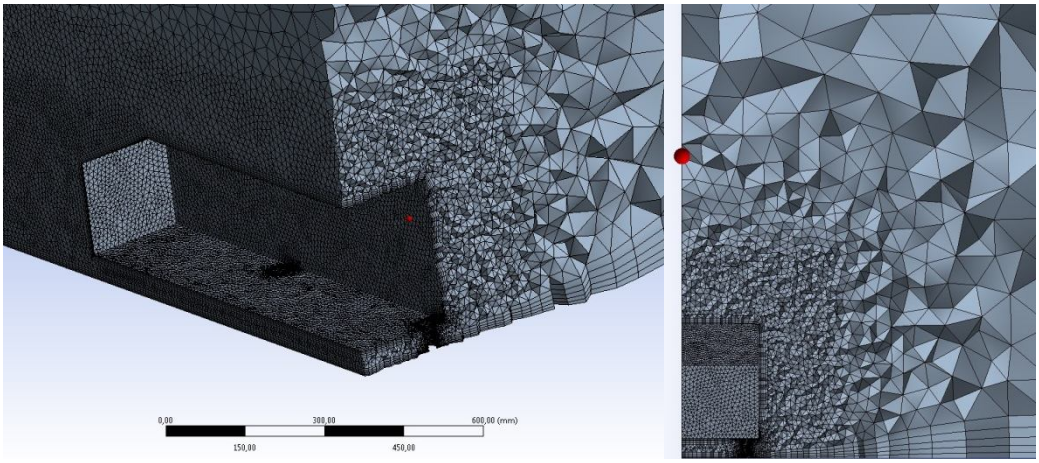


Рис. 3. Вычислительная сетка 1,7*10^6 объемов.

Для проверки численного расчета проводится сравнительный анализ с экспериментальными данными, которое проводилась в работе Lienhart и др.[3] и численными результатами с работы Aljure и др. [8] на котором вычисления проводилось на вычислительной сетке, где используется $2,8*10^6$ контрольных обьемов.

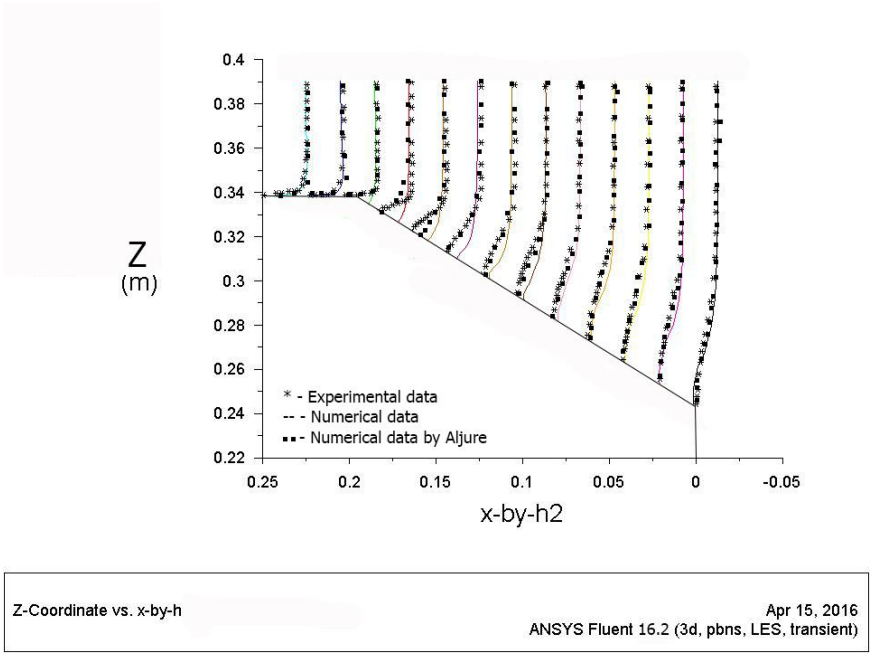


Рис. 4. Осредненные по времени профили скорости. Плоскость при y=0, задней части кузова.

На рисунке 4 показаны осредненные по времени профили скорости вдоль потока на плоскости при y=0, задней части кузова. В данном рисунке численные результаты сравниваются с экспериментальными данными, приведенные в работе Lienhart и др.[3] и численными данными с работы Aljure и др.[8]. Как можно видеть, в целом согласие с экспериментом достаточно хорошая, учитывая грубость вычислительной сетки. Однако нужно отметить, что на пограничном слое есть расхождение между численными вычислениями и экспериментом до середины наклонной поверхности. В эксперименте поток отрывается прямо на углу наклонной поверхности, и прикрепляется в середине поверхности. При моделировании течения сперва остается присоединенным к кузову, и отделяется несколько ниже по потоку от угла и прикрепление происходит гораздо ниже

(Рисунок 5,6,7). Скорее всего, из-за грубой вычислительной сетки в задней части кузова. Основные различия между экспериментальными и численными данными результатами двух моделирования найдены в начале наклонной поверхности.

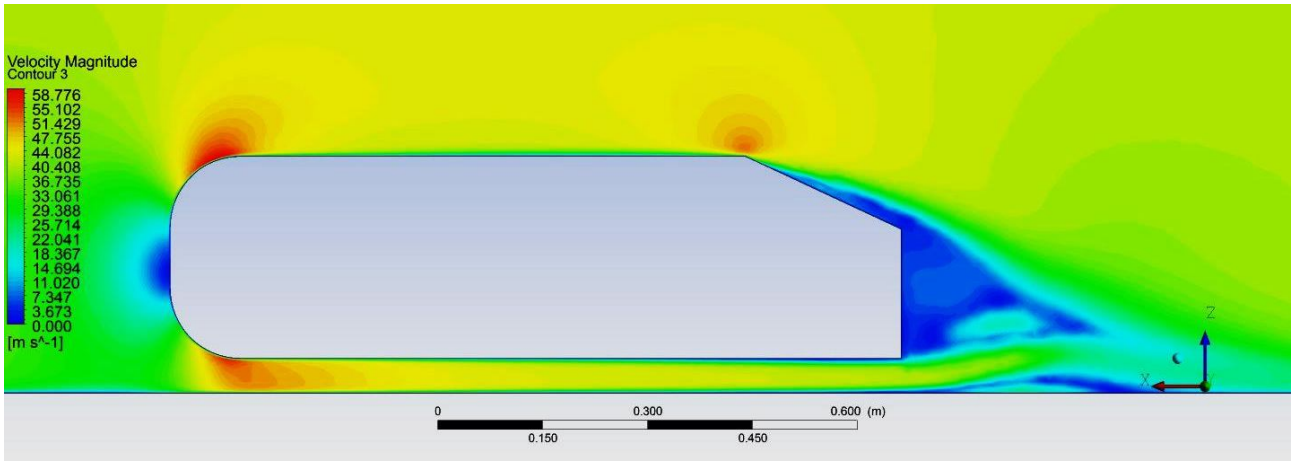


Рис. 5. Контур течения вокруг тела. Продольное сечение при y=0.

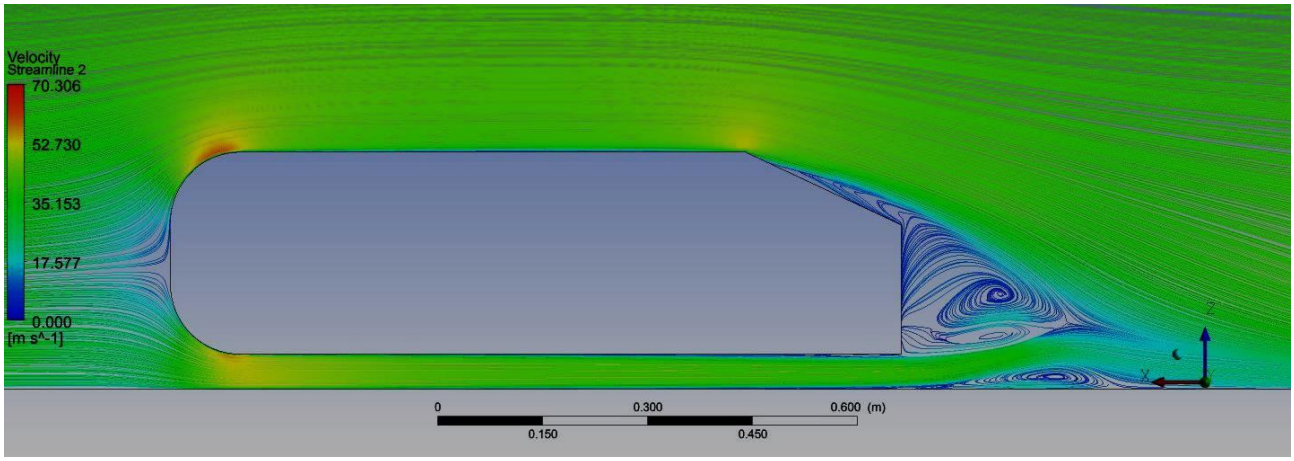


Рис. 6. Изолинии скорости течения вокруг тела. Продольное сечение при y=0.

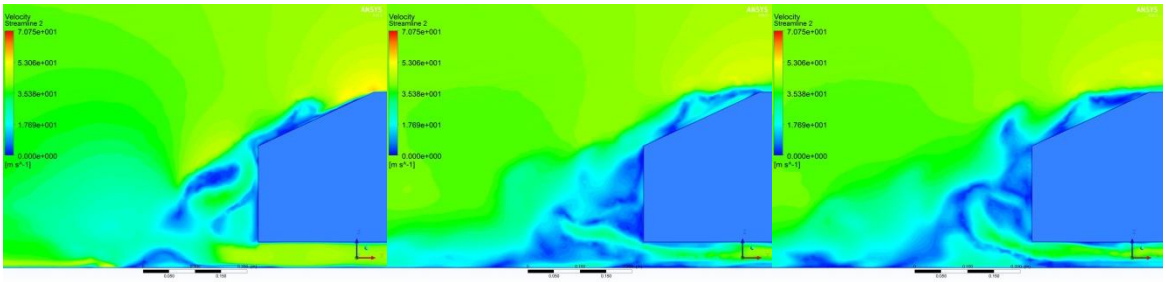


Рис. 7. Течение на задней части кузова разный отрезок времени (1,5 с; 20 с; 40,5 с).
Продольное сечение при y=0.

Заключение

В работе была выполнена моделирования трехмерного обтекания кузова Ахмеда наклоненной задней частью под углом 25^0 методом крупных вихрей с использованием WALE модели турбулентности. При сравнении численных результатов с результатами эксперимента и численных результатов других авторов на задней части кузова можно считать приемлемым. Следует отметить, что есть расхождение с экспериментом на наклонной поверхности, вследствие относительно грубой вычислительной сетки. Также было произведено сравнение с численными результатами.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ahmed S. R., Ramm G., Faltin G. Some salient features of the time averaged ground vehicle wake // SAE paper no 840300 .

[2] Krajnovi´c S., Davidson L., Flow around a simplified car: Part1: Large eddy simulation // ASME: Journal of Fluids Engineering, -2005, 127, pp. 907– 919.

[3] Lienhart H., Stoots C., Becker S. Flow and turbulence structures in the wake of a simplified car model (Ahmed model), in: DGLR Fach. Symp. der AG STAB, Stuttgart University., 2000.

[4] Hinterberger C., Garcıa-Villalba M., Rodi W. Large eddy simulation of flow around the Ahmed body. The aerodynamics of heavy vehicles: trucks, buses, and trains // Numerical Heat Transfer, Part B, –2004, pp. 77–88.

[5] Kapadia S., Roy S., Vallero M., Wurtzler K., Forsythe J. Detached-eddy simulation over a reference Ahmed car model, in: Direct and Large Eddy Simulations V (ERCOFTAC series), –2004, pp. 481–488.

[6] Krajnovi´c S., Davidson L. Flow around a simplified car: Part2: Understanding the flow // ASME: Journal of Fluids Engineering, –2005, 127, pp. 919–928.

[7] Nicoud F., Ducros F. Subgrid-scale stress modelling based on the square of the velocity gradient tensor // Flow, Turbulence and Combustion, –1992, 62, pp. 183–200, doi:10.1023/A:1009995426001.

[8] Aljure, D. E., Lehmkuhl, O., Rodriguez, I.,Oliva, A., Flow and turbulent structures around simplified car models // Computers & fluids, –2014, 96, pp. 122-135.

[9] Smagorinsky J. General Circulation Experiments with the Primitive Equations // Monthly Weather Review, –1963, 91(3), pp. 99–164.

[10] Deardorff J. A numerical study of three-dimensional turbulent channel flow at large Reynolds numbers // Journal of Fluid Mechanics, – 1970, 41 (2), pp. 453–480.

[11] Spalart P. R., Allmaras S. R. A One-Equation Turbulence Model for Aerodynamic Flows // **Recherche Aerospatiale**, –1994, 1, pp. 5-21.

[12] Spalart P. R., Allmaras S. R. A One-Equation Turbulence Model for Aerodynamic Flows // AIAA Paper, –1992, no. 92-0439.

Исахов А.А., Темірбекұлы Н.

Дененің аэродинамикалық орағытып өту құбылысын ірі құйындар әдісімен пішіндеу.

Түйіндеме. Көліктің жүріс кезіндегі тұрақтылығы және энерго-үнемділігі туралы мәселені шешу барысында көліктің аэродинамикасын зерттеу аса маңызды, және көліктің дизайнын жасау кезінде әсер етуші негізгі фактор болып табылады. Ауа ағынының автокөлікті орағытып өтуі тұрақсыз турбулентті сипатқа ие. Сонымен қатар, құйындардың қалыптасуы, ажырау және қайта қосылу аудандары және дененің айналасындағы көпіршіктердің пайда болуы сияқты құбылыстар ауаның кедергі күшіне айтарлықтай әсер ете алады. Осы сипаттамалар қозғалыстың тұрақтылығына әсер ететін негізгі факторлар. Осы зерттеу жұмысының мақсаты салыстырмалы ірі торды пайдалана отырып денені орағытып өту процесін LES тәсілін пайдаланып пішіндеу. Осы мақсатқа жету үшін Ахмед денесінің айналасындағы орағытып өту процесі пішінделді. Бұл дененің пішіні автокөліктің құрылысы жеңілдетілген түрі болы табылады және шешімнің тұрақтылығын зерттегенде өте ыңғайлы. Ахмед денесінің айналасындағы ағынды үш өлшемді пішіндеу LES тәсілінің WALE турбулентті моделін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Пішіндеу нәтижесінде алынған сандық шешім басқа да авторлардың эксперименталдық және сандық шешімдерімен салыстырылды.

Кілттік сөздер: аэродинамикалық орағытып өту, ірі құйындар әдісі, Ахмед құрылымы(Ahmed car body), WALE турбуленттілік моделі.

Issakhov A., Temirbekuly N.

Modeling aerodynamic properties of objects through wind flows

Summary. The study aerodynamics is important when deciding on energy efficiency and the stability of the car while driving, and is a key factor in the development of the car design. Flow around of the car air flow is a unsteady turbulent process. In addition, phenomena such as the formation of vortices, the area of separation and attachment, and the formation of bubbles around a streamlined body can significantly affect the Lifting force, the force of resistance. The value of these characteristics are fundamental for ensuring the stability of the driving. The objective of this study is to assess the reliability of the numerical solution using the LES at a relatively coarse grid. To achieve this, was simulated the flow around the Ahmed car body. The geometry of the body is the simplified car construction and easy to use when checking and calculating stability. Three-dimensional simulation of flow around the body of Ahmed was conducted using WALE turbulence model (LES). Comparison of the results was made then with the experimental and numerical results of other authors on this subject.

Key words: flow past, large eddy simulation, Ahmed car body, WALE turbulent model.

УДК 519.63; 519.684

А.А. Исахов, А.М. Шубай
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: alibek.issakhov@gmail.com, shubay.aidana@gmail.com)

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В СИСТЕМЕ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

Аннотация. В работе численно исследуется течение крови в системе сосудов головного мозга без стеноза и с патологическими изменениями. Для моделирования движения жидкости в кровеносных сосудах используется система уравнения Навье — Стокса. Численный алгоритм был разработан с использованием схемы расщепления по физическим параметрам. На первом этапе предполагается, что перенос движения суммы происходит за счет конвекции и диффузии. Промежуточные области скорости определяется 5-ти шаговым методом Рунге-Кутте. На втором этапе используется промежуточное поле скорости для определения поля давления. Уравнения Пуассона для поля давления решается с помощью метода Якоби. Численный алгоритм проверяется с помощью аналитического решения для течения Пуазейля. Исследуется влияние скорости крови на поведение жидкости в сосудах головного мозга. Одно из характерных особенностей течения крови в пораженных стенозом кровеносных сосудах, является появление вихревых течении, которая проявляется как патология, в отличие от нормального кровообращения. Результаты данной работы можно использовать в исследованиях по математическому моделированию мозгового кровообращения человека и в решении задач практической медицины.

Ключевые слова: уравнение Навье – Стокса, течение Пуазейля, атеросклеротическая бляшка, стеноз, патологические изменения в кровеносных сосудах.

Одна из самых трудных и важных проблем медицины — лечение различных патологий мозгового кровообращения. В связи с распространением цереброваскулярных заболеваний профилактика и хирургическое лечение нарушение мозгового кровообращения, очень актуальна в данное время. В Казахстане смертность от инсульта достигает 35% (450000 инсультов), при этом риск инсультов повышается с увеличением возраста, особенно, в возрасте 65–80 лет. Инсульт – это тяжелое осложнение заболеваний сердечно-сосудистой системы, которая находится в числе первых трех причин смерти с летальным исходом, а в некоторых случаях смертность от инсульта превышает смертность от инфаркта. Очень высока степень инвалидности больных перенесших инсульт, из них 20% больных возвращается к труду, 60% больных имеют неврологические расстройства, 20% больных нуждаются в постоянном постороннем уходе. Рост количества больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга зависит от многих факторов, и связанно с повышением возраста и увеличением веса людей преклонного возраста.

Постановка задачи.

В работе осуществлена постановка задачи и получены уравнения течения крови в сосудах в толсто-стенном гиперупругом сосуде. Предполагается, что кровь является однородной несжимаемой ньютоновской средой. Сосуд рассматривается как толстостенный цилиндр из гиперупругого материала. На кровь воздействует изменяющийся градиент давления.

Для описания движения крови используются нестационарные двумерные уравнения Навье-Стокса с постоянной плотностью и кинематической вязкостью [1, 2]:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial x}+\dfrac{\partial v}{\partial y}=0 \\ \dfrac{\partial u}{\partial t}+u\dfrac{\partial u}{\partial x}+v\dfrac{\partial u}{\partial y}=-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial x}+\vartheta\left(\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) \\ \dfrac{\partial v}{\partial t}+u\dfrac{\partial v}{\partial x}+v\dfrac{\partial v}{\partial y}=-\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial y}+\vartheta\left(\dfrac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\dfrac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) \end{cases} \quad (1)$$

где p - давление, u, v - компонент скорости, ρ - плотность, x, y - пространственные координаты, t-время, v-кинетическая вязкостью. Используя данную систему уравнение, в работе моделируется две задачи на исследование стеноза в сосудах головного мозга.

Первая задача – здоровый сосуд (рисунок 1).

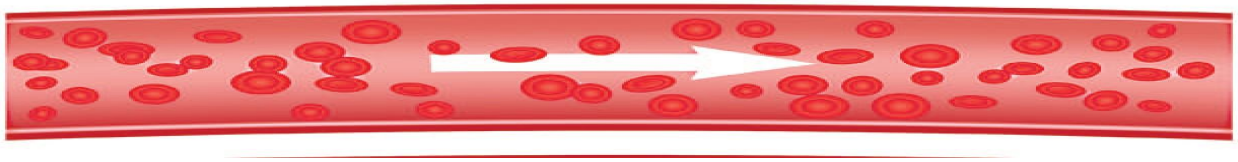


Рис. 1. Здоровый сосуд

Второй вариант - стеноз на одной из стенки сосудов. (рисункок 2):

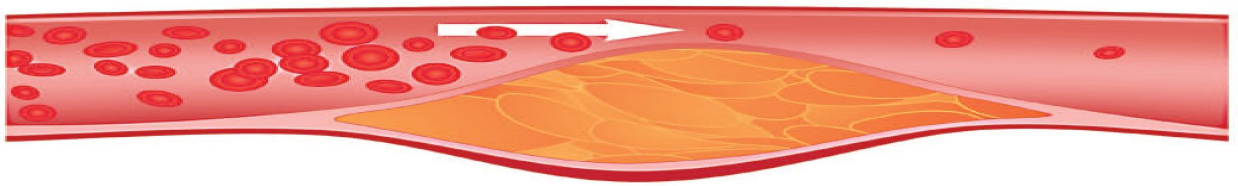


Рис. 2. Сосуд с атеросклеротической бляшкой.

Численный алгоритм

Для решения систему уравнения (1) используется схема расщепления по физическим параметрам [7, 10]. На первом этапе предполагается, что перенос количества движения осуществляется только за счет конвекции и диффузии. Промежуточное поле скорости находится 5-ти шаговым методом Рунге-Кутте. На втором этапе, по найденному промежуточному полю скорости, находится поле давления. Уравнение Пуассона для поля давления решается методом Якоби. На третьем этапе предполагается, что перенос осуществляется только за счет градиента давления. Ниже приводиться численный алгоритм в математической форме [8, 9]:

I. $$\int_{\Omega} \frac{\vec{u}^{*} - \vec{u}^{n}}{\tau} d\Omega = -\oint_{\partial\Omega} \left(\nabla \vec{u}^{n} \vec{u}^{*} - \upsilon \Delta \vec{u}^{*} \right) n_i d\Gamma$$

II. $$\oint_{\partial\Omega} (\Delta p) d\Gamma = \int_{\Omega} \frac{\nabla \vec{u}^{*}}{\tau} d\Omega$$

III. $$\frac{\vec{u}^{n+1} - \vec{u}^{*}}{\tau} = -\nabla p$$

Результаты численных расчетов

Система уравнений (1) замыкается следующими граничными условиями: для компонент скоростей на стенке задаются условия прилипания и не перетекания, на входе — параболический профиль, на выходе — «мягкие» граничные условия. Для давления на всех границах задавались условия Неймана.

Течение Пуазейля (первая задача) представляет собой вязкий поток, проходящий через трубу определенного диаметра и теоретический бесконечной длины. На рисунке 3 приведены геометрические параметры, которые использовались при решении данной проблемы. За основу исследовательской работы берем работу Шлихтинг Г. [6].

В работе Шлихтинга Г.[6] была использована труба длиной L и радиусом - l при числе Рейнольдса Re=100. Причем $\frac{L}{l}=10$ (рисунок 3)

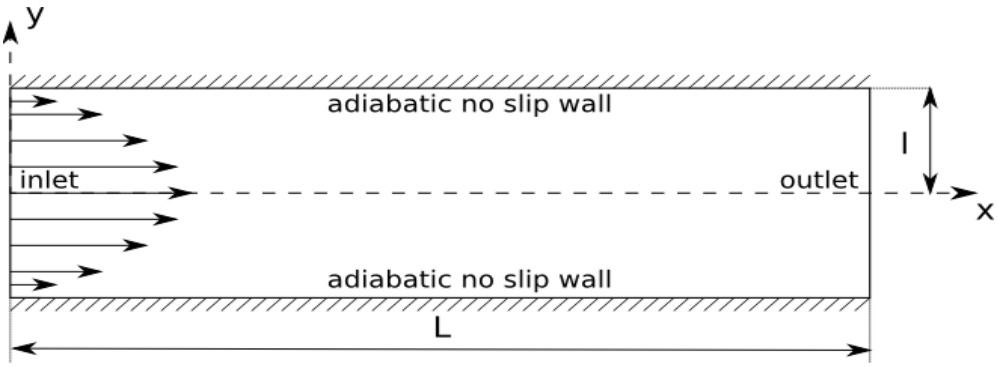


Рис. 3. Расчетная область.

На рисунке 4 показан продольный профиль скорости для аналитического и численного решения при точках $x/L=0$ и $x/L=9$. Полученные результаты в ходе исследования хорошо совпадают с аналитическим решением.

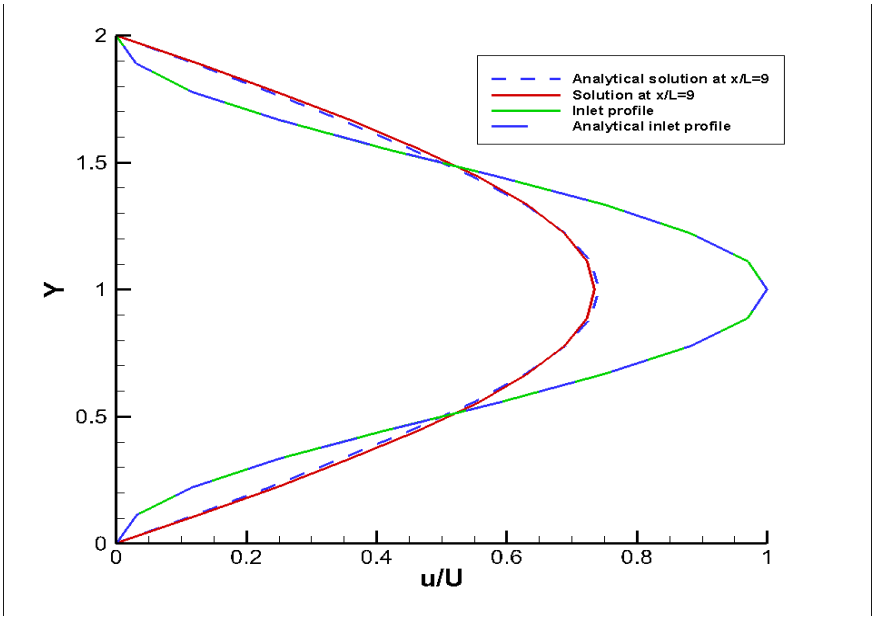


Рис. 4. Профиль скорости при точках $x/L=0$ и $x/L=9$.

На рисунке 5 отображается поле скоростей для числа Re=100 при различных временных слоев. Из рисунка 5 можно сделать такие выводы, что скорость течения крови в нормативе является ламинарным и профиль скорости - параболический. Движения скорости крови в центре сосуда оказывается гораздо большей, чем скорость движения вблизи стенки сосуда. При этом слой крови, прилежащий к стенке сосуда, почти неподвижен, следующий слой крови продвигается на малое расстояние, порция крови, находящаяся в центральной части сосуда, продвигается на большое расстояние. Таким образом, формируется профиль распределения скоростей в сосуде.

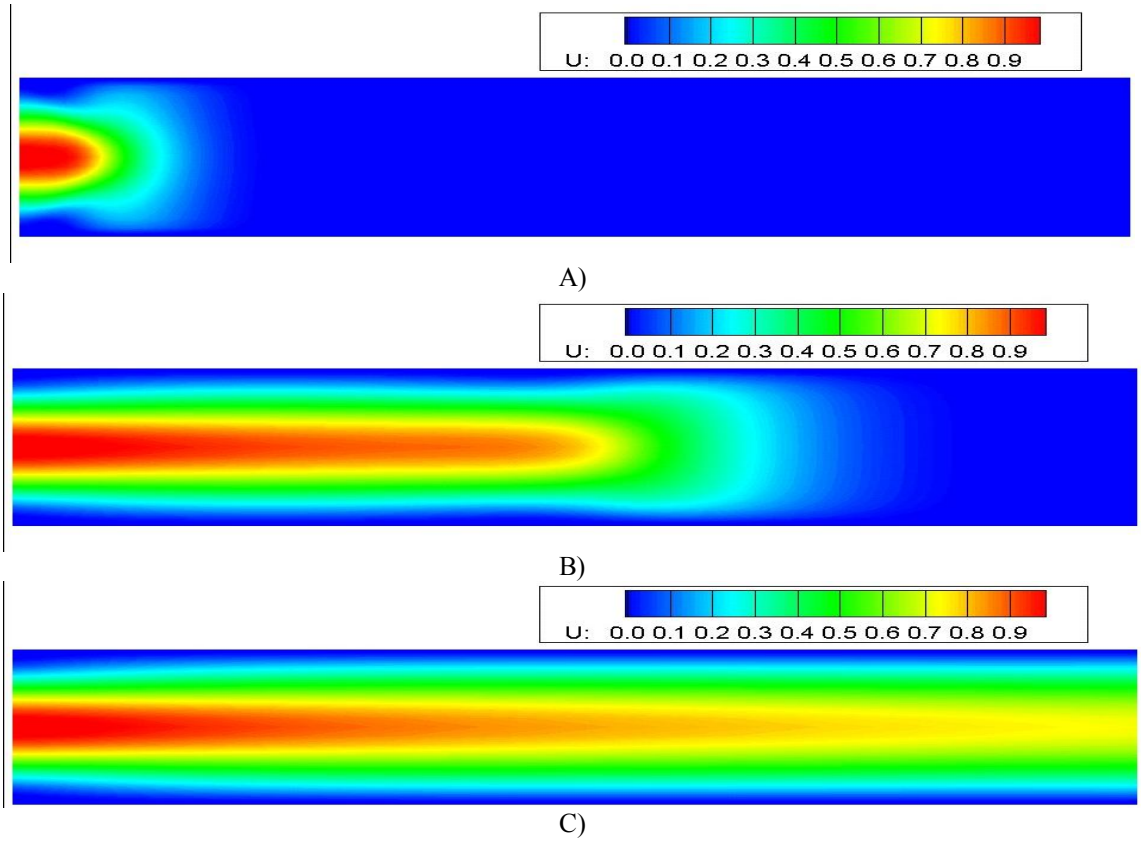


Рис. 5. Контур поля скорости Re=100 при различных временных слоев (A) t=0, B) t=5, C) t=10).

Таблица 1. **Свойства сосудов и крови.**

Сосуды	$D[см]$	$V\left[\frac{см}{с}\right]$	$\rho\left[\frac{г}{см^3}\right]$	$\mu\left[\frac{г}{см \cdot с}\right]$	$T[^\circ C]$
Артерий 1)Сонная артерия	0,15-0,25	20	1,05	0,0255-0,03	40-41
2)Позвоночная артерия	0,15-0,25	25	1,05	0,0255-0,03	40-41
3)По-глазничная артерия	0,15-0,25	15	1,05	0,0255-0,03	40-41
4)Внутре-сонная артерия	0,15-0,25	75	1,05	0,0255-0,03	40-41
Артериола	0,005-0,01	45	1,05	0,0255-0,03	40-41
Вены: 1) Полые вены	0,5-3	10-20	1,05	0,0255-0,03	40-41
2) Венула	0,004-0,005	0,3-1	1,05	0,0255-0,03	40-41
Капилляры	0,00045-0,0007	0,2-0,3	1,05	0,0255-0,03	40-41

Для второй задачи численно моделируются течение крови в вене, которое дает возможность установить картину течения, вызванного стенозом. Оно дополняет информацию, которую можно получить с помощью экспериментальных исследований, и позволяет определить влияние формы стенки, типа и характера течения на степень заболевания. Такие параметры, как распределение скорости вдоль оси, диаметр сосудов, плотность, вязкость крови для установления развития физиологических и патологических условий в венах. Особой характеристикой течения в пораженных стенозом сосудах является появление переходных режимов течения, которые рассматриваются как патологические в отличие от нормального режима кровообращения. За счет роста атеросклеротической

бляшки происходит за счет сужения канала, что в свою очередь приводит к повышению скорости в сосуде и появлению турбулентного режима, что плохо сказывается на сосудах головного мозга. В сосудах головного мозга ламинарное течение происходит при низких значениях скорости крови в сосудах головного мозга. В свою очередь в течениях со стенозом проявляются такие особенности, как разделение течения дальнейшей вихревые зоны в сосудах. Для численного моделирования данные были взяты с таблицы 1. [3, 4, 5].

Расчетная область приведена на рисунке 6, на котором показана атеросклеротическая бляшка. Для численного моделирования со стенозом в сосуде головного мозга используется следующие параметры: диаметр сосуда D=0.01 мм., кинематическая вязкость μ=0,03$\frac{г}{см \cdot с}$.

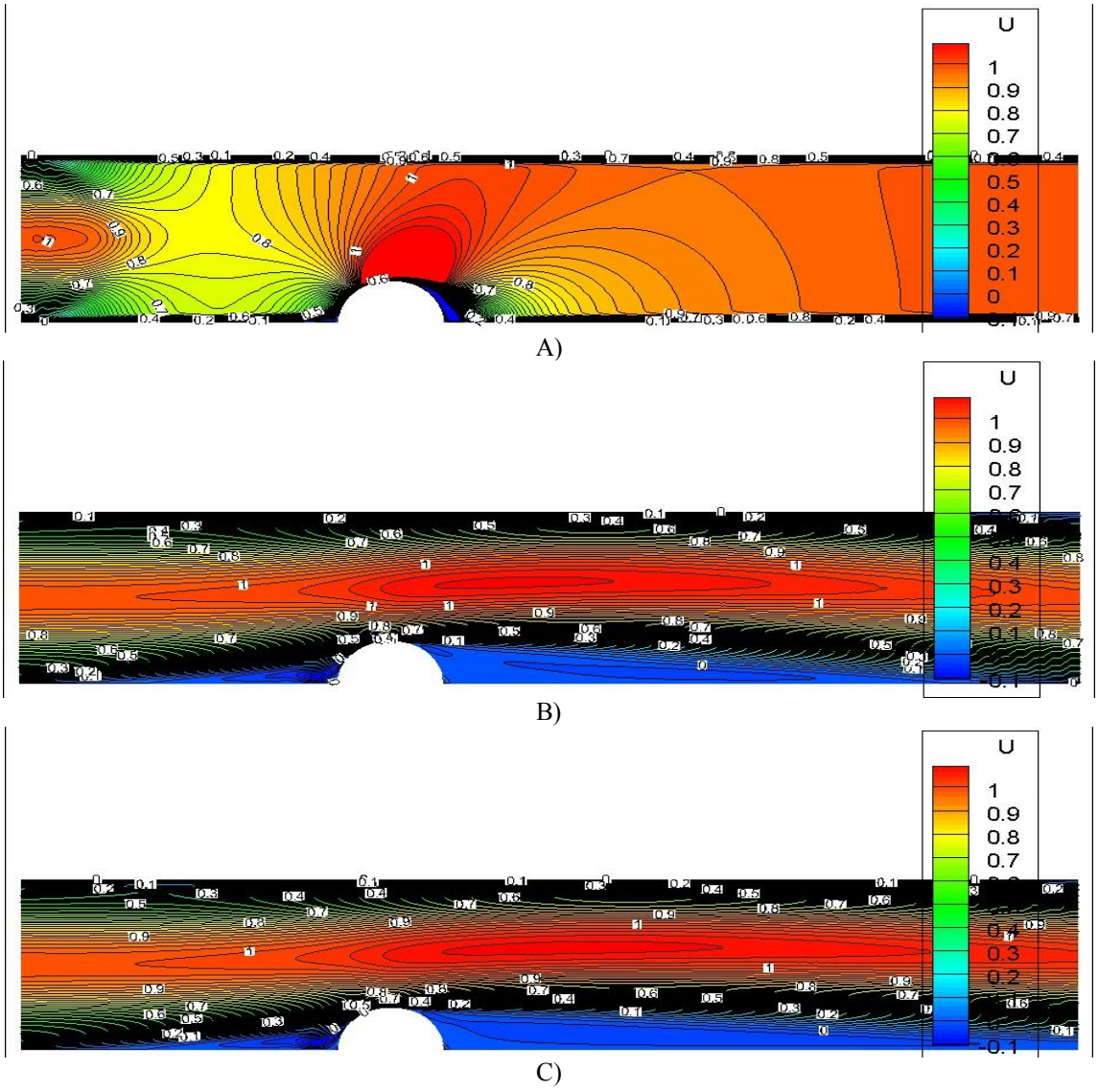


Рис. 6. Контур поля скорости со стенозом при скорости $\upsilon = 15\frac{см}{с}$ при различных временных слоев (A) t=0, B) t=5, C) t=10).

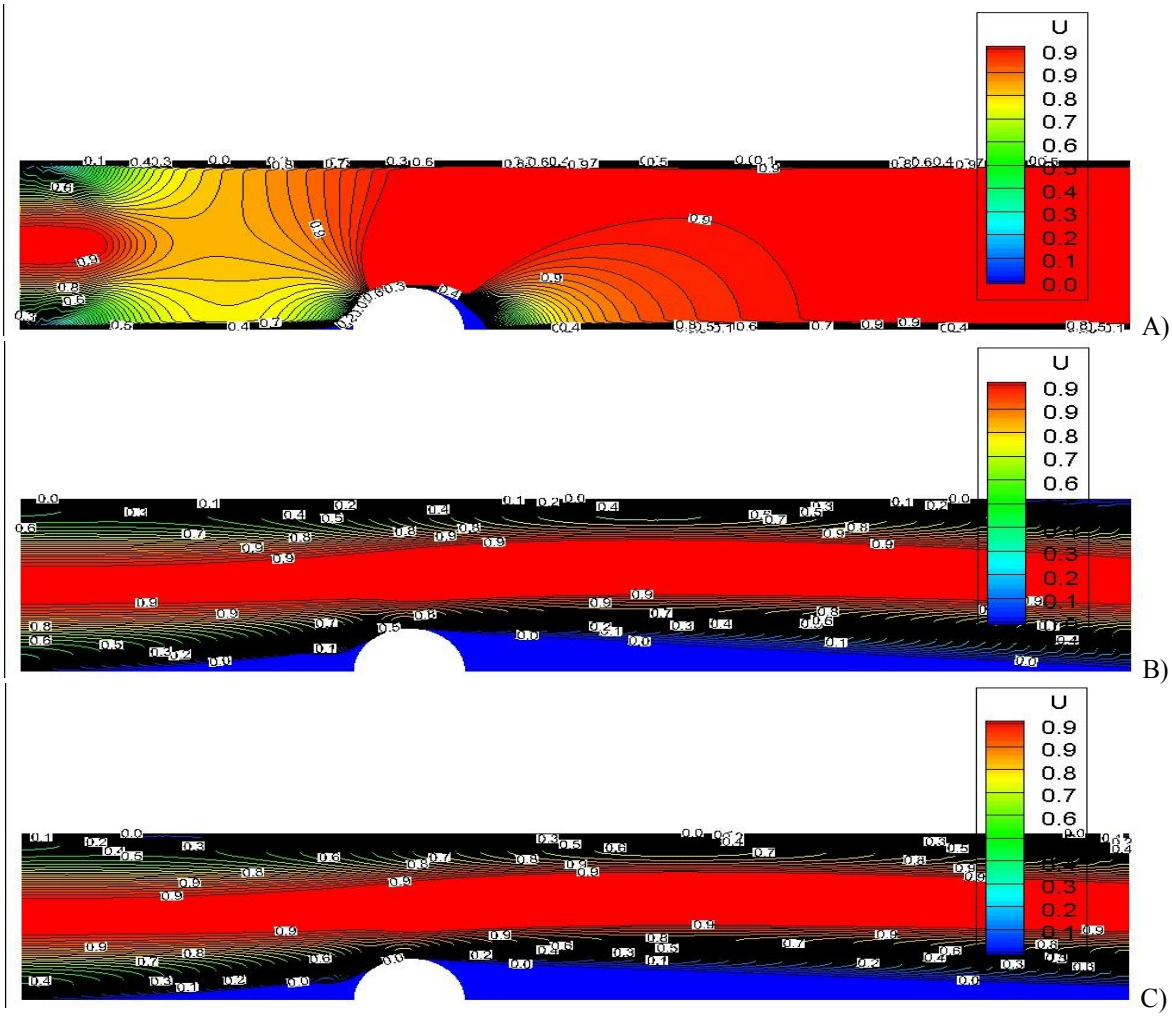
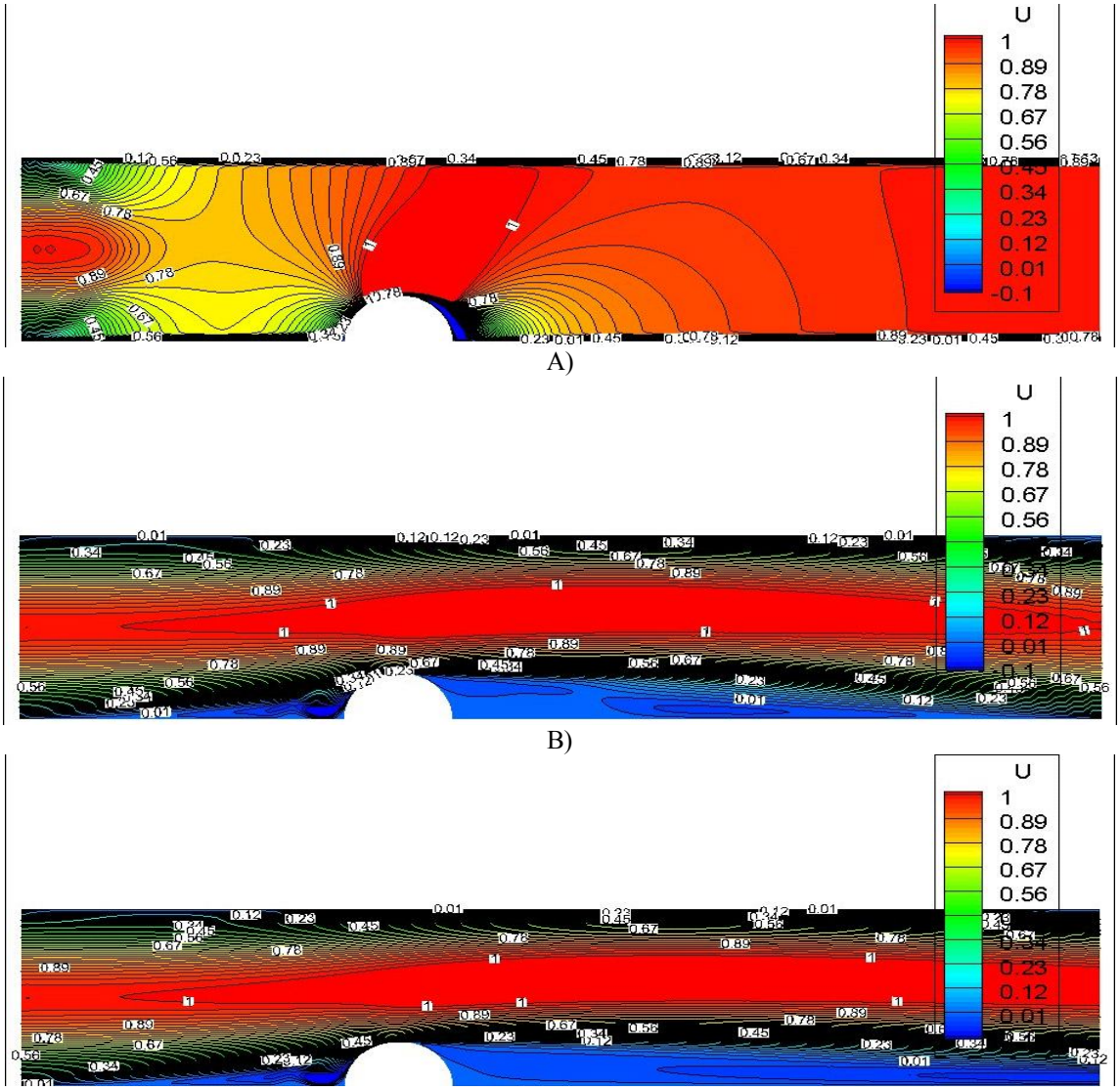


Рис. 7. Контур поля скоростей со стенозом при скорости $\upsilon = 20\frac{см}{с}$ при разных временных слоев (A) t=0, B) t=5, C) t=10).

На рисунках 6-8 показаны поле скоростей течение крови с атеросклеротической бляшкой в сосуде головного мозга для различных временных слоев и при различных скоростей. Как видно из рисунков за атеросклеротической бляшкой создается вихревое поле. При этом скорость крови увеличивается, в зоне сужения сосуда создавая вихревое течение, которое в свою очередь может перейти в турбулентное течение. В конечном итоге наша атеросклеротическая бляшка может увеличиваться в размере.

На рисунках 9-11 представлены различные вертикальные профили скорости со стенозом при различных числах скорости. На рисунках 10-11 приведены профили скорости до прохождения атеросклеротической бляшки. Излом в профиле скорости на рисунке 12 свидетельствует о возникновении отрывной зоны.

По мере роста бляшки просвет сосуда постепенно уменьшается, что со временем может привести к полной его закупорке. Увеличение бляшек опасно тем, что часть её может оторваться и путешествовать по кровотоку, попадая в более мелкий сосуд и закупоривая его. При этом виде стеноза происходит нарушение кровоснабжения определенного участка мозга. При медленном развитии стеноза артерий развивается недостаточность мозгового кровообращения. Основными проявлениями являются нарушение памяти, зрения, речи, изменения в эмоциональной сфере, различные двигательные расстройства.



A)

B)

C)

Рис. 8. Контур поля скорости со стенозом при скорости $\upsilon = 25\frac{см}{с}$ при различных временных слоев (A) t=0, B) t=5, C) t=10).

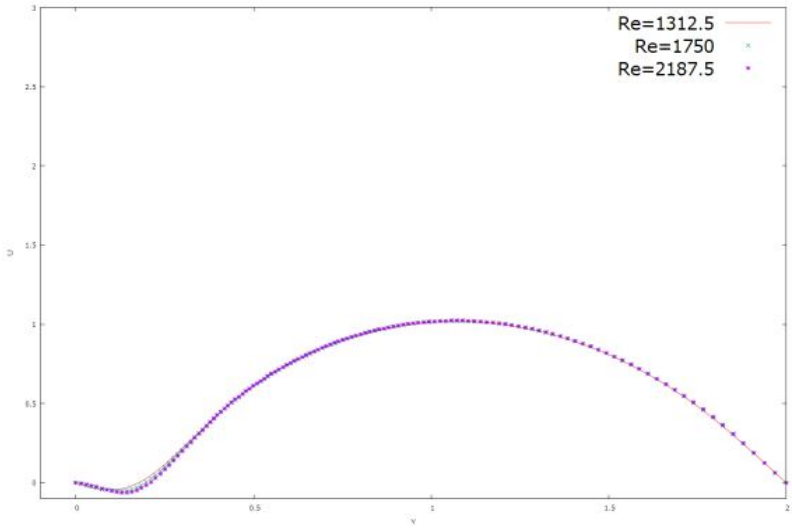


Рис. 9. Вертикальный профиль скорости со стенозом при различных числах скорости x=2,56.

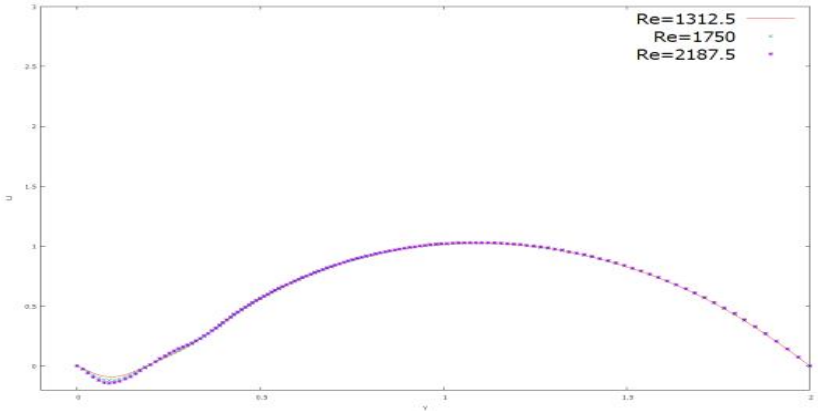


Рис. 10. Вертикальный профиль скорости со стенозом при различных числах скорости x=2,85.

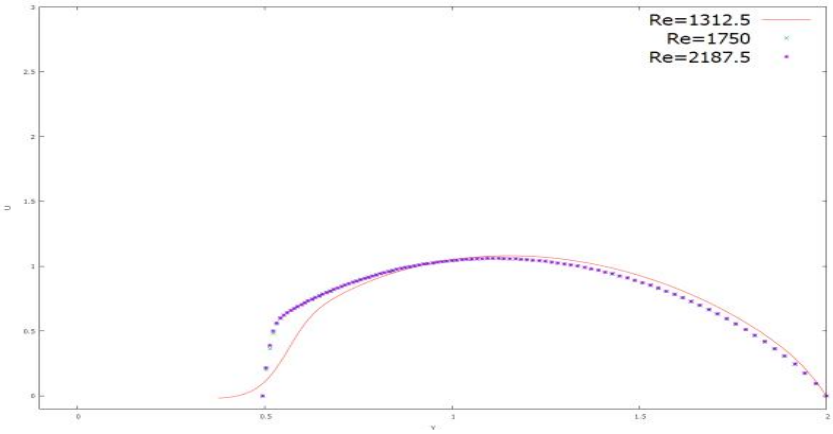


Рис. 11. Вертикальный профиль скорости со стенозом при различных числах скорости x=3,45.

Заключение

Протестирован численный метод на примере задачи Пуазейля. По результатам графика профиля течения Пуазейля численный метод дает удовлетворительный результат. Что позволяет нам применить данный численный метод к интересующей нам задаче течения крови в сосудах головного мозга с патологическими заболеваниями.

Численное моделирование атеросклеротической бляшки в сосудах головного мозга дает возможность установить картину течения, вызванного стенозом. Дополнительную информацию можно получить в ходе экспериментальных исследований, что позволяет определить нам тип, характер, течения и степень заболевания. Для установления развития физиологических и патологических процессов в артерии важными параметрами является распределение скорости вдоль оси и падение давления. Одно из характерных особенностей течения крови в пораженных стенозом кровеносных сосудах, является появление вихревого режима течения, которая является как патология, в отличие от нормального кровообращения. В ламинарном режиме течение крови в сосудах головного мозга течение происходит при низких значениях числа скорости. При, наличии стенозов в сосудах, значительно уменьшается расход крови из-за появления вихревых зон. Взяв за основу в работе численное решение системы уравнений Навье — Стокса и уравнения неразрывности нами численно смоделированы движения крови в сосудах головного мозга. Исследовано поведение потока крови при различных скоростях наличии атеросклеротических бляшек, что позволяет диагностировать заболевание на ранних стадиях и правильно выбрать пути терапевтического лечения и профилактики. Результаты данной работы можно использовать в решении задач клинической медицины.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Скобцов Ю. А., Родин Ю. В., Оверко В. С. Моделирование и визуализация поведения потоков крови при патологических процессах. – Донецк: изд. Заславский А. Ю., 2008. – 212с.

[2] Zabielski L., Mestel A. Unsteady blood flow in a helically symmetric pipe // Journal of Fluid Mechanics, – 1998. Volume 370, pp. 321- 345.

[3] Смирнов В. М. Физиология человека. изд. – М.: Медицина, 2002. – 608с.

[4] Цвибель В., Пеллерито Дж. Ультразвуковое исследование сосудов. изд.-М.:Видар, 2008.-644 с.

[5] Тазюков Ф.Х., Джафар М. Хассан, Халаф Х.А., Снигерев Б.А., Сафа Х. Абдул Рахман Течение крови в симметричной кровеносной артерии со стенозом // Российский журнал биомеханики – 2012. - Т. 16. - № 1 (55): -С. 46–56.

[6] Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. изд. – М.:Наука, 1974. -708с.

[7] Issakhov A., Mathematical modeling of the discharged heat water effect on the aquatic environment from thermal power plant // International Journal of Nonlinear Science and Numerical Simulation, – 2015, 16(5), pp. 229–238, doi:10.1515/ijnsns-2015-0047.

[8] Issakhov A., Mathematical modeling of the discharged heat water effect on the aquatic environment from thermal power plant under various operational capacities // Applied Mathematical Modelling, –2016, Volume 40, Issue 2, pp. 1082–1096 http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2015.06.024.

[9] Issakhov A. Large eddy simulation of turbulent mixing by using 3D decomposition method // *J. Phys.: Conf. Ser.* – 2011 318(4), pp. 1282-1288, doi:10.1088/1742-6596/318/4/042051.

[10] 10 Chorin A.J. Numerical solution of the Navier-Stokes equations // Math. Comp. –1968, 22, pp. 745-762.

Исахов А.А., Шубай А.М.

Патологиялық өзгерістерімен тамырлар жүйесіндегі мидың қан айналымының сандық зерттеуі

Түйіндеме. Бұл жұмыста стенозсыз және патологиялық өзгерісі бар бас миының тамырларының жүйесіндегі қанның ағуы сандық зерттелінеді. Қан тамырларындағы сұйықтың қозғалысын модельдеу үшін Навье – Стокс теңдеуінің жүйесі қолданылады. Сандық алгоритм физикалық параметрлер бойынша бөлшектену сызбасын қолданып дайындалған. Бірінші сатыда қосындының қозғалысының тасымалы конвекция және диффузия есебінен жүреді деп болжанады. Жылдамдықтың аралық аумақтары бес кадамдық Рунге-Кутте алгоритмінің көмегімен анықталады. Екінші сатыда қысым өрісін анықтау үшін жылдамдықтың аралық өрістері қолданылады. Қысым өрісі үшін Пуассонның өлшемді теңдеуі Якоби әдісінің көмегімен шешіледі. Сандық алгоритм Пуазейл ағысы үшін алынған аналитикалық шешімнің көмегімен тексеріледі. Бас миының тамырларындағы сұйық қозғалысына жылдамдықтың әсері зерттелінеді. Стенозбен зақымдалған қан тамырларында қанның ағуының сипаттық ерекшеліктерінің бірі қалыпты қан айналымынан ерекшеленетін патология ретінде байқалатын құйын тәрізді ағыстардың пайда болуы. Бас миының тамырларында ламинарлы режимде қанның ағуы жылдамдықтың төмен мәндерінде жүреді. Осы жұмыстың нәтижелерін адамның ми қан айналымын математикалық модельдеу бойынша зерттеулерде және тәжірибелік медицинаның есептерін шешкен кезде қолдануға болады.

Түйін сөздер: Навье – Стокс теңдеуі, Пуазейль ағысы, атеросклероздық түйіндік, стеноз, қан тамырларындағы паталогиялық өзгерістер.

Isakhov A.A., Shubai A.M.

Numerical investigation of blood flow in vascular system of the brain with pathological changes

Summary. In this work, blood flow in vascular system without stenosis and with pathological changes is explored numerically. The system of Navier – Stokes equations are used for modeling of liquid flow in blood vessels. The numerical algorithm was worked out by means of scheme of splitting on physical parameters. At first stage, it is assumed that the transfer of the movement of amount occurred is due to convection and diffusion. The intermediate regions of speed are determined by using the five step Runge – Kutta method algorithm. The intermediate field of speed is used to define the field of pressure at second stage. The three – dimensional Poisson's equations for field of pressure are solved by means of Jacobi method. The numerical algorithm is checked by means of analytical solutions obtained for the Poiseuille flow. The influence of the speed of blood flow on behavior of the liquid in vascular system of brain was investigated. One of the characteristic features of blood flow in blood vessels affected by stenosis is an appearance of vortex currents, which manifests as a pathology, as opposite to normal blood circulation. The results of this work can be used in mathematical modeling investigations of blood circulation in brain and solving problems in practical medicine.

Key words: The Navier-Stokes equation, poiseuille flow, atherosclerotic plaque, stenosis, pathological changes in the blood vesselsю.

УДК 004.6

А.М. Мұратова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан,)

ЭКСПЕРТИЗА ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЧЕРЕССТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

Аннотация. В статье проанализирован и рассмотрен метод обнаружения фальсификации в видео с черезстрочной разверткой.

Результатом проведенной работы является раскрытие проблемы по определению каких-либо вмешательств извне в видеоматериал. Также приведены формулы для подсчета оценки движения кадров и их зависимость от коэффициента движения. Продемонстрирован пример с использованием оригинальной видеозаписи и его отредактированной версии, с добавлением лишнего объекта в кадр.

Ключевые слова: видеозапись, подлинность записи, анализ подлинности, аутентичность видеозаписей, черезстрочная развертка.

В настоящее время широко распространена доступность сложных и недорогих цифровых видеокамер и устройств с возможностью записи видео, также имеются различные способы обмена видео, такие как YouTube, различные мессенджеры, социальные сети. На этом фоне можно сказать, что цифровые видео играют все более значительную роль в нашей повседневной жизни.

Поскольку цифровыми видео можно манипулировать, их подлинность не может быть принята как само собой разумеющееся. С одной стороны, фальсификация или различные изменения видеозаписей кажутся очень трудоёмкими и сложными процессами, но с каждым днем появляются более сложные приложения и ПО для редактирования видео, что делает более доступным подделку видео или ее редактирование. С помощью видео-технологий, доступных для редактирования видеозаписей, можно легко удалить объект из видеопоследовательности, вставить объект из другого видео или даже вставить объект, созданный с помощью компьютерной графики.

За последние несколько лет наблюдается значительный прогресс в области анализа подлинности цифровых изображений. В данной статье мы рассмотрим метод, основанный на чересстрочной развертке видеозаписи, для обнаружения изменений целостности в цифровых видео.

Большинство видеокамер записывают видео в режиме черезстрочной развертки, что означает, что при записи каждый кадр разбивается на два *полукадра* (или *поля*), составленные из строк, выбранных через одну. В первом поле развёртываются и воспроизводятся нечётные строки, во втором — чётные строки, располагающиеся в промежутках между строками первого поля [1]. После окончания развёртки второго поля луч возвращается в точку, соответствующую началу развёртки первого поля, и т. д.

Временные корреляции в чересстрочных видеозаписях

Предположим, что частота движений (обновлений) постоянна в течение последовательности трех полукадров. Обычная частота движения кадров 30 кадров/секунду, равносильно предположению, что обновление происходит каждые 1/20 с (при условии, что время между полукадрами составляет 1/60-ю с).

Рассмотрим полукадры f (x, y, 1), f (x, y, 2) и f (x, y, 3) на рис.1, соответствующие нечетным и четным строкам для кадра F (x, y, 1) и нечетным строкам для кадра F (x, y, 2), соответственно. С учетом предположения о постоянном равномерном движениимы ожидаем, что обновление между полукадрами f (x, y, 1) и f (x, y, 2) такое же, как кадровоедвижение между f (x, y, 2) и f (x, y, 3). В то время как движение может меняться с течением времени, то это равенство должно быть относительно постоянным.

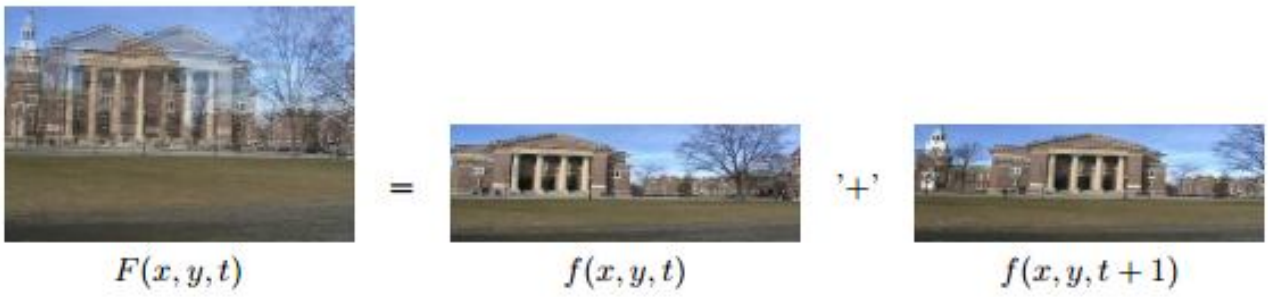


Рис. 1. Деление кадра на два полукадра (нечетного и четного)

В чересстрочной видеопоследовательности, *F (x, y, t)*, длины Т-кадров сначала разделяют на поля, f (x, y,t) с tнечетным, соответствующей каждой линии сканирования. Движение между полями измеряется для всех пар полей f (x, y,t) и f (x, y, t + 1), при t нечетном, и межкадровое движение измеряется между всеми парами полей f (x, y,t + 1) и f (x, y, t + 2), для 3≤ t≤ 2T - 3. Мы ожидаем, что эти два движения будут одинаковыми в аутентичном видео с чересстрочной разверткой, и искажаться при наличии фальсификации.

Для примера были взяты три видеозаписи с цифровой видеокамеры SONY-HDR-HC3. На камере был установлен режим записи в черезстрочной развертке с частотой 30 кадров / сек. Размер каждого кадра 480x720 пикселей, а средняя продолжительность каждой видеопоследовательности составляет 10 мин или 18 000 кадров. Для первой видеопоследовательности камера была помещена на штатив с обзором на дорогу итротуар, так как была бы установлена камера наблюдения. Для двух других последовательностей камера была на руках у оператора.

Оценка движения кадров

Рассмотрим классическую дифференциальную структуру для оценки движения [2]. При условии, что интенсивность обновления изображения между полями сохраняется и что движение между полями может быть смоделировано локально. Следующее выражение воплощает в себе эти два предположения:

$$f(x,y,t) = f\big(x + v_x, y + v_y, t-1\big), \tag{1}$$

где скорость движения $\overrightarrow{v} = (v_x v_y)^T$. Для того, чтобы оценить скорость движения~ v, мы определим следующую квадратичную функцию ошибки (функция Лапласа), чтобы свести к минимуму вычисления:

$$E(\overrightarrow{v}) = \sum_{x,y\in\Omega} \big[f(x,y,t) - f\big(x + v_x, y + v_y, t-1\big)\big]^2, \tag{2}$$

где Ω определяет пространственное соседство. Для упрощения минимизации и линеаризации уравнения, мы аппроксимируем эту функцию ошибок, с отсечением всех членов первого порядка и разложением в ряд Тейлора:

$$E(\vec{v}) = \sum_{x,y\in\Omega} [f(x,y,t) - \big(f(x,y,t) + v_x f_x(x,y,t) + v_y f_y(x,y,t) - f_t(x,y,t)\big)]^2 =$$
$$\sum_{x,y\in\Omega} [f - (f + v_x f_x + v_y f_y - f_t)]^2, \tag{3}$$

где$f_x(\cdot)$,$f_y(\cdot)$ и $f_t(\cdot)$ это пространственные и временные производные от $f(\cdot)$ Данная функция ошибки сводится к:

$$E(\vec{v}) = \sum_{x,y\in\Omega} [f - (f + v_x f_x + v_y f_y - f_t)]^2 = \sum_{x,y\in\Omega} [f_t - (f_x f_y)\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}]^2 = \sum_{x,y\in\Omega} [f_t - \overrightarrow{f_s}^T \vec{v}]^2 , (4)$$

Эта функция ошибки может быть сведена к минимуму путем дифференцирования относительно неизвестных, вычисление результата этого уравнения равно нулю, а решение для~ v:

$$\vec{v} = -\begin{pmatrix} \sum \Omega f_x^2 & \sum \Omega f_x f_y \\ \sum \Omega f_x f_y & \sum \Omega f_y^2 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \sum \Omega f_x f_t \\ \sum \Omega f_y f_t \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где еще раз были упрощены пространственные и временные параметры на производные для удобства записи. Это решение предполагает, что первое слагаемое – матрица обратимости 2 × 2.

Пространственные / временные производные, необходимые для оценки движения в уравнении (6) определяются с помощью изогнутостей [4], следующим образом:

$$f_x = \left(\frac{1}{2} f_t(x,y,t) + \frac{1}{2} f_t(x,y,t-1)\right) * d(x) * p(y)$$

$$f_y = \left(\frac{1}{2} f_t(x,y,t) + \frac{1}{2} f_t(x,y,t-1)\right) * d(y) * p(x)$$

$$f_t = \left(\tfrac{1}{2} f_t(x,y,t) + \tfrac{1}{2} f_t(x,y,t-1)\right) * p(x) * p(y), \quad (6)$$

Демонстрация метода на примере

На рисунке 2 показаны ориентировочные полукадры и скорость межкадрового движения для каждого видео. На каждой панели показаны упорядоченные скорости полукадрового движения в сравнении с нормированным межкадровым движением в трех различных видеофрагментах. Сплошная линия представляет линию, т.к. основной точек данных. Предполагается, что отношение движения будет ближе к 1 в подлинной видеопоследовательности и существенно отклоняться для отредактированного видео.

Каждая точка данных соответствует оценке из одного блока размерностью 13 x 13 (при пропускной способности 1 / 8). Поскольку нас интересует только в соотношении движения, движения нормализуются в диапазоне [0; 1]. Также на каждой панели имеется линия с исходными данными (сплошная линия), которая в идеальном случае будет наклоненной линией с нулевым перехватом. Среднее отношение движения для каждой последовательности 0:98, 0:96 и 0:98 с дисперсией 0: 008, 0: 128, и 0: 156 соответственно. Кадр классифицируется как измененный, если, по меньшей мере, один блок в кадре имеет коэффициент движения больше, на 0,2 от общего значения.

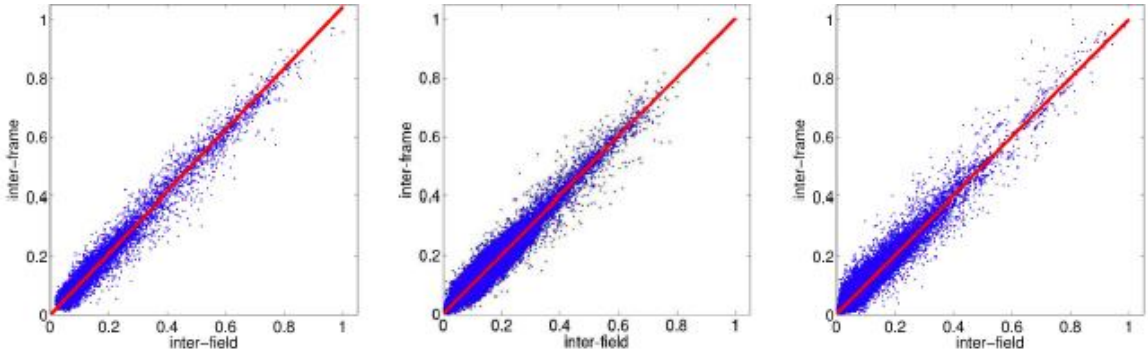


Рис. 2. Ориентировочные полукадры и скорость межкадрового движения для каждого видео фрагмента

Для того, чтобы избежать ложных ошибок, мы также проверяем,по крайней мере, 3 последовательных кадра, классифицируются ли они какимеющие манипуляции. Для первой

последовательности видеокадров, только один блок из 221 328 блоков неправильно классифицирован как отредактированный. Для второй и третьей последовательности, два и восемь блоков соответственно, были неправильно классифицированы из целых 241 248 и 224568 блоков. После наложения временных ограничений, ни один кадр не был классифицирован неправильно.

На первых двух строках рисунка 3 представлены десять кадров оригинального видео с чересстрочной разверткой. В следующих двух строках представлены отредактированные версии этой видео последовательности, а в нижнем левом углу находится увеличенные изображения последних кадров оригинального и сфальсифицированного видео. График показывает зависимость между межполевым и межкадровым движением. Это видео показывает идущего человека с неподвижным фоном, съемка которого осуществляются на стационарную камеру. Показанные в следующих двух строках кадры, на этом же рисунке, являются подделанными версиями этой видеопоследовательности. В этой версии, голова другого человека была помещена в каждый кадр. Поскольку этот человек шел с меньшей скоростью, чем человек в оригинальном видео, то межкадровый переход меньше, чем в оригинале. В нижней части рис. 3 представлены результаты межполевого и межкадрового движения. Точки данных, которые лежат значительно дальше от наклонной линии, соответствуют блокам, в которых была введено изменение - иногда это занимает два блока, оба из которых будут отклоняться от ожидаемого отношения движения. Несмотря на то, что сфальсифицированное видео выглядит на глаз правильным, фальсификация легко обнаруживается.

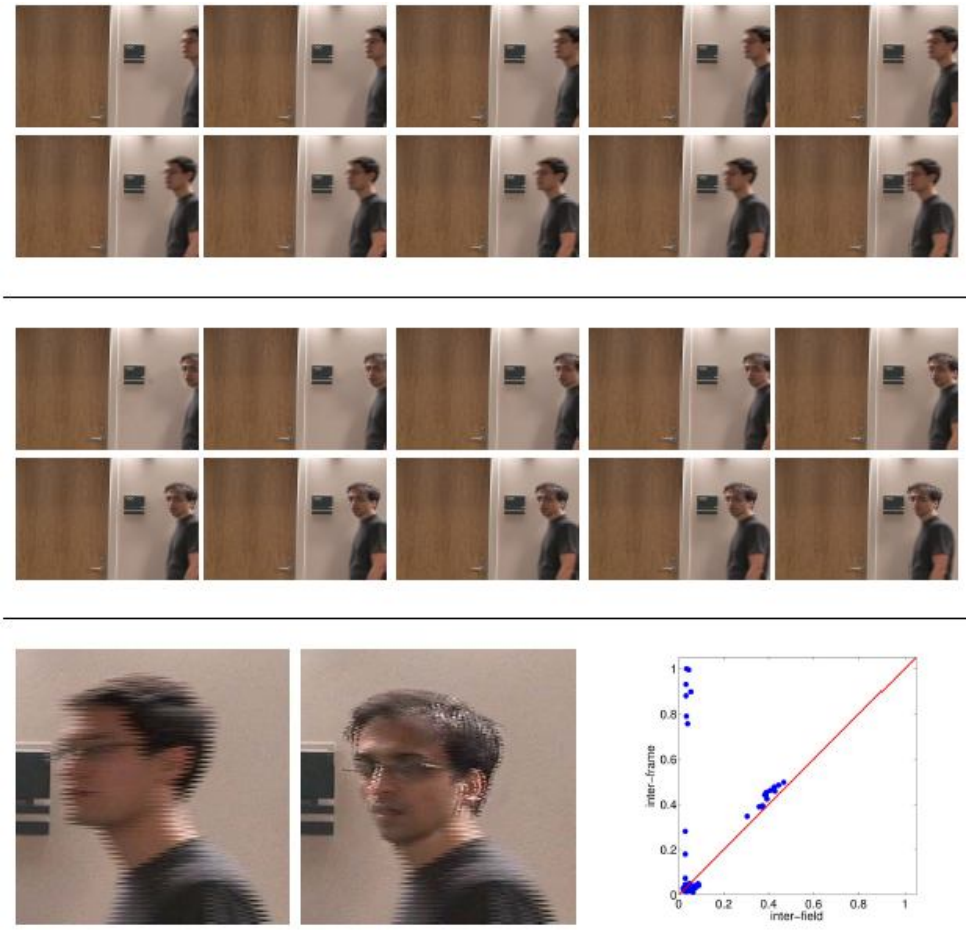


Рис. 3. Кадры оригинального и отредактированного видео, в режиме чересстрочной развертки.

Поскольку сжатие будет создавать искажения в изображении, важно проверить чувствительность алгоритмов оценки движения на сжатие. Первая видеопоследовательность, описанная выше, была сжата с использованием ПО Adobe Premiere до заданных битрейтов 9, 6 и 3 Мбит. Те же межполевые и межкадровые движения были оценены для каждой из этих видеопоследовательности. Для оригинальной последовательности, только один блок из 221 328 блоков

неправильно классифицирован как отредактированный. После добавления временной фильтрации, ни один кадр из 18 444 кадров не был неправильно классифицирован. Для трех сжатых видеофрагментов, 1-ый, 4-ый, и 3-ий блоки были неправильно классифицированы, и 0, 1 и 0 кадры были неправильно классифицированы. Алгоритм оценки движения в значительной степени нечувствителен к артефактам сжатия.

Одной из причин является то, что мы работаем ссубдискретизированной версией видео (с коэффициентом 1/16 и 1/8), в котором многие из артефактов сжатия больше не присутствуют. Кроме того, движение оценивается по пространственной окрестности, так что многие из ошибок отинтегрированы.

Заключение

Был представлен метод для обнаружения фальсификации в видео с чересстрочной разверткой. Проведены измерения межполевое и межкадровое движение, которое для оригинального видео одинаково, но для отредактированного видео может отличаться. Этот метод может локализовать фальсификации во времени и пространстве. Также данный метод может быть адаптирован для обнаружения преобразования с понижением частоты. Артефакты сжатия мало влияют на оценку движения в видео с чересстрочной разверткой, поэтому этот подход подходит для целого ряда видео с чересстрочной разверткой. Слабость этого метода заключается в том, что он не может обнаружить манипуляции в тех местах, где нет движения, так как в этом случае межполевое и межкадровое движение постоянно равно нулю.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В.Е. Джакония. Телевидение. — М.,: «Горячая линия — Телеком», 2002. — С. 53—56. — 640 с. — ISBN 5-93517-070-1.

[2] Дж.Л.Бэррон, Д.Дж. Флит и С.С.Бишамин. Эффективность методов оптических потоков. International Journal of Computer Vision, 12(1):43 – 77, Feb. 1994.

[3] Э. Де Кастро и К. Моранди. Запись переводных и вращающихся изображений с помощью конечных преобразований Фурье. IEEE Transactions on Pattern Analysis Machine Intelligence, 9(5):700 – 703, 1987.

[4] Г. Фарид и Э.П. Саймончелли. Дифференциация дискретных многомерных сигналов. IEEE Transactions on Image Processing, 13(4):496 – 508, 2004.

Мұратова А.М.

Кезекжолды сканерлеу әдісі негізінде бейне материалдарды сараптамалау

Түйіндеме. Бұл мақалада автор кезекжолды бейнелерді жалған бұрмалауды анықтау әдісі талқыланады.

Жұмыс нәтижесінде видео материалда кез-келген сыртқы араласу мәселесін ашып көрсету, кадр қозғалысын бағалап есептеу формулалары және қозғалысы коэффициентіне олардың тәуелділігі келтіріледі. Бастапқы бейне мен оның редакцияланған нұсқасына кадрге сырт объекттерді қосып пайдаланған мысалы көрсетіледі.

Muratova A.M.

Interlaced video based autheticity expertise

Summary. This paper present the analyze and discuss about method of detecting fraud in interlaced video.

The result of the work done is the disclosure of the problem, by definition, any outside interference in the video material. As the formulas for calculating the frame motion estimation, and their dependence on the movement rate. It shows an example of using the original video and the edited version, with the addition of extra object in the frame.

Key words: video, the authenticity of the recording, the authenticity of the analysis, the authenticity of the video, interlaced video.

УДК 532.517.4; 519.21; 544.4

М.К. Инкарбеков, А. Айтжан, А. Калтаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан inkarbekovm@gmail.com)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО DG-MC ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ВИХРЕЙ РЕАГИРУЮЩИХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Аннотация. Разработана новая вычислительная методология и применена для моделирования турбулентных реагирующих слоев смещения двух параллельных потоков противоположного направления. Для моделирования турбулентности используется метод моделирования крупных вихрей и методология "фильтрованная функция плотности" (FDF). В методологии FDF влияние нерешенных скалярных флуктуаций учитываются путем рассмотрения функции плотности вероятности подсеточных функций скалярных величин. Большое преимущество методологии в том, что в уравнении переноса для FDF эффект химических реакций находится в замкнутом виде. Основные отфильтрованные уравнения переноса решаются с помощью разрывного метода Галеркина (DG). Уравнение переноса для FDF решается численно с помощью метода частиц Монте-Карло. Преимущества DG метода в том, что при малых степенях свободы метод обеспечивает высокий порядок точности. Показано, что разработанный DG-MC солвер является мощным инструментом для моделирования крупных вихрей реагирующих турбулентных течений.

Ключевые слова: турбулентность, фильтрованная функция плотности, моделирования крупных вихрей, метод Монте-Карло, разрывный метод Галеркина.

В последние годы разрывный метод Галеркина набирает обороты в численном решении систем дифференциальных уравнении в частных производных с обеспечением высокой точностью аппроксимации [1]. Начиная с простого линейного уравнения переноса до более сложных нелинейных уравнений Эйлера и Навье-Стокса, DG методы высокого порядка дают возможность эффективно достичь высокую точность по пространству с помощью полиномов приближении высокого порядка в каждом элементе вычислительной сетки [2]. Конечные разрывы, появляющиеся на интерфейсах элемента, могут быть обработаны с помощью метода Римана [3].

Несмотря на, то что DG методы обеспечивают высокий порядок точности аппроксимации по пространству, остается проблема моделирования источниковых членов химических преобразовании с большими скоростями. В этом случае методология FDF и ее Монте-Карло решение является весьма привлекательным в прогнозировании турбулентных реактивных течений, так как он преодолевает проблему замыкания, связанную с химической реакцией. На практике, методы FDF стали применяться с помощью предложенных выше методов или через решение уравнения переноса, описывающее их дальнейшую эволюцию.

Рассмотрим несжимаемое изотермическое турбулентное реагирующее течение с Ns химическими компонентами. Для математического описания этого течения основными параметрами являются вектор скорости u_i, давление p и массовые доли компонентов ϕ_α. Основными уравнениями такого рода течения являются:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial u_j u_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \tag{2}$$

$$\frac{\partial \phi_\alpha}{\partial t} + \frac{\partial u_j \phi_\alpha}{\partial x_j} = -\frac{\partial J_i^\alpha}{\partial x_i} + S_\alpha \tag{3}$$

Здесь, член отвечающий за химическую реакцию обозначен символом S_α. Предполагая, что течение подчиняется закону вязкости Ньютона и закону диффузии Фика тензор вязких напряжений τ_{ij} и массовый поток J_i^α имеют следующий вид:

$$\tau_{ij} = \nu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right), \qquad J_i^{\alpha} = -\Gamma\frac{\partial \phi_{\alpha}}{\partial x_i} \tag{4}$$

Где ν - коэффициент кинематической вязкости, $\Gamma = \nu/\mathrm{Sc}$ - коэффициент диффузии, Sc - молекулярное число Шмидта.

Для моделирования крупных вихрей турбулентного реагирующего течения необходимо произвести операцию пространственного фильтрования с каждой переменной следующим образом:

$$\langle f(\mathbf{x},t)\rangle_L = \int_{-\infty}^{\infty} f(\mathbf{x}',t)G(\mathbf{x}',\mathbf{x})d\mathbf{x}' \tag{5}$$

G - фильтр функция, $\langle f(\mathbf{x},t)\rangle_L$ - отфильтрованное значение функции $f(\mathbf{x},t)$. Рассматриваются только функции вида $G(\mathbf{x}',\mathbf{x}) = G(\mathbf{x}'-\mathbf{x})$. Для фильтр-функции накладываются условия четности $G(\mathbf{x}) = G(-\mathbf{x})$, положительность $G(\mathbf{x}) \geq 0, \forall \mathbf{x} \in \Re$ и условие $\int_{-\infty}^{\infty} G(\mathbf{x}',\mathbf{x})d\mathbf{x}' = 1$. После проведения операции фильтрования над уравнениями (1)-(3), отфильтрованные уравнения примут следующий вид:

$$\frac{\partial \langle u_i\rangle_L}{\partial x_i} = 0 \tag{6}$$

$$\frac{\partial \langle u_i\rangle_L}{\partial t} + \frac{\partial \langle u_j\rangle_L \langle u_i\rangle_L}{\partial x_j} = -\frac{\partial \langle p\rangle_L}{\partial x_i} + \frac{\partial \langle \tau_{ij}\rangle_L}{\partial x_j} - \frac{\partial T_{ij}}{\partial x_j} \tag{7}$$

$$\frac{\partial \langle \phi_{\alpha}\rangle_L}{\partial t} + \frac{\partial \langle u_j\rangle_L \langle \phi_{\alpha}\rangle_L}{\partial x_j} = -\frac{\partial \langle J_i^{\alpha}\rangle_L}{\partial x_i} - \frac{\partial M_i^{\alpha}}{\partial x_i} + \langle S_{\alpha}\rangle_L \tag{8}$$

здесь $T_{ij} = \langle u_j u_i\rangle_L - \langle u_j\rangle_L \langle u_i\rangle_L$, $M_i^{\alpha} = \langle u_j \phi_{\alpha}\rangle_L - \langle u_j\rangle_L \langle \phi_{\alpha}\rangle_L$ подсеточное напряжение и подсеточный массовый поток соответственно.

В моделировании крупных вихрей нереагирующих течений проблема замыкания связана с членам $T_{ij} = \langle u_j u_i\rangle_L - \langle u_j\rangle_L \langle u_i\rangle_L$ и $M_i^{\alpha} = \langle u_j \phi_{\alpha}\rangle_L - \langle u_j\rangle_L \langle \phi_{\alpha}\rangle_L$, в то время как в реагирующих течениях необходима модель для $\langle S_{\alpha}\rangle_L$. В этой работе с целью замыкания $\langle S_{\alpha}\rangle_L$ производится вероятностная постановка, которая представлена ниже.

Подсеточное напряжение моделируется следующим образом:

$$T_{ij} - \frac{\delta_{ij}}{3}T_{kk} = -2\nu_t \langle S_{ij}\rangle \tag{9}$$

Турбулентная вязкость ν_t определяется при помощи модели Смагоринского [15]:

$$\nu_t = C_S \Delta_G^2 \sqrt{\langle S_{ij}\rangle \langle S_{ij}\rangle} \tag{10}$$

Аналогичная модель применяется для моделирования подсеточного массового потока

$$M_i^{\alpha} = -\Gamma_t \frac{\partial \langle \phi_{\alpha}\rangle_L}{\partial x_i} \tag{11}$$

здесь $\Gamma_t = \nu_t/\mathrm{Sc}_t$, где Sc_t - подсеточное число Шмидта, которое предполагается константой.

В системе (6) - (8) источник химической реакции остается не решенным, так как $\langle S_{\alpha}(\Phi)\rangle_L \neq S_{\alpha}(\langle \Phi \rangle_L)$. Чтобы получить замкнутую модель, в работе используется смоделированное уравнение переноса для фильтрованной функции плотности [5]

$$\frac{\partial P_L}{\partial t}+\frac{\partial[\langle u_i\rangle_L P_L]}{\partial x_i}=\frac{\partial}{\partial x_i}\left[(\Gamma+\Gamma_t)\frac{\partial P_L}{\partial x_i}\right]+\frac{\partial}{\partial\psi_\alpha}[\Omega_m(\psi_\alpha-\langle\phi_\alpha\rangle_L P_L)]-\frac{\partial[\hat{\omega}_\alpha(\Psi)P_L]}{\partial\psi_\alpha} \quad (12)$$

где Ω_m является " частотой смешивания в подсеточном масштабе". Эта частота может быть связана с коэффициентом подсеточной диффузии и длины фильтра: $\Omega_m = C_\Omega(\Gamma+\Gamma_t)/\Delta_G^2$.

Для численного решения используется явный метод проекций. Пространственные аппроксимация произведена с использованием разрывного метода Галеркина с центральным численным потоком. Центральный поток является наиболее подходящим для LES и DNS, так как центральные схемы обладают свойством консервативности (Yang Zhiyin Large Eddy Simulation: Past, present and future).

Метод проекций (в русской литературе метод расщепления по физическим процессам) представляет из себя трехстадийный метод:

1) Определение промежуточной скорости

$$\langle u_i\rangle_L^* = \langle u_i\rangle_L^n + \Delta t\left(-\frac{\partial\langle u_j\rangle_L\langle u_i\rangle_L}{\partial x_j}+\frac{\partial\langle\tau_{ij}\rangle_L}{\partial x_j}-\frac{\partial T_{ij}}{\partial x_j}\right)^n \quad (13)$$

$$\langle\phi_\alpha\rangle_L^{n+1} = \langle\phi_\alpha\rangle_L^n - \Delta t\left(\frac{\partial\langle u_j\rangle_L\langle\phi_\alpha\rangle_L}{\partial x_j}-\frac{\partial\langle J_i^\alpha\rangle_L}{\partial x_i}-\frac{\partial M_i^\alpha}{\partial x_i}+\langle S_\alpha\rangle_L\right)^n \quad (14)$$

2) Определение давления

$$\frac{\partial^2\langle p\rangle_L^{n+1}}{\partial x_k\partial x_k}=\frac{1}{\Delta t}\frac{\langle u_i\rangle_L^*}{\partial x_i} \quad (15)$$

3) Поправка скорости

$$\langle u_i\rangle_L^{n+1} = \langle u_i\rangle_L^* - \Delta t\frac{\partial\langle p\rangle_L^{n+1}}{\partial x_i} \quad (16)$$

Рассмотрим двумерное реагирующее течение и представим выражения (13)-(14) в векторном виде:

$$\frac{U^*-U^n}{\Delta t}+\frac{\partial F^n}{\partial x}+\frac{\partial G^n}{\partial y}=0 \quad (17)$$

Где вектора имеют следующий вид:

$$U^*=\begin{pmatrix}\langle u\rangle_L^*\\ \langle v\rangle_L^*\\ \langle\phi_\alpha\rangle_L^{n+1}\end{pmatrix},\ U^n=\begin{pmatrix}\langle u\rangle_L^n\\ \langle v\rangle_L^n\\ \langle\phi_\alpha\rangle_L^n\end{pmatrix}$$

$$F^n=\begin{pmatrix}\langle u\rangle_L^n\langle u\rangle_L^n-\langle\tau_{xx}\rangle_L+T_{xx}\\ \langle u\rangle_L^n\langle v\rangle_L^n-\langle\tau_{xy}\rangle_L+T_{xy}\\ \langle\phi_\alpha\rangle_L^n\langle u\rangle_L^n+\langle J_x^\alpha\rangle_L+M_x^\alpha\end{pmatrix},\ G^n=\begin{pmatrix}\langle u\rangle_L^n\langle v\rangle_L^n-\langle\tau_{xy}\rangle_L+T_{xy}\\ \langle v\rangle_L^n\langle v\rangle_L^n-\langle\tau_{yy}\rangle_L+T_{yy}\\ \langle\phi_\alpha\rangle_L^n\langle v\rangle_L^n+\langle J_y^\alpha\rangle_L+M_y^\alpha\end{pmatrix}$$

Разобьем область на прямоугольную сетку и будем искать решение в виде:

$$U=\bigcup_K U_n^K,\ U_n^K=\hat{U}_j^K(t)\psi_j(\xi,\eta),\ \xi,\eta,\psi_j\in D_K,$$

Таким образом в каждом элементе искомые функции будут заданы в виде ряда полиномов (каждый элемент отображается на систему координат $O'\xi\eta$, так чтобы функции в этом элементе $\xi,\eta\in[-1,1]^2$ были непрерывными).

Здесь в качестве базисных функций используются ортогональные нормированные полиномы Лежандра:

$$\psi = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{2}\xi \\ \frac{1}{2}\xi\eta \\ \frac{\sqrt{3}}{2}\eta \\ \frac{\sqrt{5}}{2}\left(\frac{3}{2}\xi^2 - \frac{1}{2}\right) \\ \frac{\sqrt{5}}{2}\left(\frac{3}{2}\eta^2 - \frac{1}{2}\right) \end{pmatrix}$$

Схема разрывного метода Галеркина для (16) записывается следующим образом:

$$\frac{\Delta x \Delta y}{4}\frac{\left(\hat{U}_i^K\right)^* - \left(\hat{U}_i^K\right)^n}{\Delta t} + \frac{\Delta y}{2}\left(\left(F_N^K\psi_i\right)_{\xi=1} - \left(F_N^K\psi_i\right)_{\xi=-1} - \hat{F}_j^K Sx_{ij}\right) + \frac{\Delta x}{2}\left(\left(G_N^K\psi_i\right)_{\eta=1} - \left(G_N^K\psi_i\right)_{\eta=-1} - \hat{G}_j^K Sy_{ij}\right) = 0 \quad (18)$$

Здесь матрицы жесткости Sx_{ij} и Sy_{ij} определяются в следующем виде:

$$Sx_{ij} = \int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_j \frac{\partial\psi_i}{\partial\xi}d\xi d\eta$$

$$Sy_{ij} = \int_{-1}^{1}\int_{-1}^{1}\psi_j \frac{\partial\psi_i}{\partial\eta}d\xi d\eta$$

Члены $\left(F_n^K\psi_i\right)_{\xi=1}$, $\left(F_n^K\psi_i\right)_{\xi=-1}$, $\left(G_n^K\psi_i\right)_{\eta=1}$, $\left(G_n^K\psi_i\right)_{\eta=-1}$ в схеме (17) заслуживают особого внимания, так как именно эти члены отвечают за связь между элементами и постановку граничных условий. Для их вычисления существуют различного рода численные потоки, такие как центральный поток, поток Лакса-Фридрихса. В настоящей работе используется центральный поток, так как центральный поток обладает свойством консервативности, отсутствием диссипации и численной диффузии.

Рассмотрим для примера применение центрального численного потока для $\left(F_n^K\psi_i\right)_{\xi=1}$:

$$\left(F_n^K\psi_i\right)_{\xi=1} = \int_{-1}^{1}\left(\frac{F_n^K\big|_{\xi=1} + F_n^{K+}\big|_{\xi=-1}}{2}\psi_i\big|_{\xi=1}\right)dy$$

Где F_n^{K+} значение в соседнем (восточном) элементе.

Схема для уравнений (14)-(15) записывается аналогичным образом. Следует отметить, что в настоящей работе эллиптическое уравнение (14) записывается в псевдо параболическом виде (с псевдовременем) и решается как параболическое уравнение до тех пор, пока не достигнет стационарности.

Уравнение переноса FDF может быть решено эффективно с помощью Лагранжевого метода Монте-Карло [24]. Основой Лангранжевого решения уравнения переноса для FDF является принцип эквивалентных систем. Две системы с разными мгновенными значениями могут иметь идентичную статистику, который полностью удовлетворяет уравнение переноса для FDF. В Лагранжевом методе Монте-Карло каждая частица перемещается согласно определенным уравнениям. Эти частицы

подвергаются движению за счет конвекции из-за фильтрованной средней скорости потока, и диффундируют за счет молекулярной и подсеточной диффузии. Главный диффузионный процесс представляется в стохастической форме и описывается следующим стохастическим дифференциальным уравнением (СДУ)[6,7]

$$dX_i(t) = D_i(X_i(t),t)dt + E(X_i(t),t)dW_i(t), \tag{19}$$

где X_i Лагранжевое расположение стохастической частицы, D_i и E известные как коэффициенты "сноса" и "диффузии" соответственно, W_i означает процесс Винер-Леви.

$$E \equiv \sqrt{2(\Gamma + \Gamma_t)}, \quad D_i \equiv \langle u_i \rangle_L + \frac{\partial(\Gamma + \Gamma_t)}{\partial x_i} \tag{20}$$

Поэтому СДУ, которое определяет пространственное перемещение FDF, является

$$dX_i(t) = \left(\langle u_i \rangle_L + \frac{\partial(\Gamma + \Gamma_t)}{\partial x_i} \right) dt + \sqrt{2(\Gamma + \Gamma_t)} dW_i(t), \tag{21}$$

Композиционный состав частиц развивается одновременно благодаря действию подсеточного смешивания и реакции

$$\frac{d\phi_\alpha^+}{dt} = -\Omega_m \left(\phi_\alpha^+ - \langle \phi_\alpha \rangle_L \right) + \omega_\alpha, \tag{22}$$

где $\phi_\alpha^+ = \phi_\alpha(X_i(t),t)$ является скалярной величиной частицы с Лагранжевым вектором расположения X_i.

Для решения (21)-(22) используется простая схема Эйлера первого порядка точности. Расчетная область заполняется "частицами", расположение которых определяется уравнением (21), а значение уравнением (22). Статистическая информация получается путем ансамбльного осреднения значений частиц в узлы сетки (Рисунок 1).

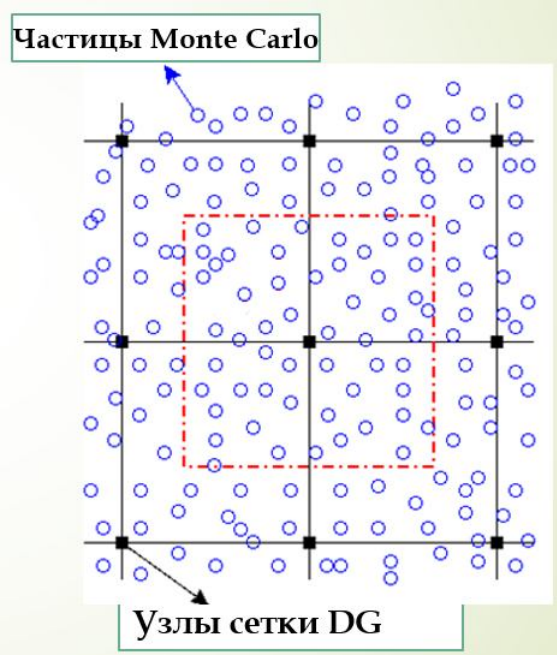


Рис. 1. Концепция ансабльного осреднения в методе частиц Монте-Карло

Рассмотрена задача развивающегося по времени слоя смешивания. Этот слой состоит из двух параллельных потоков, бегущих в противоположных направлениях с одинаковыми по абсолютной величине скоростями (Рисунок 2). Рассматривается реакция простого типа $A+B \rightarrow P$, в которой предполагается константная скорость химической реакции и течение считается изотермической.

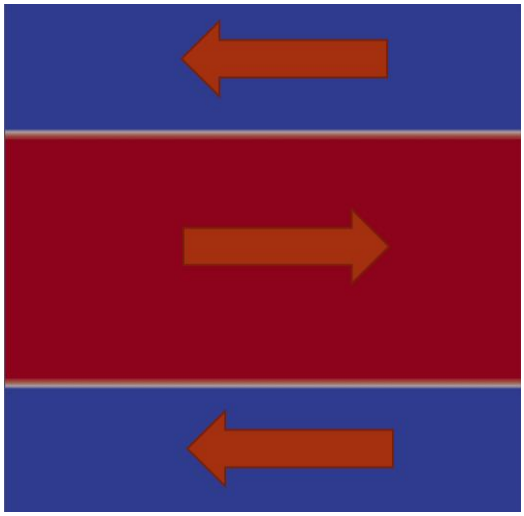


Рис. 2. Схематический показ задачи слоев смещения

Переменные течения нормированы относитель но эталонных величин. Эталонными величинами в задаче развивающегося по времени слоя смешивания являются величины свободного потока и длина L_r, которая определяется как $\delta_{v0} / L_r = 2.83$, где δ_{v0} начальная толщина завихренности. Эталонные величины определяют число Рейнольдса $\mathrm{Re} = U_r L_r / \nu$. Скорость химической реакции параметризуется с помощью числа Дамкелера $Da = K / (U_r / L_r)$.

Проведены серия расчетов. Первая задача с параметрами Re = 400 и $Da = 0$ нереагирующее течение. На рисунке 3 представлены результаты расчетов с помощью разрывного метода Галеркина и классического метода конечных разностей. Результаты показали, что метод Галеркина является устойчивым на сетке с разрешением *100x100,* в то время на той же сетке и с той же точностью аппроксимации метод конечных дает численную неустойчивость. Даже при разрешении *140x140* конечная разность дает некую осцилляцию.

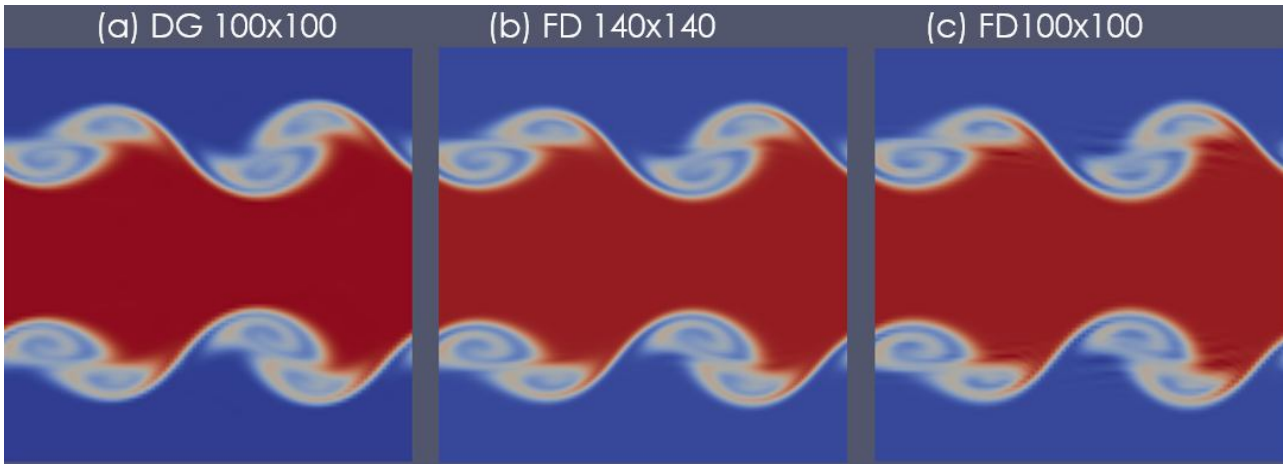


Рис. 3. Контур распределения скалярного поля.
(a) – разрывный Галеркин, (b), (c) – конечная разность

Далее рассчитано течение с параметрами Re = 400 и $Da = 2$, течение с медленной химической реакцией. В данном случае получены результаты с помощью методов разрывного Галеркина (a) и лагранжевого Монте-Карло (b).

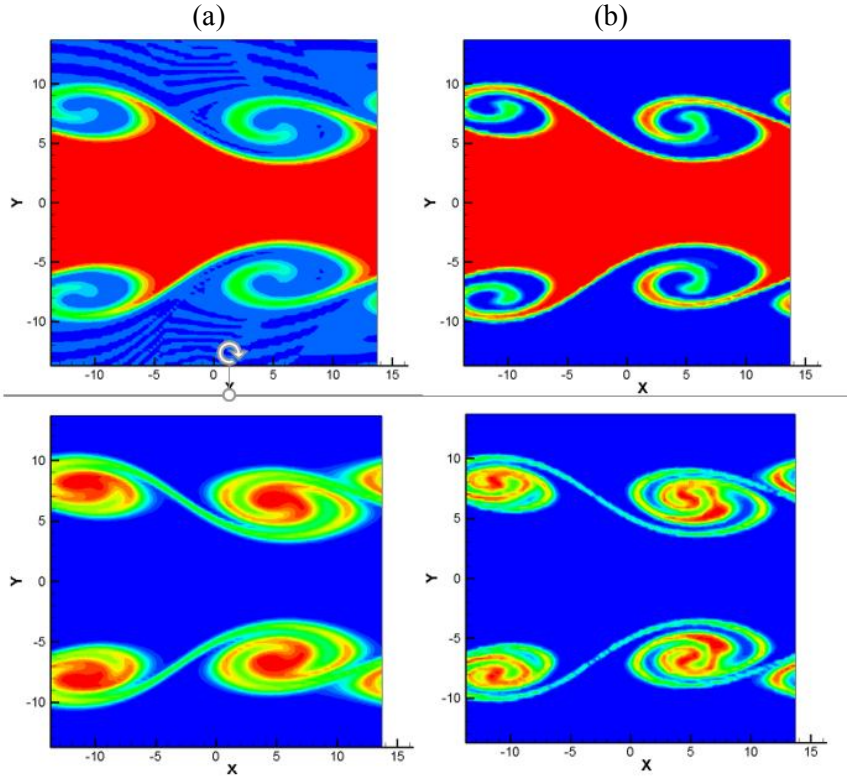


Рис. 4. Распределение реагентов и продукта химической реакции

Несмотря на то что DG превосходит классический метод конечных разностей, при решении реагирующих течений метод LES-DG проявляет некую слабость. Даже при малых числах Дамкелера проявляется численная диффузия (Рисунок 4 (а)), тогда как FDF-MC дает более четкую физику и остается устойчивой при более больших числах Дамкелера.

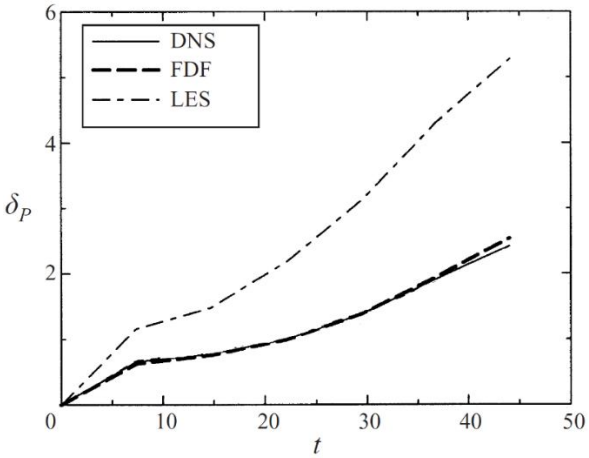


Рис. 5. Изменение массовой доли химического продукта со временем

Результаты вычисления с достаточной точностью количественно и качественно совпадают с результатами прямого численного моделирования (Рисунок 5), что подтверждает достоверность построенной компьютерной модели. Преимущество FDF подхода над традиционным LES проявляется особенно в реагирующих течениях. Такая неконсистенция метода LES, которая стимулирует использование FDF, проиллюстрировано на рисунке 5, где показано изменение массовой доли конечнего продукта со временем. Где также результаты LES расчетов сравниваются с данными прямого численного моделирования [8]. По сравнению с LES результаты FDF показывают очень близкую согласованность с результатами DNS.

Построена новая вычислительная методология DG-FDF для моделирования крупных вихрей турбулентных течений в сложных областях. Это своего рода гибридная методология, где для вычислений основных уравнений переноса течения используется решатель, основанный на методе DG, и Лагранжевый Монте-Карло решатель для вычисления фильтрованной функции плотности. Показано что полученный DG-FDF решатель очень хорошо подходит для LES турбулентных течений. Результаты вычисления DG-FDF с достаточной точностью количественно и качественно совпадают с результатами прямого численного моделирования, что подтверждает достоверность построенной компьютерной модели. На основе того что DG методы дают возможность строить устойчивые высокого порядка точности, в то время как методология FDF позволяет с высокой точностью прогнозировать эволюцию реагирующих течений, можно сказать что разработанный DG-MC решатель является очень мощный инструментом при моделировании реагирующих турбулентных течений.

ЛИТЕРАТУРА

[1] F. Bassi and S. Rebay. A high-order accurate discontinuous finite element method of the numerical solution of the compressible navier-stokes equation. J. Comput. Phys., 131:267–279, 1997.

[2] Wang L., Mavriplis DJ. Implicit Solution of the Unsteady Euler Equations for High-Order Accurate Discontinuous Galerkin Discretizations. J Comput Phys., 143:126–138, 2007.

[3] B.Berde and M. Borrel. Numerical experiments on the accuracy of a discontinuous galerkin method for the euler equations. Aerosp. Sci. Technol., 5:279–288, 1998.

[4] A. A. Aldama, ‘‘Filtering techniques for turbulent flow simulations,’’ Lecture Notes in Engineering (Springer, New York, 1990), Vol. 49.

[5] Colucci P. J., Jaberi F. A., Givi, P. & Pope, S. B. Filtered density function for large eddy simulation of turbulent reacting flows. Phys. Fluids 10, 499–515, 1999

[6] S. B. Pope, ‘‘Lagrangian PDF methods for turbulent flows,’’ Annu. Rev. Fluid Mech. 26, 23 1994.

[7] H. Risken, The Fokker-Planck Equation, Methods of Solution and Applications. Springer, New York, 1989.

[8] Madnia, C. K. & Givi, P. Direct numerical simulation and large eddy simulation of reacting homogeneous turbulence. In Large Eddy Simulations of Complex Engineering and Geophysical Flows (ed. B. Galperin & S. A. Orszag), chap. 15, pp. 315–346. Cambridge University Press, 1993.

Іңкәрбеков М.Қ., Айтжан А., Қалтаев А.

Әсерлесуші турбулентті ағындардың үлкен құйындарды модельдеу әдісі үшін комбинацияланған DG-MC сандық есептеуіші

Түйіндеме. Берілген мақалада жаңа сандық әдістеме құрастырылып қарама қарсы ағып жатқан екі ағынның арасында пайда болатын әсерлесуші турбулентті араласу қабатын модельдеуге қолданылған. Жұмыста турбуленттілікті модельдеу үшін үлкен құйындарды модельдеу әдісі мен “фильтрленген тығыздық функциясы” (FDF) әдістемесі қолданылған. FDF әдістемесінде шешілмеген скалаярлық флуктуациялардың әсері скалярлық шамалардың тор асты функцияларының тығыздықтың ықтималдық функциясын қарастыру арқылы ескріледі. Бұл әдістеменің басты артықшылығы оның FDF үшін тасымал теңдеуінде химиялық реакциялардың әсері тұйықталған күйінде келуінде. Негізгі фильтрленген тасымал теңдеулері үзілісті Галеркин (DG) әдісі арқылы шешіледі. FDF үшін тасымал теңдеуі Монте-Карлоның түйіршіктер әдісі арқылы сандық шешіледі. DG әдісінің ерекшелігі, аздаған бостандық дәрежесімен жоғарғы дәлдікпен қамтамасыз етуінде Құрастырылған DG-MC сандық есептеуіші әсерлесуші турбулентті ағындар үшін үлкен құйындарды модельдеу әдісі үшін қарқанды құрал болып табылатыны көрсетілді.

Ключевые слова: турбуленттік, фильтрленген тығыздық функциясы, үлкен құйындарды моделдеу, Монте-Карло әдісі, үзілісті Галеркин әдісі.

Inkarbekov M.K., Aytzhan A., Kaltayev A.

Combined DG-MC solver for large eddy simulation of reacting turbulent flows

Summary. In the presented article, a new computational methodology is developed and implemented to simulate turbulent reacting mixing layers of two opposite parallel flows. The large eddy simulation (LES) approach and the methodology named “filtered density function” (FDF) are used for turbulence modelling. In the FDF methodology, the effects of the unresolved scalar fluctuations are taken into account by considering the probability density function of subgrid scale scalar quantities. A big advantage of the methodology is that in the FDF transport equation the effect of chemical reactions appears in a closed form. The base filtered transport equations are solved numerically by a Discontinuous Galerkin (DG) method. The FDF transport equation is solved by a particle based lagrangian Monte-Carlo (MC) method. The power of DG methods is that it can provide high order accuracy with fewer degrees of freedom. It is shown that the developed DG-MC solver is a powerful tool for large eddy simulation of reacting turbulent flows.

Key words: turbulence, filtered density function, large-eddy simulation, Monte Carlo method, discontinuous Galerkin method

УДК 519.63;.519.684

А.А. Исахов, Г.М. Мусакулова
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: alibek.issakhov@gmail.com, musakulova93@mail.ru)

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА ВОДЫ ПРИ АВАРИИ ЗАЩИТНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В работе численно моделируется движение потока воды при аварии защитных гидротехнических сооружений. Основу математической модели для моделирования движения потока воды составляют уравнения Навье-Стокса, полученные из закона сохранения массы, а также фазового уравнения. Численная дискретизация получена с помощью метода конечных объемов. Система уравнений движения потока воды решается с помощью метода расщепления по физическим параметрам. Для решения фазового уравнения и уравнения движения применяется метод Рунге-Кутты четвертого порядка, а для уравнения Пуассона используется разновидность метода простой итераций - метод Якоби. Был разработан программный код на основе языка С++ для численной реализаций движения потока воды при аварии защитных гидротехнических сооружений. Численные результаты проиллюстрированы в виде графиков.

Ключевые слова: уравнения Навье-Стокса, фазовое уравнение, математическая модель, гидротехническое сооружение, прорыв плотины.

Введение

Плотины являются сооружениями, предназначенными для перегородки водотока или водоёма для подъёма уровня воды, с целью сосредоточения напора в месте расположения сооружения и создания водохранилища. Обычно плотины входят в комплекс гидроузел, то есть гидротехнических сооружений, возводящиеся в конкретном месте для использования водных ресурсов в определенных целях: мелиорации, гидроэнергетики, обводнения пастбищ и так далее.

Тип и конструкция плотины определяются её размерами, назначением, а также природными условиями и видом основного строительного материала. Плотины различаются по типу основного материала, из которого они возводятся, по назначению и по условиям пропуска воды.

По назначению плотины делятся на водохранилищные и водоподъёмные. Водоподъемные плотины строятся для улучшения условий водозабора из реки, использования водной энергии и пр. Поэтому подпор уровня воды у такого вида плотин невысокий. Водохранилищные плотины отличаются заметно большей высотой, как следствие, большим объёмом создаваемого водохранилища. Отличительной особенностью больших водохранилищных плотин является способность регулировать сток, малые плотины, с помощью которых создают, например, пруды, сток не регулируют.

Как альтернатива делению плотин по назначению выступает деление плотин по высоте подъёма воды: низконапорные (глубина воды перед плотиной до 15 м), средненапорные (15-50 м), высоконапорные (более 50 м).

По типу материла**:** грунтовые, бетонные, металлические, тканевые, деревянные, железобетонные, габионные. По способу восприятия основных нагрузок: гравитационные, арочные, контрфорсные, арочно-гравитационные. По условиям пропуска расхода воды: глухие, не допускающие перелива воды через гребень, водосбросные, фильтрующие, переливные.

В настоящее время большое беспокойство представляют потенциальные катастрофические наводнения, получающиеся, как результат разрушения плотин, так как они наносят большие ущербы. Доказательством тому служат уже произошедшие аварии. В 2010 году прорвало дамбу на реке Фухэ в провинции Цзянси на востоке Китая из-за проливных дождей. Так или иначе от стихии пострадали 29 миллионов жителей. В том же году произошел прорыв плотины на реке Инд в южном Пакистане. Уничтожено до 895 тысяч домов, затоплено более 2 миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий. Более 1700 человек погибло. А через год также произошел прорыв плотины, но на этот раз, на реке Цяньтан неподалеку от города Ханчжоу в провинции Чжэцзян на востоке Китая. Приливная волна до 9 метров прорвала плотину и смыла многих людей. Также катастрофы на плотинах, к сожалению, имели место и в Казахстане. 11 марта. 2010 года из-за прорыва плотины в Кызылагаше было затоплено несколько населенных пунктов. 43 человека погибло, 300 получило ранения разной

степени тяжести и около 1000 были эвакуированы. Чуть позже в том же году прорвало другую плотину на реке Усек. Было эвакуировано 2187 жителей. А через 4 года прорвало плотину в селе Кокпекты в Карагандинской области. В результате погибло пять человек, 300 домов были подтоплены, спасены 125 человек, более 300 эвакуированы. И в 2015, в результате прорыва моренного озера Безымянное, произошел выброс 40000 m^3 воды. Селевой поток дошел до плотины на реке Каргалинка. Были частично затоплены три района города, сильно пострадал Наурызбайский район.

Как видно, аварии на плотинах приносят большие ущербы, приводят к потерям человеческих и финансовых ресурсов. Для того, чтобы свести к минимуму вероятность этих аварии используется математическое моделирование, которое позволяет с малыми финансовыми затратами проводить, максимально приближенные к реальностям, опыты.

С помощью математического моделирования, а также сведений о местности, в которой предполагается строительство искусственной плотины, можно выбрать подходящий вид плотины, нужные технические характеристики плотины, такие как длина, высота и ширина перегородки и т.д. Математическое моделирование также применяется и в случаях аварии на плотинах, для максимального “смягчения” последствии. Выбор самой подходящей модели и методов для имитирования наводнения при прорыве являются очень важными шагами. Еще нужно учитывать, что одномерные и двумерные модели по сравнению с трехмерными моделями имеют ряд ограничений, такие как, неспособности первых охватить наводнения пространственной протяженности, с точки зрения глубины потока, скорости, времени прибытия наводнений и спада и т.д. Эти недостатки хорошо исследованы в работе [1], в которой сравниваются двумерная (Shallow water approach) и полная трехмерная модели. Последнюю модель составляют RANS уравнения, соединенные с методом обьема жидкости. Приводятся сравнения экспериментальных и численных литературных данных с вновь полученными результатами. Полученные результаты также показывают превосходство трехмерной полной модели над двумерной модели (Shallow water approach).

В настоящее время, в следствия развития технологий, развилось и параллельное вычисление, которое, как известно, позволяет потратить меньше времени для расчетов. Так в работе [2], также приводится математическая модель прорыва плотины и разрабатывается усовершенствованный способ коррекций давления, в сочетании с методами обьема жидкости и погруженной границы, для улучшения подсчетов многофазового течения. TFQMR метод используется для уменьшения процессорного времени при решении уравнения Пуассона.

Помимо методов, описанных в работах, указанных выше, существует также множество других численных методов задачи проблемы прорыва плотины. Так в работах [3-5] описывается метод интегральных границ, [6-8] –метод переднего отслеживания, [1, 2, 9, 10]- метод обьема жидкости, [11-13] – метод решетки Больцмана, [14-16]- метод установленного уровня, [17-19]- методы фазового поля.

Постановка задачи

Основу математической модели для моделирования движения потока воды составляют уравнения Навье-Стокса, полученные из закона сохранения массы, а также фазового уравнения.

$$\begin{aligned} &\nabla\vec{u} = 0 \\ &\frac{\partial\rho\vec{u}}{\partial t} + \nabla\cdot(\rho\vec{u}\vec{u}) - \nabla(\mu\nabla\vec{u}) = -\nabla p + \rho\vec{g} \\ &\varphi_t + \vec{u}\nabla\varphi = 0 \end{aligned} \qquad (1.1)$$

где $\vec{u}$ - вектор скорости, t – время, p –давление, μ - динамическая вязкость, ρ - плотность.

Обезразмеривание системы уравнений (1) будем проводится в следующем виде:

$$\vec{u}' = \frac{\vec{u}}{u},\ t' = \frac{t}{T},\ x' = \frac{x}{L},\ p' = \frac{p}{P},\ \vec{g}' = \frac{\vec{g}}{g},\ \rho' = \frac{\rho}{\rho_\infty},\ \mu' = \frac{\mu}{\mu_\infty},\ \nabla' = \frac{1}{L}\nabla,\ \varphi' = \frac{\varphi}{\varphi_\infty} \qquad (1.2)$$

Подставляя данные обезразмеривающие величины (1.2) в исходную систему уравнений (1.1) и отбрасывая штрихи, получаю математическую модель для двухфазовой среды:

$$\begin{aligned}
&\nabla\vec{u} = 0\\
&\frac{\partial\vec{u}}{\partial t} + \vec{u}\cdot(\nabla\vec{u}) = -\frac{1}{\rho}\nabla p + \frac{1}{\rho\,\mathrm{Re}}\nabla(\mu\nabla\vec{u}) + \frac{1}{Fr^2}\vec{g}\\
&\varphi_t + \vec{u}\nabla\varphi = 0\\
&\rho = \varphi\rho_1 + (1-\varphi)\rho_2\\
&\mu = \varphi\mu_1 + (1-\varphi)\mu
\end{aligned} \qquad (1.3)$$

где μ - динамическая вязкость, ρ - плотность, индексы, μ_1 -динамическая вязкость воздуха, μ_2 -динамическая вязкость воды, ρ_1-плотность воздуха, ρ_2 -плотность воды, $Fr^2 = \frac{U^2}{gL}$ - число Фруда, $\mathrm{Re} = \frac{UL}{\nu} = \frac{UL\rho}{\mu}$ - число Рейнольдса.

Численный алгоритм

Для численного решения системы (1.3) используется схема расщепления по физическим параметрам [20, 21]. На первом этапе предполагается, что перенос количества движения осуществляется только за счет конвекции и диффузии. Промежуточное поле скорости находится методом Рунге-Кутта. На втором этапе, по найденному промежуточному полю скорости, находится поле давления. Уравнение Пуассона для поля давления решается методом Якоби. На третьем этапе предполагается, что перенос осуществляется только за счет градиента давления. На четвертом этапе, численно решается фазовое уравнение методом Рунге-Кутта.

I. $\int_\Omega \frac{\vec{u}^{*} - \vec{u}^{n}}{\tau} d\Omega = -\oint_{\partial\Omega} (\nabla\vec{u}^{n}\vec{u}^{*} - \upsilon\Delta\vec{u}^{*}) n_i d\Gamma$

II. $\oint_{\partial\Omega} (\Delta p) d\Gamma = \int_\Omega \frac{\nabla\vec{u}^{*}}{\tau} d\Omega$

III. $\frac{\vec{u}^{n+1} - \vec{u}^{*}}{\tau} = -\nabla p.$

IV. $\int_\Omega \frac{\varphi^{n+1} - \varphi^{n}}{\tau} d\Omega = -\oint_{\partial\Omega} \overrightarrow{(u^{n}} \nabla\varphi^{n+1}) n_i d\Gamma$

После всех четырех шагов находятся плотность и вязкость, по заданным в модели, формулам.

Результаты расчетов

Для численного решения двумерной системы уравнения использовалась область с размерами 3 1,1, высота дамбы 0,1, на 1. Количество ячеек более 50 000. Высота уровня воды в начале 0,6, длина $Fr = 2$, $\mathrm{Re} = 1000$.

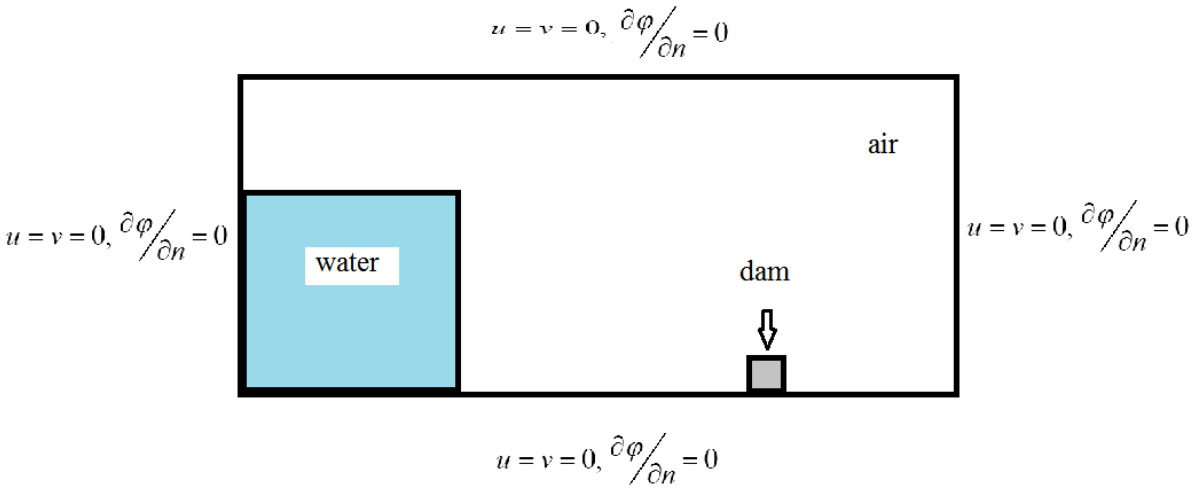


Рис. 1. Схема расставления граничных и начальных условий.

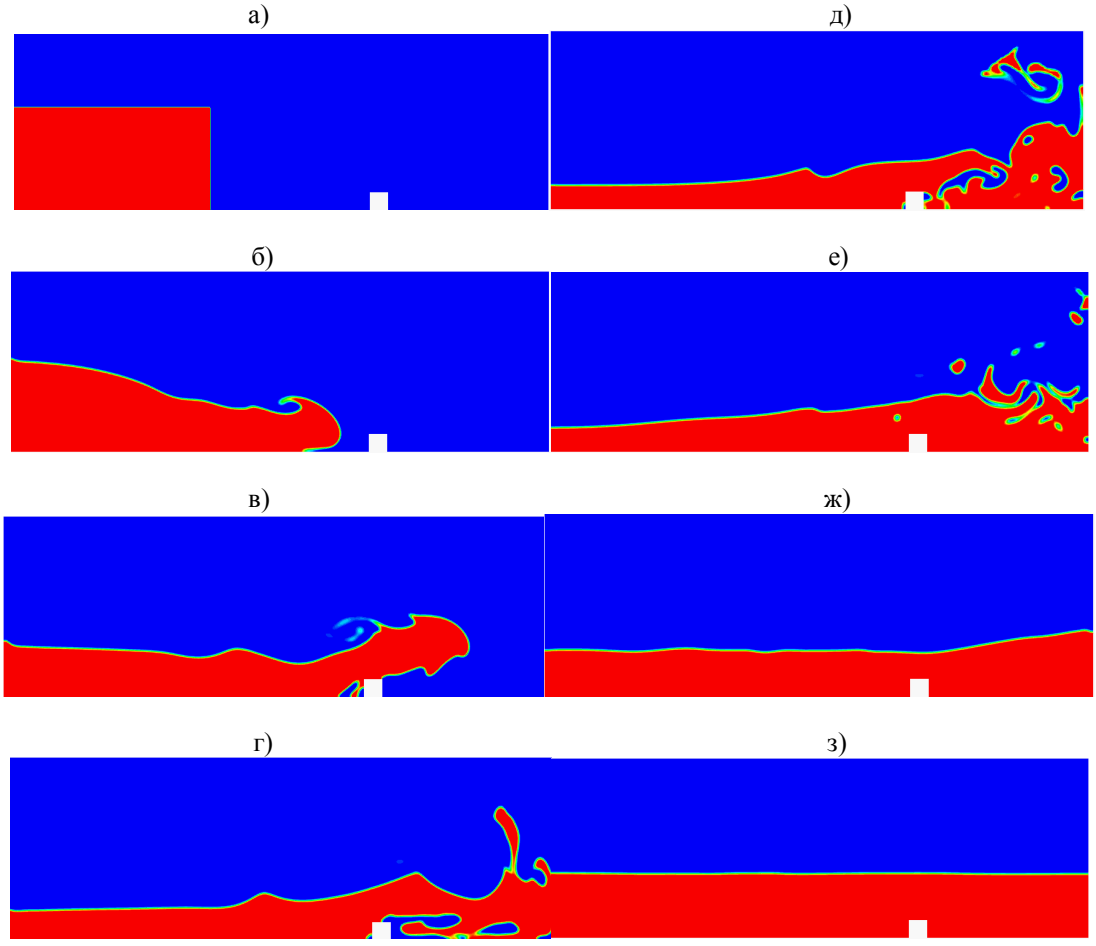


Рис. 2. Движение потока жидкости с препятствием в виде дамбы.

Граничные и начальные условия задаются как указано на рисунке 1 для физических переменных: фазы и компонентов скорости. На рисунке 2 поэтапно приведены картинки движения воды. Так, в начальный момент времени (t=0), имеется вода, занимающая площадь прямоугольника с высотой 0.6 и длиной 1.1, огороженная справа тонкой стеклянной стеной. Далее, убирается ограждение, и начинается движение воды в сторону дамбы. Так на картинке б) при t=0,1 вода еще не достигает дамбы. Далее, после достижения дамбы, при условии, что вода не пришла в стационарное положение,

движение ее продолжается, и она начинает огибать препятствие, в данном случае, дамбу, как показано на рисунках в)-з). В данном опыте изначально взято большое количество воды, занимающее площадь больше площади водохранилища, в следствия чего вода огибает плотину, что говорит о недостаточной высоте гидроузла для полного задержания потока воды.

Заключение

При выполнении данной работы, была численно реализована двухфазовая математическая модель движения жидкости, основанная на полных двумерных уравнениях Навье-Стокса и уравнений Кан-Хилларда. Данная математическая модель может быть применена при строительстве новых гидротехнических сооружений, а также для прогнозирования при аварийных ситуациях уже существующих плотин.

Согласно данным, полученным в результате проведенного численного исследования, можно сказать, что при строительстве гидротехнических сооружений нужно заранее учитывать многие факторы, такие как особенности данной местности и характеристики плотины, с целью минимизирования возможности аварии в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Biscarini C., Di Francesco S., Manciola P. CFD modeling approach for dam break flow studies. Hydrology and Earth System Sciences 2010; 14:705-718.

[2] Lina S.-Y., Yang F.-L., Chen C.-S., Hsieh S.-H. A parallel VOF IB pressure-correction method for simulation of multiphase flows. Applied Mathematical Modelling 2016; 40:1800-1815.

[3] Baker G.R., Meiron D.I., Orzsag S.A. Vortex simulations of the Rayleigh-Taylor instability. Physics of Fluids 1980; 23:1485-1490.

[4] Duchemin L., Josserand C., Calvin P. Asymptotic behavior of the Rayleigh-Taylor instability. Physical Review Letters 2005; 94:224501-1-224501-4.

[5] Verdon C.P., McCrory R.L., Morse R.L., Baker G.R., Meiron D.I., Orszag S.A. Nonlinear effects of multifrequency hydrodynamic instabilities on ablatively accelerated thin shells. Physics of Fluids 1982; 25:1653-1674.

[6] Popinet S., Zaleski S. A front-tracking algorithm for accurate representation of surface tension. International Journal for Numerical Methods in Fluids 1999; 30:775-793.

[7] Tryggvason G., Bunner B., Esmaeeli A., Juric D., Al-Rawahi N., Tauber W., Han J., Nas S., Jan Y.-J. A front-tracking method for the computations of multiphase flow. Journal of Computational Physics 2001; 169:708-759.

[8] Univerdi S.O., Tryggvason G. A front-tracking method for viscous, incompressible, multi-fluid flows. Journal of Computational Physics 1992; 100:25-37.

[9] 9.Gerlach D., Tomar G., Biswas G., Durst F. Comparison of volume-of-fluid methods for surface-tension dominant two-phase flows. International Journal of Heat and Mass Transfer 2006; 49:740-754.

[10] Hirt C.W., Nichols B.D. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries. Journal of Computational Physics 1981; 39:201-225.

[11] He X., Chen S., Zhang R. A lattice Boltzmann scheme for incompressible multiphase flow and its application in simulation of Rayleigh-Taylor instability. Journal of Computational Physics 1999; 152:642-663.

[12] 12.He X., Zhang R., Chen S., Doolen G.D. On the three-dimensional Rayleigh-Taylor instability. Physics of Fluids 1999; 11:1143-1152.

[13] 13. Nie X., Qian Y.-H., Doolen G.D., Chen S. Lattice Boltzmann simulation of the two-dimensional Rayleigh-Taylor instability. Physical Review E 1998; 58:6861-6864.

[14] 14. Chang Y.C., Hou T.Y., Merriman B., Osher S. Eulerian capturing methods based on a level set formulation for incompressible fluid interfaces. Journal of Computational Physics 1996;124:449-464.

[15] 15. Gomez P., Hernandez J., Lopez J. On the reinitialization procedure in a narrow-band locally refined level set method for interfacial flows. International Journal for Numerical Methods in Engineering 2005; 63:1478-1512.

[16] 16. Sussman M., Smereka P., Osher S. A level set approach for computing solutions to incompressible two-pgase flow. Journal of Computational Physics 1994; 114:146-159.

[17] 17. Celani A., Mazzino A., Muratore-Ginanneschi P., Vozella L. Phase-field model for the Rayleigh-Taylor insatability of immiscible fluids Journal of Fluid Mechanics 2009; 622:115-134.

[18] 18. Ding H., Spelt P.D.M., Shu C. Diffuse interface model for incompressible two-phase flows with large density ratios. Journal of Computational Physics 2007; 226:2078-2095.

[19] 19. Jacqmin D. Calculation of two-phase Navier-Stokes flows using phase-field modeling. Journal of Computational Physics 1999; 155:96-127.

[20] 20. Anderson J.D. Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications. 1995. p. 547

[21] 21. Chung T.J. Computational fluid dynamics. // Cambridge University Press, 2002.- p. 1012

Исахов А.А., Мусакулова Г.М.

Қорғаныш гидротехникалық құрылысында апат болған жағдайда су ағынын сандық модельдеу

Түйіндеме. Бұл мақалада гидротехникалық құрылыстарының бұзылу жағдайындағы су қозғалысының сандық модельдеуі келтірілген. Су ағынының қозғалысының математикалық моделінің негізін масса сақтау заңынан құралған Навье-Стокс теңдеулері және фазалық теңдеулер құрайды. Санды дискреттеу түпкі көлем әдісінің көмегімен алынған. Су ағыны қозғалысын сипаттайтын теңдеулер жүйесі физикалық параметрлері бойынша ыдырату әдісі арқылы шешіледі. Фазалық теңдеу мен қозғалыс теңдеуді шешу үшін Рунге-Кутта әдісі қолданылады. Пуассон теңдеуін шешу үшін жай итерациялық Якоби әдісі пайдаланылады. Гидротехникалық құрылыстарының бұзылу жағдайындағы су қозғалысын сандық жүзеге асыруы үшін С++ тілінде берілген әдістер бойынша бағдарламалық код әзірленген. Алынған сандық нәтижелердің графиктары келтірілген.

Түйін сөздер: Навье–Стокс теңдеулері, фазалық теңдеу, математикалық модель, гидротехникалық құрлысы, су бөгетінің серпілісі.

Isakhov A.A., Musakulova G.M.

Numerical simulation of the water flow in the case of an emergency at the protective hydraulic engineering constructions

Summary. This paper presents numerical simulations of the water flow in the case of an emergency at the protective hydraulic engineering constructions. A mathematical model fot simulation of water flow is based on Navier-Stokes equations derived from the conservation mass law and with phase equation. Numerical discretization of system of equations is done by finite volume method. System of water flow is solved by projection method. The phase and momentum equations are solved by Runge-Kutta method, and for the solution of Poisson equation the Jacobi method is applied. A program code was developed in C++ for numerical realization of water flow at emergency at the protective hydraulic engineering constructions.

Numerical results are illustrated by figures.

Key words: Navier-Stokes equations, phase equation, mathematical model, hydraulic constructions, dam break.

УДК 517.951

А. Тунгатаров, А.А. Болат
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, asselya.gumarova@gmail.com)

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ С ЗАДАННЫМ РОСТОМ НА БЕСКОНЕЧНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В УГЛОВОЙ ОБЛАСТИ

Резюме. Получено многообразие непрерывных решений одного класса систем дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка в угловой области. Для этих систем решены задачи Дирихле, Неймана и Робина. Доказаны теоремы существования и единственности решения. Решения краевых задач в неограниченных угловых областях находятся в явном виде.

Ключевые слова: краевая задача, угловая область, система дифференциальных уравнений.

Пусть $0 < \varphi_0 \le 2\pi,\ 0 < \varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_0,\ 0 < R < \infty,\ G = \left\{ z = re^{i\varphi} : 0 \le r \le R,\ 0 \le \varphi \le \varphi_0 \right\}$ и $W_p^1(G)$ - класс функций $f(z)$, для которых $\partial_{\bar z} f$, $\partial_z f \in L_p(G),\ p \ge 1$ [1].

Рассмотрим в G уравнение

$$2\bar z a_1(\varphi)\frac{\partial w}{\partial \bar z} + 2z a_2(\varphi)\frac{\partial w}{\partial z} + a_3(\varphi)w + a_4(\varphi)\overline{w} = a_5(\varphi)\cdot r^{\nu} \ , \qquad (1)$$

где $a_k(\varphi) \in C[0,\varphi_0]$, $(k=\overline{1,5})$, $a_1(\varphi) \neq a_2(\varphi)$ для всех $\varphi \in [0,\varphi_0]$; $\nu > 0$ - действительный параметр.

Пусть $1 < p < \frac{1}{1-\nu}$, если $\nu < 1$ и $p > 1$, если $\nu \geq 1$. Решения уравнения (1) ищем в классе

$$W_p^1(G) \cap C(\overline{G}) \tag{2}$$

При $a_2(\varphi) \equiv 0$, $a_5(\varphi) \equiv 0$ такое уравнение изучено в работах $[2-4]$ и возникает при изучении бесконечно малых изгибаний поверхностей положительной кривизны с общей структурой в точке уплощения $[5-6]$.

Используя формулы

$$\frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{e^{i\varphi}}{2}\left(\frac{\partial}{\partial r} + \frac{i}{r}\frac{\partial}{\partial \varphi}\right), \quad \frac{\partial}{\partial z} = \frac{e^{-i\varphi}}{2}\left(\frac{\partial}{\partial r} - \frac{i}{r}\frac{\partial}{\partial \varphi}\right),$$

уравнение (1) записываем в полярной системе координат

$$r(a_1(\varphi)+a_2(\varphi))\frac{\partial w}{\partial r} + i(a_1(\varphi)-a_2(\varphi))\frac{\partial w}{\partial \varphi} + a_3(\varphi)w + a_4(\varphi)\overline{w} = a_5(\varphi)\cdot r^{\nu} \tag{3}$$

Решения уравнения (3) из класса (2) ищем в виде

$$w(r,\varphi) = r^{\nu}\psi(\varphi), \tag{4}$$

где $\psi(\varphi)$ - пока неизвестная функция из класса $C^1[0,\varphi_0]$.

Подставляя (4) в (3) имеем

$$\psi' + A(\varphi)\cdot\psi = a_8(\varphi)\cdot\overline{\psi} + a_9(\varphi), \tag{5}$$

где

$$A(\varphi) = a_6(\varphi) - i\nu\, a_7(\varphi), \quad a_6(\varphi) = \frac{-ia_3(\varphi)}{a_1(\varphi)-a_2(\varphi)}, \quad a_7(\varphi) = \frac{a_1(\varphi)+a_2(\varphi)}{a_1(\varphi)-a_2(\varphi)},$$

$$a_8(\varphi) = \frac{ia_4(\varphi)}{a_1(\varphi)-a_2(\varphi)}, \quad a_9(\varphi) = -\frac{ia_5(\varphi)}{a_1(\varphi)-a_2(\varphi)}$$

Используя преобразование

$$\psi_1 = \psi\cdot\exp\left(\int_0^{\varphi} A(\gamma)d\gamma\right), \tag{6}$$

уравнение (5) записываем в виде:

$$\psi_1' = g(\varphi)\cdot\overline{\psi_1} + h(\varphi), \tag{7}$$

где

$$g(\varphi) = a_8(\varphi)\cdot\exp\left(-2i\int_0^{\varphi}\operatorname{Im}A(\gamma)d\gamma\right), \quad h(\varphi) = a_9(\varphi)\cdot\exp\left(-\int_0^{\varphi}A(\gamma)d\gamma\right)$$

Интегрируя уравнение (7), получим

$$\psi_1(\varphi) = \int_0^{\varphi} g(\gamma)\cdot\overline{\psi_1(\gamma)}\,d\gamma + \int_0^{\varphi} h(\gamma)\,d\gamma + c,$$

где c - произвольное комплексное число.

Так как $a_1(\varphi) \neq a_2(\varphi)$, то интегралы, имеющиеся в правой части последнего уравнения, сходятся. Используя оператор

$$(Bf)(\varphi) = \int_0^{\varphi} g(\gamma)\overline{f(\gamma)}d\gamma,$$

последнее уравнение записываем в виде

$$\psi_1(\varphi) = (B\psi_1)(\varphi) + H(\varphi) + c, \tag{8}$$

где

$$H(\varphi)=\int_0^{\varphi} h(\gamma)d\gamma\,.$$

В дальнейшем используем следующие операторы

$$(B^0 f)(\varphi)=f(\varphi),\quad (B^n\psi)(\varphi)=(B(B^{n-1}\psi)(\varphi))(\varphi),\quad n=(\overline{1,\infty}),$$

$$I_{\nu,n}(\varphi)=\int_0^{\varphi} g(\gamma)\overline{I_{\nu,n-1}(\gamma)}d\gamma,\quad I_{\nu,1}(\varphi)=\int_0^{\varphi} g(\gamma)d\gamma,\ n=(\overline{2,\infty}).$$

Легко можно проверить, что имеют место следующие равенства

$$(B(I_{\nu,n}(\varphi)))(\varphi)=I_{\nu,n+1}(\varphi),\ (Bc)(\varphi)=\overline{c}\cdot I_{\nu,1}(\varphi),\quad n=(\overline{1,\infty}). \tag{9}$$

Действуя оператором B к обеим частям равенства (8) и учитывая при этом (9), имеем

$$(B\psi_1)(\varphi)=(B^2\psi_1)(\varphi)+(BH)(\varphi)+\overline{c}I_{\nu,1}(\varphi). \tag{10}$$

Из (8) и (10) вытекает

$$\psi_1(\varphi)=(B^2\psi_1)(\varphi)+(BH)(\varphi)+H(\varphi)+\overline{c}I_{\nu,1}(\varphi)+c. \tag{11}$$

Если снова действуем оператором B к обеим частям равенства (11), то, учитывая (9), имеем

$$(B\psi_1)(\varphi)=(B^3\psi_1)(\varphi)+(B^2H)(\varphi)+(BH)(\varphi)+cI_{\nu,2}(\varphi)+\overline{c}I_{\nu,1}(\varphi). \tag{12}$$

Из (8) и (12) следует

$$\psi_1(\varphi)=(B^3\psi_1)(\varphi)+(B^2H)(\varphi)+(BH)(\varphi)+H(\varphi)+cI_{\nu,2}(\varphi)+\overline{c}I_{\nu,1}(\varphi)+c.$$

Продолжая этот процесс $2n$ раз, получаем следующее представление решений уравнения (5):

$$\psi_1(\varphi)=(B^{2n+1}\psi_1)(\varphi)+\sum_{j=0}^{2n}(B^jH)(\varphi)+\overline{c}\cdot\sum_{j=1}^{n}I_{\nu,2j-1}(\varphi)+c(1+\sum_{j=1}^{n}I_{\nu,2j}(\varphi)) \tag{13}$$

Используя виды функций $(B^j f)(\varphi),\quad I_{\nu,j}(\varphi)$, легко можно получить оценки

$$\left|(B^n\psi_1)(\varphi)\right|\le|\psi_1|_0\cdot\frac{(|a_8|_0\cdot\varphi)^n}{n!},\qquad \left|(B^jH)(\varphi)\right|\le|h|_0\cdot\frac{(|a_8|_0\cdot\varphi)^j}{j!},$$

$$\left|I_{\nu,j}(\varphi)\right|\le\frac{(|a_8|_0\cdot\varphi)^j}{j!},\quad j=(\overline{1,\infty}), \tag{14}$$

где $|a_5|_0=\|a_5\|_{C[0,\varphi_0]}$.

Переходя к пределу в (13) при $n\to\infty$, с учетом оценок (14) имеем

$$\psi_1(\varphi)=\overline{c}P_{\nu,1}(\varphi)+cP_{\nu,2}(\varphi)+F(\varphi), \tag{15}$$

где

$$P_{\nu,1}(\varphi)=\sum_{j=1}^{\infty}I_{\nu,2j-1}(\varphi),\quad P_{\nu,2}(\varphi)=1+\sum_{j=1}^{\infty}I_{\nu,2j}(\varphi),\quad F(\varphi)=\sum_{j=0}^{\infty}(B^jH)(\varphi).$$

Используя опять (14) и виды функций $P_{\nu,1}(\varphi),\quad P_{\nu,2}(\varphi)$ и $F(\varphi)$, получим оценки

$$\left|P_{\nu,1}(\varphi)\right|\le sh(|a_8|_0\cdot\varphi),\quad \left|P_{\nu,2}(\varphi)\right|\le ch(|a_8|_0\cdot\varphi),\quad \left|F(\varphi)\right|\le|h|_0\cdot\exp(|a_8|_0\cdot\varphi).$$

Из (4), (6) и (15) следует

$$w(r,\varphi)=r^{\nu}\cdot\exp(-\int_0^{\varphi}A(\gamma)d\gamma)\cdot\left(\overline{c}\ P_{\nu,1}(\varphi)+c\ P_{\nu,2}(\varphi)+F(\varphi)\right). \tag{16}$$

Используя виды функций $P_{\nu,1}(\varphi),\quad P_{\nu,2}(\varphi)$ и $F(\varphi)$, легко можно показать, что функция $w(r,\varphi)$, заданная по формуле (16), является решением уравнения (1) из класса (2). Таким образом, доказана следующая теорема.

Теорема 1. *Уравнение (1) при* $a_1(\varphi) \neq a_2(\varphi)$ *имеет многообразие решений из класса (2), которые находятся по формуле (16).*

Из видов функций $P_{\nu,1}(\varphi)$, $P_{\nu,2}(\varphi)$ и $F(\varphi)$ вытекают следующие равенства

$$P'_{\nu,2} - g(\varphi)\overline{P_{\nu,1}} = 0, \quad P'_{\nu,1} - g(\varphi)\overline{P_{\nu,2}} = 0, \quad F' - g(\varphi)\overline{F} = h(\varphi).$$

Отсюда получим

$$P_{\nu,1}(\varphi) = \int_0^\varphi g(\gamma)\overline{P_{\nu,2}(\gamma)}d\gamma, \quad P_{\nu,2}(\varphi) = 1 + \int_0^\varphi g(\gamma)\overline{P_{\nu,1}(\gamma)}d\gamma, \tag{17}$$

$$F(\varphi) = \int_0^\varphi h(\gamma)d\gamma + \int_0^\varphi g(\gamma)\overline{F(\gamma)}d\gamma.$$

Из (17) легко можно получить полезные для решения краевых задач равенства

$$P_{\nu,1}(0) = 0, \quad P_{\nu,2}(0) = 1, \quad F(0) = 0, \tag{18}$$

$$P'_{\nu,1}(0) = g(0), \quad P'_{\nu,2}(0) = 1, \quad F'(0) = h(0), \tag{19}$$

$$\int_0^\varphi P_{\nu,2}(\gamma)d\gamma = \frac{1}{2}\left(P^2_{\nu,2}(\varphi) - 1\right), \quad \int_0^\varphi g(\gamma)P_{\nu,1}(\gamma)\overline{P_{\nu,2}(\gamma)}d\gamma = \frac{1}{2}P^2_{\nu,1}(\varphi),$$

$$\int_0^\varphi g(\gamma)\cdot\left|P_{\nu,1}(\gamma)\right|^2 d\gamma = \frac{1}{2}\left(P_{\nu,1}(\varphi)\cdot P_{\nu,2}(\varphi) - I_{\nu,1}(\varphi)\right),$$

$$\int_0^\varphi g(\gamma)\cdot\left|P_{\nu,2}(\gamma)\right|^2 d\gamma = \frac{1}{2}\left(P_{\nu,1}(\varphi)\cdot P_{\nu,2}(\varphi) + I_{\nu,1}(\varphi)\right).$$

Интегрируя по частям n раз интегралы для $P_{\nu,2}(\varphi)$ и $F(\varphi)$ из (17), получим

$$P_{\nu,2}(\varphi) = 1 + \overline{P_{\nu,1}(\varphi)}\sum_{j=1}^{n} I_{\nu,2j-1}(\varphi) - P_{\nu,2}(\varphi)\sum_{j=0}^{n}\overline{I_{\nu,2j}(\varphi)} + \int_0^\varphi g(\gamma)I_{\nu,2j}(\gamma)\overline{P_{\nu,1}(\gamma)}d\gamma,$$

$$F(\varphi) = \int_0^\varphi h(\gamma)d\gamma + \int_0^\varphi h(\gamma)\cdot\sum_{j=1}^{n}\overline{I_{\nu,2j}(\gamma)}d\gamma - \int_0^\varphi\overline{h(\gamma)}\cdot\sum_{j=1}^{n} I_{\nu,2j-1}(\gamma)d\gamma + \overline{F(\varphi)}\cdot\sum_{j=1}^{n} I_{\nu,2j-1}(\varphi)$$

$$- F(\varphi)\cdot\sum_{j=1}^{n}\overline{I_{\nu,2j}(\varphi)} + \int_0^\varphi g(\gamma)\cdot\overline{F(\gamma)}\cdot\overline{I_{\nu,2n}(\gamma)}d\gamma.$$

Из последних равенств при $n \to \infty$ получим

$$\left|P_{\nu,2}(\varphi)\right|^2 - \left|P_{\nu,1}(\varphi)\right|^2 = 1,$$

$$\int_0^\varphi h(\gamma)\overline{P_{\nu,2}(\gamma)}d\gamma - \int_0^\varphi\overline{h(\gamma)}\cdot P_{\nu,1}(\gamma)d\gamma = F(\varphi)\cdot\overline{P_{\nu,2}(\gamma)} - \overline{F(\varphi)}\cdot P_{\nu,1}(\varphi).$$

Рассмотрим теперь краевую задачу Дирихле для уравнения (1).

Задача D. *Требуется найти решение уравнения (1) из класса* (2), *удовлетворяющее краевому условию*

$$w(r,0) = \beta_1 r^\nu, \tag{20}$$

где β_1, ν *– заданные действительные числа.*

Решение задачи. Для решения задачи *D* используем формулу (16). Подставляя формулу (16) в краевое условие (20), имеем

$$c = \beta_1.$$

Следовательно, решение уравнения (1) имеет вид

$$w(r,\varphi) = r^{\nu} \cdot \exp(-\int_0^{\varphi} A(\gamma)d\gamma) \cdot (\beta_1 \cdot P_{\nu,1}(\varphi) + \beta_1 P_{\nu,2}(\varphi) + F(\varphi)) \tag{21}$$

и справедлива.

Теорема 2. *Задача D имеет единственное решение в виде (4). И это решение определяется по формуле (21).*

Теперь рассмотрим задачу Неймана.

Задача N. *Требуется найти решение уравнения (1) из класса (2), удовлетворяющее краевому условию*

$$\frac{\partial w}{\partial \varphi}(r,0) = \beta_2 r^{\nu}, \tag{22}$$

где β_2, ν *– заданные действительные числа.*

Решение задачи. Для решения задачи *N* используем формулу (16). Подставляя формулу (16) в краевое условие (22), с учетом (19) имеем

$$(1 - A(0)) \cdot c + a_8(0) \cdot \overline{c} = \beta_2 - a_9(0). \tag{23}$$

Следовательно, при условии $\delta = |1 - A(0)|^2 - |a_8(0)|^2 \neq 0$ решение уравнения (23) имеет вид

$$c = \frac{(1 - \overline{A(0)})(\beta_2 - a_9(0)) - a_8(0)(\beta_2 - \overline{a_9(0)})}{\delta}. \tag{24}$$

В случае $\delta = 0$ для разрешимости уравнения (23) необходимо и достаточно выполнения равенства

$$\mathrm{Im}((1 - \overline{A(0)} + \overline{a_8(0)})(\beta_2 - a_9(0)) = 0,\ \mathrm{Re}(a_8(0)(\beta_2 - \overline{a_9(0)}) - (1 - \overline{A(0)})(\beta_2 - a_9(0))) = 0 \tag{25}$$

При выполнении этих условий решение уравнения (23) находится по формуле

$$c = \begin{cases} \frac{1}{\gamma_1} \cdot (\mathrm{Re}(\beta_2 - a_9(0)) + i\gamma_3(1 - \overline{A(0)} + a_8(0))), & \text{если } \gamma_1 \neq 0, \\ \frac{1}{\gamma_2} \cdot (i\,\mathrm{Re}(\beta_2 - a_9(0)) - i\gamma_3(1 - \overline{A(0)} + a_8(0))), & \text{если } \gamma_2 \neq 0, \\ \gamma_4, & \text{если } \gamma_1 = \gamma_1 = 0, \end{cases} \tag{26}$$

где γ_3- произвольное действительное и γ_4- произвольное комплексное числа, $\gamma_1 = \mathrm{Re}(1 - A(0) + a_8(0))$, $\gamma_2 = \mathrm{Im}(a_8(0) - 1 + A(0))$.

Следовательно, справедлива следующая теорема

Теорема 3. а) *Если* $\delta \neq 0$, *то задача N имеет единственное решение в виде (4), которое определяется по формулам (16) и (24);*

б) при $\delta = 0$ *и выполнении условий (25) задача N имеет бесконечное множество решений, которые находятся по формулам (16) и (26).*

Наконец рассмотрим задачу Робина.

Задача R. *Требуется найти решение уравнения (1) из класса (2), удовлетворяющее краевому условию*

$$\beta_1 \frac{\partial w}{\partial \varphi}(r,0) + \beta_2 \cdot w(r,0) = \beta_3 r^{\nu}, \tag{27}$$

где $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ *– заданные действительные числа.*

Решение задачи. Для решения задачи *R* используем формулу (16). Подставляя формулу (16) в краевое условие (27), имеем

$$(1 - A(0)\beta_1 + \beta_2)c + a_8(0)\overline{c} = \beta_3 - \beta_1 a_9(0). \tag{28}$$

Предполагая, что $\delta_1 = |1 - A(0)\beta_1 + \beta_2|^2 - |a_8(0)|^2 \neq 0$, из (28) получим

$$c = \frac{1}{\delta_1}((1 - \overline{A(0)}\beta_1 + \beta_2)(\beta_3 - \beta_1 \cdot a_9(0) - a_9(0)(\beta_3 - \beta_1 \overline{a_9(0)})) \tag{29}$$

Если $\delta_1 = 0$, то для разрешимости уравнения (28) необходимо и достаточно выполнения равенства

$$\mathrm{Im}((1-\overline{A(0)}\beta_1+\beta_2+\overline{a_8(0)})(\beta_3-\beta_1 a_9(0)))=0,$$

$$\mathrm{Re}(a_8(0)(\beta_3-\beta_1\overline{a_9(0)})-(1-\overline{A(0)}\beta_1+\beta_2)(\beta_3-\beta_1 a_9(0)))=0 \quad (30)$$

При выполнении этих условий решение уравнения (29) находится по формуле

$$c=\begin{cases}\dfrac{1}{\gamma_5}(\mathrm{Re}(\beta_3-\beta_1 a_9(0))+i\gamma_7(1-\overline{A(0)}\beta_1+\beta_2+a_8(0)), & \text{если } \gamma_5\neq 0,\\ \dfrac{i}{\gamma_6}(\mathrm{Re}(\beta_3-\beta_1 a_9(0))-\gamma_7(1-\overline{A(0)}\beta_1+\beta_2+a_8(0))), & \text{если } \gamma_6\neq 0,\\ \gamma_8, & \text{если } \gamma_5=\gamma_6=0,\end{cases} \quad (31)$$

где $\gamma_5=\mathrm{Re}(1-A(0)\beta_1+\beta_2+a_8(0))$, $\gamma_6=\mathrm{Im}(a_8(0)-1+A(0)\beta_1-\beta_2)$; γ_7- произвольное действительное, γ_8- произвольное комплексное числа.

Таким образом справедлив следующий результат.

Теорема 4. а) *Если $\delta_1\neq 0$, то задача R имеет единственное решение в виде (4), которое определяется по формулам (16) и (29);*

б) если $\delta_1=0$, то для разрешимости задачи R необходимо и достаточно выполнении условий (30). При выполнении условий (30) задача R имеет бесконечное множество решений, которые находятся по формулам (16) и (31).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Векуа И.Н. Обобщенные аналитические функции. – М.: Физматгиз. – 1959. – 628 с.

[2] Тунгатаров А.Б., Бургумбаева С.К., Мукашева Д.К. Об одной системе уравнений в частных производных первого порядка типа Фукса на плоскости // Евразийский математический журнал. – 2006. – №3. – С. 58-67.

[3] Тунгатаров А.Б., Мукашева Д.К. Об одной системе уравнений в частных производных первого порядка на плоскости с сингулярными коэффициентами / Труды международной научной конференции молодых ученых «Наука и образование 2007». – 2007. – С. 249-252.

[4] Тунгатаров А.Б. О непрерывных решениях уравнения Карлемана–Векуа с сингулярной точкой // ДАН СССР. – 1991. – Т. 319. – №3. – С. 570-573.

[5] Усманов З.Д. Бесконечно малые изгибания поверхностей положительной кривизны с точкой уплощения // Differential Geometry. Banach Center Publications. – 1984. – V. 12. – P. 241 – 272.

[6] Усманов З.Д. О бесконечно малых изгибаниях поверхностей положительной кривизны с изолированной точкой уплощения //Математический сборник. – 1970. – Т. 83 (125): 4 (12). – С. 596–615.

Түнғатаров А., Болат А.А.

Бұрыштық облыстағы бірінші ретті дербес туындылы дифференциалдық теңдеулер жүйесі үшін шексіздіктегі өсімі белгілі шеттік есептер

Аңдатпа. Мақалада бұрыштық облыстағы бірінші ретті дербес туындылы диференциалды теңдеулер жүйелерінің үзіліссіз шешімдері алынды. Осы жүйелер үшін Дирихле, Нейман және Робин есептері шешілген. Берілген есеп үшін шешімнің бар болуы және жалғыздығы туралы теоремалар дәлелденді. Шексіз бұрыштық облыстағы шеттік есептердің шешімдері айқын түрде алынған.

Түйін сөздер: шеттік есеп, бұрыштық облыс, дифференциалдық теңдеулер жүйесі.

Tungatarov A., Bolat A.A.

Boundary-value problems with a given growth at infinity for systems of differential equations in partial derivatives of the first order in the angle area

Summary. In this article the continuous solutions of one class of first order partial differential equations in the angle area. For such systems the Derichle, Neumann and Robin problems are solved. A theorem of existence, uniqueness of the solutions is proved. Solutions of boundary value problems in unbounded angle areas are explicitly.

Key words: boundary value problem, angle area, system of differential equations.

УДК 621.396

[1]А.З. Айтмагамбетов, [2]Ю.А. Бутузов, [1]А.Е. Кулакаева
([1]Международный университет информационных технологий, г.Алматы, РК;
[2]Институт космической техники и технологий, г.Алматы, РК.
*altayzf@mail.ru, aigul_k.pochta@mail.ru)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА НА БАЗЕ ОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Аннотация. Рассматривается математическая модель определения местоположения источников радиоизлучения на базе одного космического аппарата, позволяющая упростить и удешевить систему радиомониторинга радиоэлектронных средств. Рассматриваемая система радиомониторинга состоит из космического и наземного сегментов. Космический аппарат, находящийся на круговой полярной орбите, использует для определения угловых координат источника радиоизлучения две приемные активные фазированные антенные решетки. Такая система радиомониторинга актуальна не только для наземных источников радиоизлучений, но и для определения местонахождения гражданских самолетов, находящихся вне зоны видимости наземных средств слежения.

Ключевые слова: радиоэлектронное средство, малый космический аппарат, источник радиоизлучения, радиомониторинг, определения местоположения.

В настоящее время для определения источников радиоизлучения (ИРИ) в основном используются три метода: разностно-дальномерный, пеленгационный, доплеровский. Каждый из этих методов позволяет решить задачу определения координат ИРИ при условии выполнения некоторых требований. Для определения координат ИРИ в основном используется разностно-дальномерный метод (РДМ), поскольку положение ИРИ в пространстве определяют по пересечению гиперболоидов вращения с фокусами в точках расположения нескольких малых космических аппаратов (МКА). При этом методе измеряется время задержки прихода одинаковых реализаций сигнала ИРИ на разнесенные в пространстве МКА. Высокоточная координатная привязка МКА осуществляется с помощью навигационной системы ГЛОНАСС [1].

Принцип определения координат ИРИ (широты и долготы) на базе одного МКА иллюстрирован на рисунке 1. Высота орбиты МКА h = 800 км, спутник движется по орбите с линейной скоростью V = 7,448 км/с (угловая скорость ω = 0,00104 рад/с), в состав оборудования МКА входят 2 активные фазированные антенные решетки (АФАР1 и АФАР2) [2].

В настоящее время на территории Республики Казахстан имеется большое количество средств радиосвязи в разных диапазонах частотного спектра. Способы определения местоположения таких средств при радиомониторинге имеют свои особенности. Остановимся на диапазонах С и Ku, которые выделены для радиорелейных линий (РРЛ) и земных станций спутниковой связи (ЗССС). Анализ показывает, что углы места антенн ЗССС, работающих через спутники, расположенные на геостационарной орбите (ГО), находятся в пределах 20° - 40°.

Ясно, что принять уверенный радиосигнал от ИРИ антенна МКА может только с этих направлений. Если принять за среднее значение угла места 30°, то перекрыть указанные выше пределы с запасом можно путем сканирования в секторе, например, 25°.

Алгоритм определения широты ИРИ следующий:

- исходное положение луча АФАР1 определяется углом β_0 = 50°, что соответствует углу места антенны ИРИ ε = 30°;
- луч АФАР1 начинает сканировать, когда МКА оказывается в зоне области радиомониторинга, координаты которой находятся в пределах 40-56 градусов северной широты и 46-88 градусов восточной долготы;
- при текущем положении МКА в точке В луч АФАР1 сканирует от положения ВО до положения ВА (луч остронаправленный в направлении север-юг и широкий в направлении запад-восток);
- сектор сканирования 25° (± 12,5°);
- в момент появления сигнала фиксируются широта МКА предыдущего обновления данных α_1 (с помощью навигационной системы ГЛОНАСС), временной интервал от момента предыдущего

обновления данных t_1, а также фазовый угол между соседними элементами (модулями) АФАР $\Delta\varphi_1$ (по этому параметру вычисляется угол $\Delta\beta_1$ и определяется $\beta_1 = \beta_0 \pm \Delta\beta_1$);

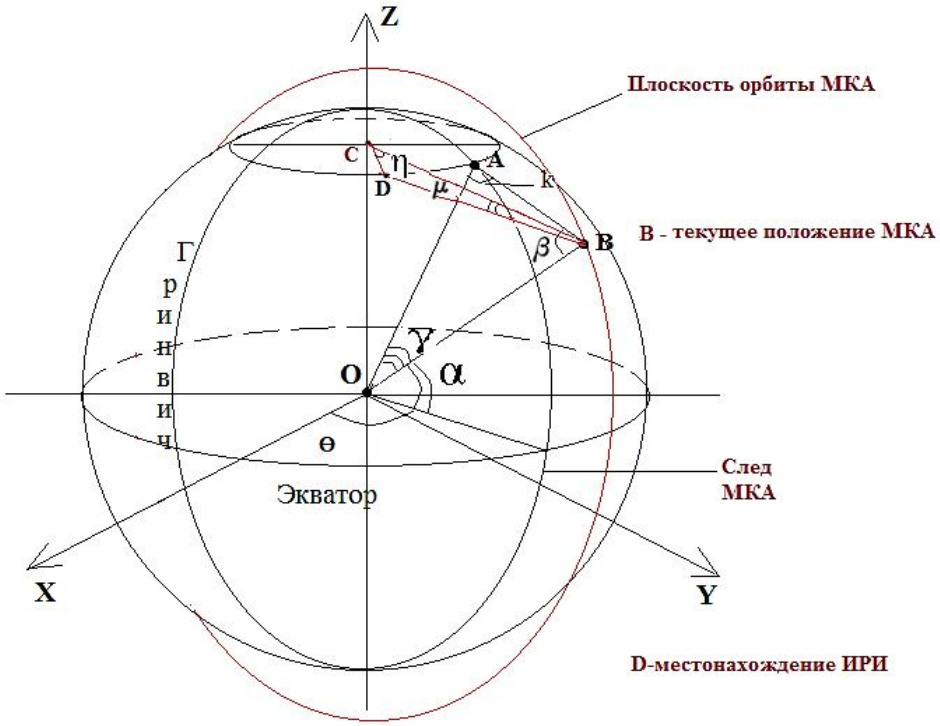


Рис. 1. Определение координат ИРИ на базе одного МКА

- луч продолжает движение до потери сигнала, затем сканирует в обратном направлении до нового появления сигнала, в этот момент фиксируются второй временной интервал от момента предыдущего обновления данных t_2 и $\Delta\varphi_2$ (по этому параметру вычисляется угол $\Delta\beta_2$ и определяется $\beta_2 = \beta_0 \pm \Delta\beta_2$);

- фиксируется широта МКА последующего обновления данных α_2;

- равносигнальная линия будет характеризоваться углом $\beta = (\beta_1 + \beta_2)/2$, а широта спутника α определяется методом линейной интерполяции по времени;

- по известному углу β вычисляется угол k, затем – угол γ;

- широта ИРИ определяется суммой углов $\varphi = \alpha + \gamma$.

Алгоритм определения долготы ИРИ следующий:

- луч АФАР2 одновременно с АФАР1 сканирует в ортогональном направлении (луч широкий в направлении север-юг и остронаправленный в направлении запад-восток), причем угол μ относительно нормали изменяется от отрицательного значения (направление на запад) до положительного (направление на восток);

- в момент появления сигнала фиксируются долгота МКА предыдущего обновления данных θ_1 (с помощью навигационной системы ГЛОНАСС), а также фазовый угол между соседними элементами (модулями) АФАР $\Delta\varphi_3$ (по этому параметру вычисляется угол μ_1);

- луч продолжает движение до потери сигнала, затем сканирует в обратном направлении до нового появления сигнала - в этот момент фиксируется $\Delta\varphi_4$ (по этому параметру вычисляется угол μ_2);

- фиксируется долгота МКА последующего обновления данных θ_2;

- равносигнальная линия будет характеризоваться углом $\mu = (\mu_1 + \mu_2)/2$, а долгота спутника $\theta = (\theta_1 + \theta_2)/2$;

- сектор сканирования АФАР2 25° (± 12,5°);

- по координатам точки С ($z = R_3 * \sin\varphi$) и координатам МКА (α и θ)вычисляется расстояние ВС;

- рассчитывается угол поправки на долготу η (с учетом известного угла μ и расстояния ВС);

- определяется долгота ИРИ $\nu = \theta \pm \eta$.

Дополнительные условия, при которых может быть обеспечено нормальное функционирование рассмотренных алгоритмов, следующие:

- ширина сектора качания (сканирования) лучей каждой из АФАР должна быть примерно равной большей ширине луча другой АФАР;
- для уменьшения влияния кривизны земной поверхности на точность определения координат ИРИ необходимо стремиться к уменьшению сектора качания лучей;
- скорость качания лучей должна быть значительно выше скорости движения МКА по орбите.

Точность оценки координат ИРИ зависит от ряда факторов:

- погрешности определения координат МКА;
- погрешности фиксации фазовых углов между соседними элементами АФАР $\Delta\varphi$;
- ширины сектора качания лучей АФАР;
- изменения высоты орбиты МКА в зависимости от широты местонахождения ИРИ.

Прежде чем рассмотреть математический аппарат для реализации рассмотренного ранее алгоритма определения широты местонахождения ИРИ, дополним этот алгоритм существенным уточнением. Суть уточнения заключается в том, что при сканировании луча в направлении движения спутника сигнал должен появиться, затем исчезнуть и вновь появиться при обратном направлении сканирования. Только в этом случае осуществляется определение углов $\Delta\beta_1$, $\Delta\beta_2$, β_1, β_2 и β.

Математический аппарат для реализации уточненного алгоритма приведен ниже:

- для определения углов $\Delta\beta_1$ и $\Delta\beta_2$:

$$\Delta\beta_1 = \arcsin \lambda * \Delta\varphi_1/(2\pi d), \quad (1.1)$$

$$\Delta\beta_2 = \arcsin \lambda * \Delta\varphi_2/(2\pi d), \quad (1.2)$$

где λ – длина волны;

$\Delta\varphi_1$ и $\Delta\varphi_2$– фазовые сдвиги между соседними элементами первой АФАР в момент приема сигнала;

d – расстояние между соседними элементами АФАР.

- углы β_1 и β_2 определяются по формулам:

$$\beta_1 = \beta_0 \pm \Delta\beta_1, \quad (1.3)$$

$$\beta_2 = \beta_0 \pm \Delta\beta, \quad (1.4)$$

где $\beta_0 = 50°$ (установочное значение угла ДН антенны в направленнии движения МКА относительно нормали);

- угол β (см. рисунок 1) определяется по правилу равносигнальной зоны:

$$\beta = (\beta_1 + \beta_2)/2; \quad (1.5)$$

- широта МКА определяется следующим образом:

$$\alpha = \alpha_1 + (\alpha_2 - \alpha_1) * (t_1 + t_2)/ 2t_{обн}, \quad (1.6)$$

где α_1 и α_2 - широты МКА в моменты предыдущего и последующего обновления данных;

t_1 и t_2 - интервалы времени появления сигналов от момента предыдущего обновления данных;

$t_{обн}$ – интервал обновления данных навигационного модуля.

- в моменты предыдущего и последующего обновления данных фиксируются также геоцентрические координаты МКА (X, Y, Z), по которым рассчитывается два расстояния от спутника до центра геоида и определяется среднее значение R_O; .

- из треугольника АОВ (см. рисунок 1) определяются углы k и γ:

$$k = 180 - \arcsin[R_O * \sin\beta / (R_O - h)], \quad (1.7)$$

$$\gamma = \arcsin[R_O * \sin\beta / (R_O - h)] - \beta, \quad (1.8)$$

где h = 800000 м – высота орбиты МКА.

- определяется широта местонахождения ИРИ:

$$\varphi = \alpha + \gamma; \quad (1.9)$$

- определение угла k представляет интерес, поскольку позволяет вычислить угол места ИРИ:

$$\varepsilon = k - 90°. \quad (1.10)$$

При определении долготы также требуется появление и исчезновение сигнала при одном направлении сканировании луча и появления при обратном направлении.

Для реализации рассмотренного алгоритма определения долготы местонахождения ИРИ требуется использовать приведенный ниже математический аппарат:

- для определения углов μ_1 и μ_2:

$$\mu_1 = \arcsin \lambda*\Delta\varphi_3/(2\pi d), \quad (1.11)$$

$$\mu_2 = \arcsin \lambda*\Delta\varphi_4/(2\pi d), \quad (1.12)$$

- угол μ (см. рисунок 1) определяется по правилу равносигнальной зоны:

$$\mu = (\mu_1 + \mu_2)/2; \quad (1.13)$$

- по аналогичной формуле определяется долгота МКА:

$$\theta = (\theta_1 + \theta_2)/2, \quad (1.14)$$

где θ_1 и θ_2 - долготы МКА в моменты приема сигналов.

- по координатам точек С [$X = 0$; $Y = 0$; $Z = (R_O - h) * \sin\varphi$] и В [$X = R_O * \cos\alpha * \cos\theta$; $Y = R_O * \cos\alpha * \sin\theta$; $Z = R_O * \sin\alpha$] определяется расстояние ВС (см. рисунок 1);

- для определения угла поправки на долготу ИРИ η воспользуемся треугольником CBD, для которого можно записать:

$$CD/\sin\mu = BC/\sin(180 - \mu - \eta), \quad (1.15)$$

где $CD = (R_O - h)* \sin\varphi$.

- далее из уравнения (1.15) находим поправку η и определяем долготу ИРИ:

$$\nu = \theta \pm \eta. \quad (1.16)$$

Данная работа выполнена в рамках республиканской бюджетной программы 076 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности».

ЛИТЕРАТУРА

[1] Aitmagambetov A.Z., Butuzov Y.A., Kulakayeva A.E. Mathematical models for determining the location of radio emission sources in radio monitoring systems on the basis on low-orbit satellites. T-Comm. Телекоммуникации и транспорт.Том.10. №1. 2016, с.73-76

[2] Активные фазированные антенные решетки / Под.ред. Д.И.Воскресенского.-М.Радиотехника, 2004, -488 с.

Айтмагамбетов А.З., Бутузов Ю.А., Кулакаева А.Е.

Бір ғарыш құрылғысы негізінде радиобақылау жүйесі үшін радиосәулелену көзін анықтау үшін математикалық моделі

Түйіндеме. Берілген жұмыста радиоэлектронды құрылғыларды радибақылау жүйесін арзандату мен жеңілдету үшін арналған бір шаған ғарыш құрылғысы негізінде радиосәулелену көзінің орналасу орынын анықтау үшін арналған математикалық модель қарастырылады. Қарастырылған радиобақылау жүйесі ғарыштық

және жергілікті сегметтерден тұрады. Дөңгелек полярлық орбитада орналасқан ғарыштық құрылғы радиоәулелену көзін анықтау үшін екі белсенді фазаланған антенналарды қолданады. Осындай радиобақылау жүйелері тек жергілікті радиосәулелену көздерін ғана анықтауға емес, сонымен қатар азаматтық ұшақтарды анықтау үшін қолданылады.

Негізгі сөздер: радиоэлектронды құрылғы, шағын ғарыштық құрылғы, радиосәулелену көзі, радиомониторинг, орналасқан жерді анықтау.

Aitmagambetov A.Z., Butuzov Y.A., Kulakayeva A.E.

Mathematical model of determination of location of a source of a radio emission for system of radio monitoring on the basis of one spacecraft

Summary. In this work the mathematical models of determination of radio emission sources location on the basis of one spacecraft are considered. These models will allow to simplify and reduce the price of radio monitoring system for radio-electronic means. The considered system of radio monitoring consists of space and ground segments. The spacecraft which is in a circular polar orbit uses two reception active phased antenna arrays for determination of angular coordinates of a radio emission source. Such system of radio monitoring is actual not only for land-based sources of radio emissions, but also for definition of location of the civilian aircrafts which are out of a visibility range of land means of tracking.

Key words: radio-electronic means, small spacecraft, radio emission source, radio monitoring, determination of location.

UDC 517.951

Тунгатаров А., Чайниетова П.С.
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, p.chainietova@mail.ru)

BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR SECOND ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Abstract. In this article the general solution of one class of second order ordinary differential equations with variable coefficients is found. The two-point boundary value problem for this class is solved.

Key words: Second order ordinary differential equation, two-point boundary value problem.

Introduction

Let $0 < x_1 < \infty$, $S[0, x_1]$ is the class of measurable, essentially bounded functions $f(x)$ in $[0, x_1]$ and $W_\infty^2[0, x_1]$ is the class of functions $f(x)$, for which $\frac{d^2 f}{dx^2} \in S[0, x_1]$. The norm of an element from $S[0, x_1]$ is defined by the formula

$$|f|_0 = es\sup_{x\in[0,x_1]}|f(x)| = \lim_{p\to\infty}\|f\|_{L_p[0,x_1]}.$$

We consider the equation

$$\frac{d^2u}{dx^2} + a(x)u = f(x), \tag{1}$$

In the interval $[0, x_1]$, where $a(x)$, $f(x) \in S[0, x_1]$.

Two-point boundary value problems for second order ordinary differential equations are classical area of research of the theory of ordinary differential equations and because of their broad application in mechanic, mathematical physic and geometry (see, for example, [1]-[9]) they are still actively investigated. However, in mathematical literature the equations of the form (1) with continuous coefficients are studied and sufficient conditions of resolvability of boundary value problems for them are received. In [10,11] the general solution of equation (1) is constructed and Cauchy problem for it with initial point $x = 0$ is solved. The particular case of boundary value problems for the equation (1) is investigation in [12]. In this work an explicit form of general solution of equation (1) in class

$$W_\infty^2[0,x_1]\cap C^1[0,x_1], \tag{2}$$

where

$$x_1 < \sqrt{\frac{2}{|a|_0}} \tag{3}$$

is found and next two-point boundary value problems is solved.

Problem D. *Find the solution of equation (1) from the class (2) satisfying the conditions*

$$\alpha_1 u(0)+\alpha_2 u'(x_1)=\beta_1, \qquad \alpha_3 u(0)+\alpha_4 u'(x_1)=\beta_2, \tag{4}$$

where $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \beta_1, \beta_2$ are given real numbers.

Construction of the general solutions to equation (1)

By integrating two times the equation (1), we get

$$u(x)=(Bu)(x)+g(x)+c_1(x)+c_2, \tag{5}$$

where c_1, c_2 are any real numbers,

$$(Bu)(x)=\int_0^x\int_y^{x_1} a(t)u(t)dtdy, \quad g(x)=-\int_0^x\int_y^{x_1} f(t)dtdy.$$

Applying the operator $(B\cdot)x$ to both sides of equation (5) we have

$$(Bu)(x)=(B^2u)(x)+(Bg)(x)+c_1a_1(x)+c_2b_1(x), \tag{6}$$

where

$$(B^2u)(x)=(B(Bu)(x))(x),$$

$$a_1(x)=\int_0^x\int_y^{x_1} ta(t)u(t)dtdy, \qquad (b_1)(x)=\int_0^x\int_y^{x_1} a(t)dtdy.$$

From (5) and (6) it follows

$$u(x)=(B^2u)(x)+c_1(x+a_1(x))+c_2(1+b_1(x))+g(x)+(Bg)(x). \tag{7}$$

Further we use following functions and operators:

$$a_k(x)=\int_0^x\int_y^{x_1} a(t)a_{k-1}(t)dtdy, \quad b_k(x)=\int_0^x\int_y^{x_1} a(t)b_{k-1}(t)dtdy,$$

$$(B^ku)(x)=(B(B^{k-1}u)(x))(x), \quad (k=2,3,...).$$

Applying the operator $(B\cdot)x$ to both sides of equation (7) we get

$$(Bu)(x)=(B^3u)(x)+c_1(a_1(x)+a_2(x))+c_2(b_1(x)+b_2(x))+(Bg)(x)+(B^2g)(x). \tag{8}$$

From (5) and (8) it follows

$$u(x)=(B^3u)(x)+c_1(x+a_1(x)+a_2(x))+c_2(1+b_1(x)+b_2(x))+g(x)+(Bg)(x)+(B^2g)(x).$$

Continuing this procedure *n* times we obtain the following integral representation for solutions of equation (1):

$$u(x)=(B^nu)(x)+c_1(x+\sum_{k=1}^{n-1}a_k(x))+c_2(1+\sum_{k=1}^{n-1}b_k(x))+\sum_{k=0}^{n-1}(B^kg)(x), \tag{9}$$

where $(B^0g)(x)=g(x)$.

Let $u(x)\in C[0,x_1]$. The following inequalities are easily obtained:

$$\left|(B^n u)(x)\right| \le 2|u|_1 \cdot \frac{|a|_0^n \cdot x_1^{2n}}{2^n}, \ (n = 1,2,...), \tag{10}$$

$$|a_k(x)| < \frac{|a|_0^k \cdot x_1^{2k}}{2^k} \cdot x, \quad |b_k(x)| < \frac{2 \cdot |a|_0^k \cdot x_1^{2k}}{2^k}, \quad (k = 2,3,...), \tag{11}$$

where $|f|_1 = \max_{x\in[0,x_1]}|f(x)|$.

Passing to the limit as $n \to \infty$ in the representation (9) and taking inequalities (10), (3) into account we get

$$u(x) = c_1 I_1(x) + c_2 I_2(x) + F(x), \tag{12}$$

where

$$I_1(x) = x + \sum_{k=1}^{\infty} a_k(x), \qquad I_2(x) = 1 + \sum_{k=1}^{\infty} b_k(x), \qquad F(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (B^k g)(x).$$

Using the inequalities (10), (11), we receive

$$|I_1(x)| \le \frac{2x}{2 - |a|_0 x_1^2}, \qquad |I_2(x)| < \frac{2 + |a|_0 \cdot x_1^2}{2 - |a|_0 x_1},$$
$$F(x) \le |g|_1 \frac{2 + |a|_0 \cdot x_1^2}{2 - |a|_0 x_1^2}. \tag{13}$$

From the form of functions $I_1(x), I_2(x)$ and $F(x)$ for $x \in [0, x_1]$, where x_1 satisfies inequality (3), it follows

$$I_1'(x) = 1 + \int_x^{x_1} a(t) I_1(t) dt, \qquad I_2'(x) = \int_x^{x_1} a(t) I_2(t) dt, \tag{14}$$

$$F'(x) = -\int_x^{x_1} f(t) dt + \int_x^{x_1} a(t) F(t) dt,$$

$$I_1''(x) = -a(x) I_1(x), \quad I_2''(x) = -a(x) I_2(x), \tag{15}$$

$$F''(x) = f(x) - a(x) F(x). \tag{16}$$

Considering (14) and the form of functions $I_1(x), I_2(x), F(x)$ we get

$$I_1(0) = F(0) = F'(x_1) = I_2'(x_1) = 0, \quad I_2(0) = I_1'(x_1) = 1. \tag{17}$$

From (15) and (16) it follows, that functions $I_1(x), I_2(x)$ are particular solution from class (2) of homogeneous equations

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + a(x) u = 0,$$

and the function $F(x)$ is solution of non-homogeneous equation (1).

From (15) and (17) we see that the Wronskian $W(x)$ of the system of functions $I_1(x), I_2(x)$ is equal to $-I_2(x)$. Therefore if $I_2(x_1) \neq 0$ then the functions $I_1(x)$ and $I_2(x)$ are linear independent on $[0, x_1]$ and the general solution to equation (1) is determined by the formula (12).

Hence, we proved the following theorem.

Theorem 1. *If $I_2(x_1) \neq 0$ then the function, given by the formula (12), is a general solution of equation (1) from class (2).*

Solution of boundary value problem

For equation (1) we consider the problem D. To solve the problem D we use the solution of equation (1), given by the formula (12).Substituting the function $u(x)$, given by formula (12), into boundary conditions (4) and taking into account (17) we have

$$\alpha_2 c_1 + \alpha_1 c_2 = \beta_1,$$
$$\alpha_4 c_1 + \alpha_3 c_2 = \beta_2. \quad (18)$$

By $\Delta = \alpha_2\alpha_3 - \alpha_1\alpha_4 \neq 0$ solution of system (18) exists and is determined by formulas

$$c_1 = \frac{1}{\Delta}(\beta_1\alpha_3 - \beta_2\alpha_1), \qquad c_2 = \frac{1}{\Delta}(\beta_2\alpha_2 - \beta_1\alpha_4). \quad (19)$$

If $\Delta = 0$ for the solvability of the systems (18) the conditions

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_3} = \frac{\alpha_2}{\alpha_4} = \frac{\beta_1}{\beta_2}. \quad (20)$$

are necessary and sufficient.

Thus, the following result holds.

Theorem 2. Let $I_2(x_1) \neq 0$. 1) If $\Delta \neq 0$ then the problem D has a unique solution, which found by the formulas (12) and (19). 2) If $\Delta = 0$ then for the solvability of the problem D it is necessary and sufficient that the equalities (20) was satisfying. In this case the problem D has an infinite number of solutions, which found be the formula (12), where any constants c_1, c_2 has connected be the relation (18).

Remark. Obviously, the results of present work and take place for $a(x)$, $f(x) \in C[0, x_1]$. In this case the solutions given by the formula (12) belongs to the class $C^2[0, x_1]$.

ЛИТЕРАТУРА

[1] E.Kamke, Differentialgleichungen, Lősungsmethoden und Lősungen, Teil 1, Akad. Verlag, Leipzig, 1959.

[2] M.F. Fedoryk, The asymptotically methods for lineary ordinary differential equations, Nauka, Moscow, 1983.

[3] M.A. Naimark, Linear Differential Operators, 1969.

[4] G.Sansone, Ordinary Differential Equations, V.1, 1953.

[5] E.A.Coddington, N.Levinson, Theory of ordinary differential equations, 1958.

[6] A.Boucherif, B. Chanane, Boundary value problems for second order differential inclusions // Int. I. Differ. Equ. Appl. 7 (2003), no. 2, 147-151, 10.

[7] A.Boucherif, B. Chanane, Second order multivalued boundary value problem // Comm. Appl. Nonlinear Anal. 11(2004), no. 1, 85-91.

[8] T.Donchev, M.Quincampoix, A two boundary value problem for a class of differential inclusions // I. Nonlinear Convex Anal. 5 (2004), no. 1, 59-69.

[9] L.Erbe, R.Ma, C.C.Tisdell, On two point boundary value problems for second order differential inclusions // Dynam. Systems Appl. 15 (2006), no. 1, 79-88.

[10] A.Tungatarov. D.K.Akhmed-Zaki, General solution of second order linear ordinary differential equations with variable coefficients // Journal of Inequalities and Special Functions. 2012, vol.3, no. 4, 42-49.

[11] A.Tungatarov, D.K.Akhmed-Zaki, Cauchy problem for one class of ordinary differential equations // Int.J. of Mathematical Analysis. 2012,vol.6, no.14, 695-699.

[12] A.Tungatarov, D.K.Akhmed-Zaki, Boundary value problem for second order ordinary linear differential equations with variable coefficients // International Journal of Mathematical Analysis. 2015, vol. 9, no. 3, 111-116.

Түнғатаров А., Чайниетова П.

Екінші ретті айнымалы коэффициентті жай дифференциалдық теңдеуге арналған шеттік есеп

Аңдатпа. Бұл жұмыста екінші ретті айнымалы коэффициентті жәй дифференциалдық теңдеулердің жалпы шешімі алынды. Осы класс үшін екі нүктелі шеттік есеп шешілді.

Түйін сөздер: екінші ретті жәй дифференциалдық теңдеу, екі нүктелі шеттік есеп

Тунгатаров А., Чайниетова П.С.

Двухточечные краевые задачи для дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами

Аннотация. В данной работе найдено обобщенное решение обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с переменными коэффициентами. Решена двухточечная краевая задача для этого класса.

Ключевые слова: обыкновенное дифференциальное уравнение втрого порядка, двухточечная краевая задача

ӘОЖ 517.948.34

М.Қ. Дауылбаев, А. Валиолда
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, akma.valiolda@gmail.com)

ШЕКАРАСЫ ЖЫЛЖЫМАЛЫ СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАСЫ

Аңдатпа. Бұл жұмыс сингулярлы ауытқыған шекарасы жылжымалы интегралды-дифференциалдық теңдеуге қойылған шекаралық есеп шешімінің асимптотикасын құруға арналған. Жұмыста шешімнің асимптотикалық жіктелуінің регулярлық және шекаралық қабатты мүшелері анықталды. Асимптотиканың регулярлық мүшелері әдеттегі ауытқымаған теңдеулерден бөлек интегралдық мүшелердің бастапқы секірістері деп аталатын қосымша мүшелері бар интегралды-дифференциалдық теңдеулер түрінде құрылды. Асимптотиканың шекаралық қабатты мүшелерін анықтау үшін біртекті және біртекті емес дифференциалдық теңдеулер тізбегі алынды. Берілген есептің шекаралық қабатты функциялары үшін экспоненциалды бағалаулар алынды. Сингулярлы ауытқыған есеп шешімі үшін асимптотикалық жіктелу мен асимптотиканың қалдық мүшесі үшін бағалаулар алынған. Берілген есеп шешімінің бар болуы, жалғыздығы және қалдық мүшесінің бағалауы туралы теорема дәлелденген. Мұндай есеп дифференциалдық теңдеулер үшін [1] жұмысында қарастырылған.

Түйін сөздер: сингулярлы ауытқу, интегралды-дифференциалдық теңдеу, асимптотикалық бағалау, шекаралық есеп.

Үлкен туындысының алдында кіші параметрі бар шекарасы жылжымалы интегралды-дифференциалдық теңдеуге қойылған келесі түрдегі шекаралық есепті қарастырайық:

$$\varepsilon y'' = A(t,y)y' + B(t,y) + \lambda F(t) + \int_0^1 H(t,x,y)y'(x)dx \tag{1}$$

$$y(0,\varepsilon) = \alpha, \quad y(\lambda,\varepsilon) = \beta, \quad y'(\lambda,\varepsilon) = \gamma, \tag{2}$$

мұндағы $\varepsilon > 0$ – кіші параметр, α, β, γ – белгілі тұрақтылар, ал λ - белгісіз параметр.

Келесі төмендегі шарттар орындалсын:

I. $A(t,y), B(t,y) \in C^{N+2}(D)$, $F(t) \in C^{N+2}[0,1]$, $H(t,x,y) \in C(D_1)$.

II. $0 < \gamma_1 < -A(t,y) < \gamma_2$, $(t,y) \in D$.

(1) теңдеуден $\varepsilon = 0$ болғанда

$$A(t,y_0)y_0' + B(t,y_0) + \lambda F(t) + \int_0^1 H(t,x,y_0(x))y_0'(x)dx = 0$$

теңдеуін аламыз. Бұл теңдеу сингулярлы ауытқыған (1) теңдеуге сәйкес жай ауытқымаған теңдеу деп аталады. Енді (1) теңдеуге сәйкес өзгертілген ауытқымаған деп аталатын теңдеуді

$$A(t,y_0)y_0' + B(t,y_0) + \lambda_0 F(t) + \int_0^1 H(t,x,y_0(x))y_0'(x)dx + \Delta_0(t) = 0, \tag{3}$$

келесі шарттармен қарастырайық:

$$y_0(0) = \alpha + \Delta_0, \quad y_0(\lambda_0) = \beta, \quad y_0'(\lambda_0) = \gamma, \tag{4}$$

мұндағы Δ_0, $\Delta_0(t)$ **сәйкесінше шешімнің және интегралдық мүшенің бастапқы секірістері деп аталады.**

III. (3), (4) есебінің $0 \le t \le 1$ **кесіндісінде жалғыз ғана** $y_0(t)$ **шешімі бар болсын.**

А.Н. Тихонов термині бойынша қосақталған деп аталатын келесі теңдеуді қарастырайық:

$$\dot{v}_0(\tau) = \int_{y_0(0)}^{y_0(0)+v_0(\tau)} A(0,w)dw, \quad v_0(0) = \alpha - y_0(0) \tag{5}$$

Бұл теңдеудің тыныштық нүктесі $v_0(\tau) = 0$ болып табылады.

IV. $\alpha - y_0(0)$ бастапқы мәні **(5) теңдеудің $v_0(\tau) = 0$ тыныштық нүктесінің әсер ету облысында жатсын.**

(1), (2) есеп шешімін келесі қосынды түрінде іздейміз:

$$y(t,\varepsilon) = y_\varepsilon(t) + v_\varepsilon(\tau), \quad \tau = \frac{t}{\varepsilon}, \tag{6}$$

мұндағы $y_\varepsilon(t)$ шешімнің регулярлық, $v_\varepsilon(\tau)$ шекаралық қабатты бөліктері деп аталады және олар келесі теңдеулерден анықталады:

$$\varepsilon y''_\varepsilon(t) = A(t, y_\varepsilon(t))y'_\varepsilon(t) + B(t, y_\varepsilon(t)) + \lambda F(t) + \varepsilon\int_0^\infty H(t, \varepsilon s, y_\varepsilon(\varepsilon s) + v_\varepsilon(s)) \times$$

$$\times y'_\varepsilon(\varepsilon s)ds + \int_0^\infty H(t, \varepsilon s, y_\varepsilon(\varepsilon s) + v_\varepsilon(s))\dot{v}_\varepsilon(s)ds - \varepsilon\int_0^\infty H(t,\varepsilon s, y_\varepsilon(\varepsilon s))y'_\varepsilon(\varepsilon s)ds + \tag{7}$$

$$+ \int_0^1 H(t,x, y_\varepsilon(x))y'_\varepsilon(x)dx,$$

$$\ddot{v}_\varepsilon(\tau) = \varepsilon A(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau) + v_\varepsilon(\tau))y'_\varepsilon(\varepsilon\tau) + A(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau) + v_\varepsilon(\tau))\dot{v}_\varepsilon(t) -$$

$$- \varepsilon A(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau))y'_\varepsilon(\varepsilon\tau) + \varepsilon B(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau) + v_\varepsilon(\tau)) - \varepsilon B(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau)) \tag{8}$$

(7), (8) теңдеулерінің шешімін келесі түрде іздейміз [2]:

$$y_\varepsilon(t) = \sum_{k=0}^\infty \varepsilon^k y_k(t), \; v_\varepsilon(\tau) = \sum_{k=0}^\infty \varepsilon^k v_k(\tau), \; \lambda = \lambda_0 + \varepsilon\lambda_1 + \ldots \tag{9}$$

(9) формуланы (7) теңдеуге қойып және $A(t, y_\varepsilon(t)), \; B(t, y_\varepsilon(t)), \; H(t, x, y_\varepsilon(x)), \; H(t, \varepsilon s, y_\varepsilon(\varepsilon s)), \; H(t, \varepsilon s, y_\varepsilon(\varepsilon s) + v_\varepsilon(s))$ функцияларын сәйкесінше $(t, y_0(t)), (t, x, y_0(x)), (t, 0, y_0(0), (t, 0, y_0(0) + v_0(s))$ нүктелерінің маңында Тейлор қатарына жіктеп, содан соң ε -ның бірдей дәрежелерінің алдындағы коэфициенттерін теңестіріп, $y_0(t), y_k(t), k \geq 1$ коэффициенттері үшін келесі интегралды дифференциалдық теңдеулер тізбегін аламыз:

$$A(t, y_0(t))y'_0(t) + B(t, y_0(t)) + \lambda_0 F(t) + \int_0^1 H(t,x, y_0(x))y'_0(x)dx + \Delta_0(t) = 0, \tag{10_0}$$

$$A(t, y_0(t))y'_k(t) + [A'_y(t, y_0(t))y'_0(t) + B'_y(t, y_0(t))]y_k(t) + \lambda_k F(t) +$$

$$+ \int_0^1 [H(t,x, y_0(x))y'_k(x) + H'_y(t, x, y_0(x))y'_0(x)y_k(x)]dx + \Delta_k(t) = P_k(t), \tag{10_k}$$

мұндағы $\Delta_0(t) \equiv \int_{\alpha}^{\alpha+\Delta_0} H(t,0,w)dw$, $\Delta_k(t) \equiv H(t,0,y_0(0))\Delta_k$, ал $P_k(t)$ **функциясы** $y_i(t), i<k$ коэффициенттерінен тәуелді белгілі функция.

(8) теңдеудегі $y_\varepsilon^{(i)}(\varepsilon\tau), i=0,1$ функцияларын (9) формуланы ескеріп, ε параметрінің дәрежелері бойынша келесі қатарға жіктейміз:

$$y_\varepsilon^{(i)}(\varepsilon\tau) = \overset{(i)}{\omega_i}(\tau) + \varepsilon\,\overset{(i)}{\omega_{i+1}}(\tau) + \varepsilon^2\,\overset{(i)}{\omega_{i+2}}(\tau) + \ldots, \quad i=0,1, \tag{11}$$

мұндағы

$$\omega_i(\tau) = y_i(0) + \tau\, y'_{i-1}(0) + \ldots + \frac{\tau^i}{i!} y_0^{(i)}(0). \tag{12}$$

Енді (9) формуланы (8) теңдеуге қойып және $A(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau))$, $B(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau))$, $A(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau)+v_\varepsilon(\tau))$, $B(\varepsilon\tau, y_\varepsilon(\varepsilon\tau)+v_\varepsilon(\tau))$ функцияларын, (11) формуланы ескеріп, Тейлор қатарына жіктеп, ε-ның бірдей дәрежелерінің алдындағы коэфициенттерді теңестірсек, $v_0(\tau), v_k(\tau), k\ge 1$ коэффициенттері үшін келесі дифференциалдық теңдеулер тізбегін аламыз:

$$\ddot{v}_0(\tau) = A(0, y_0(0)+v_0(\tau))\dot{v}_0(\tau), \tag{13_0}$$

$$\ddot{v}_k(\tau) = \frac{d}{d\tau}\left[A(0, y_0(0)+v_0(\tau))(\omega_k(\tau)+v_k(\tau)) - A(0, y_0(0))\omega_k(\tau)\right] + \Phi_k(\tau), \tag{13_k}$$

мұндағы $\omega_k(\tau)$ функциялары **(12) формуламен өрнектеледі, ал** $\Phi_k(\tau)$ **функциясы** $v_i(\tau), i<k$ коэффициенттерінен тәуелді белгілі функция.

Енді (9) жіктеудің $y_k(t), v_k(\tau), k\ge 0$ коэффициенттері үшін қосымша шарттарды анықтаймыз. Ол үшін (6) формуланы (9) жіктеуді ескере отырып (2) шарттарға қоямыз және ε **параметрінің бірдей дәрежелерінің алдындағы коэффициенттерін теңестіреміз [3]. Сонда келесі шарттарды аламыз:**

$$y_0(0) = \alpha + \Delta_0, \quad y_0(\lambda_0) = \beta, \quad y'_0(\lambda_0) = \gamma, \tag{14_0}$$

мұнда Δ_0 арқылы $-v_0(0)$ шамасы белгіленді, яғни $\Delta_0 \equiv -v_0(0)$ және

$y_k(0) = \Delta_k$,

$$y_k(\lambda_0) = -\sum_{m=1}^{k}\lambda_m y'_{k-m}(\lambda_0) - \sum_{i=0}^{k-2}\sum_{m=2}^{k-i}\frac{y_i^{(m)}(\lambda_0)}{m!}\sum_{\mu_1+\ldots+\mu_m=k-i}\prod_{p=1}^{m}\lambda_{m_p}, \tag{14_k}$$

$$y'_k(\lambda_0) = -\sum_{m=1}^{k}\lambda_m y''_{k-m}(\lambda_0) - \sum_{i=0}^{k-2}\sum_{m=2}^{k-i}\frac{y_i^{(m+1)}(\lambda_0)}{m!}\sum_{\mu_1+\ldots+\mu_m=k-i}\prod_{p=1}^{m}\lambda_{m_p},$$

мұндағы $\Delta_k \equiv -v_k(0)$.

$v_0(\tau)$ **коэффициентінің бастапқы шарттарын анықтау үшін** (13_0) теңдеуін $(0,\infty)$ аралығында интегралдаймыз және $\dot{v}_0(\infty) = 0$ *шартын ескереміз. Сонда*

$$\dot{v}_0(0) = -\int_{\alpha}^{\alpha+\Delta_0} A(0,w)dw, \quad v_0(0) = -\Delta_0 \tag{15_0}$$

шарттарын аламыз. $v_k(\tau), k\ge 1$ **коэффициенттерінің бастапқы шарттарын анықтау үшін**

(13_k) теңдеуін $(0,\infty)$ аралығында интегралдаймыз және $v_k(\infty)=0$ *шартын ескеріп, келесі шарттарды аламыз:*

$$\dot{v}_k(0)=-[A(0,y_0(0))\Delta_k+\int_0^\infty \Phi_k(\tau)d\tau],\qquad v_k(0)=-\Delta_k \tag{15_k}$$

Сонымен, (10_0) теңдеуін (14_0) шарттарымен, ал (13_0) теңдеуін (15_0) шарттарымен шешіп, $y_0(t),\ v_0(\tau)$ **нөлдік жуықтауларын аламыз. Ал** $y_k(t),v_k(\tau),k\geq 1$ **коэффициенттері, яғни** $k-$**шы жуықтаулар,** (10_k), (14_k) және (13_k), (15_k) есептерінен анықталады.

Лемма. Шекаралық $v_k(\tau),k\geq 0$ **функциялары үшін келесі бағалаулар орындалады:**

$$\left|v_k^{(i)}(\tau)\right|\leq Ke^{-\gamma\tau},\ \ \tau\geq 0,\ \ k\geq 0,\ i=0,1, \tag{16}$$

мұндағы $K>0$ және $\gamma>0-\ \varepsilon-$нан тәуелсіз тұрақтылар.

(9) жіктеулердің келесі N-ші дербес қосындын құрайық:

$$\bar{y}_N(t,\varepsilon)=\sum_{k=0}^{N}\varepsilon^k y_k(t)+\sum_{k=0}^{N+1}\varepsilon^k v_k(\tau),\ \ \tau=\frac{t}{\varepsilon}, \tag{17}$$

мұндағы $y_k(t),k=\overline{0,N}$ коэффициенттері (10_k), (14_k), есептерінің шешімдері және олар өздерінің бірінші туындыларымен қоса $0\leq t\leq 1$ кесіндісінде шенелген функциялар болады, ал $v_k(\tau),k=\overline{0,N+1}$ коэффициенттері (13_k), (15_k) есептерінің шешімдері және олар (16) теңсіздікті қанағаттандырады, яғни шекаралық қабатты функциялар болып табылады.

(17) формуласымен өрнектелген $\bar{y}_N(t,\varepsilon)$ функциясы $0\leq t\leq 1$ кесіндісінде (1), (2) есебінің $O(\varepsilon^{N+1})$ дәлдікпен алынған жуық шешімі болатынына оңай көз жеткізуге болады, яғни

$$\varepsilon\bar{y}_N''=A(t,\bar{y}_N)\bar{y}_N'+B(t,\bar{y}_N)+\lambda F(t)+\int_0^1 H(t,x,\bar{y}_N(x,\varepsilon))\bar{y}_N'(x,\varepsilon)dx+O(\varepsilon^{N+1}),$$

$$\bar{y}_N(0,\varepsilon)=O(\varepsilon^{N+1}),\quad \bar{y}_N(\lambda,\varepsilon)=O(\varepsilon^{N+1}),\quad \bar{y}_N'(\lambda,\varepsilon)=O(\varepsilon^{N+1})$$

Теорема. Егер I-IV шарттар орындалса, онда сингулярлы ауытқыған (1), (2) есебінің [0,1] кесіндісінде жалғыз шешімі бар болады және ол шешім үшін келесі асимтотикалық жіктелу орындалады:

$y(t,\varepsilon)=\bar{y}_N(t,\varepsilon)+R_N(t,\varepsilon)$,

мұндағы $\bar{y}_N(t,\varepsilon)$ **функциясы (17) формуласымен өрнектеледі, ал** $R_N(t,\varepsilon)$ қалдық мүшесі үшін келесі бағалау дұрыс болады:

$$\left|R_N^{(i)}(t,\varepsilon)\right|\leq K\varepsilon^{N+1},\ \ i=0,1,\quad 0\leq t\leq 1,$$

мұндағы $N\geq 0$ – кез-келген бүтін сан, $K>0-\ \varepsilon-$нан тәуелсіз тұрақты.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Касымов К.А., Нургабыл Д.Н. Асимптотическое поведение решений линейных сингулярно возмущенных общих неразделенных краевых задач, имеющих начальный скачок //Украинский математический журнал. – Киев – 2003. – Т. 55. – №11. – С 1496-1508.

[2] Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические разложения решений сингулярно возмущенных уравнений. – М.: Наука, 1973. – 272 с.

[3] Касымов К.А. Дифференциальные уравнения с малым параметром – А.: КазПИ им. Абая, 1985.

Дауылбаев М.Қ., Валиолда А.

Асимптотика решения сингулярно возмущенного интегро-дифференциального уравнения с подвижной границей

Резюме. Работа посвящена построению асимтотики решения сингулярно возмущенного интегро-дифференциального уравнения с подвижной границой. Определены регулярные и погранслойные части асимптотического разложения решения. Получены экспоненциальные оценки для погранслойных членов асимптотики. Получены оценки для асимптотического разложения решения сингулярно возмущенной задачи и для остаточного члена. Доказана теорема существования, единственности и об асимптотическом представлении решения с оценкой остаточного члена асимптотики.

Ключевые слова: сингулярное возмущение, интегро-дифференциальное уравнение, асимптотическое разложение, краевая задача.

Dauylbaev M.K., Valiolda A.

Asimptotics of the solution of singularly perturbed integro-differencial equation with movable border

Summary. The article is dedicated to construction of asimptotics of the solution of singularly perturbed integro-differencial equation with movable border. Regular and boundary layer members of the asimptotic expansion of the solution are defined. Exponential estimates for boundary layer members of the asimptotics are obtained. We obtain estimates for the asimptotic expansion of the solution of singularly perturbed equation and for the remainder term. A theorem of existence, uniqueness and asymptotic representation of solution with an estimate of the remainder term of the asimptotics is proved.

Key words: singular perturbation, integro-differencial equation, asimptotic expansion, boundary value problem.

А.Қ. Бекболғанова, Г.П. Ахметова

МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚТТЫ АРТТЫРУДАҒЫ ҚОЛДАНБАЛЫЛЫҚТЫҢ РӨЛІ МЕН ҚЫЗМЕТІ

Аңдатпа: Мақалада бүгінгі таңдағы негізгі мәселе болып отырған оқушылардың математикалық сауаттылықты арттырудағы қолданбалылықтың рөлі мен қызметі көрсетілген. Сонымен бірге мектептегі математиканы оқытудың негізгі мақсаттары көрсетілген.

Түйін сөздер: функционалдық сауаттылық, білім, кеңістік, оқушы, ғылым, мәдениет, ұғым.

Қазіргі қоғамның әлеуметтік тапсырысы оқу орындарының алдына еңбектің, кәсіптің және ғылыми қызметтің барысында кеңінен қолдануға қажетті біліммен, іскерлікпен және дағдымен қамтамасыз етілген, сонымен бірге халық шаруашылығының міндеттерін шешуге белсене араласуға қабілетті, жан – жақты дамыған тұлғаны тәрбиелеу мақсатын қойып отыр.

Бүгінгі күн талабына сай жан – жақты дамыған, белсенді, өмірге талпынысы, қызығушылығы бар адамды мектеп табалдырығынан дайындап шығарудың ең бір тиімді тәсілі ол – оқытудағы математикалық сауаттылық. Математикалық сауаттылық мәселелері оқу процесіндегі толығымен орындалмай отырғандығын көрсетеді. Математикалық сауаттылық проблемалары осы күнге дейін аз айтылып жүрген жоқ. Егер әр бір мұғалім әр сабақта математикалық сауаттылықты қалыптастырып, үнемі көңіл бөліп отырса, білім сапасы әлдеқайда жақсарар еді. Сондықтан, математикалық сауаттылықты арттыру мәселесі, яғни оқытудың қолданбалылығын жүзеге асырудың зәрулігі туындайды, өйткені тәжірибе жүзінде математикалық аппаратты пайдалана білудің негізінде оқытудың, үйретудің маңыздылығы артып отыр.

Математиканың ерекшелігі – оның қолданылымының әмбебаптығы. Табиғаттың рухани және материалдық байлықтарын ұқыпты игеруде өлшеп, есептеп, саралап алмай мәселені шешуге тіптен болмайтыны өзінен-өзі белгілі. Міне, осы кезде математиканың табиғаттағы, адам өміріндегі рөлі айқындалады.

Жалпы орта білім деңгейінде математиканы оқыту келесі мақсаттарға жетуге бағытталған:

- салалас пәндер мен қолданбалы есептерді шығару және сипаттау үшін математикалық модельдерді құрастыру мен зерттеу;
- математикалық материалдар бойынша есептерді шығару алгоритмдерін өздігінен құру және орындау;
- тәжірибеде қолдануға қажетті математикалық білім мен біліктер жүйесін дамыту;
- қолданбалы бағыттағы есептерді шығару құралы ретінде математикалық тілді меңгеру;

- тәжірибелік сипаттағы есептеулерді орындау;

- математикалық формулаларды қолдану және жеке жағдайларды жалпылау негізінде математикалық формулаларды өздігінен құру.

Міне, сондықтан мектепте математика курсын оқытудың ең маңызды мақсаттарының бірі - математиканың қолданбалы мүмкіндіктерін ашу. Ал бұл мүмкіндікті ашуда қолданбалы есептердің маңызы зор. Қолданбалы есептер деп математикалық әдістермен шығарылатын математикадан тыс құрылған есептерді айтамыз.

Өмір тәжірибесінің артуы, білім қорының молая түсуі оқушылардың қиялын да дамыта түседі. Оқушылардың қиялын дамытуда олардың ойлауына ғана әсер етпей, эмоциясына әсер етерліктей әдістерді іздестіру керек. Оқушылардың жас, дара ерекшеліктерін ескеріп отыру, қиялы күшті дамыған балалармен дербес жұмыс жүргізу, табиғатқа, өндіріс орындарына экскурсиялар жасау, түрлі тапсырмаларды оқушыларға дербес орындатып отырғызу, оқу барысында кездескен қиыншылықтарды жеңе алуға баулу т. б. осындай әдістер бала қиялын дамытудың түрлері болып табылады.

Оқушының күнде көріп жүрген өзінің айналасындағы заттарды зер салып қарауы, түсінуге, санауға арналған тапсырмалар, сурет бойынша есеп құрастыр, сұрақ қой, жауап бер, дәлелде, деген сияқты тапсырмалар есептің келесі мәнді белгісін сезінуге септігін тигізсе, сөздік қорын молайтады, сөйлеу тілін дамытады.

Қолданбалы бағыттағы есептерді, терминдерді оқушылардың сөздік қорына кіргізу; ондай есептерді шығару барысында алынған жауаптарында, есепті талдағанда математикалық термидерді пайдаланып отырса, оқушылар бірте-бірте осы сөздерді еркін пайдалана алатындай дәрежеге жетеді.

Есептің мазмұнын түсініп оқуға бала бірден жетпейді, бұл әр оқушыда әр түрлі болып келеді. Оқыған есепті нашар түсінетін оқушылардың көбінесе сөздік қоры өте аз болады. Бала оқуының бұл ақаулығын мұғалімдер кезінде көре біліп, сөздік қорын молайту жағын ойластыруы тиіс. Бұл үшін оқушыға есепті мәнерлеп, асықпай оқытып, оның шарты мен сұрағын тапқызып үйрету қажет. Оқыған есептің қысқаша жазылуын орындау, асықпай, аптықпай, мәнерлеп оқуға жаттықтыру сияқты тәсілдерді де жиі қолданып отырмаса болмайды. Мәнерлеп оқу есептің логикасын аңғаруға мүмкіндік береді.

Оқушыларды сөйлеу мәдениетіне төселдіруді әсіресе мектеп жағдайында қолға алу үшін мұғалімге төмендегідей жұмыстарды жүргізуге болады: оқушылардың математикалық терминдерді саналы меңгерумен қатар практика жүзінде қолдана білуіне ерекше қамқорлық жасау қажет. Сабақтың үстінде де, сабақтан тыс кездерде де оқушылардың ауызша және жазбаша сөйлеуінің дұрыстығын қадағалап отыру, жаңа сөздердің мағынасын түсіндіріп, сөздік дәптеріне жазғыздыру, әрбір сөйлемді тиянақты ой білдіретіндей етіп құра алуға үйрету [1, 103 б.].

Қолданбалы есептерді шешу оқушылардың қызығушылығын, оң сезімдерін тудырып, қанағаттанарлық сезімге бөлейді. Сондай түрдегі есептерді шығару көп жағдайларда ұсынылған жағдаяттарды қарап шығып, олардың математикалық үлгілерін құрастырып, алынған математикалық есеп шешімінің нәтижесін бастапқы жағдаймен салыстыру, яғни қолданбалы есептерді шешуге дайындық өткізіледі. Осындай әрекет үдерісінде оқылатын материал терең меңгеріледі.

Демек, оқушылардың қолданбалы есептер арқылы математикалық сауаттылығын арттыру мұғалімнің оқу үрдісінде қолданған әдістеріне тікелей байланысты болады.

Сонымен, мектепте оқушылардың математикалық сауаттылығын арттыру үшін мына міндеттер жүзеге асырылуға тиіс:

- қолданбалы есептерді шешу барысында оқушылардың математикалық сауаттылығын арттыратындай түрлі жағдайлар туғызу;

- қолданбалы есептерді ұғынуда баланың ойлау жұмысына деген дұрыс мотивтерін (қолданбалы бағыттағы есептерді шығаруға құмарлық, - қолданбалы есептердің әр түрлі сюжеттерінің сипатталуындағы ерекшеліктерді байқай білуге, оны түсінуге ұмтылу т.б.) қалыптастыру;

- қолданбалы есептерді шығару барысында оқушылардың әралуан ойлау әрекетін, проблемалық, шығармашылық ізденістерін дұрыс ұйымдастыру;

- қолданбалы бағыттағы есептердің мазмұнын баяндауда оқушылардың бұрынғы білім қорларын, деректерді әр жолы жаңаша көре білуін ұйымдастыру, бұрын таныс нәрсені байқаған сайын жаңадан көріп тұрғандай сезім тудыра білу, сөйтіп олардың ерекше сезімталдығын тәрбиелеп отыру қажет.

Математиканы оқытудың қолданбалылығы математикалық сауаттылықты арттыруға әсер ететін бірнеше дидактикалық функцияларды орындайды. Әдебиеттерді талдау математиканы оқытудың қолданбалылығының мәселесін құрайтын математикалық білімнің келесі компоненттерін анықтауға мүмкіндік береді:

1) математикалық модельдерді құру және осыған байланысты қолданбалы есептерді шығарудың арнайы тәсілдерін меңгерту;

2) өзіндік дидактикалық функция ретінде қолданбалы есептердің сюжетін таңдау;

3) дидактикалық құрылым ретінде қолданбалы есептерге сараптама жасау;

4) қолданбалы есептердің логикасы және оларды шығару;

5) танымдық қызығушылықты және ғылыми көзқарасты қалыптастыру.

Модельдеу әдісі – табиғатты танып білудің құралы. Модель мен төлтума шынайы объектінің арасында белгілі сәйкестік болуы керек. Осы сәйкестіктің көмегімен модельдік білім шынайы обьектіге қолданылады, салыстырмалы жасанды жүйе туралы білім табиғи жүйеге таратылады.

Модельдеу әдісі бір объектіні танып білуден өзгесін немесе өзге объектілерді танып білуге өтуді білдіреді. Модель – кейбір нақты өмірде бар немесе ойда елестететін жүйе.

Шын мәнінде, мектептегі математика курсының кез келген тақырыбы математикалық модель құрастырумен аяқталады, оны құрастыруға индуктивті де, дедуктивті де әдістер қолданылады. Талқылау нәтижесінде қандай да бір формула, график, алгоритм және тағы басқа шығарып алғанда модельдеу ісімен айналысамыз.

Математикалық сауттылықтың дәстүрлі сабақ беруде қалыптасатын элементтері формализациялау кезеңімен байланысты, олар: талдау және жинақтау, салыстыру, жалпылау және абстракциялау; индуктивті ақыл – ойды қорытындылау дағдысы; зерттелетін құбылыстың маңызды жақтарын бөліп ала білу; математикалық модельді баяндайтын түрлі тілмен танысу.

Педагогикалық әдебиеттерді [2], [3] және педагогикалық тәжірибені талдау оқушыларды есеп шығаруға үйретудің нәтижелілігі есептің мазмұнын, сабақтың дидактикалық және тәрбиелік мақсатын таңдауға мүмкіндік беретін әртүрлі әдістемелік тәсілдерді пайдаланғанда жүзеге асатынын көрсетті. Жекелеген авторлар [4], [5], [6] есепті шығара білу іскерлігін қалыптастыру бойынша оларды шешудің әр кезеңінде пайдаланылатын жұмыстың арнайы тәсілдерін ұсынады, бірақ олар мектеп курсындағы математиканың мәтіндік есептерін шығару үшін жасалған, ал оқу орындарында қолданбалы есептерді шығару үшін мұндай тәсілдер нақтыланбаған. Математикалық сауаттылық элементтерін талдаудың және мәтіндік есептерді шығарудағы әдістемелік тәсілдердің негізінде біз қолданбалы есептерді шығара білуге оқушыларды үйретудің арнайы тәсілдерін бөліп алдық, олар:

– математика сабағында қосымша ақпарат алу үшін анықтамаларды және басқа да әдебиеттерді пайдалану;

– есепте қысқартылу және берілудің мазмұны, қажеттілігі жайлы оқытушының түсіндіруі;

– алгебралық өрнекпен жазылған жаттығулар жүйесі; күрделі есептерді шығарудың алдында біртіндеп күрделенетін жаттығуларды жасау;

– артық түбірдің пайда болу себебін, математикалық модельді құрудағы, зерттеу әдістерін таңдаудағы математикалық қателіктерді анықтау.

Табиғат пен техникадағы құбылыстар мен процестердегі шамалардың байланысын таблица, формула, графиктер арқылы өрнектеу – математикалық модельдеу деп аталады.

Сонымен, жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, біз қолданбалы есептерді шығару математикалық білімді өмірімен ұштастыруға, алған білімін еңбекпен байланысты іс-әрекеттермен қолдана білуге көмектеседі деп ойлаймыз. Есептердің мазмұнында теориялық немесе тәжірибелік маңызы бар сұрақ туатын қандай да бір болмасындағы жағдайлар баяндалады. Осы тұрғыда қолданбалы бағыттағы математикалық есептерді қарастыру, оларды шығарудың әдіс-тәсілдерін үйретеді, есеп шығару дағдыларын қалыптастырады деген тұжырым жасаймыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Баймұханов Б.Б. Оқушылардың функционалды сауаттылығын қалыптастырудағы мұғалімнің кәсіби құзыреттілігі, Алматы 2015

[2] Пышкало А.М. Занимательная математика Планета детства, Астрель, АСТ ISBN: 5237025706, 2000

[3] Жетпісбаева Г.О. Математиканы оқыту әдістемесі: 05010100- Мектепке дейінгі оқыту мен тәрбиелеу маманд. арналған лекциялар жинағы / - Шымкент : 0ҚМУ, 2012. - 106 с. - Б. ц.

[4] Математика: учебно-методический комплекс по дисциплине: конспект лекций / сост. М.И.Якутова. – Абакан, 2010.

[5] Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. 2 изд. — М.

[6] Шапиро И.М. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики Книга для учителя. — М.: Просвещение, 2000. — 96 с.

А.А. Тулешова
(Институт информационных и вычислительных технологий комитета науки,
Алматы, Республика Казахстан, a.shadyman@mail.ru)

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ M35SP-6 КАРОТАЖНОЙ СТАНЦИИ

Аннотация. Исследование направлено на совершенствование и разработку подходов к измерению пусковых характеристик. Проведен анализ известных методов и определились основные недостатки, которые не позволяли их последующее эффективное использование. Получен метод ускоренного контроля пусковых характеристик ШД, что позволяет повысить быстродействие измерения путем полной автоматизации процессов настройки и управления системы измерительного контроля и обработки данных. Рассмотренный подход моделирования пусковых характеристик позволяет не только осуществить математическое описание данных зависимостей, но и воспроизвести сам процесс измерения пускового момента. Этот факт важен, прежде всего, в методологическом аспекте, поскольку позволяет представлять разработанный подход математического моделирования в виде метода измерения пускового момента.

Ключевые слова: рентгенометрическая каротажная станция, шаговый двигатель, алгоритм моделирования, пусковые характеристики, уравнения динамики.

Постановка задачи. Управление движениями датчиков рентгенометрической каротажной станции обеспечивается шаговыми двигателями типа M35SP-6. Управление осуществляется на основе зависимости пускового момента от частоты управляющих импульсов шагового двигателя, которая определяет диапазон значений момента нагрузки, при которой двигатель способен запускаться без потери шагов для разных частот напряжения питания [1].

Данное исследование направлено на совершенствование и разработку подходов к измерению пусковых характеристик. Для этого следует провести анализ известных методов и определить основные недостатки, которые не позволяют их последующее эффективное использование[2].

Для измерения пускового момента применяются тензорезистивные сенсоры[3]. Тензорезистивный метод позволяет провести измерение пускового момента ШД с высокой точностью, а также осуществить преобразование его в удобной форме. Для снятия пусковой характеристики момент нагрузки постепенно увеличивается до тех пор, пока двигатель не сможет запуститься при данной частоте, то есть момента ШД будет недостаточно для преодоления сопротивления. При этом равновесие моментов фиксируется визуально оператором, что не позволяет автоматизировать процесс измерения.

Эти методы и средства, решая проблему измерения пускового момента, не рассматривают вопроса контроля, как установление соответствия измеряемой величины заданным нормам.

Для этого следует разработать новый критерий, который позволит проводить данную операцию в автоматическом режиме. Эту задачу можно решить на основе математического моделирования динамики шагового двигателя M35SP-6.

Математическое моделирование. Уравнения динамики шагового двигателя представим в следующем в виде[3]:

$$\begin{cases} J\dfrac{d^2\theta}{dt^2}+D\dfrac{d\theta}{dt}+pn\Phi_m i_A\sin(p\theta)+pn\Phi_m i_B\sin(p(\theta-\lambda))-M_H=0 \\ V_{gA}-ri_A-L\dfrac{di_A}{dt}-M\dfrac{di_B}{dt}+\dfrac{d}{dt}[n\Phi_m\cos(p\theta)]=0 \\ V_{gB}-ri_A-L\dfrac{di_B}{dt}-M\dfrac{di_A}{dt}+\dfrac{d}{dt}[n\Phi_m\cos(p(\theta-\lambda))]=0 \\ M_n=-nN_r\Phi_m[i_A\sin(N_r\theta)+i_B\cos(N_r\theta)] \end{cases}, \quad (1)$$

где V_{gA} , V_{gB} – напряжение питания, соответственно фазы A и B; i_A , i_B – ток в обмотках фаз; $n\Phi_m$ – потокосцепление; L – собственная индуктивность каждой фазы; M – взаимная индуктивность; r – сопротивление обмотки статора; N_r – количество зубцов ротора; p – число пар полюсов; n – количество витков обмотки; J – момент инерции; D – коэффициент вязкого трения; θ – угол поворота ротора относительно статора; λ – шаг зубцов статора ШД; M_n – электромагнитный момент ШД; M_H – момент нагрузки.

Ранее[3] моделирование уравнений динамики ШД (1) показал, для режимов холостого хода и нагрузки, в области низких частот, ротор двигателя также скачкообразно изменяет направление вращения, которое свидетельствует о неоднозначности указанного утверждения. Потому следует осуществить уточнение таким образом, чтобы условие выхода ШД из синхронизма было не только однозначным, но и в дальнейшем давало возможность реализовать его как средство контроля пускового момента. При перегрузке ШД важным фактом является не только стремительное вращение вала в направлении действия момента нагрузки, но и длительность вращения. При переходе от одного углового положения к следующему длительность колебаний не превышает полпериода напряжения питания. В момент выхода из синхронизма угол поворота ШД не изменяет свое направление, а его длительность, очевидно, превышает полупериод напряжения питания.

Это следует из того, что пусковые характеристики относятся к классу кривых вращений и представляют собой область старта на рисунке 1.

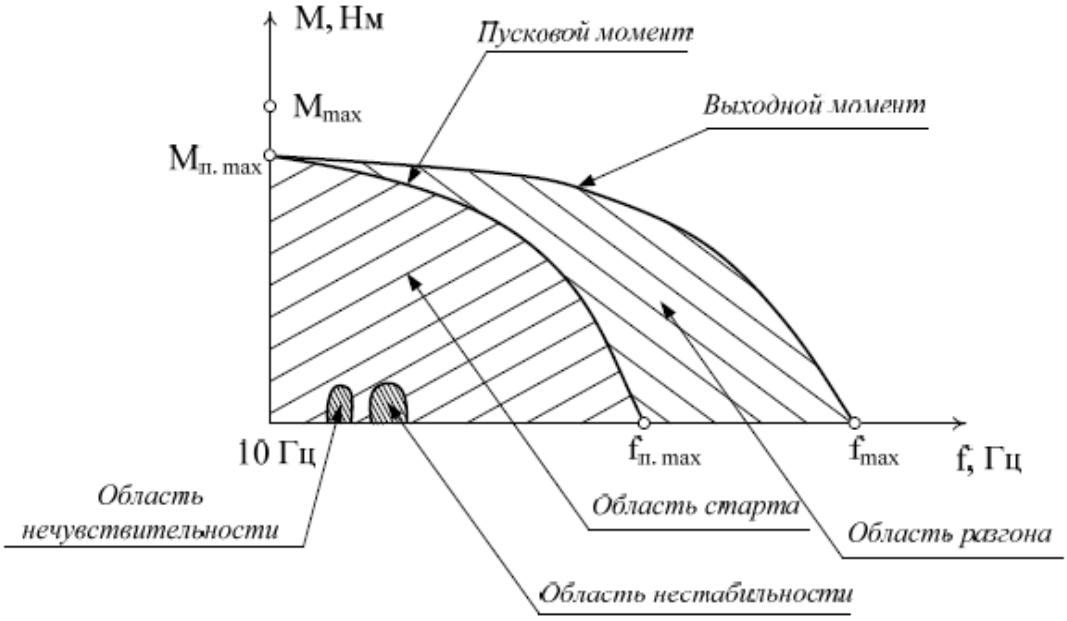


Рис. 1. Пусковая и выходная характеристики ШД

Общая теория, что описывают данные характеристики, имеет ряд недостатков, в частности, не учитываются зоны нечувствительности и нестабильности, которые определяются экспериментальным путем, наличие предположений и упрощений в расчетах аналитической зависимости $M(f)$. Поэтому актуальной является задача математического моделирования пусковых характеристик[4].

Главная идея моделирования зависимости пускового момента ШД от частоты напряжения питания заключается в определении характеристики двигателя. То есть, следует определить такой максимальный момент нагрузки для каждого значения частоты напряжения питания в пусковом диапазоне, при котором ШД остается в синхронизме и способен вращаться в заданном направлении и останавливаться. Даная операция возможна после решения математической модели (1) при применении разработанного критерия выхода ШД из синхронизма.

Алгоритм моделирования динамики шагового двигателя представлен на рисунке 2.

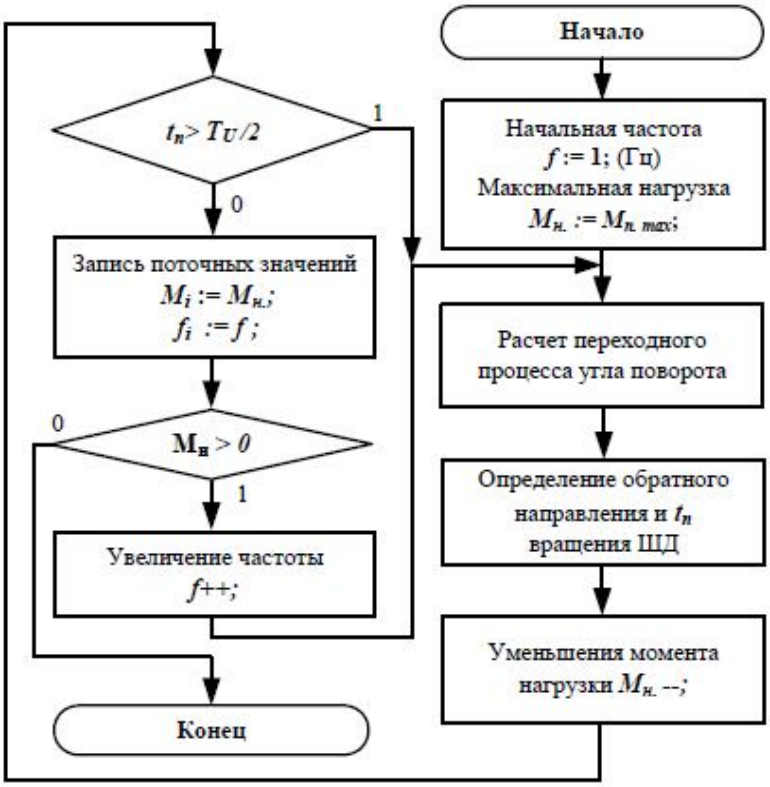


Рис. 2. Алгоритм моделирования пускового момента

После установления минимальной частоты напряжения питания f = 1 (Гц) и максимального пускового момента $M_{n.\max}$ из системы (1) получают решение для угла поворота θ (t) ШД. После чего определяются такие участки зависимости, первая производная которых является отрицательной, то есть направление вращения вала противоположно заданному. Путем сравнения длительности найденных участков с полупериодом напряжения питания TU / 2, устанавливается, достаточно ли пускового момента ШД для преодоления нагрузки.

Основным критерием выхода из синхронизма ШД при перегрузке является вращение вала в направлении действия нагрузки за время t_n, что превышает полупериод напряжения питания T_U / 2, то есть

$$t_n > \frac{T_U}{2} \quad . \tag{2}$$

В случае, если значение пускового момента ШД для преодоления нагрузки недостаточно и соответственно выполняется неравенство (2), момент нагрузки $M_н$ уменьшается на предварительно установленный шаг, а процесс расчета переходного процесса угла поворота повторяется. Процесс длится к тому моменту, пока (2) не будет нарушена, и ШД сможет запуститься без потери шагов, а его пусковой момент при данной частоте будет превышать момент нагрузки. Тогда предыдущее значение момента и будет максимальным пусковым моментом на данной частоте. После запоминания текущих значений частоты и момента происходит увеличение частоты на предварительно заданный шаг и проводится расчет угла поворота при данной частоте и нагрузке. Процесс расчета повторяется, пока текущее значение момента нагрузки не будет близким к нулю. После чего, по сохраненным значениям строится пусковая характеристика.

Используя современную технологию NET Framework 2.0, разработана компьютерная программа на основе приведенного алгоритма (рисунок 2), который осуществляет моделирование пусковой характеристики для ШД с заданными параметрами или типом (рисунок 3).



Рис. 3. Результаты моделирования пусковой характеристики ШД М35SP-6

Обсуждение результатов. Как видно из рисунка 3 полученная зависимость пускового момента от частоты напряжения питания ШД воспроизводит представленную на рисунке 1 теоретическую пусковую характеристику, учитывая при этом «провалы» низкочастотного резонанса. Это позволяет скорректировать измерительный процесс при контроле пускового момента. Также, используя пусковую характеристику, важно определить частоту приемистости ШД, которая является максимальной частотой напряжения питания, при котором двигатель способен запуститься без потери шагов. Контроль пусковых характеристик ШД основан на дискретном измерении его момента в пусковом диапазоне частоты напряжения питания при пошаговом уменьшении нагрузки, начиная с максимальной ($M_{n.\max}$) к тому моменту, когда двигатель сможет запуститься. Этот момент времени определяется за критерием выхода ШД из синхронизма (2), путем сравнения времени вращения вала ШД в направлении, которое противоположно заданному, с полупериодом напряжения питания. Обработка полученных значений пускового момента для всех частот напряжения питания, в виде пусковой характеристики, направленная на определение частоты приемистости и установление типа качества ШД. Таким образом, имеем метод ускоренного контроля пусковых характеристик ШД, что позволяет повысить быстродействие измерения путем полной автоматизации процессов настройки и управления системы измерительного контроля и обработки данных.

Рассмотренный подход моделирования пусковых характеристик позволяет не только осуществить математическое описание данных зависимостей, но и воспроизвести сам процесс измерения пускового момента. Этот факт важен, прежде всего, в методологическом аспекте, поскольку позволяет представлять разработанный подход математического моделирования в виде метода измерения пускового момента.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гумен, В.Ф. Следящий шаговый электропривод / В.Ф. Гумен, Т.В. Калининская. – Л.: Энергия, 1980. – 168 с.

[2] Дискретный электропривод с шаговыми двигателями / Б.А. Ивоботенко и др. Под общ. ред. М.Г. Чиликина. – М.: Энергия, 1971. – 624 с.

[3] Тулешов А.К., Дракунов Ю.М., Тулешова А.А. Моделирование динамики шагового двигателя каротажной станции// Научный журнал «Вестник НИА РК», №1(35), Алматы – С.57-63.

[4] Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления / Т. Кенио; пер. с анг. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с.

Тулешова А.А.

Каротаждық станцияның М35SP-6 қадамдық қозғалтқыштың динамикасын талдау.

Түйіндеме. Ғылыми-зерттеу бастапқы өлшеу тәсілдерінің сипаттамаларын жетілдіру және дамытуға бағытталған. Белгілі әдістері мен оларды одан әрі тиімді пайдаланудың алдын негізгі кемшіліктерін талдау. Түзету мен өлшеуді бақылау және деректерді өңдеуін бақылау процестерін жалпы автоматтандыруды өлшеу өнімділігін жақсарту мүмкіндігін сипаттамаларынан бастап ЖМ жеделдетіп бақылау әдісімесі алынған .

Түйінді сөздер: радиометриялық каротаж станциясы, жандандыру мотор, модельдеу алгоритмі, бастапқы сипаттамалары, динамика теңдеуі.

Tuleshova A.

Stepper motor dynamics analysis M35SP- 6 logging unit

Summary. The research is aimed at improving and developing approaches to measuring starting characteristics. Analysis of the known methods and the main disadvantages that prevented their further effective use. Obtained by the method of accelerated control of the starting characteristics of the stepper motor that can improve performance by measuring the total automation of the processes of adjustment and control of the measuring control and data processing.

Key words: radiometric logging station, a stepping motor, the simulation algorithm, starting characteristics, the dynamics equation.

ӘОЖ 621.865.8

[1]Қ.Ә. Өжікенов, [2]П.Г. Михайлов, [1]Ж.К. Күшегенова, [1]М.Ж. Айтимов
([1]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, email: kushegenovazh@gmail.com
[2]Пенза мемлекеттік технологиялық университеті, Пенза, Ресей)

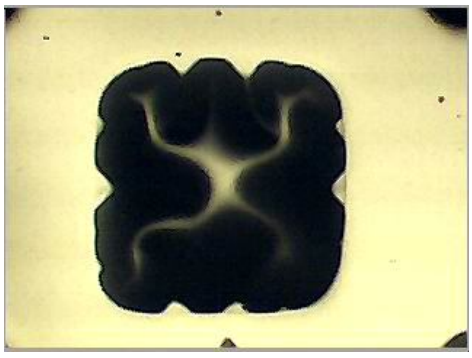
СЕНСОРЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МИКРОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНДАҒЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЖЫЛУЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫ

Андатпа. Мақала аспап сипаттамаларының төмендеуінің немесе микроэлектронды датчиктердің (МЭД) пластиналары мен жекелей жартылай өткізгіштік сезімтал элементтерінің (ЖСЭ) бүлінуінің мәселелеріне арналған. Құрылымдық кернеуліктер мен термокернеуліктер, сонымен қатар «монокремний–поликремний» («МК–ПК») құрылымдырында қазіргі заманғы қолданылатын жоғары температуралық ЖСЭ-лерді термокернеулік мәндерінің қолданушылық мәселелері қарастырылған.

Түйін сөздер: жартылай өткізгіштер, микромеханикалық сезгіш, кремнийлік сезгімтал элемент, иондық ток, поликремний.

Практика микроэлектронды аппараттардың 50%-ға жуығы өндіру кезінде, сынау және пайдалану кезінде туындайтын механикалық ықпалдардың әсерінен істен шығатынын көрсетті [1]. Осындай жарамсыздықтардың себебі – микроэлектронды аппараттардың элементтерінде пайда болатын механикалық кернеулер. Сонымен бірге кремнийлі пластиналарды дайындау операциясынан басталып, герметизациялау операциясымен аяқталатын өндірістің барлық кезеңінде кернеу қатысады. Мысалы, жоғары температуралық физико-термиялық операцияларды (диффузия, тотығу, эпитаксия және т.б.) жасау кезінде механикалық кернеудің шамасы мен градиенті аспаптардың сипаттамаларының нашарлауына немесе микроэлектронды датчиктердің (МЭД) пластиналары мен кейбір жартылай өткізгішті сезімтал элементтерінің (ЖСЭ) бұзылуына әкелуі мүмкін.

Ақпараттық-энергетикалық жоспары бойынша аддитивті және мультипликативті сипатты, жанама стационарлы емес қателіктердің туындауы кезінде, және де датчикті пайдалану үрдісі кезінде ақыр аяғында оның істен шығуына әкелетін деградация (біртіндеп кері кету) құбылысының күшеюі кезінде механикалық кернеулердің әсері туындайды (1-сурет).

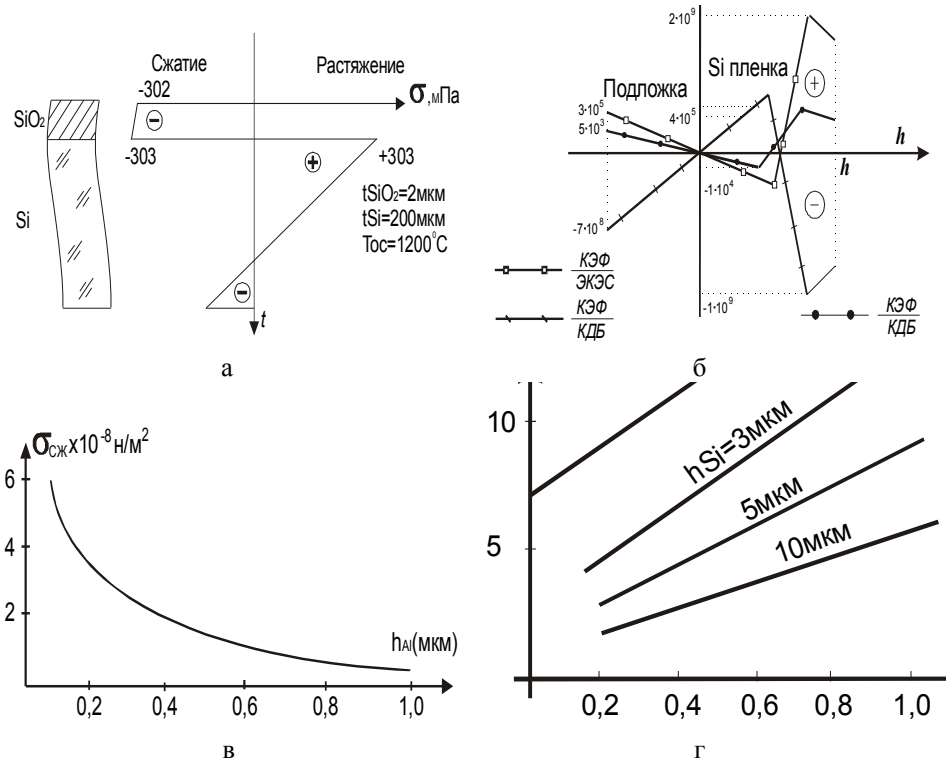


1-сурет. Қысым датчигінің сезімтал элементінің деформацияланған жұқа мембранасының бейнесі

Құрылымдық – $|\sigma_C|$ және температуралық $|\sigma_m|$ кернеулер жартылай өткізгішті құрылымдарды пайда болатын ішкі механикалық кернеулерді (σ_M), құрайды:

$$\sigma_M = \sigma_C + \sigma_T. \quad (1)$$

Құрылымдық кернеу ЖСЭ жүйесі (диффузиялық пьезорезисторлар, түйіспелі металдану, оқшаулағыш үлдір) мен сенсорлық элементтерінің қалыптасу үрдісінде туындайды және олардың шамасы мен белгісі элемент пен пластинаның материалына, құрылу шарттарына, материалдың құрылымына (моно- немесе поликристалды, аморфты), ЖСЭ құрылысына байланысты (2-сурет).



2-сурет. МЭД-тің жұқа үлдірлеріндегі және жартылай өткізгішті құрылымдарындағы ішкі механикалық кернеудің графикалық моделі: а – SiO_2 – Si жүйесіндегі кернеу; б – түрлі эпитаксиалдық құрылымдардағы кернеу; в – магнетрондық тәсілмен жасалған алюминийлі үлдірдегі кернеу; г – қалыңдығы әртүрлі эпитаксиальды үлдірлердегі кернеу

Механикалық кернеуді қалыптастырушыларды толығырақ қарастырайық:

а) құрылымдық кернеу σ_C:

– металды үлдірлі және кремнийлі датчиктерде қолданылатын үлдірлі құрылым үшін Стоун формуласы екі түрде пайдаланылады:

$$\sigma_C = \frac{E_S}{6(1-\mu_S)} \cdot \frac{l_S^2}{l_f} \cdot \frac{1}{R_C}; \quad (2)$$

$$\sigma_C = \frac{4}{3} \cdot \frac{E_S}{1-\mu_S} \cdot \frac{t_S^2 \cdot b}{t_f \cdot d^2}, \quad (3)$$

мұндағы l_S, l_f – үлдір мен төсеніштің сәйкес қалыңдықтары; R_C – құрылым иілістерінің радиусы; d – құрылым (төсеніш) диаметрі;

– жергілікті диффузиялық, сондай-ақ пьезорезистивті аймақтар үшін:

$$\sigma_C = \gamma \frac{C_S}{1-\mu}\left[erfc \frac{d-z}{(4Dt)^{1/2}} - \frac{2\sqrt{\pi Dt}}{\pi d}\right], \quad (4)$$

мұндағы γ – диффузантпен (анықтамалық шама) торды қысу (керу) коэффициенті, D – диффузия коэффициенті; C_s – беттік концентрация; d – платина қалыңдығы; t – диффузия уақыты;

– $\sigma_1|Z|$ төсенішіндегі кернеудің:

$$\sigma_1|Z| = -\sigma_{0S}\left[\frac{h_2}{h_1+h_2} + 6\frac{h_2 Z}{(h_1+h_2)^2}\cdot\left(1-\frac{h_2}{h_1+h_2}\right)\right], \quad (5)$$

ал $\sigma_2|Z|$ үлдірдегі кернеу:

$$\sigma_2 = -\sigma_{0S}\left[1-\frac{h_2}{h_1-h_2} - 6\frac{h_2 Z}{(h_1+h_2)^2}\cdot\left(1-\frac{h_2}{h_1-h_2}\right)\right], \quad (6)$$

$$\sigma_{OS} = \frac{E\beta(c_1-c_2)}{1-\mu}, \quad (7)$$

эпитаксиалды құрылымы, мұндағы c_1 және c_2 – төсеніш және эпитаксиалды қабатқа сәйкес қоспаның атомдарының концентрациясы; $\beta=(\Delta a/a)_c$ – қоспалы тор деформациясының коэффициенті; a – тор параметрі (монокремний үшін $a = 0{,}542$ *нм*)

(5-7) формулаларынан құрылымдағы кернеудің сипаты $\beta(c_1–c_2)$ көбейткіш белгісіне тәуелді екенін көруге болады:

– егер $\beta(c_1–c_2)>0$ болса, онда кернеу төсеніште қысылады және үлдірде керіледі;

– егер $\beta(c_1–c_2)<0$ болса, онда кернеу үлдірде қысылады және төсеніште керіледі.

– ЖСЭ үшін ең қолайлы жағдай $\beta(c_1-c_2)=0$ тепе-теңдік болып табылады, бұл екі жағдайда болуы мүмкін, егер

$$\beta=(\Delta a/a)_C=0, \text{ яғни } \Delta a=0 \quad \text{немесе} \quad c_1=c_2 \quad (8)$$

(5–7) формуласынан $h_1=h_2$ болған кезде құрылымдық кернеудің максималды жағдайы:

$$|\sigma_1|Z|| = |\sigma_2|Z|| = \sigma_{0S} \quad (9)$$

б) термокернеу σ_T:

Құрылымдық кернеумен салыстырғанда термиялық МЭД-те пайдаланылатын температураға тікелей тәуелді, сондықтан олардың әсері параметрлердің деградациясына немесе ЖСЭ кристалдарының бұзылуына әкеледі.

ЖСЭ элементтері және құрылымдарының термиялық кернеулерінің есептік формуласы көбінесе биметалды пластиналардың [2] иілістерін есептеуге сүйенеді:

$$R = \frac{1}{6}h\left[3(1+h_1/h_2)^2 + (1+E_1h_1/E_2h_2)(h_1^2/h_2^2 + E_2h_2/E_1h_1)\right] \Big/ (\alpha_1-\alpha_2)(T-T_0)(1+h_1/h_2^2), \quad (10)$$

мұндағы $h=h_1+h_2$; α_1 және α_2 – үлдір және төсеніштің СКТК; h_1, h_2, E_1 және E_2 –үлдір мен төсенішке сәйкес Юнг модулі және қалыңдығы.

ЖСЭ – ларда кең таралған құрылымдық элементтерінің байланысы «үлдір-төсеніш»: $SiO_2 – Si$, бұл кезде $E_1 \approx E_2$, а $h_1 = h_{SiO_2} << h_1 = h_{Si}$, сонымен (10) формула айтарлықтай жеңілдетілген:

$$R = \frac{E_2 \cdot h_2^2}{6(\alpha_1 - \alpha_2)(T - T_0)E_1 h_1}, \quad (11)$$

мұндағы T_0 – тотығу температурасы.

Төсеніште *(Si)* және үлдірде (SiO_2) құрылымдарының иілісінен пайда болатын кернеу (2) және (11) формулалар бойынша анықталуы мүмкін:

$$\sigma_{Si}^{\max} = \frac{\dfrac{E_1h_1^3}{1-\mu_1} + \dfrac{E_2\left[h^3{}_2 + 3h_2^2(h_1+h_2)\right]}{1-\mu_2}}{6Rh_2(h_1+h_2)}; \quad (12)$$

$$\sigma_{SiO_2}^{\max} = \frac{\dfrac{E_1h_2^3}{1-\mu_2} + \dfrac{E_1\left[h_1^3 + 3h_1^2(h_1+h_2)\right]}{1-\mu_1}}{6Rh_1(h_1+h_2)}. \quad (13)$$

$h_1<<h_2$ ескере отырып,

$$\sigma_{Si}^{\max} = \frac{2E_2h_2}{3R(1-\mu_2)} = c_2 \cdot \frac{h_2}{R}; \quad (14)$$

$$\sigma_{SiO_2}^{\max} = \frac{E_2h_2^2}{6Rh_1(1-\mu_2)} = c_1 \cdot \frac{h_2^2}{Rh_1}. \quad (15)$$

аламыз.

Кремний және тотық үшін [3, 4] әдебиеттер тізімінде келтірілген анықтамалық мәліметтерді пайдалана отырып, c_1=0,3·10^5 МПа, c_2=0,91·105 МПа тең болатынын табамыз.

(SiO₂) үшін E_2=*1,3*·105, ал *(Si)* үшін μ_1=*0,18*, μ_2=*0,25* және $\alpha_{SiO_2} = 0{,}55 \cdot 10^{-6} K^{-1}$, $\alpha_{Si} = 4 \cdot 10^{-6} K^{-1}$, ΔT=*(1473-293) K=1180 K*, E_1=*0,8·10^5 МПа* мәндерін (11) теңдікке қойып, және де $h_1 << h_2$ ескере отырып

$$R \approx -1 \cdot 10^2 h_2^2 / h_1 \quad (16)$$

аламыз.

(16) теңдігіндегі минус белгісі *Si–SiO₂* композициялық құрылымының дөңестігін көрсетеді.

МЭД ЖСЭ –не тән қалыңдығы H_{Si} ≈*200 мкм* кремнийлі төсеніш және h_{SiO_2} =*1 мкм* үшін |*R*|≈*2 м* аламыз.

(14) және (15) формулаларына жеңілдетілген (16) теңдікті қойып, термиялық кернеулердің сандық мәндерін аламыз:

$$\sigma_{Si} = -\frac{C_2h_1}{1 \cdot 10^{-2} h_2} \approx 5 \text{ МПа}; \quad (17)$$

$$\sigma_{SiO_2} = -\frac{C_1}{1 \cdot 10^{-2}} \approx -3 \cdot 10^{-2} \text{ МПа}. \quad (18)$$

«МК-тотық» құрылымы үшін алынған МК мәндерінен

– тотықты үлдірде термокернеу - қысыңқы, ал төсеніште – керіңкі болады;

– *Si* – дегі кернеу *SiO₂*-дің қалыңдығының өсуімен артады;

– *SiO₂* – дегі кернеу керісінше *SiO₂*-дің қалыңдығының өсуімен кемиді

деп нақты айтуға болады.

Қазіргі уақытта жоғары температуралы МЭД –ді дайындау үшін пайдаланылатын «монокремний – поликремний» («МК – ПК») құрылымында бар термокернеулердің мәндері айтарлықтай тәжірибелік қызығушылық тудырады.

ЖСЭ үшін арналған, кішірейтілген қалыңдықты құрылымдар үшін:

$T_0 = T_{0\ осаж}$=*600 °C*, $\alpha_{ПК}$=*3,82·10^{-6}*, $E_{ПК} \approx E_{МК}$, $\mu_{ПК} \approx \mu_{МК}$, $h_{ПК}$≈*1,0 мкм*, $h_{МК}$=*200 мкм*;

$$R \approx h_2^2 / 6(\alpha_{ПК} - \alpha_{МК}) \cdot \Delta T \cdot h_1 \approx 92 \text{м}. ; \quad (19)$$

$$\sigma_{ПК} = E\frac{h_2^2}{6Rh_1(1-\mu)} \approx -12 \text{ МПа}; \quad (20)$$

$$\sigma_{МК} \approx 0{,}7 \cdot \frac{Eh_2}{R(1-\mu)} \approx 2{,}5 \text{ МПа}. \quad (21)$$

Осылайша, «МК – ПК» құрылымдарында поликремнийлі үлдір қысыңқы, ал монокремнийлі төсеніш керіңкі күйде болады.

МЭД және ЖСЭ –нің электрофизикалық сипаттамаларын қолайлы қалыпқа келтіру мақсатында үлдірді жасаудың технологиялық ережелерін [5] өзгерту арқылы жекелеген үлдірмен қатар үлдірлі композициялардағы ішкі механикалық кернеулердің белгісін және шамасын басқаруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Чернышов А.И. Основы надежности полупроводниковых приборов и интегральных схем – М.: «Радио и связь», 1988.

[2] Проектирование датчиков для измерения механических величин под ред. Е.П. Осадчего./М.: Машиностроение, 1979.

[3] Баранский П.П. и др. Полупроводниковая электроника. Справочник/Киев.: Наукова думка, 1975.

[4] Ваганов В.И. Интегральные преобразователи. – М.: Энергоатомиздат, 1983.

[5] Михайлов П.Г., Сергеев Д.А., Михайлова В.П. Управление структурами микроэлектронных датчиков//Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: Труды МНТК «Шляндинские чтения - 2010»– Пенза: ПГУ, 2010.

Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Кушегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.

Механические и тепловые деформации в микромеханических структурах сенсорных элементов

Резюме. Статья посвящена ключевой проблеме деградации характеристик приборов или к разрушению пластин и отдельных полупроводниковых чувствительных элементов (ПЧЭ) микроэлектронных датчиков (МЭД). Рассмотрены структурные напряжения, термонапряжения, а также практический интерес значения термонапряжений, существующих в структурах «монокремний–поликремний» («МК–ПК»), используемых в настоящее время для изготовления высокотемпературных МЭД.

Ключевые слова: полупроводники, микромеханический датчик, кремниевый чувствительный элемент, ионный ток, поликремний.

Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Kushegenova Zh. K., Aitimov M.Zh.

Mechanical and thermal deformation in the structure of the sensory micromechanical elements

Summary. Article devoted to the key instrument performance degradation or destruction of individual semiconductor wafers and sensitive elements (RPO) microelectronic sensors (EDR). The structural stress, thermal stresses, as well as practical interest values of thermal stresses, existing structures "monosilicon-polysilicon" ("MK-PC"), currently used for the production of high-dose rate.

Key words: semiconductors, a micromechanical sensor, the silicon sensor, the ion current, polysilicon.

УДК 658.011.56

[1]И. Т. Утепбергенов, [2]Ш. Д. Тойбаева, А. У. [3]Утегенова, [2]А.К. Муслимова

[1](Научно-исследовательский институт КН МОН РК, Институт информационных и вычислительных технологий, Алматинский университет энергетики и связи,

[2]Совместная образовательная программа Казахского Национального университета им. аль-Фараби и научно-исследовательских институтов КН МОН РК на базе комплекса «Ғылым ордасы»,

[3]КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ (KPI) ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Устойчивое развитие является концепцией, которая включает в себя идеалы экологического, социального и экономического процветания, целостности, долгосрочности и комплексного подхода. За счет внедрения новых технологий и автоматизированных систем, предприятия могут улучшить свои показатели, связанные с основными направлениями устойчивого развития. Они используются сегодня в качестве ключевых показателей эффективности, которые могут быть разработаны, измерены и использоваться для мониторинга устойчивости. Предложен вариант методологии автоматизированного расчета основных показателей эффективности и разработана автоматизированная система ее реализации, позволяющая планировать, контролировать и оценивать работу всей компании, ее отдельных подразделений и конкретных работников.

Ключевые слова: устойчивость, ключевые показатели эффективности, промышленность, управление.

На сегодняшний день понятие устойчивого развития является основной темой обсуждения во всех отраслях промышленности и в масштабах всего общества. Устойчивое развитие включает в себя долгосрочное планирование экологических, социальных и экономических проблем, которые влияют на экономическое развитие и социальный прогресс. С 1960-х годов, когда экологическое сознание

общества стало расти, идея устойчивого развития включала также вопросы измерения и контроля устойчивости.

В 2015 году на 70-ой сессии Генассамблеи ООН были приняты Цели устойчивого развития, которые пришли на смену Целям развития тысячелетия (2000–2015 гг.) и определяют повестку дня на следующие пятнадцать лет. Новые подходы к оценке эффективности развития дают основания ожидать появления нового инструментария мониторинга собственного развития. План нации - 100 конкретных шагов по реализации пяти институциональных реформ Главы государства Нурсултана Назарбаева соответствуют предложенным 17 целям устойчивого развития на период с 2015 по 2030 годы []. Генеральный Секретарь ООН Пан Ги Мун отметил усилия стран по достижению соглашения, отметив, что документ, озаглавленный «Меняя наш мир: повестка дня устойчивого развития до 2030 года», «заключает в себе универсальный, гибкий и всеобъемлющий план действий, который знаменует исторический поворотный момент для нашего мира» [].

Для промышленных компаний достижение принципов устойчивости не просто, поскольку их промышленная деятельность включает использование невозобновляемых ресурсов. Кроме того, производство сталкивается с серьезными проблемами, связанными с социальными и экологическими последствиями - например, безопасности, охраны и общественного здоровья, выбросов парниковых газов и т.д. Таким образом, устойчивое развитие должно относиться к созданию устойчивых общин, защите окружающей среды, а также восстановление земель после ее использования.

В то время как в последнее десятилетие идет борьба с этими проблемами, компании приступили к изучению новых технологий, которые могут улучшить их практический результат, с учетом вклада этих инноваций в интересах устойчивого развития. Идея заключается в том, что за счет внедрения новых технологий и автоматизированных систем, предприятия могут улучшить свои показатели, связанные с тремя основными направлениями устойчивого развития, то есть, экономического процветания, качества окружающей среды и социальной справедливости. Эти три опоры используются сегодня в качестве ключевых показателей эффективности (key performance indicators - KPI), которые могут быть разработаны, измерены и использоваться для мониторинга устойчивости [1]. Положительное измерение устойчивости является ценным для организации, и будет отражено в его рентабельности, стоимости, а также его социальных, гуманитарных и экологического капиталов.

Автоматизация включает в себя различное количество данных и оборудования, которое, в свою очередь, включает измерительные приборы, датчики, конечные-элементы, системы управления, сети и коммуникации. Основными задачами автоматизации являются управление поведением динамических систем и эмулирование максимальным физическим и интеллектуальным потенциалом человека с целью улучшения производительности за счет повышения точности. Автоматизация играет все более важную роль в мировой экономике, ее использование на предприятии обеспечивает экономическую эффективность, а также упрощает операции с более точными системами производства.

Согласно новому исследованию, проведенному Консультативной группой ARC, системы автоматизации технологических процессов, как ожидается, возрастет во всем мире на 9,6%. Азия лидирует в крупных проектах по автоматизации, где Китай ведет глобальный спрос на автоматизацию. Глобализация является основным фактором, который является убедительным в росте систем автоматизации технологических процессов, потому что, возрастающие возможности и расширение партнерств влияют на сложность вокруг управления и распределения различных продуктов и рынков. В результате, конкуренция усиливается, и успешные компании требуют эффективных промышленных предприятий, контроля качества продукции, доступности продукта, безопасности работников, корпоративной гибкости и эффективности доставки. В этих условиях, единственный способ принять участие в конкурирующем мире является включение в автоматизацию организационных процессов, так как основная характеристика системы автоматизации должна быстро реагировать на изменения окружающей среды.

В связи с быстрым ростом мирового населения, растет давление, чтобы получить доступ и управлять источниками пресной воды, что является еще одной областью, где автоматизация может иметь важное положительное воздействие. Например, Сетевые Интеллектуальные контроллеры являются интеллектуальными и адаптивными системами, используемыми для оптимизации процессов очистки воды. Они позволяют персоналу контролировать и управлять всей станцией очистки из удаленного центра управления. В обрабатывающей промышленности, растет зависимость от роботизированных систем, и предполагается, что эта механизация будет продолжать расти. В дополнение к помощи с контролем качества, производительности и обеспечения экономической

эффективности, роботы способствовают снижению рисков для здоровья и безопасности работников, которые были ранее подвержены воздействию взрывоопасных и токсичных материалов, таких как автомобильные подушки безопасности, боеприпасы и радиоактивные части.

KPI представляют собой процесс управления, для облегчения принятия решений в отношении аспекта деятельности организации путем выбора показателей, сбора и анализа данных, а также оценки этой информации в отношении критериев эффективности [1]. Они имеют важное значение для организации для достижения принципов устойчивости, поскольку они присоединяются организационным мероприятиям с четко определенными целями и критериями. KPI отслеживаются непрерывно и должны быть легко понятными. Они обеспечивают сравнение с течением времени по всем показателям. Это могут быть различные типы индикаторов, относящихся к экологической, экономической и социальной эффективности.

При автоматизации некоторых аспектов производства, полезно включать ключевые показатели эффективности, поскольку они могут обеспечивать оценку новых технологий в настоящее время по отношению к соответствующим показателям, измеряющим положительные и отрицательные вклады автоматизированной техники. Автоматизация не всегда улучшает все ключевые показатели эффективности, а в некоторых операциях, автоматизация может привести к дефициту некоторых измерений KPI. Например, время цикла автоматизированных дальнемагистральных машин может увеличиться, если скорость движения уменьшается в целях безопасности. С помощью тестирования и постепенного внедрения, KPI можно изменять, поскольку производительность системы становится более понятным и некоторые ограничения ослаблены.

KPI позволяют компании сделать снимок "до" и "после" внедрения автоматизированных систем, обеспечивающих возможность принимать обоснованные решения и вносить любые необходимые изменения. Новые ключевые показатели эффективности могут быть созданы для удовлетворения скорректированных потребностей модернизированной системы.

Таким образом, использование автоматизированной технологии и KPI приводит к улучшению принятия управленческих решений, что является важным аспектом для обеспечения компаний, находящихся на пути устойчивого развития.

После выбора и корректировки KPI, компания может генерировать сложные отчеты, такие как отчет в области устойчивого развития Глобальной инициативы по отчетности (Global Reporting Initiative - GRI) []. Эти отчеты включают в себя различные показатели эффективности, такие как: поток капитала между различными заинтересованными сторонами, последствия операций на сообществах, занятость, труд и управление отношениями, профессиональная безопасность, обучение и образование рабочей силы, разнообразие, равные возможности, и экологические показатели. Автоматизированные системы обеспечивают более точное отслеживание производительности и тенденций в выбранных показателях устойчивости. Это позволяет повысить мотивацию внутри компании, чтобы получить улучшение в желаемых целях. Также при этом может возникнуть простая и более прозрачная система отчетности в результате автоматизации деятельности предприятия.

Методология автоматизированного расчета основных показателей эффективности

При создании системы KPI можно предложить следующую последовательность действий [2].

1. Определить объекты управления. Например, для ремонтных служб это будет состояние производственных фондов, а в качестве показателя эффективности можно выбрать соблюдение межремонтных интервалов.

2. Определить процессы управления объектами. Самый простой пример — переделы в технологической цепочке. Каждый передел должен на выходе иметь какой-то продукт (результат), параметры которого можно измерить и при необходимости изменить процесс (технологию) получения этого результата.

3. Разграничить такие процессы, то есть поставить жесткие границы там, где можно измерить состояние объектов управления. Возвращаясь к предыдущему примеру, измерители (приборы учета и контроля, первичный и управленческий учет) обычно устанавливаются на выходе из передела — на его границе. Интересно, что границы технологических переделов могут не совпадать с границами процессов и точками учета и контроля. В таком случае необходимо эти границы пересмотреть, с тем чтобы менеджер (ИТР, бригадир, мастер, специалист и т.д.) мог видеть результаты деятельности, за которые он несет ответственность, и управлять вверенным процессом.

4. Выбрать методы измерений для контролируемых показателей. Так, межремонтные промежутки — показатель качества ремонтных работ. Однако на межремонтные промежутки влияет и соблюдение технологических режимов эксплуатации. Если данные требования не выполняются, это можно определить по показателям технологических режимов и снять ответственность с ремонтных служб за конкретную аварию. Контролируемым показателем может быть скорость выполнения операции, соответствие требованиям качества (взятие проб, тестирование) и пр.

5. Спрогнозировать плановое состояние объектов управления. Обычно при этом исходят из того, что показатель «N» в определенный промежуток времени должен быть не ниже заданной величины.

6. «Узаконить» систему измерений показателей, то есть закрепить периодичность и алгоритмы расчетов регламентами, технологическими картами, документацией системы контроля качества.

7. Определить, каким образом будут приниматься управленческие решения о воздействии на процессы.

8. Внедрить процедуры контроля эффективности принимаемых управленческих решений. Если выполнение описанных в регламентах действий не позволяет добиться желаемого значения ключевых показателей деятельности, то пересматриваются регламенты и не исключено, что и сами показатели.

Для того чтобы определить, какие ключевые показатели деятельности следует использовать менеджменту, необходимо:

– выделить группы показателей и распределить ответственность менеджеров разных уровней управления за каждую из групп;

– составить максимально детальный список показателей, используемых менеджментом;

– выбрать показатели, которые в наибольшей степени характеризуют достижение стратегических целей;

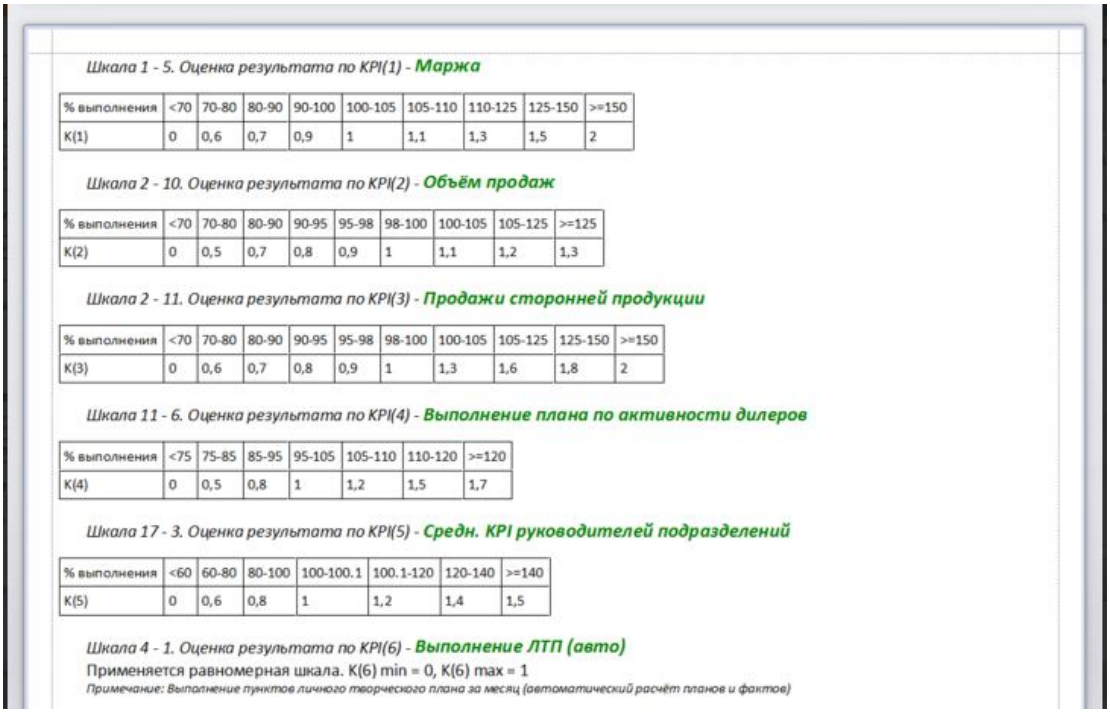
– формализовать алгоритмы расчета каждого из ключевых показателей деятельности.

Если стоит задача получить конкретный результат, рекомендуется разработать инструменты для достижения требуемых показателей и внедрить их в повседневную практику, а также разработать и внедрить систему мотивации персонала, «привязанную» к конкретным цифрам и показателям [3].

Коэффициент устанавливается в зависимости от того, какая политика существует в компании относительно перевыполнения плана. Коэффициент 1,5 или 2 означает, что сотрудник мотивирован на существенное перевыполнение плана. Если такой задачи нет, то значение коэффициента = 1 будет служить ограничением для сотрудника — он не будет занижать план чтобы потом его перевыполнить, так как в этом случае он получит коэффициент, соответствующий выполнению плана в 100%, а не более.

В разработанной автоматизированной системе ключевые показатели эффективности позволяют оценить эффективность выполняемых действий. Их можно применять как для оценки работы всей компании, ее отдельных подразделений так и конкретных работников. С помощью системы KPI можно не только контролировать и оценивать эффективность выполняемых действий, но и построить эффективную систему оплаты труда. Условие работы показателя — возможность его измерения.

На рисунке 1 представлены шкалы, определяющие зависимость коэффициента выполнения, соответствующего KPI от процента выполнения плана. В разработанном модуле есть библиотеки шкал и показателей, облегчающие их повторное использование у нескольких сотрудников.



*Шкала 1 - 5. Оценка результата по KPI(1) - **Маржа***

% выполнения	<70	70-80	80-90	90-100	100-105	105-110	110-125	125-150	>=150
K(1)	0	0,6	0,7	0,9	1	1,1	1,3	1,5	2

*Шкала 2 - 10. Оценка результата по KPI(2) - **Объём продаж***

% выполнения	<70	70-80	80-90	90-95	95-98	98-100	100-105	105-125	>=125
K(2)	0	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3

*Шкала 2 - 11. Оценка результата по KPI(3) - **Продажи сторонней продукции***

% выполнения	<70	70-80	80-90	90-95	95-98	98-100	100-105	105-125	125-150	>=150
K(3)	0	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,3	1,6	1,8	2

*Шкала 11 - 6. Оценка результата по KPI(4) - **Выполнение плана по активности дилеров***

% выполнения	<75	75-85	85-95	95-105	105-110	110-120	>=120
K(4)	0	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,7

*Шкала 17 - 3. Оценка результата по KPI(5) - **Средн. KPI руководителей подразделений***

% выполнения	<60	60-80	80-100	100-100.1	100.1-120	120-140	>=140
K(5)	0	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,5

*Шкала 4 - 1. Оценка результата по KPI(6) - **Выполнение ЛТП (авто)***

Применяется равномерная шкала. K(6) min = 0, K(6) max = 1

Примечание: Выполнение пунктов личного творческого плана за месяц (автоматический расчёт планов и фактов)

Рис. 1. Шкалы KPI

Пример набора месячных показателей для коммерческого сотрудника компании приведен на рисунке 2. Аббревиатура KPI - key performance indicators (англ.), переводится чаще всего как КПЭ (ключевые показатели эффективности), однако используем термин "результативность" как более точный.

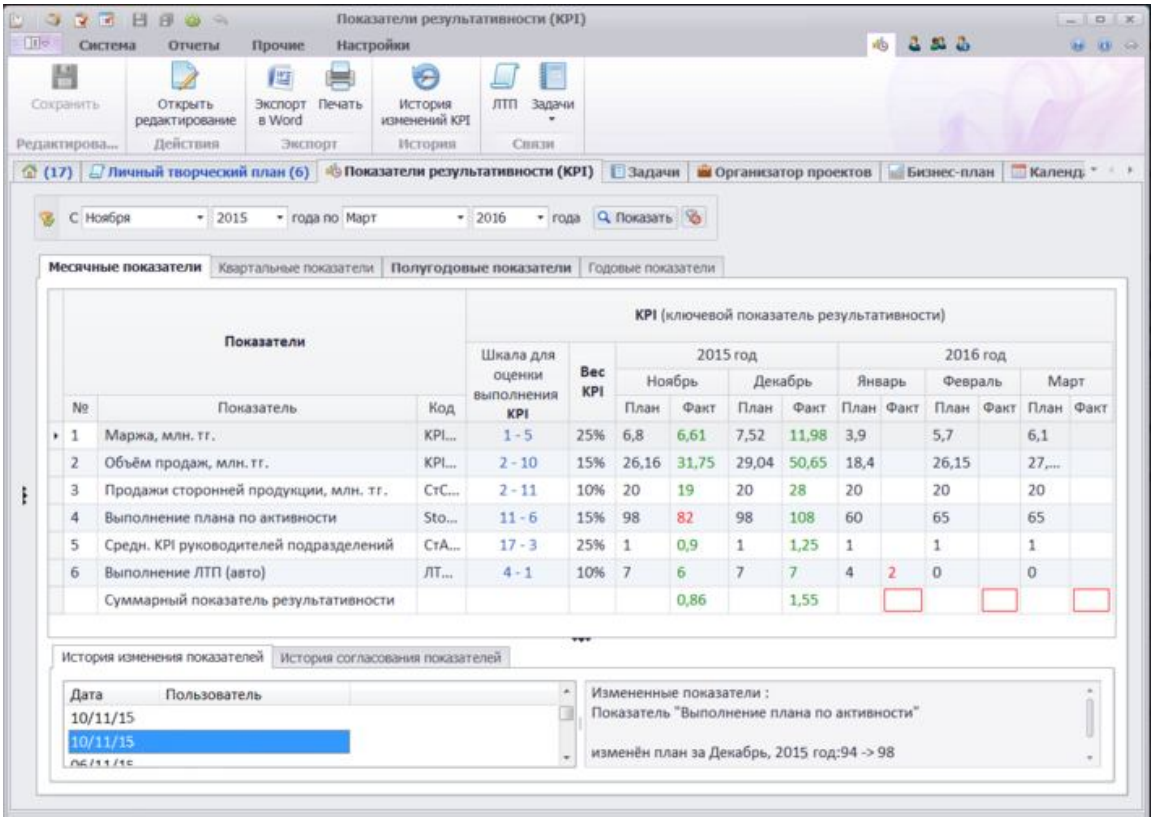
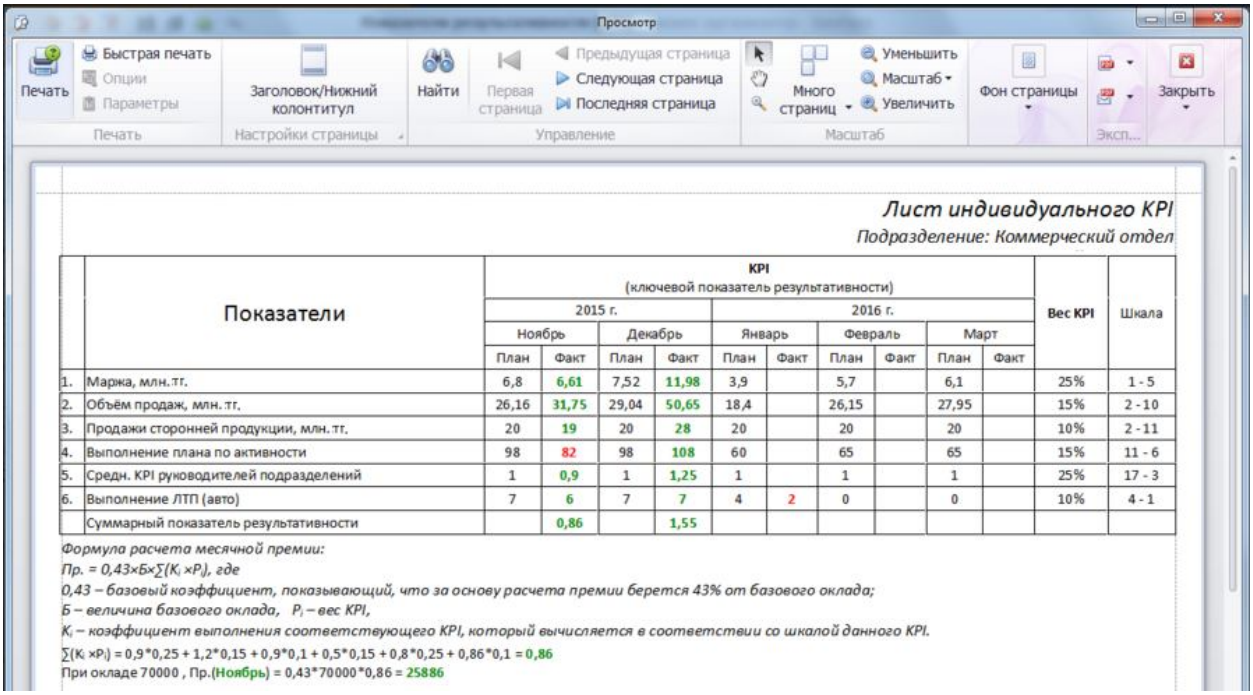


Рис. 2. Показатели результативности KPI, матрица планов и фактов

На рисунке 3 приведен пример отчёта по KPI с расчётом суммы месячной премии сотрудника производственного предприятия. Размер премии зависит от установленного в системе оклада сотрудника и базового коэффициента, определяющего соотношение оклада и премии, а также от результатов работ, агрегированных в суммарном показателе результативности.



Лист индивидуального KPI

Подразделение: Коммерческий отдел

	Показатели	KPI (ключевой показатель результативности)										Вес KPI	Шкала
		2015 г.				2016 г.							
		Ноябрь		Декабрь		Январь		Февраль		Март			
		План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт	План	Факт		
1.	Маржа, млн.тг.	6,8	6,61	7,52	11,98	3,9		5,7		6,1		25%	1 - 5
2.	Объём продаж, млн. тг.	26,16	31,75	29,04	50,65	18,4		26,15		27,95		15%	2 - 10
3.	Продажи сторонней продукции, млн. тг.	20	19	20	28	20		20		20		10%	2 - 11
4.	Выполнение плана по активности	98	82	98	108	60		65		65		15%	11 - 6
5.	Средн. KPI руководителей подразделений	1	0,9	1	1,25	1		1		1		25%	17 - 3
6.	Выполнение ЛТП (авто)	7	6	7	7	4	2	0		0		10%	4 - 1
	Суммарный показатель результативности		0,86		1,55								

Формула расчета месячной премии:

Пр. = 0,43×Б×∑(Kᵢ ×Pᵢ), где

0,43 – базовый коэффициент, показывающий, что за основу расчета премии берется 43% от базового оклада;

Б – величина базового оклада, Pᵢ – вес KPI,

Kᵢ – коэффициент выполнения соответствующего KPI, который вычисляется в соответствии со шкалой данного KPI.

∑(Kᵢ ×Pᵢ) = 0,9*0,25 + 1,2*0,15 + 0,9*0,1 + 0,5*0,15 + 0,8*0,25 + 0,86*0,1 = 0,86

При окладе 70000 , Пр.(Ноябрь) = 0,43*70000*0,86 = 25886

Рис. 3. Показатели результативности, лист индивидуального KPI

Чтобы быть успешным, проект автоматизации должен определять и анализировать уровни интересов, ожиданий, приоритетов и влияния заинтересованных сторон на ранних стадиях, а также включать план управления, который охватывает контроль качества, управление рисками, коммуникационные планы и стратегии выхода. Кроме того, его неотъемлемой частью являются управление ожиданиями заинтересованных сторон через исполнителей и процессы закрытия этапов проекта.

Разъяснительная работа и образование являются одним из наиболее важных рекомендаций для компаний в плане управления проектом. Необходимо четко понимать свою роль и ответственность заинтересованным сторонам, связанным с разработкой и использованием автономных систем, в случае возникновения каких-либо несчастных случаев.

Выводы

1. Устойчивое развитие является концепцией, которая включает в себя идеалы экологического, социального и экономического процветания, целостности, долгосрочности и комплексного подхода

2. За счет внедрения новых технологий и автоматизированных систем, предприятия могут улучшить свои показатели, связанные с тремя основными направлениями устойчивого развития: экономического процветания, качества окружающей среды и социальной справедливости. Они используются сегодня в качестве ключевых показателей эффективности, которые могут быть разработаны, измерены и использоваться для мониторинга устойчивости.

3. Предложен вариант методологии автоматизированного расчета основных показателей эффективности и разработана автоматизированная система ее реализации, позволяющая планировать, контролировать и оценивать работу всей компании, ее отдельных подразделений и конкретных работников. С помощью системы KPI можно не только контролировать и оценивать эффективность выполняемых действий, но и построить эффективную систему оплаты труда.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Е. Мягков Как разработать, формализовать и внедрить систему KPI в компании, Москва, Журнал «&.ФИНАНСИСТ», № 11, 2008 г.

[2] О. Данилин, Принципы разработки ключевых показателей эффективности (КПЭ) для промышленных предприятий и практика их применения, Москва, Журнал "Управление компанией", № 2, 2011 г.

[3] Д. Бугров, Метрика эффективности, Москва, "Вестник McKinsey", №8, 2012.

Утепбергенов И. Т., Тойбаева Ш. Д., Утегенова А. У., Муслимова А.К.

Өнеркәсіпте тұрақты даму үшін автоматтандырылған жүйелер мен негізгі көрсеткіштерін (KPI) пайдалану

Түйіндеме. Автоматтандырылған жүйелерді пайдалану кәсіпорын қызметінің тиімділігі мен орнықтылығының арттыруға елеулі үлес қоса алады. Автоматтандыру зиянды немесе қауіпты жағдайлардың әсерін төмендету арқылы қызметкерлердің жұмыс сапасын арттыруға мүмкүндік береді және оның енгізілуі кәсіпорын қызметкерлерінің оқытылуы мен кәсіпорын әлеуетін арттыруға жол ашады. Автоматтандырылған жүйелер жобалардың экономикалық тұрғыдан мақсатқа сай болуын жақсартатын өнімділік пен тиімділікті арттырады. Мерзімдер мен әлеуметтік мәселелер автоматтандырылған жүйелерді енгізуде бастапқы фактор болып табылады. Автоматтандыруға қатысты әлеуметтік, экологиялық және экономикалық мәселелерді түсіну және оның өнеркәсіпке қосатын үлесі орнықтылық қағидаттарына негізделуі тиіс.

Түйінді сөздер: тұрақтылық, негізгі көрсеткіштері, өнеркәсіп, басқару

Utepbergenov I.T., Toibayeva Sh.D., Utegenova A.U., Muslimova A.K.

The use of automated systems and key performance indicators (KPI) for sustainable development in the industry

Summary. The use of automated systems can make a significant contribution to improving the efficiency and sustainability of the enterprise. Automation can improve the quality of work for employees by reducing exposure to harmful or dangerous conditions, and its implementation provides opportunities for training and capacity building. Automated systems improve productivity and efficiency, which makes the projects more economically viable. Dates and social issues are the primary considerations in the implementation of automated systems. Understanding the social, environmental and economic issues related to automation and its contribution to the industry should be based on the principles of sustainability.

Key words: stability, key performance indicators, industry, management

УДК 517

Б. Баймуханов, Ж.М. Ахмедова
(ҚазМемҚызПУ, Алматы, Қазақстан Республикасы)

ОҚУШЫЛАРДЫҢ ӨЗІНДІК ЖҰМЫСЫ – ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚТЫ ДАМЫТУ ҚҰРАЛЫ

Аннотация. Ғылымның қарқынды дамуы, оны қоғамның тікелей өндірістік күшіне айналдыру, бір жағынан техникадағы инновациялық өзгеріске, екінші жағынан – заманауи өндірістегі, ақпараттық қоғамдағы адамның орны мен рөлін өзгертуге алып келді.

Соңғы жылдардағы ғылыми нәтижелерге негізделген технологогияның және техниканың жаңа салаларының үдемелі өсуі, жаңашыл кәсіби дайындыққа ие, белігілі бір ғылыми білімдерді игерген, біліктілігі жоғары мамандарды дайындауды талап етеді.

Ғылыми-техникалық революция (инновациялар) ғылыми білімнің жинақтау қарқынын түпкілікті өзгертті және ғылыми идеялар мен жаңалықтарды практикалық тұрғыда қолдануды үдете түсті. Өндіріс саласында тікелей еңбек етушілер, өндірістің талаптарына сәйкес өзінің кәсіби білім, іскерлік және дағдыларын реттеп отыруы; өз біліктілігін арттырып, жаңа құзіреттіліктерді игеруі тиіс. Қазіргі қоғамдағы әрбір азамат жаңа технологияны жылдам игеруге, өздігінен оны жасауда белсенділік танытуға міндетті.

Заманауи ғылыми-техникалық прогресс, ғылым заңдылықтарын интенсивті қолданумен, ғылымды қоғамның өндіргіш күшіне айналдырумен шұғылдана отырып, жалпы, политехникалық және кәсіптік білім беруді біріктіруді талап етеді. Бүгінгі қоғам мүшесінің мәдени-техникалық деңгейі – бұл жалпыбілімдік, политехникалық және кәсіби білім, іскерлік және дағдылардың, техникалық

шеберліктің, идеялық-саяси жетілгендіктің, жалпы мәдениеттің қоспасы болып табылады (жиынтығы). Қоғамның әлеуметтік сұранысы осындай болып отыр.

Кәсіптік білім берудің негізі болып табылатын жалпы және политехникалық білім біліктілікті қажет ететін еңбек саласында толыққанды қатынасу мүмкіндігін қамтамасыз етпейді. Ол үшін кәсіби білім алу қажет, белгілі бір қызмет (кәсіп) саласынан кәсіби білім, білік және дағдылар жүйесін меңгеру қажет. Бұл кезде жалпы білім беретін және жалпытехникалық пәндер мазмұнының органикалық бірлігі екі фактордан: кәсіптік және жалпыбілімдік дайындықтың арақатынасы политехнизациядан тікелей тәуелді болады.

Н.К.Крупская өз еңбектерінде кәсіптік және политехникалық білім берудің міндеттері мен өзара қатынасын алғаш рет анықтап берді. Ол кәсіптік білім берудің барлық сатылары үшін іргетасы ретінде жан-жақты жалпы және политехникалық білім беру қызмет етуі тиіс деп атап көрсетті. Оның анықтамасы: «Политехниз – бұл бүтін бір жүйе, оның негізі техниканы дамудың әртүрлі формаларында, оның барлық орталарында оқып-үйрену болады». Әрі қарай ол былай жазады: «Политехнизм ... өзіне барлық пәндерді сіңіруі қажет, материал таңдауда, жинақтауда физикада да, химияда да, жаратылыстануда да, қоғамтануда да көрініс табуы тиіс. Осы пәндерді өзара байланыстыру және оларды практикалық іс-әрекетпен ұштастыру қажет...» [1, б.62].

Фунционалдық сауаттылықты қалыптастыру деп шығармашылық іс-әрекетте білімдерін қолдана алу қоғамдық өндірісте шығармашылықпен қатынасатын белсенді өскелең ұрпақты дайындауды қамтамасыз ететін ахуалды білім беруді түсіндіреді. Болашақ білікті жұмысшылардың фунционалдық сауаттылығын дамыту теориялық және өндірістік оқытудың мазмұнын талдау мен әдістемесіне қойылатын белгілі бір талаптарды ұсынады. Бұл талаптар оқушыларды оқытудың оқу жоспарын және бағдарламаларын жасауда басшылыққа алынуы қажет.

Функционалдық сауаттылықты дамыту принципі (ұстанымы) барлық оқу пәндерінің (жалпы білімдік, жалпы техникалық) өн бойына ендіруі тиіс. Дегенмен, оның рөлі, көлемі, мағынасы әртүрлі пәндерде бірдей емес. Сондай-ақ, жалпы білімдік пәндер циклінде (топтамасында) жаратылыстану – ғылыми заңдылықтарды, техника, технология және өндірісті ұйымдастырудың негізгі ұстанымдарын ашу, жаңа жағдайлар мен еңбек ситуацияларына жеңіл тасымалданатын, жалпыланған политехникалық іскерліктермен қаруландыру қажет.

Сондықтан жалпы білім беретін пәндер оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту үшін үлкен мәнге ие. Және кәсіптік дайындау үшін теориялық база болып табылады. Олар бойынша білімдер қазіргі көптеген кәсіптердегі жұмысшылар үшін маңызды біліктілік талабы болып орнауда.

Мысалы, кез келген өндірістік станок, аспаптарда, шаруашылық өндірісінде нәтижелі жұмыс атқару үшін математикадан жеткілікті және тиянақты білім қажет. Ал онда болып жатқан үдерістерді түсіну үшін физикадан, химиясдан және тағы басқа білімдер қажет болады.

Жалпы білім беретін пәндердің бірқатар негізгі ұғымдары кәсіби-технологиялық сипаттағы қосымша ұғымдарды ендіру жолымен ашылуы мүмкін және қажет болып табылады. Оларға жалпытехникалық және жалпытехнологиялық ұғымдар жатқызылады.

«Жалпытехнологиялық» және «жалпытехникалық» ұғымдар теңестірілмейді. Бұл кездейсоқ емес, себебі олардың арасында маңызды айырмашылықтар бар. Шындығында, техника мен технология өндіріс үрдісінде салыстырмалы түрде жеке компоненттер ретінде қолданылады. Техника – табиғат өнімдерін игеру мен өңдеу үрдісінде адамдардың жаратылысқа тән мүшелерін толықтыратын және күшейтетін аспаптар мен құралдар жиынтығы. Техниканың құрылғылары мен іс-әрекеттерінің негізінде сол белігілі ғылыми-техникалық заңдылықтар мен ұғымдар жатады. Өндірістің ғылыми-техникалық негіздерінің тұтастығы туралы айтқанда, онда техника іс-әрекетінің құрылғылары мен ұстанымдарының негізінде жататын ғылыми білімдер, яғни жалпытехникалық білімдерді назарда ұстайды.

Технология – бұл өндірістің тәсілдері, оның әдістері туралы ғылым. Оның негізінде жататын ғылыми білімдер өте-мөте салалық сипатқа ие. Сондықтан, мысалы, аспап жасау технологиясы тек өзіне ғана тән, спецификалық-ғылыми мазмұнға ие болады.

Сондықтан жалпытехникалық білімдер, ереже бойынша сала аралы сипатқа, ал жалпытехнологиялық тек қана салалық сипатқа тән болады [2].

Қазіргі заманғы өндірістің жұмысшылардың жалпы білімдік дайындығына қоятын талаптарының күшеюіне байланысты математиканы оқып-үйренуге ерекше көңіл бөлінеді. Бұл басқа ғылымдар саласында соңғы онжылдықта математикалық әдістер мен теориялардың рөлінің өлшеусіз өсе түскендігімен түсіндіріледі. Шындығында, ғылыми зерттеулер саласы ауқымының жылдам артуы,

құбылыстардың сандық заңдылықтарын табуға ұмтылу, бізді қоршаған ортаны жүйелі оқып-білу зерттеудің математикалық әдістерінің рөлінің тез күшеюіне алып келді.

Математика, адамзат өзінің іс-әрекетінің әртүрлі салаларында қолданатын таным құралдарының қоймасына кеңінен және тереңдей енуде. Бұл үдеріс математикаландыру деген атауға ие болды.

Математика мен ғылыми танымды математикаландыру, осымен байланысты адами танымның жетекші салаларындағы жетістіктер математиканы, математикалық объектілердің құрылымы туралы ғылым ретінде көрсетуге жағдай жасайды, бұл математиканы зерттеудің сапалық әдісі ретінде қарастыру мүмкіндігін береді. Бұл кезде математиканы барлық жерде қолдануға болады, егер білім жеткілікті түрде тұтастық пен сенімділікке ие функционалдық-құрылымдық жүйе ретінде ұйымдастырылса. Бұл жайында академик А. Д. Александров «математиканың ерекшелігі оның қолданылуының әмбебаптылығында болып табылады» деп атап көрсетті [3, б.229].

Осы жағдай қазіргі өндіріс үшін оқушылардың кәсіптік деңгейін тұрақты арттыруға оқытуға бейімделген заманауи мектептің оқу жұмысында өзінің практикалық тұрғыдағы шешімін табуы қажет.

Математиканың практикалық бағыттылығын дамыту, объективті шындықты, яғни бізді қоршаған әлемді танудың құралы ретіндегі математикалық ғылымды дамытудың ажырамас компоненті болып табылады. Сонымен, математикаға оқыту үдерісінің маңызды міндеттерінің бірі – бұл өндірістік есептерді шешу үшін оқушыларды математикалық аппаратты пайдалануға үйрету.

Сондықтан математика бойынша болашақ бағдарлама былайша құрылуы тиіс, оқу жоспарының басқа пәндерін оқып үйрену үшін оқушыларға қажет болатын компоненттерді оқу үдерісіне ендіру қажет, ол болашақта олардың көмегімен қоғамдық қызметтерді орындау, яғни әртүрлі практикалық есептерді шешуде математиканы қолдана алу үшін қажет болады.

Математиканы қолданудың кәсіби іскерліктері мен дағдыларына оқушыларды болашақ кәсіби іс-әрекеттеріне қатысты өндірістік есептерді шешу нәтижесінде баулиды [4].

Теориялық зерттеу мен тәжірибелік оқыту айқындап бергендей, оқушылардың болашақ кәсіби іс-әрекеттерін ескере отырып құрылған және практикада ғылым мен техниканың жетістіктерін қолдану көзделген өндірістік мазмұндағы есептерді оқыту жүйесіне ендіру оқушылардың бейімділігі мен қызығушылықтарын дамытуға, ақыл-ой өрісін кеңейтуге, оларда теориялық және практикалық бағыттағы танымдық қызығушылықтарын тәрбиелеуге ықпал жасайды.

Қазіргі кездегі қарқынды ғылыми-техникалық және әлеуметтік-экономикалық прогресске байланысты орта мектеп оқушыларын ғылыми ұйымдардың еңбектерімен таныстыру қажеттігі анағұрлым артуда, яғни бұл өздігінен еңбектену дағдыларын қалыптастыруға, ақыл-ой және дене еңбегіне тәрбиелеуге, іскерлік, жинақылық, еңбек адамдарына құрмет көрсету және еңбекке гуманистік көзқараста болу сияқты құнды сапаларды тәрбиелеуге ықпал жасайды.

Сондықтан, өндірістік мазмұндағы есептерде нақты мысалдар арқылы оқушылардың практикалық іс-әрекеттері ашылады, еңбектің өнімділігін арттыру үшін еңбекті ғылыми тұрғыда ұйымдастырудың үлкен мәнділігі артады және т.б.

Математиканы қолданудың білім, білік және дағдылары оқушылардың бойында болашақ өзінің кәсіби іс-әрекеттеріне қатысты қолданбалы есептерді шешу нәтижесінде қалыптасады.

Теориялық зерттеу мен тәжәрибелік оқыту айқындап бергендей, пәнаралық байланыстарды ескере отырып құрылған және практикада ғылым мен техниканың жетістіктерін қолдану көзделген өндірістік мазмұндағы есептерді оқыту жүйесіне ендіру оқушылардың бейімділігі мен қызығушылықтарын дамытуға, ақыл-ой өрісін кеңейтуге, оларда теориялық және практикалық бағыттағы танымдық қызығушылықтарын тәрбиелеуге ықпал жасайды және ең бастысы кәсіптік іскерліктер мен дағдыларды жетілдіреді.

Заманауи дидактикада өзіндік жұмыс оқушылардың шығармашылық және танымдық белсенділігін дамытудың маңызды әдістерінің бірі ретінде қарастырылады.

Өзіндік жұмыстардың маңыздылығы бүгінгі едәуір артып отыр, әсіресе уақыттан қалып қоймай бірге адымдау үшін барлық азаматтар өз білімдерін тұрақты байытып және жетілдіріп отыруға міндетті. Бұл жерде жол біреу – білімнің, соның ішінде алдыңғы орында математикалық іскерліктер мен дағдыларды өздігінен игеру[5].

Мұның барлығы оқушылардың математикалық білімдерді игеруіне және функционалдық математикалық сауаттылықты дамытуға оң ықпал жасайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Крупская Н.К. О политехнизме.–Педагогические сочинения.–1957. 41-62 б.

[2] Паздерилова Л. В. Прикладные задачи для осуществлении профессиональной направлении преподавания математики в средних ПТУ. – В кн.: Методические рекомендации к преподаванию математики. – М. – 1984. – 75-87 б.

[3] Алексеев Н. Г. Проблема управления мыслительной деятельностью при решении алгебрических задач и классификации. – В. кн.: Вопросы активизации мышления и творческой деятельности учащихся. – М. – 1964. – 157 б.

[4] Тажиев М. Отбор и систематизация задач с производственным содержанием в процессе обучения математике. – Вечерняя школа. – 1986. – №12.

[5] Баева Т .Ф. Воспроизводящая самостоятельная работа учащихся в обучений. – Автореферат дисс. канд.пед.наук. – М. – 1974. – 25 б.

Баймуханов Б., Ахмедова Ж.М.

Самостоятельная работа учащихся – средство развития функциональной математической гармотности

Резюме. Функциональная грамотность при обучении математике – это интегральная характеристика качества подготовки ученика, которая помимо усвоенных знаний, умений и опыта деятельности отражает его личностный смысл, его эмоционально-ценностное отношение к математике и математической деятельности, к опыту их применения для решения реальных задач.

Ключевые слова: функциональная грамотность, математическая грамотность, компетентностный подход.

Baimukhanov B., Akhmedova Zh.M.

Independent work of pupils - a means of functional mathematical garmotnosti

Summary. Functional competence in Mathematics class is an integral characteristic of student's development. It reflects not only the level of his knowledge, skills and academic efficiency, but also his person al aims, emotional attitude to Mathematics, ability to apply all that to the solution of real life tasks.

Key words: functional correctness, mathematical correctness, competence approach.

ӘОЖ 517.948.34

Ж.К. Абдикеримова
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы,jan @mail.ru)

СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ЖОҒАРҒЫ РЕТТІ ИНТЕГРАЛДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ БАҒАЛАУЫ

Аңдатпа. Жұмыста екі үлкен туындысының алдында кіші параметрі бар үшінші ретті сингулярлы ауытқыған сызықты интегралды-дифференциалдық теңдеу үшін «қосымша сипаттаушы теңдеу» деп аталатын теңдеудің түбірлерінің таңбасы бірдей болған жағдайда екінүктелі шекаралық есеп қарастырылған. Жұмыста берілген теңдеуге сәйкес біртекті дифференциалдық теңдеудің іргелі шешімдер жүйесі, бастапқы және шекаралық функциялары құрылып, олардың асимптотикалық бағалаулары алынған. Бұл функциялардың көмегімен қарастырылып отырған шекаралық есеп шешімінің аналитикалық формуласы алынған. Бұл формуланың көмегімен есеп шешімінің асимптотикалық бағалауы туралы теорема дәлелденген.

Түйін сөздер: іргелі шешімдер жүйесі, Коши функциясы, шекаралық функциялар, сингулярлы ауытқу, кіші параметр, асимптотика.

Екі үлкен туындыларының алдында кіші параметрі бар сингулярлы ауытқыған интегралды-дифференциалдық теңдеуге қойылған келесі түрдегі шеттік есеп қарастырайық:

$$L_\varepsilon y \equiv \varepsilon^2 y''' + \varepsilon A(t) y'' + B(t) y' + C(t) y = F(t) + \int_0^1 H(t,x) y(x,\varepsilon) dx \qquad (1)$$

$$h_1 y(t,\varepsilon) \equiv y(0,\varepsilon) = \alpha \quad h_2 y(t,\varepsilon) \equiv y'(0,\varepsilon) = \beta \quad h_3 y(t,\varepsilon) \equiv y(1,\varepsilon) = \gamma \qquad (2)$$

$\varepsilon > 0 -$ кіші параметр, ал $\alpha, \quad \beta, \quad \gamma -$ белгілі тұрақтылар.

Келесі төмендегі шарттар орындалсын:

I. $A(t), \quad B(t), \quad C(t), \quad F(t)$ функциялары $0 \le t \le 1$ аралығында, ал $H(t,x)$ функциясы $D = \{0 \le t \le 1, \quad 0 \le x \le 1\}$ аралығында үзіліссіз дифференциалданады

II. $\mu^2(t) + A(t)\mu(t) + B(t) = 0$ қосымша сипаттаушы теңдеудің түбірлері $\mu_1(t) \ne \mu_2(t)$ және $\operatorname{Re}\mu_1(t) \prec 0$, $\operatorname{Re}\mu_2 \prec 0$ болсын.

III. $$\Delta(\varepsilon) = \begin{vmatrix} h_1 y_1(t,\varepsilon) & h_1 y_2(t,\varepsilon) & h_1 y_3(t,\varepsilon) \\ h_2 y_1(t,\varepsilon) & h_2 y_2(t,\varepsilon) & h_2 y_3(t,\varepsilon) \\ h_3 y_1(t,\varepsilon) & h_3 y_2(t,\varepsilon) & h_3 y_3(t,\varepsilon) \end{vmatrix} \ne 0$$

$L_\varepsilon y(t,\varepsilon) = 0$ теңдеуінің іргелі шешімдер жүйесі

$$y_1^{(i)}(t,\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^i} e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \mu_1(x)dx} (\mu_1{}^i(t) y_{10}(t) + O(\varepsilon)), \quad i = \overline{0,2}$$

$$y_2^{(i)}(t,\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^i} e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \mu_2(x)dx} (\mu_2{}^i(t) y_{20}(t) + O(\varepsilon)), \quad i = \overline{0,2}$$

$$y_{30}^{(i)}(t,\varepsilon) = y_{30}^{(i)}(t) + O(\varepsilon), \quad i = \overline{0,2}$$

түрінде анықталады [1] , мұндағы $y_{i0}(t), \quad i = 1,2$ функциялары

$$\begin{cases} (2\mu_i^2(t) + A(t)\mu_i(t)) y_{i0}'(t) + (3\mu_i'(t)\mu_i(t) + A(t)\mu_i(t) + C(t)) y_{i0}(t) = 0 \\ y_{i0}(0) = 1 \end{cases}, \quad i = 1,2$$

есебінің шешімі болады, ал $y_{30}(t) = e^{-\int_0^t \frac{C(x)}{B(x)}dx}$.

Анықтама.

$$\begin{cases} L_\varepsilon K_i(t,s,\varepsilon) = 0 \\ K_i^{(j)}(s,s,\varepsilon) = \delta_{i-1,j} \end{cases} \quad i = \overline{1,3} \quad j = \overline{0,2} \qquad (3)$$

(3) есебінің шешімі болатын $K(t,s,\varepsilon)$ функциясы *Коши функциясы* деп аталады, мұндағы δ_{ij} – Кронекер символы және келесі формуламен өрнектеледі:

$$\mathrm{K}(t,s,\varepsilon) = \frac{W(t,s,\varepsilon)}{W(s,\varepsilon)} \qquad (4)$$

$W(s,\varepsilon)-$ іргелі шешімдер жүйесінен құралған вронскиан, ал $W(t,s,\varepsilon) - W(s,\varepsilon)$ анықтауышының үшінші жатық жолын $y_1(t,\varepsilon), \quad y_2(t,\varepsilon), \quad y_3(t,\varepsilon)$ іргелі шешімдер жүйесімен алмастырылған анықтауыш.

Вронский анықтауышының асимптотикалық сипаты келесі түрде болады:

$$W(s,\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon^3}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s(\mu_1(x)+\mu_2(x))dx}\mu_1(s)\mu_2(s)y_{10}(s)y_{20}(s)y_{30}(s)(\mu_2(s)-\mu_1(s))(1+O(\varepsilon)).\quad(5)$$

(4),(5) формулалардың көмегімен Коши функциясының асимптотикалық сипатын

$$\mathrm{K}^{(i)}(t,s,\varepsilon)=-e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_s^t\mu_1(x)dx}\frac{\mu_1^i(t)y_{10}(t)}{\varepsilon^{i-2}\mu_1(s)y_{10}(s)(\mu_2(s)-\mu_1(s))}+e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_s^t\mu_2(x)dx}$$

$$\frac{\mu_2^i(t)y_{20}(t)}{\varepsilon^{i-2}\mu_2(s)y_{20}(s)(\mu_2(s)-\mu_1(s))}+\varepsilon^2\frac{y_{30}^{(i)}(t)}{y_{30}(s)\mu_1(s)\mu_2(s)}+O\left(\varepsilon^3+\varepsilon^{3-i}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_s^t\mu(x)dx}\right),\qquad(6)$$

$i=\overline{0,2}$ аламыз.

Анықтама.

$$\begin{cases}L_\varepsilon\Phi_i(t,\varepsilon)=0\\ h_k\Phi_i(t,\varepsilon)=\delta_{ki}\end{cases},\ i=\overline{1,3}\quad k=\overline{1,3}\qquad(7)$$

(7) есебінің шешімі болатын $\Phi_i(t,\varepsilon),\ \ i=\overline{1,3}$ функциялары *шекаралық функциялар* деп аталады және келесі формуламен анықталады:

$$\Phi_i(t,\varepsilon)=\frac{\Delta_i(t,\varepsilon)}{\Delta(\varepsilon)},\quad i=\overline{1,3}\qquad(8)$$

мұндағы

$$\Delta(\varepsilon)=\begin{vmatrix}h_1y_1(t,\varepsilon) & h_1y_2(t,\varepsilon) & h_1y_3(t,\varepsilon)\\ h_2y_1(t,\varepsilon) & h_2y_2(t,\varepsilon) & h_2y_3(t,\varepsilon)\\ h_3y_1(t,\varepsilon) & h_3y_2(t,\varepsilon) & h_3y_3(t,\varepsilon)\end{vmatrix},$$

ал $\Delta_i(t,\varepsilon),\ \ i=\overline{1,3}-\Delta(\varepsilon)$ анықтауышының i – ші жатық жолын $y_1(t,\varepsilon),\ \ y_2(t,\varepsilon),\ \ y_3(t,\varepsilon)$ іргелі шешімдер жүйесімен алмастырылған анықтауыш.

$\Delta(\varepsilon)$ анықтауышының асимптотикалық сипаты келесі түрде болады:

$$\Delta(\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon}y_{30}(1)(\mu_2(0)-\mu_1(0))(1+O(\varepsilon))\neq 0\qquad(9)$$

(8), (9) формулалардың көмегімен шекаралық функциялардың асимптотикалық сипаттарын аламыз:

$$\Phi_1^{(i)}(t,\varepsilon)=e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_1(x)dx}\frac{\mu_1^i(t)y_{10}(t)\mu_2(0)}{\varepsilon^i\mu_2(0)-\mu_1(0)}-e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_2(x)dx}\frac{\mu_2^i(t)y_{20}(t)\mu_1(0)}{\varepsilon^i\mu_2(0)-\mu_1(0)}+$$

$$+O\left(\varepsilon^{1-i}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu(x)dx}\right),\qquad i=\overline{0,2}.$$

$$\Phi_2^{(i)}(t,\varepsilon)=-e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_1(x)dx}\frac{\mu_1^i(t)y_{10}(t)}{\varepsilon^{i-1}\mu_2(0)-\mu_1(0)}+e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_2(x)dx}\frac{\mu_2^i(t)y_{20}(t)}{\varepsilon^{i-1}\mu_2(t)-\mu_1(t)}+$$

$$+O\left(\varepsilon^{2-i}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu(x)dx}\right),\qquad i=\overline{0,2}.$$

$$\Phi_3^{(i)}(t,\varepsilon)=-e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_1(x)dx}\frac{\mu_1^i(t)y_{10}(t)\mu_2(0)}{\varepsilon^i y_{30}(1)(\mu_2(0)-\mu_1(0))}+e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu_2(x)dx}\frac{\mu_2^i(t)y_{20}(t)\mu_1(0)}{\varepsilon^i y_{30}(1)(\mu_2(t)-\mu_1(t))}+$$

$$+\frac{y_{30}^{(i)}(t)}{y_{30}(1)}+O\left(\varepsilon+\varepsilon^{1-i}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\mu(x)dx}\right),\qquad i=\overline{0,2.} \tag{10}$$

(1) теңдеудің оң жағына белгілеу енгізейік:

$$z(t,\varepsilon)=F(t)+\int_0^1 H(t,x)y(x,\varepsilon)dx \tag{11}$$

Онда $L_\varepsilon y=z(t,\varepsilon)$ дифференциалдық теңдеудің шешімін келесі түрде іздейміз:

$$y(t,\varepsilon)=C_1\Phi_1(t,\varepsilon)+C_2\Phi_2(t,\varepsilon)+C_3\Phi_3(t,\varepsilon)+\frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^t \mathrm{K}(t,s,\varepsilon)z(s,\varepsilon)ds \tag{12}$$

мұндағы $\Phi_1(t,\varepsilon)$, $\Phi_2(t,\varepsilon)$, $\Phi_3(t,\varepsilon)$ - шекаралық функциялар, $\mathrm{K}(t,s,\varepsilon)$- Коши функциясы, ал $z(t,\varepsilon)-$ белгісіз функция.

(12) функцияны (11) теңдікке қойып, келесі өрнекті аламыз:

$$z(t,\varepsilon)=F(t)+\int_0^1 H(t,\varepsilon)\left(C_1\Phi_1(x,\varepsilon)+C_2\Phi_2+C_3\Phi_3+\frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^x K(x,s,\varepsilon)z(s,\varepsilon)ds\right)dx \tag{13}$$

(13) теңдіктегі соңғы қос интегралдың ретін алмастырып,

$$z(t,\varepsilon)=F(t)+C_1\int_0^1 H(t,x)\Phi_1(x,\varepsilon)dx+C_2\int_0^1 H(t,x)\Phi_2(x,\varepsilon)dx+C_3\int_0^1 H(t,x)\Phi_3(x,\varepsilon)dx+$$

$$+\int_0^1 z(s,\varepsilon)ds\frac{1}{\varepsilon^2}\int_s^1 H(t,x)K(x,s,\varepsilon)dx$$

теңдігін аламыз. Қосымша белгілеулер енгізсек, төмендегідей Фредгольмнің 2- ші текті интегралдық теңдеуін аламыз:

$$z(s,\varepsilon)=f(t,\varepsilon)+\int_0^1 H(t,s,\varepsilon)z(s,\varepsilon)ds \tag{14}$$

мұндағы:

$$f(t,\varepsilon)=F(t)+C_1\int_0^1 H(t,x)\Phi_1(x,\varepsilon)dx+C_2\int_0^1 H(t,x)\Phi_2(x,\varepsilon)dx+C_3\int_0^1 H(t,x)\Phi_3(x,\varepsilon)dx$$

$$H(t,s,\varepsilon)=\frac{1}{\varepsilon^2}\int_s^1 H(t,x)K(x,s,\varepsilon)dx.$$

IV. 1 саны $H(t,s,\varepsilon)$ өзегінің меншікті мәні болмасын.

Онда (14) интегралдық теңдеудің шешімі бар, жалғыз болады және келесі түрде болады:

$$z(t,\varepsilon) = f(t,\varepsilon) + \int_0^1 R(t,s,\varepsilon) f(s,\varepsilon) ds \tag{15}$$

мұндағы $R(t,s,\varepsilon) - H(t,s,\varepsilon)$ өзегінің резольвентасы.

(15) теңдікті (13) функцияға қойып, шешімнің аналитикалық формуласын аламыз:

$$y(t,\varepsilon) = \sum_{i=1}^{3} C_i \left[\Phi_i(t,\varepsilon) + \frac{1}{\varepsilon^2} \int_0^t K(t,s,\varepsilon)\varphi_i(s,\varepsilon) ds \right] + \frac{1}{\varepsilon^2} \int_0^t K(t,s,\varepsilon)\overline{F}(s) ds \tag{16}$$

мұндағы $\Phi_1(t,\varepsilon)$, $\Phi_2(t,\varepsilon)$, $\Phi_3(t,\varepsilon)$ - шекаралық функциялар, $\mathrm{K}(t,s,\varepsilon)$ - Коши функциясы, ал C_i, $i = \overline{1,3}$ – белгісіз тұрақтылар, $R(t,s,\varepsilon) - H(t,s,\varepsilon)$ өзегінің резольвентасы,

$$\varphi_i(s,\varepsilon) = \int_0^1 \overline{H}(s,x)\Phi_i(x,\varepsilon) dx, \; i = \overline{1,3}$$

$$\overline{H}(s,\varepsilon) = H(s,\varepsilon) + \int_0^1 R(t,p,\varepsilon) H(p,\varepsilon) dp. \tag{17}$$

$$\overline{F}(s) = F(s) + \int_0^1 R(t,p,\varepsilon) F(p) dp.$$

(16) шешімге (2) шекаралық шарттарды қолданып, C_1, C_2, C_3 коэффициенттерін анықтаймыз:

$$C_1 = \alpha$$

$$C_2 = \beta$$

$$C_3 = \frac{\gamma - \frac{\alpha}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\varphi_1(s,\varepsilon) ds - \frac{\beta}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\varphi_2(s,\varepsilon) - \frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\overline{F}(s) ds}{1 + \frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\varphi_3(s,\varepsilon) ds}.$$

Сонымен келесі теорема дұрыс болады:

Теорема 1. Егер I-IV шарттар орындалса, (1), (2) шеттік есебінің $0 \le t \le 1$ аралығында шешімі бар, жалғыз болады және шешім келесі түрде болады:

$$y^{(i)}(t,\varepsilon) = \alpha(\Phi_1^{(i)}(t,\varepsilon) + \frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^t K^{(i)}(t,s,\varepsilon)\varphi_1(s,\varepsilon) ds) + \beta(\Phi_2^{(i)}(t,\varepsilon) + \frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^t K^{(i)}(t,s,\varepsilon)$$

$$\varphi_2(s,\varepsilon) ds + \frac{\gamma - \frac{\alpha}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\varphi_1(s,\varepsilon) ds - \frac{\beta}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\varphi_2(s,\varepsilon) ds - \frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\overline{F}(s) ds}{1 + \frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^1 K(1,s,\varepsilon)\varphi_3(s,\varepsilon) ds}.$$

$$\cdot(\Phi_3^{(i)}(t,\varepsilon)+\frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^t K^{(i)}(t,s,\varepsilon)\varphi_3(s,\varepsilon)ds)+\frac{1}{\varepsilon^2}\int_0^t K^{(i)}(t,s,\varepsilon)\overline{F}(s)ds,\quad i=0,1,2 \tag{18}$$

мұндағы $\Phi_1(t,\varepsilon)$, $\Phi_2(t,\varepsilon)$, $\Phi_3(t,\varepsilon)$ - шекаралық функциялар, $\mathrm{K}(t,s,\varepsilon)$- Коши функциясы, ал C_i, $i=\overline{1,3}$ – белгісіз тұрақтылар, $R(t,s,\varepsilon)-H(t,s,\varepsilon)$ өзегінің резольвентасы, $\varphi_i(s,\varepsilon)$, $i=\overline{1,3}$, $\overline{H}(s,\varepsilon)$, $\overline{F}(s)$ функциялары (17) формуламен анықталады.

(10), (17) формулалардың көмегімен $\varphi_i(t,\varepsilon)$, $i=\overline{1,3}$ функциялардың асимптотикалық сипаттарын аламыз:

$$\varphi_1(s,\varepsilon)=-\varepsilon\frac{\mu_1(0)+\mu_2(0)}{A(0)}\cdot\left(H(s,0)+\int_0^1 R_0(s,p)H(p,x)dp\right)+O(\varepsilon^2),$$

$$\varphi_2(s,\varepsilon)=\varepsilon^2\frac{1}{A(0)}\cdot\left(H(s,0)+\int_0^1 R_0(s,p)H(p,x)dp\right)+O(\varepsilon^3), \tag{19}$$

$$\varphi_3(s,\varepsilon)=\int_0^1\left[H(s,0)+\int_0^1 R_0(s,p)H(p,x)dp\right]e^{-\int_1^x\frac{C(p)}{B(p)}dp}dx.$$

мұндағы $R_0(t,s)-R(t,s,\varepsilon)$ өзегінің басты бөлігі.

Теорема 2. Егер I-IV шарттар орындалса, (1), (2) шеттік есебінің шешімі үшін $\varepsilon\to 0$ ұмтылғанда келесі асимптотикалық бағалаулар орындалады:

$$|y(t,\varepsilon)|\le C\left(|\alpha|+\varepsilon|\beta|+|\gamma|+\varepsilon\max_{0\le t\le 1}|F(t)|\right)e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}}+C\left(\varepsilon|\alpha|+\varepsilon^2|\beta|+|\gamma|+\max_{0\le t\le 1}|F(t)|\right),$$

$$|y'(t,\varepsilon)|\le\frac{C}{\varepsilon}\left(|\alpha|+\varepsilon|\beta|+|\gamma|+\varepsilon\max_{0\le t\le 1}|F(t)|\right)e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}}+C\left(\varepsilon|\alpha|+\varepsilon^2|\beta|+|\gamma|+\max_{0\le t\le 1}|F(t)|\right), \tag{20}$$

$$|y''(t,\varepsilon)|\le\frac{C}{\varepsilon^2}\left(|\alpha|+\varepsilon|\beta|+|\gamma|+\varepsilon\max_{0\le t\le 1}|F(t)|\right)e^{-\gamma\frac{t}{\varepsilon}}+C\left(\varepsilon|\alpha|+\varepsilon^2|\beta|+|\gamma|+\max_{0\le t\le 1}|F(t)|\right).$$

Дәлелдеуі: (18) шешімге (6),(10),(19) асимптотикалық бағалаулардың көмегімен (20) асимптотикалық бағалауларды аламыз.

Теорема 2-ден шығатын қорытынды: $t=0$ нүктесінде

$$y(0,\varepsilon)\equiv O(1),\quad y'(0,\varepsilon)\equiv O(1),\quad y''(0,\varepsilon)=O\left(\frac{1}{\varepsilon^2}\right)$$

(1), (2) шеттік есебінің шешімі *0 ретті екінші дәрежелі бастапқы секіріске* ие болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Нургабыл Д.Н., Уаисов А.Б. О граничных скачках линейных дифференциальных уравнений с малым параметром при старших производных // Вестник ЖГУ им. И. Жансугурова. - 2012. - №4. - С.17-21.

Абдикеримова Ж.К.

Асимптотические оценки решения интегро дифференциального уравнения при старших производных

Резюме. В работе рассматривается сингулярно возмущенная краевая задача для линейного интегро-дифференциального уравнения третьего порядка с малым параметром при двух старших производных при условии, что корни дополнительного характеристического уравнения имеют одинаковые знаки. В работе построена фундаментальная система решений, начальные и граничные функции сингулярно возмущенного однородного дифференциального уравнения, получены их асимптотические оценки. С помощью начальных и

граничных функции получена явная аналитическая формула решений. Доказана теорема об асимптотической оценке решения рассматриваемой краевой задачи.

Ключевые слова: фундаментальная система решений, функция Коши, граничные функций, сингулярное возмущение, малый параметр, асимптотика

Abdikerimova Zh.K.

Asymptotic estimates of solution for integro differential equations in the highest derivatives

Summary. The thesis deals with the singularly perturbed boundary value problem for third order linear integro-differential equation with a small parameter in the highest derivatives, provided that the roots of additional distinctive equation have same signs.In this paper for a singularly-perturbed homogeneous differential equation are constructed a fundamental system of solutions, initial and boundary functions, and their asymptotic estimates are derived. With initial and boundary functions are obtained explicit analytical formula solutions. The theorem about asymptotic estimate of a solution of boundary value problem is proved.

Key words*:* fundamental system of solutions, Cauchy function, boundary functions, small parameter, singular perturbation, asymptotics

УДК 629.78

С.А. Елубаев, Т.М. Бопеев, К.А. Алипбаев, А.С. Сухенко
(ДТОО «Институт космической техники и технологий»,
Алматы, Республика Казахстан, anna.sukhenko@gmail.com)

РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗВЕЗДНОГО ДАТЧИКА

Аннотация. Статья посвящена разработке и тестированию программно-математического обеспечения казахстанского звёздного датчика. Описаны математические модели и алгоритмы, положенные в основу разработки программно-математического обеспечения предварительной обработки изображения, распознавания звезд и определения ориентации. Приведены результаты тестирования программно-математического обеспечения звездного датчика с помощью программного имитационного комплекса, включающего имитатор звездного неба и блок анализа результатов.

Ключевые слова: звездный датчик, программно-математическое обеспечение, программный имитационный комплекс, разработка, тестирование.

Введение

В настоящее время силами отечественных специалистов в Казахстане разрабатывается звездный датчик (ЗД), который в дальнейшем планируется использовать на казахстанских спутниках различного назначения. На первом этапе разработан экспериментальный образец ЗД, который обладает следующими характеристиками: поле зрения 20°, частота обновления 2 Гц, минимальный угол между оптической осью и Солнцем 40°, точность определения ориентации оптической оси/вокруг оптической оси 15/50 уг.сек.

Одной из наиболее наукоемких частей ЗД является его программно-математическое обеспечение (ПМО). Данная статья посвящена разработке и тестированию ПМО экспериментального образца казахстанского ЗД.

1 Программно-математическое обеспечение звездного датчика

Программно-математическое обеспечение казахстанского ЗД базируется на алгоритмах распознавания звезд и определения ориентации. Входными параметрами данных алгоритмов являются текущие координаты звезд в поле зрения ЗД, которые определяются в результате предварительной обработки изображения звездного неба.

1.1 Программно-математическое обеспечение предварительной обработки изображения

Основными этапами предварительной обработки изображения казахстанского ЗД являются радиометрическая коррекция, бинаризация, фильтрация, локализация псевдовзвезд и определение центроидов.

На этапе радиометрической коррекции производится коррекция искажения изображения, обусловленного такими погрешностями, как шум считывания, сдвиг нуля и темновой ток, с помощью матрицы коррекции, которая выводится на основе анализа изображений с детектора, полученных при различных условиях.

В процессе бинаризации изображение обрабатывается с помощью пороговых значений:

$$\mathrm{B} = b(x,y) = \begin{cases} 1, & f(x,y) \in [T_1, 255], \\ 0, & \mathrm{f}(x,y) \in [0, \mathrm{T}_1), \end{cases} \quad x = 1..m, \; y = 1..n, \tag{1}$$

где B - бинарное изображение; $b(x,y)$ - пиксель бинарного изображения с координатами x,y; $f(x,y)$ - интенсивность пикселя исходного изображения с координатами x,y; m - ширина изображения в пикселях; n - высота изображения в пикселях.

Пороговое значение бинаризации T_1 вычисляется динамически для каждого полученного изображения.

Фильтрация изображения производится с помощью медианного фильтра с квадратным окном, включающим нечетное количество пикселей:

$$P = p(x,y), \; p(i,j) = \begin{cases} 1, \; S_{W_{ij}} \geq \dfrac{h^2}{2}, \\ 0, \; S_{W_{ij}} < \dfrac{h^2}{2}, \end{cases} \tag{2}$$

где P - изображение после фильтрации; $p(i,j)$ - пиксель изображения после фильтрации, имеющий положение i,j; $S_{W_{ij}}$ - количество ненулевых пикселей бинарного изображения в окне фильтра, образованного вокруг пикселя с координатами i,j; h - размер окна фильтра (нечетное число).

После проведения фильтрации производится операция выделения связанных областей или локализация псевдозвезд. Для решения этой задачи в данной работе используется многопроходной алгоритм с четырехсвязными сканирующими масками. В результате проведения локализации на изображении выделяется множество связных областей, которые мы назовем псевдозвездами до момента их распознавания:

$$L = \{L_1, ..., L_l\}, \; L_i = \{(x_1^{L_i}, y_1^{L_i}), ..., (x_q^{L_i}, y_q^{L_i})\}, \; (x_j^{L_i}, y_j^{L_i}) \in P, \; j = 1..q, \tag{3}$$

где L - множество псевдозвезд; L_i - i - я псевдозвезда; $(x_j^{L_i}, y_j^{L_i})$ - пиксель с координатами $x_j^{L_i}, y_j^{L_i}$, входящий в i - ю псевдозвезду; q - количество пикселей в i-ой псевдозвезде; l - количество псевдозвезд на изображении.

На следующем этапе после локализации псевдозвезд производится определение их центроидов в соответствии со следующей формулой:

$$x_{ц}^{L_i} = \frac{x_1^{L_i} + ... + x_q^{L_i}}{\mathrm{q}}, \quad y_{ц}^{L_i} = \frac{y_1^{L_i} + ... + y_q^{L_i}}{q}, \tag{4}$$

где $x_{ц}^{L_i}$, $y_{ц}^{L_i}$ - центроиды i - ой псевдозвезды.

1.2 Программно – математическое обеспечение распознавания звезд и определения ориентации

После того, как на изображении выделены псевдозвезды и определены их центроиды $Ц = \{Ц_1,....,Ц_l\}$, $Ц_i = \left\{\left(x_ц^{L_i}, y_ц^{L_i}\right)\right\}$, производится распознавание псевдозвезд путем их сопоставления со звездным каталогом (ЗК). В большинстве случаев сопоставление производится для угловых расстояний между псевдозвездами, входящими в конфигурацию псевдозвезд в поле зрения ЗД, и угловых расстояний между звездами в ЗК. Основная задача при этом состоит в реализации быстрых методов поиска соответствия в ЗК. Простейшие подобные алгоритмы описаны в работах [1,2]. Алгоритмы, представленные в [3-5], реализуют оптимизацию скорости поиска.

В данной работе для проведения операции распознавания на каждой итерации используется тройка псевдозвезд (триада), построение которой производится на основе ярчайшей псевдозвезды на изображении и двух её ближайших соседей $T_{тек} = \{Ц_i, Ц_j, Ц_k\}$.

После того, как на изображении выделена триада, для каждой пары псевдозвезд, входящих в нее, рассчитываются угловые расстояния. В результате для текущей триады получается множество угловых расстояний $\Theta = \{\theta_{i-j}, \theta_{i-k}, \theta_{j-k}\}$, которое используется для проведения операции поиска соответствия в ЗК с помощью метода K-вектор, описанного в [5].

В соответствии с методом K-вектор звездный каталог угловых расстояний должен быть упорядочен по возрастанию:

$$D = \{\theta_s : \theta_s \le \theta_{s+1}, q = 1,..,M\}, \tag{5}$$

где s - индекс угловых расстояний между парами звезд, характеризующий их положение в ЗК.

Для проведения операции поиска соответствия каждому элементу ЗК угловых расстояний ставится в соответствие его положение. Данная зависимость аппроксимируется с помощью прямой линии (рисунок 1):

$$\theta_s = aq + b,$$
$$a = \frac{\theta_M - \theta_1}{M-1}, \quad b = \frac{M\theta_1 - \theta_M}{M-1}, \tag{6}$$

где a, b - коэффициенты уравнения прямой, проходящей через первую и последнюю точки множества (5).

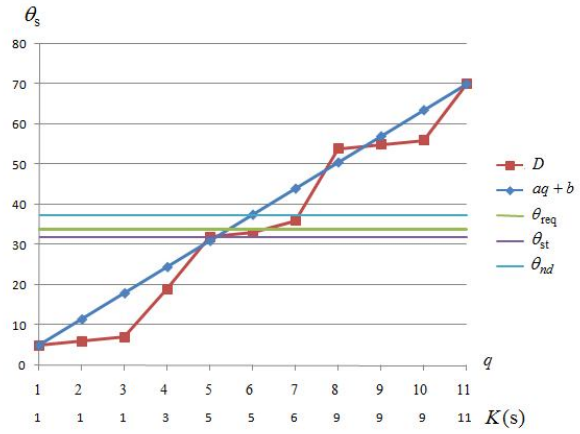


Рис. 1. Зависимость между угловыми расстояниями θ_s и их положением в ЗК

Метод K-vector позволяет определить индексы границ диапазона элементов ЗК, внутри которого расположено искомое расчетное угловое расстояние. Данная операция производится в несколько этапов. Сначала строится K-вектор (рисунок 1), в соответствии с формулой [5]:

$$K(1)=1,\ K(\mathrm{s})=\mathrm{int}\left(\frac{\theta_q-b}{a}\right),\ s=2,..,M\ , \tag{7}$$

где $K(s)$ - q-ый элемент К-вектора; int(x) - функция, округляющая значение x до целого.

После этого определяются индексы границ диапазона элементов К-вектора, внутри которого лежит искомое угловое расстояние θ_{req} [5]:

$$k_1=bottom\left\{\left[\frac{(\theta_{req}-2\xi)-b}{a}\right]\right\},k_2=top\left\{\left[\frac{(\theta_{req}+2\xi)-b}{a}\right]\right\}, \tag{8}$$

где ξ - точность, с которой могут быть определены границы диапазона $\xi=\varepsilon\max[|D_{\min}|,|D_{\max}|]$, $\varepsilon\approx 2.22\cdot 10^{-16}$; $top(x)$ - функция, определяющая наибольшее целое число, близкое к x; $bottom\ (x)$ - функция, определяющая наименьшее целое число, близкое к x.

Далее определяются индексы границ диапазона элементов ЗК, внутри которого лежит θ_{req} (рисунок 1) [8] и соответствующие им угловые расстояния [5]:

$$s_{\mathrm{st}}=\mathrm{K}(k_1)+1,\ s_{nd}=K(k_2)\,, \tag{9}$$

$$\theta_{\mathrm{st}}=ak_1+b+1,\ \theta_{nd}=ak_2+b\,. \tag{10}$$

После того как определены индексы границ диапазона поиска внутри ЗК, производится поиск расчетного углового расстояния путем его прямого сопоставления с элементами внутри найденного диапазона. Описанная процедура производится для каждого углового расстояния рассматриваемой триады псевдозвезд. Триада считается распознанной и алгоритм распознавания завершенным в том случае, когда для всех псевдозвезд, входящих в триаду, найдены соответствия в ЗК.

После проведения распознавания становятся известны координаты трех звезд в системе координат ЗД и соответствующие им инерциальные координаты в ЗК. Алгоритмы определения ориентации ЗД сводятся к определению матрицы аффинного преобразования, переводящей координаты звёзд из системы координат ЗД в инерциальную систему координат. При этом искомая матрица аффинного преобразования является решением оптимизационной задачи вида [6]:

$$\mathrm{L(A)}=\min\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{\mathrm{n}}a_i\left\|\overrightarrow{\mathrm{V}_{u_i}}-A\overrightarrow{v_{ui}}\right\|, \tag{11}$$

где n - количество идентифицированных звезд; $\overrightarrow{\mathrm{V}_{u_i}}$ - вектор координат i-ой звезды в инерциальной системе координат; A - матрица аффинного преобразования; $\overrightarrow{v_{ui}}$ - вектор координат i-ой звезды в системе координат ЗД; a_i - положительные константы.

В данной работе оптимизационная задача (11) решается с помощью применения сингулярного разложения.

2 Функциональные испытания программно-математического обеспечения звездного датчика

Целью функциональных испытаний является определение точности вычисления ориентации ЗД при различных конфигурациях с помощью программного имитационного комплекса.

Для проведения функциональных испытаний ПМО казахстанского ЗД разработан программный имитационный комплекс, включающий имитатор звездного неба и блок анализа результатов.

В имитаторе звездного неба производится моделирование динамического изменения звездного неба с учетом шумов детектора, дисторсии оптической системы и функции рассеяния точки (PSF). Файлы PSF берутся непосредственно с САПР оптической системы ZeMax с шагом 0,2.5, 3.5, 7.5 и 10 градусов от оптической оси.

Имитатор звездного неба отправляет кадр изображения по сети Ethernet в ПМО звездного датчика, запущенное на отладочной плате ZC702, где производится цикл вычисления по определению ориентации ЗД. Результат вычисления отправляется в блок анализа результатов, где осуществляется расчет невязки расчетной ориентации с истиной модельной ориентацией ЗД.

Блок анализа результатов позволяет визуально осуществлять построение ориентации ЗД и производить оценку погрешности вычислений ПМО ЗД.

В процессе функциональных испытаний ПМО казахстанского звездного датчика рассматривались следующие конфигурации:

1. *Базовая*. С использованием идеальной симметричной PSF, без внесений каких - либо искажений;

2. *Моделирование функции рассеяния точки (PSF)*. С использованием PSF, полученных в результате проектирования и моделирования оптической системы ЗД в среде Zemax;

3. *Темновой шум+PSF*. С использованием маски с максимальными значениями шумов снятых с детектора ЗД (выдержка 300 мс) + моделирование остальных шумов +PSF;

4. *Дисторсия 0,5%.* С использованием модели бочкообразной дисторсии, без применения остальных искажений;

5. *Дисторсия 1%*;

6. *Дисторсия 1,5%*;

7. *Дисторсия 2%*;

8. *PSF+Темновой шум+Дисторсия 0,08%.* Комплексный тест с максимально большим значением дисторсии, при котором ПМО может определять ориентацию.

В таблицах 1–8 приведены результаты тестирования ПМО звездного датчика при 4-х угловых положениях ЗД (Тест №1-4) с возрастанием количества звезд в поле зрения ЗД. В каждом положении проведено по 4-6 измерений для накопления статистических данных и вычисления средних значений.

В таблице 9 приведены обобщающие результаты функциональных испытаний ПМО ЗД для четырех вариантов тестирования. Как видно из таблицы 9, с возрастанием количества звезд точность в целом улучшается. За оценочный параметр берется погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси ЗД, так как эта ошибка, как правило, больше, чем погрешность определения ориентации оптической оси ЗД ввиду особенности общего подхода определения ориентации. В тесте №3 наблюдается ухудшение точности из-за плохой конфигурации звезд. В тестах по дисторсии при количестве звезд менее 5 наблюдается проблемы с верификацией триады и результаты определения недостоверны, если дисторсия выше 0.5%. В тесте №3 по дисторсии в целом наблюдается повышенная точность в сравнения с остальными тестами из-за расположения звезд ближе к центру оптической оси.

Таблица 1. **Список звезд, использованных для определения ориентации ЗД Turn: 70, Pitch: 54, Roll: 0**

ID в каталоге	X , пиксели	Y, пиксели	RA	DEC	Звездная величина
1916	687.354	148.814	64.006940	-51.486192	4.36
2088	524.698	328.886	68.499217	-55.045069	3.26
2351	267.588	30.878	76.241940	-49.577847	5.35
2356	286.566	461.052	76.377635	-57.472470	4.88

Таблица 2. **Функциональный тест при ориентации ЗД Turn: 70, Pitch: 54, Roll: 0**

Вариант теста №1	Кватернион истиной ориентации ЗД	Вычисленный кватернион ориентации ЗД	Погрешность определения ориентации оптической оси ЗД, угл. сек.	Погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси, угл. сек.
Базовый	x - 0,26039827 y - 0,37188724 z - 0,51106036 w - 0,	x - 0,26038495 y - 0,37191167 z - 0,51104420 w - 0,72987342	5,81882593	12,06270804
PSF	x - 0,26039827 y - 0,37188724 z - 0,51106036 w - 0,72986984	x - 0,26049408 y - 0,37185040 z - 0,51109093 w - 0,72983295	11,59645095	45,30575314

Темновой шум +PSF	x - 0,26039827 y - 0,37188724 z - 0,51106036 w - 0,72986984	x - 0,26051158 y - 0,37183735 z - 0,51110166 w - 0,72982591	11,22368923	55,70215205
Дисторсия 0,5%	x - 0,27309656 y - 0,36291137 z - 0,51747286 w - 0,72521406	x - 0,27308720 y - 0,36292723 z - 0,51746434 w - 0,72521573	3,46230872	7,65722467
Дисторсия 1%	Ориентация не определена	-	-	-
Дисторсия 1,5%	Ориентация не определена	-	-	-
Дисторсия 2%	Ориентация не определена	-	-	-
PSF+Темновой шум+Дисторсия 0,5%	x - 0,27309656 y - 0,36291137 z - 0,51747286 w - 0,72521406	x - 0,27307720 y - 0,36291723 z - 0,51743434 w - 0,72529573	23, 23460872	89, 24676572

Таблица 3. **Список звезд, использованных для определения ориентации ЗД Turn: 12, Pitch: 32, Roll: 16**

ID в каталоге	X , пиксели	Y, пиксели	RA, град.	DEC, град.	Звездная величина
12265	788.813	498.910	340.439199	29.307543	4.80
12273	784.735	446.805	340.750628	30.221193	3.20
12449	516.462	501.672	345.944086	28.083150	2.81
12604	367.396	246.975	350.478922	31.812429	5.29
12697	226.024	228.770	353.488658	31.325160	5.29
12764	77.659	290.427	355.998124	29.361573	5.19

Таблица 4. **Функциональный тест при ориентации ЗД Turn: 12, Pitch: 32, Roll: 16**

Вариант теста №2	Кватернион истиной ориентации ЗД	Вычисленный кватернион ориентации ЗД	Погрешность определения ориентации оптической оси ЗД, угл. сек.	Погрешность определения угла поворота ЗД вокруг оптической оси, угл. сек.
Базовый	x - 0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16156518 y - 0,25746363 z - 0,13765338 w - 0,94268805	4,24577833	5,61461647
PSF	x - 0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16150409 y - 0,25745162 z - 0,13764296 w - 0,94270331	15,34507284	30,78935949
Темновой шум +PSF	x - 0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16148129 y - 0,25745893 z - 0,13763595 w - 0,94270623	13,65335883	41,00448311
Дисторсия 0,5%	x - 0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16162089 y - 0,25747046 z - 0,13765965 w - 0,94267571	1,57568834	17,28060065
Дисторсия 1%	x - 0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16162345 y - 0,25748435 z - 0,13765709 w - 0,94267184	6,83794085	17,47758774

Дисторсия 1,5%	x - 0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16149107 y - 0,25751108 z - 0,13762948 w - 0,94269127	9,60081141	39,89079979
Дисторсия 2%	x - 0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16147365 y - 0,25752890 z - 0,13762215 w - 0,94269043	16,03480937	48,40439213
PSF+Темновой шум+Дисторсия 0,08%	x -0,16158046 y - 0,25747558 z - 0,13765250 w - 0,94268227	x - 0,16132280 y - 0,25752458 z - 0,13759798 w - 0,94272095	8,23345476	111,5827427

Таблица 5. **Список звезд, использованных для определения ориентации ЗД Turn: 17, Pitch: 25, Roll: 0**

ID в каталоге	X , пикселях	Y, пикселях	RA, град.	DEC, град.	Звездная величина
279	831.095	24.231	9.638391	29.311115	4.60
342	736.397	305.078	11.834458	24.266949	4.32
414	614.667	354.743	14.301532	23.417505	4.68
471	509.320	461.812	16.421237	21.473188	5.33
523	436.103	485.679	17.863482	21.034616	4.94
538	408.972	292.251	18.437314	24.583665	4.94
570	341.356	145.335	19.866705	27.264002	4.76
741	36.349	516.139	25.623383	20.266659	5.49

Таблица 6. **Функциональный тест при угловой ориентации ЗД Turn: 17, Pitch: 25, Roll: 0**

Вариант теста №3	Кватернион истиной ориентации ЗД	Вычисленный кватернион ориентации ЗД	Погрешность определения ориентации оптической оси ЗД, угл. сек.	Погрешность определения угла поворота ЗД вокруг оптической оси, угл. сек.
Базовый	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03201573 y - 0,21405044 z - 0,14431180 w - 0,96557313	3,42382484	5,25134806
PSF	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03183473 y - 0,21407388 z - 0,14427704 w - 0,96557915	5,39328105	31,92745264
Темновой шум	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03181852 y - 0,21407704 z - 0,14427452 w - 0,96557933	5,32167988	72,81028896
Дисторсия 0,5%	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03202326 y - 0,21405408 z - 0,14431511 w - 0,96557158	1,68814547	13,87395287
Дисторсия 1%	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03191967 y - 0,21409252 z - 0,1442942 w - 0,96556962	8,48906073	31,60893598
Дисторсия 1,5%	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03192721 y - 0,21409661 z - 0,14429753 w - 0,96556801	10,80941087	28,62107205

Дисторсия 2%	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03176348 y - 0,21416187 z - 0,14427201 w - 0,96556270	28,71289203	100,10855779
PSF+Темновой шум+Дисторсия 0,08%	x - 0,03199181 y - 0,21406221 z - 0,14430574 w - 0,96557224	x - 0,03151057 y - 0,21417767 z - 0,14422975 w - 0,96557385	22,76013180	205,74837883

Таблица 7. **Список звезд, использованных для определения ориентации Turn: 61, Pitch: 44, Roll: 103**

ID в каталоге	X , пикселях	Y, пикселях	RA, град.	DEC, град.	Звездная величина
1631	643.836	506.384	55.731308	47.787498	2.95
1652	367.464	437.851	56.298436	42.578522	3.98
1761	669.858	389.335	58.992461	47.871396	5.34
1769	822.609	414.981	59.152588	50.695259	5.42
1778	254.283	283.771	59.463491	40.010135	2.79
1786	29.169	223.669	59.741254	35.790998	4.04
1837	823.301	326.064	61.645941	50.351182	4.28
1855	687.145	273.930	62.165405	47.712451	4.02
1905	320.514	117.228	63.722128	40.483611	4.97
1906	738.319	228.324	63.724402	48.409287	4.42

Таблица 8. **Функциональный тест при угловой ориентации ЗД Turn: 61, Pitch: 44, Roll: 103**

Вариант теста №4	Кватернион истиной ориентации ЗД	Вычисленный кватернион ориентации ЗД	Погрешность определения ориентации оптической оси ЗД, угл. сек.	Погрешность определения угла поворота ЗД вокруг оптической оси, угл. сек.
Базовый	x - 0,50685978 y - 0,56921107 z - 0,04033983 w - 0,64611501	x - 0,50685745 y - 0,56920439 z - 0,04033796 w - 0,64612287	3,98058466	1,95707742
С моделированием PSF	x - 0,50685978 y - 0,56921107 z - 0,04033983 w - 0,64611501	x - 0,50683540 y - 0,56919664 z - 0,04035006 w - 0,64614624	8,64751687	15,68631385
С темновым шумом +PSF	x - 0,50685978 y - 0,56921107 z - 0,04033983 w - 0,64611501	x - 0,50681746 y - 0,56919521 z - 0,04036417 w - 0,64616066	9,19902001	26,82817225
Дисторсия 0,5%	x - 0,50685978 y - 0,56921107 z - 0,04033983 w - 0,64611501	x - 0,50682342 y - 0,56921041 z - 0,04035065 w - 0,64614350	7,21284974	19,17076529
Дисторсия 1%	x - 0,50685978 y - 0,56921107 z - 0,04033983 w - 0,64611501	x - 0,50700837 y - 0,56918478 z - 0,04023417 w - 0,64602816	17,65644219	83,25357458
Дисторсия 1,5%	x - 0,50685978 y - 0,56921107 z - 0,04033983 w - 0,64611501	x - 0,50708473 y - 0,56918222 z - 0,04017407 w - 0,64597428	21,42916713	128,94369928
Дисторсия 2%	x - 0,50685978 y - 0,56921107	x - 0,50717056 y - 0,56916732	31,90276395	176,23720897

	z - 0,04033983 w - 0,64611501	z - 0,04011785 w - 0,64592344		
PSF+Темновой шум+Дисторсия 0,08%	x - 0,50685978 y - 0,56921107 z - 0,04033983 w - 0,64611501	x - 0,50719851 y - 0,56916660 z - 0,04009555 w - 0,64590353	33,18832256	193,05276134

Таблица 9. **Сводная таблица по результатам функциональных испытаний ПМО звездного датчика**

	Тест №1	Тест №2	Тест №3	Тест №4
Количество звезд в поле зрения	4	6	8	12
Базовая конфигурация. Погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси, угл. сек.	12,06270804	5,61461647	5,25134806	1,95707742
С моделированием PSF, Погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси, угл. сек.	45,30575314	30,78935949	31,92745264	15,68631385
С темновым шумом +PSF, Погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси, угл. сек.	55,70215205	41,00448311	72,81028896	26,82817225
Дисторсия 1,5%, Погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси, угл. сек.	-	39,89079979	28,62107205	128,94369928
PSF+Темновой шум+Дисторсия 1,5%, Погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси, угл. сек.	-	111,5827427	205,74837883	193,05276134

Заключение

В данной статье рассмотрены основные этапы разработки и тестирования ПМО казахстанского ЗД. Описаны математические модели и алгоритмы, положенные в основу разработки ПМО предварительной обработки изображения, распознавания звезд и определения ориентации. Приведены результаты функциональных испытаний ПМО звездного датчика с помощью программного имитационного комплекса, включающего имитатор звездного неба и блок анализа результатов.

В целом функциональные испытания показали хорошие результаты работы алгоритмов, реализованных в ПМО звездного датчика. Тесты, проведенные для неидеальной функции рассеяния точки, с учетом шумов детектора и дисторсии оптической системы, показали погрешность определения ориентации оптической оси ЗД не хуже 9.6 угл.сек. и погрешность определения угла поворота вокруг оптической оси ЗД не хуже 45.5 угл.сек.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Liebe C.C. Pattern recognition of star constellations for spacecraft applications // IEEE Aeronaut. Electron. Syst. Mag. – Vol.10. – 1992. – P. 2–12

[2] Baldini D., Barni M., Foggi A., Benelli G., Mecocci, A. A new star-constellation matching algorithm for satellite attitude determination // ESA Journal. – Vol.17. -1993. – P. 185–198

[3] Quine B.M., Whyte H.F. A fast autonomous star-acquisition algorithm for spacecraft // Control Engin. Pract. – Vo.4. – 1996. – P. 1735–1740

[4] Padgett C., Delgado, K.K. A grid algorithm for autonomous star identification // IEEE Trans. Aerospace Electron. Syst. – Vo.33. – 1997. – P. 202–213.

[5] Mortari D. A fast on-board autonomous attitude determination system based on a new star-id technique for a wide FOV star tracker // Adv. Astronaut. Sci. – Vol. 93. – P. 893–903

[6] Markley F. Landis, Mortari D. How to estimate attitude from vector observations // AAS/AIAA Astrodynamics specialist conference. – 1999.

Работа выполнена в рамках республиканской бюджетной программы 076 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности».

Елубаев С.А., Бопеев Т.М., Алипбаев К.А., Сухенко А.С.

Жұлдыз датчигінің бағдарламалық және математикалық қамтамасыз етуін жасау және тестілеу

Түйіндеме. Бұл мақала Қазақстандық жұлдыз датчигінің бағдарламалық және математикалық қамтамасыз етуін жасауға және тестілеуге арналған. Суретті алдын ала өңдеудің, жұлдыздарды танып білу және бағдарлауды анықтаудың бағдарламалық-математикалық қамтамасыз етуін жасаудың негізі болып табылатын математикалық модельдер мен алгоритмдер сипатталған. Жұлдызды аспан имитаторы мен нәтижелер талдауы блогынан тұратын бағдарламалық имитациялық жиынтықтың көмегімен жұлдыз датчигінің бағдарламалық-математикалық қамтамасыз етуін тестілеу нәтижелері келтірілген.

Түйінді сөздер: жұлдыз датчигі, бағдарламалық-математикалық қамтамасыз ету, бағдарламалық имитациялық жиынтық, жасау, тестілеу

Yelubayev S., Bopeyev T., Alipbayev K., Sukhenko A.

Development and testing of software and mathematical support of star tracker

Summary. This article is devoted to the development and testing of mathematical support and software of Kazakhstani star tracker. Mathematical models and algorithms that are laid to the basis of software and mathematical support development of preliminary image processing, stars identification and attitude determination are described. Results of star tracker software and mathematical support testing with the help of program simulation complex including starry sky simulator and results analysis block are given.

Key words: star tracker, software and mathematical support, program simulation complex, development, testing.

ӘОЖ: 531.1:517.972.8

А.А. Каныбекова, С.Б. Ерназарова
(Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Түркістан, Қазақстан Республикасы, saltanat.ernazarova@ayu.edu.kz)

ТҰТАС ЖАЗЫҚ ДЕНЕДЕГІ БЕЙСТАЦИОНАРЛЫҚ ЖЫЛУ АЛМАСУ ПРОЦЕСІН ШЕКТІ ЭЛЕМЕНТТЕР ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Тұтас жазық денеде орын алатын бейстационарлық жылу алмасу процесін ішкі жылу көздерінің әсерін ескеріп зерттеуге арналған. Аталған процесс нәтижесінде денеде қалыптасатын температуралық өрістің деңгейіне әсер ететін сыртқы факторларды анықтау, олардың әсерін адамның қажеттігіне ыңғайлы деңгейде ұстап тұру мәселелерін шешу қазіргі таңда кезек күттірмейтін мәселеге айналып отыр. Бейстационарлық жылуалмасу құбылысы өтпелі құбылыс, мұндай құбылыстардың, көп жағдайда, уақытқа тәуелсіз, стационарлық күйге ұласатыны айқын.

Кілт сөздер: температура, шекті элементтер әдісі, жылуөткізгіштік теңдеуі, шекаралық шарттар, температуралық өріс.

Тұтас денедегі бейстационар жылу алмасу процесін өзара көрші екі стационар температуралық күйлер арасындағы өтпелі жағдай ретінде қарастыру қабылданған [1]. Алайда, аталған физикалық процесс келесі стационарлық күйге жетіп тұрақталмай, дамуын әрі қарай жалғастыра беруі де мүмкін. Процестің алғашқы түрі, денеде қалыптасатын температуралық өрістің бір стационар күйден екінші стационар күйге дейін өзгеру заңдылықтары зерттеледі.

Бірөлшемді тұтас денедегі бейстационарлық жылуөткізгіштік келесі дифференциалдық теңдеу арқылы сипатталады [1]:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + S \,. \qquad (1)$$

Бұл жерде $T(x,t)$ - дененің координатасы x болатын нүктесінің уақыттың t сәтіндегі белгісіз температурасы, S - шекаралық шарттар мен жылу көздерінің әсерін ескеретін қосылғыш, k - жылуөткізгіштік коэффициенті, c мен ρ коэффициенттері денені құрайтын материалдың тығыздығы мен массалық жылусыйымдылығын көрсетеді, демек, ρc көбейтіндісі көлемдік жылусыйымдылықты береді.

Бірөлшемді бейстационарлық жылуөткізгіштік (1) теңдеуінде екі тәуелсіз айнымалы болады: олар x координатасы мен t уақыты. Бейстационарлық есепте уақыттың бастапқы t=0 сәтіндегі температураның таралу заңдылығы белгілі деп алынып, уақыттың келесі сәттеріндегі температуралық өрістің өзгеру заңдылықтары зерттеледі.

Бейстационарлық есептерді сандық әдістермен шешкен кезде уақыт та дискретті шамаға айналады. (1) теңдеуін шешудің негізгі есебі былайша қойылады: уақыттың t сәтіндегі температураның $T(x,t)$ таралу заңдылығы берілген. Уақыттың $t+\Delta t$ сәтіне сәйкес келетін температуралық өрісті анықтау керек. Бұл жерде Δt - уақыттың өзгеру қадамы. [4]

Жылуөткізгіштіктің жазық есебінің шешімін шекті элементтер әдісімен алудың алгоритмы [1] жұмыста келтірілген. Аталған алгоритмды

$$K_{xx}\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+K_{yy}\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}+Q=\lambda\frac{\partial T}{\partial t} \tag{2}$$

түріндегі бейстационар жылуөткізгіштік теңдеуін шешуге қолдану кезінде температураның уақыт бойынша туындысы уақыттың әрбір сәтінде координаталардың функциясы ретінде қарастырылады.

$$\left([K]+\frac{2}{\Delta t}[C]\right)\{T\}_1=\left([K]-\frac{2}{\Delta t}[C]\right)\{T\}_0-2\{F\}^*. \tag{3}$$

Уақыттың t сәтіндегі температураның бастапқы түйіндік $\{T\}_0$ мәндері белгілі болса, онда олардың уақыттың $t+\Delta t$ сәтіндегі мәндерін (3) теңдеуін $\{T\}_1$ векторына қатысты шешу арқылы анықтауға болады. Бұл жерде $\{F\}^*$ вектор-бағананың құрамындағы $\{F\}_0$ және $\{F\}_1$ уақыттың t және $t+\Delta t$ сәттері үшін есептің берілген шарттарынан анықталады.

Көп жағдайда ізделіп отырған температураны уақыт интервалының ортаңғы нүктесінде анықталатын $\{T\}^*=\frac{1}{2}\left(\{T\}_1+\{T\}_0\right)$ түрінде анықтайды.

Зерттеу аймағындағы бейстационар температуралық өріс (3) теңдеуінен анықталады, демек ол Δt уақыт интервалының сонғы нүктесінде анықталғандықтан, аталған интервалды мейлінше кіші етіп алған дұрыс.

Әдетте материалдардың қасиеттерін тұрақты деп алып, элементтердің өлшемдері мен уақыт бойынша қадамды ғана вариациялайды. Әрине, бір мезгілде элементтердің өлшемдерін де, уақыт бойынша қадамды да кішірейту арқылы сандық нәтижелердің дәлдігін арттыруға болады.

Көп қиындықтар зерттеу аймағының шекаралық нүктелеріндегі температура мен аймақтың ішкі нүктелеріндегі температура арасында үлкен айырмашылық болған кезде туындайды.

Жылуөткізгіштіктің бейстационар есебін шекті элементтер әдісімен шешудің теориялық негіздері [1], [2] жұмыстарда келтірілген. Тұтас денедегі температуралық өрістің бейстационар режимде өзгеру заңдылығын анықтау үшін

$$\left([K]+\frac{2}{\Delta t}[C]\right)\{T\}_1=\left([K]-\frac{2}{\Delta t}[C]\right)\{T\}_0-2\{F\}^*,$$

немесе

$$[A]\{T\}_1=[P]\{T\}_0-\{F\} \tag{4}$$

сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі қабылданған уақыт интервалының әрбір сәті үшін қайталап шешіліп отырады. Бұл жерде [3]:

Δt – тұрақты уақыт аралығы;

$[C]$ – жүйенің демпфирдің түйіндік мәндерінің уақыттың ағымдағы сәтінде ізделіп отырған векторы;

$\{T\}_0$ – температураның түйіндік мәндерінің уақыттың алдыңғы сәтінде анықталған векторы;

$\{F\}=\{F\}_0+\{F\}_1$ – есептің берілген шарттарынан анықталатын температуралық жүктеме векторы. Бұл жерде $\{F\}_0$ векторы итерациялық процестің алдыңғы қадамына сәйкес есептелген болса, $\{F\}_1$ векторы уақыттың ағымдағы сәтіне қатысты есептеледі.

Жоғарыда көрсетілген (4) сызықтық теңдеулер жүйесі Зейдель әдісімен шешіледі. Есептеу программасы жоғары деңгейлі MATLAB жүйесінде құрылған.

Қорыта айтқанда, жылуөткізгіштіктің бейстационар есебі шекті элементтер әдісімен мынадай алгоритм бойынша шешіледі [5]:

1. Шекаралық шарттар тағайындалып, $[K]$ матрицасы мен $\{F\}_0$ векторы есептеліп болған соң жылуөткізгіштіктің стационар қойылымдағы есебі шешіледі. Нәтижесінде бейстационар қойылымдағы есептің бастапқы шешімі ретінде $\{T\}_0$ векторы анықталады.

2. Жылуөткізгіштіктің $[K]$ матрицасы шешімнің алғашқы стационар қадамынан алынады, ал демпфирлеудің $[C]$ матрицасы жаңадан құрылады. Осылайша анықталған $[K]$ және $[C]$ матрицалары мен уақыттың тұрақты Δt қадамы арқылы (4) теңдеудің $[A]$ мен $[P]$ матрицалары есептеледі.

3. Бейстационар жылуөткізгіштіктің (4) теңдеуін шешудің ең алғашқы итерациясында сызықтық теңдеулер жүйесінің $\{F\}=\{F\}_0+\{F\}_1$ векторының $\{F\}_0$ қосылғышы стационар есептен алынады, және ол арқылы алынған шешім бейстационар процесті зерттеу үшін қойылған Коши есебінің бастапқы шешімі болады. Ал $\{F\}_1$ векторы есептің шарттарына байланысты өзіндік алгоритм бойынша есептеледі. Демек, ол уақыт интервалының алғашқы қадамының соңында шекаралық шарттардың өзгеруін ескереді. Мысалы, егер бейстационар есепті шешудің итерациялық процесінде ішкі жылу көзінің Q қуатының сатылап өзгеріп отыратынын ескеру қарастырылған болса, онда $\{F\}_1$ векторын осы өзгерісті $\{f^{(e)}\}=-\int_V \Delta Q\,[N]^T\,dV$ формуласына сәйкес анықтайды. Бұл жерде ΔQ – ішкі жылу көзінің қуатының ең үлкен мәнін уақыт бойынша аралықтардың санына бөлгеннен анықталатын өсінді. Итерациялық процестің осылайша ұйымдастырылған бірінші қадамын жүзеге асыру нәтижесінде бейстационар жылуөткізгіштік есебінің бірінші $\{T\}_1$ шешімі анықталады.

4. Итерациялық процесті әрі қарай жалғастыру үшін мынадай шаралар жүзеге асырылады:

- уақыттың Δt қадамы мен зерттеу аймағын құрайтын материалдардың қасиеттері тұрақты болғандықтан, алдыңғы қадамда анықталған $[A]$ мен $[P]$ матрицалары өзгеріссіз қалдырылады және олар итерациялық процестің барысында тұрақты болып қалады;
- алдыңғы қадамда анықталған $\{F\}_1$ векторы (4) теңдеудегі $\{F\}_0$ векторының орынына қойылып, жаңа $\{F\}_1$ векторы ΔQ өсіндісі арқылы қайтадан есептеледі, ал алдыңғы қадамда анықталған $\{T\}_1$ шешімі (22) теңдеудегі $\{T\}_0$ шешімінің орынына барады.

Айта кету керек, $\{F\}_1$ мен $\{T\}_1$ векторларын $\{F\}_0$ мен $\{T\}_0$ векторларының орынына қойған кезде, соңғыларының бұрынғы мәндерін компьютердің жадынан өшіріп отыру керек.

5. Бейстационар жылуөткізгіштік есебін шешуге арналған итерациялық процесті аяқтау шарты нақты қойылған есептің мақсаты арқылы анықталады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с.

[2] Ухов С.Б. Расчет сооружений и оснований методом конечных элементов. – М.: МИСИ, 1973. – 118 с.

[3] Айтбаев Қ, Сайдуллаева А. Жылуөткізгіштік матрицасын төртбұрышты түрге келтіру алгоритмы // «Өзбекәлі Жәнібеков оқулары – 2010». Респуб.ғыл.-тәжір. конференция материалдары, 2010 ж. 3 наурыз. – Түркістан: 2010. – 114-118 б.б.

[4] Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М., 1965. – 151 с.

[5] Айтбаев Қ., Қаныбекова А.А. Бейстационар жылуөткізгіштік есептерінің қойылымының ерекшеліктері //Вестник МКТУ им.А.Ясави, №3, Серия «Естественные науки». – Туркестан, 2012. – С.46-49.

Каныбекова А.А, Ерназарова С.Б.

Исследование нестационарного теплообмена в сплошном плоском теле методом граничных элементов

Резюме. Направлено на изучение процесса нестационарного теплообмена, происходящего в сплошном плоском теле, с учетом источников внутреннего тепла. Определение внешних факторов, влияющих на уровень температурного поля, образующегося в результате вышеуказанного процесса, является важной проблемой, требующей скорейшего решения для их использования во благо человека. Явление нестационарного теплообмена является временным и, в большинстве случаев, не зависимо от сроков и периода переходят в стационарное состояние.

Ключевые слова: температура, метод ограниченных элементов, уравнение теплопроводности, пограничное условие, температурное поле.

Kanibekova A.A., Yernazarova S.

Boundary element method for study of unsteady heat transfer in solid flat body

Abstract. Taking into account the internal heat sources, it is directed to the study of unsteady heat transfer process in the continuous flat body. Determination of the external factors affecting the level of the temperature field generated as a result of the above process is an important issue that requires speedy solutions to be used for human benefit. The phenomenon of unsteady heat transfer is temporary and, in most cases, it passes into a stationary state regardless of the timing and the period.

Key words: temperature, method of limited elements, heat conduction equation, boundary condition, temperature field.

УДК 004.891

А. Ишманов, И. Алиходжаев, Р. Мустакаев, Е. Мухамедиева, Р. Мухамедиев
(Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК,
Алматы, Республика Казахстан)

МОДЕЛИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВИЭ

Аннотация. В работе описаны программная составляющая прототипа многослойной интеллектуальной системы мониторинга возобновляемых источников энергии. Система реализуется путем последовательных итераций методом быстрого прототипирования. Описаны модели программной части (диаграммы использования, диаграмма последовательностей, основные типы слоев системы), кратко аппаратная часть и, в целом, архитектура прототипа системы. Проблемы Казахстана, связанные с изношенностью оборудования, зависимостью поставок электроэнергии от близлежащих стран, низкой эффективностью использования энергии требуют создания системы мониторинга энергетической безопасности регионов и страны в целом [3]. При этом перспективы использования ВИЭ (в первую очередь солнца, ветра и термальных вод) очень высоки [4], однако для их расчета требуются дополнительные исследования [5]. Для оценки ресурсов ВИЭ строятся информационные системы, наиболее развитые из которых используют геоинформационные технологии и хранилища данных разного типа. Подобные системы социально и индустриально востребованы [6]. Они разрабатываются в США [7], России [8], Белоруссии (http://re.energybel.by/) и других странах, информацию о которых можно найти, в том числе, на портале международного агентства по возобновляемой энергии IRENA (http://www.irena.org/).

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, модель, прототип, программное обеспечение, диаграммы UML, консолидация данных

Введение

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), к числу которых, в первую очередь, относят энергию ветра, солнца, биоэнергию, геотермальную энергию, энергию приливов и волн, должны сократить

потребность в невозобновлемых источниках энергии (нефть, газ, уголь, торф, уран). Технологии получения энергии из ВИЭ активно развиваются и позволят в перспективе не только снизить количество используемых ископаемых ресурсов, но и улучшить экологические показатели систем получения энергии, а значит и мест проживания людей, снизить затраты на получение энергии, повысить автономность систем жизнеобеспечения и энергетическую безопасность страны. Прогнозируется, что к 2050 году доля использования ископаемых источников составит немногим более 40% в общем объеме производимой энергии [1]. Будущая интегрированная интеллектуальная электроэнергетическая система должна обеспечить совместное использование разнородных источников и систем хранения энергии на базе интеллектуальных средств управления (Рисунок 1 [1]). Планируется широкое развитие автономных систем вплоть до систем энергообеспечения с нулевым потреблением электроэнергии [2].

Проблемы Казахстана, связанные с изношенностью оборудования, зависимостью поставок электроэнергии от близлежащих стран, низкой эффективностью использования энергии требуют создания системы мониторинга энергетической безопасности регионов и страны в целом [3]. При этом перспективы использования ВИЭ (в первую очередь солнца, ветра и термальных вод) очень высоки [4], однако для их расчета требуются дополнительные исследования [5]. Для оценки ресурсов ВИЭ строятся информационные системы, наиболее развитые из которых используют геоинформационные технологии и хранилища данных разного типа. Подобные системы социально и индустриально востребованы [6]. Они разрабатываются в США [7], России [8], Белоруссии (http://re.energybel.by/) и других странах, информацию о которых можно найти, в том числе, на портале международного агентства по возобновляемой энергии IRENA (http://www.irena.org/).

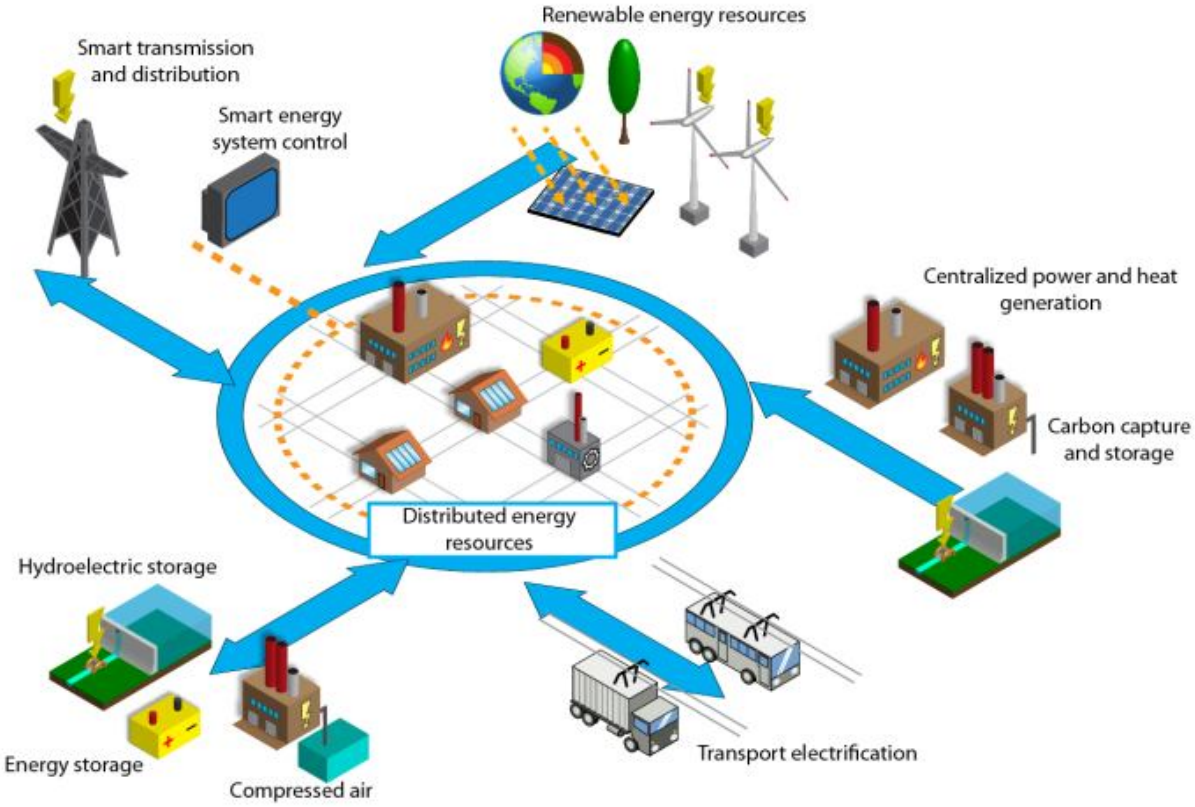


Рис. 1. Интегрированная интеллектуальная электроэнергетическая система

Для оценки перспективности применения различных технологий получения энергии и возобновляемых источников требуются мониторинг и оценка ресурсов ВИЭ. Причем в связи с зависимостью основных ВИЭ от погоды, требуется многолетний мониторинг погодных условий и параметров солнечного излучения. Кроме того, в связи с некоторой новизной технологических цепочек получения и утилизации энергии, требуется учет факторов препятствующих использованию генераторов ВИЭ и интеллектуальная поддержка для потенциальных инвесторов. Таким образом,

разработка подобной системы весьма актуальна в связи с развитием ВИЭ в РК. Впервые технологические предпосылки и возможная архитектура такой системы обсуждались в [9].

В настоящей работе рассматриваются некоторые программные модели разрабатываемой многоуровневой интеллектуальной геоинформационной системы (МИГИС) ВИЭ Казахстана (далее МИГИС). Модели представлены диаграммами UML. Проектируемая система содержит как программную, так и аппаратную часть. Аппаратная часть необходима для сбора данных поскольку покрытие территории РК метеостанциями, входящими в сеть World Meteorological Organization (WMO) составляет приблизительно 1 на 7590 км^2 (значение рассчитано исходя из данных NASA GSOD [10]), что несравнимо с покрытием в Европе и США и не позволяет судить о природных условиях достаточно точно. Использование только данных дистанционного зондирования способно приводить к значительным ошибкам даже для равнинной местности [11], а в случае горных территорий ошибки становятся неприемлемыми.

Модели программной части МИГИС

Архитектура программной части определяется набором требований:

- Сбор данных из различных источников в единое хранилище для обеспечения анализа данных
- Веб-ГИС (геоинформационная система) для работы с картами
- Возможность загружать свои наборы данных
- Способность визуализировать данные разными способами, а также возможность добавлять свои способы визуализации
- Обеспечение базовыми инструментами анализа данных, а также возможность реализовывать свои алгоритмы анализа и сохранять их в системе

Требования довольно обширные и предполагают серьезную разработку, в ходе которой потребуется дальнейшая детализация первоначальной спецификации. В связи с этим была выбрана итеративная методика быстрого прототипирования. На начальном этапе основные случаи использования выглядят следующим образом (Рисунок 2)

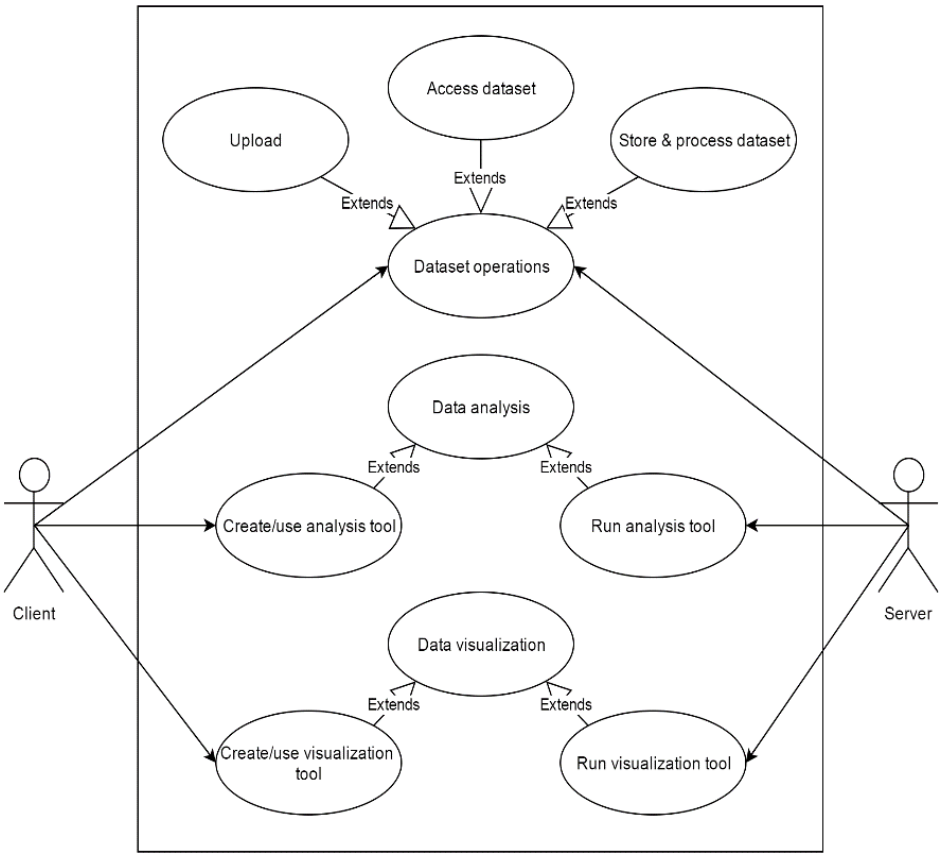


Рис. 2. Диаграмма использования прототипа МИГИС

Указанная модель использования является простейшей, описывающей только две основные роли в системе. В перспективе число пользователей системы будет намного шире. Возможная будущая иерархия пользователей показана на рисунке 3.

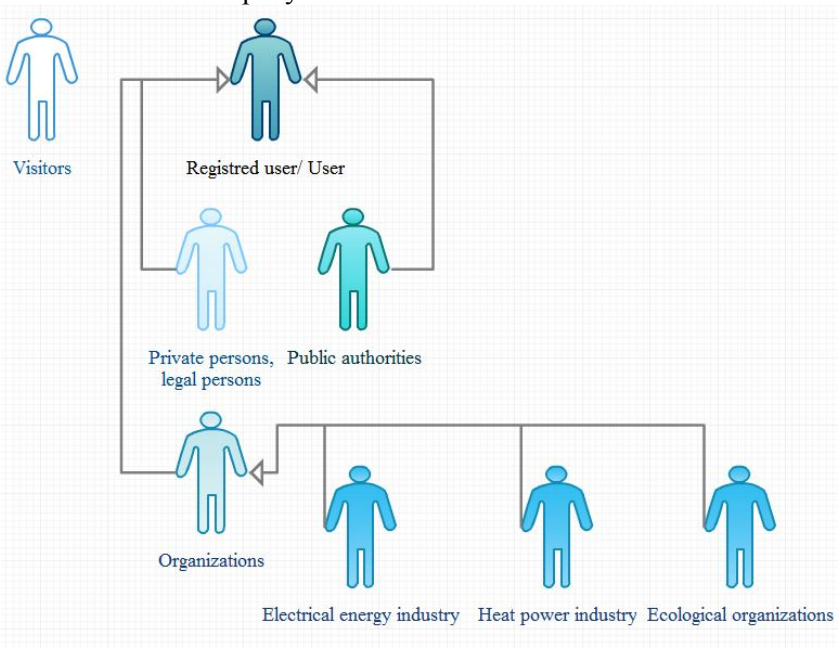


Рис. 3. Пользователи МИГИС

В результате список диаграмм использования будет шире, включая использование системы незарегистрированными пользователями, зарегистрированными пользователями и организациями.

В ходе анализа требований была введена оригинальная концепция многослойной ГИС. [12,13,14]. Системы подобного назначения многослойны в своем большинстве, однако под слоями подразумевается конкретный срез данных. В связи с необходимостью хранить не только данные, но и инструменты их анализа и визуализации, в разрабатываемой системе было расширено понятие слоя. Каждый слой является набором данных с интегрированными в него инструментами для работы с этими данными (Рис.4).

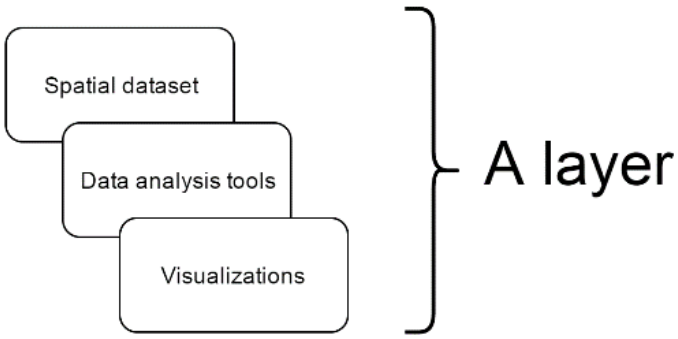


Рис. 4. Типы слоев МИГИС

В связи с усложнившимся понятием слоя в системе, была принята следующая последовательность операций пользователя в системе:

1. Загрузка набора данных (или выбор предустановленного)
2. Вместо загрузки данных можно подключить существующую БД или текстовый файл (CSV, JSON, fixed length column)
3. На основе данных создается слой
4. В слое заводятся способы анализа и визуализации результатов (на данном этапе – в виде интерпретируемого кода)
5. Слой выполняется (запускается алгоритм анализа данных, визуализируются результаты)

Данные шаги можно представить в виде диаграммы последовательности, показанной на рис. 5.

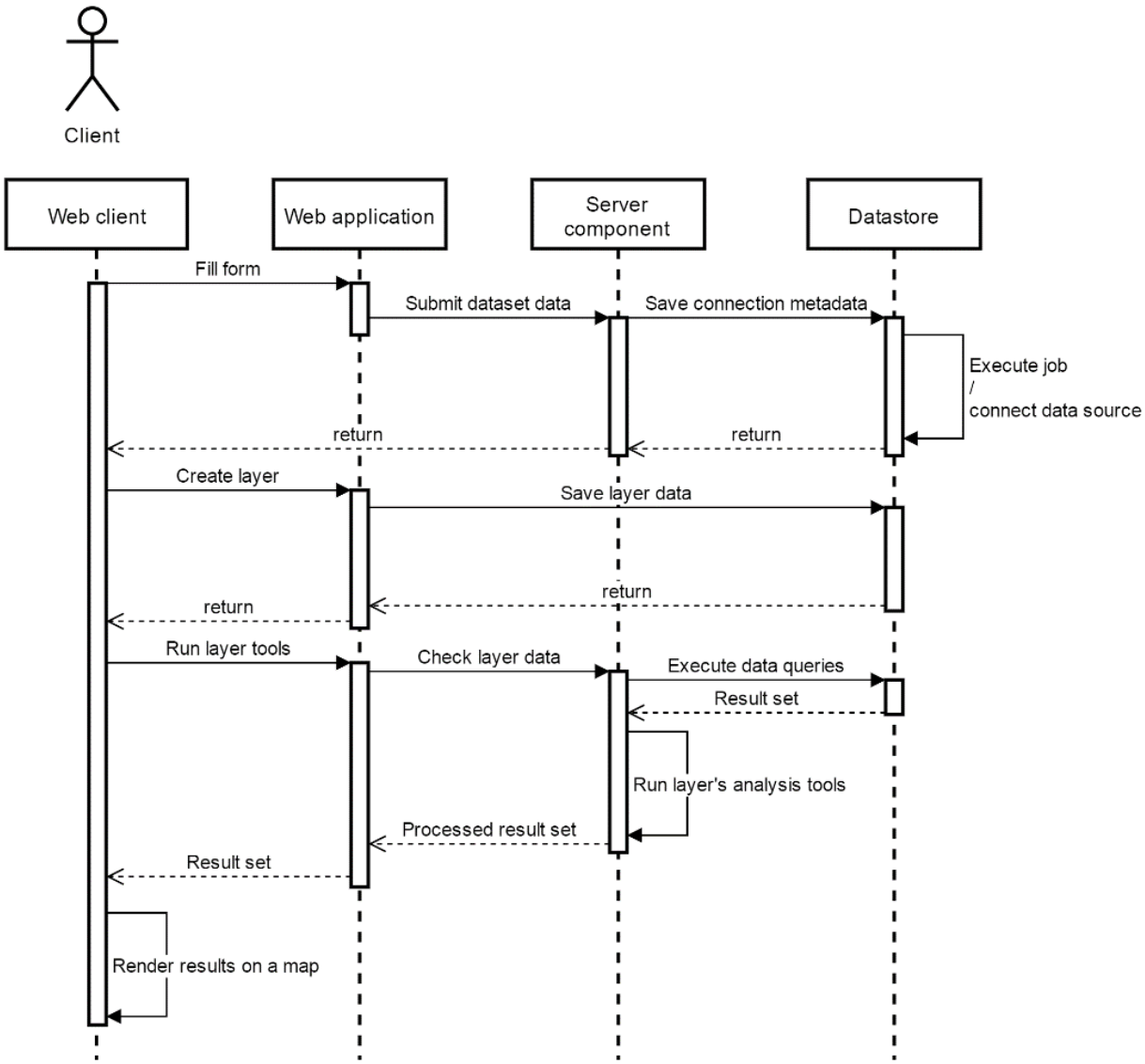


Рис. 5. Диаграмма последовательностей прототипа МИГИС

Схема взаимодействия с пользователем будет уточняться в процессе разработки.

Следующей важной проблемой является способ консолидации данных. В настоящее время источников данных мало, и они могут быть добавлены вручную. Однако, по мере разработки системы следует предусмотреть способы объединения данных, такие как:

1. Консолидация данных на уровне приложения
2. Консолидация данных на уровне базы данных

Первый способ является более гибким, однако подразумевает дополнительную разработку оберток под каждый тип источника данных. При этом приложение оперирует готовым форматом, единым для всех источников данных. Подобный подход более примелем на стадии разработки реальной системы. Для разрабатываемого прототипа больше подходит второй вариант. При этом данные объединяются в базе данных, на уровне таблиц. Приложению при этом придется учитывать формат данных для каждого источника данных.

Схемы консолидации на уровне приложения и базы данных показаны на рисунках 6 и 7, соответственно.

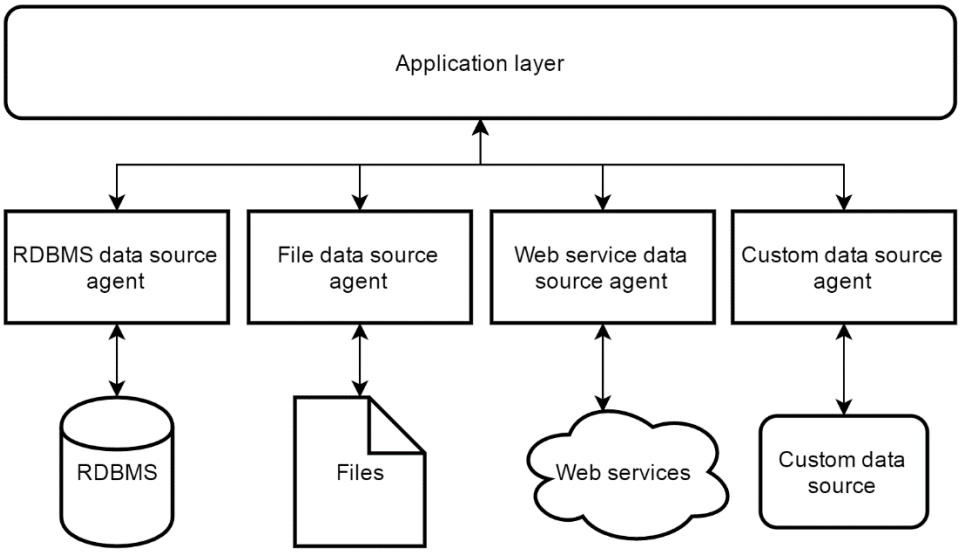


Рис. 6. Схема консолидации данных на уровне приложения

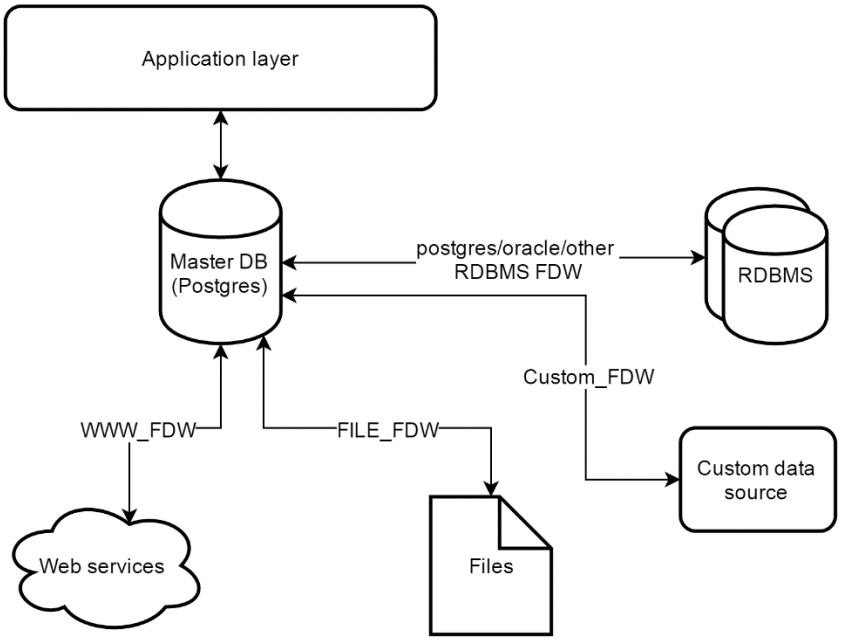


Рис. 7. Схема консолидации данных на уровне базы данных

Схема на рис.6 сравнительно быстро реализуема с помощью готовых рыночных и свободных решений, поэтому оптимальна для создания прототипа.

Программная часть в настоящее время представлена одним веб-приложением, разные модули которого выполняют следующие задачи:

- Работа со слоями
- Подключение источников данных
- Прием информации с метеостанций

Приложение построено на традиционной трехслойной архитектуре Модель – Контроллер – Представление (MVC) на базе Play Framework. Общий принцип работы показан на диаграмме (рисунок 8)

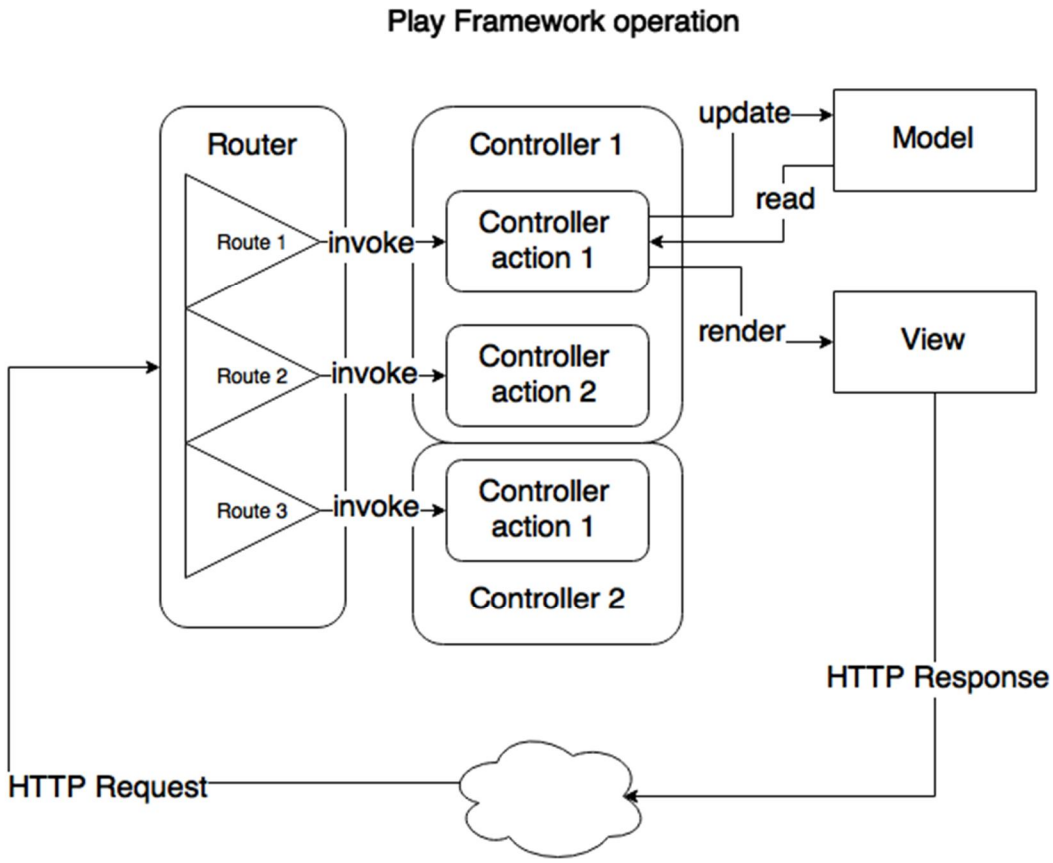


Рис. 8. Play Framework

Инструменты анализа и визуализации данных планируется реализовать с помощью интерпретируемых языков программирования, таких как Groovy для задач анализа данных и Javascript для задач визуализации данных (рис.9).

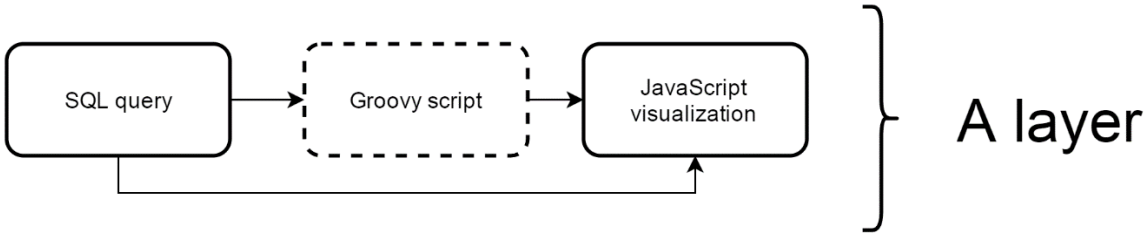


Рис. 9. Схема визуализации

Выбор Groovy обусловлен низким порогом вхождения, нативной поддержкой библиотек на Java и легкостью исполнения в Java-среде, которой является Play Framework. Также язык обладает мощью Java при упрощенном синтаксисе.

Javascript является стандартом де-факто в сфере визуализации данных в современных веб-приложениях. В настоящее время доступно большое количество библиотек на этом языке, предназначенных для визуализации данных, например, Leaflet.js, D3.js, PolyMaps.js и другие.

Общая архитектура текущего прототипа приложения выглядит следующим образом (рис.10):

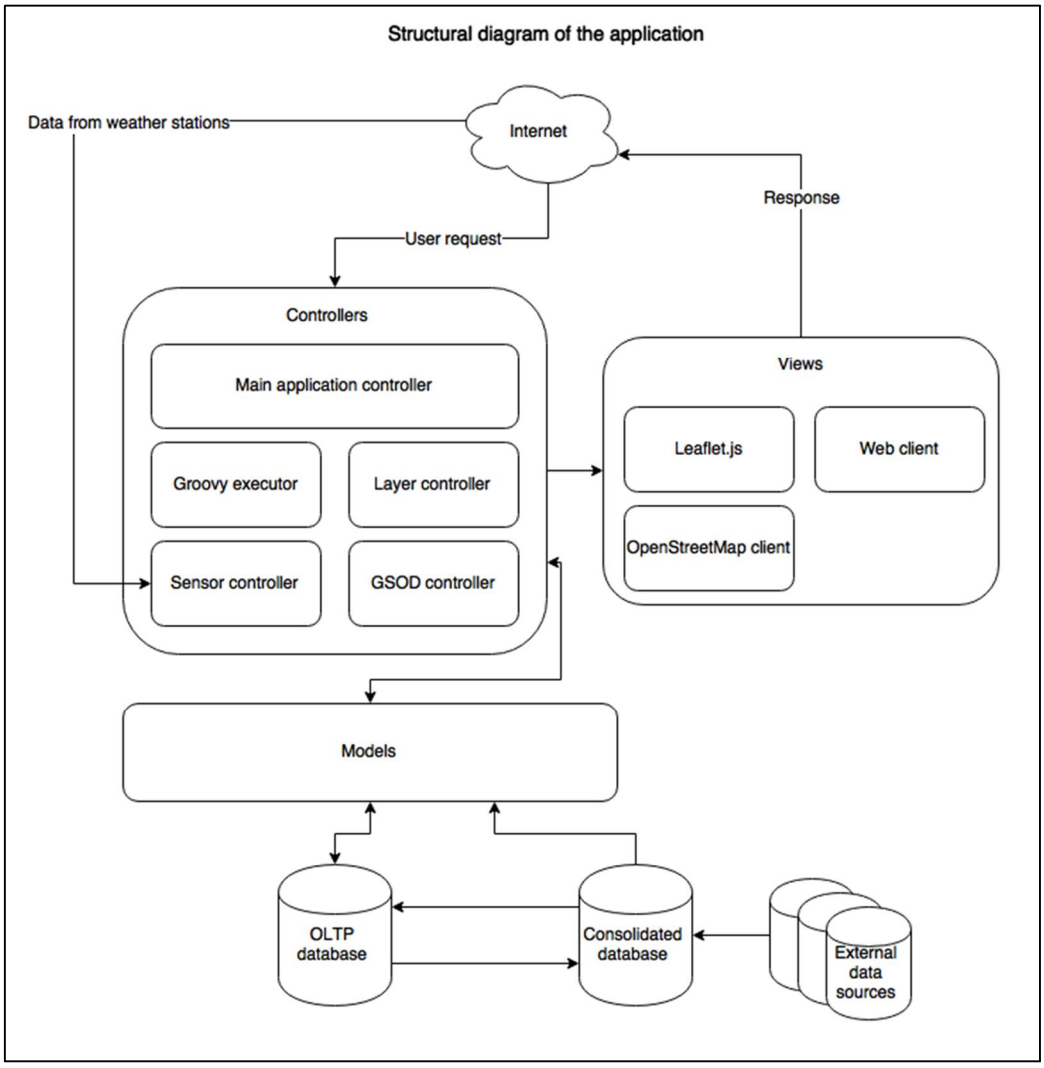


Рис.10. Архитектура прототипа МИГИС

Как видно, приложение является типичным представителем MVC, ГИС функциональность обеспечена картами OpenStreetMap (могут быть подключены и другие провайдеры), визуализации обеспечиваются Leaflet.js.

Аппаратная часть

Аппаратная часть включает в себя сеть из автономных метеостанций или более простых датчиков, передающих на сервер параметры окружающей среды в местности, где они установлены. Как вариант, можно использовать готовые сети специализированных метеостанций путем выгрузки готовой информации, полученной с них. Сеть автономных метеостанций является способом получения данных на территориях, где-либо нет метеостанций либо требуется повышенная разрешающая способность измерений (города и местности со сложным рельефом). Каждая метеостанция комплектуется GPRS модемом для отправки данных, GPS модулем для отправки координат (также рассматривается вариант жесткой привязки станции к местоположению при ее установке), источником питания на основе солнечных батарей для обеспечения автономности. Список измеряемых параметров окружающей среды зависит от установленных на станцию датчиков. В разработанном прототипе установлены:

- Датчик температуры и давления воздуха
- Датчик влажности воздуха
- Датчик освещенности
- Датчик направления ветра

- Датчик силы ветра (анемометр)
- GPS модуль
- GPRS модем
- Солнечная панель, аккумулятор и контроллер заряда для бесперебойной работы
- Контроллер Arduino Mega

Прототип основан на Arduino, т.к. данный контроллер доступен на рынке, его легко программировать и для него доступно большое количество подключаемых модулей (датчики, модемы и другие модули). По части энергопотребления и стоимости Arduino невыгоден, являясь прототипным решением. В промышленных образцах потребуется разработка собственного решения на базе более дешевых микроконтроллеров.

Благодаря автономному источнику энергии на солнечной батарее метеостанция почти не требует обслуживания, затрат на энергоснабжение, а также может быть установлена в отдаленных местностях в пределах покрытия сотовой сети.

Структура взаимодействия основных аппаратных компонентов станции показана на рисунке 11.

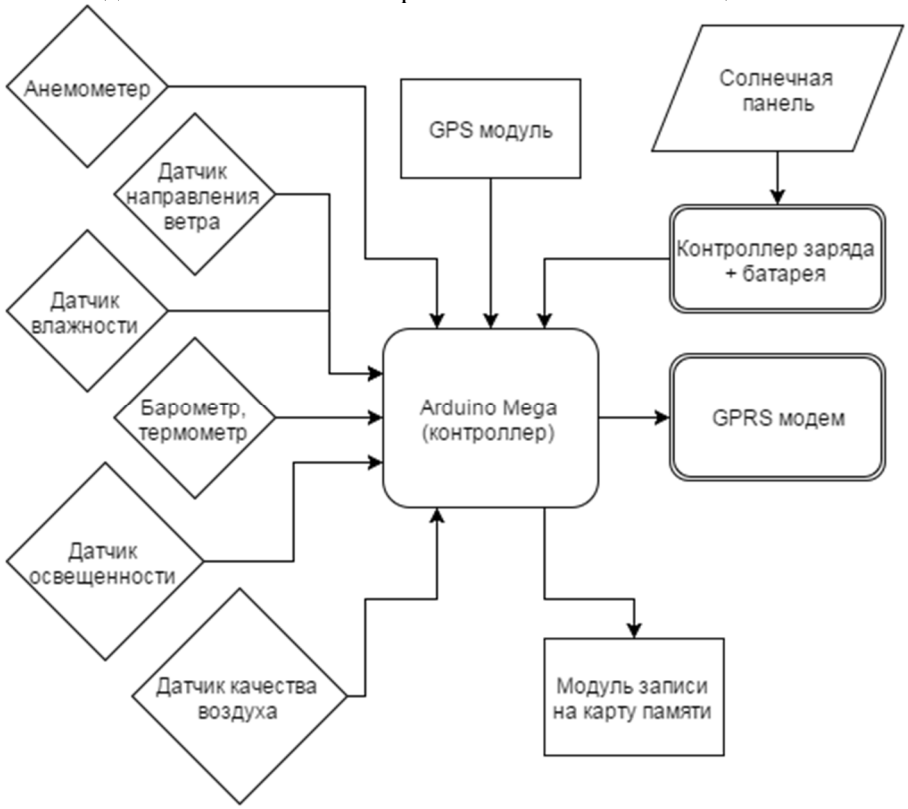


Рис. 11. Взаимодействие аппаратных компонентов автономной метеостанции на базе Arduino Mega

Заключение

Технологии получения энергии из так называемых возобновляемых источников непрерывно развиваются, снижая потребность в ископаемом топливе. В этой связи весьма актуальна оценка ресурсов такой энергии и способов ее экономичного получения, преобразования и хранения.

Для принятия решений по применению тех или иных механизмов государственного регулирования, применения новых технологий при переходе на возобновляемые источники энергии, а также учета других видов энергетических и не энергетических ресурсов необходима система мониторинга и поддержки принятия решений на разных уровнях. Современные системы такого уровня строятся на применении нескольких взаимно дополняющих технологий: машинного обучения (machine learning), мультиагентных систем (multiagent), систем сбора и обработки данных, в том числе, "больших" данных (big data), систем распределенных (grid) и облачных(cloud) вычислений (computing), геоинформационных систем (GIS) и др.

В работе описаны некоторые модели многослойной интеллектуальной геоинформационной системы ВИЭ РК. В связи с отсутствием явных программных аналогов разработка системы основана

на парадигме итеративного прототипирования. В связи с этим, в работе описана одна из подобных итераций, включающая как программную, так и аппаратную часть.

Приведены диаграммы использования прототипа системы, иерархическая схема пользователей, схемы консолидации разнородных данных, диаграмма последовательностей и архитектура прототипа системы. Кратко описана аппаратная часть, которая представляет собой низкобюджетное решение для сбора данных.

Развитие системы предполагает наращивание как аппаратной, так и программной компонент в виде разработки новых видов аппаратных компонентов и применения алгоритмов сбора, визуализации и интеллектуального анализа данных.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Energy Technology Perspectives 2014. Executive Summary. - International Energy Agency. Paris, 2014.- 17p. - http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name-51003-en.html

[2] Design and implementation of an intelligent energy saving system based on standby power reduction for a future zero-energy home environment // IEEE Transactions on Consumer Electronics. - Aug2013.- Vol. 59 Issue 3.- P. 507-514.

[3] Мустафина Р.М. Проблемы энергетической безопасности регионов Казахстана / Вестник ПГУ.- 2010. - №2.- С. 110-116.

[4] Антонов О. Зеленая энергетика Казахстана в 21 веке: мифы, реальность и перспективы. - http://www.kursiv.kz/news/details/kompanii/Zelenaya-energetika-Kazahstana-v-21-veke-mify-realnost/ (2014)

[5] Сысоева М.С., Пахомов М.А. Методика оценки экономической эффективности инновационно-инвестиционных проектов в области внедрения альтернативных источников энергии // Социально-экономические явления и процессы.-2011.- N9 (031)

[6] Новаковский Б. А., Прасолова А. И., Киселева С.В., Рафикова Ю. Ю. Геоинформационные системы по возобновляемой энергетике. http://conf.nsc.ru/files/conferences/intercarto17/fulltext/83284/89180/доклад_ed.doc (2013)

[7] NREL - National Renewable Energy Laboratory // http://www.nrel.gov: 21.09.2015

[8] ГИС Возобновляемые источники энергии России.- http://gisre.ru/: 12.05.2016

[9] Muhamedyev R. I. et al. Premises for the creation of renewable energy sources GIS monitoring //Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2014 IEEE 8th International Conference on. – IEEE, 2014. – С. 1-5.

[10] NNDC Climate Data Online - Global Surface Summary of the Day (GSOD) // http://www7.ncdc.noaa.gov: 10.09.2015

[11] Atlas of renewable energy resources in Russia. Editors: Kiseleva S.V., Ermolenko G.V., Popel O.S. - M. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. — 160 p

[12] Muhamedyev R. I. et al. Technological preconditions of monitoring of renewable energy sources of the Republic of Kazakhstan //2015 Twelve International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO). – IEEE, 2015. – С. 1-7.

[13] Ravil I. Muhamedyev, I. Alihodzhaev, A. Ishmanov, J.Muhamedijeva. Monitoring of renewable energy sources in RK: technological preconditions, architecture of system and market volume // Proceedings of 16th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, ISIS 2015, p. 777-791.

[14] Muhamedyev R.I., Muhamedyeva E. Technological preconditions for monitoring renewable energy . Proceeding of the 13th International Scientific Conference "Information Technologies and Management ", 2015, April 16 - 17, Riga, Latvia. pp.112-115, ISSN 1691-2489

Ишманов А., Алиходжаев И., Мустакаев Р., Мухамедиева Е., Мухамедиев Р.

Жаңғыртылатын энергия көздерінің көпқабатты интеллектуалды мониторинг жүйесінің бағдарлық жабдықпен қамтамасыз ету модельдері

Түйіндеме. Жұмыс көп қабатты зияткерлік жүйенің жаңартылатын энергия мониторингінің прототипі бағдарламалық құралын сипаттайды. Жүйесі жылдам прототиптеу әдісін қолдана отырып дәйекті итерация арқылы жүзеге асырылады. Сонымен қатар, жұмыста бағдарлама құралының модельдері(қолдану диаграммалары, жүйелер диаграммасы , жүйенің негізгі қабат түрлері), қысқаша аппараттық бөлік және, тұтастай алғанда, жүйе прототипінің архитектурасы сипатталған.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта 0168 ГФ 4 министерства образования и науки РК.

Негізгі сөздер: жаңартылатын энергия көздері, модель, тәжірибелік үлгілер, бағдарламалық құрал, UML диаграммалар, деректерді консолидациялау

Ishmanov A., Alikhojayev I., Mustakayev R., Muhamedyeva Y., Muhamedyev R.

Software Models of Multilayer Intelligence System for Renewable Energy Sources Monitoring

Summary. This paper describes a software of the prototype multilayer intelligent monitoring system of renewable energy sources. The system is implemented by successive iterations by the method of rapid prototyping. The models of the software part (use case diagrams, sequence diagrams, main types of the layers of the system) is described. Briefly the hardware and, in General, the architecture of the prototype system are considered.

Key words: renewable energy sources, model, software, UML diagrams, data consolidation.

• ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 669.017: 54

Г.Ж. Жунусова, Ж.Д. Беделова, О.А. Кальянова, Г.А. Буршукова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, gulshat_zh@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО АВТОКЛАВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦИНКА ИЗ НИЗКОСОРТНОГО СУЛЬФИДНОГО ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований процесса автоклавного сернокислотного выщелачивания низкосортного сульфидного концентрата Николаевского месторождения Казахстана: определены оптимальные технологические параметры данного процесса, обеспечившие высокое извлечение цинка из концентрата в продуктивный раствор.

Ключевые слова: температура и продолжительность процесса, концентрация серной кислоты, поверхностно-активное вещество, низкосортный сульфидный цинковый концентрат.

В мировой практике цинк в основном производится по традиционной технологии («обжиг концентратов цинка – выщелачивание огарков – очистка растворов – электролиз цинка с получением металлического цинка»), при этом в качестве исходного сырья используются сульфидные концентраты, богатые или кондиционные по содержанию цинка (более 50%) [1]. Недостатками данной схемы являются использование громоздких капиталоемких операций обжига, очистки серосодержащих газов, загрязнение ими атмосферы воздуха, низкое сквозное извлечение цинка из сырья – 60-80 %, образование труднорастворимых ферритов и силикатов при обжиге, которые выщелачиваются при повышенной кислотности растворителей, что усложняет в дальнейшем операции очистки растворов и электролиза цинка. Вместе с этим происходит постепенное истощение запасов богатых цинксодержащих руд, в переработку все больше вовлекаются низкосортные полиметаллические концентраты, имеющие низкое качество по содержанию цинка (<50%) и содержащие значительные примеси железа, меди и других металлов.

В связи с этим современной задачей металлургии цинка в республике и за рубежом является широкое вовлечение в переработку низкосортных сульфидных цинковых концентратов в качестве основного вида исходного сырья и разработка высокоэффективных технологий для их переработки.

В настоящее время за рубежом разработан и используется способ автоклавного окислительного выщелачивания (АОВ) богатых и кондиционных по содержанию цинка цинковых концентратов [2-14], который позволил устранить вышеуказанные недостатки традиционной технологии. Более того, в ряде производств был достигнут выраженный технологический эффект (извлечение цинка в раствор превышало 95% за короткое время) благодаря ускорению процесса, глубокому разрушению прочных связей в кристаллической решетке сульфида цинка, исключению образования ферритов в условиях повышенного давления.

В 2004 году в Казахстане, в ТОО «Корпорация «Казахмыс» на Балхашском цинковом заводе, впервые в мировой практике была внедрена технология производства катодного цинка, основанная на АОВ низкосортных цинковых концентратов с пониженным содержанием цинка (40-45%) и повышенными содержаниями железа (5-10%), меди (3-5%) и свинца (1-3%) [15]. Однако сегодня данный завод закрыт по следующим причинам: извлечение цинка в растворы АОВ было на уровне 80-85%, достигало 95% при поступлении концентратов с содержанием цинка более 45%; футеровка автоклавов с титановым покрытием и трубопроводов из никельсодержащих сталей оказалась не коррозионностойкой; повышенные расходы лигносульфоната привели к ингибированию поверхности

цинковой пыли в процессе цементации меди; из-за ухудшения показателей по очистке растворов электролиты для электролиза цинка оказались не кондиционными, в результате часто горел катодный цинк и, наконец, технология оказалась громоздкой и нерентабельной для переработки низкосортных концентратов.

Таким образом, в отечественной и мировой практике производства цинка, накоплен большой опыт, включающий АОВ богатых и кондиционных концентратов [2-14], а переработка низкосортных концентратов с пониженным содержанием цинка (40-45%) не имела положительных результатов освоения ввиду ее недостаточной изученности и отработки в промышленном масштабе [15].

В республике к числу низкосортных сульфидных цинковых концентратов относятся концентраты Николаевского месторождения, поступающие в настоящее время в Риддерский металлургический комплекс ТОО «Казцинк» для переработки по технологии агитационного окислительного выщелачивания на дорогостоящих установках бельгийской компании Umicore N.V. По данной технологии извлечение цинка в растворы из низкосортных концентратов находится на уровне 90%.

Целью настоящих исследований было увеличение степени извлечения цинка в раствор из низкосортных сульфидных цинковых концентратов.

Для этого нами было предусмотрено применение способа автоклавного выщелачивания цинка из низкосортных цинковых концентратов серной кислотой в присутствии окислителей – кислорода и пероксида водорода. Для установления оптимального технологического режима исследуемых процессов было изучено влияние на степень извлечения цинка в раствор различных параметров: температуры и продолжительности процесса, концентрации серной кислоты, количества поверхностно-активного вещества (ПАВ) и соотношения Ж:Т.

Автоклавная установка для проведения экспериментов

Автоклавная установка смонтирована в Научном центре инноваций и коммерциализации технологий университета КазНИТУ имени К.И. Сатпаева. На рисунке 1 приведен общий вид укрупненно-лабораторной автоклавной установки.



Рис.1. Общий вид укрупненно-лабораторной автоклавной установки

Герметичность автоклава позволяет проводить процесс при повышенных температурах (>373 К) и давлениях (ρ>0,1 МПа), что обеспечивает значительную интенсификацию процесса выщелачивания. Вся внутренняя поверхность реакционной камеры автоклава освинцована, что позволяет перерабатывать материалы в сернокислых средах. В установке предусмотрена подача в реакционную камеру автоклава газовых сред (кислорода, сжатого воздуха, их смеси, инертных газов). В реакционной

камере установлена механическая лопастная мешалка для перемешивания пульпы. Снаружи автоклав снабжен водяной рубашкой для охлаждения пульпы. Над установкой смонтирована система вентиляции. В установке предусмотрена сливная емкость для отстаивания пульпы и нутч-фильтр с вакуумной системой для разделения жидкой и твердой фаз.

Методика проведения экспериментов

Измельченная навеска пробы концентрата (-0,074 мм) загружается в кислотоустойчивую емкость для приготовления пульпы, туда же подается серная кислота заданной концентрации. Приготовленная пульпа перемешивается и загружается в реакционную камеру автоклава с механической лопастной мешалкой. Устанавливается рабочая температура автоклавного выщелачивания. Автоклав герметизируется, устанавливается заданное давление подаваемого кислорода и общее давление в автоклаве, которое выдерживается в течение эксперимента. Включаются нагревательные элементы, затем после нагрева автоклава включается механическая мешалка, подаются окислители – кислород и пероксид водорода. По завершении процесса выключается нагрев автоклава, механическая мешалка, включается водяное охлаждение реакционной камеры автоклава. После охлаждения реакционной камеры до температуры <70 ^{0}C производится слив пульпы через донный патрубок в сливную ёмкость и фильтрация пульпы на нутч-фильтре вакуум-фильтровальной установки с целью отделения продуктивного раствора от кека (нерастворимого осадка). После завершения фильтрации полученный кек промывается водой, сушится и взвешивается. Замеряются объемы фильтрата и промывной воды. Из фильтрата и промводы отбираются аликвоты, а из сухого кека - усреднённую пробу, которые направляются на анализ с целью определения содержания в них цинка.

Технологические параметры процессов

Для установления оптимальных технологических параметров АОВ проводились экспериментальные исследования по изучению влияния на извлечение цинка в раствор из исследуемого концентрата следующих параметров: температуры процесса – от 130 до 170 ^{0}C; продолжительности процесса – от 1 до 4 часов; концентрации серной кислоты – от 100 до 400 г/дм^3; добавки ПАВ (лигносульфонат натрия) – от 0,4 до 1 % от исходной навески; соотношения Т:Ж= 1:2 ÷ 1:5.

В экспериментах постоянными были величины: навеска концентрата – 150 г, давление кислорода 0,4 МПа, количество окислителя пероксида водорода – 100 % от стехиометрии в перерасчете на 100% H_2O_2.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты извлечения цинка в раствор и свинцовый кек при сернокислотном АОВ исследуемого концентрата в присутствии окислителей - пероксида водорода и кислорода воздуха - приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Технологические параметры процесса АОВ и степень извлечения цинка из исследуемого концентрата в кек и раствор**

Номер пробы	Температура, ^{0}C	Продолжительность, ч	Концентрация H_2SO_4, %	ПАВ, %	Извлечение цинка в:			
					свинцовый кек		раствор	
					г	%	г	%
1	130	1	200	0,6	7,28	10,34	62,32	88,5
2	140	1	200	0,6	4,21	5,98	65,22	92,61
3	150	1	200	0,6	1,45	2,06	67,98	95,53
4	160	1	200	0,6	1,25	1,78	68,31	96,01
5	170	1	200	0,6	1,21	1,72	68,40	96,13
6	160	1	100	0,6	2,12	3,01	66,80	94,86
7	160	1	300	0,6	1,25	1,77	68,47	97,23
8	160	1	400	0,6	1,23	1,75	68,56	97,36
9	160	1	300	0,6	1,47	2,09	67,76	96,22
10	160	2	300	0,6	1,25	1,77	69,72	99,0
11	160	3	300	0,6	0,51	0,73	69,60	99,15
12	160	4	300	0,6	0,44	0,62	69,62	99,16
13	160	2	300	0,4	1,87	2,66	67,14	95,34
14	160	2	300	0,8	0,41	0,58	70,05	99,47
15	160	2	300	1	0,24	0,34	70,29	99,81

Полученные результаты показали, что повышение температуры процесса автоклавного выщелачивания с 130 до 160 ^{0}C обеспечивает извлечение цинка в сульфатный раствор с 88,5 до 96,01 %. Дальнейшее повышение температуры до 170 ^{0}C практически не влияет на извлечение цинка с 96,01 до 96,13 %, поэтому оптимальной температурой процесса выщелачивания была установлена температура в диапазоне 150-170 ^{0}C.

При увеличении концентрации H_2SO_4 выщелачивающего раствора с 100 г/дм^3 до 300 г/дм^3 извлечение цинка в раствор увеличивается с 94,86 до 97,23 %. Дальнейшее увеличение концентрации серной кислоты до 400 г/дм^3 незначительно влияет на извлечение цинка в раствор, степень извлечения цинка изменяется с 97,23 до 97,36 %. Следовательно, концентрация H_2SO_4 в пределах 200-300 г/дм^3 является оптимальной для автоклавного выщелачивания сульфидных концентратов.

С целью достижения более высоких результатов были проведены исследования по зависимости степени извлечения цинка в раствор от продолжительности процесса сернокислотного АОВ концентрата. Анализ полученных результатов показал, что извлечение цинка в раствор увеличивается с 96,22 до 99,0 % при изменении продолжительности процесса выщелачивания с 1 до 2 часов, при увеличении продолжительности с 2 до 4 часов извлечение цинка меняется незначительно с 99,0 до 99,16 %. В результате установлена оптимальная продолжительность процесса в 2-3 часа.

В процессе сернокислотного АОВ концентрата в присутствии окислителей (пероксида водорода и кислорода воздуха), наряду с образованием сульфатов металлов происходит образование элементной серы, которая оказывает негативное влияние на процесс выщелачивания. Пленка жидкой серы, температура плавления которой равна 115,21 ^{0}C, экранирует поверхность сульфидов от молекул растворителя и окислителя и препятствует их растворению, тем самым, снижая извлечение цинка в раствор.

Добавка в пульпу ПАВ уменьшает негативное влияние расплавленной пленки серы: делает ее пористой и обеспечивает доступ растворителя к поверхности сульфида, что способствует интенсификации процесса растворения. К ПАВ предъявляются следующие требования: минимальная растворимость в воде или растворах кислот, химическая инертность к компонентам раствора, отсутствие примесей, загрязняющих раствор. Достаточно широко в практике автоклавного выщелачивания сульфидных материалов в качестве ПАВ применяются лигносульфонаты – Na, NH_4, Mg, Na-Mg. Для исследования зависимости степени извлечения цинка в раствор от количества добавки ПАВ использовали лигносульфонат натрия.

В результате проведенных экспериментов (см. таблицу) было установлено, что оптимальным количеством добавки ПАВ (лигносульфоната натрия) является 1,0 % от исходной навески концентрата. При этом извлечение цинка в раствор было наибольшим (99,81 %).

Для определения оптимального соотношения твердой и жидкой фаз были проведены эксперименты по сернокислотному АОВ концентрата в присутствии окислителей при различных соотношениях Ж:Т. При соотношении Ж:Т=2:1 в автоклаве пульпа плохо перемешивалась из-за образования большого количества не растворившегося кека. При данном соотношении твердой и жидкой фаз не обеспечивается полное вскрытие сульфидных минералов, извлечение цинка в раствор составило не более 30%. В результате установлены оптимальные соотношения Ж:Т, равные 4:1 или 5:1.

Выводы

В результате проведенных исследований по сернокислотному АОВ концентрата Николаевского месторождения в присутствии окислителей (пероксида водорода и кислорода) получено высокое извлечение цинка из концентрата в раствор (99,81 %) при следующих технологических параметрах: температура процесса – 160 ^{0}C, концентрация H_2SO_4 – 300 г/дм^3, продолжительность процесса – 2 часа, количество добавки ПАВ (лигносульфоната натрия) – 1,0 % от навески концентрата, Ж:Т=4:1.

Также следует отметить, что проведение процесса АОВ в течение длительного времени приводило к коррозии футеровки внутренней стенки реактора автоклава.

Исследования, приведенные в настоящей статье, проводились в рамках программы Грантового финансирования научных исследований на 2015-2017 годы.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Снурников А.П. Гидрометаллургия цинка. - М.: Металлургия, 1981, 384 с.

[2] Набойченко С.С. Автоклавная переработка медно-цинковых и цинковых концентратов. - М.: Металлургия, 1989, 112 с.

[3] Набойченко С.С., Ни Л.П., Шнеерсон Я.М., Чугаев Л.В. Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов. - Екатеринбург. 2002, 940 с.

[4] Parker E.G., McKay D.R., Salomon-de-Friedberg H. Zinc pressure leaching at Cominco's Trail Operation // Proc. 3rd Int. Symp. Hydrometallurgy - 112th AIME Annu. Meet. Atlanta, Georgia, March, 1983, P. 927-940.

[5] Jankola W.A. Zinc pressure leaching at Cominco // Hydrometallurgy, 1995. V. 39, P. 63-70.

[6] Brown MJ. E.T. Groot M.G. de, Hemixer AJ., Karges G.N. Masuch and C.M. Okumura. Zinc Capacity Increase at Cominco's Trail Operations, Zinc and Lead Processing / Ed. J.E. Dutrizac, J.A. Gonzalez, G.L. Bolton and P. Hancock. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Montreal, Quebec, Canada, 1998, P. 41-54.

[7] D'Odorico C.A. Experience with zinc pressure leaching of 100 % Red Dog zinc concentrate at Teck Cominco's Trail Operations // Pressure Hydrometallurgy-2004, 34 Annual Hydrometallurgy Meeting. Banff. Alberta, Canada, 2004, P. 913-927.

[8] Johnston B.H., Doyle BN. Start up and operation of the Kidd Creek zinc sulfide pressure leaching plant // Minerals and Metall. Processing, 1986. V. 3, N 1, P. 1-7.

[9] Collins MJ., Me Conaghy EJ., Stauffer R.E. et al. Starting up the Sherritt zinc p sure leach process at Hadson Bay // JOM, 1994. N 4, P. 51-58.

[10] Krysa B.D. Zinc pressure leaching at HBMS // Hydrometallurgy, 1995. V. 39, P. 71—77.

[11] Collins MJ., Ozberk E., Makwana M. et al. Integration of the sherritt zinc pres ieach process at the Ruhr-Zink Refinery // Hidrometallurgy'94, IMM. L.: Chap and Hall, 1994, P. 869-885.

[12] Masuda H., Sato 5., Kudo Y., Shibachi Y. Installation of Arsenic Removal in Hematite Process, Yazawa International Simposium / Ed. F. Kongoli, K. Itag C. Yamauchi, H.Y. Shon // TMS, 2003, P. 99-109.

[13] Cheng T.C., Demopoulos G.P., Shibachi Y., Masuda H. The Precipitation Chemi and Performance of the Akita Hematite Process - An Integral Laboratory Industrial Scale Study, Hydro 2003. Vancouver, British Columbia, Canada, / 24-27, 2003.

[14] Еденбаев С.С., Жунусова Г.Ж., Алтайбаев Б.Т., Серкебаева С.К. Исследования процессов переработки сульфидных коллективных концентратов флотации шламов способом автоклавного выщелачивания. // Вестник КазНТУ. Алматы –2013, №4(98). С.247-252.

[15] С.Б. Садыков. Автоклавная переработка низкосортных цинковых концентратов. – Екатеринбург: УрО РАН. 2006. – 581 с.

Жунусова Г.Ж., Беделова Ж.Д., Кальянова О.А., Буршукова Г.А.

Қазақстанның кен орындарынан алынған төмен сұрыпты сульфидті цинк концентраттарынан цинкті күкірт қышқылымен автоклавта сілтісіздендіру үрдісін зерттеу

Түйіндеме. Бұл жұмыста төмен сапалы Николаев Казахстан жерінен шыққан төмен сапалы кукіртті байытылған руданы автоклавта кукірт қышқылымен сілтелеу тәжірибесі негізінде зерттеу қорытындылары келтірілген: осы процесстің жоғарғы технологиялық параметрлері анақталды, мырыштын байытылған рудадан өнімді ерітіндіге көлемді бөлінуі қаштамасыз етілген.

Ключевые слова: үрдістің температурасы және ұзақтылығы, күкірт қышқылының концентрациясы, жазықтық-белсенді зат, төмен сұрыпты сульфидті цинк концентраты.

Zhunussova G., Bedelova Zh.D., Kalyanova O., Burshukova G.

Study of sulfuric acid autoclave leaching of zinc from low-grade sulfide zinc concentrates of Kazakhstan deposits

Summary. This paper presents the results of experimental studies of the process of autoclave sulfuric acid leaching of low-grade sulfide concentrate of the Nikolaev deposit of Kazakhstan: the optimal technological parameters of the process, providing high extraction of zinc from concentrate into solution.

Keywords: temperature and duration of the process, the concentration of sulfuric acid, surface-active substance, low-grade sulphide zinc concentrate.

ӘОЖ 66.074

[1]А.М. Азимов, [1]К.Т. Жантасов, [1]М.И. Сатаев, [1] А.Е. Ортаев, [2]Т.А.Калдыкозов
([1]М.Әуэзов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті
[2]«3-Энергоорталық» Акционерлік қоғамы)

1% ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫМЕН НИТРАТ, КАРБОНАТ ЖӘНЕ СУЛЬФАТ ТҰЗДАРЫМЕН ЛАСТАНҒАН ПОЛИМЕРЛІК МЕМБРАНАЛАРДЫ ХИМИЯЛЫҚ ЖАНДАНДЫРУ (РЕГЕНЕРАЦИЯЛАУ)

Андатпа. Жұмыста нитрат, карбонат және сульфат тұздарымен ластанған мембрана беттерін 1% тұз қышқылымен химиялық регенерациялау (жандандыру), және мембраналарды химиялық шаю кезінде қолданылатын негізгі технологиялық шешімдер қарастырылған. Мембраналар регенерациялары бойынша операциялар арасындағы бұрыс таңдалған аралықтар кезінде олардың тиімділігі төмендеп, мұндағы мембрана сипаттамаларының өзгерістері қайтымсыз түрде жүреді. Регенерация аралық кезеңнің ұзақтығы бастапқы су құрамына және кері осмос алдында оны дайындау технологияларына тәуелді. Егер, тұзсыздандырғыш аппараттар жұмысының тұрақтылығы олардың айына бір реттен кем емес кезеңдік шайылуы кезінде жүрсе, онда судың дайындалу сапасы жақсы деп саналады.

Кілтті сөздер: диффузия, мембраналар, тұзсыздандыру, тұз иондары.

Әлемде халық шаруашылығының түрлі салаларында суды тұзсыздандырудың мембраналық (кері осмостық) технологиясы кеңінен енгізілген. Кері осмостық технологияны пайдалану реагенттер қолданысының біршама шектелуін және тұзданған ақаба сулар шығарылымының кемуін қамтамасыз етеді [1].

Бірқатар кәсіпорындарда кері осмостық қондырғыларды өнеркәсіптік эксплуатациялау мембраналардың ауыр металл қосылыстарымен ластануға барынша сезімтал екендігін көрсетті. Мембраналар ластануы жұмыста іс-жүзінде суды тұзсыздандырудың иониттік сызбалары көрініс бермейтін өңделетін судағы коррозия өнімдерінің мөлшері кезінде көрініс береді. Бұл кезде кері осмостық қондырғылар жұмысының технологиялық көрсеткіштерінің төмендеуі жылдам – бірнеше тәуліктен бірнеше айға дейінгі кезеңде орын алады.

Кері осмостық қондырғылардың тұрақты жұмысын қамтамасыз ету, олардың жұмыс істеу ресурсын ұзарту үшін келесі техникалық шешімдер қолданылады: ретентат камераларында суды қышқылдау, патрондық сүзгілерде суды терең сүзу, мембраналық модульдерге алдын-ала тазаланған немесе жұмсартылған суды беру, мембраналарды тазалаудың физика-химиялық әдістері, мембраналар арасында турбуленттегіш торларды пайдалану және мембраналарды химиялық тазарту.

Көрсетілген шешімдердің барлығы іс-жүзінде кемшіліктерге ие. Түсетін (құйылатын) су қысымы есебінен қондырғылар өнімділігін арттыруға ұмтылу ретентат ұяшықтарынан мембраналардың асқын қысылуын, өңделетін су ағыны таралуының бұзылуын және мембраналар ластануын тудырады. Ретентат мөлшерін 3 М pH-қа дейін қышқылдау реагенттер шығынын ұлғайтып, ретентаттың өңделу шарттарын қиындатады.

Кері осмостық аппараттарға жұмсартылған суды беру мембраналардың темір қосылыстарымен ластану мәселесін іс-жүзінде шешпейді. Дегенмен мембраналық қондырғыларды осылай қосу кері осмостың негізгі артықшылықтарының бірін – тұзданған ақаба сулар мөлшерінің кемуін іс-жүзінде жоққа шығарып, сонымен қатар сүзгілерді регенерациялауға (жандандыруға) кететін қышқыл қолданысының төмендеуін қамтамасыз ете алмайды.

Іс-тәжірибеде жартылай өткізгіш мембраналар бетін тазалау мен олардың қасиеттерін қалпына келтіру үшін түрлі реагент ертінділерімен мембраналарды өңдеу және аппараттарды шаюдан тұратын химиялық әдістер кең қолданыс тапқан. Мұндай әдістердің тиімділігі реагент таңдау дұрыстығымен себептендіріледі. Аппаратты шаюға арналған затты таңдау кезінде жойылуы тиіс ластану құрылымы мен құрамын білу, сонымен қатар осы зат ертінділеріндегі мембраналар тұрақтылығын есепке алу қажет.

Мембраналарды химиялық шаю кезінде қолданылатын негізгі технологиялық шешімдер 1 кестеде көрсетілген [2].

1 кесте. **Мембраналарды химиялық тазалау**

Мебраналардың ластану типтері	Химиялық тазартқыш	Тазалау тиімділігі
1	2	3
Бейорганикалық тұздар: кальций карбонаты мен сульфаты (кермектік тұздары)	Тұз қышқылының 0,5%-дық ертіндісі (pH<2,3); Фосфор қышқылының 0,5%-дық ертіндісі (pH<2,3); Лимон қышқылының 2,0%-дық ертіндісі	Өте жақсы Қанағаттанарлық Қанағаттанарлық
Ауыр металл (темір мен марганец) гидроксидтері	Фосфор қышқылының 0,5%-дық ертіндісі (pH<2,3); Натрий гидросульфатының 1,0%-дық ертіндісі	Жақсы Жақсы
Бейорганикалық коллоидтар (сазбалшық)	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ерітндісі, 30°С (pH>11); Натрий додецилсульфатының 0,025%-дық ертіндісі; Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11)	Жақсы Жақсы Жақсы
Биологиялық ластанулар	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11); Этилендиамин сірке қышқылының натрийлік тұзының 1,0%-дық ертіндісі (ЭДСҚ Na_2); Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С	Өте жақсы Құрамында бейорганикалық бөлшектер болған кезде өте жақсы
Органикалық ластағыштар	Натрий додецилсульфатының 0,025%-дық ертіндісі; Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11); Натрий трифосфатының 0,1%-дық ертіндісі; ЭДСҚ Na_2 1%-дық ертіндісі	Жақсы Жақсы Жақсы Жақсы
Кремний қышқылы	Натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С (pH>11); ЭДСҚ Na_2 1,0%-дық ертіндісі және натрий гидроксидінің 0,1%-дық ертіндісі, 30°С	Қанағаттанарлық Қанағаттанарлық

Кері осмостық аппараттарды ұзақ эксплуатациялау кезінде ретентат контурындағы pH шамасы > 4 болуы тиіс. Аппараттың жұмыс ресурсы барысындағы 2,3-4,0 pH-қа ие жуғыш ертінді әсерінің максималды уақыты 100 сағаттан аспауы тиіс. 11,0-11,9 pH-қа ие жуғыш ертінділерді қолдану кезіндегі мембраналарға ертінді әсерінің максималды уақыты кері осмостық элементтер эксплуатациясының бүкіл кезеңінде 500 сағатпен шектеледі [2].

Кері осмостық аппараттардағы мембраналар бетінде қатпарлардың жинақталуына ұқсас үдерістер бар.

Кері осмостық аппараттардағы ретентат контурындағы реакцияның кальций-карбонаттық тепе-теңдігі:

$$Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$$

CO_2 газына қатысты мембраналардың селективті болмауы салдарынан оң жаққа қарай ығысады. Бұл кальций карбонатына қатысты ертіндінің асқын қанығуына, мембраналар бетіне оның қатпарлануына, сонымен қатар ретентат контурындағы ертінді pH-ының ұлғаюына алып келеді. Соңғысы ммебраналар бетінде металл (темір, марганец, алюминий және басқалар) гидроксидтерінің қатпарлануын тудырады.

«Энергоорталық-3» АҚ-дағы шикі суды (ұңғымалар коллекторы) тәжірибелік-өнеркәсіптік сынаудың талдау нәтижелері 2 кестеде ұсынылған келесі тұз иондарын анықтады.

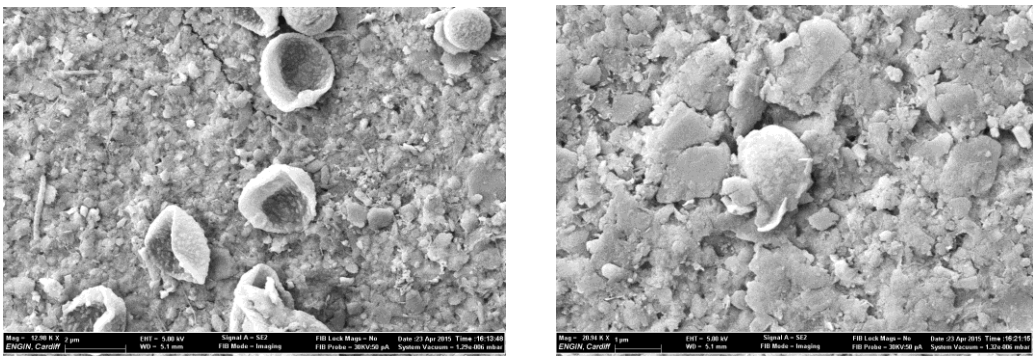
2-кесте.

АНИОНДАР			КАТИОНДАР		
	Мг-экв/л	Мг/л		Мг-экв/л	Мг/л
HCO_3	4,8	292,89	Ca	4,5	90,18
Cl	0,56	20	Mg	2,0	24,32
SO_4	1,87	90	Na	0,76	17,48
NO_2	-	-	$К_{жалпы}$	8,5	-
NO_3	0,03	2,4	pH	7,5	-
$Щ_{жалпы}$	4,9	-	Fe	-	0,074
Гуматтар	0,1	-	СИ	-	0,005
SiO_2	0,55	16,5	Қалқымалы	-	0,2
PO_4	0,025	2,4	-	-	-
C/C	-	410,2	-	-	-
Тотығушылық	-	0,32	-	-	-
CO_2	-	6,6	-	-	-

Мембраналық қондырғылар жұмыс кезінде мембраналар бетінде аз ерігіш тұздар мен микробөлшектің түзілген қатпарлар арқылы ластанумен себептендірілетін олардың өнімділігі мен селективтілігінің біртіндеп төмендеуі жүреді [3-5]. Мембраналар бетіндегі тығыз тұнбалар сүзу бетін кеміте отырып, ммембраналар өнімділігін төмендетіп, жартылай өткізгіш мембранаға өңделетін су берілісіне кедергі келтіретін барьер тудырады. Мембрана беттері ластанған кезде аппараттағы қысым жоғарылап, шекаралық қабат қалыңдығы тұнба қалыңдығына ұлғаятындықтан, концентрациялық поляризация қарқындап дамиды. Кері осмостық аппараттарда түзілген ластанулар құрамына, сонымен қатар металдық құбыр жолдарының, арматура мен басқа да қондырғы элементтерінің коррозиялану өнімдері (темір, мыс, никель және т.с.с. қосылыстары) кіреді.

Жартылай өткізгіш мембрана ластағыштарының түзілу жылдамдығы мен сипаты көбінесе аппараттағы гидродинамикалық шарттармен анықталады. Ертінді көлеміндегі концентрациямен салыстырғанда мембраналар беті маңында барлық ион концентрацияларының ұлғаюы аз ерігіш қосылыстармен ертінділердің асқын қанығу үдерісін жеделдетеді. Аппараттың ластануы ағындық камерадағы ертіндінің таралу біркелкілігіне, соның салдарынан жартылай өткізгіш мембараналардың тұз ұстауына әсер етеді. Қондырғы конструкциясының жетілдірілмеуімен және оны дайындау кезіндегі технологиялық ауытқулармен себептендірілетін ағындық канал (арна) бойымен сұйық қозғалысындағы әркелкілік жартылай өткізгіш мембраналар мен олардың өткізгіштігінің қарқынды түрде ластануын тудыруы мүмкін. Ағындар таралуы әркелкілігінің туындау типтерінің бірі болып өте тар (мысалы, 2 мм) каналдағы тіпті мардымсыз (шамамен 0,01 мм) қиыстықтың мембрана бойында ағынның ауқымды қайта таралуын тудыратындығы табылады. Кідірістік аймақ түзіліп, ол тұнбалар шөгуі үшін қолайлы жағдай жасайды. Шекті жағдайда ағынның қайта таралуының ауқымды болғаны соншалық, кідірістік аймақтан түсетін сүзіндінің (фильтраттың) тұздық мөлшері өңделетін судың тұздық мөлшерімен теңеседі.

«Энергоорталық-3» ЖШС-індегі тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтардан кейін растрлық электрондық микроскопта (РЭМ) ПА мембраналар бетіндегі концентраттың мөлшері мен элементтік құрамының орналасуы зерттелді (1-сурет).



1-сурет. ПА мембраналар бетіндегі концентраттың элементтік құрамының орналасуы

Тұзсызданушы су ағынының таралу әркелкілігінің екінші типі – сүзгі-престік аппараттардың параллель жалғасқан камералары немесе аппараттары шығынындағы айырмашылық. Бұл әркелкілік аппарат конструкциясының ақауларымен немесе тұзсыздандыру аппаратын дайындау мен реттеу кемшіліктерімен себептендірілуі мүмкін.

Ағындық арнаның (каналдың) ластануы кейбір жағдайларда кері осмостық аппараттың істен шығуына алып келуі мүмкін. Осылайша, аппараттар ластануы соңғы кезекте, ммембраналар бетінде төмендегі тұздарды түзе отырып, аппараттардың пайдалы өнімділігінің төмендеуі мен пермеат сапасының нашарлауын тудыру арқылы кері осмоспен судың тұзсыздануы кезінде жүретін үдерістер мен барлық элементтерге іс-жүзінде әсер етеді:

$Mg^{2+}+CO^{2-}_3 \rightarrow MgCO_3$;
$Ca^{2+}+ CO^{2-}_3 \rightarrow CaCO_3$;
$Fe^{2+}+SO^{2-}_3 \rightarrow FeSO_4$;
$2Al^{3+}+3SO^{2-}_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3$;
$Mg^{2+}+SO^{-}_4 \rightarrow MgSO_4$;
$Ca^{2+}+ SO^{-}_4 \rightarrow CaSO_4$;
$Ca^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2$;
$Mg^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2$.

$Fe^{2+}+CO^{2-}_3 \rightarrow FeCO_3$;
$Fe^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2$;
$Ba^{2+}+CO^{2-}_3 \rightarrow BaCO_3$;
$Ba^{2+}+SO^{2-}_4 \rightarrow BaSO_4$;
$Ba^{2+}+2NO^{-}_3 \rightarrow Ba\ (NO_3)_2$;
$2Na^{+}+SO^{2-}_4 \rightarrow Na_2SO_4$;
$-2K^{+}+SO^{2-}_4 \rightarrow K_2SO_4$;

$2K^{+}+CO^{2-}_3 \rightarrow K_2CO_3$;
$2Na^{+}+CO^{2-}_3 \rightarrow Na_2CO_3$;
$2Cr^{3+}+3CO^{2-}_3 \rightarrow Cr_2(CO_3)_3$;
$K^{+}+NO^{-}_3 \rightarrow KNO_3$;
$Na^{+}+NO^{-}_3 \rightarrow NaNO_3$;
$Cr^{3+}+3NO^{-}_3 \rightarrow Cr(NO_3)_3$;
$2Cr^{3+}+3SO^{2-}_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3$;

Қысыммен сүзу кезінде деформация салдарынан мембрана құрылымының өзгеруі де, сондай-ақ су молекулаларымен мембраналардың жекелеген кеуектерінің бітелуі де орын алады. Қысым әсерінен мембраналардың деформациялануымен байланысты (мембрана құрылымының, полимерлік матрица аққыштығының өзгерісі, мембрана қалыңдығының кемуі және т.б.) барлық үдерістер жиынтығы мембраналар крипі деген атауға ие болды. Крип кезінде гидравликалық кедергі өсетіндіктен белгілі-бір шамада бұл үдеріс мембраналар селективтілігінің кемуімен жүзеге асады. Дегенмен крип өнімділік құлдырауы кезінде қатты көрініс береді.

Ацетатцелюлозалық мембраналар үшін температура жоғарылауымен алдымен сұйық тұтқырлығына кері пропорционалды түрде өткізгіштік арт артады. Кейін өткізгіштік кеміп, шамамен 85 °С температура кезінде нөлге теңеледі. Бұл эффектіні, жекелей алғанда 50 °С-тан жоғары температура кезіндегі жұмыстан кейін мембраналар қасиеттерінің қайтымсыз өзгерістерімен дәлелденетін көрсетілген температура кезінде аяқталатын полимердің құрылымдану үдерісіндегі кеуектердің тек отыруымен және толықтай созылуымен түсіндіруге болады. Ацетатцелюлозалық мембраналар селективтілігі температура жоғарылауымен алдымен артып, кейін шамамен тұрақты болады.

Табиғи суларды деминералдау кезінде кері осмостық аппараттарды негізінен 50 г/л асатын өңделетін суды минералдауда (кері осмостық аппараттардағы концентрлеу есебімен) қолданбайды, ал судың pH-ы 5,5-8,5 шамасында (оны алдын-ала қышқылдау кезінде) қалады. Іс-жүзінде мұндай ертінділерде өнеркәсіпте шығарылатын барлық кері осмостық мембраналар химиялық тұрғыдан тұрақты болып табылады. Біздің еліміздегі ең кең тарағандары – pH мәні 5-8 болатын суды тұзсыздандыру кезінде тұрақты түрде жұмыс істей алатын ацетилцеллюлозалық мембраналар. Біршама қышқылдық ортада ацетилцеллюлоза гидролизге, ал сілтілік ортада – сабындануға ұшырайды. Ароматт полиамидтік мембраналар қышқылдық және сілтілік орталарға барынша тұрақты келеді. Олар ұзақ уақыт бойы 2-11 pH мәндері аралығында өздерінің қасиеттерін өзгертпей жұмыс жасай алады. Ацетилцеллюлозалық мембраналардың ацетон, диметилформамид және басқалар секілді полярлы органикалық еріткіштер ортасына тұрақсыз екендігін есепке алу қажет. Ароматты полиамидтік мембраналар бірмезгілде тұздарды ауқымды концентрлеу кезінде суды тұзсыздандыруға мүмкіндік береді.

Мембраналық сүзгінің бастапқы өнімділігін қалпына келтіру үшін жинақталған ластануларды жою мақсатында арнайы қышқылдық және сілтілік реагенттермен мембраналық сүзгілердің жылына бірнеше рет химиялық регенерациясы (шайылуы) жүргізілуі тиіс.

Мембраналық сүзгілерді шаю үшін қарапайым суды, Трилон Б ертіндісін (хелаттүзгыш реагентті), лимон қышқылын немесе 1%-дық тұз қышқылын қолдануға болады**.** Мембраналық сүзгінің регенерациялану (шайылу) жиілігі бастапқы судың ластану дәрежесімен анықталады, полиамидтік

мембрана беттерін регенерациялау үшін біз 1%-дық тұз қышқылын пайдаланып, төмендегі келесі реакцияларды алдық:

$MgCO_3+2HCl\rightarrow MgCl_2+H_2O+CO_2$;
$CaCO_3+2HCl\rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2$;
$Fe\ SO_4+2HCl\rightarrow FeCl_2+H_2\ SO_4$;
$Al_2(SO_4)_3+6\ HCl\rightarrow 2AlCl_3+3H_2SO_4$;
$MgSO_4+2HCl\rightarrow MgCl+\ H_2SO_4$;
$Ca\ SO_4+2HCl\rightarrow CaCl_2+H_2SO_4$;
$Ca(NO_3)_2+2HCl\rightarrow CaCl_2+2HNO_3$;
$Mg(NO_3)_2+2HCl\rightarrow Mg\ Cl_2+2HNO_3$;
$FeCO_3+2HCl\rightarrow FeCl_2+H_2O+CO_2$;
$Fe(NO_3)_2+2HCl\rightarrow FeCl_2+2HNO_3$;
$BaCO_3+2HCl\rightarrow BaCl_2+H_2O+CO_2$;
$BaSO_4+2HCl\rightarrow BaCl_2+H_2SO_4$;
$Ba(NO_3)_2+2HCl\rightarrow BaCl_2+2HNO_3$;
$NaSO_4+2HCl\rightarrow 2NaCl+H_2SO_4$;
$K_2SO+2HCl\rightarrow 2KCl+\ H_2SO_4$;
$Cr(SO_4)_3+6\ HCl\rightarrow 2CrCl_3+3H_2SO_4$;
$K_2CO_3+2HCl\rightarrow 2KCl+\ H_2O+CO_2$;
$Na_2CO_3+2HCl\rightarrow 2NaCl+\ H_2O+CO_2$;
$KNO_3+HCl\rightarrow KCl+HNO_3$;
$Na\ NO_3+\ HCl\rightarrow\ NaCl+HNO_3$.

Тұщыландырғыш станциялардың үлкен санын эксплуатациялаудың көп жылдық тәжірибесі келесілерді көрсетті: суды тұщыландыру алдында оны дайындаудың технологиялық сызбалары мен режимдерін дұрыс таңдау кезінде кері осмостық аппараттар 5 жылдан астам жұмыс істеу қабілетін сақтайды. Көптеген жылдар бойы қондырғылардың сенімді жұмысына тек эксплуатациялау талаптарының барлық жиынтығын сақтау кезінде ғана қол жеткізуге болатындығын білген жөн.

Мембраналар регенерациялары бойынша операциялар арасындағы бұрыс таңдалған аралықтар кезінде олардың тиімділігі төмендеп, мұндағы мембрана сипаттамаларының өзгерістері қайтымсыз түрде жүреді. Регенерация аралық кезеңнің ұзақтығы бастапқы су құрамына және кері осмос алдында оны дайындау технологияларына тәуелді. Егер, тұзсыздандырғыш аппараттар жұмысының тұрақтылығы олардың айына бір реттен кем емес кезеңдік шайылуы кезінде жүрсе, онда судың дайындалу сапасы жақсы деп саналады.

Қорытындылар

1. Кері осмостық аппараттардағы қатпарлардың түзілу шарттарының аналогиясы негізделді.
2. Қатпарланудан мембрана беттерінің кезең бойынша жандануын (регенерациялануын) қолдану кері осмостық қондырғы жұмысының тұрақты көрсеткіштерінің сақталуын қамтамасыз етеді.
3. Химиялық реагенттерді қолдану арқылы мембраналарды жандандыру (регенерациялау) технологиялар анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Высоцкий С.П. Коновальчик М.В. Особенности процессов обессоливания воды с использованием мембранных технологий // Вода і водоочисш технологи. - 2009. - № 6-7 (36-37). - С. 29-35.

[2] Permasep. Reverse Osmosis products. «Permasep» products Engineering Manual. Du Pont, 1992.

[3] Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Л.: Гидрометео-издат, 1975.280 с.

[4] Робинсон Р., Стоке Р. Растворы электролитов. М: Мир, 1963. 646 с.

[5] Лилич Л.С., Хрипун, М.К. Растворы как химические системы. СПб.: Изд. СПбГУ, 1994.215 с.

Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдыкозов Т.А.

Химическая регенерация 1% соляной кислотой поверхности полимерных мембран, загрязнённых солями нитратов, карбонатов и сульфатов

Резюме. В работе рассмотрена химическая регенерация 1% соляной кислотой поверхности полимерных мембран, загрязнённых солями нитратов, карбонатов и сульфатов, а также основные технологические решения, которые используются при химической отмывке мембран. При неправильно выбранном интервале между операциями по регенерации мембран их эффективность падает, причем изменения характеристик мембран могут быть необратимыми. Продолжительность межрегенерационного периода зависит от состава исходной воды и технологии ее подготовки перед обратным осмосом. Качество подготовки воды считается хорошим, если стабильность работы обессоливающих аппаратов достигается при их периодической промывке не чаще одного раза в месяц.

Azimov A.M., Zhantasov K.T., Sataev M.I., Ortaev A.E., Kaldykozov T.A.

Chemical regeneration of polymeric membranes contaminated by nitrate, carbonate and sulfate salts of 1 % hydrochloric acid

Summary. The paper considers chemical recovery of polymeric membranes' surface, contaminated by salts of nitrates, carbonates and sulfates, by 1% hydrochloric acid, as well as basic process solutions used at the chemical

washing of the membranes. In improperly selected interval between operations on the membranes' recovery, their efficiency drops, at that, changes in the membranes' features can be irreversible. Duration of the service cycle depends on the source water composition and technology of its preparation before the reverse osmosis. The water preparation quality will be good, if stability of desalinating apparatus operation is achieved at their periodical washing in no more than once a month.

УДК 661.2

[1]Г.Ж. Пусурманова, [1]Г.З. Туребекова, [1]С.А. Сакибаева, А.О. [1]Оразымбетова, [1]Н.Ж. Ашитова, [1]Ж.К. Шуханова, [1]К.Т. Охапова, [2]А.Б. Бегенова

([1]М.О. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті,
Шымкент қ., Қазақстан Республикасы,
[2]Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
shuhanovaz@mail.ru)

ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ СЕРЫ ИЗ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ В КАЧЕСТВЕ ВУЛКАНИЗУЮЩЕГО АГЕНТА В ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗИНАХ

Аннотация. В работе приведены результаты исследований по использованию отходов нефтепереработки – серы, для вулканизующей системы при производстве технических резин. В нефтеносном Северо-Каспийском регионе Казахстан совместно с зарубежными компаниями реализует целый ряд перспективных и масштабных проектов. Сырая нефть Тенгизкого и других месторождений данного региона является высокосернистой т.е. важной особенностью здешней нефти является высокое содержание сероводорода в попутном газе. Чтобы довести сырую нефть до товарного состояния, ее очищают и в результате получают элементарную серу. С увеличением же добычи нефти растут и серные накопления. Выделяемая из казахстанской нефти элементарная сера – ценнейшее сырье для промышленных предприятий химической промышленности. Однако в реальной действительности основная масса этого химического вещества пока еще складируется вблизи объектов нефтедобычи. На Тенгизе сера хранится на специально оборудованных площадках в виде твердых блоков больших размеров, так называемых «серных картах». Хранение серы в блоках – единственный метод, используемый, к примеру, в таких странах, как Канада, Мексика, Нидерланды, Польша и США [3,4].

Ключевые слова: отходы нефтепереработки, сера, дабыча.

Тенгизское месторождение было открыто в 1979 году и является одним из самых глубоких и крупнейших нефтяных месторождений в мире. Разработкой месторождения занимается СП «Тенгизшевройл», сформированное в апреле 1993 года на основе соглашения между Республикой Казахстан и корпорацией «Шеврон» [1,2]. .

Гигантские объемы отходов нефтедобычи - серы (сегодня в «серных картах» хранится более 8 млн. тонн продукта) вызывает серьезную озабоченность экологов и местного населения. Правительство Казахстана поставило перед ТШО задачу ликвидировать накопившиеся запасы [5,6].

Сера является основным агентом вулканизации для большинства резиновых изделий, в том числе шин. К ее качеству и химическому составу предъявляются особые требования, к которым в первую очередь относятся высокая степень чистоты продукта (минимальное содержание вредных примесей – металлов переменной валентности) и высокая степень дисперсности. Эти характеристики определяют вулканизационную активность серы, ее диспергируемость в каучуке, технологические и технические свойства резиновых смесей и резин [7].

Постоянно возрастающие требования к качеству шин обуславливают необходимость создания эффективных компонентов резиновых смесей. Особенно большое внимание уделяется разработке вулканизующих агентов. Еще в начале 80-х годов прошлого столетия появилась полимерная сера, которая быстро стала применяться на предприятиях, выпускающих шины и резино-технические изделия.

В резиновые смеси сера, подученная из отходов нефтепереработки вводилась для частичной или полной замены обычной серы. В эксперименте использовались протекторные и брекерные резиновые смеси. Смеси готовились в две стадии, серу, полученную при нефтепереработке вводили на лабораторных вальцах.

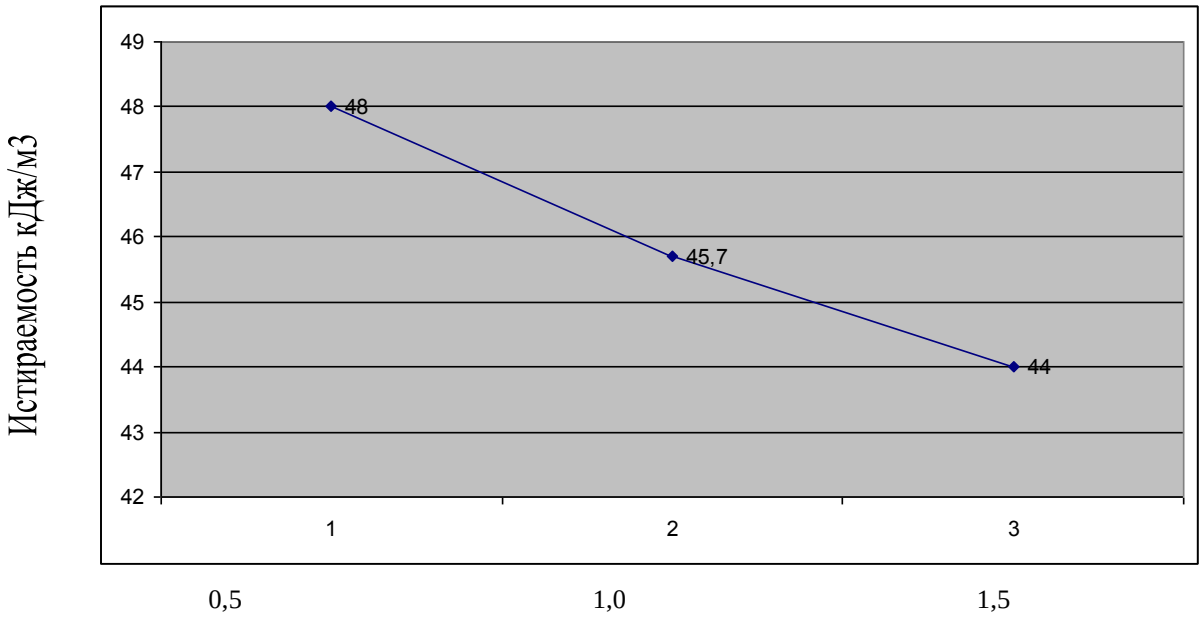
Технология смешения, переработка резиновых смесей и вулканизация практически не отличается от стандартного режима, указанного в технологическом регламенте. Вулканизацию образцов проводили при температуре 155^0С в течение 15 минут. Испытание образцов на старение проводили в автоклаве при температуре 393^0К в среде насыщенного водяного пара при давлении 0,2 МПа в течение 40 часов, а также в аналогичных условиях при постоянном орошении 5%-ным водным раствором NaCl в течение 8 часов.

Рецепты протекторных и брекерных резиновых смесей приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Рецепты резиновых смесей**

Наименование	Масс. ч .на 100 масс. ч. каучука	
	Протекторная смесь	Брекерная смесь
СКИ-3	50	100
СКД	50	-
Сера	1,8-0	1,6-0
Сера полимерная	0-1,5	0-1,3
Сульфенамид М	1,5	1,4
Фталевый ангидрид	0,3	0,3
Белила цинковые	3,0	2,5
Стеариновая кислота	2,0	2,0
Ацетонанил Р	1,0	1,2
Октофор NN	2,0	2,0
Смолы углеводородные	4,0	4,0
Воск ЗВИ	1,0	-
Масло ПН-6Ш	4,0	4,0
Диафен ФП	1,5	1,5
Технический углерод П 245	55,0	50,0

Как видно на рисунке 1 при использовании тенгизкой очищенной серы наблюдается повышение условной прочности при растяжении и снижение истираемости протекторных резин, что доказывает улучшение прочностных свойств



Содержание полимерный серы масс.ч на 100 масс.ч. каучука

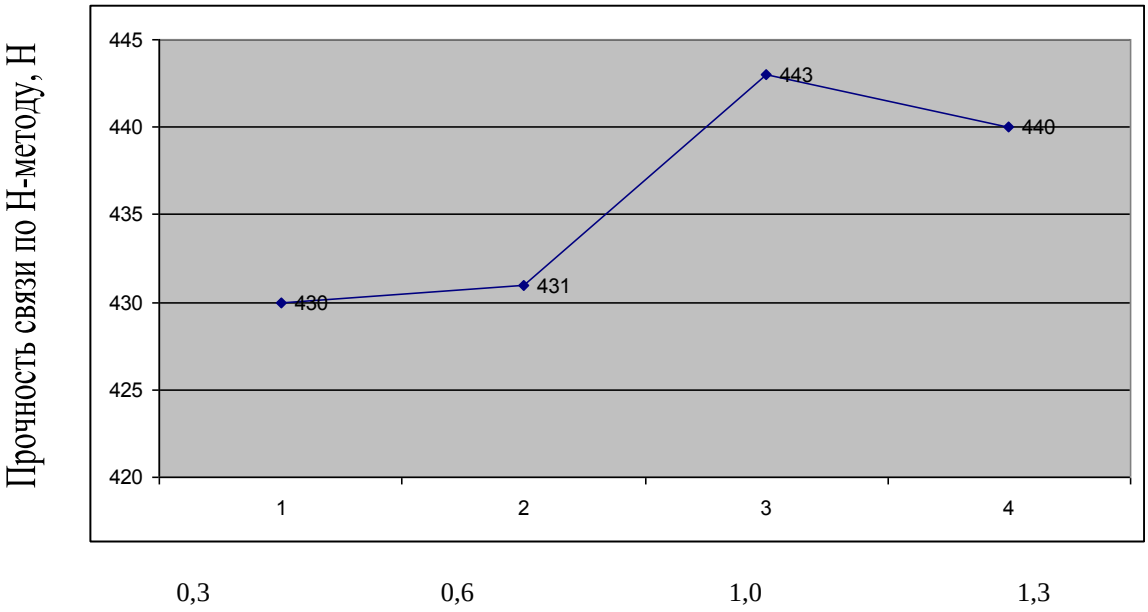


Рисунок 2 Влияние содержания серы на физико-химические свойства брекерных резин.

На рисунке 2 наблюдается значительное повышение прочных свойств, характеризуемых условной прочностью при растяжении и прочностью связи междурезиной и текстильным кордом брекерной резины.

Применение тенгизкой серы приводит к повышению прочностных свойств брекерных и протекторных резин за счет повышения количества межмолекулярных связей в эластмерной матрице, так ка вся используемая в рецептуре сера вступает в реакцию. Таким образом использование тенгизкой серы позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду и улучшить качество шинных резин

ЛИТЕРАТУРА

[1] Надиров Н.К. Тенгиз – море нефти – море проблем Алматы: Гылым, 2003

[2] Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. В 2-хт. Алматы: Гылым, 1996

[3] Ормистон Р.М., Кербер Дж.Л., Мазгаров А.М. Демеркаптанизация сырой нефти Тенгизкого месторождения// Нефть и газ Казахстана.1997,№ 2 С.71-83

[4] Надиров Н.К., Зайкина Р.Ф., ЗайкинЮ.А. идр.Современные методы сероочистки казахстанских нефтей// Проблемы нефтегазового комплекса: Материалы международной научно-технической конференции. Атырау, 5-6 декабря 2001г.Т.2, 456с.

[5] Драйден Р.Л. Хранение комовой серы и охрана окружающей среды// Нефть и газ Казахстана. 1997, № 2. С.126-133

[6] Кенжегалиев А. Экологическое состояние Тенгизского месторожденияи пути его оздоровления// Нефть и газ Казахстана. 1997, № 2. С.119-122

[7] Сера – отходы производства или ценное ископаемое?//Cashian.202.С. 80-82

Пусурманова Г.Ж., Туребекова Г.З., Сакибаева С.А., Оразымбетова А.О., Ашитова Н.Ж., Шуханова Ж.К., Охапова К.Т., Бегенова А.Б.

Мұнай өңдеудегі күкірт қалдықтарын жою жолымен техникалық резинға вулканизациялық агент ретінде қолдану.

Түйіндеме.Тенгиз күкірттің қолдану брекерлік құрамның беріктігін жоғарлатуға алып келеді және протекторлық резин арттыру есебінен санын межмолекулярных байланыстарды эластмерной матрицасы, сонымен қатар барлық күкірт рецептурасы реакцияға түседі. Осыған байланысты тенгиз күкіртін қолдану барысында қоршаған ортаға түсетін зиянды заттарды азайтады және шинналы резина сатасын жоғарлатады.

Pusurmanova G.Zh., Turebekova G.Z., Sakibaeva S.A., Orazimbetova A.O., Ashirova N.Zh., Ohapova K.T., Shuhanova Zh.K., Begenova A.B.

The possibility of disposal of sulphur waste oil by using as the curing agent in technical rubbers

Summary. The use of cengizkoy sulphur leads to improving the strength properties bragarnyk and the tread rubber due to the increasing number of intermolecular bonds in lasternas matrix are all used in the compounding of sulfur reacts. Therefore, the use of cengizkoy sulfur will reduce the environmental burden on the environment and improve the quality of tyre rubbers.

УДК 541. 123

Е.С. Бугенов, Н.К. Жакатаева, Г.Т. Болсынбекова, Т. Багиярова, Л.О. Исенова
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, laurita-sinurita@mail.ru)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА ФОСФОРНЫХ ШЛАМОВ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Аннотация. Исследованы различные системы гидролиза фосфорных шламов в щелочной среде до и после отмывки шламов от илистых включений, до и после деэмульсации шламов композицией ПАВ. Определены самые активные системы гидролиза фосфорных шламов: «фосфорный шлам-$Ca(OH)_2$-NaOH-H_2O» и «фосфорный шлам-$Ca(OH)_2$-Na_2CO_3-H_2O» . Установлено, что с увеличением температуры с 60 до 100^0С при гидролизе отмытых от ила шламов степень гидролиза фосфора увеличивается с 77,8 до 95,5%. За оптимальную температуру принимается 70-80^0С. Во всех рассматриваемых системах гидролиза фосфорных шламов предварительная отмывка от илистых включений способствует повышению степени гидролиза на 15-20%, а последующая деэмульсация отмытого шлама реагентами-деэмульгаторами способствует повышению выхода основного продукта, а проведение гидролиза фосфора в анодном пространстве с наложением тока позволяет повысить выход гипофосфита в 1,5 раза (с 60 до 90%) и снизить потери фосфора на побочные продукты (фосфин) с 25,7 до 0,3-2,3%. Расход деэмульгатора 0,05% от массы шлама, продолжительность гидролиза 0,5-1,0 часа, плотность тока при анодном окислении фосфорного шлама 100–1200 а/м^2, напряжение на ванне 3-5В.

Ключевые слова: гидролиз, фосфорные шламы, система, деэмульсация, среда, схема, щелочь, активация, фосфин, гипофосфит, фосфит, деэмульгатор, степень, оптимизация, плотность тока, анодное окисление, напряжение на ванне.

Для определения оптимальных условий гидролиза фосфорных шламов в щелочной среде, приводящих к повышению выхода гипофосфита натрия, снижающих выход фосфина и фосфита натрия, повышающих степень гидролиза фосфора и интенсифицирующих процесс гидролиза, мы провели сравнительные испытания различных систем гидролиза, ведущих к получению гипофосфита натрия.

Для опытов взяли богатые наиболее стабильные фосфорные шламы типа «ИЛ», содержащие 58,5% P_4; 9,8% МЧШ и 31,7% H_2O. Опыты проводили в реакторе с механическим перемешиванием. Извлечение фосфора в раствор определяли по остаткам фосфора в отработанном шламе после гидролиза. Во всех опытах время перемешивания 2 ч, соотношение компонентов оптимальное по ранее проведенным исследованиям.

Гидролиз фосфора в системе фосфорный шлам – NaOH – H_2O

Суммарную реакцию гидролиза в системе фосфорный шлам – NaOH – H_2O можно представить схемой: $P_4 + 4\ NaOH + 3H_2O \rightarrow 2\ NaH_2PO_2 + Na_2HPO_3 + PH_3 + H_2$

Степень гидролиза фосфора определяли по окончании опыта по остаточному содержанию фосфора в шламе. Результаты опытов представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Влияние температуры на степень гидролиза фосфора в системе: NaOH – фосфорный шлам – вода (концентрация NaOH 2 моль/л, отношение Ж:Т = 3:1)**

№	t, ^{0}C	60	70	80	90	100
1	Неотмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		24,97	21,35	20,0	17,25	13,22
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		57,3	63,5	65,8	70,5	77,4
2	Отмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		14,33	11,87	8,6	6,9	3,8
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		75,5	79,7	85,3	88,2	93,5

Из данных таблицы видно, что с увеличением температуры с 60 до 100 ^{0}C степень гидролиза не отмытого шлама растет с 57,3 до 77,4 %, а предварительно отмытого шлама – с 75,5 до 93,5 %, что естественно, так как при отмывке шлама очищается поверхность фосфорных частичек и улучшается контакт со щелочью. В среднем повышение степени гидролиза отмытого шлама составляет 18-20 %.

Гидролиз фосфора в системе фосфорный шлам – CaO – H_2O

Суммарную реакцию гидролиза в системе фосфорный шлам – CaO – H_2O можно описать схемой:
$P_4 + 2\ CaO + 5H_2O \rightarrow Ca(H_2PO_2)_2 + CaHPO_3 + PH_3 + H_2$
Результаты опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Влияние температуры на степень гидролиза фосфора в системе: CaO – фосфорный шлам – вода (массовое отношение CaO/P=0,9, Ж:Т = 6:1)**

№	t, ^{0}C	60	70	80	90	100
1	Не отмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		32,46	28,9	24,27	18,89	11,52
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		44,5	50,6	58,5	67,7	80,3
2	Отмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		25,97	22,4	17,37	12,1	5,38
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		55,6	61,7	70,3	79,3	90,8

Из данных таблицы видно, что с увеличением температуры с 60 до 100° C степень гидролиза не отмытого шлама растет с 44,5 % до 80,3 %, а предварительно отмытого от ила шлама – с 55,6 % до 90,8 %. Среднее повышение степени гидролиза составляет около 10%. Из представленных данных видно, что гидролиз в системе фосфорный шлам – CaO – H_2O протекает менее эффективно по сравнению с гидролизом в системе фосфорный шлам – NaOH - H_2O, что можно объяснить малой активностью CaO по сравнению с NaOH.

Гидролиз фосфора в системе фосфорный шлам – $Ca(OH)_2$ – – Na_2CO_3 - H_2O

Суммарную реакцию гидролиза в системе фосфорный шлам – $Ca(OH)_2$ – – Na_2CO_3 - H_2O можно описать схемой:
$P_4 + Na_2CO_3 + 2\ Ca(OH)_2 + 3H_2O \rightarrow 2\ NaH_2PO_2 + CaHPO_3 + CaCO_3 + PH_3 + H_2.$

В реактор загружали компоненты системы согласно ранее выведенным соотношениям P : Na_2CO_3 : $Ca(OH)_2$: H_2O = 1: 0,3 : 0,5 : 15
Результаты опытов представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Влияние температуры на степень гидролиза фосфора в системе: $Ca(OH)_2$ – Na_2CO_3 - фосфорный шлам – вода (массовое соотношение компонентов Р: Na_2CO_3 : $Ca(OH)_2$: H_2O= 31:31,8:37:270 или мольное соотношение = 1 : 0,3 : 0,5 : 15)**

	t, ^{0}C	60	70	80	90	100
	Не отмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		28,9	24,86	22,05	18,25	16,08
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		50,6	57,5	62,3	68,8	72,5
	Отмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		20,47	15,91	10,7	8,0	3,68
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		65,0	72,8	81,7	86,3	93,7

Из данных таблицы видно, что с увеличением температуры с 60 до 100 ^{0}C степень гидролиза не отмытого шлама растет с 50,6 до 72,5%, а предварительно отмытого шлама с 65,0 до 93,7%. Среднее повышение степени гидролиза отмытого шлама составляет 18%. По активности предложенная система сравнима с ранее рассмотренной системой фосфорный шлам - NaOH – H_2O.

Гидролиз фосфора в системе фосфорный шлам - $Ca(OH)_2$ – NaOH – H_2O.

Суммарную реакцию гидролиза в системе фосфорный шлам - $Ca(OH)_2$ – NaOH – H_2O можно описать схемой:

$$P_4 + Ca(OH)_2 + 2NaOH + 3H_2O \rightarrow 2NaH_2PO_2 + CaHPO_3 + PH_3 + 3H_2.$$

Результаты опытов представлены в таблице 4.

Таблица 4. **Влияние температуры на степень гидролиза фосфора в системе: $Ca(OH)_2$ – NaOH - фосфорный шлам – вода (массовое соотношение компонентов Р: NaOH : $Ca(OH)_2$ = 1:0,74:0,525; Ж:Т = 3:1)**

№	t, ^{0}C	60	70	80	90	100
1	Не отмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		24,16	20,29	18,72	15,5	12,05
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		58,7	65,3	68,0	73,5	79,4
2	Отмытый шлам	Остаток фосфора в шламе после гидролиза, %				
		12,98	10,82	7,13	5,49	2,63
		Извлечение фосфора в раствор, %				
		77,8	81,5	87,8	90,6	95,5

Из данных таблицы видно, что с увеличением температуры с 60 до 100 ^{0}C степень гидролиза не отмытого шлама растет с 58,7 до 79,4 %, а предварительно отмытого шлама с 77,8 до 95,5 %. Эта система оказалась самой активной. Суспензия $Ca(OH)_2$ – NaOH («известь кипелка») образует в растворе NaOH настоящую суспензию. В реакционном отношении «известь кипелка» значительно лучше, чем получаемая в результате гашения известь $Ca(OH)_2$. Причина этого заключается в том, что «известь кипелка» содержит примеси карбида кальция (CaC_2), а также следовые количества цианида кальция ($CaCN_2$). При суспензировании этой карбидной гидроокиси кальция в водном растворе 50% NaOH образуются соответственно пузырьки.

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$ (следы),

а также,

$CaCN_2 + 3H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2\ NH_3$ (следы)

Выделение пузырьков газа за счет частичек $Ca(OH)_2$ замедляется таким образом, что на длительное время получается стабильная суспензия из $Ca(OH)_2$ и NaOH. Каждая частица $Ca(OH)_2$

находится с газовым пузырьком. Практически на длительное время создается стабильная суспензия, даже если в емкости остановить мешалку. Особенно важно то, что эта суспензия не забивает трубы, ведущие к реактору, тогда как суспензия, приготовленная из обожженной извести $Ca(OH)_2$ – NaOH, может привести к этому очень быстро.

Из представленных выше данных видно, что практически при всех исследованных системах степень гидролиза фосфора из отмытых шламов на 15-20% выше, чем из не отмытых. Этого следовало ожидать, так как слой ила на поверхности фосфорных эмульсий является дополнительным структурно-механическим барьером, мешающим коалесценции фосфорных частичек и затрудняющий процесс взаимодействия фосфора со щелочью. Дополнительная обработка отмытых от ила шламов деэмульгатором приводит к деэмульсации шлама (разрушению структуры шлама), что способствует снятию с поверхности фосфорных частичек экранирующих пленок (стабилизатора), и фосфорные частички легко взаимодействуют со щелочью и скорость гидролиза повышается.

С увеличением температуры вязкость фосфорных шламов снижается, что ведет к увеличению коэффициента массопередачи на поверхности раздела фосфорный шлам – растворитель, скорость процесса возрастает и степень перехода фосфора в продукты гидролиза повышается. Желательно иметь степень гидролиза фосфораного шлама 100%, что позволит создать безотходное производство. Этого можно добиться введением в процесс специальных добавок.

Для активации разложения фосфорного шлама при гидролизе можно использовать смесь изопропанола с водой 1: 1 или суспензию активированного угля и перфила. Этого же можно добиться введением в отмытый шлам ПАВ – деэмульгаторов или композиций из ПАВ – деэмульгатора и полиэлектролита серии К-4, КАО или К-17.

Определение оптимальных условий гидролиза фосфора из шламов после деэмульсации

В процессе гидролиза фосфора в растворах щелочей наряду с гипофосфитом образуется весьма токсичное вещество фосфористый водород – фосфин.

Как гипофосфит, так и фосфин являются восстановителями, однако, есть сведения, что фосфин некоторыми окислителями окисляется легче гипофосфита [1,2]. Поэтому можно было ожидать, что в определенных условиях гипофосфит и фосфин будут окисляться на аноде с различной скоростью.

Опыты проводили в герметичном реакторе-электролизере с механическим перемешиванием, где катодное пространство отделено от анодного диафрагмой (асбест, паранит). Во избежание подсоса воздуха в реактор подается инертный газ (аргон, азот).

Для поглощения фосфина использовали поглотительные склянки с известным объемом титрованного раствора $CuSO_4$. Для расчета выделившегося фосфина по разности меди до и после опыта был проанализирован осадок фосфида меди по ГОСТ 6674-53. Составу фосфида меди отвечает формула $Cu_{1,84}P$. Гипофосфит и фосфит натрия определяли по методике ГОСТ 200-76.

Отмытый шлам в виде водной эмульсии обрабатывался при интенсивном перемешивании раствором неионогенного деэмульгатора концентрацией 0,5% при его расходе 0,05 % от массы шлама. В нагретый до заданной температуры шлам через специальный дозатор вводился щелочной раствор заданной концентрации тонкой струйкой в количестве, соответствующем оптимальному по ранее проведенным исследованиям.

Эксперименты по щелочной обработке шлама с наложением тока проводились при тех же условиях в анодном пространстве электролизера, отделенном диафрагмой от катодного пространства. Образующийся при гидролизе газ, выводился из анодного пространства электролизера в поглотительный сосуд, заполненный раствором $CuSO_4$, либо раствором, содержащим суспензию йода. В первом случае в поглотительной склянке осаждается темный порошок фосфида меди, соответствующий формуле $Cu_{1,84}P$, а во втором случае обесцвечивание суспензии йода в поглотительной склянке свидетельствовало об окислении фосфина и переходе его в фосфорноватистую кислоту по реакции: $PH_3 + 2J_2 + 2H_2O \rightarrow H_3PO_2 + 4H\,J$.

Гидролиз фосфора в системе фосфорный шлам – $Ca(OH)_2$ – NaOH – H_2O.

Отмытый от ила фосфорный шлам подвергается деэмульсации раствором деэмульгатора в системе фосфорный шлам – $Ca(OH)_2$ – NaOH – H_2O. За счет разрушения структуры шлама процесс гидролиза протекает интенсивно, а воздействие постоянного тока на процесс гидролиза фосфора

способствует увеличению скорости образования гипофосфита и тормозит скорость образования фосфина.

Во время реакции разложения фосфорного шлама суспензией гидроокиси кальция в растворе NaOH в реакторе интенсивно выделяется фосфино-водородная пена. Для предотвращения выброса пены из реактора над реактором имеется водяной затвор. Образующаяся в ходе реакции фосфино-водородная смесь выходит толчками через затвор. Эти толчки тормозят процесс образования пены в реакторе и делают реакцию управляемой.

Смесь газов после гидрозатвора может самовоспламеняться. Только к концу реакции, когда почти не образуется фосфин и произведена продувка инертным газом, газовая смесь теряет способность самовозгораться.

Результаты этой серии опытов представлены в таблице 5.

Таблица 5. **Влияние плотности тока на степень гидролиза и распределение фосфора между продуктами гидролиза в системе фосфорный шлам - $Ca(OH)_2$ – NaOH - H_2O. (Условия опыта: t =70 ^{0}C; расход деэмульгатора 0,05 % от массы шлама, τ =0,5 часа; массовое отношение P: NaOH: CaO= 1 : 0,75 : 0,4; масса шлама 100г, объем раствора 0,5л).**

Исходный шлам	Содержание P_4 в шламе, %		Плотность тока, а/м^2	Степень гидролиза фосфора, %	Распределение фосфора между продуктами гидролиза, %		
	До гидролиза	После гидролиза			NaH_2PO_2	PH_3	NaH_2PO_3
Не отмытый шлам	27,5	15,2	0,0	50,4	63,5	25,7	10,8
Отмытый шлам	44,5	3,8	0,0	91,46	73,5	18,6	7,9
Отмытый шлам	44,5	1,8	980	95,9	88,7	7,5	3,8
Отмытый шлам	44,5	1,2	1170	97,3	90,5	3,2	6,3
Отмытый шлам	44,5	1,0	1470	97,75	93,6	2,3	4,1
Отмытый шлам	44,5	0,78	1960	98,2	94,8	0,8	4,4
Отмытый шлам	44,5	0,35	2450	99,2	95,3	0,3	4,4

Из данных таблицы видно, что обработка отмытого шлама раствором деэмульгатора с последующим гидролизом в щелочной среде повышает степень гидролиза с 50,4 до 99,2 %, при наложении постоянного тока выход гипофосфита натрия возрастает с 73,5 до 95,3%, а выход фосфина снижается с 18,6 до 0,3 %.

Таким образом во всех рассматриваемых системах гидролиза фосфорного шлама предварительная отмывка шлама от илистых включений способствует повышению степени гидролиза на 15-20%, а последующая деэмульсация отмытого шлама реагентами – деэмульгаторами способствует повышению выхода основного продукта, а проведение гидролиза фосфора в анодном пространстве с наложением тока позволяет повысить выход гипофосфита натрия в 1,5 раза (с 60 до 90%) и снизить потери фосфора на побочные реакции (на образование фосфина и фосфитов).

Из рассмотренных систем самыми активными и дешевыми являются системы «фосфорный шлам - $Ca(OH)_2$-NaOH- H_2O» и «фосфорный шлам – $Ca(OH)_2$- Na_2CO_3-H_2O». Оптимальными условиями ведения процесса в этих системах являются: t =70-80 ^{0}C, соотношение реагентов близкое к теоретическому, расход деэмульгатора 0,05% от массы шлама, продолжительность гидролиза 0,5-1,0 час, плотность тока при анодном окислении фосфора 1000-1200 а/м^2 при этом напряжение на ванне меняется от 3 до 5 в.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бабкин Г.Н. Диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук. Алматы, 1976.

[2] Бугенов Е.С., Джусипбеков У.Ж. Физико-химические основы производства из низкосортных фосфоритов. – Алматы, 2006, -384с.

Бугенов Е.С., Жакатаева Н.К., Болсынбекова Г.Т., Багиярова Т., Исенова Л.О.

Гидролиздік фосфор шламдарының сілтілі ортада үйлесімділігі.

Түйіндеме. Мақалада әртүрлі фосфор шламдар жүйелерінің лай қоспаларынан тазалағанға дейінгі және кейінгі, беттік-активті заттар композицияларымен деэмульсациялауға дейінгі және кейінгі гидролизі зерттелді. Фосфор шламдар гидролизінің ең белсенді жүйлері: " фосфор шламы - $Ca(OH)_2$ - NaOH - H_2O" және " фосфор шламы - $Ca(OH)_2$ - Na_2CO_3 - H_2O" болып табылды. 60 ºС - 100 ºС температура аралағында лайдан шайылған шламдарды гидролиздеу нәтижесінде фосфордың гидролиз дәрежесі 77,8% - дан 95,5% - ға дейін өседі деп анықталды. Оптималды температура 70ºС - 80ºС болып анықталды. Алдын ала лайдан шайуы барлық зерттелген жүйелердің гидролиз дәрежесін 15 - 20% арттырды, деэмульгаторлармен шайылған щламдардың деэмульсациясы негізгі өнімнің шығымын ұлғайтты, ал фосфор гидролизінің анодты ортада тоқты салуымен өткізуі гипофосфиттің шығымын 1,5 есеге арттырып, фосфордың жанама өнімдерінің шығындарын (фосфин) 25,7-ден 0,3-2,3 % дейін төмендетті. Деэмульгаторлардың шығымы шламның салмағынан 0,05%, гидролиздің ұзақтығы 0,5-1,0 сағат, фосфор шламының анодтың тотығу кезіндегі тығыздығы 100 - 1200 А/м^2, ваннадағы кернеу 3 - 5В болып табылды.

Түйін сөздер: гидролиз, фосфор шламдар, жүйе, деэмульсация, орта, сызба, сілті, активтену, фосфин, гипофосфит, фосфит, деэмульгатор, дәреже, үйлесімділеу, тоқтың тығыздығы, анодтың тотығу , ваннадағы кернеу.

Bugenov E.S., Zhakataeva N.K., Bolsynbekova G.T., Bagiyarova T., Isenova L.O.

Optimization of hydrolysis of phosphoric slimes in alkaline medium.

Summary. In the article different systems of hydrolysis of phosphoric slimes in the alkaline medium before and after washing of slimes from oozy inclusions, before and after a demulsification of slimes by composition surfactant are investigated. The most active systems of hydrolysis of phosphoric slimes are defined:" phosphoric slime-$Ca(OH)_2$-NaOH-H_2O "and" phosphoric slime - $Ca(OH)_2$ - Na_2CO_3 - H_2O". It is established that with temperature increase from 60 to 100ºС at hydrolysis of the slimes washed from silt extent of hydrolysis of phosphorus increases from 77,8 to 95,5%. Optimum temperature is accepted to 70-80 ºС. In all considered systems of hydrolysis of phosphoric slimes the preliminary washing from oozy inclusions promotes increase of extent of hydrolysis for 15-20%, and the subsequent demulsification of the washed slime by reagents - demulsifiers promotes increase of an yield of the main product, and conducting hydrolysis of phosphorus in anode range with imposing of current allows to raise a hypophosphite yield by 1,5 times (from 60 to 90%) and to reduce losses of phosphorus on by-products (phosphene) from 25,7 to 0,3-2,3%. Expense of a demulsifier is 0,05% of the mass of slime, hydrolysis duration is 0,5-1,0 hour, current density at anode oxidation of phosphoric slime is 100-1200 A/m^2, tension on a bathtub of 3-5 V.

Key words: hydrolysis, phosphoric slimes, system, demulsification, medium, sheme, alkali, activation, phosphine, hypophosphite, phosphite, demulsifier, extent, optimization, current density, anode oxidation, tension on a bathtub.

УДК 615.1:54

[1]А.Б. Уали, [2]А.К. Тулекбаева

([1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, almas_1994@mail.ru,
[2]Южно-Казахстанского государственного университета им. М. Ауэзова
tulekbaeva@mail.ru)

ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ БАВ ОЧИТКА ПУРПУРНОГО (SEDUM PURPUREUM) С РАЗРАБОТКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ АЛКАЛОИДОВ

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований по количественной и качественной оценке биологически активных соединений растения рода Sedum –очитка пурпурного, содержащего различные биологически активные вещества, которые можно использовать для лечения различных заболеваний. Предложена технологическая схема выделения алкалоидов из Sedum Purpureum.

Ключевые слова: лекарственное сырье, растения рода Sedum, биологически активные вещества (БАВ), очиток пурпурный, экспериментальные исследования, фитохимический состав, алкалоиды, хромотографический анализ, технологическая схема, переработка.

Полученные нами в ходе экспериментальных работ данные предварительной оценки компонентов БАВ изучаемого вида растения очитка пурпурного **(**SEDUM PURPUREUM**)** представлены в сводной таблице 1. Сводная хроматограмма компонентного состава травы Sedum

purpureum приведен на рисунке 1.

Отнесение веществ к основным группам биологически активных соединений проведено на основании качественных специфических реакций с аммиаком, 1% раствором квасцов железоаммониевых, 1% раствором ванилина в кислоте хлороводородной концентрированной, 10% раствором натрия нитрата в кислоте серной концентрированной, 5% растворами диазотированных п-нитроанилина и сульфаниловой кислоты, реактивом Драгендорфа [1].

Как следует из таблицы 1, в изучаемом виде растения обнаружено 35 веществ различных структурных групп, относящиеся к 8 классам природных соединений: соединение 1 – к дубильным веществам конденсированного типа, вещества № 5, 7, 27, 29 и 35 – к гидролизуемым дубильным веществам, № 16, 18 – к сапонинам; № 11, 12, 14 и 24 – к алкалоидам, № 13, 19, 20, 22, 25, 26, 31, 32 – к флавоноидам, № 2, 17, 23 – к кумаринам, № 3, 15, 21, 30, 33, 34 – к фенолокислотам, № 10 – к фенолам. Для отработки оптимальной технологии выделения суммы алкалоидов, на первой стадии работы мы изучили качественный и количественный состав надземной части и корней растения [2,3,4,5,6].

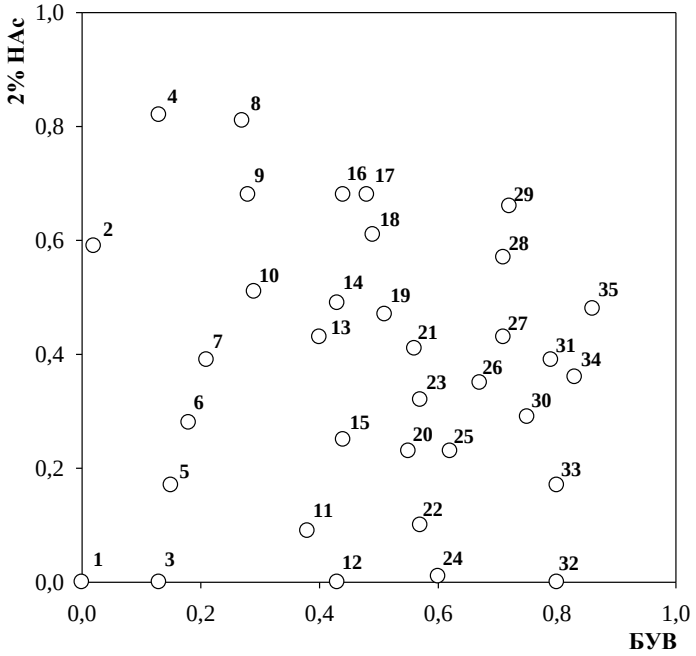


Рис. 1. Сводная хроматограмма компонентного состава травы Sedum purpureum
БУВ – бутиловый спирт – уксусная кислота – вода (40:12,5:29);
2%Нас – 2% кислота уксусная

Таблица 1. **Результаты хроматографического анализа комплекса БАВ Sedum purpureum**

	R_f 1	R_f 2	УФ	NH_3	ЖАК	Примечание
1	0.00	0.00	темное	-	синее	роз. с 1% ванилином / HCl
2	0.02	0.59	голубое	желт.	-	ор/красн. с ДзПНА
3	0.13	0.09	голубое	-	зеленое	корич. с ДзПНА
4	0.13	0.82	голубое	-	-	
5	0.15	0.17	фиол.	-	синее	
6	0.18	0.28	темное	-	-	
7	0.21	0.39	фиол.	-	синее	
8	0.27	0.81	зеленое	-	-	
9	0.28	0.68	голубое	-	-	
10	0.29	0.51	темное	-	-	корич. с ДзПНА
11	0.38	0.09	темное	-	-	крас. с р.Драгендорфа
12	0.40	0.43	темное	синее	-	крас. с р.Драгендорфа
13	0.43	0.00	желтое	желт.	зеленое	желт с $AlCl_3$
14	0.43	0.49	темное	синее	-	крас. с р.Драгендорфа
15	0.44	0.25	голубое	-	-	оранжевое с ДзСК

Продолжение таблицы 1

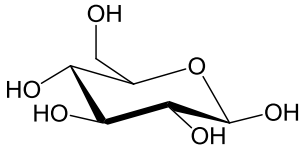
16	0.44	0.68	фиол.	-	-	крас. с 10%$NaNO_3$ / H_2SO_4
17	0.48	0.68	голубое	желт.	-	ор/красн. с ДзПНА
18	0.49	0.61	фиол.	-	-	крас. с 10%$NaNO_3$ / H_2SO_4
19	0.51	0.47	темное	желт.	зеленое	
20	0.55	0.23	темное	желт.	синее	
21	0.56	0.41	фиол.	-	серое	корич. с ДзПНА
22	0.57	0.10	темное	желт.	зеленое	
23	0.57	0.32	голубое	желт.	-	ор/красн. с ДзПНА
24	0.60	0.01	темное	-	-	крас. с р.Драгендорфа
25	0.62	0.23	темное	желт.	зеленое	
26	0.67	0.35	темное	желт.	зеленое	
27	0.71	0.43	синее	-	синее	
№	R_f 1	R_f 2	УФ	NH_3	ЖАК	Примечание
28	0.71	0.57	голубое	-	-	
29	0.72	0.66	фиол.	-	синее	
30	0.75	0.29	голубое	-	-	пурпурное с ДзПНА
31	0.79	0.39	темное	желт.	зеленое	
32	0.80	0.00	желтое	желт.	зеленое	
33	0.80	0.17	голубое	-	-	синее с ДзПНА
34	0.83	0.36	голубое	-	-	син/зел с ДзПНА
35	0.86	0.48	фиол.	-	синее	

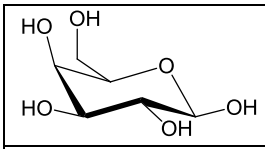
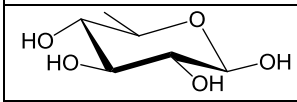
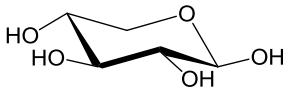
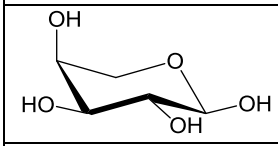
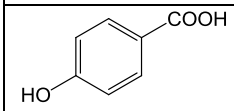
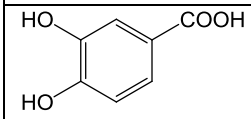
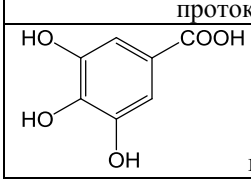
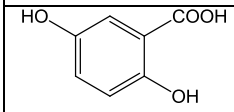
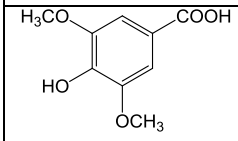
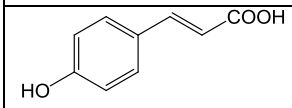
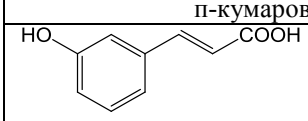
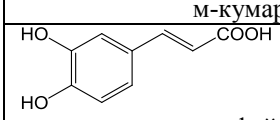
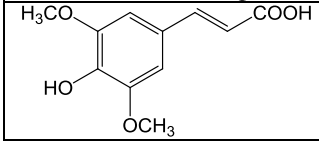
Точные данные о количественном и качественном составе позволяют, учитывая структурные особенности компонентов растения разработать максимально эффективную технологическую схему его переработки.

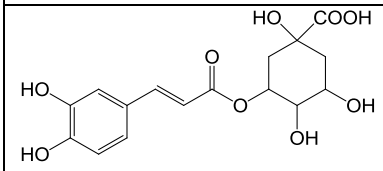
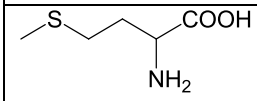
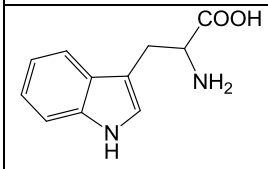
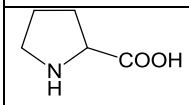
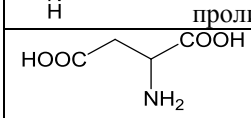
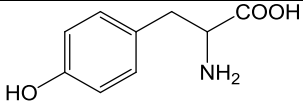
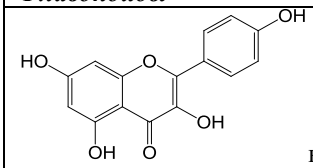
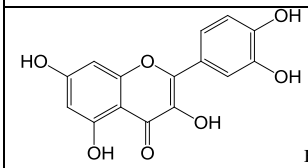
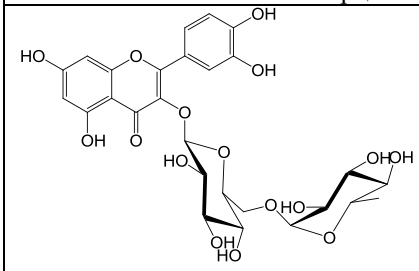
В составе растения качественными реакциями, нами были обнаружены алкалоиды (красное окрашивание с реактивом Драгендорфа), аминокислоты (фиолетовое окрашивание с нингидрином), гликозиды тритерпеновые (красное окрашивание с 10% раствором натрия нитрита в H_2SO_4 концентрированной), гликозиды фенольные (зелено-коричневое окрашивание с 3% $FeCl_3$), дубильные вещества (синее окрашивание с раствором ЖАК), кумарины (оранжево-красное окрашивание с 5% раствором диазотированного п-нитроанилина), оксикоричные и фенолокислоты (яркое окрашивание с диазотированной сульфаниловой кислотой после обработки насыщенным раствором натрия карбоната и нагревания), полисахариды (белый осадок при добавлении 4-кратного избытка спирта этилового), свободные органические кислоты (желтое окрашивание с бромкрезоловым зеленым) и флавоноиды (зеленое окрашивание с раствором квасцов железо-аммониевых) [1].

Для 5 классов биологически активных веществ, методами бумажной и тонкослойной хроматографии с аутентичными образцами, нами был проведен качественный компонентный анализ водных, водно-ацетоновых (от 1:9 до 7:3 v/v), водно-спиртовых (от 3:7 до 9,5:0,5 v/v), этилацетатных и эфирных извлечений надземной части и корней очитка видного. Групповой анализ проводился для свободных углеводов, феноло-, амино- и оксикоричных кислот, флавоноидов различной степени окисленности. Полученные данные сведены в таблицу 2.

Таблица 2. **Результаты исследования качественного компонентного состава БАВ очитка видного**

Идентифицированное вещество	Надземная часть	Корни	Примечание
Углеводы			
 глюкоза	+	+	Хроматографи-ческая система: бутиловый спирт – уксусная кислота – вода 40:12,5:29

 галактоза	+	+	Проявитель: 5% о-толуидин
 рамноза	+	-	
 ксилоза	+	+	
 арабиноза	+	+	
Фенолокислоты			
 п-оксибензойная кислота	+	-	Хроматографи-ческая система: бензол – уксусная кислота – вода 6:7:3 Проявитель: 5% ДзПНА / насыщ. Na_2CO_3
 протокатеховая кислота	+	+	
 галловая кислота	+	+	
 гентизиновая кислота	+	+	
Идентифицированное вещество	Надземная часть	Корни	Примечание
 сиреневая кислота	-	+	
Оксикоричные кислоты			
 п-кумаровая кислота	+	-	Хроматографи-ческая система: бензол – уксусная кислота – вода 6:7:3 Проявитель: 5% ДзПНА / насыщ. Na_2CO_3
 м-кумаровая кислота	-	+	
 кофейная кислота	+	+	
	-	+	

синаповая кислота			
 хлорогеновая кислота	+	+	
Аминокислоты			
 метионин	+	+	Хроматографи-ческая система: 2% уксусная кислота Проявитель: нингидрин
 триптофан	+	+	
 пролин	+	+	
 аспарагиновая кислота	+	+	
 тирозин	-	+	
Флавоноиды			
 кемпферол	+	+	Хроматографи-ческая система: бутиловый спирт – уксусная кислота – вода 40:12,5:29 Проявитель: 5% ЖАК
 кверцетин	+	+	
 рутин	+	+	

Товароведческий анализ растительного сырья проводился по методам Государственной фармакопеи [7]. Определение показателей проводилось по-отдельности для надземной части и корневой системы растения. Полученные в работе данные сведены в таблице 3.

Для найденных в растении классов БАВ нами было проведено изучение их количественного содержания. Количественный анализ БАВ проводился по методам Государственной фармакопеи XI изд. и монографии Р.А.Музычкина, Д.Ю.Корулькин, Ж.А.Абилов «Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах» [1,7]. Результаты количественного анализа приведены в таблице 4.

Таблица 3. **Результаты товароведческого анализа очитка пурпурного**

	Количественное содержание, %	
	надземная часть	корневая система
влажность	6.26	4.95
Зола общая	19.49	18.58
зола, нерастворимая в 10% HC1	3.46	4.11

Таблица 4. **Результаты количественного анализа основных групп БАВ очитка пурпурного**

Класс БАВ	Количественное содержание в процентах	
	надземная часть	корни
Углеводы	4,41	3,88
Полисахариды	14,33	15,21
Свободные органические кислоты	6,19	5,84
Фенолокислоты	9,88	11,21
Оксикоричные кислоты	5,03	4,13
Аминокислоты	2,39	2,37
Алкалоиды	6,56	6,92
Гликозиды фенольные	5,01	4,95
Гликозиды тритерпеновые	0,57	0,82
Кумарины	0,57	0,39
Флавоноиды	5,41	6,12
Дубильные вещества	4,77	4,18

Из таблицы 4 видно, что изучаемое растение, помимо высокого содержания алкалоидов, в значительном количестве содержит кислотные метаболиты (свободные органические кислоты, феноло, амино- и оксикоричные кислоты), фенольные гликозиды, флавоноиды и дубильные вещества.

Полученные результаты будут использованы в дальнейшем для разработки схемы селективного выделения суммы алкалоидов из растительного сырья, посредством анализа структурных особенностей найденных БАВ и возможностей селективного фракционирования целевой группы алкалоидов.

Отработка технологии выделения алкалоидов SEDUM PURPUREUM

Результаты исследований позволили предложить технологическую схему выделения алкалоидов из очитка пурпурного, отработка технологических параметров выделения суммы алкалоидов, которой включала в себя следующие этапы: определение 1. природы экстрагента (табл. 5); 2.оптимального соотношения сырье: экстрагент (табл. 6); температурного режима (табл. 7); временного режима (табл. 8); режима экстракции (табл. 9), а также разработку технологической блок-схемы с указанием точек контроля.

Таблица 5. **Содержание суммы экстрактивных веществ в очитке видном в зависимости от экстрагента**

	Этанол 95%	Дихлорметан	Хлороформ	Этанол-ацетон	Дихлорметан-ацетон	Хлороформ-ацетон	Этанол-бутанон	Дихлорметан-бутанон	Хлороформ-бутанон
Алкалоиды	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фенольные соединения	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Фенолы	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Аминокислоты	+	+	+	+	+	-	+	+	+

Дубильные вещества	-	+	+	-	-	-	-	-	-
Флавоноиды	-	+	+	-	-	-	-	-	
Кетоны	+	-	-	-	-	-	+	+	+
Полисахариды	-	-	+	-	-	+	-	+	+
Смолы	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Для установления влияния природы экстрагента на выход БАВ была проведена экстракция сырья растворителями различной полярности [8].

Для определения содержания экстрактивных веществ изучаемого сырья были выбраны: спирт этиловый, ацетон, бутанон, дихлорметан, хлороформ и их смеси. Оптимальный экстрагент подбирали экстрагированием измельченного и высушенного сырья разнополярными растворителями при комнатной температуре и при нагревании.

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что алкалоиды переходят в каждый из использованных экстрагентов. При этом наименее богатые сопутствующими веществами оказались хлороформный и дихлорметановый экстракты растения. Экстракция сырья смесью указанных растворителей с добавлением бутанона, при анализе показала помимо увеличения содержания алкалоидов, также усложнение качественного состава общих экстрактов. Поэтому для отработки параметров технологического режима выделения алкалоидов изучаемого растения мы отказались от использования комплексных экстрагентов. Дальнейшее исследование проводили с использованием петролейного эфира (фракция 40-70), дихлорметана, хлороформа, бензола, этилацетата и бензилового спирта.

Для определения оптимального соотношения сырье:экстрагент, мы использовали наиболее часто встречающиеся в научной литературе составы - 1:3, 1:4, 1:5, 1:7 и 1:10. Содержание алкалоидов в полученных извлечениях определяли по методикам [1,2]. Полученные результаты сведены в таблице 6.

Таблица 6. **Содержание алкалоидов, в зависимости от соотношения сырье – растворитель**

Растворитель, %	Соотношение сырье : растворитель				
	1:3	1:4	1:5	1:7	1:10
Петролейный эфир	0,94	1,18	1,27	1,31	1,35
Дихлорметан	2,21	2,67	3,23	3,36	3,45
Этилацетат	3,01	3,43	3,89	4,05	4,14
Хлороформ	0,77	1,18	1,33	1,41	1,46
Бензол	1,44	1,79	2,08	2,19	2,23
Бензиловый спирт	2,57	2,88	3,12	3,20%	3,24
Этиловый спирт	2,12	2,49	2,77	2,85	2,89

Из данных таблицы 6 следует, что максимальное извлечение суммы алкалоидов, вне зависимости от типа и полярности используемого экстрагента, наблюдается при соотношении сырье :растворитель 1:5, дальнейшее увеличение количества экстрагентов, не дает существенного прироста выхода суммы алкалоидов.

Исследование влияния температурного фактора на полноту извлечения суммы алкалоидов очитка видного проводили при температурах 20, 40, 60, 80 и 100^0C. В случае, если температура кипения растворителя была ниже (например, петролейный эфир, фракция 40-70, дихдлорметан или хлороформ), в качестве порогового значения использовалась температура его кипения. Полученные результаты представлены в таблице 7.

Данные таблицы 7 свидетельствуют, что пороговой температурой процесса, при которой в экстрактах наблюдается максимальное содержание суммы алкалоидов, является - $+60^0$C, а в случае дихлорметана – температура его кипения.

Таблица 7. **Содержание алкалоидов, в зависимости от температуры процесса экстракции**

Растворитель	Температура экстракции, ºС				
	20	40	60	80	100
Петролейный эфир	1,09	2,54	3,60	-	-
Дихлорметан	2,59	3,02	-	-	-
Этилацетат	3,45	3,89	4,32	2,59	-
Хлороформ	1,02	2,11	3,85	-	-
Бензол	1,80	1,85	2,61	3,02	-
Бензиловый спирт	2,85	2,99	3,88	4,06	4,21
Этиловый спирт	2,51	2,74	3,64	3,81	-

При отработке временного режима экстракции, мы исходили из найденных ранее: оптимального соотношения сырье-экстрагент (1:5) и оптимальной температуры экстракции 60^0С для петролейного эфира, этилацетата, хлороформа, бензола, бензилового спирта и этанола, и 40^0С – для дихлорметана. Время экстракции варьировали от 1 до 5 часов. Полученные данные представлены в таблице 8.

Таблица 8. **Выход суммы алкалоидов в зависимости от временного режима экстракции**

Растворитель	Время экстракции					
	настаивание 24 часа	1 час	2 часа	3 часа	4 часа	5 часов
Петролейный эфир	2,54%	3,60%	3,74%	3,98%	4,09%	4,16%
Дихлорметан	0,21%	3,02%	3,19%	3,37%	3,44%	3,49%
Этилацетат	0,43%	4,32%	4,53%	4,71%	4,79%	4,85%
Хлороформ	2,11%	3,85%	4,03%	4,19%	4,25%	4,28%
Бензол	1,80%	2,61%	2,77%	2,94%	3,01%	3,06%
Бензиловый спирт	2,85%	3,88%	4,26%	4,59%	4,77%	4,91%
Этиловый спирт	2,51%	3,64%	3,81%	3,99%	4,07%	4,14%

Из таблицы 8 следует, что при соотношении сырье-растворитель 1:5 и температуре 60^0С, а, в случае дихлорметана – 40^0С, оптимальным является трехчасовое нагревание. При дальнейшем увеличении времени экстракции в указанных условиях происходит незначительное увеличение количественного содержания алкалоидов.

Для определения оптимального режима экстракции суммы алкалоидов из растительного сырья, была проведена отработка режима экстракции в тех же растворителях при ранее определенных параметрах технологического режима. Результаты определения представлены в таблице 9.

Таблица 9. **Выход суммы алкалоидов в зависимости от режима экстракции**

Режимы экстракции	Растворители, %		
	дихлорметан	этилацетат	петролейный эфир
1 раз * 3 ч	3,37	4,71	3,98
Настаивание + 1 раз * 3 ч	3,94	5,26	4,47
3 раза * 1ч	3,79	5,12	4,32
Настаивание + 3 раза * 1ч	4,46	5,77	4,91
Режимы экстракции	Растворители, %		
	хлороформ	бензол	бензиловый спирт
1 раз * 3 ч	4,19	2,94	4,59
Настаивание + 1 раз * 3 ч	4,57	3,49	5,18
3 раза * 1ч	4,42	3,32	4,76
Настаивание + 3 раза * 1ч	4,98	3,87	5,87



На основании анализа полученной информации, нами было установлено, что оптимальными параметрами являются:

1) Экстракция сырья бензиловым спиртом
2) Соотношение растительное сырье:экстрагент – 1:5
3) Температура экстракции 60^0C
4) Время экстракции – 3 ч
5) Режим экстракции – трехкратное нагревание по 1 ч при предварительном настаивании сырья с экстрагентом в течение 24 ч.

Таким образом, оптимальная технологическая схема получения целевого продукта – суммы алкалоидов очитка видного, может быть представлена в виде блок-схемы (рисунок 2)[9,10]:

Таким образом, анализ качества разработанной технологической схемы показал, что для оценки применимости разработанной технологической схемы выделения суммы алкалоидов очитка пурпурного Sedum Purpureum к другим растениям рода Sedum, было:

- проведено извлечение суммы алкалоидов травы Sedum Purpureum по разработанной блок-схеме: экстрагент - бензиловый спирт, 1:5, температура 60^0C, трехкратное нагревание по 1 часу при предварительном настаивании сырья с экстрагентом в течение 24 часов.

- проведен анализ подлинности суммарных алкалоидных экстрактов Sedum purpureum и Sedum telephium при помощи качественных реакций с реактивом Драгендорфа, 1% раствором кислоты пикриновой и 1% раствором п-диметиламинобензальдегида.

-проведен анализ количественного содержания алкалоидов в полученных по технологической схеме экстрактах, спектрофотометрией при длине волы 420 нм, с пересчетом на никотина сульфат и использованием в качестве раствора сравнения 2% раствора кислоты серной.

В таблице 10 приведены данные сравнительного анализа технологической схемы извлечения алкалоидов из Sedum purpureum и Sedum telephium.

Таблица 10. **Определение качества разработанной технологической схемы извлечения алкалоидов Sedum**

	Sedum purpureum	Sedum telephium
Анализ подлинности экстрактов • реактив Драгендорфа • 1% водный р-р кислоты пикриновой • 1% р-р п-диметил-аминобензальдегида	кроваво-красное окрашивание осадок желтого цвета розовое окрашивание переходящее в фиолетовое	кроваво-красное окрашивание осадок желтого цвета розовое окрашивание переходящее в фиолетовое
Количественный анализ экстрактов спектрофотометрия при длине волны 420 нм, с пересчетом на никотина сульфат	93,4%	91,8%
Степень извлечения алкалоидов в пересчете на сырье	89,5% - трава 84,8% - корни	87,2% - трава 85,4% - корни

ЛИТЕРАТУРА

[1] Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. Качественный и количественный анализ БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах.- Алматы: Қазақ университеті, 2004.- 283 с.

[2] Яхонтова Л.Д., Ильинская Т.Н Химический состав растений рода Sedum.– М.: Фармация, 1992.– С. 22-25.

[3] Keasling J. From yeast to alkaloids // Nat. Chem. Biol.- 2008.- N. 4. P. 524-525.

[4] Mohn T., Plitzko I., Hamburger M. A comprehensive metabolite profiling of Isatis tinctoria leaf extracts // Phytochem.- 2009.- Vol. 70. P. 924-934.

[5] Yang X.Z., Zhu J.Y., Tang C.P., Ke C.Q. Alkaloids from roots of Sedum sessilifolia and their antitussive activities // Planta Med.- 2009.- Vol. 75.- P. 174-177.

[6] Devkota K.P., Lenta B.N., Fokou P.A., Sewald N. Terpenoid alkaloids of the Crassulaceae family with potential biological importance // Nat. Prod. Rep.- 2008.- Vol. 25.- P. 612-630.

[7] Государственная фармакопея Республики Казахстан.- Т.1.- Алматы: Жибек жолы, 2008.- 592 с.

[8] Минина С.А., Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов. – М.: Геотар-Мед, 2004.– 326 с

[9] Балабудкин М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. – М.: Медицина, 2003.– 160 с.

[10] Промтов М.А. Пульсационные аппараты роторного типа: теория и практика. – М.: Машиностроение -1, 2001. – 210 с.

Уали А.Б., Түлекбаева А.К.

Биологиялық активті заттардың сапалық құрамы және сандық құрамын тәжірибелік зерттеу нәтижелері, алкалоидтерді бөлу технологиялық сұлбасын әзірлеумен тазалау күлгінді Sedum Purpureum.

Түйіндеме. Мақалада қайта өңдеудің максималды тиімді технологиялық сұлбасын әзірлеуге мүмкіндік беретін биологиялық активті қосылыстардың негізгі қосылыстарын, атап айтқанда алкалоидтер және қышқылдық метаболиттердің маңызды мөлшерін (еркін органикалық қышқылдар, феноло-, амино- және оксиқоңыр қышқылдар) анықталған заттарды бөлумен Sedum purpureum шөбінің компоненттік құрамын тәжірибелік зерттеу нәтижелері қарастырылған.

Ualy A.B., Tulekbaeva A.K.

The results of experimental study of qualitative composition and quantitative content of biologically active substances of purple stonecrop (Sedum Purpureum) with the development of the technological scheme of allocation alkaloid.

Summary. In the article describes the results of experimental studies component composition grass Sedum purpureum distribution of the substances identified in the major groups of biologically active compounds, particularly alkaloids and a significant number of acidic metabolites (free organic acids, phenolic, amino and hydroxycinnamic acid), phenolic glycosides, flavonoids and tannins, which allow to develop the most efficient technological scheme of processing.

УДК 661

О.А. Алмабеков, К.М. Абдиев
(Алматинский технологический университет,
Алматы, Республика Казахстан, E-mail: ken4o_93@mail.ru)

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ

Аннотация. Разработаны методы анализа качества и адсорбционной очистки легких фракций нефти от масляных загрязнений. Получена кривая насыщения сорбента березового активированного угольа и определена его статическая емкость. Проведен расчет адсорбера для очистки светлых фракций и определены его геометрические размеры. Данным методом можно производить очистку легких фракций нефти, которые используются в технических целях в производствах в виде растворителей. Адсорбционные методы просты в аппаратурном оформлении и не требуют дополнительных затрат на электроэнергию для обогрева аппарата, адсорбенты известны и легкодоступны. Проблемой в данном случае является регенерация адсорбента загрязненного маслом. Решением проблемы может быть либо паровая регенерация сорбента, либо утилицизация его в топках. В последнем случае лучше использовать не дорогой, коммерчески доступный материал[1].

Ключевые слова: легкая фракция, березовый активированный уголь, адсорбент, оптическая плотность, спектрофотоколориметрический метод

Введение

Легкие фракции нефти - бензиновые и керосиновые фракции - используются на производстве в качестве растворителей и очищающих жидкостей: в аппаратах для резки металлов, для удаления ржавчины, промывки механизмов и деталей, снятия консистентной смазки, удаления консервирующих покрытий, обезжиривания электрооборудования, тканей, кожи перед покраской и т.д. Таким образом, объемы фракций, потребляемые на производстве, весьма значительны и целесообразно регенерировать светлые фракции нефти для их повторного использования.

Поскольку веществами, загрязняющими бензино-керосиновые фракции, являются металлическая крошка, минеральные масла, различного рода присадки возможными методами регенерации загрязненных фракций можно считать методы отгонки легких компонентов, адсорбционная и экстракционная очистка [1].

В данном случае методы отгонки растворителя практически не применимы, так как требуют затрат на нагрев очищаемой смеси до температур не менее 200°С, и в кубе, помимо масляных примесей, могут оставаться и механические, что затруднит работу перегонного аппарата. Использование отстойников для предварительного удаления механических примесей и разделения жидкостей при экстракции так же не желательно. Это влечет за собой увеличение материальных затрат за счет установки на производстве дополнительного оборудования для разделения несмешивающихся жидкостей. Кроме того, достаточно сложно подобрать экстрагент для извлечения масляных компонентов, который бы не смешивался с бензином или керосином, но легко растворял в себе минеральные масла[1].

Адсорбционные методы просты в аппаратурном оформлении и не требуют дополнительных затрат на электроэнергию для обогрева аппарата, адсорбенты известны и легкодоступны. Проблемой в данном случае является регенерация адсорбента загрязненного маслом. Решением проблемы может быть либо паровая регенерация сорбента, либо утилицизация его в топках. В последнем случае лучше использовать не дорогой, коммерчески доступный материал[1].

Цель исследований- разработка адсорбционного метода очистки светлых фракций нефти от масляных загрязнений.

Объекты и методы исследований!

В работе использовалась модельная смесь загрязненного растворителя - керосин марки ТС и индустриальное масло. В качестве адсорбентов применялись древесный уголь и березовые активированные угли (БАУ) разных марок, отличающиеся гранулометрическим составом. Для определения качества очистки загрязненного керосина использовался спектрофотоколориметрический метод анализа при длине волны 440 нм в области поглощения желто-коричневых растворов (рис. 1).

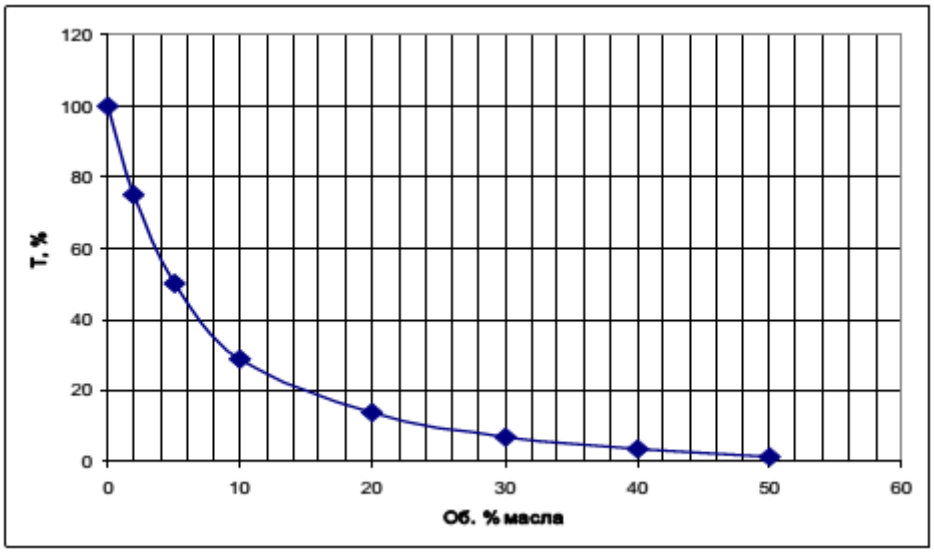


Рис. 1. Зависимость светопропускания от количества масла в смеси в сравнении с керосином при длине волны 440 нм

Метод применим только для прозрачных жидкостей, и требует предварительного центрифугирования пробы перед анализом. В условиях производства следует внимательно относиться к скорости центрифугирования раствора, так как при загрязнении тяжелыми маслами возможно расслоение жидкостей под действием центробежной силы. В лаборатории скорость центрифугирования проб составляла 2000 об/мин.

Гладкая кривая зависимости светопропускания масляных растворов от концентрации масла позволяет с достаточной точностью определять концентрацию индустриального масла в керосине вплоть до 20 %. об.масла. Поскольку на производстве масляные загрязнения светлых фракций редко превышают 8 - 12 % спектрофотометричекий метод определения загрязненности масла можно считать надежным.

Сорбционная емкость сорбентов устанавливалась в статических условиях. Определенную массу сорбента загружали в лабораторный стакан с модельной смесью керосина и масла известной концентрации. Спустя некоторое время сорбент выгружался из стакана и взвешивался. По разности масс сухого и мокрого сорбента определяли количество сорбированной им жидкости. Предварительно устанавливалась сорбционная емкость сорбентов по керосину. Оптическая плотность растворов определялась до и после процесса сорбции. По изменению оптической плотности смеси керосина с маслом рассчитывали количество масла поглощенного сорбентом, а по изменению массы сорбента - количество совместно поглощенного масла и керосина [2].

Результаты и их обсуждение.

Из всех исследованных сорбентов наилучшие результаты показал мелкогранулированный БАУ (табл. 1), который и был выбран в качестве основного сорбента для очистки светлых фракций от масляных загрязнений. Древесный уголь и БАУ крупногранулированный масло сорбировали значительно хуже.

Таблица 1. **Сравнение светопропускания смеси после адсорбции на разных адсорбентах**

	Коэффицент светопоглощения в сравнении с чистым керосином k^{440}, %		Время адсорбции, ч	Масса адсорбента, г
	До адсорбции	После адсорбции		
Древесный уголь	33	33	3	1.5
БАУ (крупный)	33	36	3	1.5
БАУ (мелкий)	33	79	3	15.5

Максимальную сорбционную емкость сорбента определяли для мелкогранулированного БАУ в статических условиях (рис. 2). Статическая емкость сорбента БАУ мелкогранулированного по индустриальному маслу составила 0,26 кг масла / кг сорбента.

Из рис. 2 видно, что насыщение сорбента близкое к максимальному наступает за 3 - 4 часа адсорбции масла.

Расчет адсорбера для очистки керосиновых фракций от небольших количеств индустриального масла, заполненного мелкогранулированным БАУ, вели с использованием уравнения Шилова, коэффициенты которого рассчитывали для данного случая по известной методике [1]:

$$\tau_{пр} = 628L - 368,6 \quad (1)$$

где $\tau_{пр}$ - время проскока масла, L - высота слоя сорбента.

По результатам расчета был подобран стандартный вертикальный адсорбер диаметром D = 1 м и высотой слоя сорбента = 1 м. Время периодической работы адсорбера при его производительности 17,4 $М^3$ /ч. по загрязненному керосину с начальной концентрацией масла 4 % мас. и степенью очистки керосина 95% составляет 4 мин. 20 сек.

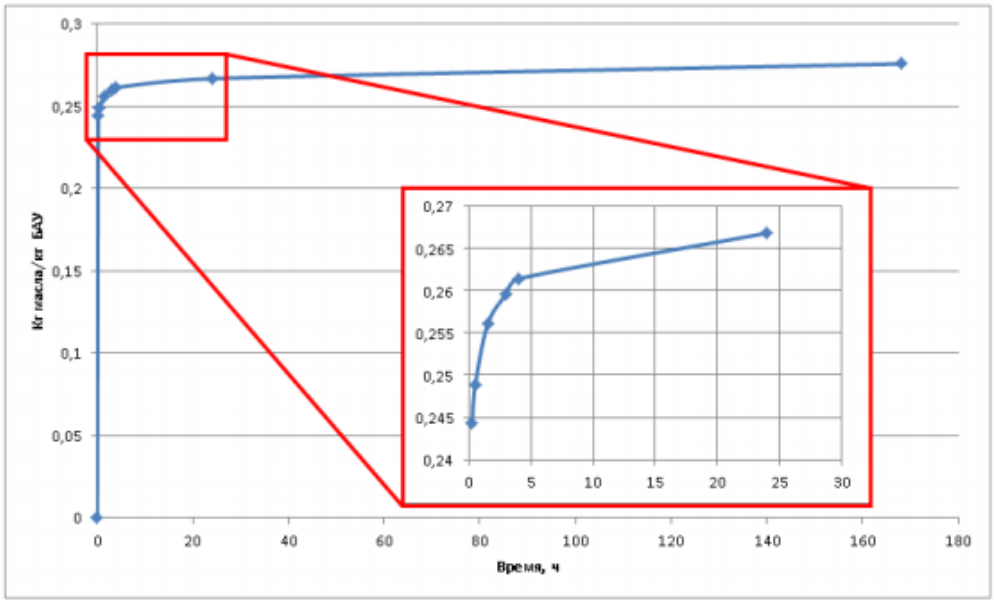


Рис. 2. Зависимость массы сорбированного масла от времени при равных количествах сорбента. Масса сорбента 15,5г, $Т_{окр}$= 20°С, об.% масла 9,1

Заключение

Таким образом, использование адсорбционного метода для очистки керосиновых фракций от масляных загрязнений удовлетворяет промышленным требованиям и по качеству очищенного керосина, и по времени, затраченному на очистку.

ЛИТЕРАТУРА

[1] М.М. Дубинин. Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах. Москва «Росийская академия наук» 2011г, 60стр.

[2] Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. Москва «Мир»1984г, 25стр.

Алмабеков О.Ә., Әбдиев К.М.

Мұнайдың жеңіл фракциясын адсорбциялау

Мұнайдың жеңіл фракциясын майлы қалдықтардан тазартудың жаңа әдіслі жасалынды. Қайыңның активтендірілгенкөмірінің қанығу қисығы мен оның статикалық сыйымдылығы анықталды. Мұнайдың жеңіл фракциясын тазалауға қажет адсорбердің геометриялық өлшемі мен мөлшерін есеп жүргізілді. Бұл әдіс арқылы өндірістерде еріткіштер ретінде техникалық мақсаттарда қолданылатын мұнай жеңіл фракцияларын тазалауға болады.

Негізгі сөздер: жеңіл фракция, қайыңның активтендірілген көмірі, адсорбент, оптикалық тығыздық, спектрофотоколориметрлік әдіс.

Almabekov O.A., Abdiev K.M.

Adsorptiontreatmentoflightoil

The methods of quality analysis and adsorption treatment of light oil from oil contamination. Received sorbent saturation curve birch activated carbon and picked his static capacitance. Spend adsorber payment for cleaning of light fractions and determine its geometric dimensions. This method makes possible to clean light petroleum fractions which are used in technical applications in industries as solvents.

Key words: light fraction, birch activated carbon, adsorbent, optical density, photocolorimetric spectrum method

УДК 541. 123

Е.С. Бугенов, Г.Т. Болсынбекова, Л.О. Исенова
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, laurita-sinurita@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ ГИПОФОСФИТА НАТРИЯ ДО ФОСФИТА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Аннотация. Исследованы условия окисления гипофосфита натрия до фосфита в щелочной среде. Установлено, что степень окисления гипофосфита натрия не зависит от начальной концентрации. Оптимальные условия окисления: температура 90 °С, концентрация NaOH 10 моль/л, продолжительность окисления 1 час, степень окисления гипофосфита натрия 97,4%. Оптимальные условия окисления гипофосфита натрия в щелочной среде в присутствии $Ba(OH)_2$: концентрация NaOH - 10 моль/л, t = 90°С, τ = 1 час, расход $Ba(OH)_2$ - 130% от стехиометрии. Степень окисления гипофосфита натрия 99,5%, степень осаждения фосфит-иона - 99,2%. Оптимальное массовое соотношение компонентов в растворе NaH_2PO_2:$Ba(OH)_2$:NaOH= =1:(2,5÷2,95):(2,5÷2,95) кг/кг. В процессе окисления гипофосфита натрия NaOH не расходуется, он играет роль катализатора процесса перехода гипофосфита-иона из неактивной формы в активную форму. Окисление гипофосфита до фосфита идет за счет кислорода воды.

Ключевые слова: гидролиз, фосфорные шламы, система, деэмульсация, среда, схема, щелочь, фосфин, гипофосфит, фосфит, деэмульгатор, степень, оптимизация.

Для определения оптимальных условий окисления гипофосфита натрия до фосфита в щелочной среде нами изучено влияние концентрации щелочи, температуры и продолжительности процесса на степень окисления гипофосфита натрия.[1]

Результаты исследований по окислению гипофосфит-иона до фосфит-иона показывают, что на степень окисления влияют щелочность раствора, температура и время (см. таблицы 1, 2).

Таблица 1. **Влияние щелочности исходного раствора на процесс окисления гипофосфита натрия (t = 90^{0}С, τ = 1 час, $V_{возд}$ = 0,6 л/мин)**

Щелочность исход. раствора, моль/л	Состав исходного раствора, г/л			Состав окисленного раствора, г/л			Степень окисления %	Скорость окисл. г. $\frac{NaH_2PO_2}{мин}$
	NaH_2PO_2	Na_2HPO_3	NaOH	NaH_2PO_2	Na_2HPO_3	NaOH		
2,0	150,0	отсут.	77,0	148,3	7,2	75,0	1,13	0,03
4,0	145,7	-//-	160,8	130,5	39,3	173,0	10,4	0,4
4,5	155,0	-//-	183,5	110,3	70,1	210,0	28,9	0,7
6,0	150,5	-//-	238,4	75,2	131,0	240,0	50,0	1,4
6,5	143,7	-//-	245,5	60,5	138,0	260,0	57,0	1,45
9,0	135,6	-//-	350,7	10,5	210,0	363,0	92,3	2,2
9,5	148,7	-//-	392,4	5,0	230,0	412,0	96,6	2,5
10,0	148,4	-//-	400,5	4,5	235,0	415,0	97,0	2,6
11,0	150,3	-//-	440,8	3,9	238,0	440,0	97,4	2,6
12,0	150,0	-//-	495,5	2,7	240,0	485,0	98,2	2,6

Таблица 2. **Влияние продолжительности опыта на степень и скорость окисления гипофосфита натрия при различных температурах (C_{NaOH} = 10 моль/л; $CNaH_2PO_2 \cdot H_2O$ – 20%)**

t, ^{0}C	τ, мин	Состав окисленного раствора, г/л			Степень окисления, %	Скорость окисления г. NaH_2PO_2/мин
		NaH_2PO_2	Na_2HPO_3	NaOH		
1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
50	0	142,8				
	5	138,8	10,7	418,7	2,8	0,8
	10	136,5	15,4	403,1	4,4	0,6
	15	130,0	19,0	404,9	8,96	0,7
	20	125,5	25,8	410	12,1	0,8
	30	118,8	36,0	413,56	16,8	0,7
	40	112,3	40,5	410,1	21,3	0,72
	50	103,4	53,8	418,7	27,6	0,73
	60	99,8	58,4	397,9	30,1	0,7
	90	97,5	68,4	394,5	31,7	0,5
60	0	142,8				
	5	125,3		400,5	12,46	3,52
	10	115,0		395,4	18,62	2,63
	15	110,4		398,0	20,48	1,93
	20	100,8		391,9	26,11	1,85
	30	93,7		397,9	32,29	1,52
	60	65,4	102,92	366,52	53,83	1,3
70	0	142,8				
	5	110,0	54,3	390,1	22,6	6,3
	10	95,5	77,79	389,3	33,1	4,8
	15	83,2	92,18	385,0	41,7	4,0
	20	71,5	110,54	382,6	49,9	3,60
	30	60,3	130,0	391,0	57,8	2,7
	40	47,8	138,9	387,2	66,5	2,4
	50	30,5	159,11	390,2	78,6	2,2
	60	23,0	183,11	399,0	83,9	2,0
80	0	133,86				
	5	74,18		393,4	44,58	11,9
	10	56,18		392,83	59,03	7,7
	15	42,13		393,30	68,53	6,1
	20	28,97		408,37	78,34	5,2
	30	13,96		404,91	89,57	4,00
	60	8,96	219,48	393,22	93,96	2,3
90	0	148,34				
	5	66,71	132,59	399,43	55,03	16,3
	10	45,65	161,64	389,88	69,23	10,3
	15	31,6	183,11	399,43	78,7	7,7
	20	18,0	203,8	394,6	87,87	6,5
	30	8,86	222,2	401,0	94,03	4,6
	40	5,53	229,58	400,68	96,27	3,6
	50	4,21	232,6	405,57	97,16	2,9
	60	3,86	231,9	411,35	97,4	2,4
	90	2,81	235,89	403,95	98,1	1,6
	120	2,81	235,89	410,32	98,1	1,2
	160	1,58	237,15	411,6	98,93	0,9
	180	1,58	237,15	412,0	98,93	0,8
96	60	2,37	231,9	405,55	98,4	2,4

В таблице 2 представлены данные следующей серии опытов по влиянию продолжительности обработки гипофосфита натрия на степень его окисления при различных температурах.

Полученные данные показывают, что с наибольшей скоростью процесс окисления протекает в начальный период. Так, например, при температуре 90^0С в первые 5 мин скорость окисления гипофосфита составляет 16,3 г мин, а через 30 мин – падает до 4,6 г/мин. Степень же окисления гипофосфита за 5 мин составляет 55,03%, за 30 мин – 94,03%, а за 60 мин. окисления – 97,4%, скорость же окисления при этом равна 2,4 г/мин, дальнейшее увеличение продолжительности опыта не оказывает существенного влияния на увеличение степени окисления гипофосфита натрия.

С увеличением температуры увеличивается степень окисления гипофосфита натрия. Чем выше температура, тем энергичнее протекает и быстрее завершается процесс окисления гипофосфита натрия.

За оптимальную температуру окисления гипофосфита натрия следует принять 90 ^{0}С при продолжительности окисления 1 ч.

Установлено, что степень окисления гипофосфита натрия не зависит от его начальных концентраций в окисляемом растворе. Разные значения степени окисления гипофосфита натрия в первые 5 мин при разных начальных концентрациях гипофосфита натрия объясняются тем, что реакция окисления гипофосфита натрия экзотермична и чем концентрированней раствор, тем больше выделяется тепла, и в первый момент температура реакционной среды будет выше, чем заданная температура, и эта разница тем выше, чем выше концентрация гипофосфита. А чем выше температура, тем выше степень окисления гипофосфита. Через 10 мин от начала опыта, когда температура в реакционной среде устанавливается, степень окисления растворов с различной исходной концентрацией принимает практически одинаковые значения.

Таким образом, определены оптимальные условия ведения процесса окисления гипофосфита натрия: концентрация NaOH 10 моль/л, продолжительность окисления – 1 ч, температура процесса – 90 ^{0}С. при этих условиях степень окисления гипофосфита натрия равна 97,4%.

Нами определено влияние воздуха на процесс окисления гипофосфита натрия. Гипофосфит натрия при оптимальных условиях барботировали воздухом, нагревали без подачи воздуха с перемешиванием и без перемешивания в воздушной среде и в среде азота. Исследования показали, что воздух в окислении гипофосфита натрия никакой роли не играет. При всех перечисленных условиях степень окисления гипофосфита натрия практически одинакова.

ОКИСЛЕНИЕ ГИПОФОСФИТА НАТРИЯ ДО ФОСФИТА В СРЕДЕ ГИДРОКСИДА БАРИЯ

Фосфит-ион с ионами щелочноземельных металлов образует труднорастворимые двузамещеные соли например $CaHPO_3$, $BaHPO_3$ и т.д.

При окислении гипофосфита натрия в присутствии соединений щелочноземельных металлов процесс должен протекать более глубоко, так как образующийся в процессе окисления фосфит-ион выводится из зоны реакции в осадок, что согласно принципа Ле-Шателье смещает реакцию окисления гипофосфита натрия в сторону образования фосфита.

При подборе соединения щелочноземельного металла была предусмотрена дальнейшая переработка фосфита разложением его серной кислотой на фосфористую кислоту и сульфат соответствующего щелочноземельного металла. Растворимость сульфата кальция намного выше растворимости сульфата бария. Так, $ПРBaSO_4 = 0{,}87\cdot10^{-10}$ при 18 ^{0}С, а $ПРCaSO_4 = 6{,}1\cdot10^{-5}$ при 10 ^{0}С. Следовательно, при использовании соединения кальция потребуется дополнительная очистка фосфористой кислоты от ионов Ca^{2+}. Использование же соединений бария дополнительной очистки фосфористой кислоты не потребует. В связи с этим в качестве добавки щелочноземельного соединения при окислении гипофосфита натрия взяли гидрат окиси бария.

Изучено влияние щелочности раствора, температуры, продолжительности процесса, расхода гидроокиси бария, исходной концентрации гипофосфита натрия на процесс его окисления в присутствии $Ba(OH)_2$. Результаты исследований показывают (таблицы 3-6), что общий характер зависимости степени окисления гипофосфита натрия от щелочности раствора, продолжительности процесса и температуры сохраняется таким же, как в случае окисления гипофосфита натрия без добавки гидроокиси бария. С увеличением щелочности, продолжительности и температуры процесса степень окисления гипофосфита натрия увеличивается. Однако, как и следовало ожидать, степень окисления гипофосфита в присутствии $Ba(OH)_2$ выше и составляет 99%.

Таблица 3. **Влияние щелочности исходного раствора на степень окисления гипофосфита натрия в присутствии гидроокиси бария (t = 90 ^{0}C; τ = 1 ч; $C^{исх}_{NaOH}$ = 148,3 г/л; НBa(OH)$_2$ = стех.)**

Щелочность исходного р-ра, моль/л NaOH	4,64	6,56	8,0	9,45	10,0	10,43	11,0	12	14
Степень окисления гипофосфита натрия, %	62,6	78,65	91,44	96,9	98,89	99,1	99,1	99,21	99,21

Таблица 4. **Влияние продолжительности процесса на степень окисления гипофосфита натрия в присутствии гидроокиси бария (t = 90 ^{0}C; C_{NaOH} = 10 моль/л; $C^{исх}_{NaOH}$ = 148,3 г/л; НBa(OH)$_2$ = стех.)**

Продолжительность опыта, мин	10	30	60	90	120	180
Степень окисления гипофосфита натрия, %	86,38	96,5	98,89	99,21	99,29	99,29

Таблица 5. **Влияние температуры на степень окисления гипофосфита натрия в присутствии гидроокиси бария (τ = 1 час; C_{NaOH} = 10 моль/л; $C^{исх}_{NaOH}$ = 148,3 г/л; НBa(OH)$_2$ = стех.)**

Температура процесса, ^{0}C	70	80	90	96
Степень окисления гипофосфита натрия, %	85,75	96,83	98,89	99,21

Таблица 6. **Влияние расходной нормы гидроокиси бария на степень окисления гипофосфита натрия и степень осаждения фосфит-иона (t = 90 ^{0}C; τ = 1 час; C_{NaOH} = 10 моль/л; $C^{исх}_{NaOH}$ = 148,3 г/л)**

Расходная норма гидроокиси бария, % от стехиометрии	90	100	110	120	130	140	150
Степень окисления гипофосфита натрия, %	98,9	98,89	99,36	99,46	99,51	99,56	99,65
Степень осаждения фосфит-иона,%	74,18	85,96	93,20	98,00	99,21	99,32	99,45

Установлено, что на степень окисления гипофосфита натрия в сильно щелочной среде не оказывает влияние кислород воздуха и начальная концентрация NaH_2PO_2. При изменении исходной концентрации NaH_2PO_2 от 15 до 30% степень окисления оставалась без изменений 99%.

На основе исследований приняты следующие оптимальные условия ведения процесса окисления гипофосфита натрия: концентрация NaOH – 10 моль/л; температура 90 ^{0}C; продолжительность окисления – 1 ч; расход Ba(OH)$_2$ – 130% от стехиометрии.

При этих условиях степень окисления гипофосфита натрия 99,5%, а степень осаждения фосфит-иона – 99,2%.

Для определения оптимального массового соотношения компонентов в растворе были проведены следующие опыты.

Исходный раствор объемом 1,4 л, полученный после щелочной обработки (гидролиза) фосфорного шлама, был обработан при различном массовом соотношении компонентов Na_2HPO_2 : Ba(OH)$_2$: NaOH.

Результаты представлены в таблице 7.

Исходный раствор содержал, г: NaH_2PO_2 – 91; Na_2HPO_3 – 28,45; NaOH – (227-268); Ba(OH)$_2$ – (227-264) или в г/л: NaH_2PO_2 – 65; Na_2HPO_3 – 20,32; NaOH - 162÷191; Ba(OH)$_2$ – 162,1÷188,6.

Таблица 7. **Определение оптимальных условий окисления гипофосфита натрия и осаждения фосфита бария**

№ п/п	Массовые соотношения компонентов в растворе, кг/кг	t^0, С	τ, мин	Состав раствора после окисления, г/л		Степень окисления NaH_2PO_2, %	Степень осаждения $BaHPO_3$, %
				NaH_2PO_2	NaOH		
1	NaH_2PO_2: $Ba(OH)_2$: NaOH = 1:2,5:2,5	80	30	6,07	165,5	90,7	88,5
			60	2,27	167,8	96,5	
			90	1,1	170,7	98,3	
		90	30	4,29	168,5	93,4	90,7
			60	0,65	170,0	99,0	
			90	0,32	175,8	99,5	
2	NaH_2PO_2: $Ba(OH)_2$: NaOH = 1:2,5:2,95	80	30	5,33	195,8	91,8	92,8
			60	1,82	200,0	97,2	
			90	1,3	205,5	98,0	
		90	30	4,22	197,0	93,5	93,7
			60	0,58	205,0	99,1	
			90	0,19	205,5	99,7	
3	NaH_2PO_2: $Ba(OH)_2$: NaOH = 1:2,9:2,5	80	30	5,59	166,0	91,4	99,0
			60	3,25	170,5	95,0	
			90	2,73	172,7	95,8	
		90	30	4,74	167,5	92,7	99,5
			60	0,84	172,5	98,7	
			90	0,39	174,0	99,4	
4	NaH_2PO_2: $Ba(OH)_2$: NaOH = 1:2,9:2,95	80	30	4,22	192,0	93,5	99,3
			60	0,71	199,4	98,9	
			90	0,45	200,0	99,3	
		90	30	4,22	195,5	93,5	99,7
			60	1,17	205,5	98,2	
			90	0,19	206,7	99,7	

Из представленных данных видно, что увеличение температуры и концентрации NaOH существенно увеличивают степень окисления гипофосфита натрия, тогда как увеличение расхода $Ba(OH)_2$ не оказывает влияние на степень окисления гипофосфита натрия, но оказывает существенное влияние на степень осаждения фосфита бария. Так с увеличением расхода $Ba(OH)_2$ с 2,5 до 2,9 кг на 1 кг NaH_2PO_2 степень осаждения $BaHPO_3$ увеличивается с 88,7 до 99,7% за 1 ч.

За оптимальное массовое соотношение компонентов в растворе следует принять NaH_2PO_2: $Ba(OH)_2$: NaOH = 91: (227-268): (227-264) или NaH_2PO_2: $Ba(OH)_2$: NaOH = 1: (2,5-2,9) : (2,5-2,95), кг/кг.

Как видно из данных таблицы, в процессе окисления гипофосфита натрия NaOH не расходуется, он играет роль катализатора процесса перехода гипофосфит-иона из неактивной формы в активную форму. Окисление идет за счет кислорода воды. Поэтому после отделения осадка фосфита бария щелочной раствор направляется в голову процесса на операции щелочной обработки шлама (щелочной гидролиз шлама) и окисления гипофосфита натрия до фосфита.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бугенов Е.С., Джусипбеков У.Ж. Физико-химические основы и технология производства неорганических соединений фосфора – Алматы, 2006, 348с.

Бугенов Е.С., Болсынбекова Г.Т., Исенова Л.О.

Сілтілік ортада натрий гипофосфитінің фосфитке дейін тотығуының зерттелуі.

Түйіндеме. Мақалада сілтілік ортада натрий гипофосфитінің фосфитке дейін тотығуы жағдайлары зерттелді. Натрий гипофосфитінің тотығу дәрежесі бастапқы концентрацияға тәуелді емес екендігі тағайындалды. Тотығудың оптимальды шарттары: $t=90^0$C, NaOH концентрациясы-10 моль/л, тотығу ұзақтығы- 1 сағат, натрий гипофосфитінің тотығу дәрежесі- 97,4%.

Сілтілік ортада $Ba(OH)_2$ қатысуымен натрий гипофосфитінің тотығуының оптималды шарттары: $t=90^0$C, NaOH концентрациясы-10 моль/л, тотығу ұзақтығы- 1 сағат, $Ba(OH)_2$ -ң стехиометриялық шығыны- 130%. Натрий гипофосфитінің тотығу дәрежесі- 99,5%, фосфит-ионының тұну дәрежесі- 99,2%. Ерітіндідегі компоненттердің оптималды массалық қатынасы: NaH_2PO_2 : $Ba(OH)_2$: NaOH = 1:(2.5 ÷2.95):(2.5÷2.95) кг/кг.

Натрий гипофосфитінің тотығу процесі барысында NaOH мүлде шығындалмайды, ол тек гипофосфит- ионының белсенді емес түрінен белсендіге ауысу процесі барысында катализатор ролін атқарады. Гипофосфиттің фосфитке тотығуы су тотығының есебінде жүреді.

Түйін сөздер: гидролиз, фосфор шламдар, жүйе, деэмульсация, орта, сызба, сілті, фосфин, гипофосфит, фосфит, деэмульгатор, дәреже, үйлесімділеу.

Bugenov E.S., Bolsynbekova G.T., Isenova L.O.

Research of sodium hypophosphite oxidation to phosphite in the alkaline medium.

Summary. Conditions of sodium hypophosphite oxidation to phosphite in the alkaline medium are investigated. It is established that the oxidation state of hypophosphite of sodium doesn't depend on initial concentration. Optimum conditions of oxidation: temperature is 90°C, concentration of NaOH is 10 mol/l, duration of oxidation is 1 hour, the oxidation state of sodium hypophosphite is 97,4%. Optimum conditions of sodium hypophosphite oxidation in the alkaline medium in the presence of $Ba(OH)_2$: concentration of NaOH - 10 mol/l, t = 90°C, τ = 1 hour, an expense of $Ba(OH)_2$ - 130% of stoichiometry. Oxidation state of sodium hypophosphite is 99,5%, extent of phosphite ion sedimentation - 99,2%. An optimum mass ratio of components in solution of NaH_2PO_2:$Ba(OH)_2$:NaOH= =1:(2,5÷2,95):(2,5÷2,95)kg/kg. During oxidation of sodium hypophosphite NaOH isn't consumed, he plays a role as the catalyst of process of transition of hypophosphite ion from an inactive form to an active form. Oxidation of hypophosphite to phosphite goes due to oxygen water.

Keywords: hydrolysis, phosphoric slimes, system, demulsification, medium, sheme, alkali, phosphine, hypophosphite, phosphite, demulsifier, extent, optimization.

УДК 620.193

М.Д. Тайтиков, С.О. Акаев, А.А. Мамаева
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, e-mail: maks_strong@inbox.ru)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ ХРОМИСТОЙ СТАЛИ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Аннотация. В работе исследована коррозионная стойкости образцов пластин в газовой фазе, содержащей воду, серную и соляную кислоты путем установления скорость коррозии при выдержке образцов неэксплуатируемой ленты при температурах 200 и 320°С в течение 6 ч.

Ключевые слова: Коррозия, хромистая сталь, кислоты, микроструктурный и микрорентгеноспектральный анализ.

Введение. Основой современной техники являются металлы и металлические сплавы. Разнообразные требования к металлическим материалам возрастают по мере развития новых отраслей техники. Прогрессивно развивающиеся отрасли промышленности основываются на широком применении высокопрочных железных, никелевых и других сплавов. Среди главнейших в современной технике металлов никелю принадлежит одно из первых мест. Хотя по распространенности в природе никель занимает только тринадцатое место, однако по степени его значения в технике он стоит наравне с железом, алюминием, хромом и другими важнейшими металлами. Никель – дефицитный и дорогой легирующий элемент и поэтому в тех случаях, когда условия работы конструкции позволяют, используют стали с пониженным его содержанием или без-никелевые хромистые стали. В сплавах на железо - никелевой основе содержание никеля еще выше, чем в хромо-никелевых сталях. В никелевых сплавах никель служит основой, а железо – легирующей присадкой. Эти сплавы благодаря своим свойствам находят применение в ответственных конструкциях, работающих в сложных и специфических условиях.

Экспериментальная часть. Испытания проводили на образцах, выточенных из нового листа ленты размером 3х160х20 мм. Исследование проводили в течение 6 ч при 320°С в атмосфере паров воды, серной, соляной и смеси серной и соляной кислот и при 200°С в смеси паров серной и соляной кислот. В экспериментах использовали кислоты марок х.ч., что для соляной кислоты соответствует 35-38% концентрации, а для серной 93,6-95,6%. Колба с соляной кислотой нагревалась до 100°С, эта температура выбрана ввиду того, что при более низких температурах пары HCl улетучиваются, а вода

остается. При 100°С скорость испарения кислоты в установке составила 20 мл/ч. Колба с серной кислотой нагревалась до 120°С, при этом скорость испарения кислоты составила 7-8 мл/ч.

До и после проведения экспериментов измеряли массу образцов. После такой обработки проводили механические испытания образцов на разрыв на электромеханической испытательной машине Shimadzu AG 100kNx.

Определение изменения массы образцов до и после испытаний показало, что за исключением обработки в парах соляной кислоты, в других случаях произошло увеличение массы образцов (таблица 1), что свидетельствует о формировании слоя, который в парах кислот (воды) не переходил в жидкое состояние. При определении толщины образцов ленты после снятия оксидного слоя при помощи микрометра установлено, что наибольшая скорость коррозии отмечается при испытаниях в смеси паров соляной и серной кислот. После такой обработки максимально снижается прочность металла на 20 МПа в сравнении с испытаниями в парах воды.

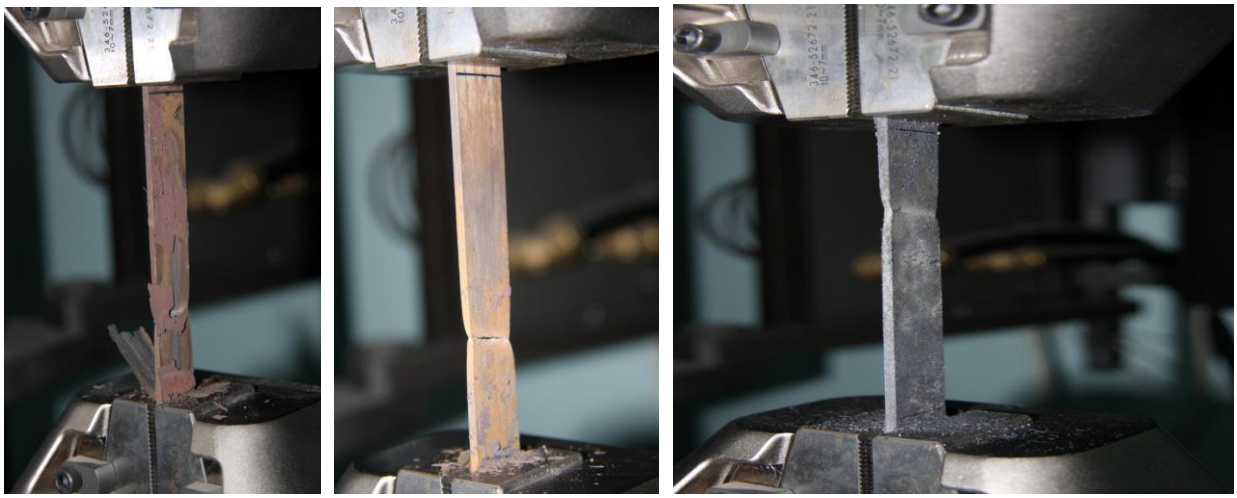


Рис. 1. Изменение оксидного слоя на поверхности ленты в зависимости от атмосферы, в которой она изотермически выдерживается в течение 6 часов при 320°С (сверху вниз серная, соляная, смесь серной и соляной кислот)

Таблица 1. **Изменение свойств и скорость коррозии образцов ленты после изотермической выдержки в различных атмосферах при 320°С в течение 6 часов**

Атмосфера	Изменение массы, мг/см^2	Скорость коррозии, мкм/час	Предел прочности, МПа	Пластичность, %
Пары воды	-0,024	0,0	462.994	36.4421
Пары серной кислоты	-0,08133	4	447.359	38.5872
Пары соляной кислоты	0,437333	3	451.519	39.1778
Пары серной и соляной кислот	-1,256	5	442.245	40.4715

При наложении на ленту растягивающих напряжений продукты коррозии легко скалываются (рисунок 2). Продукты коррозии достаточно рыхлые, по этой причине приготовление шлифов для изучения слоя коррозии по сечению невозможно. По этой причине при помощи электронной микроскопии исследовали продукты, сколовшиеся с поверхности образцов при их испытании на разрыв.

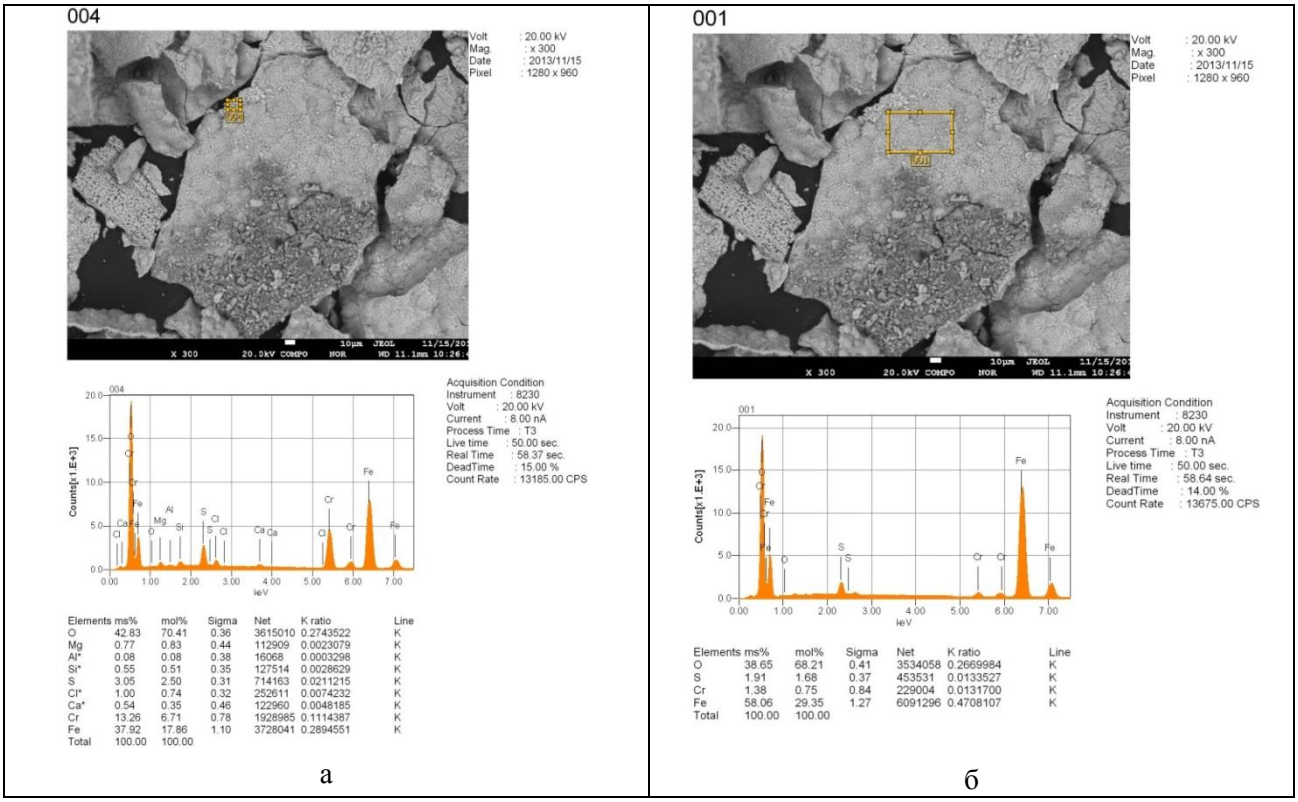


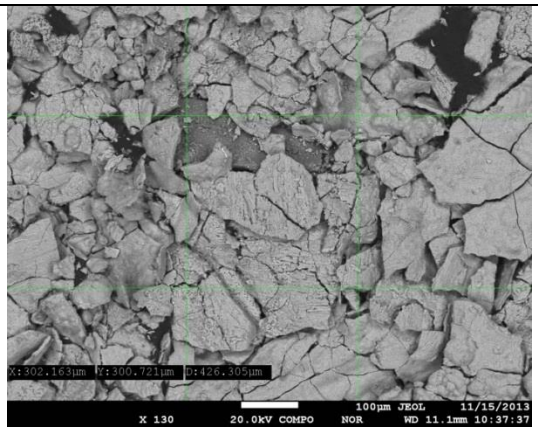
а б в

Рис. 2. Скалывание оксидного слоя с образцов в процессе испытания на разрыв
(после обработки в парах а – серной кислоты, б – соляной кислоты, в – смеси серной и соляной кислот)

Как следует из полученных данных структура и состав коррозионного слоя, сформировавшегося в различных атмосферах, различается.

При отжиге стали в парах серной кислоты образуется коррозионный слой, у которого в поверхностных слоях отмечается повышенное содержание хрома (до 19,94 мас.%) (рисунок 3 а). Глубже содержание хрома резко снижается до 1-2 мас.%, а железа повышается до 60 мас.% (рисунок 3 б).





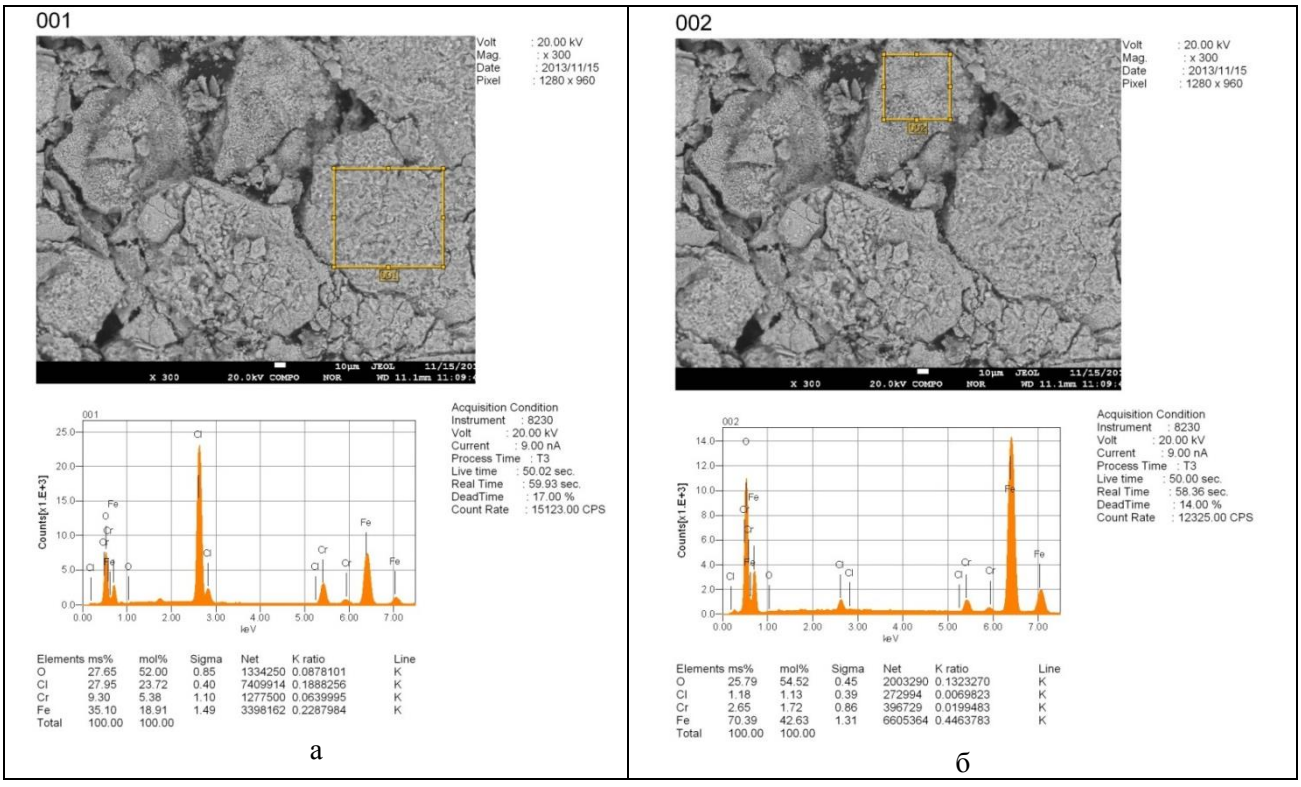
ZAF Metal			
Element	Mass(%)	Atom(%)	K(%)
O	34.452	61.3305	15.509
Mg	1.941	2.2749	0.548
Si	3.408	3.4562	1.677
S	2.198	1.9532	1.405
Cl	1.961	1.5754	1.290
Ca	1.079	0.7674	0.851
Cr	16.199	8.8735	13.232
Fe	38.762	19.7690	28.329
Total	100.000	100.0000	62.841

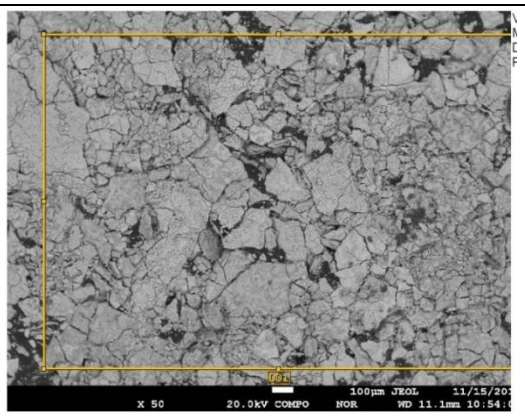
Norm.F = 1.235

в

Рис. 3. Состав и структура коррозионного слоя, сформировавшегося при взаимодействии образца стали ленты а с атмосферой, содержащей пары серной кислоты при 320°С (а – верхние слои, б – внутри слоя, в- усредненный состав).

При контакте образца с атмосферой, содержащей пары соляной кислоты, образуется коррозионный слой. На поверхности этого слоя формируется зона, содержащая до 28 мас.% хлора и до 9,3 мас.% хрома, что указывает на образование хлоридов. Глубже этой зоны содержание хлора и хрома существенно снижается до 1,1 и до 2,65 мас.% соответственно, а железа и кислорода повышается.



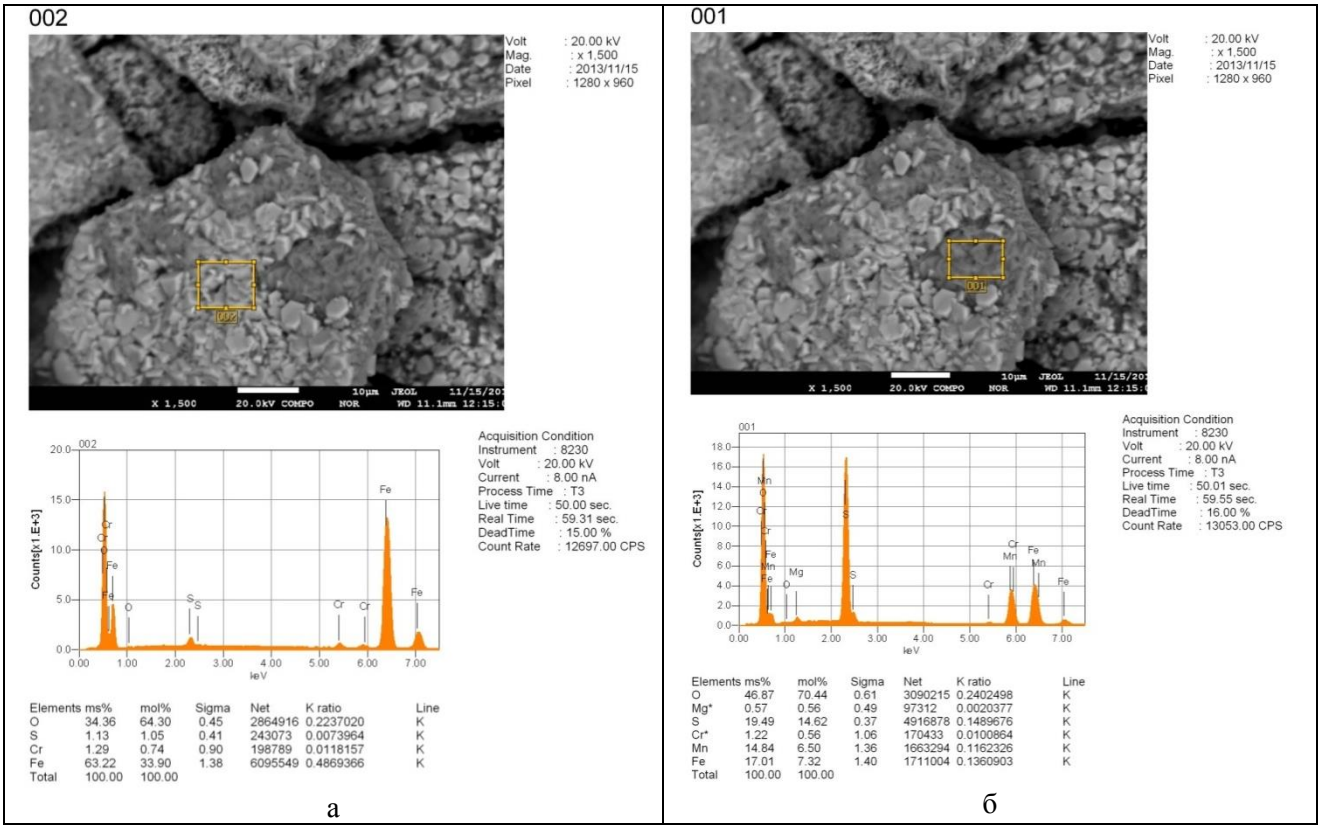


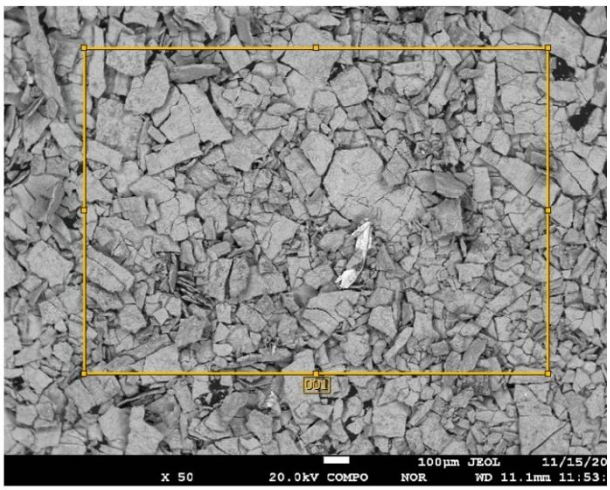
Elements	ms%	mol%	Sigma	Net	K ratio
O	31.13	59.16	0.44	2101919	0.1385185
Si*	0.58	0.62	0.37	122394	0.0023861
Cl	8.56	7.34	0.32	2046118	0.0522111
Cr	9.14	5.35	0.79	1266398	0.0635288
Fe	50.59	27.53	1.13	4678991	0.3154611
Total	100.00	100.00			

в

Рис. 4. Состав и структура коррозионного слоя, сформировавшегося при взаимодействии образца стали ленты с атмосферой, содержащей пары соляной кислоты при 320°С (а – верхние слои, б – внутри слоя, в- усредненный состав)

При контакте стали с атмосферой, содержащей серную и соляную кислоту, на поверхности коррозионного слоя образуется очень тонкий слой кристаллов, содержащих незначительное количество серы (1-1,5 мас.%), много железа (61,3 мас.%) и кислорода (36,8 мас.%), который, вероятно, является оксидом железа Fe_2O_3. Хром также в виде оксидов концентрируется в локальных областях на поверхности, его концентрация в них достигает 19мас.%. Под этим слоем содержание серы, кислорода и особенно марганца существенно возрастает до 11,7-19,49мас.%, до 46,8 мас.% и до 14,84 мас.% соответственно, что указывает на образование сульфидов железа и марганца. Хром, вероятно, как и часть железа удаляются с поверхности коррозионного слоя в виде сульфидов.





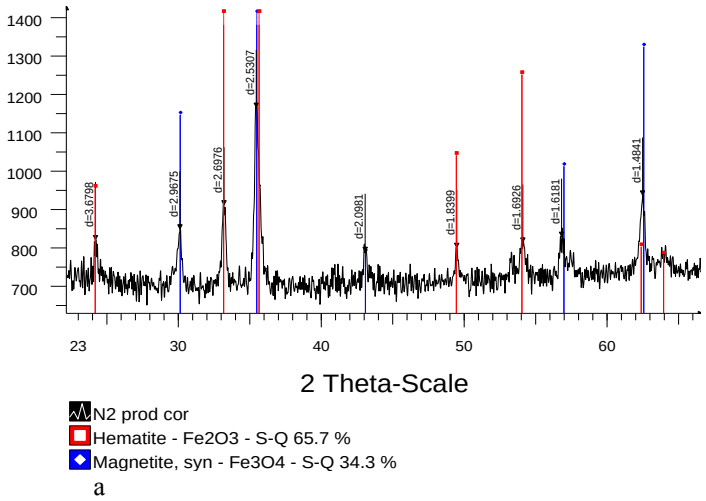
Elements	ms%	mol%	Sigma	Net	K ratio
O	32.62	61.46	0.40	2123578	0.1649017
Si*	0.41	0.44	0.39	72510	0.0016657
S	2.96	2.78	0.34	536122	0.0162237
Cl*	1.12	0.95	0.34	221379	0.0066563
Cr	10.63	6.16	0.80	1266082	0.0748388
Fe	52.26	28.20	1.17	4104161	0.3260490
Total	100.00	100.00			

в

Рис. 5. Состав и структура коррозионного слоя, сформировавшегося при взаимодействии образца стали ленты с атмосферой, содержащей пары серной и соляной кислот при 320°С (а – верхние слои, б – внутри слоя, в-усредненный состав)

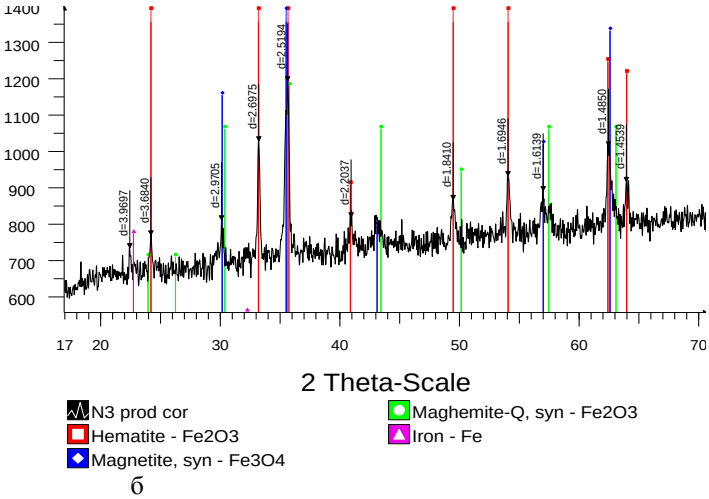
Для определения фазового состава продуктов коррозии был проведен рентгенофазовый анализ отслоившихся при испытаниях образцов на разрыв продуктов коррозии (рисунок 6).

Compound Name	*Formula*	*S-Q*
Hematite	*Fe_2O_3*	*65.7*
Magnetite, syn	*Fe_3O_4*	*34.3*



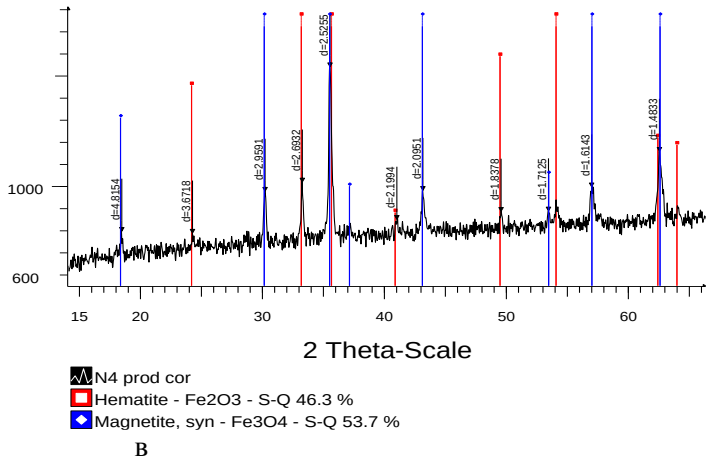
а

Compound Name	Formula	S-Q
Hematite	Fe_2O_3	54.4
Magnetite, syn	Fe_3O_4	18.5
Maghemite-Q, syn	Fe_2O_3	27.2
Iron	Fe	?



б

Compound Name	Formula	S-Q
Hematite	Fe_2O_3	46.3
Magnetite, syn	Fe_3O_4	53.7



в

Рис. 6. Рентгенофазовый анализ продуктов коррозии, сформировавшихся на поверхности ленты в атмосфере паров серной (а), соляной (б) и смеси серной и соляной кислот (в) при 320°С

Как следует из полученных данных продукты коррозии представляют собой смесь оксидов железа Fe_2O_3 и Fe_3O_4, соотношение которых меняется в зависимости от атмосферы, в которой отжигались образцы.

Испытания образца ленты в смеси паров серной и соляной кислот при 200°С показало, что скорость ее коррозии ниже в сравнении с испытаниями при 320°С. В таблице 5 представлены данные по изменению массы, толщины и механических свойств такого образца. При испытании на разрыв скалывания продуктов коррозии в этом образце не наблюдалось (рисунок 7б).

Таблица 2. **Изменение свойств и скорость коррозии образца ленты после изотермической выдержки в смеси паров серной и соляной кислот при 200°С, в течение 6 часов**

Атмосфера	Изменение массы, мг/см^2	Скорость коррозии, мкм/час	Предел прочности, МПа	Пластичность, %
Пары серной и соляной кислот	-0,256	0,5-1,5 мкм/час	459,36	34,46



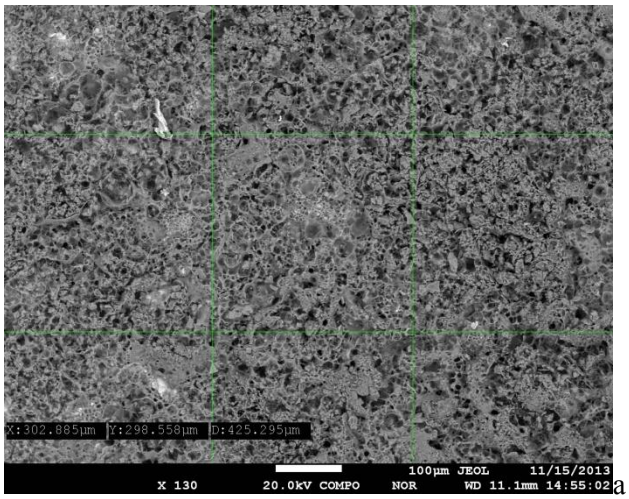
а



б

Рис.7. Образец ленты (а) после отжига при 200°С в атмосфере смеси паров серной и соляной кислот и испытание его разрыв на электромеханической испытательной машине.

Электронномикроскопическое исследование и микрорентгеноспектральный анализ продуктов коррозии, сформировавшихся при 200 °С в этих условиях, показали, что они имеют губчатую структуру и, вероятно, преимущественно представлены сульфатами железа и незначительными количествами соединений хрома, титана, марганца, в том числе, хлоридами.

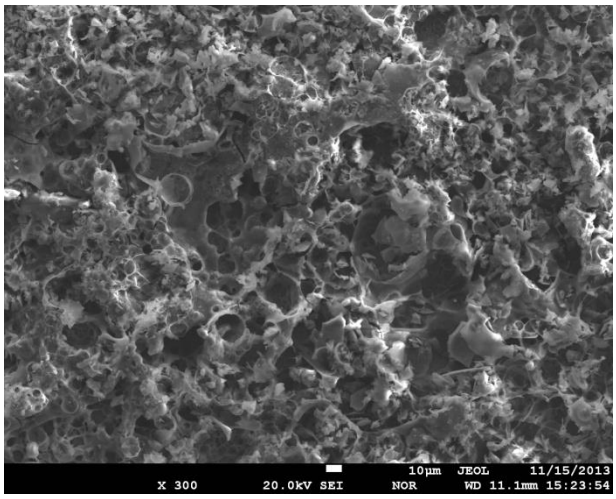


а

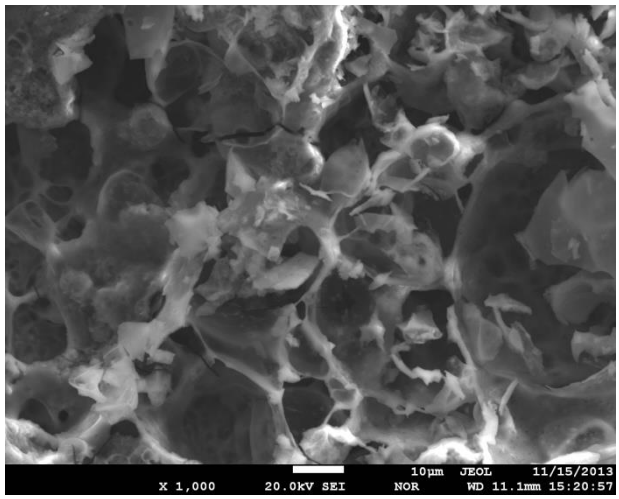
ZAF Metal

Element	Mass(%)	Atom(%)	K(%)
C	4.175	7.8994	0.613
O	46.166	65.5681	15.789
Mg	0.778	0.7274	0.313
Si	0.577	0.4669	0.379
S	16.125	11.4296	13.135
Cl	1.496	0.9591	1.092
Ca	0.487	0.2759	0.432
Ti	3.794	1.8000	3.276
Cr	3.829	1.6734	3.416
Mn	2.270	0.9388	1.896
Fe	20.304	8.2613	17.251
Total	100.000	100.0000	57.592

Norm.F = 1.040



б



в

Рис. 8. Состав и структура коррозионного слоя, сформировавшегося при взаимодействии образца стали ленты с атмосферой, содержащей пары серной и соляной кислот при 320°С (а – верхние слои, б – внутри слоя, в-усредненный состав)

Выводы

- В результате испытаний установлено, что в парах серной, соляной кислот и их смесей сталь ленты при 320°С интенсивно корродирует с образованием слоя продуктов коррозии, представляющего собой смесь оксидов железа. В парах воды при этих условиях сталь практически не корродирует;

- При 200°С скорость коррозии стали в смеси паров серной и соляной кислот ощутимо ниже, чем при 320°С, но достаточно велика, чтобы в сравнительно короткие сроки коррозия могла существенно изменить механические свойства стальной ленты. При этой температуре и атмосфере преимущественно образуются сульфиды железа, которые растворимы в воде;

- Полученные данные позволяют заключить, что транспортерная лента эксплуатируется в условиях, способствующих ее интенсивному окислению. Причиной этого, вероятно, служит низкая коррозионная стойкость материала транспортерной ленты, а по отношению к составу атмосферы и условиям эксплуатации, и возникающие при изгибе ленты трещины в оксидном слое.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Богородицкий Н.П. «Электротехнические материалы Издание 3»

[2] Материалы Наука и техника :Том 627 , 11 марта 2015, Страницы 139-144. T.D. Шен, S.W. Синь, B.R. солнце

[3] Материалы Наука и техника: Том 347, Проблемы 1-2 , 25 апреля 2003 года, Страницы 93

[4] Поверхностные и Покрытий, том 88 , вопросы 1-3 , январь 1997 года, страницы 219-225

[5] Земля и планетарной науки Письма, том 273, Вопросы 3-4 , 15 сентября 2008 , страницы 379-385

[6] Земля и планетарной науки Письма, том 365 , 1 марта 2013 года, Страницы 143-151

[7] И.В. Мутигуллин, Д.И. Бажанов, А.А. Новакова, Б.В. Потапкин, А.А.Кацнельсон. «Первопринципное исследование энергетики углеродных примесей в кристаллических железе и никеле». Москва. (2004).

Тайтиков М.Д., Акаев С.О., Мамаева А.А.

Әртүрлі температурадағы агресивтік ортада хромды болаттардың коррозиясының жылдамдығын анықтау

Түйіндеме. Бұл жұмыста пластиналық үлгілеріне коррозиялық төзімділігін анықтау үшін 200°С және 320°С температурасында игерілмеген ленталарға 6 сағат аралығында, газдық фазада, құрамында суы бар, күкірт және тұз сілтілері арқылы коррозиялық төзімділігіннің жылдамдығына зерттеулер жүргізілді.

Taitikov M.D.,Akayev S.O., Mamaeva A.A.

The definition of velocity corrosion in the chrome steel at the aggressive environments, of difference temperatures.

Summary. In this work we were studied samples corrosion resistance plates in the gas phase , containing water, sulfuric acid and hydrochloric acid by establishing a corrosion rate when exposed unexploited tape samples at temperatures 200°C and 320°C within 6 hours.

УДК 666.97

И.В. Колесникова, Қ.Қ. Бейсенбеков

(НАО Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, kolesnikova_inna_00@mail.ru, bkflamestars@gmail.com)

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ, ПОРИЗОВАННЫХ ПЕНООБРАЗУЩИМИ ПАВ

Аннотация. Проведены исследования по совместимости эффективных пластификаторов цементных систем «Полипласт СП-1» «Glenium 116» с кератиновым пенообразователем и пенообразователем ПБ-2000. Получали пенобетон со средней плотностью 350-400 кг/м^3. Установлено, что портландцемент можно использовать для получения теплоизоляционного пеногазобетона поликарбоксилатного гиперпластификатора «Glenium 116», который хорошо совместим с исследованными пенообразователями и позволяет снизить влажность формовочной смеси. Таким образом, установлена возможность использования в механохимической активации портландцемента для получения теплоизоляционного пеногазобетона поликарбоксилатного гиперпластификатора «Glenium 116», который хорошо совместим с исследованными пенообразователями и позволяет снизить влажность формовочной смеси.

Ключевые слова: совместимость пластификаторов, пеногазобетон, ячеистый бетон, Glenium 116, ПБ-2000, механохимическая активация.

Многочисленными исследованиями установлена высокая эффективность механохической активации в технологии цементных, гипсовых и гипсоцементнопуццоланових вяжущих и материалов [1-3]. С учетом известных теоретических представлений и экспериментальных данных представляет интерес изучение эффективности применения механохимической активации вяжущего для получения теплоизоляционных пеногазобетонов с целью пластификации поризованной массы при обеспеспечении снижения водосодержания растворной смеси и формовочной влажности материала, а также повышения прочностных характеристик межпоровых перегородок. Достижение этих эффектов является весьма актуальным, т.к. известно, что газопенобетонные смеси как дисперсные системы, отличаются нестабильностью структуры, обусловленной, прежде всего, повышенным водосодержанием.

С целью модификации, стабилизации цементных поризованных систем используются различные функциональные добавки органической и минеральной природы, различные виды наполнителей. Для обеспечения известных эффектов от их введения необходимо, чтобы все эти компоненты были совместимы, их наличие в одной системе не приводило к деструктивным явлениям и процессам. При использовании супер и гипер-пластификаторов в составах для получения поризованных поверхностно-активными веществами бетонов необходимо учитывать совместимость этих добавок, влияние их на свойства минерализованных пен и бетона. Отсутствие совместимости приводит к эффектам от значительного снижения прочности пенобетонов до коагуляции и полного разрушения поризованной массы. Вопросы совместимости видов некоторых функциональных ПАВ в поризованных цементных системах изучались исследователями, но они не носят системный характер и в них приводятся противоречивые данные о совместимости модификаторов с различными пенообразователями [Модифицирование неавтоклавных пенобетонов одностадийного приготовления суперпластификатором С-3 и электролитами].

С учетом этого, на стадии приготовления, формования и начала твердения формовочной пенобетонной массы были проведены исследования по совместимости эффективных пластификаторов цементных систем «Полипласт СП-1» «Glenium 116» с кератиновым пенообразователем и пенообразователем ПБ-2000. Получали пенобетон со средней плотностью 350-400 кг/м^3. Значения плотности обусловлены невозможностью изготовления пенобетона с меньшими ее значениями. При изготовлении бетона с расчетной средней плотностью 300 кг/м^3 на рядовом цементе марки М400 D20, принятом в эксперименте, поризованная масса через некоторое время самопроизвольно оседала и разрушалась. Суперпластификатор и гиперпластификатор вводили в воду затворения в количестве 0,5; 1 и 2%. Пену готовили отдельно из водного раствора на основе кератинового пенообразователя и пенообразователя ПБ-2000.

Поризованную массу заливали в форму 10х10х10 см. После заливки фиксировали изменение формы образца в течение 1 сутки. Многочисленные эксперименты показали корректность времени наблюдения, т.к. в последующее время объемных изменений и визуально наблюдаемой деструкции в образцах не наблюдалось. Фиксировали наличие или отсутствие разрушения и измеряли осадку образцов, оценивая в процентном отношении к первоначальной высоте образца.

Результаты испытаний представлены в таблице 12.

Таблица 12. **Характеристика пенобетона, изготовленного с добавками пластификаторов**

Наименование пласти-фикатора	Содер-жание добав-ки, % от массы цемента	Состав материала на 1 л, г					Крат-ность пены	Состоя-ние пенобе-тонного образца
		Ц	$В_р$	ПБ-2000*	Кера-тино-вый**	$В_п$		
СП-1	0,5	300	111	0,88	-	44,0	18	осадка на 100%
	1	300	105	0,89	-	44,4	18	то же
	2	300	96	0,90	-	44,9	18	то же
	0,5	300	111	-	1,52	61,0	13	то же
	1	300	105	-	1,54	61,5	13	то же
	2	300	96	-	1,55	62,2	13	то же
Glenium 116	0,5	300	105	0,89	-	44,4	18	осадки нет
		300	93	0,90	-	45,0	18	то же
	1	300	75	0,92	-	46,0	18	осадка 5 мм (5%)
	2	300	105	-	1,54	61,5	13	осадка на 100%
	0,5	300	93	-	1,56	62,4	13	то же
	1	300	75	-	1,59	63,8	13	то же
	2							

*Концентрация водного раствора пенообразователя ПБ-2000 – 2%;
** Концентрация водного раствора кератинового пенообразователя – 2,5%

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о полной несовместимости нафталинформальдегидного суперпластификатора СП-1 с синтетическим пенообразователем ПБ-2000 и с кератиновым пенообразователем. После перемешивания цементного теста содержащего добавку СП-1 с пеной, пеноцементная масса через 10-15 минут полностью оседала. Характер оседания ячеистой массы представлен на рисунке 17.



Рис. 17. Образец № 345 изготовленный на СП-1 и кератиновом пенообразователе

В то же время из полученных данных видно о высокой эффективности действия поликарбоксилатного гиперпластификатора «Glenium 116», добавка которой в количестве 1% снижает В/Ц до значения 0,31, а при введении в состав цементного теста в количестве 2% - до 0,25. При этом добавка «Glenium 116» оказалась совместимой с пенообразователем ПБ-2000 и не совместимой с кератиновым пенообразователем.

Таким образом, установлена возможность использования в механохимической активации портландцемента для получения теплоизоляционного пеногазобетона поликарбоксилатного гиперпластификатора «Glenium 116», который хорошо совместим с исследованными пенообразователями и позволяет снизить влажность формовочной смеси.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Меркин А.П. Ячеистые бетоны: Научные и практические предпосылки дальнейшего развития / А.П.Меркин // Строительные материалы. – 1995. №2.

[2] Пухаренко Ю.В. Наноструктурирование воды затворения, как способ повышения эффективности пластификаторов бетонных смесей / Ю.В. Пухаренко, В.А. Никитин, Д.Г. Летенко // Строительные материалы – 2006. - №8.

[3] Sobolev K.T. How Nanotechnology Can Change the Concrete World / M. Ferrada-Gutierrez. // Part.1. American Ceramic Society Bulletin – 2005/ - №10

Колесникова И.В., Бейсенбеков Қ.Қ.

Влияние пластификаторов на стабильность цементных систем, поризованных пенообразущими пав.

Түйіндеме. «Полипласт СП-1» «Glenium 116» цемент жүйесінің кератинді көбіктендіргішпен және ПБ-2000 көбіктендіргішпен тиімді созылымдылық үйлесімдігі бойынша зерттеу жүргізілді. Орташа тығыздығы 350-400 кг/м^3 көбікбетон алынды. Алынған мәліметтерден механика-химиялық жандандыруда зерттелген көбіктендіргішпен жақсы үйлесетін және қалыптық қоспалардың ылғалдылығын төмендетуге мүмкіндік беретін «Glenium 116» жылу оқшаулағыш көбікгазбетон поликарбоксилатты жоғары созылымдылықты алу үшін портландцементті пайдалану мүмкіндігі анықталды.

Түйінді сөздер: созылымдылықтың үйлесімділігі, көбікгазбетон, ұяшықты бетон, Glenium 116, ПБ-2000, механика-химиялық жандандыру

Kolesnikova I.V., Beysenbekov K.K.

Влияние пластификаторов на стабильность цементных систем, поризованных пенообразущими пав.

Summary. Studies have been conducted on the compatibility of effective plasticizers of cement systems "Polyplast SP-1" "116 Glenium" keratin-foaming agent and a foaming agent PB-2000. Received foam concrete with an

average density of 350-400 kg/m3. From the obtained data, the possibility of using mechanical activation of Portland cement for producing insulating progeterone of polycarboxylate hyperplastificators "Glenium 116", which is well compatible with the blowing agents investigated and allows to reduce the moisture content of the molding mixture.

Key words: compatible plasticizers, parogazovyh, cellular concrete, Glenium 116, PB-2000, mechanochemical activation

УДК 66.074

Ж.Т. Накысбеков, Д.К. Мухамадиев, Л.К. Бибатырова, А. Даму, Е.Е. Нұрғали
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы Республика Казахстан, jhasulan@list.ru)

ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧИЙ СИНТЕЗА МЕДНЫХ ПОРОШКОВ И ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Аннотация Рассмотрены различия образования медного покрытия от роста порошков меди в электрохимическом методе. Рассмотрены процессы, влияющие на изменения механизма образования меди на поверхности катода и параметры, которые определяют образование порошка меди или медных покрытий. Сделано оптическая микроскопия, электронная микроскопия и рентгеновская дифрактометрия полученных медных покрытии и медного порошка и анализ полученных результатов. Электрохимические методы синтеза порошков и нанесения покрытий широко применяются и интенсивно развиваются. Процесс получения порошков меди и нанесения медных покрытий относительно прост и может быть осуществлен без применения сложного дорогостоящего оборудования. В то же время он включает ряд специфических химических и электрохимических явлений, не встречающихся в других областях материаловедения [1].

В то же время для успешного использования этой техники требуются достаточно обширная информация как в области материаловедения, так и в области электрохимии. Даже слабые изменения параметров электрохимического процесса могут резко изменить механизм образования меди на катоде, от порошка до покрытия [2][3].

Ключевые слова: электрохимический метод, электролиз, гальванические покрытия, медь, дендритная структура, порошок.

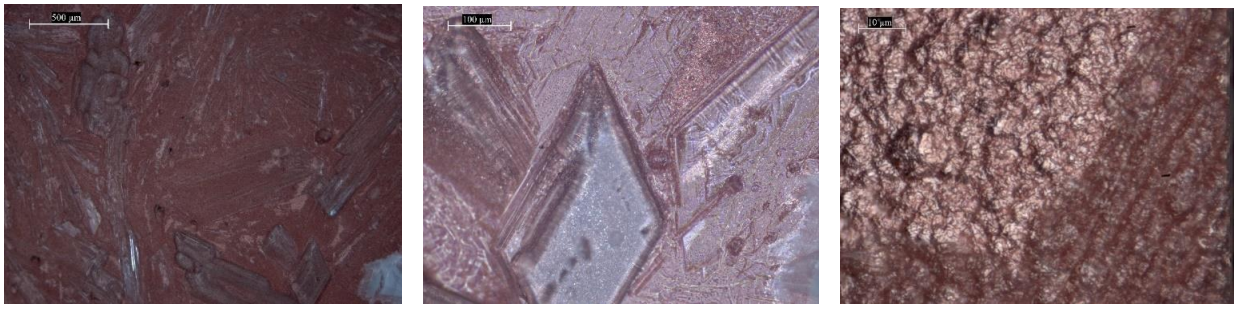
Методика эксперимента

Суть электрохимического процесса состоит в том, чтоизделие, обладающее электрической проводимостью, помещают в токопроводящий раствор, содержащий материал в виде ионов. В нашем эксперименте для синтеза порошков и пленок меди использовался электролит медного купороса: H_2O + H_2SO_4 + Cu_2SO_4. Анод – медный стержень с диаметром 4 мм погруженная в электролит на 2см (поверхность анода 2,5 $см^2$), катод – титановая пластина с системой охлаждения покрытая диэлектриком с открытой окошкой в форме квадрата с ребром 1 см (площадь открытой поверхности 1 $см^2$).

Электрическое напряжения, которое при этом обычно применяется, составляет от нескольких вольт до десятков вольт. Величина тока зависит от площади рабочей поверхности катода. Для простаты расчетов, мы сделали катод с площадью рабочей поверхности 1 $см^2$. Плотность тока в нашем эксперименте варьируется от 100 $А/^2$ до 80000 $А/^2$. То есть сила тока от 0,01А до 8А. В эксперименте подаваемое на электроды напряжение варьировались от 1 В до 11 В.

Результаты и обсуждение

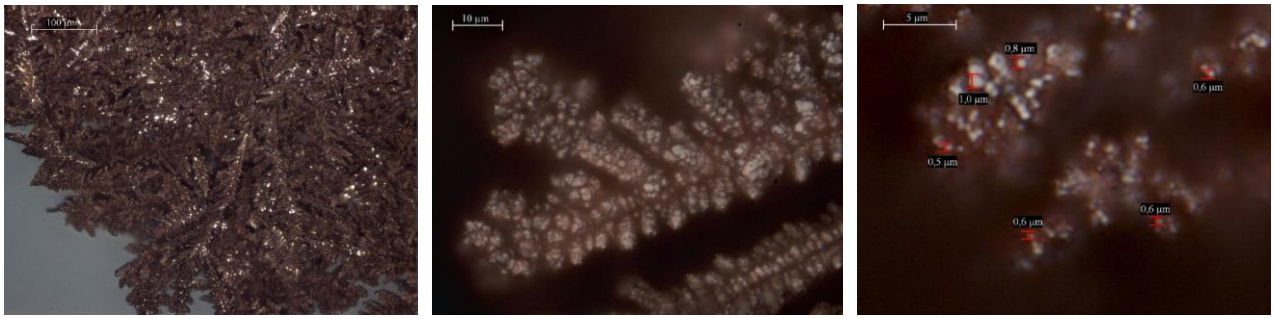
При уменьшении силы тока образование порошка меди на катоде замедляется, вплоть до прекращения синтеза порошка, начинается рост пленки. Это связано с тем, что при относительно маленьких плотностях тока, менее 2000$А/^2$, ионы меди, находящиеся в непосредственной близости к поверхности катода, получают с него электроны и превращаются в атомы меди, которые кристаллизуются, образуя покрытие на поверхности (рисунок 1), а при увеличении силы тока число электронов растет, и соответственно растет и число атомов которые осаждаютсяна катоде. Эти атомы собираются в частицы. При этом частицы меди образуют дендритную структуру (рисунок 2).



а б в

Рис.1. Микрофотографиимедного покрытия, полученного при U=1 В, I=0,07 А: а) увеличение 500 мкм; б) увеличение 100 мкм; в) увеличение 10 мкм

При увеличении силы тока на катоде образуются порошки меди, варьирую электрические параметры можно получать порошки с размерами от нескольких микрон до 200 нм. На рисунке 2 показанымикрофотографии, снятые на оптическом микроскопе порошка меди полученного электрохимическим методом, напряжение на электродах 2 В, сила тока 0,15 А.



а б в

Рис.2. Микрофотографии порошков меди, полученные на оптическом микроскопе: а) увеличение 100 мкм; б) увеличение 10 мкм; в) увеличение 5 мкм, с размерами частиц меди

На рисунке 2 видно, что порошки имеют дендритную структуру, размер порошков в пределах 0,5… 1 мкм.

Эксперименты показали, что при электрохимическом процессе сила тока влияет на механизм роста меди. При плотности тока меньше 500 А/м^2 ионы меди, находящиеся в непосредственной близости к поверхности катода, получают с него электрон и превращаются в атомы меди, которые кристаллизуются, образуя покрытие на поверхности. При плотности тока больше 1000 А/м^2 ионы меди которые получают электрон от катода превращаются в атомы меди, которые образуют частицы меди с диаметром от 100 нм до 10 мкм, в зависимости от параметров электрохимического процесса и объединяются в дендритную структуру. Когда плотности тока находятся в интервале от 500 А/м^2 до 1000 А/м^2 то проявляются оба механизма, то есть в начале процесса идет рост покрытия, и так как толщина покрытия неравномерно, это связано с тем что на катоде выделяется газообразный водород, медь неравномерно распределяется по поверхности, это приводит к тому, что на поверхности катода плотность тока становятся разной и там, где плотность выше начинает рост сфера образных частиц меди. В этих частицах плотность тока еще выше, и по направлению электрического тока начинается рост новых частиц. Таким образом, частицы меди растут ветвистой, дендритной структурой.

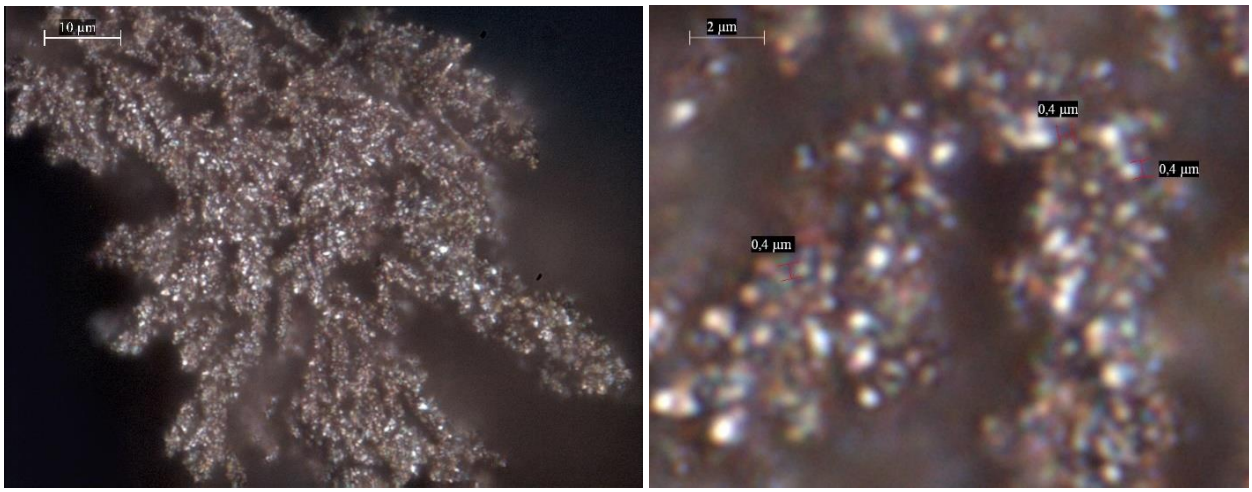
Рост покрытия и порошка меди линейно зависит от силы тока, для того чтобы получать покрытие из меди при плотностях тока выше 1000 А/м^2 можно проводит электрохимический процесс в ультразвуковой ванне. Эксперименты показали, что даже при плотности тока в 42000А/м^{2}получаются покрытие, если эксперимент проводить в ультразвуковой ванне. Это можно объяснить тем, что при ультразвуке атомы более лучше упорядочиваются на пластине катода, благодаря чему образуют покрытие.

Чтобы получать порошок меди в ультразвуковой ванне, мы использовали два метода. В первом методе катод покрыли фильтровальной бумагой, благодаря тому, чтоструктура бумаги не является кристаллической механизм роста меди изменился и мы получили порошки меди. Суть второго метода

состоит в том, что мы изменили катод. Вместо пластины титана с рабочей поверхностью 1 см^2 мы использовали площадь в 1 мм^2, что привело к увеличению плотности тока в 100 раз.



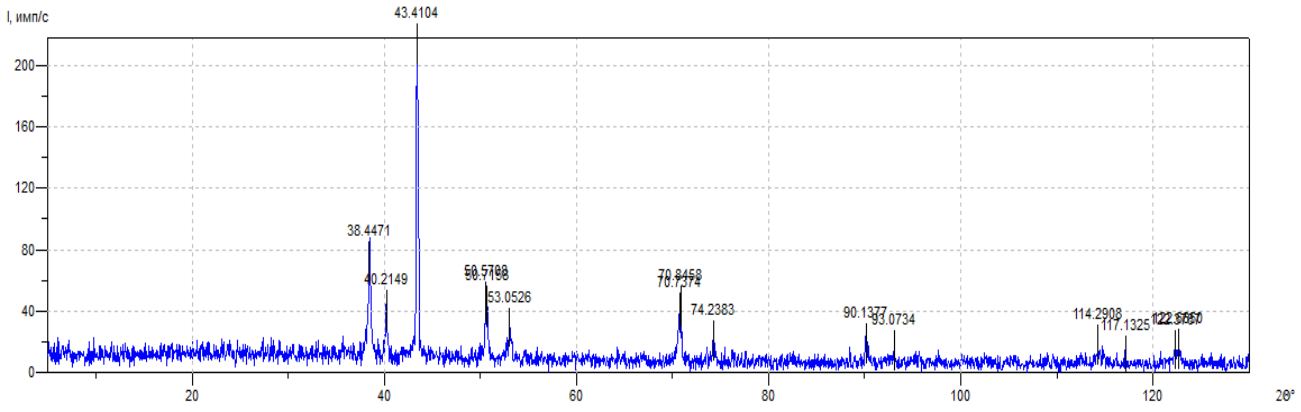
Рис.3. Микрофотография порошка меди полученного в ультразвуковой ванне с катодом покрытой фильтровальной бумагой



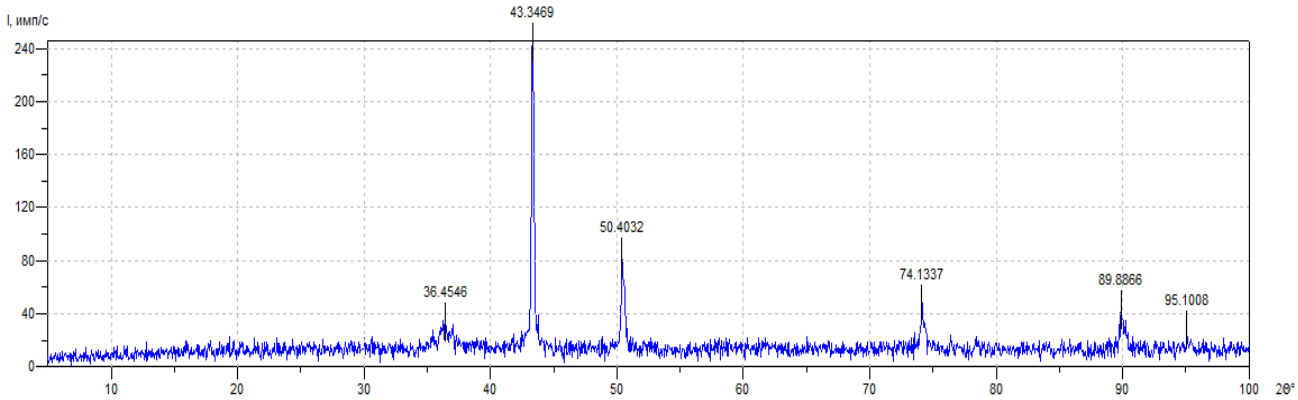
а б

Рис.4. Микрофотография порошка меди, полученная в ультразвуковойванне методом электролиза, снятая на оптическом микроскопе: а) увеличение 10 мкм; б) с размерами частиц

На рисунке 3 представлена рентгенограмма медного покрытия и медного порошка, снятая на дифрактометре Дрон-7.



а)



б)

Рис.5. Рентгенограмма меди: а) медное покрытие б) медный порошок

Как видно на рентгенограмме параметры меди на покрытие и в порошке почти одинаковые, и равны, а=3,6104 Å и а=3,6154 Å соответственно. Существенное отличие в рентгенограмме состоит в том, что на рентгенограмме медного покрытия оксидный пик более выражен, вероятно из за того что оксидная пленка на медном покрытии сплошная.

Выводы

1. В электрохимическом процессе механизм роста меди связан с плотностью тока на катоде. При плотности тока меньше 500 А/м^2 медь растет в виде покрытия, при плотности тока больше 1000 А/м^2 на катоде образуется порошок меди с дендритной структурой

2. Электрохимический процесс в ультразвуковой ванне приводит к тому, что медь образует покрытие при плотности больших плотностях токов, до 42000 А/м^2.

3. При изменении материала катода с кристаллического на аморфный происходит изменения механизма образования меди на катоде.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ю.Д. Гамбург Гальванические покрытия. Справочник по применению. – Москва: Техносфера, 2006. – 216 с.

[2] Номберг М.И. Производство медного порошка электролитическим способом / М.И. Номберг. – М. : Металлургия, 1971. – 134 с.

[3] Внуков А.А. Оптимизация состава электролита для получения медних порошков / А.А. Внуков, И.Г. Рослик, В. Кабацкая // XXXIV Miedzynarodowa studencka sesja naukowa. – Czestochowa, 20 maja 2010. – S. 56–70.

Накысбеков Ж.Т., Мухамадиев Д.К., Бибатырова Л.К., Даму А., Нұрғали Е.Е.

Электрахимиялық әдіспен мыс ұнтағы және мыс жабынының өсу айырмашылықтарының ерекшеліктері

Түйіндеме. Статьяда электрохимиялық әдістегі мыс жабынының қалыптасуының мыс ұнтақтарының өсуінен айырмашылығы қарастырылған. Катод бетінде мыстың түзілу механизміне әсер ететін процестер және мыс жабыны мен ұнтағының түзілуін анықтайтын параметрлер қарастырылған. Алынған мыс жабындары мен мыс ұнтақтарының оптикалық микроскопиясы, электрондық микроскопиясы және рентгендік дифрактограммалары жасалынып, алынған нәтижелерге талдау жасалынды.

Кілтті сөздер: электрахимиялық әдіс, электролиз, гальваникалық жабын, мыс, дендритті құрылым, ұнтақ.

Nakysbekov Zh.T., Muhamediev D.K., Bibatyrova L.K., Damu A., Nurgali E.E.

Features in differences of the synthesis of copper powders and coatings by electrochemical method

Summary. The article describes subtle differences education copper plating and copper powders in the electrochemical method. The processes affecting the formation mechanism of copper on the cathode surface and the parameters that determine the formation of copper powder or copper coatings. The resulting copper cover and copper powders were removed under an optical microscope, an electron microscope and X-ray diffraction, and had been made the analysis of the results

Key words: electrochemical method, electrolysis, electroplating, copper, dendritic structure, powder.

УДК 66.074; 542.973

А.Т. Масенова[1], А. Байкен[2]
([1]АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского», Алматы
[2]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы
amankeldi89@mail.ru)

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ ПРИ ОКИСЛЕНИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА

Аннотация: Приведены методы, проверяющие активность катализаторов, концентрацию монооксида углерода, влажность газовоздушной смеси, скорости подачи газовоздушной смеси.
Ключевые слова: активность катализатора, окисление монооксида углерода, газовоздушной смеси.

Наиболее существенной характеристикой любого катализатора является его активность в определенном каталитическом процессе. Выбор методики исследования активности связан с особенностями реакций, условиями эксперимента и т. д.

Мерой каталитической активности может служить скорость протекания реакции в исследуемом направлении в присутствии катализатора. Активность можно выражать так же снижением энергии активации при участии катализатора или отношением константы скорости данной реакции в присутствии катализатора к константе скорости этой же реакции без него.

Активность катализатора характеризуется константой скорости, рассчитанной по уравнению Борескова [1].

$$k = \frac{ax\rho V_0 \cdot 10^3}{g \cdot 3600} \cdot \frac{1}{P_{O_2}} \cdot \frac{1-0{,}2x}{1-x} \left[\frac{1}{1 - \frac{x^2}{(1-x)^2 P_{O_2} \cdot K_P^2}} \right]$$

где a – исходная концентрация CO, объемный %;

x – навеска катализатора, г;

ρ – насыпная плотность катализатора, г/мл;

V_0 – скорость подачи газа, приведенная к нормальным условиям, дм^3/ч;

P – парциальное давление кислорода в исходном 'газе, кгс/см^2.

Активность катализаторов проверяют при постоянных параметрах: скорости подачи газовоздушной смеси, концентрации монооксида углерода; влажности газовоздушной смеси. В ходе опыта измеряют содержание CO в газовоздушной смеси до и после катализатора.

Для определения содержания CO в газовоздушной смеси используют электрохимический газоанализатор. Датчик прибора вмонтирован в проточную металлическую камеру, которую подключают к установке при помощи резиновых шлангов. Разные модификации прибора позволяют определять содержание CO в диапазоне от 0 до 500 мг/м^3 и от 0 до 3000 мг/м^3. Точность определения содержания CO – 10%. Время отклика газоанализатора - 30 секунд. Время выхода электрохимического газоанализатора на режим не менее 5 часов. Поэтому при проведении исследований электропитание прибора должно быть непрерывным. Электрохимический датчик после завершения каждого эксперимента должен быть отсоединен от газовых линий, содержащих монооксид углерода, то есть, отсоединен от установки. Перед подключением прибора к установке необходимо проверить соответствие экспериментальной скорости пропускания газовоздушной смеси и рекомендуемого для данного прибора расхода анализируемого газа. Датчик прибора необходимо защищать от попадания конденсата при работе с влажной газовоздушной смеси.

Полученные данные используют для расчета степени превращения CO [2]:

$$\alpha = \frac{([CO_{вх}] - [CO_{вых}]) \cdot 100}{[CO_{вх}]}, \%$$

Скорость подачи газовоздушной смеси определяют в зависимости от заданной нагрузки и количества загруженного в реактор катализатора [3].

$$V_{газа} = W \quad V_{катализатора}$$

где $W -$ нагрузка по газовоздушной смеси [(л/(ч·л$_{катализатора}$)]

Обычно испытания активности катализаторов проводят при нагрузке 12000 ч$^{-1}$. Эта цифра рассчитана исходя из объема катализатора, загружаемого в коробку респиратора (150 мл) и средней скорости дыхания человека (30 л/мин) [4].

Содержание CO в газовоздушной смеси выбирают в зависимости от предполагаемых условий эксплуатации катализатора. Так, катализаторы, обеспечивающие высокие степени превращения CO при его содержании 100 мг/м^3 необходимы для очистки воздуха на предприятиях, связанных с образованием CO (авторемонтные мастерские, гаражи, сварочные производства), а также для очистки воздуха в помещениях, расположенных около крупных автострад и в тоннелях. Для разработки средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), используемых при эвакуации людей из зоны пожара, нужны катализаторы, позволяющие значительно снизить содержание CO при содержании последнего в газовоздушной смеси до 1% (~12000 мг/м^3). Значения степени превращения CO в присутствии одного и того же образца при разном содержании CO могут быть различными. Существенным фактором, определяющим активность катализаторов при очистке газовоздушной смеси с высоким содержанием CO, является разогрев катализатора за счет тепла реакции окисления CO [5].

Существенное влияние на работу катализаторов окисления CO оказывают температура газовоздушной смеси и содержание влаги в ней. Испытания активности катализаторов обычно проводят при комнатной температуре. В ходе исследования поддерживают постоянное абсолютное содержание влаги в газовоздушной смеси. В случае необходимости проведения серии экспериментов при постоянной температуре для исследования используют термостатируемую установку. В процессе работы необходимо контролировать герметичность установки. Для этого нужно постоянно следить за показаниями газосчетчика и реометров. Остановка газосчетчика или резкое изменение уровня жидкости в реометрах при стационарной работе установки могут быть обусловлены нарушением герметичности установки. В этом случае необходимо немедленно прекратить подачу монооксида углерода, перекрыв выпускной кран газометра. В дальнейшем герметичность установки проверяют с использованием воздуха. [6].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мухленов И.П., Технология катализаторов, Изд. «Химия», 1973 г, Москва. - 284 с.

[2] Ошанина И. В., Титов Д.Н. Методические указания по выполнению лабораторной работы «Окисление монооксида углерода на гетерогенных катализаторах». Москва, МИТХТ, 2009. - 36 с

[3] Ракитская, Т.Л. Катализаторы низкотемпературного окисления монооксида углерода / Т.Л. Ракитская, А. А. Эннан, В. Я. Панина. – М. :ЦИНТИ химнефтемаш, 1991 г. – 35с

[4] Фарзане Н. Г., Илясов Л. В. Технологические измерения и приборы. М.: Высшая школа, 1989. – 456 с.

[5] Шелдон Р.А. Химические продукты на основе синтез-газа / Каталитические реакции CO и H_2 // Москва, Химия, 1987. - 248 с.

[6] Морозова В.С., Поляцко В. Л. Экологическая безопасность транспортных средств // Методические указания по лабораторным работам. – Челябинск, ЮУрГУ, 2010. – 17 с

Масенова А. Т., Байкен А.

Көміртегі тотығындағы катализаторлар қызметін анықтау әдістері

Аннотация: Катализатор қызметін тексерудің кейбір параметрлері, көміртек монооксидінің концентрациясы, газ қоспасының ылғалдылығы, газ қоспасының ағу жылдамдығы.

Түйін сөздер: катализатор, көміртек монооксидінің тотығуы, газ қоспасы.

Masenova A.T., Baiken A.

Methods of determining the activity of catalysts carbon monoxide oxidation

Symmary: Parameters which checks activity of the catalysts, the concentration of carbon monoxide, humidity and gas mixture, a feed rate of the gas mixture.

Key words: the catalyst activity, oxidation of carbon monoxide and gas mixture.

УДК547.592:665.77

Ж.Қ. Қайырбеков, Н.Т.Смағұлова, А.Н. Сабитова
(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы,
e-mail: nazym.smagulova.@mail.ru; alfa-1983@mail.ru)

КОКСОХИМИЯЛЫҚ ШАЙЫРДЫ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ

Аннотация: Мақалада Шұбаркөл кен орнының тас көмірін жартылай кокстеуден алынған біріншілік шайырды төменгі қысымда (5МПа) суспензирленген Ni – құрамды катализаторында байытып,мотор отынын алуда шайырды өңдеудің жаңа бағыты жасалды.

Біріншілік коксохимиялық шайырдың физика-химиялық көрсеткіштері анықталды. Біріншілік шайырдан сұйық отындар алуда оңтайлы катализатор мөлшері 0,05 мас. % $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4\ H_2O$ және температура 400°С болатындығы анықталды. Ni –құрамды катализатор қатысында шайырды төмен қысымда (5 МПа-ға дейін) алдын-ала гидробайытып, одан мотор отындарын алуға негізделген бағыты ұсынылды.

Кілт сөздер: коксохимиялық шайыр, гидрогенизация, Ni-құрамды катализатор, мотор отыны.

Мотор отындарына сұраныстың артуы мұнай шикізаттарын (қайнау темп. 520-560 ^{0}С-тан жоғары) және де қатты жанғыш қазбаларды (көмір, сланец, торф) терең өңдеу процестерін дамытуды талап етеді. Қазірге кезде алынатын өнімнің сапасына қойылатын талаптардың жоғарылауы жоғары молекулалық шикізаттарды өңдеу тәсілдерін жетілдіруді қажет етеді [1-3].

Зерттеу жұмысының нысаны ретінде «Шұбаркөл» кен орнынан өндірілген, тас көмірді жартылай кокстеу арқылы алынған коксохимиялық шайыр алынды. Осы «Сарыарқа Спецкокс» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінде Қытай технологиясы бойынша көмірді өңдеу арқылы жылына 30 мың тонна шайыр және 300 мың тонна арнайы кокс өндіріледі. Шайырдан мотор отындарын алу үшін оның физика–химиялық көрсеткіштері анықталынды (1 кесте).

Кесте 1. **Коксохимиялық шайырының физика-химиялық көрсеткіштері**

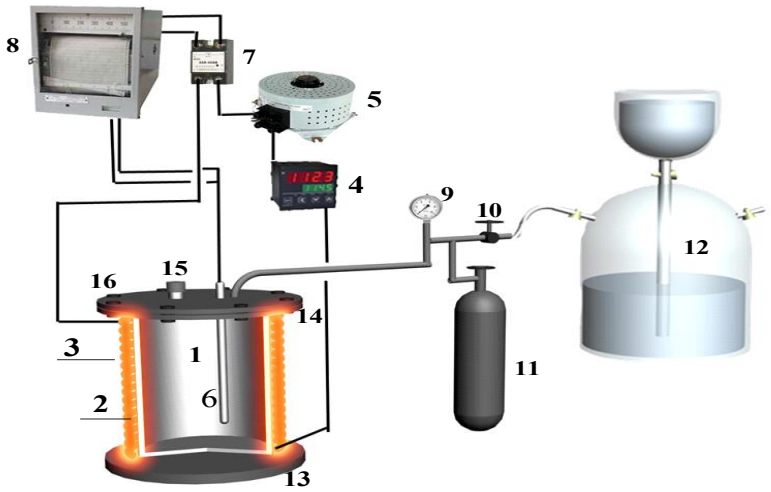
Көрсеткіштердің аталуы	Көрсеткіштер
Судың массалық үлесі,%	3,420
20 ^{0}С- дағы тығыздық,кг/м^3	1.085
Толуолда ерімейтін заттардың массалық үлесі,%	1,310
Хинолинде ерімейтін заттардың массалық үлесі,%	0,210
Күлділігі	0,110
Фракциялық айдау:	
Бастапқы қайнау температурасы, °С	130,0
180°С дейін қайнайды	2,61
180-230°С	11,25
230-280°С	8,17
280-330°С	10,55
330°С жоғары + шығын	68,12
Элементтік құрамы, масс.%:	
С	91,90
Н	5,65
S	0,47
N	0,78
О	1,62
Шайырды айдаудан кейнгі пектің анализі:	
Жұмсарту температурасы,^{0}С	68,10

Ұшқыш заттардың шығымы,%	83,05
Күлділігі,%	0,215
Толуолда ерімейтін заттардың массалық үлесі,%	11,35
Хинолинде ерімейтін заттардың массалық үлесі,%	0,32
Фенолдардың массалық үлесі, %	18,31
Нафталинның массалық үлесі, %	0,44
Жарқырау температурасы,^{0}C	121,05
Жану жылуы, ккал/кг	8385
80 ^{0}C дағы шартты тұтқырлық,шартты градустар	1,67
Кокстеу, %	2,30-3,45
Күкірттің массалық үлесі, %	0,055
Шайырлар,асфальтендер, %	27,05
Полиароматикалық көмірсутектер, %	60,10
Корреляция индексі	108-128
Қайнау температурасы, ^{0}C	112-122
Натрий иондарының массалық үлесі, %	0,015-0,025
Калий иондарының массалық үлесі, %	0,030-0,040
Қату (балқу) температурасы, ^{0}C	20,10

Кестеде көрсетілгендей, коксохимиялық шайырдың күлділігі 0,21 %, күкірттің массалық үлесі 0,47 %. Хинолинде ерімейтін заттардың массалық үлесі 0,32 %, толуолда ерімейтін заттардың массалық 11,35 %, Фенолдардың массалық үлесі 18,3%, нафталинның массалық үлесі 0,44 % тең болды. Шайыр құрамындағы 180°С температураға дейін қайнайтын фракциялардың шығымы 2,61 масс. % тең болды. Жоғары температурада кокстеу шайырынан жартылай кокстеу шайырының айырмашылығы құрамындағы жоғары көміртекті α_1 - фракциясының мөлшері аз (хинолинде ерімейтін заттардың массалық үлесі 0,32 %), сонымен қатар жартылай кокстеу шайырының құрамына және шығымына екіншілік термиялық реакциялар әсерінің аздығы оның сипаттамаларының бастапқы көмірдің табиғатына тәуелділігін көрсетеді. Өндірісте шайырды сусыздандырып, қышқылдық, сілтілік экстракция, кристаллизация, гидротазалау әдістерімен дистилляциялау арқылы жеке органикалық қосылыстар алады. Жеке химиялық өнімдер алудың әрбір сатысы көп мөлшерде реагентпен жылу шығымына, құнды өнімдердің жоғалуына әкеледі. Сондықтанда қазіргі кезде таскөмір шайырын жанғыш материалдар компоненттерін және химиялық өнімдер алуда эффективті технологиялар жасаудың практикалық құндылығы жоғары болып табылады[4;5].

Біріншілік коксохимиялық шайырынан мотор отындарын алу мақсатында зертханалық қондырғыда 5,0 МПа қысымда, 420°С температурада 1 сағат аралығында термиялық өңделді. Кейінгі тәжірибелер осы өңделген шайырда жасалынды. Өңделген шайыр Ni-құрамды $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ суспензирленген катализаторларда гидрогенделді.

Коксохимиялық шайырын гидрогендену процесі жоғары қысымды қондырғыда жүргізілді (1-сурет).Бұл қондырғының басты бөлігі – көлемі 0,25 дм^3 болып келетін, коррозияға төзімді болаттан жасалынған «Үйрек (Утка)» металлдық реакторы болып табылады (1).Реактор тоқты қыздырғыш (3) көмегімен қыздырлады. Тоқ күшін амперметр (4) және трансформатор (5) көмегі арқылы ретке келтіріледі. Реактордың ішкі температурасын хромель-копель термопарасы (6) және де КСП-4 қондырғылары реттейді. КСП-4 көрсететін шкаласы қалайы (505К), мырыш (700К), қорғасын (600К) балқу температураларымен және судың қайнау температурасы (373К) арқылы калибрленеді. Процесс кезінде қысым беру үшін балонда жиналған сутек немесе техникалық аргон қолданылды. Манометр (9) көмегі арқылы жүйедегі қысым ауытқуы бақыланды.



Сурет 1. Коксохимиялық шайырды гидрогендеуге арналған жоғары қысымдағы қондырғы
1 - реактор; 2 - салма-стакан; 3 - қыздырғыш; 4 - амперметр; 5 - кернеу регуляторы; 6 - термопара (хромель - копель); 7 - реле; 8 - КСП-4; 9 -манометр; 10 - жұқа реттеу вентилі; 11 -инертті газ немесе сутек бар балон; 12 - газометр; 13 - араластырғыш қондырғы; 14 - тығыздатқыш қондырғы; 15 - бекіткіш; 16 - тығыздатқыш болттар.

Тәжірибенін басында коксохимиялық шайыр, пастатүзгіш және катализатор коррозияға төзімді болаттан жасалған стақанға салынып, реактор ішіне енгізілді, герметикалығы тексеріліп, үш мәрте 0,4-0,5 МПа қысымда аргон газымен ауа ығыстырылды, содан кейін қыздырғыш қондырғы және КСП-4 қосылады.400 ^{0}С температураға келгенде араластырғыш мотор іске қосылды.Манометр көмегімен температураның және сұйылту соңындағы ұшқыш заттар мен газдар әсерінен қысымның жоғарылауы байқалды. Жасалған жұмыс соңында реакторды қыздыруды тоқтатып, 303-308К дейін салқындатылды. Қысым айырымы бойынша (P-$P_{баст}$) пайда болған газ мөлшері анықталды. Жұқа реттеу вентил көмегімен газ қаныққан тұз ерітіндісі толған газометрде жиналды.

Сұйық өнімді (гидрогенизат) ары-қарай 0-320 ^{0}С температура аралығында фракциялар бойынша дистилляцияланды.

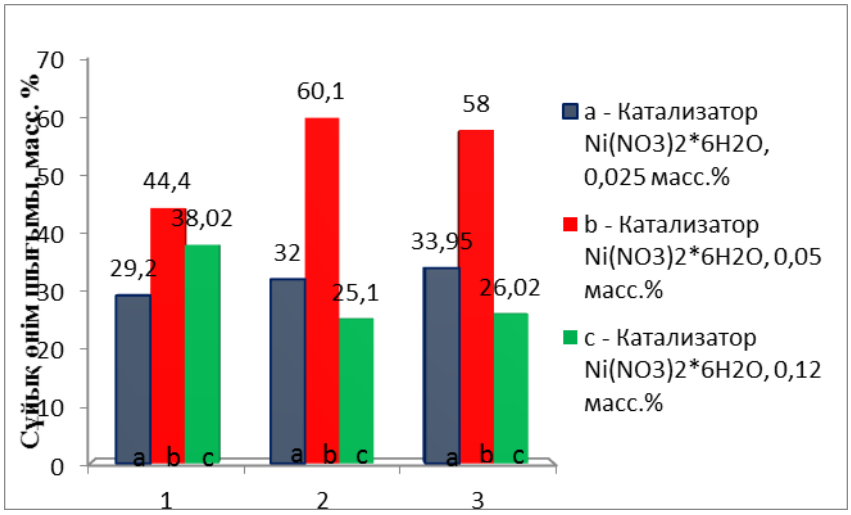
Коксохимиялық шайырды гидрогендеудің оңтайлы жағдайларын анықтау мақсатында процеске температураның және катализатор массасының әсері зерттелінді (кесте 1, сурет 2, сурет 3).

Кесте 1. **Коксохимиялық шайырды катализатор қатысында гидрогендеу нәтижелері**

Катализатор	Температура, К	Сұйық өнімдер шығымы, мас. %			∑С.ө.	Газ шығымы,мас. %	Қалдық, мас.%	Шығын, мас. %
		>180°С	180-250°С	250-320°С				
Катализаторсыз	350	4,25	6,45	13,2	23,9	14,00	44,2	15,8
	400	7,80	15,30	24,0	47,1	7,25	27,0	17,5
	450	10,3	7,60	12,9	30,8	26,00	29,3	13,9
$Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, мас. %								
0,025 масс. %	350	6,35	7,55	15,30	29,20	38,00	22,00	12,80
	400	9,6	12,80	19,0	44,40	27,00	18,00	13,60
	450	7,29	15,13	15,6	38,02	36,00	22,00	8,98
0,05 масс. %	350	5,25	8,45	19,30	32,00	26,00	24,20	17,80
	400	10,6	22,00	29,0	60,10	7,00	15,00	11,60
	450	6,29	5,13	10,6	25,1	26,00	32,00	19,02
0,12 масс. %	350	4,25	6,45	23,25	33,95	4,00	45,20	15,80
	400	9,30	14,05	34,6	58,00	11,60	5,70	23,40
	450	5,29	7,13	12,60	25,02	30,00	28,00	16,02

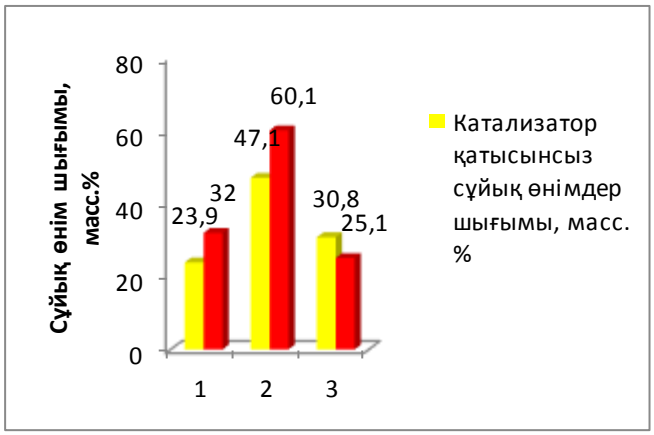
Кестеде көрсетілгендей,Ni-құрамды катализатор массасын 0,025 мас. % -дан 0,05 мас. % -ға

арттырғанда сұйық өнімдер шығымы катализатор қатысынсыз алынған өнім шығымымен салыстырғанда 47,1 мас. % -дан 60,10 мас. % -ға артқан. Ал катализатор массасын 0,05 мас. % -дан 0,12 масс. % -ға ары қарай арттырған сайын сұйық өнімдер шығымы 60,10 мас. %-дан 58,00 мас. % -ға төмендеген. Сұйық өнімдер шығымының төмендеуін процесс температурасын көтергенде газтәрізді өнімдердің түзілуін жоғарылататын крекинг процесінің терең жүруімен түсіндіруге болады.



Сурет 2. Коксохимиялық шайырды Ni-құрамды катализатор қатысында гидроөңдеу нәтижелері (1 – 180°C; 2 – 180-250°C; 3 – 250-320°C)

Біріншілік коксохимиялық шайырды суспензирленген Ni –құрамды катализатор қатысында және 400°C өңдеу арқылы алынған сұйық өнімдер шығымы катализатор қатысынсыз алынған өнім шығымымен салыстырғанда 47,1мас. %-дан 60,10 мас. %-ға артқан.



Сурет 3. Коксохимиялық шайырды катализатор қатысынсыз және 0,05 масс.% $Ni(NO_3)_2$*$6H_2O$ катализатор қатысында гидрогендеу нәтижелері (1 – 180°C; 2 – 180-250°C; 3 – 250-320°C)

Сонымен, зерттеулер нәтижесінің негізінде коксохимиялық шайырды $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ каталитикалық активті қоспа қатысында гидрокрекингтеу процесін неғұрлым төмен температурада 300-450^{0}C, қысымда 5 МПа және 0,05 мас. % катализатор қатысында жүргізуге болатындығы көрсетілді. Біріншілік шайырды 0,05 мас. % $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ каталитикалық активті қоспа қатысында гидрогендеу арқылы одан сұйық отындарды алу мүмкінділігі анықталды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Малолетнев А.С., Кричко А.А., Головин Г.С., Пятаев Д.А. Гидрогенизация углей Ерковецкого месторождения с получением жидкого топлива // Химия твердого топлива. – 2002. – №6. – С.40-50.

[2] Кацобашивили Я.Р. Новейшие достижения в области химии и технологии переработки нефтяных остатков// Химия твердого топлива. –1978. –№4. –С.116–127.

[3] Малолетнев А.С., Мазнева О.А., Кричко А.А. Получение моторных топлив из угольных дистиллятов с применением гидрогенизационных процессов // Химия твердого топлива. – 1996. – №3. – С.88 – 95.

[4] Кричко А.А., Озеренко А.А., Форсин С.Б., Зекель Л.А., Шпирт М.Я. и др. Применеие псевдогомогенных катализаторов для глубокой переработки нефтяного и коксохимического сырья // Катализ в промышленности. – 2007. –№3. –С.23–32.

[5] Шютце Б., Хофман Х.Новые процессы деструктивной переработки нефтяных остатков и тяжелых нефтей // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. – 1984. – №2. – С.109 – 119.

Каирбеков Ж.К., Смагулова Н.Т., Сабитова А.Н.

Каталитическая переработка коксохимической смолы

Резюме: В статье изучен углеводородный состав первичной смолы полученной полукоксованием каменного угля месторождении Шубаркол. Разработана новая концепция переработки коксохимической смолы при низком давлении в присутствии суспензированных Ni-содержащих катализаторов с получением моторных топлив с высоким выходом.

По сравнению с выходом жидких продуктов без катализатора в присутствии и при увеличении массы Ni-содержащих катализаторов от 0,025 %масс.до 0,05 %масс. выход жидких продуктов возрос от 47,1 %масс. до 60,10 %масс.

По результатам исследования показано, что содержание парафиновых углеводородов снизилось от 55,4 % масс. до 8,06 %масс., а олефинов от 2,30 % масс. до 1,0 %масс.. Содержание изопарафинов увеличилось от 10,14 %масс. до 18,9 %масс., ароматических углеводородов от 17,2 %масс. до 50,09 %масс., нафтенов от 1,4 % масс. до 3,00 %масс.. В бензиновой фракции, полученной в присутствии катализатора содержание циклоолефинов возросло от 0,48 %масс. до 1,84 %масс. Это доказывает протекание реакции циклизации в процессе гидрогенизации.

Ключевые слова: коксохимическая смола, гидрогенизация, Ni – содержащие катализаторы, моторное топливо

Kairbekov Zh.K., Smagulova N. T.,Sabitova A.N.

Catalytic processing coke-chemical tar

Summay: In the presented work hydrocarbonic composition of the primary tar received of coal in field Shubarkol is studied. The new concept of coke-chemical tar processing at presence the suspension of the Ni-containing catalysts and low pressure by receiving motor fuels with a high exit is developed.

Compared with the yield of liquid products of no catalyst in the presence and with increasing mass Ni-containing catalysts from 0,025% by weight up to 0,05 % by weight liquid yield increased from 47,1% by weight up to 60,10% by weight.

According to the research content of paraffins 55,4% by mass to 8,06% by mass, olefins 2.30% by mass to 1,0 % by mass decreased. Isoparaffins content from10,14% by weightto 18,9 % by weight, of aromatics from 17,2% by weight to 50,09%by weight, naphthenes from 1,4 %by weight to 3,00% by weightincreased. The gasoline fraction obtained in the presence of a catalyst cycloolefin content increased from 0,48% by weightup to 1,84% by weight. This proves the flow of cyclization reaction during hydrogenation.

Key words: coke-chemical tar, hydrogenation, Ni-containing catalysts, motor fuels

УДК 541.138/.138.3

Д.Х. Камысбаев, Б.А. Серикбаев, Г.С. Арбуз
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, zubra-s@mail.ru)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ БИСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ, МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕДЬЮ

Аннотация. Путем стабилизации поливалентных металлов и их оксидов на сорбентах из растительного сырья создаются новые виды химически модифицированных электродных материалов с заданными свойствами, широко применение в электрокаталитическом синтезе органических веществ, вольтамперометрической сенсорике, производстве химических источников тока и в других областях химической технологии. В данном исследовании в качестве подобного сорбента был выбран продукт карбонизации рисовой шелухи (РШ), а в качестве модификатора – $CuCl_2$. Синтезированы новые модифицированные композиционные электродные материалы на основе РШ. Получены циклические и дифференциальные вольтамперометрические зависимости

для образцов РШ, модифицированных 5 м. % и 10 масс. % Cu при различных условиях проведения исследования, а также при добавлении в фоновый раствор $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ М Cu^{2+}. Изучен механизм протекающих электрохимических процессов на данных электродах. Намечены основные пути применения полученных электродов: в качестве электрохимических сенсоров для определения низких концентраций ионов меди.

Ключевые слова: рисовая шелуха, медь, бисорбент, электрокатализ, вольтамперометрия, модифицированные электроды.

Введение

Химически модифицированные электроды (ХМЭ) занимают особое место среди всего многообразия индикаторных электродов. Они представляют собой усовершенствованные сенсоры нового поколения, позволяющие получать стабильные и воспроизводимые результаты измерений. При химической модификации твердого электрода появляется возможность добавить, наряду с традиционными, новые функциональные возможности электродной поверхности, повышающие реакционную и избирательную способности исследуемого электрода.

В работе Л. Г. Попеску [1] изучена каталитическая активность металлофталоцианинов (MPc, M = Fe, Co, Cu), которые были иммобилизованны в состав угольно-пастового электрода, при электроокислении сероорганических соединений (тиоэфиры, тиокарбонильные и сульфгидрильные соединения). Электрокаталитический эффект, обусловленный регенерацией медиатора на поверхности ХМЭ при окислении сероорганических соединений, нашел применение в аналитической химии. Таким образом, разработаны методики определения серосодержащих соединений (цистеина, метионина, тиомочевины, диэтилсульфида) в искусственных смесях и в реальных объектах.

Для эффективного осуществления электрокаталитических процессов большое значение имеют активные частицы металлов наноструктурных размеров, обладающие особыми свойствами, отличными как от свойств изолированных атомов, так и массивного металла. Высокая стабильность таких частиц в определенных средах, каковыми являются твердые сорбенты, широко использующиеся для модифицирования их поверхностей в целях придания им новых свойств [2].

В качестве сырья для получения нами матрицы (бисорбента, в дальнейшем – БС) для ее последующего модифицирования металлом переменной валентности (Cu) была выбрана рисовая шелуха – многотоннажный отход Казахстана растительного происхождения, состоящий как из углеродной, так и минеральной, представленной в основном SiO_2, частей.

Методика проведения эксперимента

Для получения бисорбента из РШ навеска исходного сырья промывалась 1 раз проточной и не менее 3-х раз дистиллированной водой, затем отфильтровывалась и высушивалась до полного удаления влаги при комнатной температуре. Далее РШ подвергалась карбонизации в реакторе печи при температуре 500 °С без доступа воздуха в инертной среде (Ar) в течение 2-х часов для получения из нее сорбционного материала, состоящего из аморфного кремнезема и углерода.

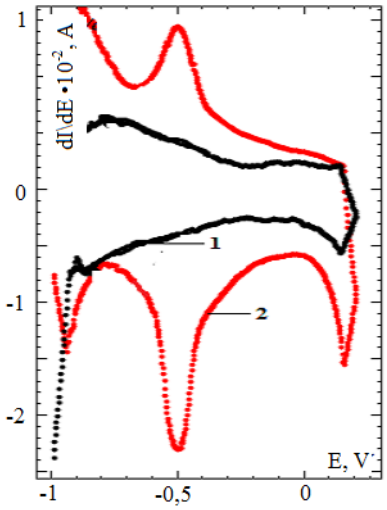
Модификация синтезированных БС была произведена методом пропитки. Раствор соли $CuCl_2$ наносился на матрицу, полученную из РШ. После высушивания порошок подвергался термообработке в атмосфере аргона и водорода (Р = 0,04 МПа) при температуре 500 °С для получения восстановленных форм Cu и ее оксидов. Массовая концентрация модификатора в образцах: 5%, 10 %.

Электрохимические исследования выполнялись с помощью универсального потенциостата-гальваностата AUTOLAB серии PGSTAT 302N с компьютерной обработкой данных и с программным обеспечением «NOVA». Перед измерениями проводилось деаэрирование электролита аргоном. Применялась стандартная трех-электродная ячейка, где рабочим электродом служил синтезированный нами модифицировнный Cu композиционный электрод на основе РШ. Электродом сравнения – насыщенный хлорсеребряный электрод, вспомогательный электрод – графитовый стержень (*d* = 0,5 см; *l* = 5 см), в качестве электролита использовался 0,2 М Li_2SO_4. Все измерения были проведены при температуре 25 °С. Скорость изменения потенциала при этом составляла 100 мВ/с.

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 приведены результаты сравнительных циклических вольтамперограмм, полученных на фоне 0,2 М Li_2SO_4 при pH = 6,4 для образца РШ1 (немодифицированный Cu, кривая 1) и РШ2 (модифицированный 5 масс. % Cu, кривая 2). Причем, результаты вольтамперометрических данных приводятся в виде дифференциальных зависимостей (ДВА-кривые). Условия регистрации

ДВА кривых: начальный потенциал до поляризации соответствовал стационарным значениям для каждого случае измерения индивидуально, развертка от $E_{нач.}$ в катодную область до $E_к$ = -1,0 В, с задержкой в течение 60 с при этом потенциале. Далее было осуществлено циклирование в интервале потенциалов -1,0÷0,2 В, со скоростью развертки потенциала Vs = 600 мВ/мин. Сравнительный анализ кривых рисунка 1 показало отсутствие заметных сигналов для РШ1 (кривая 1). Напротив, данные для РШ2 показали наличие четко выраженной редокс-волны при $E_{red\text{-}ox}$ = -0,5В (кривая 2), соответствующей электрохимическому окислению и восстановлению меди по реакции: $Cu = Cu^+ + e$.



1 – РШ1; 2 – РШ2, Фон – 0,2 М Li_2SO_4, pH = 6,4, Vs = 600 мВ/мин

Рис. 1. Дифференциальные вольтамперометрические зависимости

В силу особых свойств, медь чаще начали использовать в качестве модифицирующих добавок (иммобилизатор) для приготовления ХМЭ-ов. В ряду металлов – медь отличается коррозионной стойкостью ко многим агрессивным средам, при этом она гораздо дешевле благородных металлов, что обусловило ее широкое применение не только в промышленности, но и в научных, в том числе электрохимических исследованиях.

Авторы работ [2, 3] представляют анодный механизм ионизации меди, включающий первую основную стадию – формирование малорастворимого слоя CuCl, который затем растворяется в избытке Cl^--ионов с образованием растворимых комплексов Cu (I). С увеличением анодного потенциала медного электрода протекает вторая ступень окисления меди до ионов Cu^{2+} [4]. В этом процессе принимают участие комплексы Cu (I) без их предварительного распада.

На следующем рисунке – 2, приведены сравнительные ДВА зависимости для модифицированного с 5 % Cu РШ2, снятые на фоне 0,2 М Li_2SO_4 при pH = 6,4 и Vs = 600 мВ/мин (кривая 1) и при прибавлении в фоновый раствор $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ М Cu^{2+} (кривая 2). Результаты в виде ДВА зависимостей получены в интервале изменения потенциалов E = -0,5÷1,0 В. Вольтамперометрические зависимости регистрировались в следующей последовательности: 1) $E_{нач}$ соответствовал стационарному значению композиционного электрода; 2) поляризация потенциала в катодную сторону до $E_к$ = -1,0 В, с задержкой при этом в течение 60 с; 3) снятие ЦВА в интервале изменения потенциала от -1,0 В до 1,0 В.

Прямой ход ЦВА (кривая 1) в анодную область характеризуется наличием двух анодных волн, соответствующих интервалам потенциалов 0,1÷0,25 В – 1-я анодная волна и 2-я волна, в форме размытого пика наблюдается в промежутке E = 0,4÷0,6 В. Природа волн, по-видимому, связана с электрохимическим окислением меди из композиционной системы, которая ранее была синтезирована химической пропиткой. Обратный ход (катодная ветвь) ДВА фона характеризуется четкой волной при E = -0,1 В, что указывает на протекание электрохимического восстановления Cu^{+2} до Cu^+.

Рассмотрение экспериментальных данных в присутствии в фоновом растворе $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ М Cu^{2+} (кривая 2) показали наличие тех же волн, как анодной, так и в катодной областях изменения

потенциалов. Причем, интенсивность пиков более четкая и с заметным смещением в катодную сторону для восстановления ионов меди.

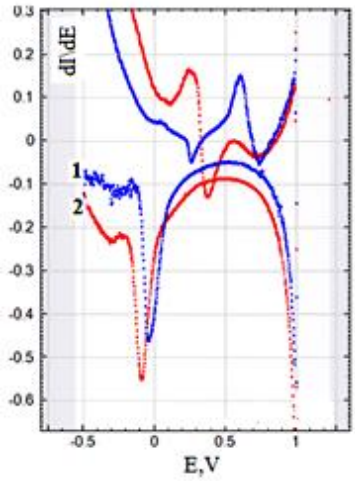
Катодная волна при Ек = -100 мВ может быть отнесена к электрохимическому восстановлению соединений Cu^{2+}. Аналогичная волна электровосстановления наблюдалась и в случае использования в качестве электрода немодифицированной формы композита из РШ2.

Протекание процесса электроосаждения меди в водных средах изучено достаточно хорошо [5 – 7]. При этом отмечено, что электрохимическая стадия протекает по двухстадийному механизму:

$$Cu^{2+} + e \rightarrow Cu^{+} \quad (1)$$

$$Cu^{+} + e \rightarrow Cu^{0} \quad (2)$$

Лимитирующей стадией электроосаждения как в кислых, так и в нейтральных средах является реакция присоединения первого электрона (1). В ряде случаев отмечено формирование пассивирующего слоя при взаимодействии осажденной меди с молекулами воды [8, 9].



1 – Фон – 0,2 М Li_2SO_4; 2 – Фон + $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ М Cu^{2+}, pH = 6,4; Vs = 600 мВ/мин

Рис. 2. ДВА зависимости, модифицированного 5 масс. % Cu РШ2

На рисунке 3 представлены данные исследования той же композиционной системы (модифицированной 5 масс. % Cu РШ2), фон – 0,2 М Li_2SO_4, pH = 6,4, полученные при разных скоростях развертки потенциалов. Начало снятия циклограмм (кривой а) соответствовало $E_{нач.}$= -1,0В с задержкой при этом значении в течение 60 с, далее развертывание в анодную сторону, с потенциалом реверса $E_{рев.}$= 1,3 В.

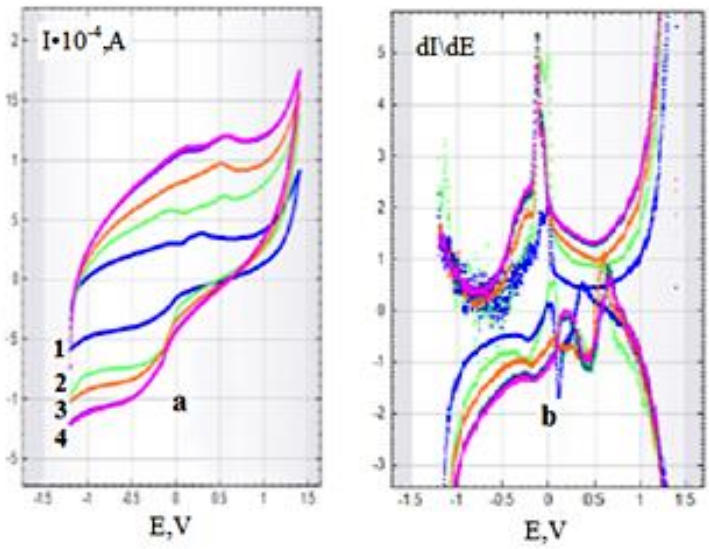
Природа двух анодных волн окисления при потенциалах равными 0,2 В и 0,6 В, по литературным данным [10] и судя по значениям равновесного потенциала E_p для реакции (1), равного -0,293 В в 0,1 М КОН, пик а1отвечает формированию Cu_2O.

Равновесные потенциалы образования CuO и $Cu(OH)_2$, равные -0,092 и -0,015 В соответственно, указывают на возможность образования как оксида, так и гидрооксида меди в области потенциалов пика в анодной области изменения потенциалов. По всей видимости, формирование оксидов Cu(II) осложняется образованием и хорошо растворимых продуктов анодной реакции, природа которых не установлена. Термодинамический анализ, однако, указывает на возможность устойчивого существования $Cu(OH)_2$ – и $HCuO_2$.

По мере увеличения скорости сканирования потенциала анодные токи на протяжении всей циклограммы закономерно возрастают. Отметим, что имеет место разделение размытого анодного пика, на обратном ходе ЦВА, которая показана в форме ДВА (кривая b, рисунок 3), при скоростях развертки Vs ≥ 1000 мВ/мин вне зависимости от Vs, амплитуда тока в пике a_2 всегда заметно выше, чем в пике a_1, что полностью согласуется с имеющимися в литературе данными [6].

Циклические вольтамперометрические кривые, снятые при разной скорости развертки потенциала для стационарного электрода (рисунок 4), показывают, что «перемешивание» электролита значительно повышает

катодные токи. Это позволяет предположить, что диффузионный перенос электроактивных ионов к поверхности электрода является лимитирующей стадией электродного процесса.

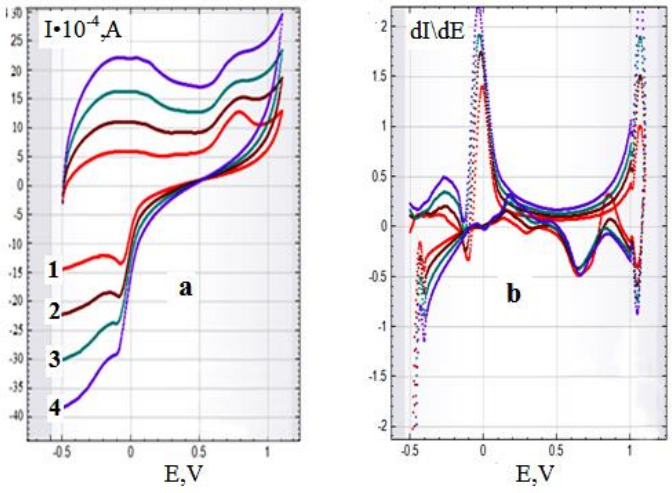


Фон – 0,2 М Li_2SO_4; 1 – Vs = 600 мВ/мин; 2 – Vs = 1200 мВ/мин; 3 – Vs = 1800 мВ/мин; 4 – Vs = 2400 мВ/мин, pH = 6,4;

Рис.3. ЦВА и ДВА зависимости, модифицированного 5 масс. % Cu РШ2 от скорости развертки потенцилов

Аналогичные исследования композиционного электрода, синтезированного путем модифицирования РШ 10 масс. % Cu, проводившиеся на фоне 0,2 М Li_2SO_4 при pH = 6,4 в зависимости от скорости развертки потенциалов показаны на рисунке 4. Изменения значений Vs находились в пределах от 600 мВ/мин до 2400 мВ/мин. Во всем выбранном промежутке изменения развертки потенциала наблюдается рост значения интенсивности аналитического сигнала, что указывает на диффузионный характер протекающих на композиционном электроде электрохимических процессов.

Сравнение результатов исследований, представленных на рисунках 3 и 4, где основным их сравнимым параметром является содержание активного компонента – меди в композиционных электродах показали, что интенсивность и качество электрохимических сигналов растет с повышением количества меди в твердом бисорбенте.



Обозначение: Фон – 0,2 М Li_2SO_4; 1 – Vs = 600 мВ/мин; 2 – Vs = 1200 мВ/мин; 3 – Vs = 1800 мВ/мин; 4 – Vs = 2400 мВ/мин, pH = 6,4; Vs = 600 мВ/мин.

Рис. 4. ЦВА и ДВА зависимости, модифицированного 10 масс. % Cu РШ2 от скорости развертки потенциалов

Заключение

В электрокаталитических системах большое значение имеет области потенциалов электрохимической активности, катализаторов – интермедиатов, которые в свою очередь представляются следующими факторами: природа модификатора, размеры активных частиц и т.д.

Поведение рассматриваемых систем в электрохимических условиях их испытания, судя по всему, указывает на комплексность влияния вышеперечисленных факторов. Полная расшифровка вклада каждого из них в будущем может определить практические аспекты в плане применения результатов в производстве.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что синтезированные нами модифицированные композиционные электродные материалы на основе РШ могут найти применение в создании электрохимических сенсоров для анализа водных сред на присутствие ионов меди.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Попеску Л.Г. Модифицированные электроды на основе электронных переносчиков для определения серосодержащих соединений: автореф. … дисс. к.х.н.: 02.00.02. – Казань, 1999. – 18 с.

[2] Королев Г.В., Кучеренко В.И., Флеров В.Н. О влиянии добавок некоторых хлоридов на кинетику химического травления меди в растворах CuCl2 //Изв. вузов. Химияихим. технология. – 1976. – Т.19, № 1. – С. 76 – 79.

[3] Lee H.P., Nobe K. Kinetics and mechanisms of Cu electrodissolution in chloride media // J. Electrochem. Soc. – 1986. – Vol. 133, № 10. – P. 2035 – 2043.

[4] Hyde P.J. The electrochemistry of the Cu (0) /Cu (I) /Cu (II) system in concentrated acid chloride solutions. I. Anodic behavior of metallic copper // J. Electrochem. Soc. – 1982. – Vol. 129, № 8. – P. 320 – 326.

[5] Мурашова И.Б., Потапов О.А., Помосов А.В. Электроосаждение дисперсной меди однородной структуры // Порошковая металлургия. – 1988. – № 8. – С. 5 – 11.

[6] Krzewska S. Impedance investigation of the mechanism of copper electrodeposition from acidic perchlorate electrolyte // Electrochimica Acta. – 1997. – Vol. 42, № 23−24. – P. 3531 – 3540.

[7] Slaiman Q.J.M., Lorenz W.J. Investigations of the kinetics of Cu/Cu2+ electrode using the galvanostatic double pulse method // Electrochem. Acta. – 1974. – Vol.19. – P. 791 – 798.

[8] Souto R.M., Gonzales S., Salvarezza R.C., Arvia A.J. Kinetics of copper passivation and pitting corrosion in Na2SO4 containing dilute NaOH aqueous solution// Electrochem. Acta. – 1994. – Vol. 39. – P. 2619 – 2628.

[9] Metikos-Hukovic M., Babic R., Paic I. Copper corrosion at various pH values with and without the inhibitor // J. Appl. Electrochem. – 2000. – Vol. 30. – P. 617 – 624.

[10] Грушевская С.Н. Кинетика анодного растворения Cu, Au-сплавов в условиях образования труднорастворимых соединений Cu(I). Дисс. … канд. хим. наук. Воронеж: Воронеж. ун-т, 2000. – 200 с.

Камысбаев Д.Х., Серикбаев Б.А., Арбуз Г.С.

Мыспен модифицирленген күріш қауызы негізіндегі бисорбенттің электрохимиялық қасиеті

Түйіндеме. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде күріш қауызынан алынған карбонизат негізінде мыспен (5 %, 10 %) модифицирленген композитті электродтар алынды. Жаңа электродтардың каталитикалық қасиеттері сулы орталарда анықталып, олардың электрохимиялық сенсор ретінде мыс иондарын анықтау мүмкіншіліктері көрсетілді.

Түйін сөздер: күріш қауызы, мыс, бисорбент, электрокатализ, вольтамперометрия, модифицирленген электродтар.

Kamysbaev D.H., Serikbaev B.A., Arbuz G.S.

Electrochemical behavior of the sorbent based on rice husk modified copper

Summary. As a result of the studies, Cu modified (5 wt.% and 10 wt.%) composite electrode materials based on rice husk carbonizate were synthesized and studied. Redox characteristics of these composite electrocatalytic systems were defined. The main ways of applying obtained electrodes have been outlined: as electrochemical sensors for copper ions low concentrations determination.

Key words: rice husk, copper, bisorbent, electrocatalysis, voltammetry, modified electrodes.

УДК 662.61:66.071.9:66.074.3

[1]В.А. Каплан, [2]Н.К. Досмухамедов, [2]Е.Е. Жолдасбай, [2]Б.Е. Сариев
([1]Научный институт имени Вейцмана, Реховот, Израиль,
[2]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, nurdos@bk.ru)

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КАРБОНАТНО-СУЛЬФАТНОГО РАСПЛАВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ

Аннотация. Отсутствие надежной системы очистки дымовых газов ТЭЦ от SO_2 и других вредных загрязнителей атмосферы привели к возрастанию их концентраций в выбросах выше предельно допустимых норм в разы. Сегодня вопрос загрязнения воздуха диоксидом серы стал одним из острых и серьезных проблем, который стоит перед человечеством и требует принятия активных мер по его решению. Внедрение эффективных способов очистки отходящих газов от сернистого ангидрида карбонатным расплавом щелочных металлов сдерживается нерешенностью проблемы дальнейшей регенерации получаемых после абсорбции отходящих газов карбонатно-сульфатных расплавов.

В работе приводятся результаты электрохимических исследований по регенерации карбонатно-сульфатных расплавов с получением серы в одну стадию. Экспериментально определено значение электрохимического потенциала разложения сульфата калия с различным содержанием серы в расплаве при температуре 800°С и 900°С. Установлено, что при температуре 800°С электрохимический потенциал разложения сульфата калия, независимо от содержания серы в расплаве, остается постоянным и составляет 0,65В.

Ключевые слова: регенерация, карбонатно-сульфатный расплав, сульфат, электрохимический потенциал разложения, сера.

Введение

Значительные выбросы в атмосферу серы в форме SO_2 и других вредных веществ, получаемых при сжигании угля на ТЭЦ, представляют серьезную экологическую проблему и требуют изыскания новых высокоэффективных способов очистки отходящих газов. Несмотря на усилия по снижению выбросов диоксида серы в атмосферу, к 2017 году ожидается увеличение ежегодного потребления угля более чем на 25%, по сравнению с сегодняшним потреблением, равным $7{,}25*10^8$ тонн. При таких объемах сжигания угля ожидается произвести $1{,}6*10^{20}$ *Дж* энергии [8].

Промышленные выбросы предприятий Казахстана в атмосферу составляют порядка трех миллионов тонн в год, из которых 85% приходится на 43 крупные тепловые угольные электростанции и металлургические предприятия. Особую тревогу вызывает деятельность тепловых электростанций, которые расположены практически на всей территории республики и своей деятельностью наносят значительный вред окружающей среде и здоровью населения. Выбросы тепловых угольных электростанций составляют до 70% от общего объема эмиссий энергетического комплекса и 43,7%, от общей эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу. На территории республики каждым отдельно взятым предприятием цветной металлургии в атмосферу ежегодно выбрасывается более 100 *тыс. т* сернистого ангидрида. Причем большинство зон высокого загрязнения атмосферного воздуха совпадает с местами концентрированного расселения людей. В выбросах различных источников Единой энергетической системы доминируют твердые частицы - 35%, диоксид серы - 31%, оксиды углерода и азота – 19% и 14%, соответственно [3,4].

Тепловые электростанции Казахстана, работающие преимущественно на углях с относительно высоким содержанием серы (до 0,7%) и золы (до 50%), имеют КПД на уровне 33-35%. Объекты электроэнергетики, построенные в 50-е и 70-е годы XX века, практически выработали производственный ресурс. Коэффициент износа основного электрооборудования, по предварительным расчетам на 2010 г., составляет 82 %. Отсутствие надежной системы очистки дымовых газов с одной стороны, и использование старых методов улавливания SO_2 и других вредных загрязнителей атмосферы с другой, привели к возрастанию их концентраций в выбросах выше предельно допустимых норм. По данным статистики, из всего количества источников выбросов загрязняющих веществ, имеющихся в республике, очистными сооружениями оборудовано всего лишь около 10% источников [5].

Загрязнение воздуха диоксидом серы является одной из наиболее серьезных проблем, стоящих перед человечеством сегодня. Очистка богатых по сере отходящих газов (более 5% SO_2), характерных

для современных плавильных агрегатов цветной металлургии, производится стандартными методами с получением серной кислоты или, в некоторых случаях, элементарной серы. Очистка же от газообразного SO_2 относительно бедных отходящих газов угольных электростанций, содержащих менее 4% SO_2 выполняется обычными способами нейтрализации путем взаимодействия потока отходящего газа с известняком ($CaCO_3$) или гашеной известью - $Ca(OH)_2$, которые могут быть или в твердом виде или в виде водной суспензии [6,7,11,12].

Как показывает литературный анализ, одним из наиболее эффективных методов глубокой очистки отходящих газов от SO_2 (остаток SO_2 в газе <0,001% после очистки), является метод, основанный на поглощении SO_2 расплавленной эвтектической смесью карбонатов щелочных металлов [9,10,14]. Однако, несмотря на высокую свою эффективность, процесс не нашел широкого применения на практике, ввиду нерешенности вопроса дальнейшей регенерации получаемых сульфатно-карбонатных расплавов. По данной технологии процесс химической регенерации расплава необходимо проводить исключительно при высоких температурах ~850-900°С, путем многоступенчатого химического процесса. При таких высоких температурах карбонатно-сульфатные расплавы становятся очень агрессивными и реагируют практически со всеми материалами.

В ранее выполненных нами работах [1,2] на основании SWOT-анализа известных способов, применяемых для очистки серосодержащих отходящих газов, и результатов комплексных системных экспериментальных исследований подробно освещены физико-химические основы высокоэффективной технологии глубокой очистки отходящих газов от серосодержащих газов и других вредных примесей. Суть разработанной новой технологии заключается в абсорбции отходящих газов расплавом карбонатов щелочных металлов с проведением дальнейшей регенерации полученного карбонатно-сульфатного расплава путем *химического процесса* – восстановлением монооксидом углерода. Полученные результаты показали высокую эффективность технологии. При абсорбции отходящих газов карбонатным расплавом поглощается более 95% сернистого ангидрида и практически вся летучая зола. В результате регенерации полученного после поглощения SO_2 сульфатно-карбонатного расплава монооксидом углерода (CO) достигнуто максимальное (до 99%) извлечение серы из расплава в наиболее удобной газообразной форме карбонилсульфида (COS), пригодной для получения *товарных продуктов – элементарной серы* или *серной кислоты*.

В настоящей работе рассмотрена возможность осуществления альтернативного способа регенерации карбонатно-сульфатных расплавов на основе *электрохимического процесса* с целью проведения сравнительного анализа технологических показателей двух подходов к регенерации сульфатно-карбонатных расплавов и окончательного выбора наиболее эффективного из них для извлечения серы с экономической точки зрения.

Регенерация карбонатно-сульфатного расплава с получением элементарной серы на основе электрохимического процесса

Термодинамический анализ реакций разложения сульфатов при электролизе карбонатно-сульфатных расплавов.

Химизм процесса электролиза расплавленных карбонатно-сульфатных солей можно описать протеканием следующих реакций:

$$Me_2SO_4 = Me_2O + SO_2 + 0{,}5\ O_2 \quad (1)$$

$$Me_2SO_4 = Me_2O + 0{,}5\ S_2 + 1{,}5\ O_2, \quad (2)$$

где: Me - Li, Na, K.

Оценка термодинамической вероятности протекания реакций (1), (2) проводилась на основании термодинамических расчетов с учетом зависимости изобарно-изотермических потенциалов (свободная энергия Гиббса, ΔG_T) реакций от температуры. В основу расчетов положен метод минимизации полного потенциала энергии Гиббса.

При расчетах свободной энергии Гиббса (ΔG_T) за стандартное состояние веществ принимали чистый переохлажденный жидкий оксид (Me_2O) и сульфат (Me_2SO_4) щелочного металла. Исходные данные для расчетов приняты из работы [13].

Термодинамические расчеты проведены с использованием специальной программы, разработанной авторами настоящей работы.

Сравнительный анализ результатов термодинамических расчетов реакций (1), (2) с данными, полученными с использованием программы Thermo Base 2.15, показали хорошую сходимость конечных значений искомых величин свободной энергии Гиббса с нашими результатами.

Результаты термодинамических расчетов значений свободной энергии Гиббса (ΔG_T) реакций (1) и (2) в температурном интервале 700…1300°С (рис.1) показали, что свободная энергия Гиббса в области исследованных температур характеризуется значительной положительной величиной (300-900 *кДж/моль*). Нетрудно видеть, что свободная энергия Гиббса для реакции (1) с получением диоксида серы значительно меньше (300-500 кДж/моль), чем для реакции (2) с получением элементарной серы. Причем установленная закономерность характерна для реакций с участием всех металлов (рис.1а, 1б, 1в). Положительные значения свободной энергии Гиббса реакций (1) и (2) с участием всех металлов показывают, что во всем исследованном температурном интервале термодинамическая вероятность их протекания очень низкая.

Определение электрохимического потенциала разложения сульфатов.

Исходя из полученных результатов, нами проведена оценка возможности осуществления исследуемых реакций при наложении тока. Расчет минимального значения напряжения электролиза (электрохимического потенциала разложения реакций), необходимого для проведения интересующих нас реакций, определяли из выражения:

$$\Delta G_T = n * F * E, \qquad (3)$$

где:

ΔG_T – свободная энергия Гиббса (*Дж/моль*),

n – число участвующих в реакции электронов,

F – число Фарадея, (96485 *Кл/моль*),

E – электрохимический потенциал разложения, *В*.

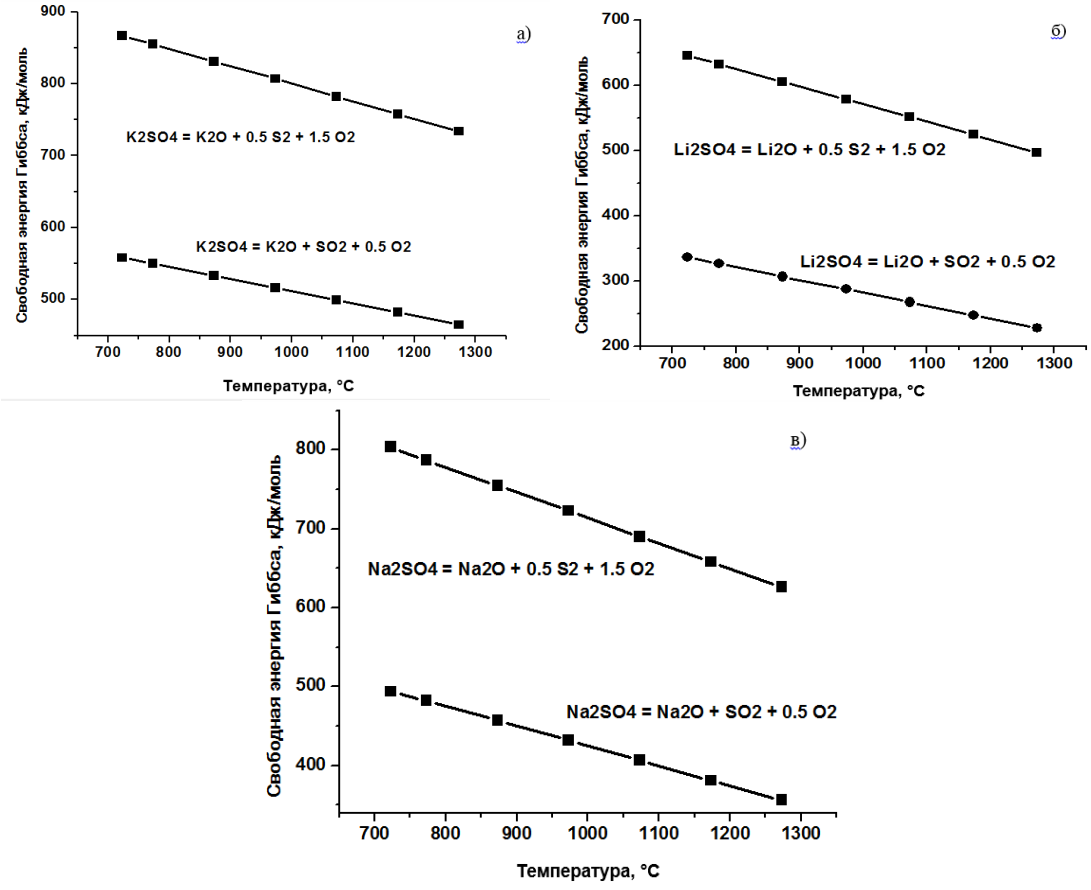


Рис.1. Влияние температуры на убыль свободной энергии Гиббса процесса разложения сульфатов щелочных металлов

Результаты электрохимических потенциалов разложения сульфатов щелочных металлов и их зависимости от температуры показаны на рис.2. Видно, что при температуре 800ºС значения электрохимических потенциалов разложения сульфатов щелочных металлов в карбонатно-сульфатном расплаве по реакции (2) с получением элементарной серы находятся в пределах 0,9-1,3 *В*, в то время как аналогичные показатели при разложении сульфатов щелочных металлов в карбонатно-сульфатном расплаве по реакции (1), с выделением диоксида серы, почти в два раза выше и составляют 1,4-2,5 *В*. Полученные данные свидетельствуют о том, что при электролизе карбонатно-сульфатных расплавов щелочных металлов наиболее благоприятным является протекание реакции (2) с выделением в катодном пространстве элементарной серы и кислорода.

Для определения формы нахождения серы в карбонатно-сульфатном расплаве нами проведена оценка термодинамической вероятности взаимодействия карбонатов щелочных металлов с их сульфидами в температурном интервале 700…1300°С. Химизм этих процессов можно представить протеканием следующих обменных реакций:

$$Li_2CO_3 + Na_2SO_4 = Li_2SO_4 + Na_2CO_3 \quad (4)$$
$$Li_2SO_4 + K_2CO_3 = Li_2CO_3 + K_2SO_4 \quad (5)$$
$$K_2CO_3 + Na_2SO_4 = Na_2CO_3 + K_2SO_4 \quad (6)$$

Расчетные значения убыли свободной энергии Гиббса в зависимости от температуры представлены на рис.3. Полученные результаты показывают, что наиболее предпочтительным представляется протекание реакций (5) и (6) с образованием сульфата калия. Это свидетельствует о том, что в карбонатно-сульфатной системе щелочных металлов Me_2CO_3 - Me_2SO_4 (где Me - Na, K, Li), сера, в основном, присутствует в виде сульфата калия (K_2SO_4).

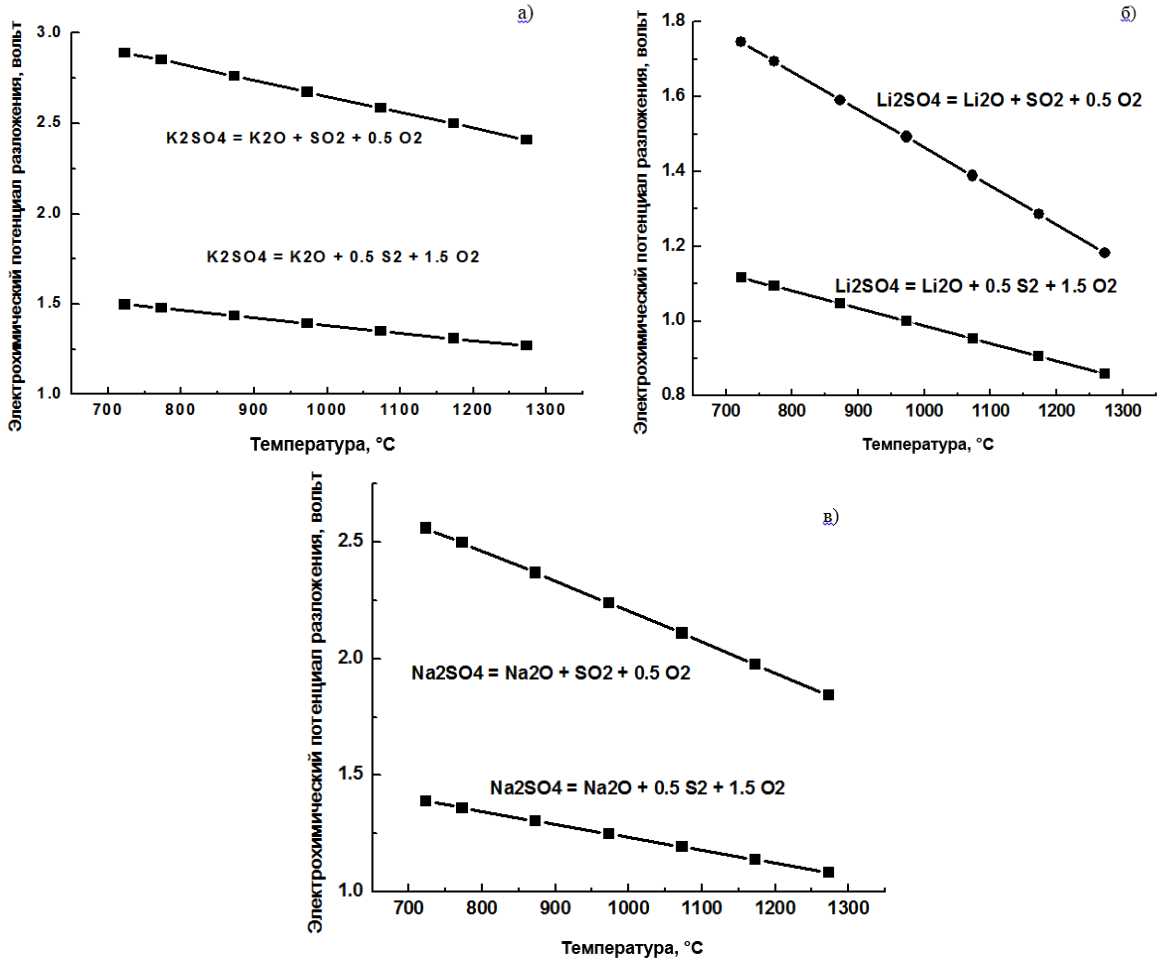


Рис.2. Влияние температуры на электрохимический потенциал разложения сульфатов щелочных металлов

Экспериментальная часть

Характеристика исходных материалов и способы их приготовления

В качестве исследуемого объекта были использованы карбонатно-сульфатные расплавы щелочных металлов, которые готовили добавлением к исходной карбонатной смеси щелочных металлов сульфата калия с различным содержанием серы.

Исходную тройную карбонатную эвтектическую смесь состава, % (молярные): 43,5 Li_2CO_3, 31,5 Na_2CO_3 и 25,0 K_2CO_3 готовили сплавлением чистых карбонатов щелочных металлов (чистота > 98,5%, фирма Aldrich) при температуре 480°С и 550°С. Далее к приготовленной карбонатной смеси добавляли сульфат калия (K_2SO_4) из расчета получения в конечном расплаве 1,1% (вес.), 4,5% (вес.) и 7,2% (вес.) серы. При этом содержание сульфата калия в расплаве соответствовало количеству сульфата в карбонатно-сульфатном расплаве, получаемой после абсорбции SO_2 карбонатным расплавом щелочных металлов.

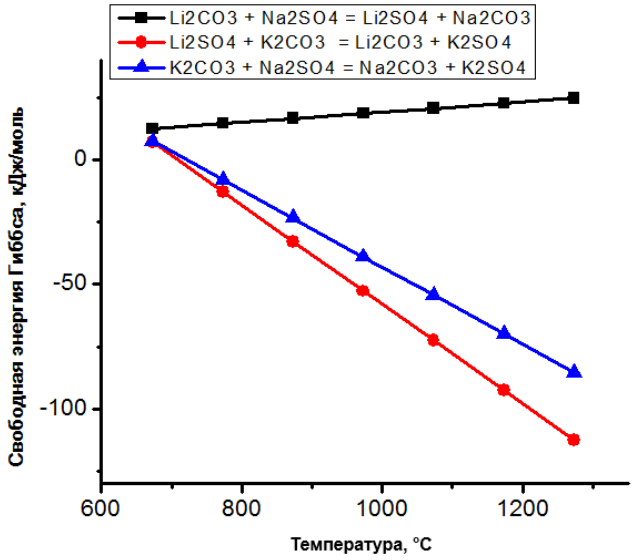


Рис.3. Зависимость свободной энергии Гиббса от температуры для обменных реакций (4)-(6)

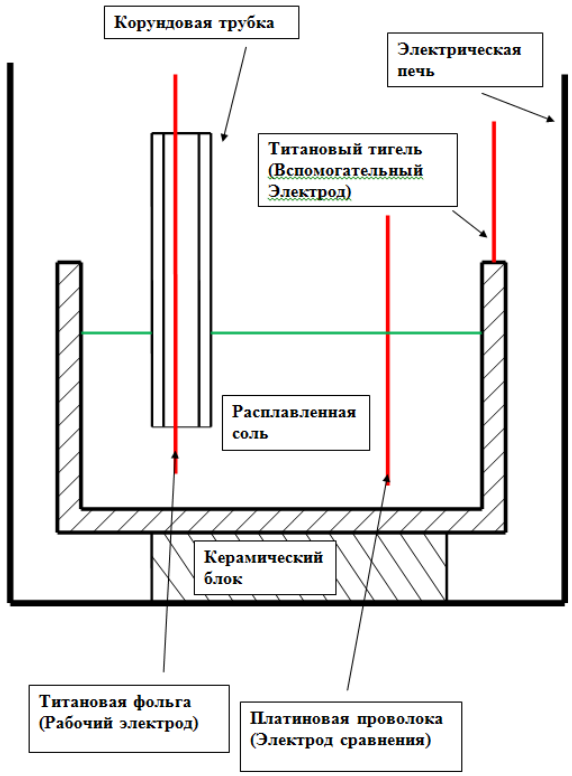


Рис.4. Схема лабораторной установки для проведения электрохимических исследований

Методы исследования и схема установки

Изучение процесса разложения сульфата калия в карбонатно-сульфатном расплаве при электролизе проводили электрохимическим методом (вольтамперометрия), основанном на установлении зависимости между силой тока и напряжением поляризации. Для линейной и циклической вольтамперометрии использовали потенциостат-гальваностат Versa STAT3–200 Princeton Applied Research (max 2.5A). Опыты проводились при температуре 800°С.

Схема лабораторной установки для проведения электрохимических исследований показана на рис.4.

Рабочий электрод изготовлен из титановой фольги и помещен в защитный корундовый чехол. Вспомогательным электродом является титановый тигель. Платиновая проволока использовалась в качестве электрода сравнения. В основных опытах титановый тигель использовался как вспомогательный и псевдо-электрод сравнения. Электродная ячейка устанавливалась на керамический блок, расположенный в нагревательной печи.

Результаты электрохимических исследований и их обсуждение

Результаты электрохимических исследований, полученные методом линейной вольтамперометрии, показали, что при температуре 800°С электрохимический потенциал разложения сульфата калия в карбонатно-сульфатной системе Me_2CO_3 - Me_2SO_4 не зависит от содержания серы в расплаве и остается постоянным для всех исследуемых расплавов (рис.5). Об этом свидетельствуют пунктирные линии, показанные на рис.5: значения электрохимического потенциала разложения сульфата калия для расплавов, содержащих 1,1%, 4,5% и 7,2% серы, совпадают между собой и составляют ~0,65 *В*.

На рис.6 показаны результаты исследования по установлению влияния температуры на электрохимический потенциал разложения сульфата калия для расплавов, содержащих 1,1% и 4,5% серы. Установлено, что при повышении температуры с 800°С до 900°С поляризационная кривая резко возрастает. На рисунке видно, что поляризационные кривые разложения сульфата калия с содержанием серы равной 1,1% и 4,5%, как при температуре 800°С, так и при температуре 900°С сильно сжаты друг к другу. Это подтверждает ранее сделанный вывод о том, что электрохимический потенциал разложения сульфата калия в карбонатно-сульфатной системе Me_2CO_3 - Me_2SO_4 не зависит от содержания серы в расплаве и остается постоянным для всех исследуемых расплавов (рис.5).

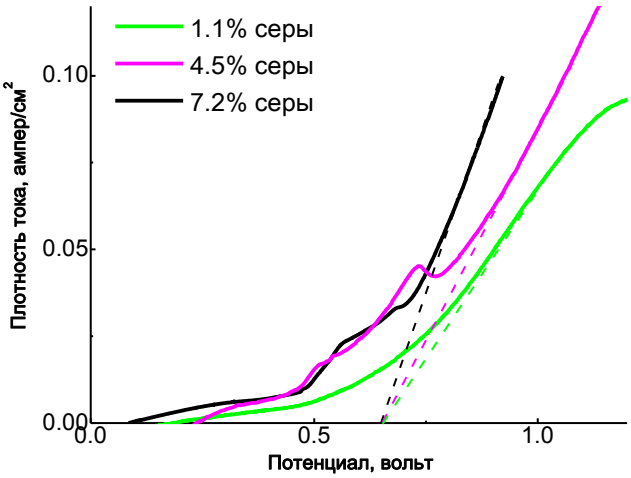


Рис.5. Экспериментально определенный электрохимический потенциал разложения сульфата калия в карбонатно-сульфатной системе $(Na, K, Li)_2CO_3$ - K_2SO_4

Выводы

1. Показана принципиальная возможность регенерации карбонатно-сульфатного расплава на основе электрохимического процесса с получением элементарной серы.

2. Установлено, что при 800°С электрохимический потенциал разложения сульфата калия с выделением элементарной серы составляет 0,65 *В*, причем, эта величина остается постоянной независимо от содержания серы в карбонатно-сульфатном расплаве.

3. Показано, что при повышении температуры с 800°С до 900°С процесс разложения сульфата калия с образованием элементарной серы протекает более интенсивно.

4. Полученные результаты использованы при проведении сравнительного анализа с данными, полученными при регенерации карбонатно-сульфатного расплава на основе химического процесса, и приняты за основу при выборе и разработке технико-экономического обоснования технологии глубокой очистки отходящих газов ТЭЦ и металлургических предприятий в целом.

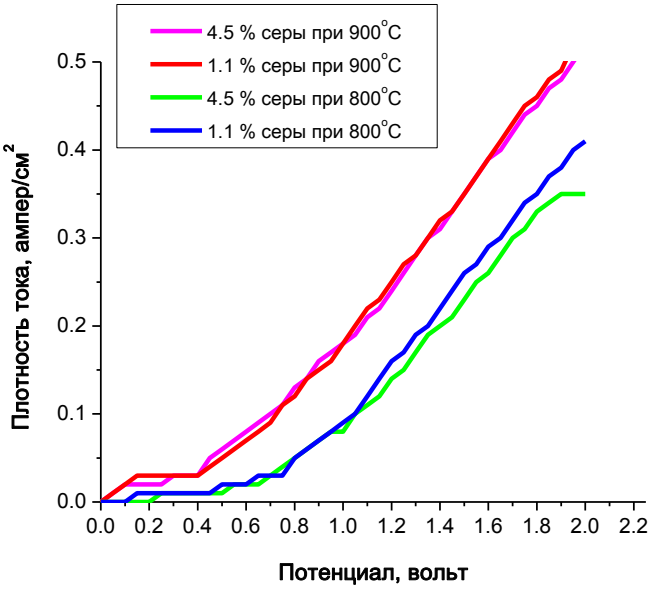


Рис.6. Зависимость электрохимического потенциала разложения сульфата калия в карбонатно-сульфатной системе (Na, K, Li)$_2CO_3$ - K_2SO_4 от температуры

ЛИТЕРАТУРА

[1] Досмухамедов Н.К., Каплан В.А., Жолдасбай Е.Е. и др. Разработка технологии очистки отходящих газов тепловых угольных электростанций от серы // Уголь. 2015. №8. −С.110-114.

[2] Досмухамедов Н.К., Каплан В., Жолдасбай Е.Е., Любомирский И. Физико-химические основы технологии очистки серосодержащих отходящих газов расплавами карбонатов щелочных металлов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 9, Ч.2. С.255-259.

[3] О внесении изменения в постановление Правительства Республики Казахстан № 98 от 8 февраля 2011 года «О Стратегическом плане Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан на 2011 - 2015 годы». Постановление Правительства Республики Казахстан № 1741 от 31 декабря 2011 года.

[4] Программа по наращиванию потенциала для регионального сотрудничества по приоритету Регионального плана действий по охране окружающей среды «Качество воздуха» в рамках проекта КАПАКТ. – Ташкент, 2012, с.31.

[5] Программа по развитию электроэнергетики Республики Казахстан на 2010-2014 гг. Постановление Правительства Республики Казахстан № 302 от 14.04.2010 г.

[6] Путилов В.Я. Экология энергетики. - М.: МЭИ. 2003. 715 с.

[7] Heredy L.A. Removal of Sulfur Oxides from Flue Gas. US Patent 3438722, 1967

[8] International Energy Agency report of Dec. 17th 2012. http://www.iea.org. news roomandevents/press releases/2012/december/name,34441,en.html

[9] Mcillroy R.A., Atwood G.A., and Major C.J. Absorption of Sulfur-Dioxide by Molten Carbonates, Env. Sc. Technol. 1973. № 7. P.1022-1029.

[10] Moore K.A. Recovery of sulfur values from molten salt. US Patent № 3867514, 1973.

[11] Newman W.G. Sulphur Dioxide Removal from Stack Gases. A Review of Available Methods. 1975. Report No. ARB-TDA-02-75.

[12] Nolan P. Flue Gas Desulfurization Technologies for Coal-Fired Power Plants. Jakarta, Indonesia. 2000.

[13] Turkdogan E.T. Physical Chemistry of High Temperature Technology. Academic Press. 1980.

[14] Yosim S.J., Grantham L.F., Mckenzie D.E., and Stegmann G.C. Chemistry of Molten Carbonate Process for Sulfur Oxides Removal from Stack Gases. Advances in Chemistry Series 1973. P.174-182.

Каплан В.А., Досмұхамедов Н.Қ., Жолдасбай Е.Е., Сәриев Б.Е.

Карбонат-сульфатты балқымадан электрохимиялық регенерациялау арқылы күкіртті алу

ЖЭС-нан шығатын тастамалы газдардың сенімді тазалау жүйесінің жоқтығы, олардың құрамындағы SO2 және басқа да зиянды ауаны ластаушыларының концентрацияларының артуына алып келді. Бүгін күкірт диоксиді бар газдардың ауаны ластау және оны шешу үшін белсенді шаралар қолдану талабы ең өзекті және күрделі мәселелердің бірі болып отыр. Газдарды күкірт диоксидінен тазалаудың ең тиімді тәсілдерінің бірі, оларды карбонат сілтілік металл балқымаларымен абсорбциялау әдісінің қолданылуы, оның одан әрі химиялық процесс бойынша алынатын карбонатты-сульфатты балқымалардың регенерациялау тәсілінің жоқтығынан, шектеулі болып отыр.

Бұл жұмыста карбонатты-сульфатты балқымалардан регенерациялау арқылы бір кезеңде күкірт алу туралы электрохимиялық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Тәжірибе жүзінде 800°С және 900°С температура кезінде құрамында күкірттің мөлшері әртүрлі балқымада калий сульфатының электрохимиялық ыдырау потенциалының мәні анықталды. 800°С температура кезінде калий сульфатының электрохимиялық ыдырау потенциалы анықталды, балқымадағы күкірттің құрамынан тәуелсіз, тұрақты және 0,65В құрайды.

Электрохимиялық ыдырау потенциалының температурадан тәуелділігін орнату бойынша зерттеу нәтижелері, 800°С-тан 900°С-қа дейін температураны көтерген кезде элементарлы күкірт алып калий сульфатының ыдырау реакциясы жылдамдығының артуын көрсетті. Бірақ, тәжірибелік көзқарастан мұны электр шығынының өсуіне және реактор материалының ұзақ электролиз процесі кезінде тұрақтылығын қамтамасыз етуіне байланысты тиімді деп санауға болмайды.

Кілт сөздер: регенерация, карбонатты-сульфатты балқыма, сульфат, электрохимиялық ыдырау потенциалы, күкірт.

Kaplan V.A., Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Sariev B.E.

Electrochemical regeneration of carbonat-sulphate melts with elemental sulfur

Summary. The lack of reliable flue gas cleaning system of the CHP SO2 and other harmful air pollutants have led to an increase in their concentration in emissions above the maximum allowable at times. Today the question of pollution of the air with sulfur dioxide and carbon has become one of the most pressing and serious problems that confronts humankind and requires active measures to resolve it. The introduction of effective methods of cleaning exhaust gases from sulfur dioxide, alkali metal carbonate melt further constrained by the unresolved problems of the regeneration obtained after absorption of waste gases carbonate-sulfate melts.

In this paper we present the results of studies on the electrochemical regeneration of sulfate-carbonate melts with sulfur in a single step. The experimentally determined value of the electrochemical potential of decomposition of potassium sulfate with different sulfur content in the melt at a temperature of 800 ° C and 900 ° C. It is found that at a temperature of 800 ° C, the electrochemical potential decomposition of potassium sulfate, regardless of the sulfur content of the melt remains constant and is 0,65V.

The results of studies to establish the electrochemical potential dependence on the temperature of decomposition show that when the temperature increases from 800 ° C to 900 ° C the reaction rate of decomposition of potassium sulfate to elemental sulfur is enhanced. However, from a practical point of view, this effect can not be considered effective in view of the increase of electricity consumption and ensure durability of the reactor material in the long process of electrolysis.

Key words: regeneration, carbonate-sulphate melt, sulfate, electrochemical potential decomposition, sulfur.

УДК 66.0:546.791

Н.Е. Абсадык, О.П. Байысбай
(Южно-Казахстанский государственный университет имени М.Ауэзова,
Шымкент, Республика Казахстан, 911nok_aut@mail.ru)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ МЕТОДОМ АБСОРБЦИИ

Аннотация: В статье приведены сведения о состоянии процесса очистки фторсодержащих отходящих газов производства минеральных удобрении методом абсорбции. В связи с ростом производства фосфорных удобрений и кормовых фосфатов проблема извлечения фтористых соединений из отходящих газов промышленности приобретает все большее значение как мера борьбы с загрязнением атмосферы. Фтористые газы, выделяясь в основном в виде высокотоксичных соединений HF и SiF4 , создают угрозу окружающей среде и причиняют существенный вред растительности и вызывают заболевание скота.

Методы очистки отходящих газов включают как простые процессы промывки, так и сложные

многоступенчатые процессы с рециркуляцией потоков. Во многих случаях сложность процесса вызвана необходимостью выделения примесей в качестве товарного продукта или регенерации материалов, используемых для удаления примесей.

Ключевые слова: абсорбция, фтор, отходящие газы, абсорберы, минеральные удобрения.

Для очистки используются классические методы такие, как абсорбция, адсорбция, химическое превращение в другие соединения, так и термические, каталитические и т.д.

Одним из опробованных и успешно применяемых методов очистки отходящих газов, является абсорбция. Процесс абсорбции, как метод очистки газов нашел широкое применение в промышленности. В основе абсорбции лежит массообмен, то есть переход вещества из газообразной в жидкую фазу, осуществляемый через поверхность раздела фаз.

Концентрация фтора в отходящих газах, а также выход и состав на различных стадиях производства зависят от состава сырья и вида получаемого фосфорного удобрения. Поэтому в одних случаях фтористые газы используются с целью утилизации фтора, а в других – проводят лишь санитарную их очистку. [1]

Основными компонентами подавляющего большинства фторсодержащих промышленных газов являются HF и SiF_4. Для их улавливания чаще всего используется вода и растворы фтористоводородной и кремнефтористо-водородной кислот. Иногда применяются растворы Na_2CO_3, NH_4OH, NH_4F, $Ca(OH)_2$, NaCl, K_2SO_4, NaOH и др. [2]

Наиболее распространенным способом извлечения фтористых соединений из отходящих газов является их водная абсорбция.

Фторид водорода хорошо растворим в воде.

При этом протекают следующие реакции:

$SiF_4+2H_2O=4HF + SiO_2$ (1)

$2HF+SiF_4=H_2SiF_6$ (2)

Суммарное уравнение этих реакций:

$3SiF_4+2H_2O=2H_2SiF_6+SiO_2$ – образуется кремнефтористо-водородная кислота. (3)

Образующийся водный раствор кремнефтористоводородной кислоты циркулирует через абсорбционный объем, пока не достигнет заданной концентрации. Доочистку газа от фтористых соединений рекомендуют производить абсорбцией известковым молоком, содержащим около 10% активной CaO. [3]

Допустимое остаточное количества фтора в газе после очистки для каждого предприятия определяют расчетным путем. При рассеивании отходящих газов в атмосфере содержание фтора в воздухе населенных мест не должно превышать 0.005 мг\м^3. [4]

Скорость абсорбции HF и SiF_4 из промышленных фторсодержащих газов зависит от сопротивления газовой фазы. Абсорбция SiF_4 осложнена образованием на поверхности капелек пленки SiO_2, затрудняющей процесс абсорбции. Кроме того, процесс абсорбции HF и SiF_4 сопровождается образованием туманов, что также в значительной мере затрудняет очистку фтористых газов при водной абсорбции. Поэтому удаление фтористых соединений из промышленных выхлопных газов является весьма трудной технической задачей. [5]

Для проведения процесса абсорбции выбирают такие аппараты, в которых можно создать развитую поверхность контакта фаз (газ - жидкость). По способу образования такой поверхности аппараты подразделяются на следующие группы:

Поверхностные – контакт происходит на зеркале жидкости или на поверхности жидкой пленки, стекающей по каналам различной формы (пленочные), или по элементам насадки (насадочные), или на элементах движущихся частиц (механические);

Барботажные – контакт происходит на поверхности пузырьков и струй, возникающих при пропуске газа через слой жидкости на тарелке. Такие аппараты называются барботажные тарельчатые с подвижной насадкой;

Распыливающие – контакт происходит на поверхности капель распыляемой жидкости (полые, скоростные, механические газопромыватели).

Системы абсорбции фторсодержащих газов, как правило состоят из нескольких последовательно установленных абсорберов. Аппаратурное оформление абсорбционных систем зависят от состава и объемов выделяющихся газов и от возможности их утилизации.

В связи с выделением при абсорбции фтористых газов кремнегеля, фторидов и других твердых

примесей применяют такие абсорберы, в которых не происходит отложения осадков.

Абсорберы изготовляют из стали, внутреннюю поверхность гуммируют или футеруют кислотоупорными плитками по слою полиизобутилена или асбестового картона на кислотоупорном цементе. [1]

В настоящее время для абсорбции фторсодержащих газов применяют следующие абсорбционные аппараты: полые башни, механические абсорберы, скрубберы Вентури, абсорберы с плавающей насадкой, с провальными тарелками, пенные и др. Степень очистки в них фтора практически одинакова и составляет 85% и выше. [1]

1) Из-за большого разнообразия применяемых конструкций абсорберов, различия режимов их работы (нагрузка по газу и жидкости, состав газовой фазы и др.) точное количественное сравнение эффективности работы различных абсорберов в промышленных условиях не возможно. Поэтому для того что бы найти оптимальное решение в поиске абсорбентов и абсорберов, надо произвести технологический расчет.

2) Для выделения фтористых соединений из фторсодержащих газов в промышленной практике используются абсорбционные установки с различными типами абсорберов - распыливающими, насадочными , барботажными.

3)Абсорбент, применяемый в процессе, должен удовлетворять следующим требованиям:

1. обладать высокой поглотительной способностью;
2. обладать высокой селективностью по отношению к извлекаемому компоненту;
3. иметь возможно меньшую летучесть и вязкость;
4. легко регенерироваться;
5. не оказывать коррозионного воздействия на аппараты;
6. иметь низкую стоимость и быть доступным в промышленных масштабах;
7. при физической абсорбции быть химически инертным по отношению к компонентам разделяемой смеси;

Фторсодержащие отходящие газы образуются почти во всех производствах фосфорной промышленности, поскольку в основе ее лежит переработка фосфатного сырья, содержащего существенное количество фтора. Следует отметить большие колебания концентрации фтора в отходящих газах различных производств. В зависимости от состава отходящих фторсодержащих газов их подразделяют на три группы: [6]

1) чистые – используемые газы;

2) с примесями пыли или брызг – газы, используемые после очистки от примесей;

3) загрязненные пылью, брызгами, парами кислот и другими примесями – неиспользуемые газы;

Неиспользуемые газы характеризуются низкой концентрацией фтора, поэтому таких разбавленных газов улавливает вместе с пылью и другими примесями с целью защиты атмосферы.

Абсорбционная очистка фторсодержащих газов является одним из основных методов на производствах. Степень очистки в них фтора практически одинакова и составляет 85% и выше.

Для улучшения степени очистки фторсодержащих газов были исследованы следующие абсорбенты: вода, растворы щелочей, солей: Na_2CO_3, NH_4OH, NH_4F, $Ca(OH)_2$, NaCl, K_2SO_4 и т.д. Наиболее распространенным способом извлечения фтористых соединений из отходящих газов является водная абсорбция. Введение добавок в виде солей и щелочей способствует более глубокой очистке. Степень очистки составляет 90-95%.

В заключение необходимо отметить, что накопленный опыт по улавливанию фтористых соединений в производстве фосфорных удобрений уже сейчас позволяет надежно защитить человека и окружающий его растительный и животный мир от вредных воздействия фтора.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Мельников Е.Я., Салтанова В.П., Наумова А.М., Блинова Ж.С. Технология неорганических веществ и минеральных удобрений: Учебник для техникума- М.: Химия 1983.-266-269с.

[2] Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки: Учебное пособие.-Пенза: Изд-во ПГУ,2006.-13с.: ил.,библиогр.

[3] Инструкция по санитарному содержанию помещений и оборудования производственных предприятий № 658-56 М, изд Мин здрав СССР, 1967

[4] Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест. М., Изд Мин-ва здравоохранения СССР, 1967, № 692-67

[5] Галкин Н.П., Зайцев В.А., Серегин М.Б. Улавливание и переработка фторсодержащих газов. М, Атомиздат, 1975,с.44.

[6] Ковалев О.С., Мухленов А.Ф., Туболкин О.С. и др. Абсорбция и пылеулавливание в производстве минеральных удобрений. Химия, 1987. 208с.

Абсадык Н.Е., Байысбай О.П.

Бөлінуші фторқұрамдас газдарды абсорбция әдісімен тазалау үрдісін жетілдіру

Түйіндеме: Аталмыш мақалада минералды тыңайтқыштар өндірісіндегі бөлінуші фторқұрамдас газдарды абсорбция әдісімен тазалаудың қазіргі кездегі жай күйі туралы мәліметтер келтірілген.

Кілттік сөздер: абсорбция, фтор, бөлінуші газдар, абсорберлер, минералды тыңайтқыштар.

Absadyk N.E., Bayisbay O.P.

Improving the process of cleaning the exhaust gases of fluorine-containing absorption

Summary: This article provides information about the status of the cleaning process of fluorine-containing waste gases production of mineral fertilizers, by absorption.

Key words: absorption, fluorine, exhaust gases absorbers, mineral fertilizers.

УДК 665.664.2

С.Т. Танашев, М.Ж. Идирисов, Ж.Т. Албаева, Б.Ж. Искендиров, М.М. Налибаев, А.С.Танашев
(Южно Казахстанский государственный университет имени М.Ауезова,
Шымкент, Республика Казахстан, tanashev56@mail.ru)
(Казахский национальный исследовательский технический университет им.К.Сатпаева,
Алматы, Республика Казахстан, albaeva@inbox.ru)

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ ВАКУУМНЫХ ГАЗОЙЛЕЙ НА ПРОЦЕСС КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

Аннотация. Увеличение спроса на моторные топлива требует углубления переработки нефти, которое достигается, прежде всего, повышением доли деструктивных процессов переработки утяжелённых (> 350°С) дистиллятных фракций. Показано, что в ближайшее годы в промышленности, возможно будет внедрен процесс перегонки нефти в присутствии активирующих добавок, это позволит несколько расширить ресурсы сырья установок каталитического крекинга за счет увеличения выработки вакуумного газойля. В работе было показано, что изменение технологии перегонки нефти (использование активирующих добавок) привело к повышению качества масла, вырабатываемого на базе дистиллятов, полученных при перегонки активирующими добавками. При этом ресурсы сырья крекинги возрастают на 8,3-11,0% масс. Эволюция процесса каталитического крекинга, таким образом, связана, прежде всего, с расширением сырьевой базы, ужесточением требований к качеству сырья и получаемых из него продуктов, совершенствованием катализаторов и технологий.

Ключевые слова: каталитический крекинг, вакуумный газойль малосернистых казахстанских нефтей, параметры процесса каталитического крекинга.

В ближайшее время в промышленности, возможно будет внедрен процесс перегонки нефти в присутствии активирующих добавок, это позволит несколько расширить ресурсы сырья установок каталитического крекинга за счет увеличения выработки вакуумного газойля. Однако, как повлияет, изменение технологии каталитического крекинга получаемых газойлей исследовано не было. В работе [1] было показано, что изменение технологии перегонки нефти (использование активирующих добавок) привело к повышению качества масла, вырабатываемого на базе дистиллятов, полученных при перегонки активирующими добавками.

Нами были отобраны образцы вакуумных газойлей с установки вакуумной перегонки мазута в присутствии активирующей добавки экстракта селективной очистки масел при работе без добавки и при закачке экстракта. Вакуумные газойли представляли собой смесь II, III и IV фракций которые, были смешаны в балансовом количестве.

Под "активированным" вакуумным газойлем понимали вакуумный газойль, полученный в результате вакуумной перегонки мазута с активирующей добавкой.

В таблице 1 даны результаты вакуумной перегонки двух видов мазута в присутствии

активирующих добавок. Наилучшие результаты получены при вакуумной перегонке мазута Западно-сибирской нефти в присутствии 1,5% масс, экстракта; 1,0% масс. черного соляра и 4,0% масс, бензинового отгона гидроочистки.

Таблица 1. **Выход вакуумного газойля при вакуумной перегонке мазута Западносибирской нефти в присутствии различных активирующих добавок**

Концентрация добавки, % масс.	Выход вакуумного газойля в присутствии добавки, %масс.		
	Экстракт	Черный соляр	Бензиновый отгон гидроочистки
0	56,0	56,0	56,0
0,5	57,2	58,6	-
1,0	58,5	62,3	58,0
1,5	60,8	61,0	-
2,0	59,4	57,5	61,2
2,5	56,4	57,0	-
3,0	56,8	57,2	61,0
4,0	-	-	61,8
5,0	-	-	59,4

Таблица 2. **Выход газойля при вакуумной перегонке мазута орысказганской нефти в присутствии экстракта и черного соляра**

Концентрация добавки, %масс.	Выход вакуумного газойля в присутствии добавки, %масс.	
	Экстракт	Черный соляр
0	58,4	58,4
0,5	59,0	59,4
1,0	59,5	60,3
1,5	61,4	63,0
2,0	63,8	62,5
2,5	60,2	62,1
3,0	60,8	60,0

Таблица 3. **Выход продуктов крекинга "активированного"вакуумного газойля, полученного при вакуумной перегонке мазута Западно-сибирской нефти в присутствии активирующих добавок**

Количество добавки в мазуте, % масс.	Выход продуктов крекинга					Глубина превращения, %масс.	Селектив-ность,%
	Газ	Бензин (н.к195°С)	Легкий газойль (фр.195-350 °С)	Тяжелый газойль (фр.>350 °С)	Кокс		
«Активированный» вакуумный газойль, полученный при перегонке мазута в присутствии экстракта							
0	12,4	34,7	25,0	19,4	8,5	55,6	62,4
0,5	12,7	39,7	27,2	16,3	4,1	56,5	70,2
1,0	13,0	35,8	33,3	15,0	2,9	51,7	69,2
1,5	12,8	34,1	36,1	15,0	2,0	48,9	69,7
2,0	12,7	34,4	33,6	15,8	3,5	50,6	67,9

2,5	13,0	34,1	24,5	21,6	6,8	53,9	63,2
3,0	12,8	34,0	25,7	19,2	7,3	54,1	62,8
«Активированный» вакуумный газойль, полученный при перегонке мазута в присутствии черного соляра							
0,5	12,6	35,4	30,4	16,9	4,7	65,3	54,2
1,0	12,3	34,7	33,3	16,9	2,8	49,5	70,1
1,5	12,3	34,7	32,0	16,8	4,2	51,2	67,7
2,0	12,5	34,7	30,3	16,7	5,8	53,0	65,4
2,5	12,6	34,4	27,7	19,7	5,6	52,6	65,3
3,0	12,5	34,7	27,0	19,5	6,3	53,5	64,8
«Активированный» вакуумный газойль, полученный при перегонке мазута в присутствии бензинового отгона							
1,0	13,0	38,3	28,2	15,5	5,0	56,3	68,0
2,0	13,4	38,7	28,6	14,1	5,2	57,3	67,5
3,0	13,4	39,6	28,8	12,5	5,7	58,7	67,4
4,0	13,6	39,2	28,7	14,1	4,4	57,2	68,5
5,0	13,3	39,7	28,8	13,5	4,7	57,7	68,8

Наибольшее количество вакуумного газойля получено при перегонке мазута Орысказганской нефти в присутствии 2,0 масс%, экстракта и 1,5 масс%, черного соляра.

Все активированные вакуумные газойли были испытаны в процессе крекинга при 490°С и массовой скорости подачи сырья 4 $ч^{-1}$ (табл. 14 и рис.8).

Таблица 4. **Выход продуктов каталитического крекинга «активированного»вакуумного газойля, полученного при вакуумной разгонки мазута Орысказганской нефти в присутствии экстракта**

Количество экстракта в мазуте, % масс.	Выход продуктов, % масс.					Глубина превращения, % масс	Селектив-ность,%
	Газ	Бензин	Легкий газойль	Тяжелый газойль	Кокс		
0	15,0	31,5	27,5	19,0	7,0	53,5	58,9
0,5	15,0	32,5	27,5	19,1	5,9	50,4	60,8
1,0	15,2	33,1	27,8	19,1	4,8	53,1	62,3
1,5	15,2	33,8	29,2	19,1	3,7	52,7	64,1
2,0	15,2	35,8	32,5	14,3	2,2	53,2	67,3
2,5	15,5	32,5	27,8	18,1	6,1	54,1	60,1
3,0	15,5	32,5	27,8	18,1	6,1	54,1	60,1

Таблица 5. **Качество продуктов каталитического крекинга «активированного» вакуумного газойля, полученного при вакуумной разгонки мазута Орысказганской нефти в присутствии экстракта**

Продукты и их качество	Исходный вакуумный газойль	Количество добавки , мас %.					
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
бензин плотность г/м^3	737,6	737,9	737,9	738,4	738,4	738,7	738,7
содержание серы, мас%	0,10	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,08
содержание углеводородов, масс. %:							
непредельные	32,4	36,7	29,2	27,6	27,6	31,10	31,7
ароматические	36,6	39,7	39,2	39,9	38,4	38,4	39,7
парафино-нафтеновые	31,0	28,6	31,6	33,0	32,5	30,6	28,6
иодное число I/100 г	82,5	80,7	74,4	70,8	70,2	78,9	80,7
легкий газойль плотность кг/м^3	904,1	906,9	906,9	907,4	907,4	907,2	907,4
содержание серы, мас_%	0,34	0,22	0,20	0,20	0,19	0,24	0,29

Таблица 6. **Выход продуктов каталитического крекинга «активированного»вакуумного газойля, полученного при вакуумной разгонки мазута Орысказганской нефти в присутствии черного соляра**

Количество экстракта в мазуте, масс. %	Выход продуктов, масс%.					Глубина превращения, масс%	Селектив-ность,%
	Газ	Бензин	Легкий газойль	Тяжелый газойль	Кокс		
0	15,0	31,5	27,5	19,0	7,0	53,5	58,9
0,6	14,4	33,0	32,4	15,0	4,2	51,6	63,9
1,0	14,4	33,2	32,8	15,8	3,8	51,4	64,5
1,5	14,3	33,5	34,0	15,0	3,2	51,0	65,6
2,0	14,5	33,4	33,8	14,7	3,6	51,5	64,8

Таблица 7. **Физико химическая характеристика продуктов каталитического крекинга «активированного» вакуумного газойля Орысказганской нефти с черным соляром.**

Продукты и их качество	Исходный вакуумный газойль	Количество добавки , мас%.			
		0,6	1,0	1,5	2,0
бензин плотность, кг/м^3	737,6	738,0	738,0	738,5	738,5
содержание серы, мас%	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12
содержание углеводородов, % мас					
непредельные	32,4	31,7	31,8	31,2	31,2
ароматические	36,6	36,8	38,0	37,5	38,4
парафино-нафтеновые	31,0	31,5	30,2	31,3	30,4
иодное чисор I/100г	82,5	80, 7	80,9	79,5	79,5
легкий газойль плотность, кг/м^3	904,1	908,5	910,2	912,0	912,8
содержание серы, мас_%	0,34	0,38	0,38	0,38	0,38

Установлено, что выход газа и бензина во всех случаях крекинга "активированного" вакуумного газойля Западно-сибирской нефти от концентрации черного соляра не изменяется. В то же время, наблюдается экстремальная зависимость выхода легкого газойля.

Так, если при крекинге исходного вакуумного газойля выход легкого газойля составил 25,0% масс, то в случае крекинга "активированного" вакуумного газойля, полученного при перегонке мазута с добавкой к нему 1,0% масс, черного соляра, выход легкого газойля составил 33,3% масс, на сырье, что на 8,3% масс. превосходит значение выхода легкого газойля при крекинге исходного.

Во всех случаях при крекинге "активированного" вакуумного газойля Западно-сибирской нефти (в отличии от исходного) с различной концентрацией черного соляра наблюдается снижение коксообразования на катализаторе.

Оптимальным количеством добавки экстракта в случае крекинга "активированного" вакуумного газойля является 0,5 и 1,5 масс%.

Установлено, что оптимальное количество добавки для мазута в процессе вакуумной перегонки не всегда является оптимальным для процесса крекинга.

Сравним данные таблицы 1 и 2 и рис.1.

При вакуумной перегонке мазута оптимальной добавкой является 1,5% мас. экстракта, а при каталитическом крекинге полученного вакуумного газойля наилучшие результаты по выходу бензина при 0,5 масс%, экстракта в сырье по выходу легкого газойля и снижение коксообразования - при 1,5 масс%, экстракта.

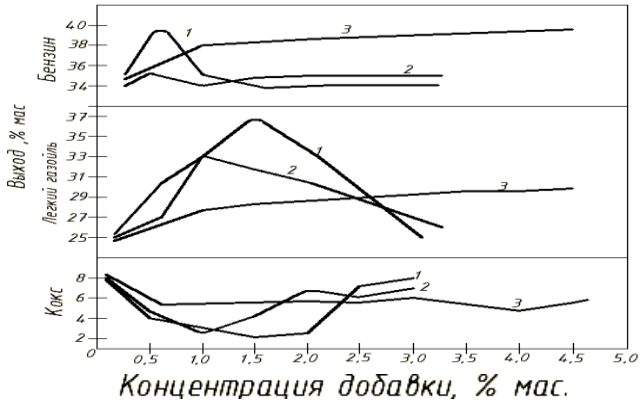


Рис. 1. Выход продуктов крекинга "активированного" вакуумного газойля, полученного при перегонке мазута Западно-сибирской нефти в присутствии I-экстракта, 2-черного соляра, 3-бензинового отгона гидроочистки.

Для черного соляра и бензинового отгона оптимальные количества для двух процессов перегонки и каталитического крекинга совпадают.

Из данных табл.5 видно, что в процессе крекинга наблюдается улучшение качества продуктов при введении оптимального количества добавки.

Таблица 8. **Выход продуктов каталитического крекинга исходного и активированного газойля западносибирской нефти в присутствии черного соляра (кислородсодержащей добавки)**

Сырье	Выход продуктов крекинга, %масс.		
	Бензин (фр.НК-195°С)	Легкий газойль (фр.195-350 ^{O}С)	Кокс
1. Вакуумный газойль без добавки	34,7	25,0	8,5
2. Вакуумный газойль с добавки 0,4%масс. черного соляра	34,7	32,7	2,6
3. Активированный вакуумный газойль, полученный из активированного мазута с 1,5%масс. Черного соляра	34,7	33,3	2,8
4. То же, что и п.з, но с добавкой 0,4 масс. % Черного соляра	35,2	34,8	2,4

Таблица 9. **Выход продуктов каталитического крекинга исходного и активированного газойля орысказганской нефти в присутствии черного соляра (кислородсодержащей добавки)**

Сырье	Выход продуктов крекинга, %масс.		
	Бензин (фр.НК-195°С)	Легкий газойль (фр.195-350 ^{O}С)	Кокс
1. Вакуумный газойль без добавки	31,5	27,5	7,0
2. Вакуумный газойль с добавки 0,7%масс. черного соляра	36,4	32,8	2,3
3. Активированный вакуумный газойль, полученный из активированного мазута с 1,5%масс. Черного соляра	33,5	34,0	3,2
4. То же, что и п.з, но с добавкой 0,7 %масс. Черного соляра	36,0	43,7	2,8

Из данных табл.6-9 видно, что природа "активированного" вакуумного газойля, полученного при перегонке мазута Орысказганской нефти в присутствии экстракта и черного соляра оказывает существенное влияние на выход продуктов крекинга.

Выход бензина и легкого газойля при крекинге "активированного" вакуумного газойля с 2,0% масс. экстракта и 1,5% масс. черного соляра превосходит значение выхода бензина из исходного вакуумного газойля без добавки.

Из данных табл. 4 и 7 видно, что крекирование "активированного" вакуумного газойля Орысказганской нефти, полученного при вакуумной перегонке мазута в присутствии 2,0% масс, экстракта и 1,5% масс, черного соляра, наряду с увеличением выхода каталитического дистиллята, одновременно улучшает качество целевых продуктов.

Оптимальное количество экстракта и черного соляра в мазуте Орысказганской нефти для двух процессов также совпадают.

Интересно было проследить, как различается каталитический крекинг газойлей при введении оптимального количества добавки в мазут и той же добавки в оптимальном количестве в вакуумный газойль и при двойном введении добавки (из данных табл.5 и 8,9).

Можно отметить, что результаты для трех последних вакуумных газойлей практически одни и те же. Это показывает, что при добавке черного соляра увеличивается выход целевых продуктов и снижается коксообразование на катализаторе.

Возможны три способа: 1) ввод оптимального количества добавки в мазут; 2) ввод оптимального количества добавки в газойль и 3) ввод оптимального количества добавки в активированный газойль.

Первый способ хорош тем, что, вводя добавку в мазут, активируем два процесса - вакуумную перегонку и каталитический крекинг.

Второй способ требует в два раза меньше добавки по количеству, но сокращаются ресурсы сырья для процесса каталитического крекинга.

Третий способ - введение добавки и в мазут, и в активированный газойль, видимо, нецелесообразен, так как незначительно улучшает результаты, полученные по первому способу.

Таким образом, что введение оптимального количества черного соляра в мазут активирует два процесса-вакуумную перегонку и каталитический крекинг, увеличивая выход вакуумного газойля, легкого газойля каталитического крекинга и снижая коксобразование на катализаторе.

Учитывая, что использование активирующей добавки при перегонке позволяет расширить ресурсы сырья каталитического крекинга, и то, что качество продуктов крекинга остается высоким (см. таб.5,7.), можно рекомендовать переработку вакуумных газойлей полученных при перегонке нефти с активирующими добавками на установках каталитического крекинга.

Качественные показатели продуктов каталитического крекинга вакуумных газойлей, полученных при вакуумной перегонки мазута как и с использованием, так и без использования активирующей добавки примерно одинаковы.

Следует отметить, что при каталитическом крекинге "активированного" вакуумного газойля Орысказганской нефти имел место пониженный выход кокса, то можно было предположить, что это происходило за счет действия добавки, которую ввели при перегонке мазута, т.к. она выкипает в пределах вскипания вакуумного газойля. Однако, более подробное исследование тяжелого

каталитического газойля, полученного при каталитическом крекинге "активированного" вакуумного газойля Орысказганской нефти, показало, что в нем увеличилось содержание парафино - нафтеновых углеводородов, а количество ароматических углеводородов и асфальтенов снизилось, изменения этих показателей прямо противоположены наблюдаемых нами в сериях крекинга с активирующими добавками такой же природы. Скорее всего, снижение выхода кокса при каталитическом крекинге "активированного" вакуумного газойля Орысказганской нефти ,по сравнению с "активированным" вакуумным газойлем Западно-сибирской нефти было обусловлено меньшим содержанием в "активированном" вакуумном газойле Орысказганской нефти три – и полициклических ароматических углеводородов.

Достоинства предлагаемой технологии каталитического крекинга в присутствии активирующих добавок очевидны: введение в сырье небольших количеств добавок, не уменьшая выход целевого продукта крекинга, увеличивает выработку легкого каталитического газойля (компонента дизельного топлива), повышает выход тяжелого каталитического газойля (компонента котельных топлив). Использование активирующих добавок при вакуумной перегонке мазута и крекинге, таким образом, позволяет более рационально использовать нефтяное сырье, снижая количество его невосполнимых потерь (выжимаемый кокс).

По своей сущности данная технология крекинга может быть отнесена к разряду ресурсосберегающих, о важности внедрения, которых показано в работах авторами [1-4], что использование активирующих добавок при вакуумной перегонке мазута не ухудшает показателей каталитического крекинга, получаемого "активированного" вакуумного газойля, и следовательно, может быть рекомендовано для расширения ресурсов сырья процесса каталитического крекинга на нефтеперерабатывающих заводов стран СНГ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Капустин В.М., Танашев С.Т., Омаралиев Т.О. Каталитический крекинг вакуумного газойля в присутствии смолы пиролиза // Нефтехимия. - 1988. - №2.-0.218-227.

[2]Танашев С.Т.,Омаралиев Т.О.,Туранов Б.Д. Изучение путей снижения коксоотложения на поверхности окисных катализаторов крекинга / Тезисы докладов всесоюзной конференции NTK (Уфа, 1991).

[3]Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержа- щих катализаторах / Под ред. С.Н. Хаджиева. - М.: Химия, 1982.-278 с.

[4] Белоусов А.Н., Капустин В.М., Сюняев З.И., Танашев С.Т. и др. Некоторые результаты опытно-промышленного пробега каталитического крекинга установки КТ-1 Павлодарского НПЗ на смеси вакуумного газойля // Нефтепереработка и нефтехимия,- 1988,-№ 10.-С. 3-5.

Танашев С.Т., Идирисов М.Ж., Искендиров Б.Ж., Налибаев М.М.Танашев А.С.

Каталитикалық крекинг поцессінің негізгі көрсеткіштеріне белсендірілген вакуум газойлдердің әсер ету заңдылықтарын зерттеу

Түйіндеме. Бұл мақала қазіргі кезде мұнай өңдеу, мұнай химия саласында өзекті маңызды мәселе болып табылатын Қазақстан мұнайларының мазутын вакуумдық қысымда фракцияларға айыру арқылы алынған газойл фракцияпарын каталитикалық крекингтеу арқылы мақсатты жоғары сапалы, өндіріске аса қажетті өнімдер алудың ғылыми-тәжрибиелік заңдылықтарын зерттеуге арналған.

Ключевые слова: каталитический крекинг, вакуумный газойль малосернистых казахстанских нефтей, параметры процесса каталитического крекинга.

Tanashev S.T., Idirisov M.Dq., Nalibaev M.M., Tanashev A.S.

SummaryThe wide set of objects of research - vacuum gasoils, нефтей of a various origin, and also entered in oil of the various petrochemical additives is defined(determined) by possible(probable) changes on a factory of raw material and tasks of reception of target products cracking of required quality.

Key words: catalytic cracking, vacuum gas oil, parameters of process catalytic cracking, cracking.

УДК 665.637.6.092.5

М. Идирисов, С.Т. Танашев, Ж.Т. Албаева, Г.Ш. Еркебаева, Б.Ж. Искендиров, М.М. Налибаев, А.М. Жолдасбек
(Южно – Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова
Шымкент, Республика Казахстан, Imzh68@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ГИДРООБЕССЕРИВАНИЯ СЫРЬЯ НА ВЫХОДЫ ПРОДУКТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

Аннотация. Недостаток сырья для процесса каталитического крекинга ощущается на блоках крекинга современных промышленных установок Г-43-107 Павлодарского НХЗ. Поэтому актуально проведение исследований, которые позволят несколько расширить ресурсы сырья за счет использования тяжелых остатков нефтей типа мазута, путем смешения их с обычным сырьем каталитического крекинга. Подготовка сырья является одним из основных вопросов интенсификации процесса каталитического крекинга. В то же время, гидрогенизационная очистка является одним из основных способов подготовки сырья каталитического крекинга.

Ключевые слова: гидрогенизат, смола, вакуумный газойль, мазут, коксоотложение, селективность, каталитический крекинг, непредельные углеводороды.

В последние годы остро встал вопрос об углублении переработки нефти, в частности, путем использования тяжелых остатков типа мазута в качестве сырья каталитического крекинга. Однако с утяжелением сырья в них увеличивается содержание серосодержащих, азотсодержащих и кислородорганических соединений, смол, металлов и других веществ, ухудшающих показатели каталитического крекинга.

В настоящее время недостаток сырья процесса каталитического крекинга осуществляль и на блоках крекинга современных промышленных установок Г-43-107 Павлодарского НХЗ. Кроме того, в ближайшие годы на Шымкентском НПЗ (ТОО «ПКОП») войдет в строй установка каталитического крекинга Г-43-107.

Для оценки влияния глубины гидрообессеривания сырья на выходы продуктов каталитического крекинга были подвергнуты крекингу на лабораторной установке неочищенный вакуумный газойль и гидроочищенный гидрогенизат в смеси с мазутом, отобранный с установки Павлодарского НХЗ.

Режим и методика крекинга были выбраны такие же, как и в предыдущем нашем сообщении [1-3].

Смесь сырья готовили добавлением к вакуумному газойлю сернистого мазута от 5% масс до 30% масс. Результаты крекинга негидроочищенной смеси вакуумного газойля и мазута на катализаторе КМЦР, при температуре 490^0С и массовой скорости подачи сырья 2 $час^{-1}$ и 4 $час^{-1}$ представлены в таблице 1. Как видно, и из данных таблицы, крекинг вакуумного газойля в смеси с мазутом в различных количествах приводит к значительному изменению выхода продуктов. Наиболее характерные изменения отмечены для оптимальной смеси вакуумного газойля и мазута с массовым соотношением 85:15. При крекинге такой смеси по сравнению с результатами крекинга вакуумного газойля увеличился выход бензина на 2,0-2,2%, легкого газойля на 1,7-2,1% и тяжелого газойля на 3,1-4,4% масс. Уменьшились выход газа на 4,2-6,0% и коксоотложение на катализаторе на 2,1-2,6% масс. Глубина превращения для оптимальной смеси сырья по абсолютной величине ниже на 4,4%, чем в случае крекинга вакуумного газойля, но селективность по бензину выше на 5,1% масс. С ростом содержания мазута в составе сырья (до 30%) снизился выход бензина на 3,4-4,8%, выход легкого газойля уменьшился на 1,1-1,3%, тяжелого газойля увеличился на 2,3% . Все это указывает на уменьшение степени превращения исходного сырья.

Таблица 1. **Показатели выхода продуктов каталитического крекинга смеси вакуумного газойля и мазута**

Показатели	Выход продуктов, % масс.									
	Газ		Бензин		Легкий Газойль		Тяжелый газойль		Кокс	
Массовая скорость подачи сырья, ч $^{-1}$	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Содержание мазута, % масс.										
0	14,0	12,4	40,5	34,7	19,2	25,0	16,7	19,4	9,6	8,5
5	12,1	9,0	40,9	35,0	19,6	25.5	17,5	20,7	9,9	9,8
10	11,7	9,0	41,2	35,2	20,0	25,9	18,1	21,3	9,0	18,6
15	9,2	6,4	42.7	36,7	21,3	26,7	19,8	23,8	7,0	6,4
20	14,4	10,6	39,4	33,3	20,0	25,3	17,6	22,7	6,6	8,1
25	19,1	11,3	36,2	32,7	18,7	24,8	17,0	22,4	9,0	8,8
30	20,4	13,6	35,7	31,3	17,9	23,9	16.2	21,7	9,8	9,5

Таблица 2. **Показатели физико-химических свойств продуктов каталитического крекинга смеси вакуумного газойля и мазута**

Количество мазута в составе сырья, %	0		5,0		10		15		20		25		30	
Массовая скорость подачи сырья, час$^{-1}$	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	.2	4	2	4
Бензин (нк-195^{0}С)														
Плотность, кг/м^3	787,5	784,4	787,5	784,4	786,9	784,0	786,5	783,9	787,4	783,9	787,8	784,0	779,2	778,0
Содержание серы, % масс.	0,20	0,21	0,20	0,21	0,20	0,21	0,19	0,20	0,19	0,20	0,20	0,21	0,20	0,21
Йодное число= J_2/100г нефтепродуктов	65,9	67,8	65,9	67,4	64,8	65,0	62,7	63,9	63,4	63,9	64,2	65,0	65,2	65,8
Содержание углеводородов, % масс:														
Непредельные	25,9	26,6	25,9	26,5	25,9	25,6	24,6	25,1	24,9	25,1	25,2	25,5	25,6	25,0
Ароматические	50,4	51,6	50,4	51,9	51,8	52,6	52,0	53,7	52,0	52,7	52,0	52,0	51,0	52,0
Парафино-нафтеновые	23,7	21,8	23,7	21,6	23,3	21,8	23,4	21,2	23,1	22,2	22,9	22,5	23,4	22,1
Легкий газойль (фр. 195-350°С)														
Плотность, кг/м^3	904,7	901,1	904,7	903,0	905,8	907,2	908,6	909,6	908,0	908,7	909,0	909,7	908,4	910,2
Содержание серы, % масс	1,90	2,04	1,90	1,90	1,88	1,94	1,88	1,94	1,89	1,96	1,90	2,01	1,90	2,0

Тяжелый газойль														
Плотность, кг/м^3	970,6	970,6	970,6	974,5	972,0	980,0	978,4	981,5	978,0	981,0	978,0	984,0	978,0	984,7
Содержание серы, % масс.	2,09	2,08	2,09	2,18	2,10	2,19	2,14	2,21	2,16	2,24	2,16	2,20	2,18	2,26

При крекинге сырья, когда массовая скорость подачи сырья равна 2 час$^{-1}$, выход газа и бензина больше, а выходы легкого и тяжелого газойля меньше, чем при массовой скорости подачи сырья, равной 4 час$^{-1}$.

В таблице 2 представлены данные о качестве продуктов каталитического крекинга смеси вакуумного газойля и мазута.

При крекинге оптимальной смеси сырья качество получаемых продуктов несколько улучшается. Содержание непредельных углеводородов в бензине уменьшилось на 0,7 %, ароматических углеводородов возросло на 1,6% масс. Изменение содержания серы в продуктах крекинга незначительное.

Таблица 3. **Показатели выхода продуктов каталитического крекинга смеси гидроочищенного вакуумного газойля и мазута**

Показатели	Выход продуктов , % масс.									
	Газ		Бензин		Легкий газойль		Тяжелый газойль		Кокс	
Массовая скорость подачи сырья, ч$^{-1}$	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Содержание мазута в сырье, % масс.										
0	16,3	14,8	41,1	38,0	22,0	29,7	12,6	11,5	8,0	6,0
5	14,4	11,4	41,5	38,3	22,4	30,2	13,4	12,8	8,3	7,3
15	12,3	9,2	42,5	39,0	24,1	31,0	15,7	15,9	5,4	4,9
20	43,8	П,4	41,8	38,5	22,8	30,6	14,0	13,4	7,5	6,1
25	17,6	12,4	39,2	36,6	22,7	29,6	13,5	14,8	7,0	6,6
30	21,5	13,1	36,8	36,0	21,4	29,1	12,9	14,5	7,4	7,3

Таблица 4. **Показатели физико-химических свойств продуктов каталитического крекинга смеси гидроочищенного вакуумного газойля и мазута**

Количество мазута в составе сырья, %	0		5		10		15		20		25	
Массовая скорость подачи сырья, час-1	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	.2	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Бензин (н.к.-195°С)												
Плотность, кг/м3	742,7	759,2	742,5	759,0	742,0	758,4	741,5	757,1	741,7	759,1	742,1	760,0
Содержание серы, %	0,018	0,027	0,017	0,024	0,016	0,023	0,017	0,023	0,018	0,023	0,018	0,025
Йодное число, гI2 /100г нп.	58,0	69,7	57,.2	66,9	56,.5	65,1	55,.1	64,5	56,3	65,7	56,7	68,3

Содержание углеводородов. % масс:												
Непредельные	22,.8	27,4	22,5	26,3	22,2	25,6	21,6	25,3	22,1	25,8	22,3	26,8
Ароматические	54,.5	50,7	54,9	51,1	55,.3	51,8	56,.8	52,8	56,7	52,7	56,3	52,9
Парафино-нафтеновые	22,7	21,9	22,6	22,6	22,5	22,6	21,6	21,9	21,2	21,5	21,4	20,3
Легкий газойль (фр. 195-350 °С)												
Плотность, кг/м^3	910,4	900,1	911,2	903,9	913,4	907,2	914,3	908,6	914,7	906,1	914,8	907,5
Содержание серы, % масс.	0,19	0,18	0,019	0,07	0,18	0,08	0,17	0,08	0,18	0,10	0,18	0,14
Тяжелый газойль (фр. >350°С)												
Плотность, кг/м^3	961,4	952,8	964,15	965,3	966,7	961,4	969,6	963,7	969,5	964,1	969,0	965,0
Содержание серы, % масс.	1,09	1,04	1,10	1,08	1,11	1,12	1,14	1, 17	1,16	3,19	1,18	1,21

Из данных таблицы 3 видно, что крекинг смеси, состоящей из гидроочищенного вакуумного газойля (85% масс.) и сернистого мазута (15% масс.) при тех же условиях приводит к росту выхода каталитического дистиллята на 5,4 - 7,7% масс, для массовой скорости подачи сырья 2 и 4 час$^{-1}$ соответственно. При этом имеет место изменение выхода всех составляющих дистиллята по сравнению с их выходом из чистого вакуумного газойля (таблица 4). Снизилось коксоотложение на катализаторе на 1,9-2,6% масс. Наблюдается улучшение качества получаемых продуктов.

При крекинге оптимальной смеси гидроочищенного вакуумного газойля (85% масс) и сернистого мазута (15% масс) при массовой скорости подачи сырья, равной 4 час $^{-1}$увеличивается выход бензина, легкого газойля. Крекинг сырья при массовой скорости подачи сырья 2 час$^{-1}$, способствует росту выхода газа и бензина, приводит к уменьшению выхода легких и тяжелых газойлей, чем при массовой скорости подачи сырья 4 час$^{-1}$

Содержание серы и непредельных углеводородов в бензине, полученном из гидроочищенного сырья, меньше, ароматических соединений – больше. Легкие и тяжелые газойли также содержат значительно меньше серы.

Таким образом, показана принципиальная возможность улучшения показателей каталитического крекинга путем предварительной гидроочистки вакуумного газойля и крекинга его в смеси сернистым мазутом той же нефти, что способствует углублению переработки нефти, увеличению выхода каталитического дистиллята и снижению загрязнения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Капустин В.М., Танашев С.Т., Омаралиев Т.О. Каталитический крекинг вакуумного газойля в присутствии смолы пиролиза // Нефтехимия. - 1988. - №2.-0.218-227.

[2]Танашев С.Т.,Омаралиев Т.О.,Туранов Б.Д. Изучение путей снижения коксоотложения на поверхности окисных катализаторов крекинга / Тезисы докладов всесоюзной конференции NTK (Уфа, 1991).

[3]Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержа- щих катализаторах / Под ред. С.Н. Хаджиева. - М.: Химия, 1982.-278 с.

[4] Белоусов А.Н., Капустин В.М., Сюняев З.И., Танашев С.Т. и др. Некоторые результаты опытно-промышленного пробега каталитического крекинга установки КТ-1 Павлодарского НПЗ на смеси вакуумного газойля // Нефтепереработка и нефтехимия, - 1988,-№ 10.-С. 3-5.

Идирисов М., Танашев С.Т., Албаева Ж.Т., Искендиров Б.Ж., Налибаев М.М., Жолдасбек А.М.

Влияния глубины гидрообессеривания сырья на выходы продуктов каталитического крекинга

Түйіндеме. Каталитикалық крекинг процесі шикізатының кемшілігі Павлодар МХЗ заманауи өндірістік Г-43-107 қондырығы блогында кездеседі. Сондықтан мұнайдың ауыр қалдығы болып табылатын мазутты каталитикалық крекингтің қарапайым шикізатымен араластыру есебінен оның шикізат көлемін ұлғайту жолымен кең көлемді зерттеу жұмыстарын жүргізу өзекті болып табылады. В этой связи подготовка сырья является одним из основных вопросов интенсификации процесса каталитического крекинга. В то же время, гидрогенизационная очистка является одним из основных способов подготовки сырья каталитического крекинга.

Ключевые слова: гидрогенизат, смола, вакуумный газойль, мазут, коксоотложение, селективность, каталитический крекинг, непредельные углеводороды.

М. Идирисов, С.Т. Танашев, Ж.Т. Албаева, Г.Ш. Еркебаева, Б.Ж. Искендиров,
М.М. Налибаев, А.М. Жолдасбек

Влияния глубины гидрообессеривания сырья на выходы продуктов каталитического крекинга.

Summary. The disadvantage of a catalytic cracking process raw materials exist on the blocks cracking of modern industrial plants G-43-107 Pavlodar Petrochemical Plant. It is therefore particularly important for extensive research that will expand the number of raw material resources, through the use of heavy oil residues such as fuel oil, by mixing them with conventional catalytic cracking feedstock. In this regard, the preparation of raw materials is one of the main issues of intensification of a catalytic cracking process. At the same time, hydrogenation purification is one of the principal methods of preparation of catalytic cracking feedstock

Key words: hydrogenate , resin, vacuum gas oil, fuel oil, coke, selectivity, catalytic cracking, unsaturated hydrocarbons.

УДК 548.75

О.Е. Кайполдаев, М.Ж. Буранбаев, А.Д. Мурадов, К. Тауасаров, Г.А. Байгаринова, Е.С. Мухаметкаримов, Н.Р. Гусейнов

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, qaipolda@gmail.com)

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК Ti_3C_2 МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Аннотвция. В работе описан метод получения MAX-фазы (Ti_3AlC_2). Также описываются различные методы травления Al с целью получения слоистых структурированных порошков карбида титана. Методом вакуумной фильтрации были получены пленки с целью исследования с помощью Рамановской спектроскопии. Был произведен анализ результатов полученных с помощью Рамановской спектроскопии.

Ключевые слова: MAX-фазы, двумерные материалы, карбид титана, Рамановская спектроскопия.

Введение

Двумерные материалы (2D) - материалы с толщиной кристалла намного меньше его характерных размеров в плоскости. За последние несколько лет они вызывают большой интерес. На сегодняшний день наиболее изученный двумерный материал это графен - материал в один атомный слой с sp2 связями между атомами углерода. Графен был известен десятки лет назад, но был получен относительно недавно К. Новоселовым и А. Геймом [1], которые отделили отдельные слои этого материала и изучили их электрические свойства. За эту работу им присудили Нобелевскую премию по физике в 2010 году. 2D материалы используются во многих направлениях, таких как электронные приборы (сенсоры, транзисторы и т.д.) [2,3], в электрохимии для электродов в батареях [4-6] и композитных материалах [7-9]. Несмотря на то что графен вызывает больший интерес, чем все остальные 2D материалы вместе взятые, его несложная химия может оказаться палкой о двух концах, которая может ограничить его применение. Более сложные слоистые структуры, которые имеют более одного элемента в составе могут обладать новыми свойствами (которые могут изменяться для определенных целей). Графен является наиболее популярным 2D материалом, но есть еще очень много других примеров, которые обладают хорошими электрическими и механическими свойствами [10]. Кроме графена широко известны другие 2D материалы, такие как гексагональный нитрид бора, h-BN [11], дихалкогениды переходных металлов, TMD, [12], оксиды и гидроксиды металлов [13]. Попытки по синтезу нанослоистых карбидов ниобия и титана были проделаны Ченом [14].

Хорошо известны трехкомпонентные карбиды и нитриды металлов с $M_{n+1}AX_n$ стехиометрией, где M-это переходный металл (Sc, Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf и Ta), A это: Al, Si, P, S, Ga, Ge, As, Cd, In, Sn, Tl или Pb, а X это углерод или азот, n=1,2,3 [15]. Эти так называемые MAX-фазы, слоистые гексагональные с Pb_3/mmc пространственной группой. Слои разделяют края октаэдров M_6X чередуя со слоями элементов A группы. В зависимости от значения и толщины $M_{n+1}X_n$ изменяется; если n=1 результирующий слой 211 фазы состоит из одного блока октаэдра (3 атома). Если n=2, тогда фаза 312 состоит из двух блоков октаэдра. Если n=3, то фаза 312 состоит из трех блоков октаэдра. Толщины 211, 312 и 413 слоев, ~0,2-0,3 nm, ~0,3-0,7 nmи ~0,6-0,9 nm соответственно.

На сегодняшний день известны более шестидесяти различных MAX фаз. Тем не менее известно, что MAX фазы могут быть получены различными комбинациями или твердыми растворами M атомов, таких как ($Ti_{0,5}$, $Nb_{0,5}$)AlC[16], A атомов, таких как $Ti_3(Al_{0,5},Si_{0,5})$ $C_2Ti_2Al(C_{0,5}, N_{0,5})$ [18], и их потенциальное число очень большое.

Механические деформации в MAX фазах – которые определяются базальными дислокациями и анизотропны – могут привести к частичному расслоению и формированию слоев толщиной от десяти до ста нанометров [20]. MAX фазы никогда не были расслоены до толщины нескольких нанометров, кристаллическая структура этих материалов очень схожа с графеном, так как M и A связи между слоями достаточно сильные. Первый эксперимент по удалению A элемента с MAX фазы был проделан M. Нагибом [21]. У этой работы две основные цели:вытравливание A элемента с MAX фазы и расслоение с целью получения слоистых 2D материалов с карбидами и нитридами переходных металлов. Полученные 2DMn+1Xn материалы были названы «MXenes», так как A элемент был удален с MAX фазы, а суффикс «ene» показывает связь с 2Dматериалами, в том числе и с графеном. Для расслоения MAX фаз будет использоваться метод селективного травления A слоев с MAX фазы. Так как известно более шестидесяти различных MAX фаз [22], то удалением A слоя можно получить более чем двадцать различных $M_{n+2}X_n$ материалов. В зависимости от метода вытравливания A слоя, расслоением слоев в ультразвуке и созданием пор в структуре[23] материала можно контролировать дефектность структуры, размеры слоев и расстояние между слоями.

Экспериментальная часть

Процесс получения слоистой пленки карбида титана состоит из нескольких шагов. На первом этапе порошки карбида титана и алюминия смешиваются в шаровой мельнице в течение 24 часов. Далее полученный порошок со стехиометрией Ti_3AlC_2 помещают в керамическую ванночку для отжига при температуре 1350°C. Нагрев осуществляют со скоростью 10°C в минуту до достижения необходимой температуры. Затем образец отжигают при температуре 1350°C в течение двух часов. Полученный образец в виде керамического слитка после охлаждения превращают в порошок механическим путем. В результате получается порошок с размером частиц в несколько десятков микрон.

Для вытравливания алюминия порошок помещается в HF (50%), затем перемешивают с помощью магнитной мешалки в течение 24 часов при температуре 35°C. Далее полученный раствор промывают в дистиллированной воде с помощью центрифуги (3500 об/мин) от 3 до 30 минут. Данный процесс повторяется 4-5 раз пока pH раствора не достигнет 6-ти.

Для получения слоистой структуры $Ti_3C_2T_x$, где T_x-функциональная группа, взяли 2 г LiF, добавили в 7,5 мольный водный раствор HCl. Полученный раствор перемешивали с целью растворения соли. Далее взяли 2 г Ti_3AlC_2 и добавляли в раствор постепенно в течение 10 минут. Полученную смесь перемешивали в магнитной мешалке в течение 24 часов при температуре 35°C. Далее смесь промывают в дистиллированной воде с помощью центрифуги при 3500 об/мин пока pH раствора не будет соответствовать 6-ти. Полученный конечный порошок растворенный в дистиллированной воде пропускают через поливинилиденфторидовый фильтр с размерами пор в 0,5 микрон и сушат на воздухе.

Для расслоения $Ti_3C_2T_x$ полученный порошок помещают в дистиллированую воду и с помощью ультразвуковой ванны подвергают обработке ультразвуком в течение одного часа. Далее суспензию помещают в центрифугу и при 3500об/мин в течение одного часа получают супернатант. Супернатант является коллоидным раствором расслоенных хлопьев $Ti_3C_2T_x$. Концентрация данного коллоидного расствора определяется соотношением масс дистиллированной воды и с помощью взвешивания пленки полученного методом вакуумной фильтрации.

Для получение пористых структур $Ti_3C_2T_x$ брали 80 мл коллоидного раствора данного материала (0,8мг/мл) и смешивали с одинаковым объемом $CuSO_4$ с концентрацией 0,2 моль/л. Далее раствор смешивали в течение 30 минут при комнатной температуре. Далее раствор промывали дистиллированной водой по две минуты три раза в центрифуге при 3500 об/мин, до того как pH расствора не соответствовал 6-ти. Далее добовляли 40 мл HF(5%) и держали в течение10 минут. После чего полученный раствор промывали выше описанным методом до того момента, как pH раствора не соответствовал 5-ти. Полученный супернатант является коллоидным расствором пористого $Ti_3C_2T_x$.

Полученный раствор имеет слоистую структуру, так как из кристаллической решётки Ti_3AlC_2 был удален алюминий. Далее полученный раствор пропускают через гидрофильный пористый полимер для получения пленки карбида титана методом вакуумной фильтрации. Полученный образец имеет в составе различные функциональные группы в зависимости от метода вытравливания (OH, F, Cl).

Рамановская спектроскопия была проведена при следующих условиях: длина лазера 633 нм, мощность лазера 10%, объектив 20х. На рисунке 1 показан спектр пленки $Ti_3C_2T_x$ вытравленная LiF+HCl, с наименее дефектной структурой. На рисунке 2 спектр пленки $Ti_3C_2T_x$ вытравленная LiF+HCl, далее обработаная CuSO4 для создания пор в структуре. Выявляется углеродный пик на 1571cm^{-1}. На рисунке 3 так же виден характерный для углерода пик на 1571cm^{-1} на пленке $Ti_3C_2T_x$ вытравленная HF(50%).

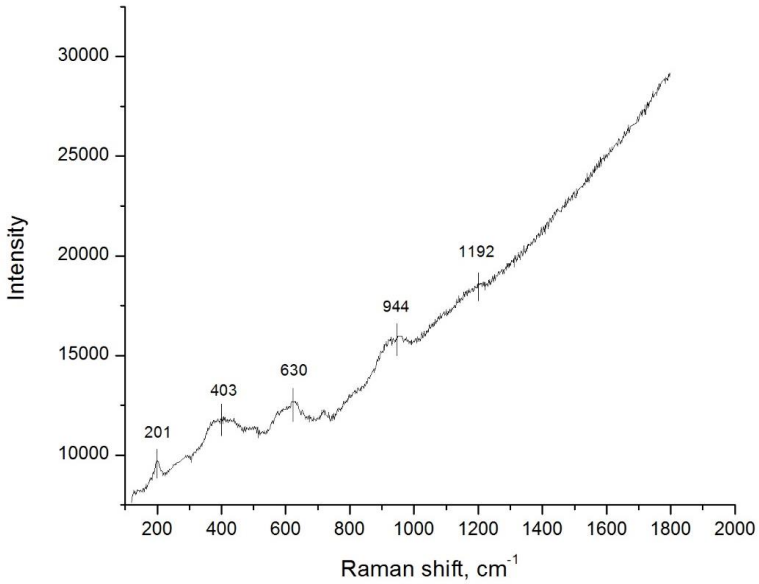


Рис. 1. Рамановская спектроскопия пленки $Ti_3C_2T_x$ вытравленная LiF+HCl

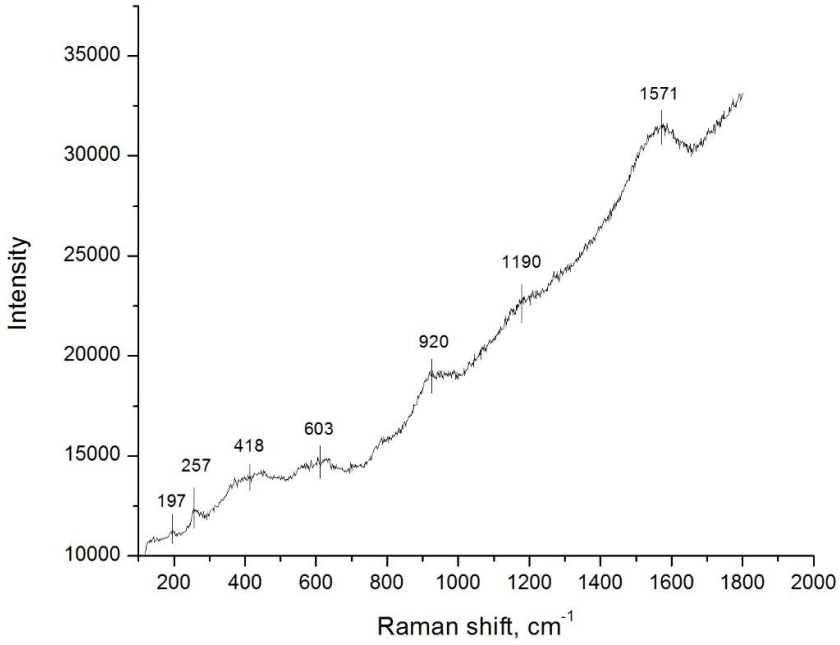


Рис. 2. Рамановская спектроскопия пленки $Ti_3C_2T_x$ вытравленная LiF+HCl, далее CuSO4.

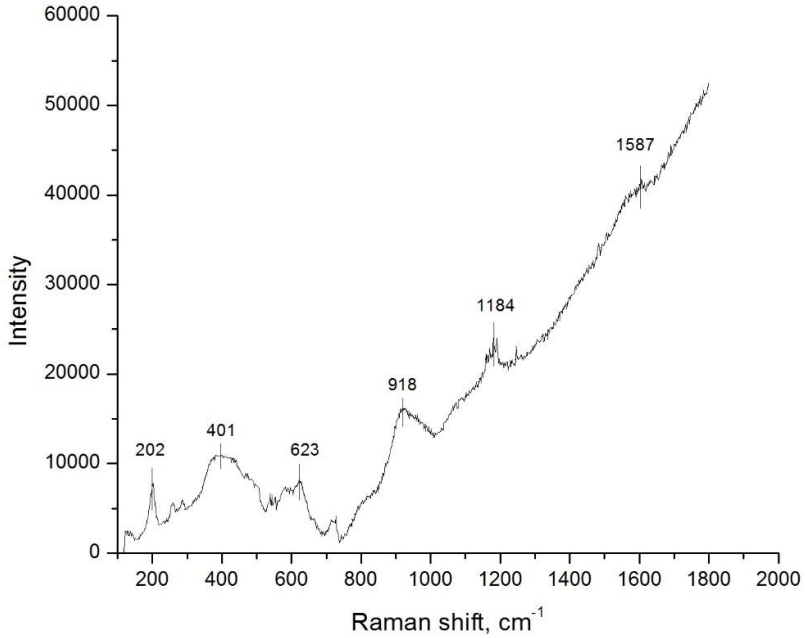


Рис. 3. Рамановская спектроскопия пленки $Ti_3C_2T_x$ вытравленная HF(50%)

Заключение

Были получены различные пленки $Ti_3C_2T_x$, различными методами травления(HF, HCl+LiF). Так же была получена пленка из пористого $Ti_3C_2T_x$ путем травления в CuSO4. Полученные пленики исследовались с помощью Рамановской спектроскопии, которая показала различные спектры одинакогого материала. В зависимости от метода вытравливания, Рамановские спектры одинаковых материаллов будут отличатся. Это объясняется дефектом структуры, расстоянием между слоями и пористостью материала.

ЛИТЕРАТУРА

[1] 1.NovoselovK. S., GeimA. K., MorozovS. V., JiangD., ZhangY., DubonosS. V., GrigorievaI. V., FirsovA. A., Science 2004, 306, 666.

[2] 2. F. Yavari, N. Koratkar, The Journal of Physical Chemistry Letters 2012, 3, 1746.

[3] D. Jariwala, V. K. Sangwan, L. J. Lauhon, T. J. Marks, M. C. Hersam, ACS Nano 2014, 8, 1102.

[4] X. Peng, L. Peng, C. Wu, Y. Xie, Chemical Society Reviews 2014.

[5] M. D. Stoller, S. Park, Y. Zhu, J. An, R. S. Ruoff, Nano Letters 2008, 8, 3498.

[6] J. Liu, X.-W. Liu, Advanced Materials 2012, 24, 4097.

[7] S. Stankovich, D. A.Dikin, G. H. Dommett, K. M. Kohlhaas, E. J. Zimney, E. A. Stach, R. D. Piner, S. T. Nguyen, R. S. Ruoff, Nature 2006, 442, 282.

[8] H. Kim, A. A. Abdala, C. W. Macosko, Macromolecules 2010, 43, 6515.

[9] F. Gao, Materials Today 2004, 7, 50.

[10] A. H. C. Neto, K. Novoselov, Materials Express 2011, 1, 10.

[11] K. S. Novoselov, D. Jiang, F. Schedin, T. J. Booth, V. V. Khotkevich, S. V. Morozov, A. K. Geim, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 2005, 102, 10451.

[12] J. N. Coleman, M. Lotya, A. O'Neill, S. D. Bergin, P. J. King, U. Khan, K. Young, A. Gaucher, S. De, R. J. Smith, I. V. Shvets, S. K. Arora, G. Stanton, H.- Y. Kim, K. Lee, G. T. Kim, G. S. Duesberg, T. Hallam, J. J. Boland, J. J. Wang, J. F. Donegan, J. C. Grunlan, G. Moriarty, A. Shmeliov, R. J. Nicholls, J. M. Perkins, E. M. Grieveson, K. Theuwissen, D. W. McComb, P. D. Nellist, V. Nicolosi, Science 2011, 331, 568.

[13] R. Ma, T. Sasaki, Advanced Materials 2010, 22, 5082.

[14] K. Chen, Z. Bao, Journal of Nanoparticle Research 2012, 14, 1.

[15] M. W. Barsoum, MAX Phases: Properties of Machinable Ternary Carbides and Nitrides, John Wiley & Sons, 2013.

[16] I. Salama, T. El-Raghy, M. W. Barsoum, Journal of Alloys and Compounds 2002, 347, 271.

[17] H. B. Zhang, Y. C. Zhou, Y. W. Bao, M. S. Li, J. Y. Wang, Journal of the European Ceramic Society 2006, 26, 2373.

[18] M. W. Barsoum, T. El-Raghy, M. Ali, Metallurgical and Materials Transactions A 2000, 31, 1857.

[19] M. Naguib, V. N. Mochalin, M. W. Barsoum, Y. Gogotsi, Advanced Materials 2014, 26, 992.
[20] M. W. Barsoum, M. Radovic, in Encyclopedia of Materials: Science and Technology (Eds.: K. H. J. Buschow, W. C. Robert, C. F. Merton, I. Bernard, J. K. Edward, M. Subhash, V. Patrick), Elsevier, Oxford, 2004, pp. 1.
[21] E. N. Hoffman, G. Yushin, T. El-Raghy, Y. Gogotsi, M. W. Barsoum, Microporous and Mesoporous Materials 2008, 112, 526.
[22] Z. M. Sun, International Materials Reviews 2011, 56, 143.
[23] C. E. Ren, M. Zhao, T. Makaryan, J. Halim, M. Boota, S. Kota, B. Anasori, M. W. Barsoum, Y. Gogotsi, ChemElectroChem, Volume 3, Issue 5, Pages 689–693.

Кайполдаев О.Е., Буранбаев М.Ж., Мурадов А.Д., Тауасаров К., Байгаринова Г.А.,
Мухаметкаримов Е.С., Гусейнов Н.Р.

Ti_3C_2 қабыршақтарын вакуумдық сүзу тәсілімен алу және Рамандық спектроскопия әдісін пайдаланып, зерделеу жұмыстарын жүргізу

Түйіндеме. Бұл жұмыста MAX-фазаны (Ti_3AlC_2) алу тәсілі сипатталды. Сондай-ақ, титан карбидінің қабатты құрылымдық ұнтақтарын алу үшін, әртүрлі ою әдістері сипатталған. Вакуумдық сүзу әдісінің көмегімен Раман спектроскописын алу мақсатымен қабыршақтар дайындалды. Раман спектроскопиясының көмегімен алынған нәтижелерге талдау жүргізілді.

Түйінді сөздер: MAX фазалар, екі өлшемді материалдар, титан карбиді, Раман спектроскопиясы.

Kaipoldayev O.E., Buranbaev M.J., Muradov A.D., Tauasarov K., Baigarinova G.A.,
Muhametkarimov E.S., Guseinov N.R.

Getting films Ti_3C_2 by vacuum filtration method and study it using Raman spectroscopy

Summary. This paper describes a method of obtaining MAX-phase (Ti3AlC2) and various methods of etching Al to obtain a layered structured powders of titanium carbide. By vacuum filtration method the films were prepared to study them by Raman spectroscopy. The Raman spectroscopy analysis of the obtained films was showed.

Key words: MAX-phase, two-dimensional materials, titanium carbide, Raman spectroscopy.

УДК 541. 123

Е.С. Бугенов, Г.Т. Болсынбекова, Л.О. Исенова
(Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, laurita-sinurita@mail.ru)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОКИСЛЕНИЯ ГИПОФОСФИТ-ИОНА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Аннотация. Исследована кинетика окисления гипофосфит-иона в сильнощелочной среде. Найдена, что порядок реакции окисления по гипофосфит-иону равен единице. Первый порядок по гипофосфит-иону соблюдается при всех исследованных температурах и начальных концентрациях едкого натра.

Окисление гипофосфит-иона в щелочной среде протекает по реакции

$$H_2PO_2^- + H_2O \rightarrow H_2PO_3^- + H_2 \uparrow,$$

а скорость окисления в сильно щелочной среде соответствует уравнению:

$$\frac{-d[H_2PO_2^-]}{dt} = k \cdot [H_2PO_2^-] \cdot [OH^-]^2$$

Установлено, что концентрация щелочи не влияет на энергию активации, среднее значение которой составляет 64,9±1,26 кДж/моль. Процесс окисления протекает преимущественно в кинетической области. Предэкспоненциальные факторы константы скорости первого порядка, рассчитанные по уравнению $k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$ составляют $0{,}2 \cdot 10^{10}$; $1{,}0 \cdot 10^{10}$; $1{,}1 \cdot 10^{10}$; $2{,}1 \cdot 10^{10}$ соответственно в растворах 6; 8,6; 10 и 12 моль/л едкого натра. По найденным значениям предэкспоненциального фактора из уравнения $k_0 = \frac{RT}{Nn} \cdot e^{\frac{\Delta S}{R}}$ определены энтропии активации ΔS, которые составляют 77,62; 90,73; 91,52; 97,05 Дж/моль. С увеличением щелочности раствора увеличиваются k_0 и ΔS, что свидетельствует об увеличении в растворе доли активных гипофосфит-ионов.

Ключевые слова: окисление, гипофосфит, система, энтропия, среда, предэкспоненциальный фактор, щелочь, кинетическая область, едкий натр.

Механизм окисления гипофосфит-ионов в щелочной среде является довольно сложным.[1]

По данным Зивертса [2] окисление гипофосфита натрия в щелочном растворе при температуре 91 и 100 ^{0}C идет по первому порядку и зависит от концентрации ионов (OH^-). По его данным при окислении протекают следующие реакции:

$$H_2PO_2^- + H_2O \xrightarrow{OH^-} H_2PO_3^- + H_2$$

$$H_2PO_3^- + OH^- \rightarrow HPO_3^{2-} + H_2O$$

Йост [3], основываясь на данных Зивертса, скорость реакции описывает уравнением

$$-\frac{d[H_2PO_2^-]}{dt} = k[H_2PO_2^-][OH^-]^2$$

Константа скорости k этого уравнения равна приблизительно $3\cdot10^{-4}$ мин при 100 ^{0}C.

Отмечая необходимость дальнейших исследований этой реакции, он высказывает предположение, что водород легче выделяется из иона OH^-, чем из иона гипофосфита и объясняет это реакциями:

$$H_2PO_2^- + 2OH^- \xrightarrow{лим} H_2PO_3^- + H_2 + O^{2-} \text{ (медленно)}$$

$$O^{2-} + H_2O = 2OH^- \text{ (быстро)}$$

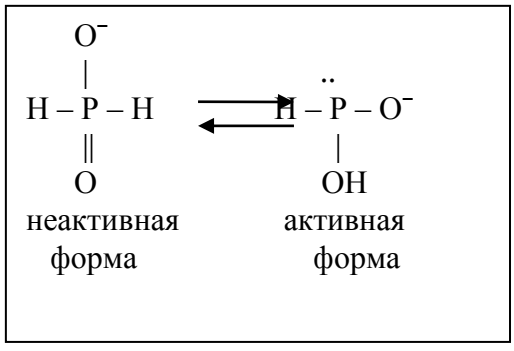
Ионы OH^- являются катализатором данной реакции и их концентрация после реакции остается неизменной. Вода в данном случае выступает в роли окислителя. Каталитическое действие ионов OH^- может заключаться в том, что в их присутствии протекающий обмен водорода из иона OH^- с атомами водорода иона гипофосфита способствует его активации [4]:

$$H_2PO_2^- + 2OH^- \rightarrow H_2{}^*PO2_{акт}^- + 2OH^-$$

Переход гипофосфита в активную форму является лимитирующей стадией процесса. Активированный ион гипофосфита уже легко взаимодействует с водой, окисляясь при этом до фосфита.

$$H_2{}^*PO2_{акт} + H_2O \rightarrow H_2PO_3^- + 2H^*$$

Возможно, что активная форма гипофосфита является таутомерной структурой, основанной на трехкоординированном фосфоре



Из обзора литературы следует, что механизм окисления гипофосфит-иона в щелочной среде является довольно сложным. Несмотря на имеющиеся данные, многие особенности реакции остаются неясными.

В связи с этим нами подробно исследована кинетика окисления гипофосфит-иона в сильно щелочной среде.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Во всех опытах в реакционной смеси концентрация щелочи намного превышала концентрацию гипофосфита натрия. Поэтому можно считать, что концентрация щелочи и воды в течение всего опыта остается постоянной.

Найдено, что в этих условиях исчезновение гипофосфит-ионов происходит по уравнению реакции псевдопервого порядка, так как выполняется линейная зависимость lg $[NaH_2PO_2]$ от времени (рисунок 1), причем константа скорости в исследованном интервале (0,9027-2,6184 моль/л NaH_2PO_2) не зависит от начальной концентрации гипофосфит-ионов (рисунок 2). Эти данные свидетельствуют, что порядок реакции по гипофосфит-иону равен единице. Первый порядок по гипофосфит-иону соблюдается при всех исследованных температурах и начальных концентрациях едкого натра.

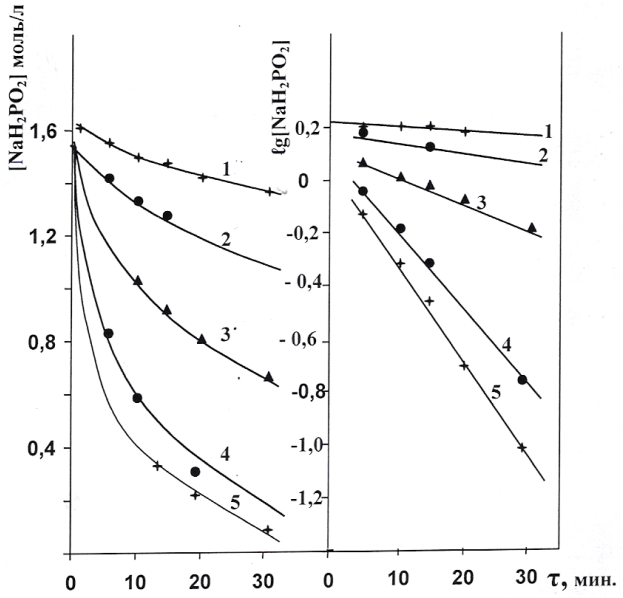


Рис.1. Кинетические кривые окисления гипофосфита натрия.
Условия опыта: $C_{NaH2PO2} \cdot H_2O$ – 20%; C_{NaOH} – 10 моль/л; τ= 1 час;
1 – 50 ^{0}C, 2 – 60 ^{0}C, 3 – 70 ^{0}C, 4 – 80 ^{0}C, 5 – 90 ^{0}C

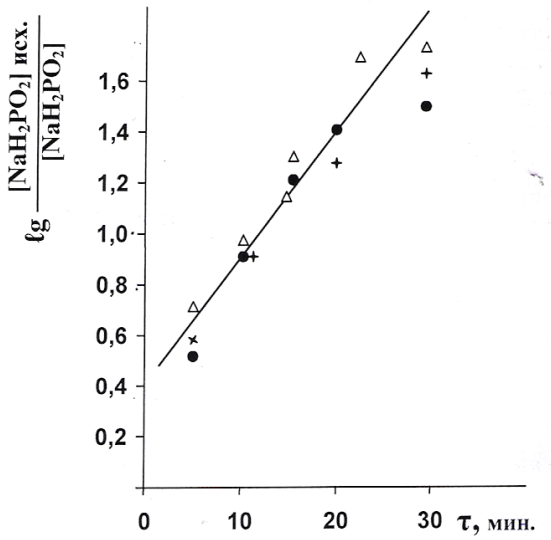


Рис. 2. Зависимость lg $[NaH_2PO_2]$исх./ $[NaH_2PO_2]$ от продолжительности окисления при различных исходных концентрациях раствора.
Условия опыта: C_{NaOH} – 10 моль/л; t= 90 ^{0}C, τ= 1 час;
$C_{NaH2PO2}$: • - 0,9027; + - 1,6136; Δ - 2,6184 г/л.

Таким образом, на основании выше изложенного, можно сделать вывод, что окисление гипофосфит-иона в щелочной среде протекает по реакции

$$H_2PO_2^- + H_2O \longrightarrow H_2PO_3^- + H_2\uparrow$$

,

скорость которой описывается уравнением

$$-\frac{d\,[H_2PO_2^-]}{dt} = k\,[H_2PO_2^-]$$

Далее нами проведена серия опытов по выявлению влияния концентрации едкого натра на скорость окисления гипофосфит-ионов. Из рис.3 следует, что средние угловые коэффициенты прямых 1,2,3, то есть порядок по OH^-, равны 3,2; 3,6; 3,2 соответственно при температурах 90, 70, 50 ^{0}C. Однако следует отметить, что указанная зависимость была определена без учета влияния ионной силы раствора, а при высокой концентрации едкого натра это влияние должно быть значительным. Поэтому следующая серия опытов проведена в присутствии определенных количеств NaCl, обеспечивающих постоянство ионной силы раствора. Результаты опытов показывают (рис. 3), что угловые коэффициенты прямых 1,2,3, то есть порядок реакции по OH^- равен двум. Следовательно, можно считать, что скорость окисления гипофосфит-иона в сильно щелочной среде соответствует уравнению

$$-\frac{d\,[H_2PO_2^-]}{Dt} = k\,[H_2PO_2^-]\,[OH^-]^2$$

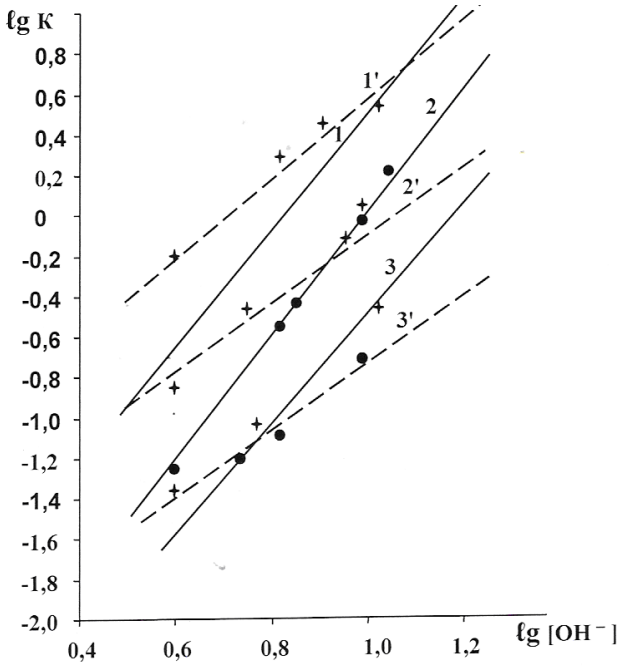


Рис.3. Зависимость константы скорости реакции окисления гипофосфита натрия от $[OH]^-$. Условия опыта: $C_{NaH2PO2} \cdot H_2O$ – 20%; 1,1' – 90 ^{0}C, 2,2' – 70 ^{0}C, 3,3' – 50 ^{0}C, 1,2,3 – при переменной ионной силе, 1',2', 3' – при постоянной ионной силе раствора

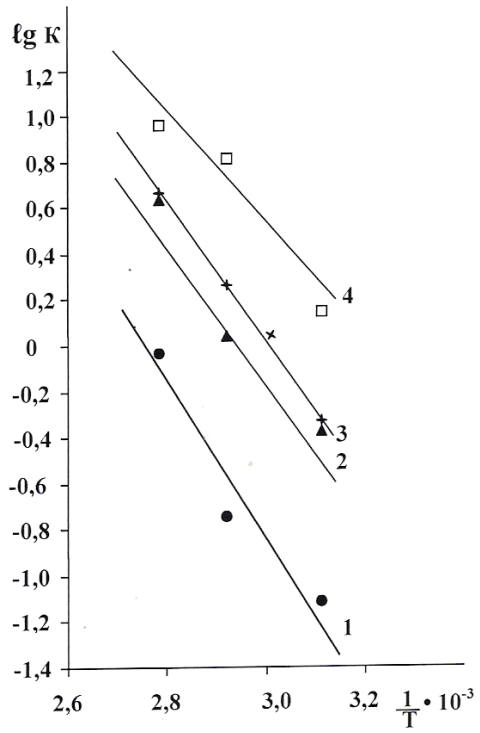


Рис. 4. Зависимость скорости окисления гипофосфита натрия от температуры.
Условия опыта: $C_{NaH2PO2} \cdot H_2O$ – 20%; C_{NaOH} = 1-6; 2-8,6; 3-10; 4-12 моль/л

На рис.4 приведены зависимости логарифма наблюдаемой константы скорости от обратной температуры при различной щелочности раствора. Из этих данных следует, что концентрация щелочи не влияет на энергию активации, среднее значение которой, вычисленное по наклону прямых, составляет 64,9 ± 1,26 КДж/моль. Процесс окисления протекает преимущественно в кинетической области. Предэкспоненциальные факторы константы скорости первого порядка, рассчитанные по уравнению

$$k = k_o e^{-\frac{E}{RT}}$$

составляют $0{,}2 \cdot 10^{10}$; $1{,}0 \cdot 10^{10}$; $1{,}1 \cdot 10^{10}$; $2{,}1 \cdot 10^{10}$ моль ·К соответственно в растворах 6; 8,6; 10 и 12 моль/л едкого натра. По найденным значениям предэкспоненциального фактора из уравнения

$$k_o = \frac{RT}{Nh} \cdot e^{\frac{\Delta S}{R}}$$

были вычислены энтропии активации ΔS, которые составляют 77,62; 90,73; 91,52; 97,05; Дж/моль·К. Из этих данных видно, что обе величины возрастают с увеличением щелочности раствора. Это говорит об увеличении в растворе доли активных гипофосфит-ионов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бугенов Е.С., Джусипбеков У.Ж. Физико-химические основы и технология производства неорганических соединений фосфора – Алматы, 2006, 348с.

[2] Sieverts A., Loessner F. Die katalitische oxidation wasseriger Hypophosphitlösungen. – L.anorgan, allgem. Chem.., 1912, b 76, n. 1-2, s. 1-29

[3] Yost D.M., Russel H., Sustematic Inorganic chemistry. London, Hymphrey Milford: Oxford university press., 1946. – 423 p.

[4] Franke W., Mönch J. Der mechanismus der Hypophosphitspaltung nach versuchen mit Deuterium als Indicftor. – Ann. Chem., 1942, b. 550, s. 1-31.

Бугенов Е.С., Болсынбекова Г.Т., Исенова Л.О.

Гипофосфит-ионның сілтілік ортада тотығуының физико-химиялық негіздері.

Түйіндеме. Гипофосфит-ионның күшті сілтілік ортада тотығу кинетикасы зерттелді.

Гипофосфит-ион бойынша реакция тәртібі бірге тең екені табылды. Гипофосфит-ионы бойынша күйдіргі натрдың бірінші тәртіп барлық зерттелген температуралар мен бастапқы концентрациясы сақталады.

Гипофосфит –ионның сілтілік ортадағы тотығуы мына реакция бойынша өтеді:

$$H_2PO_2^- + H_2O \rightarrow H_2PO_3^- + H_2 \uparrow,$$

ал күшті сілтілік ортадағы тотығу жылдамдығы мына теңдікке сәйкес:

$$\frac{-d[H_2PO_2^-]}{dt} = k \cdot [H_2PO_2^-] \cdot [OH^-]^2$$

Сілтінің концентрациясының энергия активациясына әсер етпейтіні дәлелденді, орта мәні 64,9± 1,26 кДж/моль –ды құрайды. Тотығу процесі кинетикалық аумақта өтетіндігі басым. Бірінші тәртіптің жылдамдық константасының предэкспоненциалды факторлары $k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$ теңдігі бойынша есептелінген, күйдіргі натрдың 6; 8,6; 10 және 12 моль/л ерітінділеріне қатысты $0{,}2 \cdot 10^{10}$; $1{,}0 \cdot 10^{10}$; $1{,}1 \cdot 10^{10}$; $2{,}1 \cdot 10^{10}$ –ты құрайды. $k_0 = \frac{RT}{Nn} \cdot e^{\frac{\Delta S}{R}}$ теңдеуінен табылған предэкспоненциал факторларының мәні бойынша 77,62; 90,73; 91,52; 97,05 Дж/моль-ды құрайтын энтропия активациясы анықталды. Ерітіндінің сілтілігі жоғарыласа k_0 және ΔS-да артады, бұл ерітіндідегі гипофосфит-ион активтерінің үлесінің арттатынын көрсетеді.

Түйін сөздер: тотығу, гипофосфит, жүйе, энтропия, орта, предэкспоненциальды фактор, кинетикалық аумақ, сілті, күдіргі натр.

Bugenov E.S., Bolsynbekova G.T., Isenova L.O.

Physico-chemical basis of hypophosphite ion oxidation in an alkaline medium.

Summary. The oxidation kinetics of hypophosphite ion in strongly alkaline medium is investigated. It is found that the order of reaction of oxidation on hypophosphite ion is equal to unit. The first order on hypophosphite ion is observed at all explored temperatures and initial concentrations of a caustic soda. Oxidation hypophosphite ion in the alkaline medium proceeds on reaction

$$H_2PO_2^- + H_2O \rightarrow H_2PO_3^- + H_2 \uparrow,$$

and oxidation speed in strongly alkaline medium corresponds to the equation:

$$\frac{-d[H_2PO_2^-]}{dt} = k \cdot [H_2PO_2^-] \cdot [OH^-]^2$$

It is established that concentration of alkali has no effect on the activation energy, which average value makes 64,9±1,26 kJ/mol. Process of oxidation proceeds mainly in kinetic area. The pre-exponential factors of the first order rate constant calculated on equation $k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}$ make $0{,}2 \cdot 10^{10}$; $1{,}0 \cdot 10^{10}$; $1{,}1 \cdot 10^{10}$; $2{,}1 \cdot 10^{10}$ respectively in solutions 6; 8,6; 10 and 12 mol/l of a caustic soda. From $k_0 = \frac{RT}{Nn} \cdot e^{\frac{\Delta S}{R}}$ activation entropies ΔS are determined by the found values of a pre-exponential factor that are 77,62; 90,73; 91,52; 97,05 J/mol. With increasing alkalinity of the solution k_0 and ΔS enhance that indicates the increase of the proportion of active hypophosphite ions in solution.

Key words: oxidation, hypophosphite, system, entropy, medium, pre-exponential factor, alkali, kinetic area, caustic soda.

УДК 537.1.078

Ж.Т. Жұмағали, Н.У. Алдияров

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhuldyz_15@mail.ru)

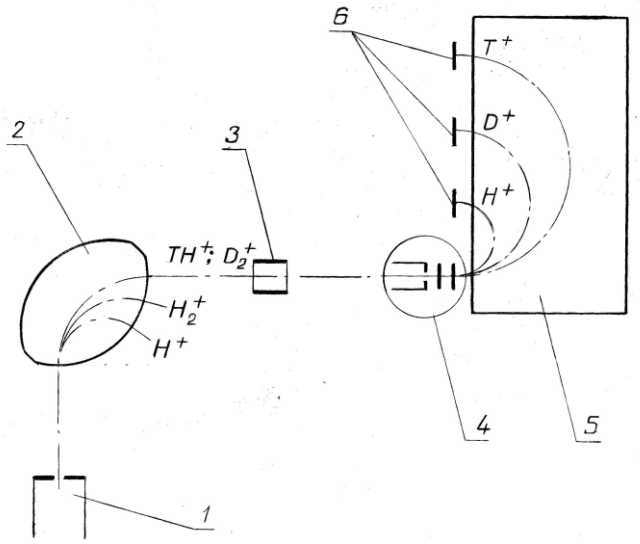
КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ ҮШІН АУЫР СУТЕГІ ИОНДАРЫНЫҢ МОЛЕКУЛЯРЛЫҚ ШОҒЫРЫН ЖҰҚА КӨМІРТЕГІ ҮЛДІРІНДЕ ФРАКЦИЯЛАУ ӘСЕРІН ПАЙДАЛАНУ

Аңдатпа: Атом энергиясы өндірісінің жағымсыз салдарының бірі болып қоршаған ортаға тритий тасталуы табылады. Өндіріліп жатқан тритийден иондаушы сәулеленудің дозалық жүктемесінің артуы бүкіл әлем бойынша орташа есеппен көп болмағанына қарамастан, қоршаған ортаға тритийдің тасталуы адам өміріндегі су мен сутегінің ерекше роліне байланысты үлкен мағынаға ие. Сондықтан құрамында сутегі бар орталарда

тритийдің аз ғана концентрациясын өлшеудің жаңа, біршама қарапайым әдістерін әзірлеу атом энергетикасы нысандарына іргелес жатқан аймақтардың радиоактивтік ластануын қадағалау тұрғысынан да, ғылыми зерттеулерде тритий технологияларын дамыту тұрғысынан да өзекті болып табылады. [1,2] жұмыстарда құрамында сутегі бар орталарда тритий концентрациясын анықтаудың жаңа әдісі ұсынылған. Бұл әдістің өзіне тән ерекшелігі болып газ немесе қатты денелі нысананың өтуі кезінде өзара алмасу әрекеттерінің есебінен сутегінің молекулярлық иондарының диссоциациясы және қайта зарядталу әсерін пайдалану болып табылады. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты - құрамында сутегі бар орталарда тритий концентрациясын анықтаудың жаңа әдісін дәйектеуге қажетті теориялық және эксперименттік деректерді алу.

Кілттік сөздер: тритон, көміртекті пленка, диссоциация, иондау, нуклондар арақашықтығы.

Иондық-оптикалық жүйе. Әдістің мәні қосымша аралық иондауы бар қосарлы масс-спектралдық талдауда (1 сурет). Бірініші масс-спектрометрдің көмегімен бөлінген ауыр сутегінің молекулярлық иондарының шоғыры (D_2^++HT^+) қатты денелі нысана арқылы қосымша иондалады. Одан кейін, екінші масс-сепаратор өткеннен кейін, ол бірқатар фрагменттерге ыдырайды T^+ , D^+, и H^+, олардың әрқайсысы өз детекторына түседі, оған қоса T^+ и H^+ иондары протон-тритондық сай келу сызбасын пайдаланып біруақытта тіркеледі.



1 сурет. Қолданыстағы масс-спектралдық қондырғының иондық-оптикалық сызбасы

Тұтастай алғанда, әдіс бес түрлі өзара байланысқан іс-шаралардың орындалуын көздейді:

− зерттелетін заттан газ тәріздес сутегінің бөлінуі, оның ион көзінің иондаушы камерасында иондалуы және қарқынды ион шоғырын алу,

− масс-сепараторда ион шоғырының алғашқы фракциялануы және массалық саны 4 болатын молекулярлық иондардың шоғырының бөлінуі,

− молекулярлық ион шоғырларының қосымша иондау арқылы изожылдамдықтағы бөлшектерге (протондар, дейтрондар және тритондар) түрленуі,

− энергоанализаторда изожылдамдықтағы бөлшектер шоғырының протондар, дейтрондар және тритондар шоғырларына қайта фракциялануы,

− протондар мен тритондардың жекелеген детекторларға дәл түсуінің сәйкес келуін тіркеу.

Бұл суретте 1 – ион көздері, 2 – бірінші масс-сепараторлық магниттік саптамалары, 3-фокустаушы иондық линза, 4 – жылдамдатушы аралығы бар қосымша иондау торабы, 5 – екінші масс-сепаратордың магниттік саптамалары, 6 – шағын арналы детекторлар.

Иондардың күшті тогы бар көзі ретінде (1) бұл сызбада жұмысшы газдың оң иондарының жоғары қарқындылықтағы ағындарының түзілуін қамтамасыз ететін плазмотрон тұрпатындағы плазмалық генератор пайдаланыла алады [3]. Бірінші масс-сепаратор (2) масса сүзгісі рөлін атқарады. Ол кейінгі талдау үшін массалық саны М4 мультиплет бөліп шығаруы керек, ал басқа иондарды М4 шоғырының маңында қарқынды көрші желілердің шашыраған иондар жасайтын фонды мүмкіндігінше азайту үшін үлкен бұрыштарға ажырату тиіс. Қосымша иондау торабын жасау үшін (4) молекулярлық иондардың жіңішке қатты денелі нысана арқылы өтуі кезіндегі диссоциация құбылысы пайдаланылады. Нысанаға келіп түсудің алдында ион шоғыры фокусталады және 3,4 электродтар

жүйесімен ~10 кэВ/нуклон энергиясына дейін жылдамдатылады. Екінші масс-сепаратор ретінде (5) Демпстердің ионды-оптикалық жүйесі қолданылды [4]. Бұл жүйенің артықшылығы мынадай, онда ион шоғырын салмақтары бойынша таратуды және әрбір салмақтағы иондардың 180 градусқа ауытқыған кездегі олардың кеңістікте фокусталуын қамтамасыз ететін біртекті магнит өрісі қолданылады. Бұл кезде көздің және масс-спектрдің барлық линияларының бейнелерінің орналасуы полюстік саптама шетінің жазықтығында орналасады, ал масс-спектрдің шкаласы қатаң сызықты түрде. Демпстер жүйесінің бұл қасиеттері масс-спектралдық қондырғының әзірленген ионды-оптикалық сызбасында сәтті жүзеге асқан. Бұл протон-тритондық сәйкес келу жүйесін жүзеге асырып, бірнеше линияларды (көп сәулелі өлшеулер) біруақытта тіркеуге мүмкіндік береді. H^+ и T^+ спектралдық линияларын тіркеуге арналған тіркеуші құрылғы ретінде (6) шағын арналы пластиналардың шеврондық блоктары қолданылған. Сызбаны тіркеу жүйесінде протон-тритондық сәйкес келулерді пайдалану кезінде көбейткіштердің шуылына себептелген кездейсоқ шуылдардың фоны өлшеу нәтижелеріне әсер етпейтін болады. Протон-тритондық сәйкес келулерді детекторлардың тіркеуі иондардың фокусталу жазықтығында ионды-электронды эмиссия әсерінің есебінен туындайтын электрондар бойынша жүргізу көзделген.

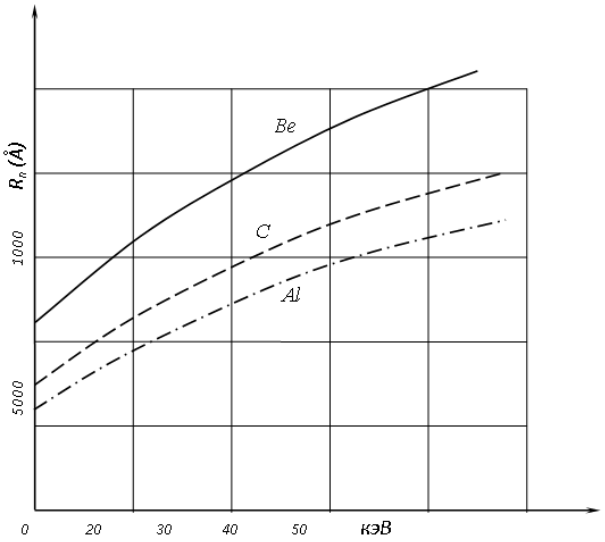
Сутегінің изотоптық құрамын масс-спектралдық талдаудың қосарлы әдісі екі түрлі оңтайлы ерекшеліктерге ие. Біріншіден, ол прецизялық және қымбат масс-спектрометриялық қондырғыларды пайдалануды талап етпейді, өйткені сутегі изотопы бір бірінен салмағы бойынша біршама ерекшеленеді. Екіншіден, сәйкес келу сызбасын пайдалану тіркеуші құрылғының фонын сутегіндегі тритий концентрациясын іс жүзінде фонсыз масс-спектрометриялық өлшеуді қамтамасыз ететін деңгейге дейін төмендетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ионды-оптикалық жүйенің параметрлерін таңдау және детекциялаушы құрылғының блогын есептеу қосымша ондау торабында жүріп жатқан ауыр сутегінің молекулярлық иондарының фракциялану әсерін егжей-тегжейлі ескеруді талап етеді: нысана материалында бөлшектердің бұрыштық шашылуы, протондардың, дейтрондардың және тритондардың заттың жұқа қабаты арқылы өтуі кезіндегі зарядтық жағдайын, энергия жоғалтуын өлшеу. Бұл кезде нысананың қалыңдығы компромистік ниетке қарай таңдалған болуы тиіс. Бір жағынан, ол бөлшектер нысанадан шыққан кезде олардың арасындағы арақашықтық айтарлықтай үлкен болуы және ұшып шыққан бөлшектер тәуелсіз болуы үшін айтарлықтай үлкен болуы тиіс. Екінші жағынан, нысананың қалыңдығы біршама аз болуы тиіс, өйткені заттың нысана арқылы өтуі кезінде бөлшектердің бұрыштық шашылуы және энергия жоғалтуы аз ғана болуы тиіс.

Жүріп өткен жолдың ұзақтығы және көміртегі пленкасындғы тежелуді ескеру. Зарядталған бөлшектер, нысанадан өткен кезде, тежегіш нысана атомдарының электрондарына серпімсіз соқтығысулардың есебінен энергиясын жоғалтады. Бұл процесс тежегіш орта арқылы өтуіне қарай бөлшектердің энергиясының іс жүзінде үздіксіз азаюына әкеп соғады. Бөлшектің жылдамдығы электрондар қармала бастайтындай соншалықты аз болса, энергияның жоғалу жылдамдығы азаяды. Дегенмен бөлшектердің баяулауы энергияның орта атомдарының жылу энергиясына дейін азаюына дейін жалғаса береді. Бірақ зарядталған бөлшектің энергиясы электрондардың қармалуы басталатындай соншалықты аз, яғни 100 кэВ-тен аз болса, онда мәселені теориялық түрде қарастыру өте қиынға соғады. Дегенмен бұл салада сенім артуға тұрарлық эксперименттік деректер бар [5]. Сондықтан электрондардың осындай қармалуы мен жоғалуының зарядталған бөлшектердің жүріп өткен жолының соңғы бөлшегіне әсері қолда бар эмпирикалық деректермен анықталады.

Эксперименталдық деректер Э. Ферми және Э. Теллер [6] алған жуықталған теориялық формуламен жақсы сипатталады. Бұл теорияда электрон массасымен салыстырғанда массасы көбірек бөлшек, электрондардан тұратын Ферми-газдың арасымен, газдағы электрондардың V_m барынша көп жылдамдығымен салыстырғанда азырақ, V жылдамдығымен қозғалады деп болжанады. Бұл жағдайда жол ұзақтығының бірлігіндегі энергияның жоғалуы келесіге тең

$$\frac{dE}{dx} = -\frac{4Ry}{3\pi R_0}\frac{V}{V_0}\ln\frac{V_{0m}}{V_0}. \qquad (1)$$

Келтірілген формулада R_0 және V_0 – орбитаның бор радиусы және ондағы электронның жылдамдығы, Ry - Ридберг тұрақтысы, V_m- Ферми статистикасының әдеттегі формуласы бойынша анықталатын, нысана материалындағы еркін электрондардың максимальды жылдамдығы, V – нысанаға келіп соқтығатын бөлшектердің жылдамдығы, ($V \le V_m$).



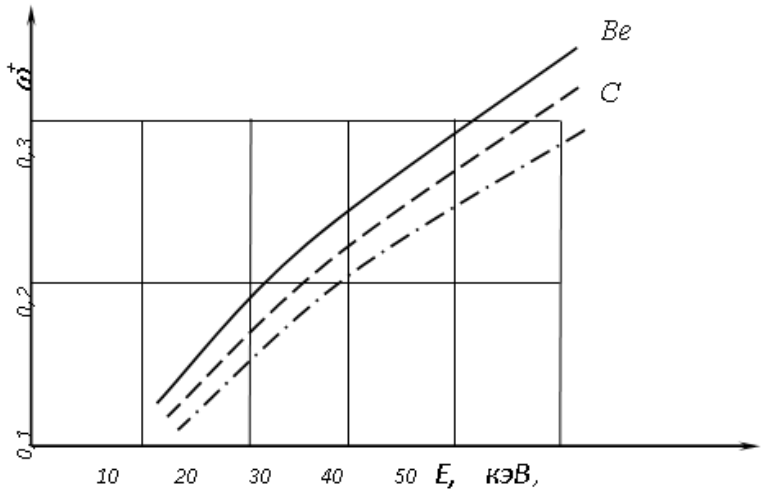
2-сурет. Энергияға байланысты нысана материалындағы протондардың жүріп өткен жолының ұзындығы R_n

Келтірілген есептер, нысананың әртүрлі материалдары үшін V_m/V_0 шамасының мәндері келесідей екендігін көрсетеді: бериллий үшін - 1,31; көміртегі үшін - 1,43; алюминий үшін - 1,50. Суретте көрсетілген: нысана материалындағы протондардың еркін жүру жолының ұзындығы R_n (2 сурет). Зарядталған бөлшектердің жүріп өткен жолының соңғы бөлшегіне электрондардың қармалуы және жоғалуы қолда бар эмпирикалық деректермен анықталады.

Иондалған бөлшектердің үлесі эксперименттік деректер [7] негізінде алынған жартылай эмпирикалық формуламен анықталды:

$$\omega^+ = 1 - \exp\left[-0,982\left(\frac{V}{V_m}\right)^{1,44}\right], \qquad (2)$$

мұндағы V_m – Ферми статисткасының әдеттегі формуласымен анықталатын, нысана материалындағы еркін электрондардың барынша көп жылдамдығы, V- нысанаға ұшып келіп қонатын бөлшектердің жылдамдығы, ($V \le V_m$). Суретте көрсетілген: молекулярлық шоғырдың нысанасына түсетін Е энергиясына байланысты иондалған бөлшектердің нысанасынан (3 сурет) шығудың ықтималдығы ω^+.



3-сурет. Молекулярлық шоғырдың нысанасына түсетін Е энергиясына байланысты иондалған бөлшектердің нысанасынан шығудың ықтималдығы ω^+

Көміртегі нысанасынан шығу кезінде зарядталған бөлшектердің сутегінің бейтарап атомдарына қатысты үлесі шамамен 40% құрайды. Жоғарыда келтірілген деректерден көрініп тұрғандай,

қалыңдығы 200 A^0 жұқа фольга арқылы нуклонға 12 кэВ энергиямен ауыр сутегі молекулаларының өтуі нәтижесінде бұл молекулалар жекелеген атомдарға немесе зарядталған бөлшектерге ыдырайды, мұнымен қатар энергияның жоғалуы шамамен 4% құрайды. Бұл көміртегі пленкасының әзірленіп жатқан масс-спектралдық қондырғыдағы молекулярлық шоғырдың қосымша иондалуы үшін нысана ретінде әбден бола алады. Молекулярлық иондар шоғырының фракциялану дәрежесін арттыру үшін жиынтық қалыңдығы ~200Å болатын екі жұқа көміртегі пленкаларын тандем түрінде орналастыру тиімді.

Релятивистік емес жылдамдықтарға арналған көміртегі пленкасының тежегіштік қабілетін есептеу, яғни (1) теңдеуден $E<<mc^2$ келесідей болады:

$$\frac{dE}{dx} = -kV, \qquad (3)$$

мұндағы $k = \frac{4Ry}{3\pi R_0}\frac{1}{V_0}\ln\frac{V_m}{V_0}$.

$\frac{dE}{dx}$ шамасы заттың тежегіштік қабілеті деп аталады.

$E = \frac{mV^2}{2}$ $V = \frac{dx}{dt}$ деп есептейміз.

Сонда (2) келесі түрге енеді

$$mV\frac{dV}{dx} = -kV$$

Бұл жерден интегралдай отырып, аламыз

$$1-\frac{V}{V_0} = \frac{x}{R_0} \qquad (4)$$

V_0 - бөлшектің бастапқы жылдамдығы, ал x – нысана материалындағы бөлшектің жүріп өткен жолы, $R_0 = \frac{mV_0}{k}$ - бірінші кезекте бөлшектердің жылдамдығына тәуелді заттағы бөлшектердің еркін жүріп өткен жолының ұзындығы.

(4) теңдігін келесі түрге түрлендіреміз

$$\frac{1}{V_0}\frac{dx}{dt} = 1-\frac{x}{R_0}$$

$$-\frac{R_0}{V_0}\frac{d(1-\frac{x}{R_0})}{dt} = 1-\frac{x}{R_0}$$

$$\frac{d\chi}{d\tau} = -\chi, \qquad (5)$$

мұндағы $\chi = 1-\frac{x}{R_0}$, $\tau = t\frac{V_0}{R_0}$

(5) дифференциалдық теңдеудің шешімі келесідей болады

$$\chi = C\exp(-\tau). \qquad (6)$$

Уақыт оқтың нысанаға тиген сәтінен бастап есептеледі. Бастапқы шарт τ =0 x=1 болған кезде, сонда

$$\frac{x}{R_0} = 1-\exp(-\frac{V}{R_0}t). \qquad (7)$$

Сонымен, тритон, дейтрон және протон үшін

$$x_T = R_T\left(1-\exp-(\frac{V_0}{R_T}t)\right) \le \delta, \quad (7а)$$

$$x_d = R_d\left(1-\exp(-\frac{V_0}{R_d}t)\right) \le \delta, \quad (7ә)$$

$$x_p = R_p\left(1-\exp(-\frac{V_0}{R_p}t)\right) \le \delta, \quad (7б)$$

мұндағы δ - пленканың қалыңдығы.

Т протонның пленкада болған толық уақыты келесі теңдікпен анықталады

$$\delta = R_p(1-\exp(-\frac{V_0}{R_p}T)). \quad (8)$$

Бұл жерден аламыз

$$T_p = \frac{R_p}{V_0}\ln(1-\frac{\delta}{R_p}) \approx \frac{R_p}{V_0}(\frac{\delta}{R_p}) \approx \frac{\delta}{V_0} \quad (8а)$$

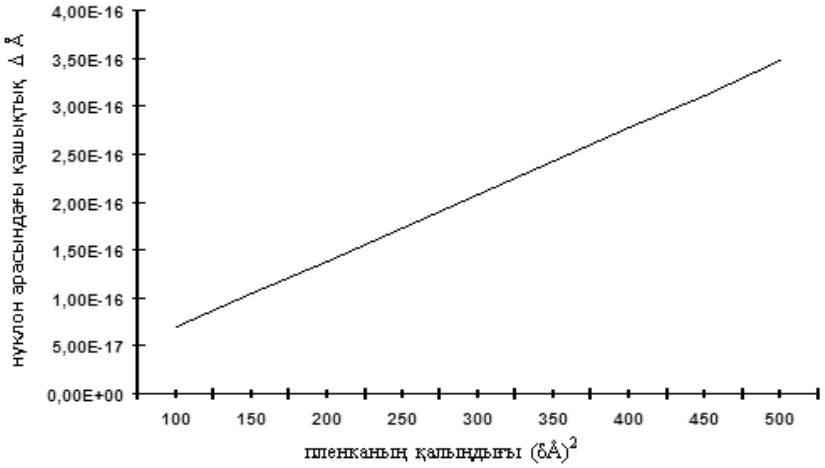
4 -суретте Ратковский мен Гайлард алған [5] эксперименттік деректерге сәйкес келетін, нысана материалдарының қалыңдығына қарай бөлшектердің болуының толық уақытының тәуелділігі көрсетілген.

Пленка арқылы өту барысында протон-дейтрондық және ұқсас түрде протон тритондық кластердегі нуклон аралық қашықтық келесі заң бойынша өзгереді;

$$\Delta_d = x_d - x_p = R_d(1-\exp(-\frac{V_0}{R_d}t)) - R_p(1-\exp(-\frac{V_0}{R_p}t)) \quad (9)$$

$$\Delta_T = x_T - x_p = R_T(1-\exp(-\frac{V_0}{R_T}t)) - R_p(1-\exp(-\frac{V_0}{R_p}t)) \quad (10)$$

$R_d = 2R_p$ екендігін ескереміз (өйткені масса $m_d=2m_p$)



3-сурет. Протонға арналған пленканың қалыңдығына қарай Т болуының толық уақытының тәуелділігі.

Протондар пленкадан шыққан сәтте біздің алатынымыз:

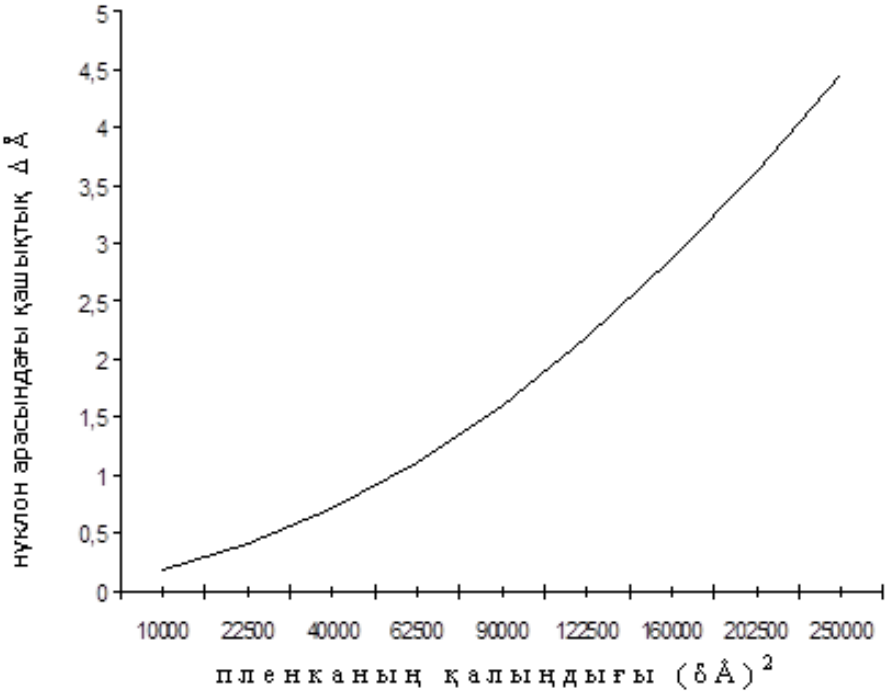
$$\Delta_d = \frac{\delta^2}{4R_p} \quad (9а)$$

5 - суретте пленканың қалыңдығына қарай протон-дейтрондық кластерде 50кэВ энергиясымен нуклон арасындағы қашықтық көрсетілген. Протон-дейтрондық кластердің 50 кэВ энергиясы кезіндегі нукон арасындағы қашықтығы пленканың қалыңдығына байланысты. $\Delta >> \rho$ мәндерінде, мұндағы ρ -

сутегінің молекулярлық ион радиусы (ρ≈1,5Å), нысанадан шығу кезінде кластер түзілу ықтималдығы нөлге тең.

Молекулярлық ион шоғырын М = 4-тен түрлендіруге арналған көміртегі үлдірін изожылдамдықтағы атомарлық сутегі H^+, дейтерий D^+ және тритий T^+ иондары шоғырына түрлендіру үшін көміртегі үлдірін дайындау. Молекулярлық ион шоғырын М=4-тен изожылдамдықтағы атомарлық сутегі H^+, дейтерий D^+ және тритий T^+ иондары шоғырына біршама тиімді түрлендіруді молекулярлық шоғырды қалыңдығы $100 \div 200$ Å көміртегі үлдірі арқылы өткізген кезде жүзеге асыруға болатындығы жоғарыда көрсетілген. Молекулярлық ион шоғырының атомарлық иондарға фракциялану дәрежесін күрт көтеруге мүмкіндік беретін, екі көміртегі үлдірін тандемдік орналастыру нұсқасы назар аударуға тұрарлық.

Көміртегі үлдіріне келесі негізгі талаптар қойылады: қалыңдығы 100 Å болған жағдайда үлдірдің диаметрі 10 мкм-нен кем емес; үлдірдің әртүрлі әсерлерге, жекелей алғанда, масс-спектралдық қондырғының механикалық шағын дірілдеріне жеткілікті төзімді болуы. Көміртегі үлдірлерін дайындау технологиясы қазіргі кезде біршама дамыған [8]. Біздің жағдайда ең оңтайлысы болып көміртегін вакуумда еритін аралық қабаты бар тегіс бетке буландыру арқылы жұқа көміртегі үлдірін алу, кейіннен көміртегі үлдірін шешіп алу, жуу және сәйкес қаңқада бекіту тәсілі табылды. Көміртекті буландыру үшін вакуумдық әмбебап пост ВУП-4М қолданылды, ол 10^{-5} мм сынап бағанасынан кем емес сиреуді қамтамасыз етеді. Көміртегін айналдыру температурасы 3500ºС-ден асатындықтан, спектралдық таза графит өзегінің бүйірінен көміртегінің буланuы осы үшін арнайы әзірленген, біршама қарапайым және сенімді электрондық зеңбірекпен шығарылатын электрондық шоғырмен жүзеге асырылды.



5-сурет. Пленканың қалыңдығына қарай протон-дейтрондық кластерде 50кэВ энергиясымен нуклон арасындағы қашықтық

Төсеме ретінде эмульсиядан тазартылған, ғылыми жұмыстарға арналған, беті барынша тегіс, ақауы жоқ жұқа үлдірдің алынуын қамтамасыз ететін фотопластинка пайдаланылды. Әйнектің жұмысшы беті мұқият жуылғаннан кейін, оған 10^{-5} мм сынап бағанасы вакуумында, 12 ÷14 см қашықтықтан 900 ÷ 1000 ºС кезінде тантал қайықшасынан буландырып қалыңдығы 10 ÷ 20 мкг/см^2 химиялық таза NaCl қосылысының еритін аралық қабаты салынды.

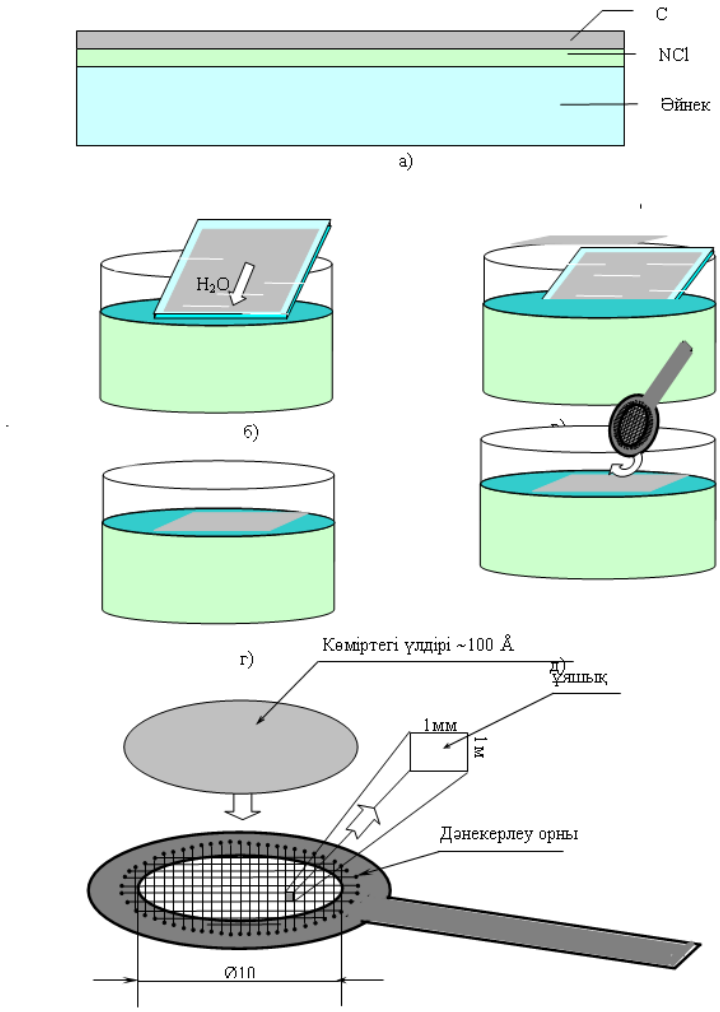
Одан кейін, бірнеше секунд өткен соң дәл сол вакуумда және дәл сол қашықтықтан көміртекті электрондық шоғырмен ~ 100 Å қалыңдықтағы қабатты алғанға дейін буландыру жүргізілді, оны бақылау буландыру барысында кварцтық таразымен жүзеге асырылды.

Көміртегі үлдірін созылғыштықты арттыруға арналған төсемеден алып тастаудың алдында ол 1,5 сағат бойы ~ 250 ºС температурасында муфель пешінде ауада күйдірілді [9]. Одан кейін жоғарғы жағында көміртегі үлдірі бар әйнек дистельденген суға бірнеше градустық бұрышпен өте баяу түсірілді (6 (а-д) сурет), бұл кезде NaCl-дан жасалған аралық қабат еріп кетті және көміртегі үлдірі су бетінде жүзіп қала берді.

Әйнектің бату жылдамдығы мен бұрышы эмпирикалық көміртегі үлдірінің майысу ақауларына әкеп соғуды болдырмау қажеттілігіне қарай таңдалды. NaCl қалдықтарын жуу үшін алынған үлдір бірнеше сағат бойы су бетінде қалқып жүрді. Одан кейін ол сақиналық түрдегі қаңқада көтеріп алынды және кептірілді.

Бірақ көміртегі үлдірлерінің қалыңдығы аз болған жағдайларда кейбір қиындықтар туындады. Әсіресе бұл үлдірді су бетінен көтеріп алу және оны кептіру кезінде қалыңдығы 100 Å және диаметрі 10 мм-ден кем емес көміртегі үлдірлеріне қатысты.

Алынған үлдірлер көпке шыдамады. Сутегі изотопының атомарлық иондарының изожылдамдықтағы шоғырын алу үшін қажетті көміртегі үлдірінің тіршілік уақытын ұзарту, мөлдірлігі жоғары дәрежедегі оған қолдау көрсететін жүйені жасау арқылы жүзеге асырылды. (6е-сурет).



6-сурет. Көміртегі үлдірін дайындау

Осы міндетті шешу үшін құрылымдары ерекшеленетін қолдау көрсететін жүйелердің әртүрлі нұсқалары әзірленді және дайындалды, олардың әрқайсысы жұқа көміртегі үлдірлерін көтерген кезде және кептірген кезде сынақтан өткізілді. Көміртегі үлдірлерінің қалыңдығына қарай олардың шыдамдылығының өзгеру динамикасын анықтау үшін әрбір нұсқа қалыңдықтары 50, 100, 200 и 300 Å үлдірлерде сынақтан өткізілді. Алынған нәтижелердің салыстырмалы бағалануы кезінде 1×1 мм^2

ұяшықтары бар және мөлдірлігі 90% жалпақ (тоқылмаған) тор негізіндегі қолдау көрсету жүйесі жақсырақ болып шықты. Бұл қолдау көрсету торының жіптерінің көлденең кесіндісі оның жазықтығында қатты созылған эллиптикалық кесіндіге ие. Осы жүйемен көтерілген, қалыңдығы 100 Å және диаметрі 10 мм көміртегі үлдірі үш ай бойы бетте сақталды, оған қоса механикалық діріл деңгейі тритий мөлшерін анықтауға арналған масс-спектралдық қондырғының шағын діріл деңгейінен асып түсті. Осылайша қондырғының ионды-оптикалық жүйесі арқылы ион шоғырларын өткізу жөніндегі жұмыстарды бастауға мүмкіндік беретін көміртегі үлдірі алынды.

Қорытынды: құрамында сутегі бар орталарда тритий концентрациясын масс-спектралдық анықтаудың жұқа көміртекті үлдірлерде ауыр сутегінің молекулярлық иондарының диссоциациясы әсерін пайдалануға сүйенген жаңа тәсілінің физикалық негіздері талқыланды. Сутегі молекулярлық иондарының бөлшектердің салыстырмалы төмен ~10 кэВ/нуклон энергиясы кезінде заттың (нысананың) жұқа қабатымен өзара әрекеттесу үрдістері бойынша әдебиет деректерінің егжей-тегжейлі талдауы жасалды.

Жұмыстардың нәтижелері ион ағындарының қалыптасуының ионды-оптикалық жүйесін және осы ағындарды басқару жүйесін анықтауға арналған қажетті деректерді береді. Бұдан басқа, олар қосымша иондау торабын жасау үшін, және де аспаптың детекциялаушы блогын есептеу және құрастыру үшін қажет.

Сутегінің молекулярлық иондары шоғырының диссоциациясы және иондалуына арналған нысана ретінде көміртегі үлдірін пайдалану мүмкіндіктерін анықтау мақсатында энергияның жоғалуы, көміртегі үлдірінің қалыңдығына және бөлшектердің бастапқы энергиясына қарай нысанадан шыққан бөлшектердің зарядтық жағдайлары ескерілді.

Қатты денелі нысана ретінде жұқа көміртегі үлдірін пайдалану тиімді екендігі көрсетілді. Мұндай үлдірлерді дайындау технологиясы біршама дамыған болса да, бірақ, ерекше аз қалыңдықта ~100 Å және Ø 10 мм кем емес өлшемдерде, алынатын үлдірлер көпке шыдамайды. Тіршілік уақытын жалғастыру үшін 1×1 мм^2 ұяшықтары бар және мөлдірлігі 90%, жіптерінің көлденең кесіндісі тор жазықтығына өте дөңес эллиптикалық кесіндісі бар жалпақ (тоқылмаған) тор негізіндегі қолдау көрсету жүйесі әзірленген. Аталған көлемдегі алынған көміртегі үлдірі үш ай бойында өз бетінің 95%-да сақталды, оған қоса механикалық діріл деңгейі тритий мөлшерін анықтауға арналған масс-спектралдық қондырғының шағын діріл деңгейінен асып түсті. Сонымен, осы жұмыста қондырғының ионды-оптикалық жүйесі арқылы ион шоғырларын өткізу жөніндегі тәжірибелерді бастауға мүмкіндік беретін көміртегі үлдірі алынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Якушев Е.М., Назаренко Л.М. Тритийдің сутегіндегі мөлшерін масс-спектралдық анықтау тәсілі және оны жүзеге асыруға арналған құрылғы // Қазақстан Республикасы патенті N8046. - 1999.

[2] Aldiyarov N.U., Zhdanov V.S., Mit A.G., Nazarenko L.M., Yakushev E.M. A new Mass-spectral Method for Tritium determination in Water-containing Media // 6-th International Conference “Nuclear and Radiation physics”. Abstracts. -Almaty, 2007.- p.455.

[3] Gaillard M.J., Poizat J. C., Ratkowski A., and Remillieux J. The dependence of H2molekular-ion yields on the praton neutral fraction. // Nucl. Instr. and Meth, 1976. - v.132 - p.69-73.

[4] Эксперименттік ядролық физика. // Э. Сегре редакциясымен: Шет ел әдебиеті, - Москва, 1955. - Б. 662.

[5] Физикалық шамалар кестесі. // И.А. Кикоин редакциясымен шыққан анықтама. - Москва, Атомиздат, 1976. - Б. 954.

Жумагали Ж.Т., Алдияров Н.У.

Использование эффектов фракционирования молекулярных пучков ионов тяжелого водорода на тонких углеродных пленках для определения концентрации трития

Резюме: С целью выяснения возможностей использования углеродной пленки в качестве мишени для диссоциации и ионизации пучка молекулярных ионов водорода учитывались потери энергии, зарядовые состояния вышедших из мишени частиц в зависимости от толщины углеродной пленки и начальной энергии частиц. Приведены результаты расчета межнуклонного расстояния при энергии 50 кэВ в про-тон-детронным кластере в зависимости от толщины пленки . При значениях $\Delta >> \rho$ где ρ - радиус молекулярного иона водорода ($\rho \approx 1{,}5$Å), вероятность образования кластера при выходе из мишени равна нулю. Показано, что в качестве твердотельной мишени выгодно использовать тонкие углеродные пленки.

Ключевые слова: Тритон, пленки углерода, диссоциации, ионизации, между нуклонами.

Zhumagali Z.T., Aldiyarov N.U.

Using Effects fractionation molecular beams of heavy hydrogen ions on the thin carbon films for the determination of concentration of tritium

Summary: In order to clarify the possibilities of using the carbon film as a target for dissociation and sheaf ionization of molecular hydrogen ion in view of the loss of energy charge states of the particles emerging from the target, depending on the thickness of the carbon film and the initial energy of particles. The results of the calculation of between nucleon distances at an energy of 50 keV in the pro-tone detronnym cluster, depending on the thickness of the film. For values Δ>>ρ where ρ - the radius of the hydrogen molecular ion (ρ≈1,5Å), the probability of formation of the cluster when leaving the target is zero. It is shown that as the solid target is advantageous to use thin carbon films.

Keywords: Triton, carbon film, dissociation, ionization, between nucleons.

УДК 66.081

О.Ә. Алмабеков, К.М. Әбдиев
(Алматинский технологический университет,
Алматы, Республика Казахстан)

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОКАТАЛИЗАТОРА ПАЛЛАДИЯ В ПРОЦЕССЕ ВЫДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В КАТАЛИЧЕСКОМ РИФОРМИНГЕ

Аннотация. Статья посвящена применению нанокатализатора палладия в процессе выделения ароматических углеводородов в каталическом риформинге. В работе рассматривается получение наночастиц палладия и применение нанокатализатора в процессе каталического риформинга В нефтехимическом производстве одним из наиболее важных технологических процессов является поток ароматических углеводородов, которые служит источником получения циклосоединеий. С использованием этого потока продуктов могут быть получены бензол и его гомологи, которые являются продуктами органического синтеза. Ароматические продукты представляют собой орто-ксилол, мета-ксилол, пара-ксилол и этилбензол. При получении выше перечисленных ароматических углеводородов используют катализаторы платформинга. Платина в дисперсном состоянии достаточно активный катализатор. Однако при его использовании в каталическом риформинге она теряет активность в присутствие небольшого количество серы. Последовательная регенерация катализатора платины довольно не простой процесс требующий определенных затрат энергии и финансов, да и сама платина не дешевый металл. По этому использование платины в каталическом риформинге устарело. В связи с этим вместо катализатора платины можно использовать нано частицы палладия, нанесенных в мицеллы полимеров. Такой вид катализатора по своим физико-химическим свойством намного превосходит тот же катализатор платины. Особенность наночастиц палладия – это высокая активность и селективность. Высокой активностью он обладает за счет больших поверхности взаимодействия. К тому же при использовании нано частиц палладия выделение побочных продуктов не зафиксировано, это доказывает его высокую селективность. [1]

Ключевые слова: полиэтилоксид, поливинилпиридин, нанокатализатор, нано частицы, селективность.

Цель исследований – применить новый нано катализатор палладия в процессе выделения ароматических углеводородов в каталическом риформинге. В работе рассматривается получение наночастиц палладия нансенных в блоксополимеры.

Объекты и методы исследований.

Данная работа состоит из 2 частей. Первое получения – наночастиц палладия, нанесенных в полимеры ПЭО-П2ВП-Pd. Второе использование мицелл блок-сополимеров, содержащих наночастицы палладия в качестве катализатора в каталическом риформинге.

Технические данные полимера:

$M_n^{\text{ПЭО}}$ (средняя молекулярная)=15400, $M_n^{\text{П2ВП}}$ (средняя молекулярная масса винилпиридина) =14100, D (коэффицент полидисперсности)=1.04. Наночастицы получают в результате восстановления катионов металлов в растворе, где ионы металлов восстановливаются до атомов, условиях, благоприятствующих последующему формированию малых металлических кластеров и агрегатов. Уравнения реакции восстановления ионов металлов выглядит следующим образом:

$$M^{n+}[\text{Red}] \rightarrow M^0 + [\text{Ox}]$$

где, M^{n+} - ион металла, [Red] восстановитель , M^0- металл нулевой вальентности, [Ox]- продукт окисления восстановителя.

В пробирке готовим раствор полимера в воде с концентрацей 3.85 г/л перемешиваем (тефлонной магнитной) в течение 24 ч. После внимательного перемешивания, чтобы избавиться от соли фильтруем раствор через одноразовый пластиковой фильтр. Перед восстановлением металла надо охладить раствор и согреть до комнатной температуры (3 раза), в конце заполняем аргоном и очищаем от газов. Для получения наночастиц палладия использовали восстановитель с избытком $NaBH_4$ с одним молем $NaPdCl_4$.

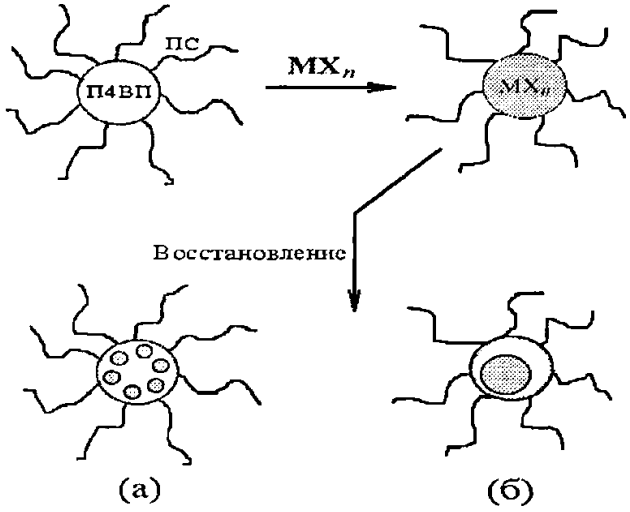
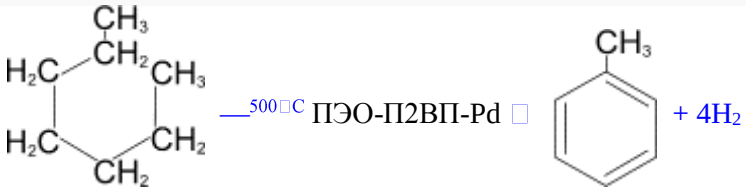


Рис. 1. Восстановления палладия[2]

Полученный нанокатализатор ПЭО-П2ВП-Pd применяем в каталическом риформинге целью получения ароматических соединении.



Для этого в лабаротории Алматинского технологического университета (309 каб) был произведен эксперимент с целю получение ароматических соединении. Так как экспермент проводился в слабо оборудованном лабаратории и вероятность точности экспермента был под угрозой в качестве сырья мы взяли чистый гептан. Для того что бы доказать эфективность использования нанокатализатора, процесс каталического риформинга был произведен дважды. Первом случае был использован традиционный катализатор Al_2O_3-Pd. Во втором случае ввиде катализатора был использован блоксополимер содержающий наночастицы палладия. Результаты показаны в таблице.

Таблица 1. **Экпермент с использованием традиционного катализатора**

Сырье	Объем, мл	Катализатор	Продолжительность, мин	Целевой продукт	Объем, мл, $м^3$
Гептан	500 мл	Al_2O_3-Pd	35 мин	1. Толуол 2. Водород	325 мл 4,3е-5$м^3$

Таблица 2. **Экпермент с использованием нанокатализатора**

Сырье	Объем, мл	Катализатор	Продолжительность, мин	Целевой продукт	Объем, мл, $м^3$
Гептан	500 мл	ПЭО-П2ВП-Pd	24 мин	3. Толуол 4. Водород	395 мл 5,5е-5$м^3$

Результаты и их обсуждение.

По сравнению с традиционными катализаторами нано частицы палладия оказались намного эффективнее. В связи с тем что блоксополимер содержающий наночастицы палладия не боится серы сырье не подвергается тщательному гидроочищению. За счет высокой активности катализатора процесс шел на 30% быстрее, выделение побочных продуктов не наблюдалось. Если в использовании традиционных катализаторов выход продукта был равен 75-85%, то в этом случае выход равен 85-90%.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Kelley M.J., freed R.L. Catalysis. -1982. -V.78. -№2. -p.445.

[2] Нургазина Г.М. Наночастицы палладия в дендримере дисс.работа. 2013г 57лис

Алмабеков О.Ә., Әбдиев К.М.

Каталитикалық риформинг әдісімен ароматты көмірсутектерді бөлу процесіне паладии нанокатаизаторын қолдану

Түйіндеме. Мақала каталитиалық риформинг арқылы ароматты көмірсутектерді алу процесіне палладий нанокатализаторын қолдануды қарастырады. Жұмыста палладий нано бөлшектерін алу мен оны каталитикалық риформинг процесіне қолдану әдісі көрсетілген.

Негізгі сөздер: полиэтилоксид, поливинилпиридин, нанокатализатор, нано бөлшектер, селективтілік

Almabekov O.A., Abdiev K.M.

Application nanocatalysts palladium in the process of allocating aromatic hydrocarbons of catalytic reformer

Summary. The article is devoted to the use of palladium nanocatalysts in isolation aromatics of catalytic reforming. The paper deals with obtaining nano particles of palladium and use of nanocatalysts process of catalytic reforming with the release of aromatic hydrocarbons.

Key words: polyethylene oxide, polyvinylpyrrolidone, nanocatalyst nanoparticles selectivity

УДК 66.081.32

К.Е. Әбіт, М.К. Наурызбаев
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан, Baidagulova_kamilya@mail.ru)

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИМИ СОРБЕНТАМИ

Аннотация. Изучена адсорбция ионов цинка, меди и свинца активированными углями различных марок из водных растворов. Рассмотрена эффективность использования сорбции угольных сорбентов при очистке сточных и природных вод от ионов металлов в стационарных условиях.

Установлено, что обработка углем водных сред, загрязненных тяжелыми металлами, позволит интенсифицировать ремедиацию биологическими методами, что в свою очередь приведет к снижению остаточного содержания ионов тяжелых металлов в природных водоемах, и позволит сократить содержание ионов металлов в сточных водах и водоемах ниже ПДК.

Ключевые слова: активированные угли, адсорбция, тяжелые металлы, очистка водных растворов, ремедиация, экология.

Введение

В настоящее время реки и озера Казахстана интенсивно загрязняются предприятиями горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, коммунальными службами городов, представляя реальную экологическую угрозу биосфере. Наиболее загрязненными являются реки Иртыш, Нура, Или, Сырдарья, а также озера Балхаш и Арал. Загрязнению подвержены также подземные воды, являющиеся основным источником питьевой воды населения [1-2].

В Государственной программе управления водными ресурсами Республики Казахстан от 4 апреля 2014 года сказано: «...В 2012 году только 13 из 88 водоемов по показателю загрязненности

были классифицированы как "чистые"...».

Для очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, широко используются реагентные, мембранные, электрохимические, биохимические и сорбционные методы [3-7]. Ионный обмен и электролиз, при несомненных достоинствах, сопровождаются образованием требующих утилизации растворов солей тяжелых металлов и высоким расходом реагентов [8]. Электрохимический метод не всегда позволяет провести глубокую очистку и требует больших энергетических затрат [9]. Поэтому их применение для ремедиации уже загрязненных природных водоемов зачастую является технически невозможным и экономически нецелесообразным.

Сорбционное извлечение металлов из сточных и природных вод получило достаточно широкое распространение вследствие эффективности и отсутствия вторичных загрязнений. Сорбционные материалы поглощают из водных растворов металлы до минимальных остаточных концентраций [10].

В промышленной практике используются различные сорбенты, которые разделяют на углеродные и минеральные. К первым относятся активные угли, торф и другие продукты, получаемые в основном при переработке различных органических материалов, ко вторым – силикагели, алюмогели, цеолиты. Все сорбенты в той или иной мере проявляют активность к поглощению как нефтепродуктов, так и ионов металлов. Основным материалом, использующимся в качестве сорбента в настоящее время, являются активированные угли (АУ), для получения которых используется каменный уголь, древесина, полимеры, отходы пищевой, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности.

Определяющее влияние на структуру пор АУ оказывают исходные материалы для их получения. АУ на основе скорлупы кокосовых орехов характеризуются большей долей микропор, а активированные угли на основе каменного угля - большей долей мезопор. Большая доля макропор характерна для АУ на основе древесины [11].

Развитая пористая структура и отсюда высокая сорбционная активность углей способствуют эффективной очистке воды от примесей ионов тяжелых металлов, а также органических загрязнителей [12]. Сорбционный метод в последние годы используется в комплексе с биологической очисткой. Биотхнологические методы, включающие использование микроорганизмов совместно с минеральными и растительными сорбентами, являются наиболее экологически чистыми и экономически целесообразными.

Все вышесказанное определяет актуальность разработки технологий по предотвращению загрязнения биосферы и способов очистки водных сред от тяжелых металлов с помощью АУ, как одной из стадий комплексной технологии очистки и природных водоемов, и сточных вод.

В данной статье исследована адсорбция тяжелых металлов АУ различных марок из водных растворов с pH = 7±1.

Методы исследования и материалы

Была изучена сорбционная емкость АУ по ионам меди, цинка и свинца из модельных растворов. Для определения емкости сорбента по катионам различных металлов были приготовлены серии растворов солей металлов разной концентрации. Равновесную концентрацию металла определяли на атомно-абсорбционном спектрометре Analyst-400 фирмы Perkin Elmer.

Содержание ионов металлов в растворах варьировалось от 1 до 100 мг/л (1, 5, 10, 20, 50, 100мг/л). Растворы сульфатов меди и цинка, нитрата свинца готовили с использованием бидистиллята из солей марки "Химически чистый". Соотношение массы сорбента к раствору было 1:100, время проведения сорбции - 60 минут. Сорбцию проводили при перемешивании на лабораторном орбитальном шейкере Sky Line (ELMI) при 100 оборотах в минуту.

Определение сорбционной способности изучаемых углей по йоду проводили титриметрическим методом по ГОСТ 4453–74 [13]. Провели предварительную подготовку образцов, которая включала в себя 10-минутное кипячение 20 г сорбента в 200 $см^3$ 0,2 н раствора соляной кислоты, далее отмывали дистиллированной водой и высушивали в течение 1 ч при 110°С.

Навеску массой 1 г подготовленного сорбента встряхивали 20 мин в 100 $см^3$ 0,1 н раствора йода в йодистом калие (25 $г/дм^3$), затем отбирали аликвот 10 $см^3$ и титровали 0,1 н. раствором тиосульфата натрия. В качестве индикатора использовали крахмал.

Результаты и их обсуждение

Полученные экспериментальные данные по сорбции ионов тяжелых металлов представлены в виде изотерм адсорбции на рисунке 1. Исследования показали хорошие значения сорбционной емкости

ионов металлов сорбентами для АУ, полученных из каменного угля, а также углей из кокосового ореха. АУ из кокса обладают значительно меньшей сорбционной способностью по ионам тяжелых металлов и могут быть использованы для частичной очистки малозагрязненных вод.

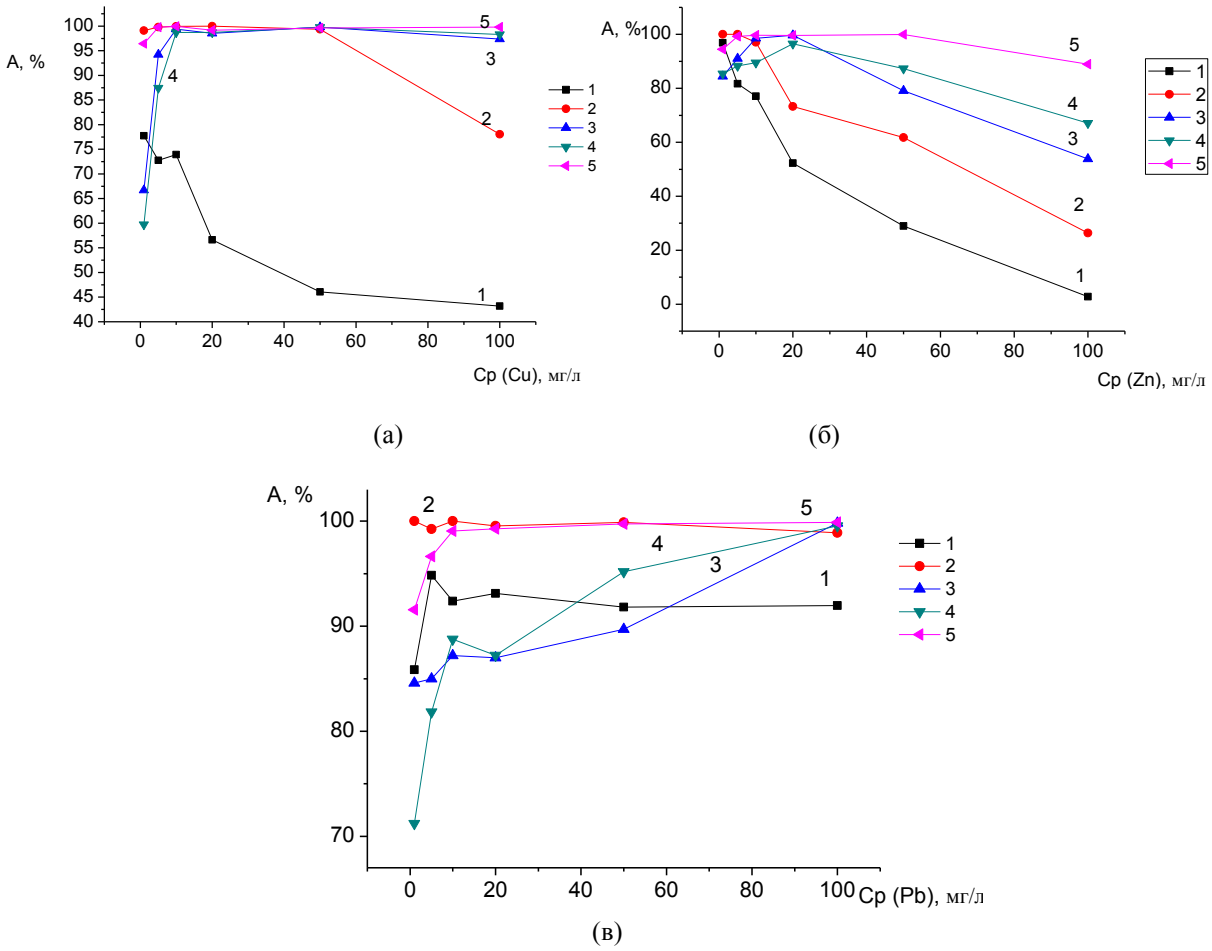


Рис.1. Изотермы адсорбции ионов: а) меди, б) цинка,
в) свинца:
1- АУ на основе кокса Шубаркульского месторождения
2- АУ на основе каменного угля «Premium Activated carbon»
3- АУ на основе кокосового ореха №101 «Shanghai Jinhu Activated Carbon Co.»
4- АУ на основе кокосового ореха №102 «Shanghai Jinhu Activated Carbon Co.»
5- АУ на основе каменного угля №202 «Shanghai Jinhu Activated Carbon Co.»

В таблице № 1 представлены значения максимальной экспериментальной сорбционной емкости по тяжелым металлам сорбентами, найденной графически с помощью линейной анаморфозы изотермы адсорбции Ленгмюра.

По результатам анализа видно, что адсорбционная способность АУ «Premium Activated carbon» увеличивается с увеличением атомарной массы иона металла, что указывает на применимость его для удаления ионов с большой атомной массой. Кокосовые активированные угли, а также АУ на основе каменного угля из Китая показали хорошую адсорбционную способность по ионам всех трех элементов. Йодное число исследуемых АУ подтверждает полученные данные по сорбции ионов тяжелых металлов. Наибольшей сорбционной емкостью по ионам тяжелых металлов обладают угли с высоким показателем йодного числа.

Таблица 1. **Адсорбционная емкость исследуемых углей по ионам тяжелых металлов и йоду.**

Образец	Адсорбционная емкость сорбентов, мг/г			
	по ионам меди	по ионам цинка	по ионам свинца	по йоду
АУ на основе кокса Шубаркульского месторождения	5,7	2,2	13,4	400
АУ на основе каменного угля «Premium Activated carbon», производство Канада	27,6	9,9	137,0	700
АУ на основе кокосовой скорлупы № 101«Shanghai Jinhu Activated Carbon Co.», производство Китай	32,23	125,0	55,6	900
АУ на основе кокосовой скорлупы № 102 «Shanghai Jinhu Activated Carbon Co.», производство Китай	47,6	38,5	20,5	800
АУ на основе каменного угля № 202 «Shanghai Jinhu Activated Carbon Co.», производство Китай	45,5	45,5	40,0	1000

Выводы

В работе исследовали сорбционную емкость углеродсодержащих сорбентов по ионам тяжелых металлов. Показано, что АУ № 202 на основе каменного угля является лучшим из исследованных материалов при сорбции тяжелых металлов как из вод природных водоемов, так и сточных вод, содержащих большие концентрации металлов.

Включение обработки углем в комплекс биотехнологических схем очистки воды позволит интенсифицировать ремедиацию биологическими методами, что в свою очередь приведет к снижению остаточного содержания ионов тяжелых металлов в природных водоемах, и позволит сократить содержание ионов металлов в сточных водах и водоемах ниже ПДК, все это ведет за собой улучшение качества природных водоисточников.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Указ Президента Республики Казахстан О Государственной программе по управлению водными ресурсами Республики Казахстан на 2014-2040 годы// http://ecoinfo.kz/wp-content/uploads/t8.pdf

[2] Еремеева Ю. Н. Исследования по повышению эффективности очистки производственных сточных вод ТОО «Казцинк»// автореф. дис. канд. техн. наук. Алматы, 2010 г.

[3] Christie C.C. Metals from electroplating sludge // Trans. Inst. Met.Finish. – 1991. – № 2. – P. 2–6.

[4] Polljr G.H. From industrial by product compounds // Products Finishing. – 1990. – № 10. – P. 478– 482.

[5] Малкин В.П. Технологичекие аспекты очистки промстоков, содержащих ионы тяжелых металлов. – Иркутск: ИГУ, 1991. – 63 с.

[6] Найденко В.В., Губанов Л.Н. Очистка и утилизация промышленных стоков. – Н. Новгород: ДЕКОМ, 1999. – 368 с.

[7] Алибяков С.Я., Фоминых В.В. Экологические технологии: интенсификация процесса очистки сточных вод от ионов никеля // Инженерная экология. – 2003. – № 3. – С. 55– 58.

[8] Глушко Е.В., Радовенчик В.М., Радовенчик Я.В. Малоотходная ионообменная технология очистки гальваностоков от ионов цинка // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – № 5. – С. 60–63.

[9] Варламова С.И., Климов Е.С. Экологическая безопасность предприятий машиностроения (Обзор современного состояния проблемы) // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2005. – Приложение № 2. – С. 163–168.

[10] Чиркст Д.Э. Сорбция железа (2+) железомарганцевыми конкрециями // Журнал прикладной химии. – 2005. – Т. 78. – Вып. 4. – С. 599–605.

[11] Веприкова Е.В. Очистка воды от тяжелых металлов и гуминовых веществ сорбентами, полученными из сырья Красноярского края: на примере луба коры березы и бурого угля// автореф. дис. канд. техн. наук. Красноярск, 2007.

[12] Пимнева Л.А., Загорская А.А. Использование активированного угля для интенсификации процессов очистки природных вод Тюменского региона // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: http: //www.science-education.ru/ru/article/view?id=16639

[13] ГОСТ 4453-74 «Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия».

Әбіт К.Е., Наурызбаев М.К.

Ауыр металлиондарының жылғы ағынды суларды және табиғи су активтендірілген көмірдің қолдану.

Түйіндеме. Әр түрлі сипаттағы белсендірілген көмірдің сулы ерітіндісінен (pH = 7 ± 1) мырыш, мыс және қорғасын иондарының адсорбциясы зерттелінді. Стационарды шартта ағынды (сарқынды) және табиғи суларды металл иондарынан көмір сорбенттерімен тазартудың тиімділігі қарастырылған. Ерітіндідегі металлдардың көлемі атомды-абсорбциялық әдісіпен жүргізілді.

Белсендірілген көмірді сорбент ретінде қолданылуы сулы ортаны ауыр металлдардан тиімді тазартатыны анықталды.

Түйінді сөздер: белсендірілген комірлер, адсорбция, ауыр металдар, сулы ерітінділерді тазарту, ремедиация, экология.

Abit K.E., Nauryzbaev M.K.

Application of activated carbon in wastewater and natural water from heavy metal ions

Summary. Adsorption of zinc, copper and lead ions from aqueous solutions (pH = 7 ± 1) by various marks activated carbons was studied. We consider the efficiency of the sorption carbon sorbents from the metal ions in stationary conditions during purification of waste and natural waters. The control of the metal content in the solutions was performed by atomic absorption method.

It was found that the use of activated carbons as adsorbents can effectively clean the water media from heavy metals.

Key words: activated carbon, adsorption, heavy metals, cleaning of aqueous solutions, remediation, and ecology.

УДК 669.33(043)

А.С. Маденова, Е.О. Килибаев, Т.С. Даулетбаков, Ш.К. Акильбекова
(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ Ca – As – O

Резюме. Рассмотрены данные констант равновесия химических реакций и диаграммы фазовых превращений в системе кальций-мышьяк-кислород. Проведен термодинамический анализ, позволяющий оценить возможность протекания основных и попутных реакций. Проблема мышьяка остается до настоящего времени одной из нерешенных в производстве тяжелых цветных металлов. Мышьяк в различных концентрациях присутствует в рудах и концентратах цветных и благородных металлов, что приводит к различным негативным технологическим, экономическим и экологическим последствиям. В процессе технологической переработки мышьяксодержащего сырья наблюдаемое отрицательное перераспределение мышьяка между продуктами обжига и плавки резко ухудшает условия труда, создает проблемы при дальнейшем удалении и утилизации вредных его соединений. При этом значительно снижается качество товарной продукции, загрязняется окружающая среда в районах расположения предприятий.

Ключевые слова: термодинамика, арсенат, арсенит, система, анализ, устойчивые фазы.

На многих металлургических предприятиях мышьяк, поступающий в металлургическое производство вместе с сырьем цветных и благородных металлов, выводится из технологического цикла в форме условно-отвальных арсенат-кальциевых кеков, которые обладают значительной растворимостью в воде и при длительном их хранении оказывают резко выраженные отрицательные воздействия на окружающую среду [1, 2].

Стабильным соединением мышьяка, предназначенного для длительного хранения, является его сульфидная форма. Анализ отвальных арсенат-кальциевых кеков свинцового производства показывает, что в них кроме основного компонента - арсената кальция, присутствуют в различных количествах арсенаты железа, оксиды и гидрооксиды кальция, а также в незначительных количествах оксиды и сульфиды меди, железа и других металлов [3].

В процессе обжига для оценки поведения различных соединений мышьяка, присутствующих в арсенат-кальциевых кеках, можно воспользоваться термодинамическим анализом, позволяющим оценить возможность протекания основных и попутных реакций. Такой подход был использован в настоящей работе, где на основании термодинамического анализа проведена оценка протекания

возможных реакций в системе Ca – As – O и рассчитаны константы равновесия реакций.

Термодинамика рассмотренных реакций и расчетные значения констант равновесия приведены в таблице.

В системе Ca – As – O термодинамически устойчивыми соединениями мышьяка являются арсенаты $Ca(AsO_2)_2$ и арсениты $Ca_3(AsO_4)_2$ мышьяка. С повышением кислородного потенциала кальций и арсенат кальция $Ca(AsO_2)_2$ окисляются до оксида кальция (CaO). В этих условиях мышьяк возгоняется в элементарном состоянии. Дальнейший рост кислородного потенциала обуславливает образование устойчивого арсената кальция $Ca_3(AsO_4)_2$.

Таблица. **Значения констант равновесия химических реакций в оксидных системах**

№ Лин. на диагр.	Равно-весные фазы	Реакции взаимо-действия фаз	K_p	Уравнения монова-риантных равновесий	lg Kp (P, Па) при T, K		
					873	973	1073
1	CaO, $Ca(AsO_2)_2$	2 CaO+2 As_2+ +3 O_2= 2 $Ca(AsO_2)_2$	$1/P_{As_2}^2 \cdot P_{O2}^3$	$\lg P_{O_2} = -\frac{2}{3}\lg P_{As2} - -\frac{1}{3}\lg K_p$	84,1	71,0	60,4
2	CaO, $Ca_3(AsO_4)_2$	3 CaO+ As_2+ +2,5 O_2=$Ca_3(AsO_4)_2$	$1/P_{As_2}\cdot P_{O2}^{2,5}$	$\lg P_{O_2} = -\frac{1}{2,5}\lg P_{As2} + -\frac{1}{2,5}\lg K_p$	61,8	52,2	44,4
3	$Ca(AsO_2)_2$, $Ca_3(AsO_4)_2$	3 $Ca(AsO_2)_2$= =$Ca_3(AsO_4)_2$+2 As_2+ +2 O_2	$P_{As2}^2 \cdot P_{O2}^2$	$\lg P_{O_2} = -\lg P_{As2} + +\frac{1}{2}\lg K_p$	-64,3	-54,3	-46,2

На рис. 1 показана диаграмма фазовых ассоциаций в системе Ca-As-O, построенная в координатах lg P_{O2} – T, при постоянном значении кислородного потенциала 1 атм., и в интервале изменения температур с 373 до 1373 К.

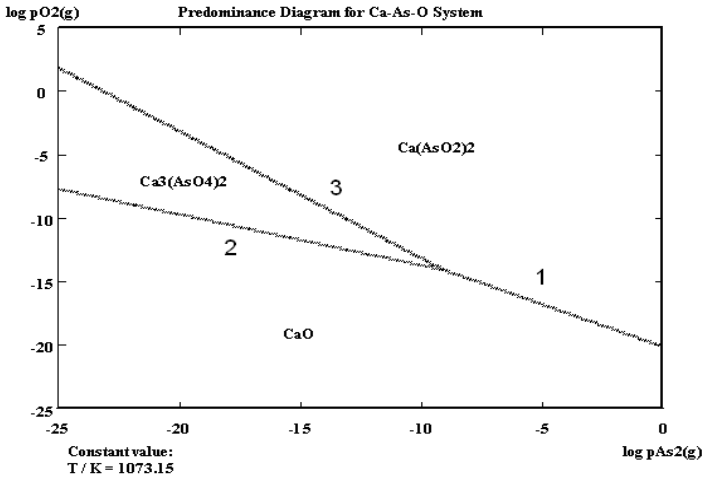


Рис. 1. Диаграмма фазовых ассоциаций в системе Ca – As – O в координатах lg P_{O2} - lg P_{As2}

Установлено, что в системе Ca–As–O с повышением температуры арсенат кальция диссоцирует до CaO при одновременной возгонке мышьяка.

В интервале температур от 623 – 853 K, при малом парциальном давлении мышьяка, устойчивой фазой является арсенат кальция (рис. 2).

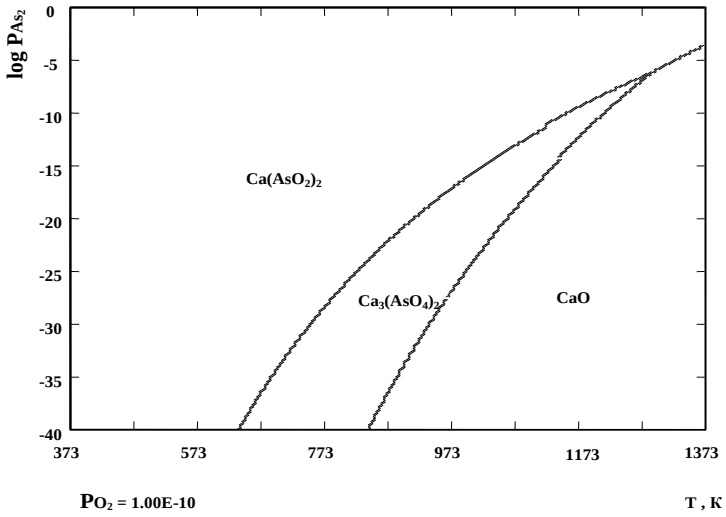


Рис. 2. Диаграмма фазовых ассоциаций в системе Ca – As – O

Таким образом, как показывает термодинамический анализ системы Ca–As–O, для разрушения такого вредного соединения как арсенат кальция при проведении обжига необходимо предусматривать условия повышения парциального давления кислорода. Это, в конечном счете, приводит к развитию процесса диссоциации арсената кальция с дальнейшей возгонкой мышьяка.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Зиканова Т.А., Мильке Э.Г. Растворимость сульфидных возгонов мышьяка и пути их хранения // В кн.: Химия и технология халькогенов и халькогенидов. Тезисы докл. II Всесоюз. Совещ. – Караганда, 22-24 сентября 1982. – С. 282.

[2] Актинов Н.И., Васильева П.Н. О классах токсичности и степени опасности мышьяксодержащих промышленных отходов // Цветные металлы – 1992, №3, С. 9-11.

[3] Луганов В.А., Сажин Е.Н., Килибаев Е.О. Термодинамическая оценка процесса обжига арсенопирита в присутствии пирита и кислорода / Труды II Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в металлургии». - Темиртау, 2003.- С. 140-14.

Маденова А.С., Килибаев Е.О., Даулетбаков Т.С., Акильбекова Ш.К.

Ca – As – O жүйенің термодинамикалық талдауы

Түйіндеме: Бұл мақалада кальций-мышьяк-оттегі жүйедегі фазалық түрленуінің диаграммалар және химиялық реакцияларыдың тепе-тендік константа маліметтері қарастырылды. Негізгі және қосымша реакцияларынын өту мүмкіндігін анықтайтын термодинамикалық талдау жүргізілді.

Түйін сөздер: термодинамика, арсенат, арсенит, жүйе, талдау, тұрақты фазалар.

Madenova A.S., Kilibaev E.O., Dauletbakov T.S., Akilbekova Sh.K.

Thermodynamic analysis of Ca - As – O

Summary. In the article the data of equilibrium constants of chemical reactions and phase transformations chart in the calcium-arsenic-oxygen. Thermodynamic analysis for assessing the possibility of occurrence of basic and associated reactions.

Key words: thermodynamics, arsenate, arsenite, system analysis, stable phase.

УДК 662.2.022; 622.7:669.2

А.К. Серикбаева, Н.Ш. Джаналиева
(Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова
Актау, Республика Казахстан, akm_rgp@mail.ru)

О СОСТАВЕ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЗКАЗГАНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Аннотация. Сложный состав перерабатываемого на предприятиях цветной металлургии сырья и низкое содержание в нем полезных компонентов обусловливает самый большой в добывающих отраслях удельный выход отходов, т.е. техногенных образований. Для разработки способов переработки и полного вскрытия отходов необходимо наибольшее знание об их фазовых составах и физико-химических характеристиках. В работе дана характеристика хвостов обогащения медного производства Жезказгана. Исследованы термические характеристики и рентгенодифрактометрические данные хвостов обогащения. Результаты анализов, свидетельствуют о наличии в пробе основной фазы кремнезема и включений, представляющие собой разностный (между монтмориллонитом и гидрослюдой) тип глинистого образования, другими примесями образца служат доломит и альбит. Полученные результаты имеют практические значения и могут использоваться при разработке технологий переработки и утилизации хвостов обогащения.

Ключевые слова: хвосты обогащения, медное производство, термический анализ, дифрактограмма.

В последние годы в связи с увеличением глубины добычи и ухудшением качественного состава добываемых из недр руд, отмечается тенденция увеличения удельного выхода промышленных отходов на единицу выпускаемой продукции, на всех этапах производства: добыча, обогащение и металлургический передел минерального сырья. Из недр нашей республики ежегодно добывается около 1,5млрд. тонн твердых полезных ископаемых. В конечную продукцию превращается не более 10% извлекаемой из недр горной массы. Вследствие чего, при длительной эксплуатации месторождений природных ресурсов предприятиями в республике накоплено более 22 млрд. тонн техногенных образований[1-3].

Ежегодные затраты на содержание отвалов превышают 2,4 млн. тенге, а ущерб, причиняемый окружающей среде, оценивается почти в пятую часть валового внутреннего продукта. В развитых индустриальных странах мира уровень использования промышленных отходов достигает 70-80%, тогда как в Казахстане и ближнем зарубежье он не превышает 12-15%.

Учитывая, что основные металлургические заводы цветной металлургии пирометаллургические, это привело к тому, что практически все обогатительные фабрики работают по технологиям, обеспечивающим получение селективных концентратов: Cu, Pb, Zn, Ni, Co, при этом потери составляют 50-60%.

В составе отходов сульфидных и окисленных медных и медно-свинцовых руд имеется значительное количество меди, свинца, серебра и рения.

Разработка эффективной технологии переработки техногенных месторождений приводит не только к снижению экологической нагрузки отходов, но и обеспечивает извлечение запасов редких элементов и редкоземельных металлов из отходов горно-металлургического комплекса. При переработке этих отходов возможно дополнительное получение меди и редких металлов.

Анализ научно-технической литературы показывает, что именно сложный состав перерабатываемого на предприятиях цветной металлургии сырья и низкое содержание в нем полезных компонентов обуславливает самый большой в добывающих отраслях удельный выход отходов, т.е. техногенных образований. Поэтому накопления продолжаются и создают экстремально высокие техногенные нагрузки на окружающую среду. Поднять состояние рационального природопользования в Казахстане до уровня промышленно- развитых стран - одна из задач государственной программы «Казахстан -2030».

Решение указанных задач немыслимо без использования новых технологий. Новые технологии должны обеспечить полноту вскрытия материала. Для вскрытия техногенных материалов с целью извлечения полезных компонентов в целевые продукты, необходимо использование нетрадиционных способов, позволяющих повысить показателей по сквозному извлечению ценных компонентов. Техногенные месторождения - труднообогатимые материалы со сложным химико-минералогическим составом, которые не поддаются традиционной переработке.

Во всех производственных площадях накоплены, и постоянно продолжают накапливаться сотни тонн отходов производства (образование отвалов, хвостохранилищ, шлаков и окисленных материалов, разрешенных и несанкционированных свалок и т.д.).

По результатам аналитического обзора нами были выбраны в качестве объекта исследований для сульфидирования элементарной серой: хвосты обогащения Жезказганского месторождения.

В статье изучена характеристика хвостов обогащения смешанных медных руд Жезказганского месторождения.

Методика и исследования

Термический анализ выполнен на дериватографеQ-1000/D системы F.Paulik, J.Paulik и L.Erdey фирмы «МОМ», (Будапешт).

Метод основан на регистрации прибором изменений термохимических и физических параметров вещества, которые сопровождаются выделением или поглощением тепла при его нагревании. Термохимическое состояние пробы описываются кривыми: Т (температурной), ДТА (дифференциальной термоаналитической), TG (термогравиметрической) и ДТG (дифференциальной термогравиметрической), которая является производной от TG–функции.

Съемка осуществлялась в воздушной среде, в диапазоне температур 20-1000ºС. В связи с особенностью термического поведения ОВ, включенных в состав пород (невысокая температура окисления), прогревание ряда образцов ограничивалось пределами 20~650ºС. Режим нагревания - динамический (dT/dt = 10 $\frac{град}{мин}$), эталонное вещество – прокаленный Al_2O_3,навеска образца – 100 мг.

Чувствительность измерительных систем прибора для всех проб устанавливалась одинаковой: ДТА = 250 μV, ДТG = 500 μV, Т = 500 μV, TG – 100 при чувствительности воспроизведения линии - 500 μV, навеска образца -500 мг.

Интерпретация термического поведения порошковой пробы проводилась по морфологиям термических кривых и численных значений интенсивностей эндо – и экзотермических эффектов с использованием сопряженных с ними термогравиметрических показаний TG – линий.

Рентгенодифрактометрический анализ проведен на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 с $Cu_{K\alpha}$ – излучением, β-фильтр. Условия съемки дифрактограмм: U=35 кВ; I=20 мА; шкала: 2000 имп.; постоянная времени 2 с; съемка θ-2θ; детектор 2 град/мин. Рентгенофазовый анализ на полуколичественной основе выполнен по дифрактограммам порошковых проб с применением метода равных навесок и искусственных смесей. Определялись количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретация дифрактограмм проводилась с использованием данных картотеки ICDD: база порошковых дифрактометрических данных PDF2 (PowderDiffractionFile) и дифрактограмм чистых от примесей минералов. Возможные примеси, идентификация которых не может быть однозначной из-за малых содержаний и присутствия только 1-2 дифракционных рефлексов.

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Хвосты обогащения в процессе нагревания оставил на термических кривых слаборазвитые эндотермические проявления, вызванные разложением водосодержащих веществ и карбонатных минералов. Интенсивность реакций, обнаруженных в интервалах 20-200 и 200-430°С настолько низка, что кривая DTA практически не отреагировала вынос из системы какого-либо тепла. Однако, дифференциальная термогравиметрическая кривая и линия потери веса в данных пределах температур, вычертили траектории, указывающие на выброс в атмосферу конкретные количества молекулярной (0.9%) и гидроксильной (0,35%) воды которые все же изменили теплосодержание систем. Термогравиметрические параметры изучаемой смеси:

Δm_1=0.9%(H_2O)

Δm_2=0.35% (OH)

Δm_3=0.75%(CO_2)2.5

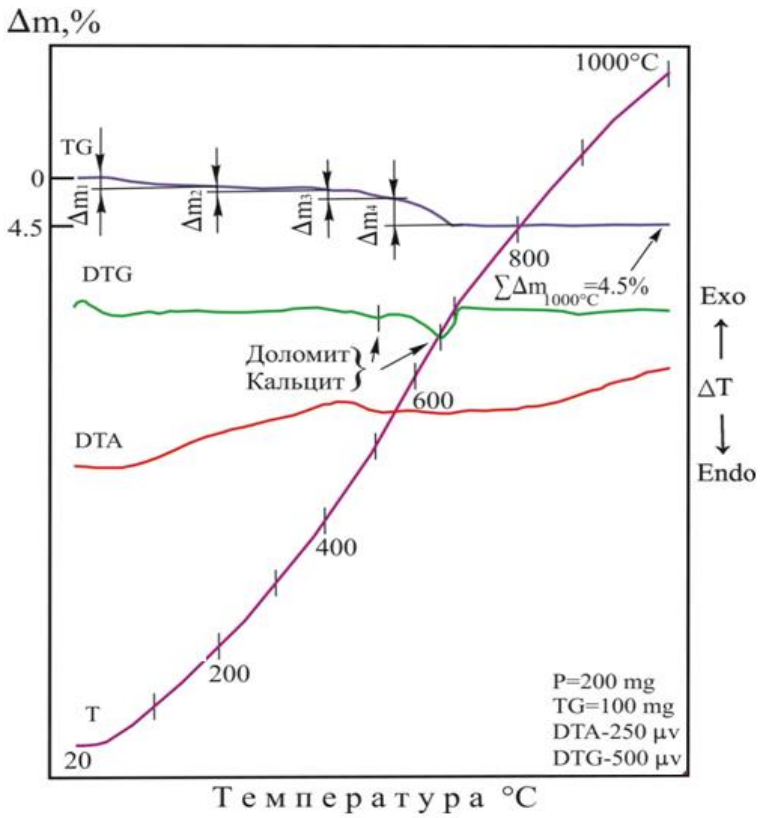
Δm_4=2.5% (CO_2)

$\sum\Delta m_{1000°C}$=4.5%

следует следующая номенклатура летучих компонентов пробы:

H_2O=0.9%

OH=0.35%



CO_2=3.25%
$\sum\Delta m_{1000°C}$=4.5%

Характер дегидратации изучаемого образца, свидетельствует о наличие в пробе включений, представляющие собой разностный (между монтмориллонитом и гидрослюдой) тип глинистого образования рисунок 1.

Рис. 1. Дериватограмма хвоста обогащения

Другими примесями образца служат доломит и кальцит, оставившие на DTA-кривой некие слаборазвитые эндотермические эффекты, связанные с диссоциацией этих минералов. Более четко процесс деструкции обозначили DTG- и TG-кривые, первый из них оформил типичные для данных минералов два пика при 500 и 700°C. Вторая кривая, в сопряженных областях температур очертила явно выраженные ступени потери веса, соответствующим значениям в 0,75% и 2.5%.

Рентгенодифрактометрический анализ хвоста обогащения показаны в таблицах 1 и 2 и на рисунке 2.

Таблица 1. **Межплоскостныерасстояние**

d, Å	*I* %	Фаза
6.40661	7.2	альбит
5.65575	5.6	
4.26021	24.1	кварц
4.06231	8.8	
3.70207	8.9	
3.50308	8.8	
3.34647	100.0	кварц
3.19569	31.1	альбит
2.45800	12.8	
2.28313	8.2	
2.23651	6.6	
2.12816	8.7	
1.98037	5.9	
1.81850	10.3	
1.67188	5.9	
1.65838	5.1	
1.60121	4.6	
1.54110	9.4	

Таблица 2. **Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа**

Название фазы	Формула	Концентрация, %
Quartz	SiO_2	79.5
Albite	$Na(AlSi_3O_8)$	20.5

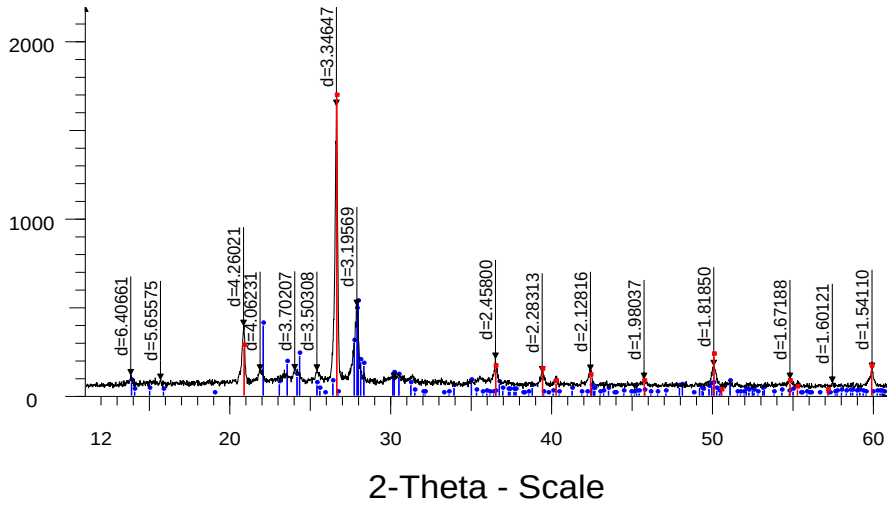


Рис. 2. Дифрактограмма хвоста обогащения

Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа показывает, что основу составляют оксид кремния и альбит. Межплоскостные расстояния и фазовый состав:SiO_2 (4.26021; 3.34647Å) и $Na(AlSi_3O_8)$ - (6.40661; 3.19569Å).

Ранее проведенным спектральным анализом выявлено, что в рудах месторождения Бозшаколь содержание меди колеблется от 0,2-0,9% и кислорода до 50% в виде оксидов, сульфатов и карбонатов. Изучая гранулометрический состав устаовлено, что наиболее высокое содержание меди в классе -1+0, выход также больше чем в остальных классах крупности[4].

Таким образом, основу хвостов обогащения составляет оксид кремния и альбит. Содержание меди и рения очень низкое, поэтому их фазовый состав не выявлен.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Доклад «Об итогах работы министерства охраны окружающей среды РК в 2011 году и задачах на 2012 год» - http://www.pm.kz/page/article-842.

[2] Айтжанова Д. Реализация современных программ использования промышленных отходов // Промышленность Казахстана. – 2012. - №3(72) – С. 23-24.

[3] Давыдов Г.И., Студенцов В.В., Абишев Д.Н., Петров А.А. Извлечение редкоземельных металлов из полиметаллических руд и техногенного сырья. – Алматы, 1998. – 177с.

[4] A.Serikbayeva.,K.Zhumashev, N.Sh.Janaliyeva, F.A.Berdikulova Physicochemical properties of mixed oxide copper ore of Kazakhstan // European journal of natural history. – 2015. - № 6. -С.43-46.

Серікбаева А.Қ., Жаналиева Н.Ш.

Жезқазған байыту фабрикасының байыту қалдығының құрамы жайында

Түйіндеме. Жұмыста Жезқазған мыс өндірісінің байытудан қалған қалдықтарының сипаты келтірілген. Термиялық және рентгенді дифрактометрлік анализ нәтижелері байыту қалдықтарының негізгі құрамы кремнеземнен және қоспа ретінде доломитпен альбиттан тұратынын куәлендіреді.

Негізгі сөздер:байыту қалдығы, мыс өндірісі,термиялық талдау, дифрактограмма.

Serikbayeva A.K., Dzhanaliyeva N.SH.

On the composition of tailings of Zhezkazgan concentrating factories

Summary. In this paper is giventhe characteristic of tailings of copper production of Zhezkazgan. The results of thermal and X-ray-diffractometer analyzes indicate the presence of the main phase and a sample of silica inclusions, which are the difference (between the montmorillonite and hydromic) type of clay formation, other impurities of the sample are dolomite and albite.

Key words:enrichmenttailings, copper production, thermal analysis, diffraction pattern.

УДК 681.3

О.Л. Копнова
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Алматы, Республика Казахстан, ok_10_ok@mail.ru)

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ СЦЕНАРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье приведены положительные и отрицательные стороны метода анализа иерархий, проводится анализ разработок по данной теме. Так же описывается возможность применения данного метода при планировании и принятии решений в социально-экономических системах.

Ключевые слова: обзор методов, метод анализа иерархий, этапы принятия рационального решения, преимущества и недостатки метода.

Настоящая тема вызывает особый интерес при планировании долгосрочных проектов в условиях постоянной экономической нестабильности. Однако если рассматривать кризис как шоковое перераспределение основных средств производства, то во внешней политики организации угрозы, связанные с рисками, превращаются в возможности.

Исследования в этом направлении проводились многими как отечественными, так и зарубежными учеными, например, труды Т. Саати, который предложил аналитический метод анализа и планирования систем, где описанные в его книгах аналитические модели принятия решений при зависимостях и обратных связях в аналитических сетях могут быть весьма эффективны для управления современными организациями. В своих работах он применяет эвристический подход к анализу проблемных ситуаций, привлекает экспертов по необходимым областям знаний и описывает математические подходы к оценке экспертных мнений.

Предложенный Т. Саати метод анализа иерархий (МАИ) получил распространение в трудах Назарычева М.Ю., который использовал его как экспертно-статистический метод выбора стратегии развития много профильного предприятия[2]. В своем исследовании он разработал схему процесса принятия решений, структуру задачи выбора стратегий на основе матричного анализа иерархий. Построена иерархия управляющих критериев, а так же предложена структура многокритериальной оптимизации.

МАИ помогает структурировать проблему (в том числе плохо формализуемую) в виде иерархии, построить набор альтернатив , выделить характеризующие их факторы, задать значимость этих факторов, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения, найти неточности и противоречия в суждениях эксперта, проранжировать альтернативы, провести анализ решения и обосновать полученные результаты.

Метод применяется для построения шкалы отношений, как из дискретных, так и из непрерывных парных сравнений объектов в многоуровневых иерархических структурах. Сравнения проводят на основе реальных измерений или с помощью численной шкалы, отражающей относительную силу предпочтений экспертов в отношении объектов сравнения. МАИ используется во всем мире для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в бизнесе, промышленности, здравоохранении и образовании

Выделяют следующие этапы принятия рационального решения:

I Этап - Диагностика проблемы;

II Этап - Формирование ограничений и критерия принятия решений;

III Этап - Поиск альтернатив;

IV Этап - Выбор альтернативы;

V Этап - Реализация решения.

На I этапе важно правильно определить существующую проблему. Зачастую руководители ограничивают выявление симптомов проблемы и борются именно с ними.

На II этапе необходимо сформулировать определенные ограничения с ресурсами, выделенными на решение данной проблемы, а также критерии, по которым будут определяться наиболее перспективные решения.

На III этапе выполняется поиск реальных альтернативных решений, чем больше таких альтернатив, тем качественнее будет решение.

На IV этапе сначала идет оценка альтернатив на их соответствии выбранных ограничением, а затем осуществляется выбор согласно заданного раннее критерия. Если ни одна из заданных альтернатив не оказалась соответственной ограничениям этой критерии, приходится возвращаться на II этап данной схемы. В случае выбора альтернативы начинается реализация управленческого решения.

В следующем шаге метод анализа иерархий использовал в своих трудах Чусавитин М.О. Так при оценке рисков информационной безопасности образовательного учреждения[3]. В статье отмечается, что метод анализа иерархий позволил структурировать проблему, построить набор альтернатив, выделить характеризующие факторы и оценить альтернативы по каждому из этих факторов. В частности, применяя метод анализа иерархий была спроектирована информационная система позволяющая на основе обработки мнений экспертов выявлять наиболее критичные бизнес процессы, нуждающиеся в обеспечении информационной безопасностью.

Исследования в области конкурентоспособности продукта с применением МАИ проводились Воловиковым Б.П. Н.И. Недашковская предложила использовать МАИ в методологии сценарного анализа решения задач предвиденья[4]. Коллектив авторов Ткаченко Е.А., КоваленкоА.И. и Фурцев Д.Г. описал возможность оптимизации расчетов с использованием метода анализа иерархий [5]. В статье приводится пример программной реализации оценки экспертных мнений по предложенному алгоритму принятия решений. Аналогичные статьи Чуйкина А.М., дающего оценку альтернатив развития стратегического потенциала организаций, а так же Резниченко О.С. и Салина В.Г., которые описывают применение МАИ для решений бизнес-задач многокритериального выбора. Авторами отмечается эффективность использования метода анализа иерархий, позволяющего дать количественную оценку всех альтернатив по выбранным критериям, его простота и эффективность.

Еще одним из направлений применения МАИ является оценка эффективности научно-исследовательской и интеллектуальной деятельности, которая описывается в статьях Андреевой Т.В., Чулкова В.А., Исаенко Ю.С.[6,7]. Мированова Н.А. исследовала применение этого метода в принятии групповых решений. Применение метода анализа иерархий и теории нечетких множеств для оценки сложных социально-экономических явлений описываются с статьях Кагана Е.С.. Степин В.В. предлагает использовать МАИ при прогнозировании политических процессов.

Больший интерес вызывают статьи, посвященные анализу инвестиционных проектов. Титов В.А. и Хайрулин И.Г. оценивают влияние согласованности экспертных суждений на принятие решения о выборе инвестиционных проектов. Илларионов М.Г. описывает применение метода анализа иерархий в принятии управленческих решений[8], которые как отмечает автор, позволяет менеджерам обосновывать управленческие решения и грамотно выбирать альтернативы и ранжировать решения по степени важности.

Для построения системы сбалансированных показателей Бричева Н.Н. также предлагает использовать МАИ [9]. Эти же проблемы прослеживаются в работах Ломазова В.А., Прокушева Я.Е., Воеводиной В.Л., Клепиковской Е.В., Коробова В.Б., которые предлагают решений задачи экономического многокритериального выбора, которые отмечают эффективности этого метода при обработке экспертных оценок.

В 2004 году В.Д. Ногин в своей статье обосновал ошибочность формирования весового вектора, который вычисляется как собственный вектор матрицы, отвечающий максимальному собственному значению. Он отметил, что такой способ является ошибочным из за нарушения на практике свойства совместимости матрицы парных сравнений. Это означает, что метод анализа иерархий представляет собой некий эвристический подход практически всегда содержащий некую "модельную" ошибку вычисления весового вектора[10]. Конечно Т. Саати ввел специальный числовой показатель "индекс совместимости" (consistency index), показывающий степень доверия к

полученным результатам, однако применение этого индекса весьма спорно и может привести к увеличению ошибки.

В.Д. Ногиным предложено изменить две составляющие метода анализа иерархий для устранения ошибок:

- во первых предлагается существенно упростить процедуру формирования матрицы парных сравнений, выделяя базисные элементы, на основе которых затем находится весовой вектор.

- во вторых вместо линейной свертки критериев предлагается использовать свертку в виде функции минимума (согласно теореме Ю.Б. Геймейера), применение которой является обоснованной для большого числа задач выбора с конечным множеством возможных решений[10]. Несомненно предложенный автором метод существенно упрощает обработку данных экспертных мнений и уменьшает вероятность "модельной" ошибки.

Преимущества и недостатки метода анализа иерархий так же изучены такими ученым как Тутыгин А.Г., Коробов В.Б., Колесникова С.И. в своих статьях они отмечают, что если использовать предложенный В.Д. Ногиным модифицированный метод анализа иерархий, то как нам видится, можно получить следующий ряд преимуществ в обработке экспертных решений:

- МАИ позволяет обрабатывать экспертные мнения путем попарных сравнений
- процедура МАИ располагает встроенным критерием качества работы эксперта
- автоматизация МАИ существенно облегчает процесс принятия решений.

Использование изложенного метода анализа иерархий достаточно мощный инструмент обработки экспертных решений, и входящий в его состав критерий отбора экспертов и присвоения им весовых коэффициентов, может привести к неучтенным погрешностям в расчетах. За всей очевидностью возможности получения результатов, все же требуется дополнительный анализ, например, как оценка эксперта с несогласным субъективным представлением.

Преимущества использования МАИ для систем поддержки принятия стратегических решений:

- возможность использования многоцелевых критериев при построении и исследовании моделей;

- проведение исследований на основе неполной информации;

- интерпретация и исследование динамической ситуации, когда параметры системы и среды меняются во времени;

- исследование поведения системы посредством выявления причинно-следственных отношений и взаимодействий контуров обратной связи, проявляющегося в особенностях её структурной организации;

- визуальность и интуитивная ясность системных потоковых диаграмм, что дает возможность проведения совместных экспертных ревизий экспериментального проигрывания большого множества сценариев;

К недостаткам использования метода анализа иерархий можно отнести:

- необходимость получения большого количества экспертных оценок с одной стороны и наличие большого количества экспертов для получения более достоверных суждений с другой;

- нет средств для проверки достоверности данных;

- работа по подготовке принятия решений часто является слишком трудоемкой для одного человека

Метод отражает естественный ход человеческого мышления и дает способ выявления наиболее предпочтительного решения. Так же он позволяет количественно выразить степень предпочтительности посредством ранжирования. Это способствует полному и адекватному выявлению предпочтений лица, принимающего решение.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что исследование методологических подходов выработки и реализации стратегических управленческих решений и разработка методики информационного сопровождения решения в условиях ограниченных финансовых средств может быть достигнуто по средствам реализации следующих задач:

- реализовать существующие подходы к решению задач генерации, отбора и практической реализации крупных инвестиционных проектов, провести анализ их достоинств и недостатков;

- усовершенствовать методику отбора крупных инвестиционных проектов, комплексно охватывающей все этапы начиная от генерации социально-значимых проблем и заканчивая формированием календарного и ресурсного планов проекта, ориентированного на решение проблемы;

- разработать новую информационную систему с элементами экспертных систем основанную на выше рассмотренной методике.

При этом наиболее рациональным объект исследования следует признать корпоративная информационная система предприятия.

Обогащение инструментария принятия решений по отбору и реализации крупных инвестиционных проектов методикой, комплексно охватывающий все этапы начиная от генерации социально-значимых проблем и заканчивая формированием календарного и ресурсного планов проекта, ориентированного на решение проблемы и базирующегося на использовании модифицированного логико-структурного анализа.

Внедрение системы информационной поддержки принятия решений по отбору и реализации крупных инвестиционных проектов позволяет повысить степень обоснованности и эффективности решений в условиях ограниченных финансовых ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Саати Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. / Науч. ред. А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. - 360 с.

[2] Назарычев, М.Ю. Экспертно-статистический метод выбора стратегии развтия многопрофильного предприятия / М.Ю. Назарычев // Транспортное дело России. - 2012. - №6(103) Часть 1. - С. 240-244.;

[3] Чусавитин М.О., Использование метода анализа иерархий при оценке рисков информационной безопасности образовательного учреждения/FUNDAMENTAL RESEARCH №10, 2013

[4] Н.И. Недашковская, Метод анализа иерархий в методологии сценарного анализа решения задач предвидения/Восточно-Европейский журнал передовых технологий 4/9 (46) 2010

[5] Д.Г. Фурцев А.Н. Коваленко Е.А. Ткаченко Об оптимизации на основе метода анализа иерархий/ Научные ведомости Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2014 № 1 (172). Выпуск 29/1

[6] Т.В. Андреева, В.А. Чулков, Оценка эффективности научно-исследовательской и инновационной деятельности студентов вуза на основе метода анализа иерархий /Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 16, №4(2), 2014

[7] Ю.С. Исаенко, Оценка интеллектуального капитала компании и его составляющих с помощью метода анализа иерархий/ Вестник Волгоградского государственного университета, Сер. 3, Экон. Экол. 2009. № 1 (14)

[8] М.Г. Илларионов, Применение метода анализа иерархий в принятии управленческих решений/Актуальные проблемы экономики и права, 2009 №1

[9] Н.Н. Бричеева, Применение метода анализа иерархий при построении системы сбалансированных показателей/ Известия ЮФУ. Технические науки

[10] В. Д. Ногин, “Упрощенный вариант метода анализа иерархий на основе нелинейной свертки критериев”, Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 44:7 (2004)

Копнова О.Л.

Әлеуметтік-экономикалық жүйелердегі мінез-құлық сценарин жоспарлау және шешім қабылдау

Түйіндеме. Бұл мақалада талдау иерархиясы процесін оң және теріс аспектілері , пән бойынша әзірлемелер талдау сипаттайды. Ол сондай-ақ әлеуметтік-экономикалық жүйелерде жоспарлау және шешім қабылдау үшін осы әдісті пайдалану мүмкіндігін сипаттайды.

Түйінді сөздер: әдістерін шолу , талдау иерархиясы процесі , шешім басқарушылық шешімдер кезеңдері әдісін артықшылықтары мен кемшіліктері .

Kopnova O.L.

Behavioral scenarios of planning and decision making in socio-economic systems

Summary. This article describes the positive and negative aspects of the analytic hierarchy process, the analysis of developments on the subject. It also describes the possibility of using this method for planning and decision-making in socio-economic systems.

Key words: overview of the methods, the analytic hierarchy process, stages of decision management solutions, the advantages and disadvantages of the method.

УДК 338.4

Е.Ж. Ешпанов, Д.М. Ескендірова
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы, E-mail: mr.erasil_92@mail.ru)

КӘСІПОРЫНДЫ ТӘУЕКЕЛДЕРМЕН БАСҚАРУ

Андатпа. Тәуекелдерді басқару процесі жалпы өмірлік жобаның циклімен тығыз байланысты. Іске асыру сатысында технологиялық тәуекелдер басым, одан әрі жүйені қолдау және қызмет көрсетуге байланысты тәуекелдердің рөлі арттады. Бүкіл өмірлік жоба циклі кезінде жаңа тәуекелдер туындайды және олар қосымша талдау мен жоспарлау операцияларын талап етеді. Тәуекелдерді басқару мақсаты жобаның оң іске асу үшін ықтималдылығын арттыру және жобаның іске асу ықтималдылығының келеңсіз оқиғаларға тап болғанда оларды төмендету болып табылады.

Кілттік сөздер: тәуекел, ықтималдылық, тәуекелмен басқару, тәуекелдерді сараптау, тәуекелмен басқаруды жоспарлау, жоба

Кез-келген істі немесе үлкен шаруаны бастамастан бұрын оның нәтижесінің залалсыз немесе сәтсіз болмауы қарастырылады. Жоспарланған істің нәтижесінің сәтсіздікке, шығындарға ұшырамауын алдын алып, сақтандырылады. Көптеген жағдайларда сәтсіздіктер мен шығындар табиғат құбылыстары және адам қызметінің түрлерінен туындап отырады. Жоспарланған істің нәтижесіне қорқынышпен қарау, тәуекелдің пайда болуына әкеледі.

Тәуекел (Риск; фр. *risque* қауіп) дегеніміз – кез-келген алға қойған істердің, өндірістік-шаруашылықтың қолайсыз, сәтсіз нәтижелерге әкеліп соқтыруын немесе белгілі бір істі бастар кезінде нәтижесінің белгісіз жағдайда болуын айтамыз.Тәуекел - сәтсіздік, жоспарланған мақсаттан бас тарту немесе болжаған нәтижеге жетудің сандық және сапалық ықтималдық нәтижесін бағалау арқылы таңдау мүмкіндігі бар процесс.

Адамдардың болжауынша, тәуекел жоспарланған жоба нәтижесінің сәтті немесе сәтсіз болуы мүмкін оқиға.

Шаруашылық немесе кез-келген жобаларды жүргізу барысында жоспарланған іс өз қызметінде тәуекелге (қауіпке) бетпе-бет келіп отырады. Тәуекел барлық басқарушылық шешімдерді қабылдау негізінде жатыр.

Тәуекел ұғымы кәсіпкерлік қызметімен тығыз байланысты. Нарықтық экономика жағдайында сәтті жұмыстар істеуі үшін кәсіпкерге техникалық жаңалықтарды енгізуге және қолдану өте маңызды бірақ ол өз кезегінде тәуекелді арттырады. Сондықтанда нарықтық экономика жағдайында сәтті нәтижеге қол жеткізу үшін тәуекелдің дәрежесін бағалап және оны басқара білу керек.

Негізгі ұғымдар:

Тәуекелді басқару – тәуекелді басқару стратегиясы, тактикасын және экономикалық қатынастарды қарастырады.

Жалпы алғанда тәуекел әр жақтан түрлі сәтсіз нәтижелерге әкеліп соғуы мүмкін.(Мысалы, дене жарақат алу, мүлікті жоғалту, күтілетін табыстан төмен деңгейін алу және т.б.)

Кәсіпкерлік қызмет өз кезегінде белгілі бір анықталған тәуекелге ұшырайды және кәсіпкер тәуекелдің марштабы мен сипатын анықтап, оны өзінің бақылауында ұстайды.

Кәсіпкерлік қызмет тәуекелдің күтілу кезінде өз кәсібінің бөлігін жоғалту (сәтсіздікке ұшырау) ықтималдылығы, күтілетін табыстан төмен деңгейін алу немесе кәсіптік немесе финанс жағынан қосымша шығындарға ұшырауы мүмкін.

Жоспарланған жобаның нәтижесі үш экономикалық нәтижеге әкелуі мүмкін:

- ✓ теріс (ұтылыстағы пайда немесе шығын);
- ✓ нәтиже болмауы немесе нөлдік;
- ✓ оң (ұтыста болу немесе сәтті);

Тәуекелдердің салаларға байланысты пайда болуының келесідей түрлері болады:

- ✓ табиғи - жаратылыстық;
- ✓ экологиялық;
- ✓ саяси;
- ✓ көлік;
- ✓ коммерциялық.

Табиғи – жаратылыстық - бұл табиғаттың қолайсыздығынан туындайтын апатты күштерінің әсерінен пайда болатын тәуекелдер.

Экологиялық - бұл қоршаған ортаға, тіршілік иелеріне, сондай-ақ адамдардың өмірі мен денсаулығына келтірілген қауіптер үшін азаматтық жауапкершіліктің басталу ықтималдылығына байланысты тәуекелдер.

Саяси - бұл елдің саяси жағдайы мен мемлекеттің қызметімен байланысты тәуекелдер. Оларға келесілер жатады:

- ✓ әскери әрекеттер, қозғалыстар, елде ішкі саяси жағдайдың шиеленісуі, ұлттандыру, тауарлар мен кәсіпорындарды кәмпескелеу, жаңа үкіметтің бастаушымен қабылданған міндеттемелерді орындаудан бас тарту есебінен эмбаргоны енгізу салдарынан шаруашылық қызметті жүзеге асырудың мүмкінсіздігі;
- ✓ салықтық заңнаманың қолайсыз өзгеруі;
- ✓ төтенше жағдайлар пайда болуының тәтижесінде белгілі бір мерзімде сыртқы төлемдердің мерзімін ұзартуды еңгізу;
- ✓ төлем валютасына ұлттық валютасының конверсиясына шек қою немесе тыйым салу.

Бұл кезде экспорттаушы алдындағы міндеттеме қолданудың шектелген сферасына ие ұлттық валютада орындалуы мүмкін.

Көлік - бұл жүктерді автомобиль, теңіз, өзен, темір жол, ұшақ және т.б көліктері арқылы тасымалдаумен байланысты тәуекелдер.

Коммерциялық - бұл қаржы-шаруашылық қызмет үдерісіндегі шығындар қаупіне байланысты тәуекелдер. Олар берілген коммерциялық мәміле нәтиженің белгісіздігін білдіреді.

Әлемдік сәтсіздікке ұшыраған жобалар:

Colgate шығарған таңғы құрғақ ас. Көпшіліктің есінде Colgate өнімін жұтуға болмайтыны жақсы сақталған бірақ соған қарамастан бұл компаня өзінің Colgate таңғы құрғақ асын өндіріске шығарды. Бір жағынан, Colgate жаңа өндінімімен өзінің тұтынушыларын қуантқысы келген болар. Бірақ, Colgate шығарған жаңа өндінім көпшілікке ұнай қоймады. Компанияның ойынша адамдар таңды Colgate өндінімдерімен бастайтын болады деп ойлады. Біріншіден, тас пастасы сосын таңғы құрғақ асты пайдаланатын болады деп сенді. Көп ұзамай, Colgate логотипімен жасалған таңғы құрғақ асы өте дәмді бола қоймады. Осының салдарынан Компания біраз шығындарға ұшырады.[1]

Компьютерлік жүйелер Xerox. Атауының өзі, "Xerox" (көшірме жасау) сөз тіркесі білімді адамдардың ашу-ыза тудырды. Алайда "Xerox" бұл бренд атауы қағаз көшірмелерін дайындаумен тығыз байланысты еді. Компания өз көшіру аппараттарының көмегімен миллиондаған табыс тауып , тез танымал болды. 1960 жылдардың соңында Xerox Data Systems жыл сайын миллиард доллардан табыс тауып, жаңа нарықтарды бағындыруға дайындалды. Xerox өз компьютерлерін жасау әрекеті 85 миллион доллар жоғалуына әкеліп соқтырды.

"Xerox" үшін келесі қатерлі қадамдардың бірі – қазіргі факстың арғы тегі болып саналатын Telecopier факсын жасап шығару болды. Telecopier факсын жасап шығару компанияға қате істердің бірі болды. Тұтынушылар "Xerox" компаниясы шығарған көшірме жасайтын аппараттарынан басқа өнімдерін сәтті қабылдамады. Бұл қателіктер компанияның өз әрекетінен зардап шегуіне әкеліп соқтырды. Себебі кейбір "Xerox" компаниясының жарнамаларының қасында «Бұл тек көшірме жасайтын жүйелер ғана емес» деген тіркестер кездесіп отыратын. 1980 жылдардың ортасында компьютерлер толқынына арналған дүрбелең кезеңінде компания өз алдына дербес "ақпараттық процессор" деген компьютерлерін шығарды.[1]

Алайда, бұл өнімді нақты сондай сәтсіздіктер ұшырады себебі болашақ жолында XTEN өнімдерін мен Ethernet office network күтіп тұрды. Олар сол сияқты IBM және оның Satellite Business басып оза алмады. Соңында компания барлық күшін өзінің компьютері мен өз желісін құруға жұмсады.

Zune плеерлері. Microsoft компаниясы Toshiba компаниясымен бірлесіп Zune плеерлерін жасап шығарды Apple компаниясының iPod плеерлеріне жауап ретінде себебі ол кезде iPod плеерлерінің заманы жүріп тұрған кезі. Бірақ Zune өзінің нарықта өзінің орнын ала алмады себебі ол кезде iPod нарықтың 65% осыған тиесілі болды. 2011 жылдың 3 қазанында Microsoft өз өнімін шығаруын және Zune плеерлерінің сатылуын тоқтатанын жариялады себебі өз тұтынушыларын Windows Phone-ға көшіру үшін.[2]

Тәуекелдерді жоспарлау мен бағалау әдістері

Тәуекелдерді басқару жоспары мынадай элементтерді қамтиды:

Әдістеме - тәсілдерді анықтау, құралдар мен деректер көздерін жобаға тәуекел басқару үшін қолдануға болады.

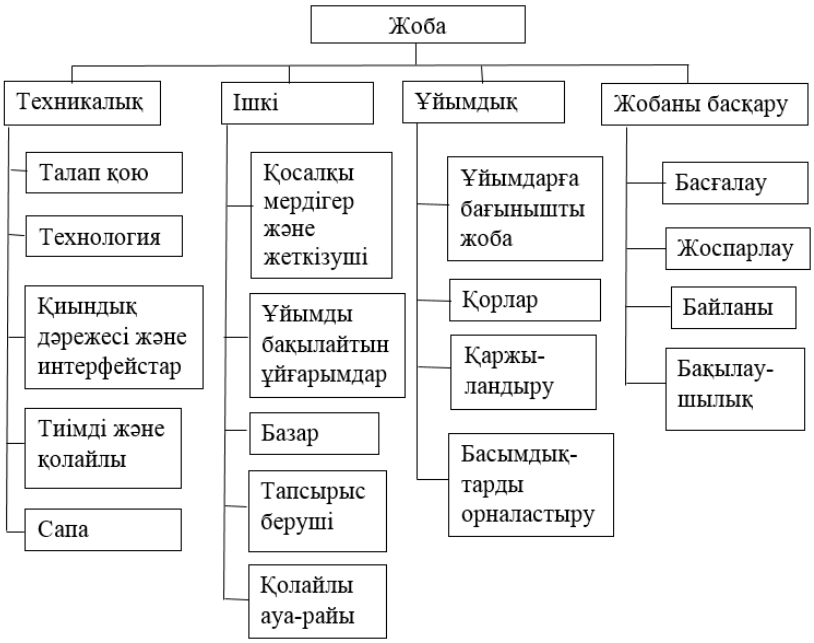
Жауапкершілік және рөлдерді бөлу - лауазымдар тізімінің орындалуы, әрбір операциялардың түрлері үшін қолдаулар мен тәуекелдерді басқару жоспарын, осы лауазымдарға кадрларды тағайындау және олардың міндеттерін нақтылау.

Тәуекелдерді басқару операцияларын анықтау - сол жобаның күнтүзбесін міндетті түрде іске қосу.

Операциялардың мерзімдері мен жиілігі - өмірлік циклінің барлық жоспарлы тәуекелдерін басқару.

Ресурстарды бөлу және шаралардың бағалау құны - тәуекелдерді басқару үшін қажетті. Бұл деректер жобаның құны негізгі жоспарына енгізілген.

Тәуекелді жіктеу (немесе тәуекел санаттары) - құрылымы егжей-тегжейлі қажетті деңгейге дейін тәуекелдерді табылатын жүйелі және кешенді негізінде сәйкестендіру.



1-сурет1. Тәуекелдің иерархиялық құрылымының мысалы

Тәуекелдерді жіктеу бірнеше мақсаттарға арналған. Тәуекелдерді сәйкестендіру барысында, олар жобаның әр түрлі компоненттерінен туындайтын барлық ықтимал тәуекелдер жобасы командасының көзқарасын ынталандырады. Миға шабуыл тәуекелі жіктеу кезінде ұқсас тәуекелдерді топтастыруға қолайлы жолын қамтамасыз ету мен қоса тәуекелдердің үлкен санымен бір мезгілде жұмыс істеуін жеңілдетеді. Жіктеу мониторинг және тәуекелдердің мәртебесі туралы есеп жоба қатысушыларының пайдаланылатын ортақ терминологияны дамытуына көмектеседі және олар тәуекелдер туралы білім базаларын жасауы өте қажет.[3]

Тәуекелді есептеуге статистикалық, эксперттік, аралас (комбинирленген) әдістерді қолданамыз.

Статистикалық әдіс негізгі болып вариация, дисперсия және стандартты аутқулар есептеледі.

Вариация – бір жағдайдан екіншіге ауысу кезіндегі көлемді бағалар белгілерінің өзгеруін (толқуын) айтамыз. Мысалы: экономикалық рентабельділіктің жылдан жылға өзгеруі.

Вариация ауқымы - осы қатардағы нышандардың мәнінің арасындағы максималды және минималды айырмашылығы. Вариация дисперсия арқылы **(σ^2),** оның орташа мәнінен нақты мән белгілерін бөліп - бөліп беру өлшемімен бағаланады.

Дисперсия белгі мәнінің өзгеруінің орташа квадраты болып саналады. Мына формула бойынша есептеледі:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\left(x_j - \bar{x}\right)^2$$

Стандарртты ауытқу (орташа квадраттық ауытқу) тарату ортасына қатысты орташа ауытқу мәніндегі өзгермелі белгіні көрсетеді, оның көлемі дисперсияның түбір астындағы квадратымен анықталады:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Вариация коэфиценті келесі формуламен есептеледі:

$$CV = \frac{\sigma}{x} * 100$$

Корреляция көрсеткіші – қызметі түрлері арасындағы арақатнастарды есептеуге немесе экономикалық статистика өндірісінде қолданылады. Бұл белгілер арасындағы байланыс, басқаларының мәнінің өзгеруіне байланысты орташа көлем ұлғайуынан тұрады. [4]

Оң және теріс коррелиацияны ажыратады.

Егер басқа белгі мәнімен бір бағытта тағы бір белгі мәні өзгерсе, онда олардың арасында оң коррелиация, ал егер әртүрлі бағытта өзгеретін болса онда теріс коррелиация болады.

Ковариация қызметі екі акцияның өзгеру денгейін өлшеу болып саналады. Акция ковариациясы екі акция арасындағы қарым - қатынасты анықтауға мүмкіндік береді. Ковариация корреляциясы р12-ге екі стандартты аутқуды көбейтумен көрсетіледі.

$$Cov=P_{12}*\sigma_1*\sigma_2$$

P_{12}-екі акция арасындағы корреляция.

Экспорттық әдіс- тәжірибелі мамандардың көзқарастарын талқылау.

Қолайлы әдіске *комбинирленген әдісті* алуға болады, яғни статистикалық және эксперттік әдістердің жиынтығы.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] http://www.molomo.ru/inquiry/failing_products.html
[2] http://www.adme.ru/tvorchestvo-reklama/30-samyh-provalnyh-produktov-432805/
[3] http://www.intuit.ru/studies/courses/2196/267/lecture/6806?page=2
[4] *Risk Management – A Practical Guide* // J.P. Morgan-Reuters Risk Metrics, LLC, 1998.

Ешпанов Е.Ж, Ескендірова Д.М.

Управление рисками на предприятии

Резюме. Процесс управления рисками тесно связан с общим жизненным циклом проекта. На стадии реализации доминируют технологические риски, далее возрастает роль рисков, связанных с поддержкой и сопровождением системы. На протяжении всего жизненного *цикла* проекта возникают новые риски, что требует проведения дополнительных операций анализа и планирования. Целью управления рисками проекта является повышение вероятности реализации и значимости позитивных событий и снижение вероятности реализации событий, негативных для целей проекта.

Ключевые слова: риск, вероятность, управление рисками, анализ рисков, план управления проектом, проект

Eshpanov E.ZH, Eskendirova D.M.

Enterprise risk management

Summary. Process of management of risks closely connect with the general life cycle of the project. At the implementation, stage dominate by technological risks, further increases the role of the risks associated with the support and maintenance of the system. Throughout the project life cycle, there are new risks that require additional analysis and planning operations. The project risk management is to increase the probability of realization and importance of positive events and decrease the probability of events, adverse to project objectives.

Key words: risk, probability, risk management, risk analysis, management plan project, project

МАЗМҰНЫ

Жер туралы ғылымдар

Байбатша Ә. Б.
МЕТАМОРФТЫҚ-МЕТАСОМАТОЗДЫҚ КОМПЛЕКСТЕРДІ АЖЫРАТУ НЕГІЗІНДЕ БОЛЖАМДЫҚ-ПЕРСПЕКТИВАЛЫ БӨЛІКШЕЛЕРДІ АНЫҚТАУ…… 3
Сейітов Н., Төлегенова Г.П.
СОЛТҮСТІК КАСПИЙ АЙДЫНЫН ЖӘНЕ ОНЫҢ КОНТИНЕНТТІК ЖАҒАЛАУЛАРЫН ЖОҒАРЫПАЛЕОЗОЙЛЫҚ-МЕЗОЗОЙЛЫҚ КЕШЕНДЕР ТҰРҒЫСЫНАН ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-ТЕКТОНИКАЛЫҚ АУДАНДАСТЫРУ..... 9
Ельдеева М.С., Абдрахматов К.Е., Айтмырзаев Ж.С.
БАСТЫ ДЖУНҒАР ЖАРҚШАҒЫ..... 18
Ходжаев Ш.К., Аганиязова Г.Г.
ӨЗБЕКСТАН, ЧИРЧЫКТАҒЫ НДВИ ӨЗЕНІНІҢ СУЫН АНЫҚТАУДА СПУТНИКТІК ӨЛШЕУДІҢ РӨЛІ 22
Рузматова З.А., Газизода С.А.
СУ БАСҚАРУҒА БАССЕЙНДІК ҰСТАНЫМДАРДЫ ЕНГІЗУ МӘСЕЛЕСІ 27
Мұқаев Ж.Т., Өзгелдинова Ж.Ө.
РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ІС-ӘРЕКЕТТІҢ АЛАКӨЛ КӨЛІ АУМАҚТЫҚ РЕКРЕАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨСІМДІКТЕРІНЕ ӘСЕРІ..... 30
Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.
САРЫСУ ӨЗЕНІ АЛАБЫ ГЕОЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖҮЙЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУШЫ ФАКТОРЛАРЫНЫҢ КОМПОНЕНТТІ АНАЛИЗІ..... 35
Кәкімжанов Е.Х., Мақаш Қ.К., Мукалиев Ж.Қ., Кожаев Ж.Т.
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ АУА БАССЕЙНІНІҢ КҮКІРТ ДИОКСИДІМЕН ЛАСТАНУ КАРТАСЫН ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚҰРАСТЫРУ..... 39
Адамбаева А.Б., Федоров Б.В.
ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫ ІЗДЕУ ЖӘНЕ БАРЛАУ КЕЗІНДЕІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ АҚПАРАТ АЛУДЫҢ ЖОЛДАРЫ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ..... 45
Турарбек Ә.Т.
СЕЙСМОЛОГИЯДАҒЫ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕР..... 51
Суюнбаев Е.Қ.
ІЛЕ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ САЛАСЫНДАҒЫ ЖЕРПАЙДАЛАНУ ЖҰМЫСТАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛЕРІ..... 54
Жасыбаев А.Б.
СИРЕК КЕЗДЕСЕТІН ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ГЕОХИМИЯСЫ. СТРОНЦИДІҢ ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІГІ..... 57

Техникалық ғылымдар

Төлеубаева Д.Т., Сурашов Н.Т.
АВТОМОБИЛЬ ӨНДІРІСІНДЕГІ ЕКІНШІ БІЛІКТІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССІН ЖЕТІЛДІРУ.... 61
Тусупова Б.Б., Рамазанов П.Р., Кыштобаев А.К.
«КМН» ВИРТУАЛДЫ ЗЕРТХАНАНЫҢ «ӘКІМШІЛІК» ІШКІ ЖҮЙЕСІН ЖОБАЛАУ..... 64
Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т.
АСПАН ДЕНЕЛЕРІНІҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ӨРІСІ..... 70
Ниязханова Б.Н., Сурашов Н.Т.
БЕТКЕ ГАЛЬВАНИКАЛЫҚ ЖАБЫНДЫНЫ ҚОЛДАНУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІ..... 76
Ұзақов Я. М., Таева А. М., Макангали К. К., Мусаева С. Ш., Тлеуова Ж. С.
ТҮЙЕ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМДАР ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ..... 79
Искакова Г.К., Умирзакова Г.А., Мулдабекова Б.Ж.
ПОЛИДИСПЕРСТІ СҰЛЫ ҰНЫН ҚОЛДАНЫП МАКАРОН ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ..... 83
Сурашов Н.Т., Серикова С.С., Гудович М.И.
АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ӘУЕЖАЙЫНДА*ҒЫ* ТИЕУ ЖӘНЕ ТҮСІРУ *ЖҰ*МЫСЫНЫҢ МЕХАНИЗАЦИЯСЫН ТІЛІМІ ЖАЛПАҚ КОНВЕЙЕРІ АРҚЫЛЫ ЖАҢАРТУ..... 88
Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Алкенова Г.Х.
ЕКІ АЙНАЛМАЛЫ ГЕЛИОЖҮЙЕНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ АЙЫРМАШЫЛЫҚТАРЫ МЕН ЕСЕПТЕЛІНУ ӘДІСТЕРІ..... 92
Бегимбетова А.С.
ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ КӨЛІК АҒЫНЫН МОДЕЛЬДЕУ АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ ҮШІН..... 95

Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К., Маринов М.Г.
ҚАНТ ҚҰМАЙЫ ШӘРБӘТІНІҢ ETHANOL RED ТҰҚЫМДЫ SACCHAROMYCES CEREVISIAE АШЫТҚЫЛАРЫМЕН АШУ ҮРДІСІ БАРЫСЫНДА ЭТАНОЛДЫҢ ТҮЗІЛУ ДИНАМИКАСЫ..... 99
Айдарбеков Е.К., Аспанбетов Д.А., Бекбосынов А.И.
ҚАЗАХСТАНДАҒЫ ЖОЛ ҚАУІПСІДІГІНІҢ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ..... 104
Лепихин М.С., Тобышева А.М., Курбатов А.П., Галеева А.К., Рахимова А.К., Мальчик Ф.И.
ЛИТИЙ-ИОНДЫАККУМУЛЯТОРЛАРДЫҢ ЭЛЕКТРОДТАРЫ ҮШІН РУТИЛ НАНОТҮТІКШЕЛЕРІҢ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАЛЫПТАСУЫ..... 111
Қиябаев С.Н., Ильчубаева Р. М.
ЫСТЫҚ ҚҰБЫРДЫҢ ЫҚШАМДЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ..... 119
Бахтияр Б.Т., Г.Р. Бергенжанова, Г.Х. Алкенова
ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ОТЫН ДАЙЫНДАУ ЖОЛЫНДАҒЫ ІШКІ ӨНДІРІСТІК МҰҚТАЖДЫҚТАРЫНА ШЫҒЫНДАЛАТЫН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ҮНЕМДЕУ ШАРАЛАРЫ..... 124
Кожанова А.М.
СЕБЕП-САЛДАР ДИАГРАММАСЫН ҚОЛДАНЫП ТЕХНИКА-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ҮЛГІСІН ҚҰРУ..... 127
Мустакаев Р., Бакибаев Т., Мухамедиев Р.
CRM ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ДЕРЕКТЕР ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН НЕГІЗГІ МІНДЕТТЕРІ. ПРАКТИКАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕ..... 133
Орынбеков Е.С., Кали Н.А.
ЖҰМСАҚ МЕХАНОХИМИЯЛЫҚ СИНТЕЗДЕРДІҢ НЕГІЗДЕРІ..... 138
Шарбаев С.Ш., Имаш Ж.К.
ТЕМІР ЖОЛ ӨТКЕЛІНДЕГІ ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕТКІЗІЛЕТІН ВАГОНДАРДЫ ЖЕДЕЛ БАСҚАРУ..... 141
Таболдиев Д.Д., Аширбеков Б.Т.
ҒАРЫШ АППАРАТЫНЫҢ СЫМСЫЗ ҚУАТПЕН ЖАБДЫҚТАУ..... 145
Надирова К.С., Бимбетова Г.Ж., Шуханова Ж.К., Жапар Қ., Смаилов Е., Бегенова А.Б.
ӨНІМДІ ҚАБАТТЫҢ ҚЫШҚЫЛДАНУ ТӨМЕНДЕТУГЕ АРНАЛҒАН БАКТЕРИЦИДТЕРДІ ТАҢДАУДЫҢ НЕГІЗГІ ПРИНЦИПІН ҚОЛДАНУ МЕН АНАЛИЗ ЖАСАУ..... 149
Жантурина Н.Н., Бижанова К.Б.
ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ЖӘНЕ ДЕФОРМАЦИЯНЫҢ СІЛТІЛІ ГАЛОИДТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ КӨЛЕМДІК СЕРПІМДІЛІК МОДУЛІНЕ ӘСЕР ЕТУІ..... 155
Акижанова А.А., Вельямов Т.Т.
ТАБЫС ЖШС «БЕККЕР И К» ЗЕРТТЕУ ҮШІН ЫҚТИМАЛДЫҚ РЕГРЕССИЯЛЫҚ МОДЕЛЬ ҚҰРЫЛЫСЫ..... 159
Ұзақов Я. М., Таева А. М., Кожахиева М. О., Макангали К. К., Елеуова Э. Р., Тлеуова Ж. С.
ЖЫЛҚЫ ЕТІНЕН ЖАСАЛҒАН ҰЛТТЫҚ ТАҒАМДАР ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ..... 163
Ахметов Б.С., Утебаев Р.М., Колтун Н.А., Нупеисова Д.А.
ГЕЛИОЖЫЛЫТУ ЭНЕРГОАККУМУЛЯТОРЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ЖОБАЛАУ..... 168
Орынбет М.М., Бекжан З.Б.
АЙНЫМАЛЫ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП СОЗЫЛУ ТАСПАСЫНЫҢ ДӘЛДІКТІ АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ РЕТТЕУ ЖҮЙЕСІ..... 173
Бейбітхан Е., Болатбек М.
АҚПАРАТТЫ ДАУЫС БИОМЕТРИЯСЫ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ ҚОРҒАУ..... 175
Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Бегенова А.Б.
ҚАЗІРГІ ТАҒДАҒЫ ҚАБАТҚА ТЕРМИЯЛЫҚ ӘСЕР ЕТУДІҢ ӘРТҮРЛІ ӘДІСТЕРІН САРАПТАМАДАН ӨТКІЗУ..... 179
Ибраимова Қ.М.
АСТАНА ЭКСПО-2017 - «ЖАСЫЛ» ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ БОЛАШАҚ СӘУЛЕТ..... 183
Жақсылықов Е.Е., Шегенова Г.К., Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Бегенова А.В.
МҰНАЙБИТУМ ОРГАНИКАЛЫҚ ШИКІЗАТЫНДАҒЫ ТАСТАР МЕН КӨМІР ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨҢДЕП БАЙЫТУ..... 186
Жакипбаев Б.Е., Кумарбекова К.И., Кулмаханова А.Ш., Кунтубаева М.Н.
ШЫНЫМАССАСЫНЫҢ САПАСЫНА ӨЗГЕ ЖӘНЕ АРНАЙЫ АҚАУЛАРДЫҢ ӘСЕРІ..... 190
Кантарбаев Н.Н., Ыскак А.С., Тургазинов И.К., Енсепбаев Т.А.
ҚҰБЫР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ ПАРАФИНДІ МҰНАЙДЫ ПАРАФИНДІ БОЛДЫРМАУ ҮШІН ТӨМЕН ТЕМПЕРАТУРАДА БАСТАПҚЫ ӨҢДЕУ..... 194
Қасымханова Д.Ж., Қасымханов С.Ж.
СИМВОЛДАРДЫ ТАНЫП БІЛУДІҢ АҚПАРАТТЫҚ-ТАЛДАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ШУДЫ КЕТІРУ ҮШІН ІРІКТЕМЕЛІ АНИЗОТРОПТЫ ВЕЙВЛЕТ-ТҮРЛЕНДІРУІН ҚОЛДАНУ..... 200
Баймулдина Д.Б.
АСТАНА ҚАЛАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ІШІНДЕ ҮЗДІК КӨП ДЕҢГЕЙЛІ ЖОЛ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ..... 207

Бихимова Г.А.
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТРАНЗИТТІК ӘЛЕУЕТІНІҢ ДАМУ ДИНАМИКАСЫНА ҚОРҒАС ШЫХО ӘСЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ 211
Рахметулаева С.Б., Ибрай Н.Д.
ҚҰЖАТТЫ АВТОМАТТАНДЫРУ ҮРДІСІНДЕГІ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ҚҰРАЛДАРДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ 215
Билалов Б.О., Волобуева О.П.
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЗЕРТТЕУ ОБЪЕКТІСІ РЕТІНДЕ 218
Кудайкулов А.А., Жозеранд К., Калтаев А.
САФМАН-ТЕЙЛОР ТҰРАҚСЫЗДЫҒЫН САНДЫҚ АРҚЫЛЫ МОДЕЛЬДЕУ 225
Смагулов Н.Н., Иргибаев Т.И.
КОМПРЕССОРЛЫҚ СТАНЦИЯДАҒЫ ГАЗАЙДАУ АГРЕГАТЫНЫҢ ЖҮЙЕЛІ ЖҰМЫС ІСТЕУ РЕЖИМІН РЕТТЕУ ӘДІСТЕРІ 229
Сандыбаева М.К., Уалиева И.М.
ЕКІНШІ ТИПТІ ҚАНТ ДИАБЕТІНІҢ ШАЛДЫҒУ ҚАУПІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ МОДЕЛІН ҚҰРАСТЫРУ 233
Құттыбаева А.Е, Жанузаков Б.Т.
ТЕЛЕМЕТРИЯҒА АРНАЛҒАН АДАПТИВТІ БӨГЕУІЛТҰРАҚТЫ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАР 240
Стаханов Ж., Джалмухамбетов К.
RESTfull ЖӘНЕ SOAP НЕГІЗІНДЕ ВЕБ-СЕРВИСТІ ҚҰРУ 244
Бигалиева Ж.С., Құттыбаева Г.
ӨРТ ДАБЫЛДАМАСЫ ЖҮЙЕСІНДЕ ЖАНУ ТУРАЛЫ БЕЛГІ БЕРЕТІН ДАБЫЛДАТҚЫШТЫ ЗЕРТТЕУ 248
Ишманов А., Алиходжаев И., Лукпанова Л., Мустакаев Р., Мухамедиев Р.
ҚОРШАҒАН ОРТА ТУРАЛЫ ДЕРЕКТЕРДІ ЖИНАЙТЫН ҚАЛАЛЫҚ АВТОНОМДЫ ҚҰРЫЛҒЫ 254
Джурунтаев Д.З., Шалабаев Қ.М.
ДЫБЫСТЫ АҚПАРАТТЫ АКУСТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ВИБОРАКУСТИКАЛЫҚ АРНАЛАРДАН СЫРТҚА КЕТУДЕН ҚОРҒАУДЫҢ БЕЛСЕНДІ ҚҰРАЛДАРЫ 261
Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Бегенова А.Б.
БАКТЕРИЯҒА ҚАРСЫ КОРРОЗИЯҒА ЖАБЫН 265
Байтұрғанова В.Қ., Аймуханбетов Е.А.
МОБИЛДІ РОБОТТЫҢ КҮН БАТАРЕЯСЫН ПОЗИЦИЯЛАУ ЖӘНЕ ҚУАТТЫ РЕТТЕУ ЖҮЙЕСІ 267
Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.
ЖЕЗКАЗГАН ӨНЕРКӘСІП ТОРАБЫНЫҢ АУА ЛАСТАНУЫНЫҢ ФАКТОРЛАРЫ МЕН ШАРТТАРЫ 272
Ибадуллаева А.К., Ақынғазиев Ж.
СУЫҚТАЙ ЖАЙМА ҚАЛЫПТАУ ҮДЕРІСІНІҢ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ 283
Орынбеков Е.С., Кали Н.А., Успанов Ш.Б.
МЕХАНОХИМИЯЛЫҚ РЕАКТОРЛАР 288
Тергемес К.Т., Копжасарова А.Ж.
МҰНАЙ ӨНДІРУ ҮШІН БАТЫРМАЛЫ ОРТАДАН ТЕПКІШ ЭЛЕКТРОСОРАПТЫҢ ЖҰМЫС СИПАТТАМАСЫНА ОРТАДАН ТЕПКІШ ЭЛЕКТРҚОЗҒАЛТҚЫШТЫҢ АЙНАЛУ ЖИІЛІГІНІҢ ОЗГЕРУІНЕ ӘСЕРІ 292
Копжасарова А.Ж.
БАТЫРМАЛЫ ЭЛЕКТРОСОРАПТЫҢ ЭЛЕКТРЖЕТЕГІ РЕТІНДЕ ЕКІ ЗВЕНОЛЫ ЖИІЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШТІ ҚОЛДАНУ 296
Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А.
ФРАКТАЛ ФОРМАЛЫ ДИПОЛЬДЫҚ АНТЕННАЛАРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ 300
Үсіп Ж.М., Малаев С.А., Ертаев Д.А., Смагулов Д. Ұ.
КӨМІРТЕКТІ НАНОТҮТІКШЕЛЕРДІ ИНДУКЦИЯЛЫ ТӘСІЛМЕН АЛУ 305
Унаспеков Б.Ә., Ауельбеков С.Ш.
БҰЛ МАҚАЛАДА КҮЙДІРІЛЕТІҢ ҚҰРЫЛЫС БҰЙМДАРДЫ ӨНДЕУ ЖӘНЕ ЖЫЛУТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ 311
Жугинисов М.Т., Сабыралы Д.С.
ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК ШИКІЗАТ НЕГІЗІНДЕГІ ЖЕҢІЛ ТОЛТЫРҒЫШТАРДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ТАЛДАМАЛЫҚ ШОЛУ 315
Дараев А.М., Шадхин Ю.И., Мельничук В.Г.
АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ – ЭЛЕКТР ЖИІЛІКТІҢ ТҮРЛЕНДІРГІШ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ЗЕРТТЕУ 319
Аргокова С.С., Адырбайқызы Р.
БИДАЙ УЫТЫН АРАЛАСТЫРУ РЕЖИМІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨҢДЕУ 323

Быхин Б.Б., Толеуова А.Р., *Абишкенов М.Ж., Калмырзаев Д.К.*
ҚАРҚЫНДЫ ПЛАСТИКАЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯЛАУ МЕН ТЕРМОМЕХАНИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ ПРОЦЕСТЕРІН БІРГЕ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП АРМАТУРАЛЫҚ ПРОФИЛЬДІ ЫСТЫҚТАЙ ПРОКАТАТҒАН КЕЗДЕГІ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫ..... 325
Сарсен А.И.
ЖАҢА ҚҰЙЫЛҒАН БЕТОН ҚОСПАСЫНЫҢ ЫЛҒАЛ ЖОҒАЛТУ ДӘРЕЖЕСІНІҢ ЖӘНЕ ОНЫ ҚАЙТАДАН ДІРІЛДЕТУДІҢ БЕТОН БЕРІКТІГІНЕ ӘСЕРІ..... 331
Жақыпова Д.Е., Адырбайқызы Р.
СЫРАДА КЕЗДЕСЕТІН *SACCHAROMYCES* АШЫТҚЫСЫ..... 334
Елемесова С.Е.
ІЗДЕНІС КАТОЛОГЫНЫҢ КӨРСЕТКІШІН MAPREDUCE ПАРАДИГМАСЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ..... 337
Мамеш С.С., Бекжигитова Л.Е.
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР КОНВЕРГЕНЦИЯСЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ КҮРДЕЛІ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚҰРЫЛЫС ТӘСІЛДЕРІ: WEB-SERVICESEMANTIC, WEB-SERVICE ЖӘНЕ AGENTE, MULTI-AGENTE..... 341
Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Сыздыкова Б.О., Чумаков Е.В.
09Г2С БОЛАТЫНЫҢ ДӘНЕКЕРЛЕУ ТІГІСІ ЖӘНЕ ТІГІС АЙМАҒЫНДАҒЫ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫ..... 345
Исламғожаев Т., Елеусінов А., Мажітов Ш., Кеншімов Ш.
АВТОНОМДЫ МОБИЛЬДІ РОБОТ ЖАСАУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН АРХИТЕКТУРАСЫ..... 348
Әбдуғалиева Г.Ю., Өтегенова А.М.
ҚАЗЫЛЫМ КЕҢІСТІКТІ ТОЛТЫРМАЛАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ НОРМАТИВТІ БЕРІКТІГІН ТАҢДАУ..... 353
Самигулина З.И., Самигулин Т.И.
ДЕСКРИПТОРЛЫ ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ СУЛЬФАНАМИД-ДӘРІЛІК ПРЕПАРАТТАРДЫҢ ЖАҢА МОЛЕКУЛАЛЫҚ КОМПЬЮТЕРЛІК ҮЛГІЛЕ АРНАЛҒАН БАЗАСЫН ЖАСАУ..... 358
Самигулин Т.И., Ширяева О.И.
МҰНАЙ САЛАСЫНДАҒЫ КҮРДЕЛІ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ГИНЕТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМ НЕГІЗІНДЕ СИНТЕЗДЕУ..... 363
Жұмашева Ж.Т., Мұратбеккызы А.
УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ БЕРГІШТЕРДІ ЕКІАЯҚТЫ РОБОТТЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫ КЕЗІНДЕГІ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ЖІКТЕУ НЕГІЗІНДЕ ҚОЛДАНУ..... 368
Керейбаева Г.Х., Орынбасар С.А.
ДӘНДІ ДАҚЫЛДАРДЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЖОЮ АРҚЫЛЫ МҰНАЙ ЖӘНЕ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІ ТӨГІЛУІН ЖОЮ МҮМКІНДІКТЕРІ..... 372
Талипова Ә.Б., Ақынғазиев Ж.А.
ЖІКСІЗ ҚҰБЫР ӨНДІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ..... 375
Таболдиев Д.Д., Аширбеков Б.Т.
БОРТТЫҚ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ШЕКТІ ПАРАМЕТРЛЕРІ..... 380
Досмұхамедов Н.Қ., Федоров А.Н., Жолдасбай Е.Е., Дәулетбаков Т.С., Нұрлан Г.Б.
АСА ТАЗА МЕТАЛЛ АЛУ ТӘЖІРИБЕЛІК ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ..... 384
Канатов К.К., Давлетова Ж.Т., Гудович М.И.
ПОЛИГРАФИЯЛЫҚ ӨНІМДЕРДІ ӨҢДЕУ ҮШІН КӨТЕРГІШ ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ДАМУЫН МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЖІКТЕУ..... 390
Найманғазы Г., Парманбеков Ө. К. , Даулет Ж.
ЖАРТЫЛАЙ ӨТКІЗГІШТЕРДЕГІ ЖАРЫҚТЫҢ ЖҰТЫЛУ ӘСЕРІНЕН ЭКСИТОНДАРДЫҢ ТАСЫМАЛДАНУЫ..... 394
Кошеков К.Т., Гурин Н.Ю., Астапенко Н.В., Кашевкин А.А.
АСТЫҚ ҚОЙМАСЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ БАСҚАРУ ЖӘНЕ КОНТАКТІСІЗ МОНИТОРИНГ СХЕМАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ..... 397
Сабитова Д.К.
КӨМІР ҚЫРТЫСТАРЫНАН МЕТАНДЫ АЛДЫН АЛА АЛУ ТӘЖІРИБЕСІ. ҚАРАҒАНДЫ КӨМІР БАССЕЙНІ МЫСАЛЫНДА..... 402
Бектенов М (Л) Б.
КҮН РАДИАЦИЯСЫ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ БОЛАШАҒЫ..... 406
Касимов А.О., Дараев А.М., Байкенова Г.М.
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚЖҮЙЕЛЕРДІҢ МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕЛЕРІ..... 411

Физика-математика ғылымдары

Амангалиева Р.Ж., Гиниятова Ш.Г.
ГАЗРАЗРЯДТЫ ТҮТІКШЕ ОСІНДЕГІ СОЛҒЫН РАЗРЯДТЫ ПЛАЗМАПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ ТАРАЛУЫ..... 415
Темирбеков Н. М., Тураров А. К.
ГАЗЛИФТ ҮРДІСІНІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІНІҢ САНДЫҚ ШЕШІМІ..... 420
Жамбаева М.Қ., Касымов А.Б., Курбанбеков Ш.Р, Степанова О.А.
СИЛИЦИРЛЕНГЕН ГРАФИТТІҢ ФИЗИКО-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРІСІН ТАЛДАУ..... 425
Каптагай Г.А., Акилбеков А.Т., Инербаев Т.М.
КӨМІРТЕК ҚОСПАСЫ ҮШІН СУ БЕТІНІҢ ӨЗАРА ІС-ҚИМЫЛ Ы (100) (СО3О4)..... 429
Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Турдалыулы М., Нурлан К.Е., Ибраимкулов А.Е.
НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ СӨЙЛЕУЛЕРДІ АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ ТАНУ..... 435
Исахов А.А., Темірбекұлы Н.
ДЕНЕНІҢ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ ОРАҒЫТЫП ӨТУ ҚҰБЫЛЫСЫН ІРІ ҚҰЙЫНДАР ӘДІСІМЕН ПІШІНДЕУ..... 438
Исахов А.А., Шубай А.М.
ПАТОЛОГИЯЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІМЕН ТАМЫРЛАР ЖҮЙЕСІНДЕГІ МИДЫҢ ҚАН АЙНАЛЫМЫНЫҢ САНДЫҚ ЗЕРТТЕУІ..... 445
Мұратова А.М.
КЕЗЕКЖОЛДЫ СКАНЕРЛЕУ ӘДІСІ НЕГІЗІНДЕ БЕЙНЕ МАТЕРИАЛДАРДЫ САРАПТАМАЛАУ..... 454
Іңкәрбеков М.Қ., Айтжан А., Қалтаев А.
ӘСЕРЛЕСУШІ ТУРБУЛЕНТТІ АҒЫНДАРДЫҢ ҮЛКЕН ҚҰЙЫНДАРДЫ МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСІ ҮШІН КОМБИНАЦИЯЛАНҒАН DG-MC САНДЫҚ ЕСЕПТЕУІШІ..... 459
Исахов А.А., Мусакулова Г.М.
ҚОРҒАНЫШ ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСЫНДА АПАТ БОЛҒАН ЖАҒДАЙДА СУ АҒЫНЫН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ..... 467
Тұңғатаров А., Болат А.А.
БҰРЫШТЫҚ ОБЛЫСТАҒЫ БІРІНШІ РЕТТІ ДЕРБЕС ТУЫНДЫЛЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН ШЕКСІЗДІКТЕГІ ӨСІМІ БЕЛГІЛІ ШЕТТІК ЕСЕПТЕР..... 472
Айтмагамбетов А.З., Бутузов Ю.А., Кулакаева А.Е.
БІР ҒАРЫШ ҚҰРЫЛҒЫСЫ НЕГІЗІНДЕ РАДИОБАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІ ҮШІН РАДИОСӘУЛЕЛЕНУ КӨЗІН АНЫҚТАУ ҮШІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ..... 478
Тұңғатаров А., Чайниетова П.
ЕКІНШІ РЕТТІ АЙНЫМАЛЫ КОЭФФИЦИЕНТТІ ЖАЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ШЕТТІК ЕСЕП..... 482
Дауылбаев М.Қ., Валиолда А.
ШЕКАРАСЫ ЖЫЛЖЫМАЛЫ СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАСЫ..... 486
Бекболғанова А.Қ., Ахметова Г.П.
МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚТТЫ АРТТЫРУДАҒЫ ҚОЛДАНБАЛЫЛЫҚТЫҢ РӨЛІ МЕН ҚЫЗМЕТІ..... 490
Тулешова А.А.
КАРОТАЖДЫҚ СТАНЦИЯНЫҢ М35SP-6 ҚАДАМДЫҚ ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫҢ ДИНАМИКАСЫН ТАЛДАУ..... 493
Өжікенов Қ.Ә., Михайлов П.Г., Күшегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.
СЕНСОРЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МИКРОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНДАҒЫ МЕХАНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЖЫЛУЛЫҚ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫ..... 497
Утепбергенов И. Т., Тойбаева Ш. Д., Утегенова А. У., Муслимова А.К.
ӨНЕРКӘСІПТЕ ТҰРАҚТЫ ДАМУ ҮШІН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕЛЕР МЕН НЕГІЗГІ КӨРСЕТКІШТЕРІН (KPI) ПАЙДАЛАНУ..... 501
Баймуханов Б., Ахмедова Ж.М.
ОҚУШЫЛАРДЫҢ ӨЗІНДІК ЖҰМЫСЫ – ФУНКЦИОНАЛДЫҚ МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚТЫ ДАМЫТУ ҚҰРАЛЫ..... 507
Абдикеримова Ж.К.
СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ЖОҒАРҒЫ РЕТТІ ИНТЕГРАЛДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ БАҒАЛАУЫ..... 510
Елубаев С.А., Бопеев Т.М., Алипбаев К.А., Сухенко А.С.
ЖҰЛДЫЗ ДАТЧИГІНІҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУІН ЖАСАУ ЖӘНЕ ТЕСТІЛЕУ..... 516

Каныбекова А.А., Ерназарова С.Б.
ТҰТАС ЖАЗЫҚ ДЕНЕДЕГІ БЕЙСТАЦИОНАРЛЫҚ ЖЫЛУ АЛМАСУ ПРОЦЕСІН ШЕКТІ ЭЛЕМЕНТТЕР ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ..... 525
Ишманов А., Алиходжаев И., Мустакаев Р., Мухамедиева Е., Мухамедиев Р.
ЖАҢҒЫРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІНІҢ КӨПҚАБАТТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ БАҒДАРЛЫҚ ЖАБДЫҚПЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МОДЕЛЬДЕРІ…….. 528

Химия-металлургия ғылымдары

Жунусова Г.Ж., Беделова Ж.Д., Кальянова О.А., Буршукова Г.А.
ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЕН ОРЫНДАРЫНАН АЛЫНҒАН ТӨМЕН СҰРЫПТЫ СУЛЬФИДТІ ЦИНК КОНЦЕНТРАТТАРЫНАН ЦИНКТІ КҮКІРТ ҚЫШҚЫЛЫМЕН АВТОКЛАВТА СІЛТІСІЗДЕНДІРУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ..... 539
Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдыкозов Т.А.
1% ТҰЗ ҚЫШҚЫЛЫМЕН НИТРАТ, КАРБОНАТ ЖӘНЕ СУЛЬФАТ ТҰЗДАРЫМЕН ЛАСТАНҒАН ПОЛИМЕРЛІК МЕМБРАНАЛАРДЫ ХИМИЯЛЫҚ ЖАНДАНДЫРУ (РЕГЕНЕРАЦИЯЛАУ)..... 544
Пусурманова Г.Ж., Туребекова Г.З., Сакибаева С.А., Оразымбетова А.О., Ашитова Н.Ж., Шуханова Ж.К., Охапова К.Т., Бегенова А.Б.
МҰНАЙ ӨҢДЕУДЕГІ КҮКІРТ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЖОЮ ЖОЛЫМЕН ТЕХНИКАЛЫҚ РЕЗИНҒА ВУЛКАНИЗАЦИЯЛЫҚ АГЕНТ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ..... 549
Бугенов Е.С., Жакатаева Н.К., Болсынбекова Г.Т., Багиярова Т., Исенова Л.О.
ГИДРОЛИЗДІК ФОСФОР ШЛАМДАРЫНЫҢ СІЛТІЛІ ОРТАДА ҮЙЛЕСІМДІЛІГІ..... 552
Уали А.Б., Түлекбаева А.К.
БИОЛОГИЯЛЫҚ АКТИВТІ ЗАТТАРДЫҢ САПАЛЫҚ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ САНДЫҚ ҚҰРАМЫН ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ, АЛКАЛОИДТЕРДІ БӨЛУ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЛБАСЫН ӘЗІРЛЕУМЕН ТАЗАЛАУ КҮЛГІНДІ SEDUM PURPUREUM..... 557
Алмабеков О.Ә., Әбдиев К.М.
МҰНАЙДЫҢ ЖЕҢІЛ ФРАКЦИЯСЫН АДСОРБЦИЯЛАУ..... 567
Бугенов Е.С., Болсынбекова Г.Т., Исенова Л.О.
СІЛТІЛІК ОРТАДА НАТРИЙ ГИПОФОСФИТІНІҢ ФОСФИТКЕ ДЕЙІН ТОТЫҒУЫНЫҢ ЗЕРТТЕЛУІ. 570
Тайтиков М.Д., Акаев С.О., Мамаева А.А.
ӘРТҮРЛІ ТЕМПЕРАТУРАДАҒЫ АГРЕСИВТІК ОРТАДА ХРОМДЫ БОЛАТТАРДЫҢ КОРРОЗИЯСЫНЫҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫН АНЫҚТАУ..... 575
Колесникова И.В., Бейсенбеков Қ.Қ.
ЦЕМЕНТ ЖҮЙЕСІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫНА ПЛАСТИФИКАТОРЛАРДЫҢ ЫҚПАЛЫ 583
Накысбеков Ж.Т., Мухамадиев Д.К., Бибатырова Л.К., Даму А., Нұрғали Е.Е.
ЭЛЕКТРАХИМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН МЫС ҰНТАҒЫ ЖӘНЕ МЫС ЖАБЫНЫНЫҢ ӨСУ АЙЫРМАШЫЛЫҚТАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... 586
Масенова А. Т., Байкен А.
КӨМІРТЕГІ ТОТЫҒЫНДАҒЫ КАТАЛИЗАТОРЛАР ҚЫЗМЕТІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕРІ..... 590
Қайырбеков Ж.Қ., Смағұлова Н.Т., Сабитова А.Н.
КОКСОХИМИЯЛЫҚ ШАЙЫРДЫ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ…… 592
Камысбаев Д.Х., Серикбаев Б.А., Арбуз Г.С.
МЫСПЕН МОДИФИЦИРЛЕНГЕН КҮРІШ ҚАУЫЗЫ НЕГІЗІНДЕГІ БИСОРБЕНТТІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТІ..... 596
Каплан В.А., Досмұхамедов Н.Қ., Жолдасбай Е.Е., Сәриев Б.Е.
КАРБОНАТ-СУЛЬФАТТЫ БАЛҚЫМАДАН ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ РЕГЕНЕРАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ КҮКІРТТІ АЛУ..... 602
Абсадык Н.Е., Байысбай О.П.
БӨЛІНУШІ ФТОРҚҰРАМДАС ГАЗДАРДЫ АБСОРБЦИЯ ӘДІСІМЕН ТАЗАЛАУ ҮРДІСІН ЖЕТІЛДІРУ 609
Танашев С.Т., Идирисов М.Ж., Искендиров Б.Ж., Налибаев М.М.Танашев А.С.
КАТАЛИТИКАЛЫҚ КРЕКИНГ ПОЦЕССІНІҢ НЕГІЗГІ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ БЕЛСЕНДІРІЛГЕН ВАКУУМ ГАЗОЙЛДЕРДІҢ ӘСЕР ЕТУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ..... 612
Идирисов М., Танашев С.Т., Албаева Ж.Т., Искендиров Б.Ж., Налибаев М.М., Жолдасбек А.М.
ГИДРООБЕССЕРИВАН ШИКІЗАТТЫҢ ТЕРЕҢДІГІ АЗЫҚ-ТҮЛІГІНІҢ ШЫҒА БЕРІСТЕРІНЕ ЫҚПАЛДАРЫ..... 619
Кайполдаев О.Е., Буранбаев М.Ж., Мурадов А.Д., Тауасаров К., Байгаринова Г.А., Мухаметкаримов Е.С., Гусейнов Н.Р.
Ti_3C_2 ҚАБЫРШАҚТАРЫН ВАКУУМДЫҚ СҮЗУ ТӘСІЛІМЕН АЛУ ЖӘНЕ РАМАНДЫҚ СПЕКТРОСКОПИЯ ӘДІСІН ПАЙДАЛАНЫП, ЗЕРДЕЛЕУ ЖҰМЫСТАРЫН ЖҮРГІЗУ..... 623

Бугенов Е.С., Болсынбекова Г.Т., Исенова Л.О.
ГИПОФОСФИТ-ИОННЫҢ СІЛТІЛІК ОРТАДА ТОТЫҒУЫНЫҢ ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.... 627
Жұмағали Ж.Т., Алдияров Н.У.
КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ ҮШІН АУЫР СУТЕГІ ИОНДАРЫНЫҢ МОЛЕКУЛЯРЛЫҚ ШОҒЫРЫН ЖҰҚА КӨМІРТЕГІ ҮЛДІРІНДЕ ФРАКЦИЯЛАУ ӘСЕРІН ПАЙДАЛАНУ..... 632
Алмабеков О.Ә., Әбдиев К.М.
КАТАЛИТИКАЛЫҚ РИФОРМИНГ ӘДІСІМЕН АРОМАТТЫ КӨМІРСУТЕКТЕРДІ БӨЛУ ПРОЦЕСІНЕ ПАЛАДИИ НАНОКАТАИЗАТОРЫН ҚОЛДАНУ..... 641
Әбіт К.Е., Наурызбаев М.К.
АУЫР МЕТАЛЛИОНДАРЫНЫҢ ЖЫЛҒЫ АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ЖӘНЕ ТАБИҒИ СУ АКТИВТЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДІҢ ҚОЛДАНУ..... 643
Маденова А.С., Килибаев Е.О., Даулетбаков Т.С., Акильбекова Ш.К.
Ca – As – O ЖҮЙЕНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ..... 647
Серікбаева А.Қ., Жаналиева Н.Ш.
ЖЕЗҚАЗҒАН БАЙЫТУ ФАБРИКАСЫНЫҢ БАЙЫТУ ҚАЛДЫҒЫНЫҢ ҚҰРАМЫ ЖАЙЫНДА..... 650

Экономикалық ғылымдар

Копнова О.Л.
ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ МІНЕЗ-ҚҰЛЫҚ СЦЕНАРИН ЖОСПАРЛАУ ЖӘНЕ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ..... 654
Ешпанов Е.Ж., Ескендірова Д.М.
КӘСІПОРЫНДЫ ТӘУЕКЕЛДЕРМЕН БАСҚАРУ..... 658

СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

Байбатша А.Б.
ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОГНОЗНО-ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ МЕТАМОРФО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ……. 3
Сеитов Н., Тулегенова Г.П.
ПОТЕНЦИАЛЬНО НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ СТРУКТУРЫ И ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКО-МЕЗОЗОЙСКИЕ КОМПЛЕКСЫ АКВАТОРИИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ И ЕГО КОНТИНЕНТАЛЬНОЕ ОБРАМЛЕНИЕ……... 9
Ельдеева М.С., Абдрахматов К.Е., Айтмырзаев Ж.С.
ГЛАВНЫЙ ДЖУНГАРСКИЙ РАЗЛОМ…….. 18
Ходжаев Ш.К., Аганиязова Г.Г.
РОЛЬ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ДЕТЕКТИРОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НДВИ БАССЕЙНА РЕКИ ЧИРЧИК, УЗБЕКИСТАН..... 22
Рузматова З.А., Газизода С.А.
К ВОПРОСУ ВНЕДРЕНИЯ БАССЕЙНОВОГО ПРИНЦИПА В УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ…….. 27
Мукаев Ж.Т., Озгелдинова Ж.О.
ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РЕКРЕАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ..... 30
Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.
КОМПОНЕНТНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ ГЕОСИСТЕМ БАССЕЙНА РЕКИ САРЫСУ..... 35
Какимжанов Е.Х., Макаш К.К., Мукалиев Ж.К., Кожаев Ж.Т.
СОЗДАНИЕ КАРТ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА АЛМАТЫ, ЗАГРЯЗНЕНОГО ДИОКСИДОМ СЕРЫ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ…… 39
Адамбаева А.Б., Федоров Б.В.
СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПОИСКЕ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ…… 45
Турарбек А.Т.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СЕЙСМОЛОГИИ..... 51
Суюнбаев Е.Қ.
МЕТОДЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЛИЙСКОГО РАЙОНА..... 54
Жасыбаев А.Б.
ГЕОХИМИЯ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАССОЛОВ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ..... 57

Технические науки

Төлеубаева Д.Т., Сурашов Н.Т.
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ВТОРИЧНЫХ ВАЛОВ АВТОМОБИЛЕЙ…….. 61
Тусупова Б.Б., Рамазанов П. Р., Кыштобаев А.К.
РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ «АДМИНИСТРИРОВАНИЕ» ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «ОКМ» 64
Мукушев Б.А., Нурбакова Г.С., Исимов Н.Т.
ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ…….. 70
Ниязханова Б.Н., Сурашов Н.Т.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ..... 76
Узаков Я. М., Таева А. М., Макангали К. К., Мусаева С. Ш.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ВЕРБЛЮЖАТИНЫ..... 79
Искакова Г.К., Умирзакова Г.А., Мулдабекова Б.Ж.
ПРОИЗВОДСТВО МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ ОВСЯНОЙ МУКИ……... 83
Сурашов Н.Т., Серикова С.С., Гудович М.И.
МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПУТЕМ МОДЕРНИЗАЦИИ ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА АЭРОПОРТА г. АЛМАТЫ…… 88
Бахтияр Б.Т., Бергенжанова Г.Р., Алкенова Г.Х.
РАЗЛИЧИЯ В ДВУХ ВРАЩАЮЩИХСЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ГЕЛИОСИСТЕМ И МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ..... 92

Бегимбетова А. С.
ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ГОРОДА АЛМАТЫ……. 95
Аскарбеков Э.Б., Байгазиева Г.И., Кекибаева А.К., Маринов М.Г.
ДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ ЭТАНОЛА В ПРОЦЕССЕ СБРАЖИВАНИЯ СИРОПА САХАРНОГО СОРГО ДРОЖЖАМИ SACCHAROMYCES CEREVISIAE РАСЫ ETHANOL RED……. 99
Айдарбеков Е.К., Аспанбетов Д.А., Бекбосынов А.И.
ТЕНДЕНЦИИ ДОРОЖНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КАЗАХСТАНЕ……... 104
Лепихин М.С., Тобышева А.М., Курбатов А.П., Галеева, А.К., Рахимова А.К., Мальчик Ф.И.
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА НАНОТРУБОК РУТИЛА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА……... 111
Киябаев С. Н., Ильчубаева Р. М.
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ГОРЯЧЕГО НЕФТЕПРОВОДА……. 119
Бергенжанова Г.Р., Бахтияр Б.Т., Алкенова Г.Х.
ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ОТЫН ДАЙЫНДАУ ЖОЛЫНДАҒЫ ІШКІ ӨНДІРІСТІК МҰҚТАЖДЫҚТАРЫНА ШЫҒЫНДАЛАТЫН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫН ҮНЕМДЕУ ШАРАЛАРЫ..... 124
Кожанова А.М.
ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННОЙ ДИАГРАММЫ……. 127
Мустакаев Р., Бакибаев Т., Мухамедиев Р.
ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА ДАННЫХ CRM СИСТЕМ. ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ…….. 133
Орынбеков Е.С., Кали Н.А.
ОСНОВЫ МЯГКОГО МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА……. 138
Сарбаев С. Ш., Имаш Ж. К.
ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗВОЗОМ МЕСТНЫХ ВАГОНОВ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЗЛЕ 141
Таболдиев Д.Д., Аширбеков Б.Т.
БЕСПРОВОДНОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА……... 145
Надирова Ж.К., Бимбетова Г.Ж., Шуханова Ж.К., Жапар Қ., Смаилов Е., Бегенова А.Б.
АНАЛИЗ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПОДБОРА БАКТЕРИЦИДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАКИСЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА..... 149
Жантурина Н.Н., Бижанова К.Б.
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЕФОРМАЦИИ НА МОДУЛЬ ОБЪЕМНОЙ УПРУГОСТИ ЩЕЛОЧНОГАЛОИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 155
Акижанова А.А., Велямов Т.Т.
ПОСТРОЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ДОХОДА ТОО «БЕККЕР И К»…….. 159
Узаков Я. М., Таева А. М., Кожахиева М.О., Макангали К. К., Елеуова Э. Р., Тлеуова Ж. С.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ КОНИНЫ..... 163
Ахметов Б.С., Утебаев Р.М., Колтун Н.А., Нупеисова Д.А.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕЛИОТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ 168
Орынбет М.М., Бекжан З.Б.
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВА СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАТЯЖЕНИЯ ЛЕНТЫ С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ……... 173
Бейбітхан Е., Болатбек М.
ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГОЛОСОВОЙ БИОМЕТРИИ..... 175
Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Бегенова А.Б.
АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ..... 179
Ибраимова К.М.
ЭКСПО 2017 В АСТАНЕ – «ЗЕЛЕНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ И АРХИТЕКТУРА БУДУЩЕГО…… 183
Жаксылыков Е.Е., Шегенова Г.К., Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Бегенова А.В.
УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ НЕФТЕБИТУМИНОЗНЫХ ПОРОД И ОСТАТКОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫРЬЕВОГО БИТУМА…… 186
Жакипбаев Б.Е., Кумарбекова К.И., Кулмаханова А.Ш., Кунтубаева М.Н.
ВЛИЯНИЕ ИНОРОДНЫХ И СПЕЦИФИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ НА КАЧЕСТВО СТЕКЛОМАССЫ……. 190
Кантарбаев Н.Н., Ыскак А.С., Тургазинов И.К., Енсепбаев Т.А.
ПЕРВИЧНАЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ОБРАБОТКА ПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АСПО В ТРУБОПРОВОДАХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ..... 194
Касымханова Д.Ж., Касымханов С.Ж.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКТИВНОГО АНИЗОТРОПНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ШУМА С ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ…… 200

Баймулдина Д. Б.
СОЗДАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МНОГОУРОВНЕВЫХ ДОРОЖНЫХ СИСТЕМ В СТРУКТУРЕ ГОРОДА(НА ПРИМЕРЕ Г. АСТАНА)…… 207
Бихимова Г.А.
АНАЛИЗ ТРАНЗИТНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПО МАРШРУТУ ХОРГОС–ЖЕТЫГЕН…….. 211
Рахметулаева С.Б., Ибрай Н.Д.
ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДОКУМЕНТООБОРОТА…….. 215
Билалов Б.О., Волобуева О.П.
АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ..... 218
Кудайкулов А.А., Жозеранд К., Калтаев А.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕУСТОЙЧИВОСТИ САФМАНА-ТЕЙЛОРА…….. 225
Смагулов Н.Н., Иргибаев Т.И.
СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЖИМА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ НА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ…….. 229
Сандыбаева М.К., Уалиева И.М.
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РИСКА ЗАБОЛЕВАНИЯ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА…….. 233
Куттыбаева А.Е., Жанузаков Б.Т.
АДАПТИВНЫЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИЙ…….. 240
Стаханов Ж., Джалмухамбетов К.
СОЗДАНИЕ ВЕБ-СЕВИСОВ НА ОСНОВЕ RESTFULL И SOAP…… 244
Бигалиева Ж.С., Куттыбаева Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАЛИЗАТОРА ВОЗГОРАНИЯ В СИСТЕМЕ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ.. 248
Ишманов А., Алиходжаев И., Лукпанова Л., Мустакаев Р., Мухамедиев Р.
ГОРОДСКОЕ АВТОНОМНОЕ УСТРОЙСТВО СБОРА ДАННЫХ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ……... 254
Джурунтаев Д.З., Шалабаев К.М.
АКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО АКУСТИЧЕСКИМ И ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ…… 261
Амантаева Д.Б., Охапова К.Т., Шуханова Ж.К., Шегенова Г.К., Бегенова А.Б.
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ КОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ…….. 265
Байтурганова В.К., Аймуханбетов Е.А.
СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА…. 267
Озгелдинова Ж.О., Мукаев Ж.Т.
ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ЖЕЗКАЗГАНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА…….. 272
Ибадуллаева А.К., Ақынғазиев Ж. А.
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ХОЛОДНОКАТАНОГО ЛИСТА…… 283
Орынбеков Е.С., Кали Н.А., Успанов Ш.Б.
МЕХАНОХИМИЯЛЫҚ РЕАКТОРЛАР..... 288
Тергемес К.Т., Копжасарова А.Ж.
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ПОГРУЖНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРУЖНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЭЛЕКТРОНАСОСА ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ…… 292
Копжасарова А.Ж.
О ПРИМЕНЕНИИ ДВУХЗВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ…….. 296
Карибаев Б.А., Иманбаева А.К., Намазбаев Т.А.
ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИПОЛЬНЫХ АНТЕНН ФРАКТАЛЬНОЙ ФОРМЫ……... 300
Үсін Ж.М., Малаев С.А., Ертаев Д.А., Смагулов Д.Ұ.
ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ИНДУКЦИОННЫМ МЕТОДОМ…….. 305
Унаспеков Б.А., Ауельбеков С.Ш.
АНАЛИЗ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ОБЖИГОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ…… 311
Жугинисов М.Т., Сабыралы Д.С.
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ..... 315
Дараев А.М., Шадхин Ю.И., Мельничук В.Г.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ – АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ…….. 319

Аргокова С.С., Адырбайкызы Р.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕЖИМА ЗАТИРАНИЯ ПШЕНИЧНОГО СОЛОДА…….... 323
Быхин Б.Б., Толеуова А.Р., Абишкенов М.Ж., Калмырзаев Д.К.
ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ АРМАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ С СОВМЕЩЕНИЕМ ПРОЦЕССОВ ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ..... 325
Сарсен А.И.
ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ВЛАГОПОТЕРЬ СВЕЖЕФОРМОВАННОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ И ПОВТОРНОГО ВИБРИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА……... 331
Жакупова Д.Е., Адырбайкызы Р.
РАСЫ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ РОДОМ SACCHAROMYCES……... 334
Елемесова С.Е.
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНДЕКСА ПОИСКОВОГО КАТАЛОГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРАДИГМЫ MAPREDUCE…… 337
Мамеш С.С., Бекжигитова Л.Е.
СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ КОНВЕРГЕНЦИИ ПРОГРАММНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ: WEB-SERVICE SEMANTIC,WEB-SERVICE И AGENTE, MULTI-AGENTE…… 341
Телешева А.Б., Турдалиев А.Т., Сыздыкова Б.О., Чумаков Е.В.
СТРУКТУРА СВАРОЧНОГО ШВА И ОКОЛОШОВНОЙ ЗОНЫ СТАЛИ 09Г2С…….. 345
Исламгожаев Т., Елеусинов А., Мажитов Ш., Кеншимов Ч.
АРХИТЕКТУРА И ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АВТОНОМНОГО РОБОТА…… 348
Абдугалиева Г.Ю., Отегенова А.М.
ЗАКЛАДКА ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА И ВЫБОР ЕЕ НОРМАТИВНОЙ ПРОЧНОСТИ….. 353
Самигулина З.И., Самигулин Т.И.
ПРИМЕНЕНИЕ ДЕСКРИПТОРНОГО ПОДХОДА И РАЗРАБОТКА БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО ДИЗАЙНА НОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ – СУЛЬФАНИЛАМИДОВ…… 358
Самигулин Т.И., Ширяева О.И.
СИНТЕЗ СЛОЖНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ…… 363
Жумашева Ж.Т., Муратбеккызы А.
ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СИТУАЦИЙ ПРИ ДВИЖЕНИИ ДВУНОГОГО РОБОТА…….. 368
Керейбаева Г.Х., Орынбасар С.А.
ВОЗМОЖНОСТИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР……... 372
Талипова А.Б., Акынгазиев Ж.А.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНОЙ ТРУБЫ..... 375
Таболдиев Д.Д., Аширбеков Б.Т.
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БОРТОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ…… 380
Досмухамедов Н.К., Федоров А.Н., Жолдасбай Е.Е., Даулетбаков Т.С., Нурлан Г.Б.
РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВЕРХЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ…… 384
Канатов К.К., Давлетова Ж.Т., Гудович М.И.
РАЗРАБОТКА МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПЕРЕГРУЗКИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ……. 390
Найманғазы Г., Парманбеков О. К., Даулет Ж.
ПЕРМЕЩЕНИЕ ЭКСИТОНОВ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ С ПОМОЩЬЮ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА..... 394
Кошеков К.Т., Гурин Н.Ю., Астапенко Н.В., Кашевкин А.А.
РАЗРАБОТКА СХЕМ БЕСКОНТАКТНОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩА…….. 397
Сабитова Д.К.
ПРАКТИКА ЗАБЛАГОВРЕМЕННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАНА ИЗ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ. НА ПРИМЕРЕ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА…… 402
Бектенов М (Л) Б.
БУДУЩЕЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ…… 406
Касимов А.О., Дараев А.М., Байкенова Г.М.
МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ..... 411

Физико-математические науки

Амангалиева Р.Ж., Гиниятова Ш.Г.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА НА ОСИ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ТРУБКИ…….. 415
Темирбеков Н. М., Тураров А. К.
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГАЗЛИФТНОГО ПРОЦЕССА…… 420
Жамбаева М.Қ., Касымов А.Б., Курбанбеков Ш.Р, Степанова О.А.
ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛИЦИРОВАННОГО ГРАФИТА 425
Каптагай Г.А., Акилбеков А.Т., Инербаев Т.М.
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОДЫ С ПОВЕРХНОСТЬЮ (100) (CO_3O_4) С ПРИМЕСЬЮ УГЛЕРОДА…… 429
Калимолдаев М.Н., Мамырбаев О.Ж., Турдалыулы М., Нурлан К.Е., Ибраимкулов А.Е.
САМОВЫРАЖЕНИЕ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ……. 435
Исахов А.А., Темирбекулы Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ОБТЕКАНИЯ ТЕЛА МЕТОДОМ КРУПНЫХ ВИХРЕЙ…….. 438
Исахов А.А., Шубай А.М.
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ В СИСТЕМЕ СОСУДОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПАТОЛОГИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ……. 445
Муратова А.М.
ЭКСПЕРТИЗА ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЧЕРЕССТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ…… 454
Инкарбеков М.К., Айтжан А., Калтаев А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО DG-MC ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КРУПНЫХ ВИХРЕЙ РЕАГИРУЮЩИХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ…….. 459
Исахов А.А., Мусакулова Г.М.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКА ВОДЫ ПРИ АВАРИИ ЗАЩИТНЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ…….. 467
Тунгатаров А., Болат А.А.
КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ С ЗАДАННЫМ РОСТОМ НА БЕСКОНЕЧНОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В УГЛОВОЙ ОБЛАСТИ…… 472
Айтмагамбетов А.З., Бутузов Ю.А., Кулакаева А.Е.
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА НА БАЗЕ ОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА..... 478
Тунгатаров А., Чайниетова П.С.
ДВУХТОЧЕЧНЫЕ КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ..... 482
Дауылбаев М.Қ., Валиолда А.
АСИМПТОТИКА РЕШЕНИЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ПОДВИЖНОЙ ГРАНИЦЕЙ..... 486
Бекболғанова А.Қ., Ахметова Г.П.
МАТЕМАТИКАЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚТТЫ АРТТЫРУДАҒЫ ҚОЛДАНБАЛЫЛЫҚТЫҢ РӨЛІ МЕН ҚЫЗМЕТІ..... 490
Тулешова А.А.
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ М35SP-6 КАРОТАЖНОЙ СТАНЦИИ…….. 493
Ожикенов К.А., Михайлов П.Г., Кушегенова Ж.К., Айтимов М.Ж.
МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ В МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ СЕНСОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ…… 497
Утепбергенов И. Т., Тойбаева Ш. Д., Утегенова А. У., Муслимова А.К.
ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ (KPI) ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ…….. 501
Баймуханов Б., Ахмедова Ж.М.
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА УЧАЩИХСЯ – СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГАРМОТНОСТИ…… 507
Абдикеримова Ж.К.
АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ПРИ СТАРШИХ ПРОИЗВОДНЫХ..... 510

Елубаев С.А., Бопеев Т.М., Алипбаев К.А., Сухенко А.С.
РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗВЕЗДНОГО ДАТЧИКА…… 516
Каныбекова А.А, Ерназарова С.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА В СПЛОШНОМ ПЛОСКОМ ТЕЛЕ МЕТОДОМ ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ…….. 525
Ишманов А., Алиходжаев И., Мустакаев Р., Мухамедиева Е., Мухамедиев Р.
МОДЕЛИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВИЭ…….. 528

Химико-металлургические науки

Жунусова Г.Ж., Беделова Ж.Д., Кальянова О.А., Буршукова Г.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО АВТОКЛАВНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦИНКА ИЗ НИЗКОСОРТНОГО СУЛЬФИДНОГО ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЗАХСТАНА…….. 539
Азимов А.М., Жантасов К.Т., Сатаев М.И., Ортаев А.Е., Калдыкозов Т.А.
ХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ 1% СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МЕМБРАН, ЗАГРЯЗНЁННЫХ СОЛЯМИ НИТРАТОВ, КАРБОНАТОВ И СУЛЬФАТОВ…….. 544
Пусурманова Г.Ж., Туребекова Г.З., Сакибаева С.А., Оразымбетова А.О., Ашитова Н.Ж., Шуханова Ж.К., Охапова К.Т., Бегенова А.Б.
ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ СЕРЫ ИЗ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ В КАЧЕСТВЕ ВУЛКАНИЗУЮЩЕГО АГЕНТА В ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗИНАХ…… 549
Бугенов Е.С., Жакатаева Н.К., Болсынбекова Г.Т., Багиярова Т., Исенова Л.О.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИДРОЛИЗА ФОСФОРНЫХ ШЛАМОВ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ…… 552
Уали А.Б., Тулекбаева А.К.
ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ БАВ ОЧИТКА ПУРПУРНОГО (SEDUM PURPUREUM) С РАЗРАБОТКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ АЛКАЛОИДОВ……. 557
Алмабеков О.А., Абдиев К.М.
АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ…….. 567
Бугенов Е.С., Болсынбекова Г.Т., Исенова Л.О.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ ГИПОФОСФИТА НАТРИЯ ДО ФОСФИТА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ.. 570
Тайтиков М.Д., Акаев С.О., Мамаева А.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ ХРОМИСТОЙ СТАЛИ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ……. 575
Колесникова И.В., Бейсенбеков Қ.Қ.
ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ, ПОРИЗОВАННЫХ ПЕНООБРАЗУЩИМИ ПАВ……... 583
Накысбеков Ж.Т., Мухамадиев Д.К., Бибатырова Л.К., Даму А., Нұрғали Е.Е.
ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧИЙ СИНТЕЗА МЕДНЫХ ПОРОШКОВ И ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ…….. 586
Масенова А.Т., Байкен А.
МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ ПРИ ОКИСЛЕНИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА…….. 590
Каирбеков Ж.К., Смагулова Н.Т., Сабитова А.Н.
КАТАЛИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СМОЛЫ…… 592
Камысбаев Д.Х., Серикбаев Б.А., Арбуз Г.С.
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ БИСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ, МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕДЬЮ…… 596
Каплан В.А., Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Сариев Б.Е.
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ КАРБОНАТНО-СУЛЬФАТНОГО РАСПЛАВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ СЕРЫ…… 602
Абсадык Н.Е., Байысбай О.П.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ МЕТОДОМ АБСОРБЦИИ…… 609
Танашев С.Т., Идирисов М.Ж., Албаева Ж.Т., Искендиров Б.Ж., Налибаев М.М., Танашев А.С.
ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ ВАКУУМНЫХ ГАЗОЙЛЕЙ НА ПРОЦЕСС КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА…….. 612

Идирисов М., Танашев С.Т., Албаева Ж.Т., Еркебаева Г.Ш., Искендиров Б.Ж., Налибаев М.М., Жолдасбек А.М.
ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ГИДРООБЕССЕРИВАНИЯ СЫРЬЯ НА ВЫХОДЫ ПРОДУКТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА…….. 619
Кайполдаев О.Е., Буранбаев М.Ж., Мурадов А.Д., Тауасаров К., Байгаринова Г.А., Мухаметкаримов Е.С., Гусейнов Н.Р.
ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК Ti_3C_2 МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ……..... 623
Бугенов Е.С., Болсынбекова Г.Т., Исенова Л.О.
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОКИСЛЕНИЯ ГИПОФОСФИТ-ИОНА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ…. 627
Жумагали Ж.Т., Алдияров Н.У.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПУЧКОВ ИОНОВ ТЯЖЕЛОГО ВОДОРОДА НА ТОНКИХ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНКАХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ТРИТИЯ..... 632
Алмабеков О.Ә., Әбдиев К.М.
ПРИМЕНЕНИЕ НАНОКАТАЛИЗАТОРА ПАЛЛАДИЯ В ПРОЦЕССЕ ВЫДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В КАТАЛИЧЕСКОМ РИФОРМИНГЕ…… 641
Әбіт К.Е., Наурызбаев М.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИМИ СОРБЕНТАМИ…… 643
Маденова А.С., Килибаев Е.О., Даулетбаков Т.С., Акильбекова Ш.К.
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ Ca – As – O…… 647
Серикбаева А.К., Джаналиева Н.Ш.
О СОСТАВЕ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЗКАЗГАНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ 650

Экономические науки

Копнова О.Л.
ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ СЦЕНАРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ…… 654
Ешпанов Е.Ж, Ескендірова Д.М.
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ……... 658

CONTENTS

Earth sciences

Baibatsha A. B.
ALLOCATION PROGNOSTIC AND PROSPECTIVE AREAS THROUGH THE STUDY OF METAMORPHIC- METASOMATIC COMPLEXES……. 3
Seitov N., Tulegenova G.P.
POTENTIALLY OIL AND GAS STRUCTURES AND UPPER-MESOZOIC COMPLEX OF NORTHERN CASPIAN AND ITS CONTINENTAL FRAMING ……..... 9
Yeldeyeva M.S., Abdrakhmatov K.E., Aitmyrzayev Zh.S.
THE MAIN DZHUNGAR FAULT…….. 18
Khodjaev Sh.K., Aganiyazova G.
ROLE OF NDVI MEASUREMENTS BY SATELLITE IMAGES IN CASE OF CHIRCHIK RIVER BASIN IN UZBEKISTAN…… 22
Ruzmatova Z.A., Gazizoda S.A.
ON INTRODUCTION OF BASIN PRINCIPLE IN WATER MANAGEMENT…….... 27
Mukayev Zh., Ozgeldinova Zh.
INFLUENCE RECREATIONAL ACTIVITIES ON THE VEGETATION COVER OF TERRITORIAL RECREATION SYSTEMS ALAKOL LAKE..... 30
Ozgeldinova Zh.O., Mukayev Zh.T.
COMPONENT ANALYSIS OF GEOSYSTEM'S BACKBONE FACTORS OF BASIN RIVER SARUSU ….. 35
Kakymzhanov E.H., Makash K.K., Mukaliyev Zh.K., Kozhaev Zh.
THE CREATION OF MAPS OF AIR BASIN OF ALMATY SULFUR DIOXIDE POLLUTION USING GIS TECHNOLOGY……... 39
Adambayeva A.B., Fedorov B.V.
WAYS AND MEANS OF OBTAINING GEOLOGICAL INFORMATION IN PROSPECTING AND EXPLORATION OF MINERAL RESOURCES……. 45
Turarbek A.T.
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM IN SEISMOLOGY……... 51
Suiunbaev E.K.
METHODS OF GEODESIC GUARANTEEING LAND TENURE IN CONDITIONS ILE DISTRICT……... 54
Zhassybaev A.B.
GEOCHEMISTRY OF RARE ELEMENTS. GEOCHEMICAL FEATURES OF STRONTIUM……. 57

Technical sciences

Toleubaeva D.T., Surashov N.T.
IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF SECONDARY BILLOWS OF CAR…….. 61
Tusupova B.B., Ramazanov P.R., Kyshtobaev A.K.
DEVELOPMENT OF SUBSYSTEMS OF THE «ADMINISTRATION», VIRTUAL LABORATORY «BASIS OF COMPUTER SIMULATION» 64
Mukushev B.A., Nurbakova G.S., Isimov N.T.
THE GRAVITATIONAL FIELD OF CELESTIAL BODIES……. 70
Niyazkhanova B.N., Surashov N.T.
TECHNOLOGICAL PROCESS OF GALVANIC DRAWING COVERINGS……... 76
Uzakov Y. M., Taeva A. M., Makangali K. K., Musaeva S. Sh.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR NATIONAL PRODUCTS OF CAMEL MEAT……. 79
Iskakova G.K., Umirzakova G.A., Muldabekova B.ZH.
PRODUCTION OF MACARONI PRODUCTS USING POLYDISPERSE OAT FLOUR..... 83
Surashov N.T., Serikova S.S. Gudovich M.I.
MECHANIZATION OF CARGO HANDLING WORK BY MODERNIZATION PLAT CONVEYOR AIRPORT ALMATY…… 88
Bakhtiyar B. T., Bergenzhanova G.R., Alkenova G. X.
DISTINCTIONS IN TWO HELIOSYSTEMS ROTATING TECHNICAL AND METHODS OF CALCULATION..... 92
Begimbetova A.S.
FEATURES OF MODELING OF TRANSPORT STREAMS FOR ALMATY CITY……... 95

Askarbekov E.B., Baygaziyeva G. I., Kekibayeva A.K., Marinov M.G.
DYNAMICS OF FORMATION OF ETHANOL DURING THE FERMENTATION OF SWEET SORGHUM SYRUP YEAST SACCHAROMYCES CEREVISIAE RACE ETHANOL RED…….. 99
Yssenbek Aidarbekov, Daulet Aspanbetov, Arman Bekbosyn
ROAD SAFETY TRENDS IN KAZAKHSTAN…… 104
Lepikhin M.S., Tobysheva A.M., Kurbatov A.P., Galeeva A.K., Rakhimova A.K., Malchik F.I.
ELECTROCHEMICAL FORMATION AND PROPERTIES OF RUTILE NANOTUBES FOR LITHIUM-ION BATTERY ELECTRODES…….. 111
Kiyabaev S. N., Ilchubayeva R. M.
CALCULATION OF THE PARAMETERS OF HOT PIPELINE…….. 119
Bergenzhanova G.R., Bakhtiyar B. T., Alkenova G.H.
METHODS SAVING ELECTRIC ENERGIYA THE COMBINED HEAT AND POWER PLANTS SPENT FOR OWN NEEDS OF INSTALLATIONS OF A FUEL PATH. 124
Kozhanova A.M.
BUILDING DYNAMIC MODELS OF TECHNICAL-ECONOMIC SYSTEMS USING CAUSAL DIAGRAMS…….. 127
Mustakayev R., Bakibayev T., Muhamedyev R.
BASIC FUNCTIONS AND DATA STRUCTURE OF CRM SYSTEMS BASED ON EXPERIENCE…… 133
Orynbekov E.S.,.Kali N.A
FUNDAMENTALS OF SOFT MECHANOCHEMICAL SYNTHESIS…….. 138
Sarbaev S.Sh., Imash Zh.K.
OPERATIONAL MANAGEMENT OF LOCAL FREIGHT CARS CONVEYANCE AT RAILWAY JUNCTIONS……. 141
Taboldiev D.D., Ashirbekov B.T.
WIRELESS POWER SUPPLY OF THE SPACECRAFT…….. 145
Nadirov K.S., Bimbetova G.Zh., Shuhanova Zh.K., Zhapar K.,Smailov E., Begenova A.B.
ANALYSIS AND USE OF BASIC PRINCIPLES OF SELECTION OF BACTERICIDES TO REDUCE THE ACIDIFICATION OF THE PRODUCTIVE STRATUM…… 149
Zhanturina N.N., Bizhanova K.B.
THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND STRAIN ON THE BULK MODULUS OF ALKALI HALIDE MATERIALS..... 155
Akizhanova A.A., Velyamov T.T.
PROBABILISTIC REGRESSION MODEL CONSTRUCTING FOR ""BECKER AND CO" INCOME DEPENDENCY INVESTIGATION…… 159
Uzakov Y. M., Taeva A. M., Kozhahieva M. O., Makangali K. K., Eleuova E. R., Tleuova Zh. S.
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR NATIONAL PRODUCTS OF HORSE MEAT..... 163
Ahmetov B.S., Utebaev R.M., Koltun N.A., Nupeisova D.A.
DESIGN OF HELIOTHERMAL POWER HEAT-SINK SYSTEM..... 168
Orynbet M.M., Bekzhan Z.B.
METHODS FOR INCREASING ACCURACY AND QUALITY OF BELT ADJUSTMENT VIA RECORDING VARIABLES…….. 173
Beibitkhan Yerkegul, Bolatbek M.A.
INFORMATION PROTECTION USING THE METHOD OF VOICE BIOMETRICS..... 175
Amantayeva D.B., Ohapova K.T., Shuhanova Zh.K., Shegenova G.K.
TODAY ANALYSIS OF THERMAL IMPACT ON LAYER…… 179
Ibraimova K.M.
EXPO 2017 IN ASTANA – “GREEN” TECHNOLOGY AND FUTURE ARCHITECTURE…….. 183
Zhaksylykov E.E., Shegenova G.K., Amantayeva D.B., Ohapova K.T., Begenova A.B.
RECYCLING ORGANIC PART PETRO BITUMINOUS ROCKS AND COAL PROCESSING RESIDUES FOR COMMODITY BITUMEN…….. 186
Zhakipbayev B.Ye., Kumarbekova K.I., Kulmakhanova A.Sh., Kuntubayeva M.N.
INFLUENCE OF ALIEN AND SPECIFIC DEFECTS IN THE QUALITY OF GLASS MASS…….. 190
Kantarbaev N.N., Yskak A.S., Turgazinov I.K., Ensepbaev T.A.
PRIMARY LOW TEMPERATURE TREATMENT OF PARAFFINIC CRUDE FOR PREVENTING THE FORMATION OF ASPHALTENE DEPOSITS IN PIPELINES AND PROCESS FACILITIES…….. 194
Kassymkhanova D.Zh., Kassymkhanov S.Zh.
USE OF SELECTIVE ANISOTROPIC WAVELET TRANSFORM FOR IMAGE DE-NOISING IN INFORMATION ANALYSIS SYSTEMS OF CHARACTER RECOGNITION…….. 200
Baimuldina D.B.
CREATING THE OPTIMAL MULTI-LEVEL ROAD SYSTEMS IN STRUCTURE OF THE CITY (FOR EXAMPLE, THE CITY OF ASTANA)…….. 207

Bihimova G.A.
THE ANALYSIS OF TRANSIT TRANSPORTATION ALONG A ROUTE HORGOS-ZHETYGEN…… 211
Rakhmetulaeva S.B., Ybrai N.D.
FEATURES OF MODERN SOFTWARE TOOLS USED FOR AUTOMATION OF DOCUMENTS CIRCULATION PROCESS ……... 215
Bilalov B.O., Volobuyeva O.P.
AGRICULTURE AS AN OBJECT OF STUDY..... 218
Kudaikulov A.A., Josserand C., Kaltayev A.
NUMERICAL INVESTIGATION OF THE SAFFMAN-TAYLOR INSTABILITY……. 225
Smagulov N.N., Irgibayev T.I.
METHODS FOR MODULATING DUTY GAS COMPRESSOR UNITS AT COMPRESSOR STATIONS AT A CONSISTENT WORK……... 229
Sandybayeva M.K., Ualiyeva I.M.
CONSTRUCTION OF A NEURAL NETWORK MODEL TO DETERMINE THE RISK OF DISEASE FROM 2ND TYPE DIABETS…….. 233
Kuttybaeva A.E., Zhanuzakov B.T.
ADAPTIVE ANTIJAMMING TECHNICAL DEVICES FOR THE SYSTEMS OF TELEMETRIES…….. 240
Stakhanov Zh., Dzalmukhanbetov K.
CREATING WEB-SERVICES BASED ON RESTFULL AND SOAP…….. 244
Bigalieva Zh. S., Kuttybaeva G.
RESEARCH WARNER OF IGNITION IN THE SYSTEM OF THE FIRE WARNING..... 248
Ishmanov A., Alihodzhaev I., Lukpanova L., Mustakayev R., Muhamediev R.
URBAN STANDALONE DATA ACQUISITION DEVICE FOR THE ENVIRONMENTAL DATA GATHERING…… 254
Dzhuruntaev D.Z., Shalabaev K.M.
ACTIVE MEANS OF VOICE DATA PROTECTION FROM LEAKAGE ON ACOUSTIC AND VIBROACOUSTIC CHANNELS ……... 261
D.B.Amantaeva, K.T.Ohapova, Zh.D.Mukhanova,G.K.Shegenova, A.B.Begenova
ANTIBACTERIAL CORROSION COATING…… 265
Bayturganova V.K., Aytmuhanbetov E.A.
POSITIONING AND POWER CONTROL OF THE MOBILE ROBOT SYSTEM……... 267
Ozgeldinova Zh.O., Mukayev Zh.T.
FACTORS AND CONDITIONS OF AIR POLLUTION OF ZHEZKAZGAN INDUSTRIAL HUB…… 272
Ibadullayeva A.K., Akyngaziyev G.A.
THE MAIN PROBLEMS OF COLD-ROLLED SHEET MOLDING PROCESS……... 283
Orynbekov E.S., Kali N.A., Uspanov SH.B.
MECHANOCHEMICAL REACTORS…… 288
Tergemes K.T., Kopzhasarova A.Zh.
EFFECT OF CHANGES IN THE SUBMERSIBLE MOTOR SPEED THE PERFORMANCE OF SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL PUMPS FOR OIL EXTRACTION……. 292
Kopzhasarova A.Zh.
ABOUT APPLICATION OF DOUBLE-LINK TRANSFORMER OF FREQUENCY AS AN ELECTROMECHANIC OF DOWNPUMPS……... 296
Karibayev B.A., Imanbayeva A.K., Namazbayev T.A.
PHYSICAL CHARACTERISTICS OF DIPOLE ANTENNAS WITH FRACTAL FORMS..... 300
Ussip J.M., Malayev S.A., Ertayev D.A., Smagulov D. U.
RECEIVING CARBON NANOTUBES BY THE INDUCTION METHOT ……. 305
Unaspekov B. A., Auelbekov C.Sh.
THE ANALYSIS OF HEATTECHNOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTION OF CALCINATION CONSTRUCTION PRODUCTS..... 311
Zhuginisov M.T., Sabyraly D.S.
ANALYTICAL REVIEW OF TECHNOLOGIES LIGHTWEIGHT AGGREGATES BASED ON NATURAL AND TECHNOGENIC RAW MATERIALS……... 315
Daraev A.M., Shadhin Y.I., Melnychuk V.G.
STUDY OF PARAMETERSOF ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM FREQUENCY CONVERTER – ASYNCHRONOUS MOTOR……... 319
Argokova S.S., Adyrbaykyzy R.
DEVELOPING OF MODE TECHNOLOGY OF MASHING WHEAT MALT……. 323
Bykhin B.B., Toleuova A.R., Abishkenov M.Zh., Kalmyrzaev D.K.
MICROSTRUCTURE FORMATION OF THE REBAR PROFILE DURING HOT ROLLING WITH A COMBINED SEVERE PLASTIC DEFORMATION AND THERMOMECHANICAL TREATMENT..... 325

Sarsen A.I.
INFLUENCES OF LEVEL OF MOISTURE LOSSES OF SVEZHEFORMOVANNY CONCRETE MIX AND REPEATED VIBRATING ON CONCRETE DURABILITY..... 331
Zhakupova. D. E, Adyrbaykyzy. A
THE STRAINS OF BREWER'S YEAST SACCHAROMYCES GENUS..... 334
Yelemessova S.Ye.
DISTRIBUTED IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION INDEX OF SEARCHING CATALOG BY USING PARADIGM MAPREDUCE…….. 337
Mamesh S.S., Bekzhigitova L.Y.
METHODS FOR CONSTRUCTING COMPLEX SOFTWARE SYSTEMS BASED ON SOFTWARE TECHNOLOGY CONVERGENCE: WEB-SERVICE SEMANTIC, WEB-SERVICE AND AGENTE, MULTI-AGENTE……. 341
Telesheva A.B., Turdalyev A.T., Syzdykova B.O., Chumakov E.V.
THE STRUCTURE OF THE WELD AND HEAT AFFECTED ZONE OF STEEL 09G2C……. 345
Islamgozhayev T., Eleusinov A., Mazhitov Sh., Kenshimov C.
ARCHITECTURE AND TECHNOLOGIES USED IN THE DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS MOBILE ROBOT……. 348
Abdugaliyeva G.Yu., Otegenova A.M.
BACKFILLING OF THE DEVELOPED SPACE AND SELECTION OF ITS CHARACTERISTIC STRENGTH……. 353
Samigulina Z.I., Samigulin T.I.
APPLICATION OF THE DESCRIPTOR APPROACH AND DEVELOPMENT OF THE DATABASES FOR COMPUTER MOLECULAR DESIGN OF THE NEW DRUGS – SULFONAMIDES……. 358
Samigulin T.I., Shiryayeva O.I.
SYNTHESIS OF MULTIPLY SMART CONTROL SYSTEMS OF OIL AND GAS INDUSTRY BASED ON GENETIC ALGORITHM……. 363
Zhumasheva Zh.T., Muratbekkyzy A.
THE USE OF ULTRASONIC SENSORS TO CLASSIFY SITUATIONS WHEN MOVING BIPED ROBOT... 368
Kereibayeva G. H., Orynbasar S. A.
POSSIBILITIES OF ELIMINATION OF OIL SPILLS AND OIL PRODUCTS WITH USE OF WASTE OF GRAIN CROPS……. 372
Talipova A.B., Akyngaziev J.A.
TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF PRODUCTION OF A SEAMLESS PIPE..... 375
Taboldiyev D.D., Ashirbekov B.T.
EXTREME PARAMETERS OF ONBOARD POWER SYSTEMS…… 380
Dosmukhamedov N.K., Fedorov A.N., Zholdasbay E.E., Dauletbakov T.S., Nurlan G.B.
CALCULATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THE EXPERIMENTAL PLANT FOR PRODUCING HIGH-PURITY METALS…… 384
Kanatov K.K., Davletova Zh.T., Gudovich M.I.
DEVELOPMENT MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION OF LIFTING DEVICES FOR HANDLING PRINTING PRODUCTS…….. 390
Naymangazy G., Parmanbekov O.K., Daulet J.
MOVING EXCITONS IN SEMICONDUCTORS USING LIGHT ABSORPTION…….. 394
Koshekov K.T., Gurin N.Y., Astapenko N.V., Kashevkin A.A.
DIAGRAMS DESIGN OF A CONTACTLESS MONITORING AND CONTROL OF THE GRANARY'S PROCESSES……. 397
Sabitova D.K.
PRACTICE OF PRELIMINARY METHANE EXTRACTION FROM COAL SEAMS KARAGANDA COAL BASIN SCOPE…….. 402
Bektenov M.B.
THE FUTURE OF SOLAR ENERGY……. 406
Kasymov A.O., Daraev A.M., Baykenova G.M.
METHODS OF MONITORINGOF TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS……... 411

Amangaliyeva R.Zh., Giniyatova Sh.G.
DISTRIBUTION OF PARAMETERS OF GLOW DISCHARGE PLASMA ON THE AXIS OF THE DISCHARGE TUBE……. 415
Temirbekov N.M., Turarov A. K.
NUMERICAL SOLUTION OF THE DINAMIC MODEL OF GAS-LIFT PROCESS…….. 420
Zhambaeva M.K, Kassymov A.B., Kurbanbekov Sh.R., Stepanova O.A.
ASSESSMENT OF CHANGES PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SILICONIZED GRAPHITE..... 425
Kaptagay G.A., Akylbekov A.T., Inerbaev T.M.
WATER INTERACTION WITH (100) (CO3O4) CARBON ADMIXTURE……. 429
Kalïmoldaev M.N., Mamırbaev O.Zh., Turdalyuly M., Nurlan K.E., Ibraimkulov A.E.
USING NEURAL NETWORKS FOR AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION…… 435
Issakhov A., Temirbekuly N.
MODELING AERODYNAMIC PROPERTIES OF OBJECTS THROUGH WIND FLOWS ……... 438
Isakhov A.A., Shubai A.M.
NUMERICAL INVESTIGATION OF BLOOD FLOW IN VASCULAR SYSTEM OF THE BRAIN WITH PATHOLOGICAL CHANGES……. 445
Muratova A.M.
INTERLACED VIDEO BASED AUTHETICITY EXPERTISE…… 454
Inkarbekov M.K., Aytzhan A., Kaltayev A.
COMBINED DG-MC SOLVER FOR LARGE EDDY SIMULATION OF REACTING TURBULENT FLOWS…….. 459
Isakhov A.A., Musakulova G.M.
NUMERICAL SIMULATION OF THE WATER FLOW IN THE CASE OF AN EMERGENCY AT THE PROTECTIVE HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS…… 467
Tungatarov A., Bolat A.A.
BOUNDARY-VALUE PROBLEMS WITH A GIVEN GROWTH AT INFINITY FOR SYSTEMS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS IN PARTIAL DERIVATIVES OF THE FIRST ORDER IN THE ANGLE AREA……. 472
Aitmagambetov A.Z., Butuzov Y.A., Kulakayeva A.E.
MATHEMATICAL MODEL OF DETERMINATION OF LOCATION OF A SOURCE OF A RADIO EMISSION FOR SYSTEM OF RADIO MONITORING ON THE BASIS OF ONE SPACECRAFT 478
Тунгатаров А., Чайниетова П.С.
BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR SECOND ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS….. 482
Dauylbaev M.K., Valiolda A.
ASIMPTOTICS OF THE SOLUTION OF SINGULARLY PERTURBED INTEGRO-DIFFERENCIAL EQUATION WITH MOVABLE BORDER…… 486
Bekbolganova A.K., Akhmetov G.P.
APPLIED VALUE OF ENHANCING THE ROLE OF MATHEMATICAL LITERACY…….. 490
Tuleshova A.
STEPPER MOTOR DYNAMICS ANALYSIS M35SP- 6 LOGGING UNIT…… 493
Ozhikenov K.A., Mikhailov P.G., Kushegenova Zh. K., Aitimov M.Zh.
MECHANICAL AND THERMAL DEFORMATION IN THE STRUCTURE OF THE SENSORY MICROMECHANICAL ELEMENTS…… 497
Utepbergenov I.T., Toibayeva Sh.D., Utegenova A.U., Muslimova A.K.
THE USE OF AUTOMATED SYSTEMS AND KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI) FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE INDUSTRY…….. 501
Baimukhanov B., Akhmedova Zh.M.
INDEPENDENT WORK OF PUPILS - A MEANS OF FUNCTIONAL MATHEMATICAL GARMOTNOSTI 507
Abdikerimova Zh.K.
ASYMPTOTIC ESTIMATES OF SOLUTION FOR INTEGRO DIFFERENTIAL EQUATIONS IN THE HIGHEST DERIVATIVES……... 510
Yelubayev S., Bopeyev T., Alipbayev K., Sukhenko A.
DEVELOPMENT AND TESTING OF SOFTWARE AND MATHEMATICAL SUPPORT OF STAR TRACKER…….. 516
Kanibekova A.A., Yernazarova S.
BOUNDARY ELEMENT METHOD FOR STUDY OF UNSTEADY HEAT TRANSFER IN SOLID FLAT BODY……... 525

Ishmanov A., Alikhojayev I., Mustakayev R., Muhamedyeva Y., Muhamedyev R.
SOFTWARE MODELS OF MULTILAYER INTELLIGENCE SYSTEM FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES MONITORING…….. 528

Chemical and metallurgical sciences

Zhunussova G., Bedelova Zh.D., Kalyanova O., Burshukova G.
STUDY OF SULFURIC ACID AUTOCLAVE LEACHING OF ZINC FROM LOW-GRADE SULFIDE ZINC CONCENTRATES OF KAZAKHSTAN DEPOSITS……... 539
Azimov A.M., Zhantasov K.T., Sataev M.I., Ortaev A.E., T.A.Kaldykozov
CHEMICAL REGENERATION OF POLYMERIC MEMBRANES CONTAMINATED BY NITRATE, CARBONATE AND SULFATE SALTS OF 1 % HYDROCHLORIC ACID……. 544
Pusurmanova G.Zh., Turebekova G.Z., Sakibaeva S.A., Orazimbetova A.O., Ashirova N.Zh., Ohapova K.T., Shuhanova Zh.K., Begenova A.B.
THE POSSIBILITY OF DISPOSAL OF SULPHUR WASTE OIL BY USING AS THE CURING AGENT IN TECHNICAL RUBBERS……. 549
E.S.Bugenov, N.K Zhakataeva, G.T.Bolsynbekova, T.Bagiyarova, Isenova L.O.
OPTIMIZATION OF HYDROLYSIS OF PHOSPHORIC SLIMES IN ALKALINE MEDIUM…… 552
Ualy A.B., Tulekbaeva A.K.
THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDY OF QUALITATIVE COMPOSITION AND QUANTITATIVE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF PURPLE STONECROP (SEDUM PURPUREUM) WITH THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF ALLOCATION ALKALOID……. 557
Almabekov O.A., Abdiev K.M.
ADSORPTIONTREATMENTOFLIGHTOIL..... 567
Bugenov E.S., Bolsynbekova G.T., Isenova L.O.
RESEARCH OF SODIUM HYPOPHOSPHITE OXIDATION TO PHOSPHITE IN THE ALKALINE MEDIUM…… 570
Taitikov M.D.,Akayev S.O., Mamaeva A.A.
THE DEFINITION OF VELOCITY CORROSION IN THE CHROME STEEL AT THE AGGRESSIVE ENVIRONMENTS, OF DIFFERENCE TEMPERATURES……. 575
Kolesnikova I.V., Beisenbekov K.K.
EFFECT OF PLASTICIZERS ON STABILITY OF CEMENT SYSTEMS AERATED BY FOAMING SURFACTANTS…… 583
Nakysbekov Zh.T., Muhamediev D.K, Bibatyrova L.K., Damu A., Nurgali E.E.
FEATURES IN DIFFERENCES OF THE SYNTHESIS OF COPPER POWDERS AND COATINGS BY ELECTROCHEMICAL METHOD..... 586
Masenova A.T., Baiken A.
METHODS OF DETERMINING THE ACTIVITY OF CATALYSTS CARBON MONOXIDE OXIDATION 590
Kairbekov Zh.K., Smagulova N. T., Sabitova A.N.
CATALYTIC PROCESSING COKE-CHEMICAL TAR…….. 592
Kamysbaev D.H., Serikbaev B.A., Arbuz G.S.
ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF THE SORBENT BASED ON RICE HUSK MODIFIED COPPER 596
Kaplan V.A., Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Sariev B.E.
ELECTROCHEMICAL REGENERATION OF CARBONAT-SULPHATE MELTS WITH ELEMENTAL SULFUR……. 602
*Absadyk N.E., Bayisbay O.*P.
IMPROVING THE PROCESS OF CLEANING THE EXHAUST GASES OF FLUORINE-CONTAINING ABSORPTION…… 609
Tanashev S.T., Idirisov M.Dq., Nalibaev M.M., Tanashev A.S.
ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ ВАКУУМНЫХ ГАЗОЙЛЕЙ НА ПРОЦЕСС КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА…… 612
Idirisov M., Tanashev S.T., Albaeva Zh.T., Erkebaeva G.S., Iskendirov B.Zh., Nalibaev M.M., Zholdasbek A.M.
EFFECT OF FEEDSTOCK HYDRODESULPHURIZATION DEPTH ON YIELD OF CATALYTIC CRACKING PRODUCTS…….. 619
Kaipoldayev O.E., Buranbaev M.J., Muradov A.D., Tauasarov K., Baigarinova G.A., Muhametkarimov E.S., Guseinov N.R.
GETTING FILMS Ti_3C_2 BY VACUUM FILTRATION METHOD AND STUDY IT USING RAMAN SPECTROSCOPY..... 623

Bugenov E.S., Bolsynbekova G.T., Isenova L.O.
PHYSICO-CHEMICAL BASIS OF HYPOPHOSPHITE ION OXIDATION IN AN ALKALINE MEDIUM. 627
Zhumagali Z.T., Aldiyarov N.U.
USING EFFECTS FRACTIONATION MOLECULAR BEAMS OF HEAVY HYDROGEN IONS ON THE THIN CARBON FILMS FOR THE DETERMINATION OF CONCENTRATION OF TRITIUM..... 632
Almabekov O.A., Abdiev K.M.
APPLICATION NANOCATALYSTS PALLADIUM IN THE PROCESS OF ALLOCATING AROMATIC HYDROCARBONS OF CATALYTIC REFORMER..... 641
Abit K.E., Nauryzbaev M.K.
APPLICATION OF ACTIVATED CARBON IN WASTEWATER AND NATURAL WATER FROM HEAVY METAL IONS…….. 643
Madenova A.S., Kilibaev E.O., Dauletbakov T.S., Akilbekova Sh.K.
THERMODYNAMIC ANALYSIS OF Ca - As – O…….. 647
Serikbayeva A.K., Dzhanaliyeva N.SH.
ON THE COMPOSITION OF TAILINGS OF ZHEZKAZGAN CONCENTRATING FACTORIES…… 650

Economical sciences

Kopnova O.L.
BEHAVIORAL SCENARIOS OF PLANNING AND DECISION MAKING IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS…….. 654
Eshpanov E.ZH, Eskendirova D.M.
ENTERPRISE RISK MANAGEMENT…… 658

Редакторы:
Н.Ф. Федосенко
Верстка на компьютере:
Л. Касжанова

Подписано в печать 12.10.2016 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{8}$. Усл. п.л 42,6.
Тираж 500 экз. Заказ №169.

Адрес редакции:
ул. Сатпаева, 22, КазНИТУ каб. 904, тел. 292-63-46
Департамент по связям с общественностью КазНИТУ
Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева