

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **ВЕСТНИК КазНТУ**

**VESTNIK KazNTU** \_\_\_\_\_

**№3 (109)**

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

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

**Отв. секретарь**  
**Н.Ф. Федосенко**

**Редакционная коллегия:**

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, Г.Т. Балакаева, К.К. Бегалинова, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, Н.С. Сеитов – член-корр. НАН РК, А.Т. Турдалиев, Г.Т. Турсунова.

**Учредитель:**

Казахский национальный технический университет  
имени К.И. Сатпаева

**Регистрация:**

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

**Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год**

**Адрес редакции:**

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

УДК 550.83/551.24:553.98 (574.5)

**А.А. Омирбеков**

(КазНТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан  
aslan-omirbekov@mail.ru)

### **ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ ЮРСКОГО ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУМКОЛЬ**

**Аннотация.** Приведены фильтрационно-емкостные свойства коллекторов продуктивных горизонтов месторождения Кумколь. В результате литологического и петрофизического исследований установлено, что наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами обладают речные песчаные горизонты.

**Ключевые слова:** поровая система, микроструктура, макроструктура, речные русловые россыпи, рентгеновская анализ.

В Арыскупском прогибе месторождение Кумколь является самым крупным и находится на северо-восточной части прогиба. К югу, западу и востоку выявлено более 20 месторождений нефти: Восточный и Южный Кумколь, Северный Нуралы, Караванчи, Кызылкия, Северо-Западный Кызылкия, Кенлык, Юго-Западный Карабулак, Майбулак, Дошан, Таур, Аксай, Блиновское, Ашисай, Сарыбулак и другие.

На всех перечисленных месторождениях Арыскупского прогиба нефтегазонакопление приурочено к песчаным коллекторам арыскупского горизонта нижнего неокома (М-I и М-II), а также к коллекторам верхней (Ю-0, Ю-I, Ю-II, Ю-III), средней (Ю-IV) и нижней юры (Ю-V, Ю-VI) в зависимости от структурного расположения отложений перечисленных горизонтов и свит. В последние годы выявлены новые продуктивные горизонты: М' в отложениях верхнего неокома и М-0 в отложениях верхней части нижнего неокома (месторождение Западный Тузколь).[8]

Основным литологическим фактором являются песчаные породы, очень редко гравелиты, конгломераты и глинистые песчаники. На некоторых месторождениях газонефтяные залежи приурочены к выветрелым частям (древняя поверхность) палеозой-протерозойских пород, т.е. к коре выветривания – элювиальным образованиям. При отсутствии элювиальных образований, терригенно-карбонатные породы палеозоя сами становятся перспективными на нефть и газ. Таковыми являются месторождения Юго-Западный Карабулак, Северо-Западный Кызылкия и Кенлык, в которых основным нефтеносным горизонтом (горизонт PZ) служат известняки нижнего карбона. Основным источником генерации углеводородов считаются глинистые образования с высоким содержанием рассеянного и гомогенного органического вещества сапропелево-гумусового состава кумкольской, карагансайской и айбалинской свит юры.

#### *Продуктивный горизонт Ю-I.*

Породы, слагающие продуктивный горизонт Ю-I верхнекумкольской подсвиты верхней юры, представлены песчаниками с прослоями слабосцементированных песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Песчаники состоят из субаркозного аренита и вакка кварца, ограниченного числа диагенетических цементированных наложений, таких как кварц. Данные дифракционного рентгеновского анализа показали смесь глины в песчаниках. Глина состоит из иллита, каолинита, хлорита и иллита/сметкита, которые являются детритовыми по результатам шлифового анализа и СЭМ. Два образца алевритоглинистых пород также содержат глину с тем же составом, что и песчаники [11].

Для оценки фильтрационно-емкостных свойств из всего керна (30.60м) были отобраны 10 цилиндрических образцов керна. В результате анализа был получен широкий ряд значений гелиевой пористости (5.4 и 28.6%) и (0.35 и 823мД). Наилучшее значение проницаемости порового пространства (28.6%; 823мД) среди отобранных петрографических образцов наблюдается в относительно чистом, мелкозернистом, среднезернистом, массивном песчанике с преобладанием макропор в поровой системе фациального комплекса устьевого бара. Фильтрационно-емкостные свойства ухудшаются по мере увеличения содержания обломочной глины и уменьшения размера зерен, так в обоих случаях снижается макропористость и уменьшается размер поровых связок. Самые низкие значения пористости и проницаемости фиксируются в наиболее мелкозернистом, сильно глинистом и микропористом песчанике, а также в алевритоглинистых породах с микропористой поровой системой.

Интересным являются результаты петрографических (минералогических) исследований 5 образцов, один (№8ds) из них представлены из песчаников коллектора горизонта Ю-I, соответствующих интервалам 1354,2-1369,3 (глубина отбора 1360,86) и один (№50ds) горизонта Ю-II интервалам 1378,8-1387,8 (гл.1382,68). Остальные 3 образца отобраны из глинистых пород [13].

В составе песчаников речной русловой фации содержание кварца составляет -- 74,1 - 77,3%, калиевого полевого шпата -- 3,8 - 8,9%, плагиоклаза -- 3,2 - 3,8%, глинистых минералов (+ хлорита) -- 11,7- 13,4 %, кальцита -- 0,4-0,8%. Химический состав песчаников показал содержание  $\text{SiO}_2$  -- 78,22-83,61%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -- 4,45-6,81%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -- 1,69-8,32%,  $\text{CaO}$  -- 0,18-0,56%, п.п.п. -- 3,5-5,8%.

В двух других образцах (37 и 38 ds) визуальными глинистыми породами озерной (прудовой) фации содержание кварца -- 5,2-26,4%, кальцита -- 47,2-52,7%, калиевого полевого шпата 0,0-1,4%, плагиоклаза -- 1,0-1,7%, глинистых минералов (+ хлорита) -- 9,4-14,0%, что говорит в пользу карбонатных пород. Это также подтверждает химический состав пород:  $\text{SiO}_2$  -- 17,01-33,6%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -- 3,6-7,67%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -- 1,37-2,6%,  $\text{CaO}$  -- 25,88-40,5%, п.п.п. -- 24,2-34,7% (в основном  $\text{CO}_2$ ). По минералогическому и химическому составу эти два образца принадлежат к карбонатной породе -- глинистым известнякам.

Пятый образец (48ds) отобран также визуальными глинистыми породами из фации устьевого бара. Минералогический состав этих пород следующий, в %: кварц -- 47,4, глинистые минералы (+хлориты) -- 37,1%, сидерит -- 9,7, железистый доломит -- 0,8, кальцит -- 0,0. Химический состав также подтверждает, что эти породы являются глинистыми или песчано-глинистыми. Содержание  $\text{SiO}_2$  -- 62,92%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -- 12,24%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -- 5,21%,  $\text{CaO}$  -- 0,23%, п.п.п. -- 6,0%.

Ниже приводится полное описание 2 образцов-коллекторов, которое значительно отличается от формы и содержания при описании отечественных геологов (ниже ссылаемые на фотоснимки приведены в книге II текстовых приложениях).

*Образец 8ds* (горизонт Ю-I): мелкозернистый (fsU), хорошо сортированный, относительно глинистый, субаркозовый аренит с ламинированной микроструктурой (со следами ряби в керне; смотрите Прил. ). Напластование определяется по концентрации пластичных фаз, таких как слюда и обломочная глина (DC; фотоснимок TS-1). Обломочные минералы преимущественно состоят из монокристаллического кварца с побочным полевым шпатом (по подтвержденным данным дифракционного рентгеновского анализа, калиевый полевой шпат преобладает над плагиоклазом) и редких обломков метаморфических пород (кварцит, сланец). Согласно результатам дифракционного рентгеновского анализа и СЭМ, обломочная глина состоит из смеси (иллит, каолинит, хлорит и иллит/сметит), хотя количественно преобладает иллит и каолинит. Аутигенные фазы присутствуют в незначительном количестве вместе с кварцевым цементом, содержащимся в виде эвгедральных наростов (фотоснимок SEM-3) толщиной до 15μм и местами перекрывающих поры. Тем не менее, песчаник макропористый. [14]

Поровая система и фильтрационно-емкостные качества.

В поровой системе доминируют неоднородно распределенные первичные межчастичные макропоры, обычно размером 50-120μм (фотоснимок TS-1, SEM-1). Вторичные поры (2P; фотоснимок TS-2), шириной до 300μм, редки и в основном изолированы. Они появились в результате разрушения структурных зерен, таких как полевой шпат и не усиливают связность.

Микропористость в большей степени создана обломочной глиной и с учетом обилия обломочной глины в образце, считается значительной.

Связность между первичными макропорами в основном ограничена обломочной глиной, появляющейся в поровом цементе и в распределении пор (фотоснимок TS-2; SEM-2), а также в листоватостях (фотоснимок TS-1). Дальше напластование действует в качестве порога по отношению к флюиду, протекающему сквозь нее. Поэтому в отличие от образца 50ds, в настоящем образце обилие и распределение обломочной глины сильно влияют на фильтрационно-емкостные свойства. Размер зерен и кварцевый цемент являются второстепенными факторами.

*Образец 50ds* (горизонт Ю-II): Образец относительно чистый, низкопластичный, мелкозернистый (fsU), среднезернистый (msL), песчаный, хорошо сортированный субаркозный аренил с массивной микроструктурой.

Следует отметить, что здесь в тонком шлифе содержатся пятна с частицами, не пропитанными смолой, которые, по-видимому, являются артефактами (фотоснимок TS-1). Во время СЭМ анализа, в таких пятнах не было обнаружено аутигенных фаз, однако такие участки, кажется, содержат обломочную глину (фотоснимок SEM-2) и местами содержат примеси, такие как кристаллы соли (фотоснимок SEM-3). Из обломочных минералов здесь преимущественно содержится монокристаллический кварц с подчиненным полевым шпатом (фотоснимок TS-2; согласно данным дифракционного рентгеновского анализа, почти в равном количестве содержится плагиоклаз и калиевый полевой шпат). Согласно результатам дифракционного рентгеновского анализа глинистой фракции, здесь каолинита содержится больше, чем иллита и хлорита. Последние два составных вида глины считаются обломочными, в то время как каолинит содержит аутигенный компонент. Как показано на рисунке СЭМ, слабое углеводородное пятно(сияние), видимое на снимке зерна на данной глубине, по-видимому, является артефактом, попавшим сюда из жидкости для отбора зерна.

Поровая система и фильтрационно-емкостные свойства. Данная поровая система в основном представлена гетерогенно-распределенными первичными межчастичными макропорами с меньшим количеством микропор. Первичные межчастичные макропоры, в основном, диаметром 50-200µм и в целом имеют хорошую связность (1P; фотоснимки SEM-1 и TS-2). Вторичные макропоры образуются в результате разрушения обломочных зерен, к примеру, калиевого полевого шпата и реже, образуют расширенные поры размером до 500µм. Однако эти вторичные поры не оказывают существенного влияния на связность, несмотря на то, что местами эти они связаны с сетью первичных макропор. Микропоры широко распространены в измененных зернах полевого шпата и обломочной глине со смешанным составом (данные дифракционного рентгеновского анализа). Последние являются выстилающими заполняющимися порами. Благодаря мелкозернистой и среднезернистой текстуре с относительно чистой и слабо уплотненной микроструктурой образовался песчаник с хорошими фильтрационно-емкостными свойствами.

В результате полного литологического и петрофизического исследований сделан следующий вывод. Предположительно, наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами обладают более чистые, крупнозернистые речные русловые россыпи песчаных горизонтов и преимущественно песчаные отложения устьевого бара. Наиболее мелкозернистые, сильно глинистые отложения устьевого бара и озерные/прудовые фации не содержат коллекторов.

По результатам анализов зерна скважины (3 образца) фильтрационно-емкостные свойства и физические характеристики коллекторов по продуктивному горизонту Ю-I изменяются в следующих пределах: диапазон изменения пористости составляет 19,4 – 28,6 %, среднее значение – 25,1 %; проницаемость меняется в пределах от 1,61 до 865 мД, среднее значение равно – 343,537 мД; коэффициент насыщения от 31,6 до 85,7, среднее значение 54%; плотность породы от 2.65 до 2,68 г/см<sup>3</sup>, среднее значение – 2,66 г/см<sup>3</sup>; карбонатность 0.15 и 0.012 %. [15]

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г.Ж. Жолтаев, Т.Х. Парагульгов «Геология нефтегазоносных областей Казахстана» Алматы 1998г.
2. Бувалкин А.К. и др. Стратиграфия юрских отложений Восточного Казахстана. Алма-Ата, «Гылым», 1991, 172.
3. Геология СССР. Том 40, Москва, Недра, 1971, 534с.
4. Шахабаев Р.С. и др. Тектоническое развитие и нефтегазоносность Южно-Торгайского бассейна. Алматы, «Гылым», 2004г.
5. Нургазиев А.Н., Ибраимов А.А. Результаты поисково-детальных сейсморазведочных работ МОГТ в центральной части Арысқумского прогиба Южно-Торгайской впадины за 1986-1998 г.г. Фонды ТГФЭ, 1988.

6. Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х., Ажгалиев Д.К. Пространственно-временные закономерности размещения месторождений нефти и газа в Южно-Тургайском бассейне. – Алматы: ИИА «Айкос», 1998.
7. Папин Н.М. Отчет о результатах сейсморазведочных работ на нефть и газ на Мынбулакской седловине Южно-Тургайской впадины за 1987-1989 г.г. ИГФЭ, Фонды ЮКНРЭ, 1989г.
8. Нефтегазональные комплексы Южно-Тургайской впадины //Х.Х.Парагульгов, А.Б.Ли, Т.Х.Парагульгов, Г.П. Филиппев// Вестн. АНКаССР.1990.№ 1.-С.45-51.
9. Клубов А.А. Геология и нефтегазональность Тургайского прогиба .- Л.: Недра, 1973.-153с.
10. Ли А.Б. Тектоника и перспективы нефтегазональности Южного Казахстана.- Алма-Ата : Наука, 1975. -220с.
- 11.Парагульгов Х.Х. , Ли А.Б., Парагульгов Т.Х. , Филиппев Г.П. Нефтегазональные комплексы Южно-Тургайской впадины // // Вестн. АНКаССР.1990.№ 1.-С.49-59.
12. Абдулин А.А. , Волож Ю.А. , Рабкин Ф.С и др Особенности строения и перспективы нефтегазональности мезозойских отложений южной части Тургайского прогиба / // Изв.АНКаССР. сер.геол.1983.№4.-С.1-5.
13. Парагульгов Х.Т. Современное состояние проблемы рифтогенеза и нефтегазональности // Геология и разведка недр Казахстана. 1995.№6.-С.11-15.
14. Парагульгов Х.Т., Парагульгов Х.Х., Ли А.Б., Хайбуллин Р.Р. Литолого-петрографические особенности пород фундамента Южно-Тургайской впадины// Вестн. Ан КаССР. 1991. №10.-С.49-52.
15. Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х. Рифтогенез и нефтегазональность. –М.:Наука, 1993.- С.112-116.

#### REFERENCES

1. G.J Zholtaev, TH Paragulgov "Geology of oil and gas fields in Kazakhstan» Almaty 1998.
2. Buvalkin A.K and others. The stratigraphy of the Jurassic deposits of the Eastern Kazakhstan. Alma-Ata, "Gylym", 1991, 172.
3. Geology of the USSR. 40, Moscow, Nedra, 1971, 534s.
4. Shahabaev R.S et al. Tectonic Evolution and Petroleum South Torgai basseyna. Almaty "Gylym", 2004.
5. Nurgazyev A.N, A.A Ibraimov The results of the search and detailed seismic surveys in the central part of the CDP Ayskum deflection South Torgai depression for 1986-1998 g.g.Fondy TGFE, 1988.
6. Zholtaev G.J, Paragulgov T.H, Azhgaliev D.K Spatial and temporal patterns of distribution of oil and gas fields in the South Torgay pool. - Almaty .: JJA "Aykos", 1998.
7. Papin N.M. A report on the results of seismic exploration for oil and gas in the saddle Mynbulaskoy South Torgai depression for 1987-1989 gg IGFE, Funds YUKNRE, 1989.
8. Neftegazonosnye complexes South Turgay basin //H.H.Paragulgov, A.B.Li, T.H.Paragulgov, G.P Filip'ev // Vestn. 1. ANkaSSr.1990.№-S.45-51.
9. A.A Clubs Geology and petroleum potential of Turgai depression .- L .: Nedra, 1973.-153с.
10. Lee A.B Tectonics and petroleum potential of the Southern Kazakhstan.- Alma-Ata: Science, 1975. -220s.
11. Paragulgov H.H, Lee A.B, Paragulgov TH Philip GP Oil and gas complexes South Turgay basin // // Vestn. 1. ANkaSSr.1990.№-S.49-59.
12. Abdulin A.A , Volozh Y.A , Rabkin F.S and other features of the structure and petroleum potential of the Mesozoic deposits of the southern part of Turgai depression // // Izv.ANkaSSR. ser.geol.1983.№4.-S.1-5
13. Pragulgov H.T Current status of rifting and oil and gas // Geology and prospecting of Kazakhstan. 1995.№6.-S.11-15.
14. Paragulgov H.T, Paragulgov H.H, Lee A.B, Khaibullin R.R Lithological and petrographic features of the basement rocks of the South Turgay basin // Vestn. An KASSR. 1991. №10.-S.49-52.
15. Zholtaev G.J, Paragulgov T.H Rifting and oil and gas. -M., Nauka, 1993.- S.112-116.

Өмірбеков А.А.

#### **Құмкөл кенорны юра өнімді қабаты коллекторларының сүзбелік-сыйымдылық қасиеттері**

**Түйіндеме.** Мақалада Құмкөл кенорнының өнімді қабаттарының сүзбелік-сыйымдылық қасиеттері келтірілген. Литологиялық және петрофизикалық зерттеу нәтижесінде, ең негізгі сүзбелік-сыйымдылық қасиеттерге өзендік құмды горизонттар ие.

**Кілт сөздер:** кеуектік жүйе, микроструктура, макроструктура, өзен арналық сеппелі, рентгендік анализ.

Omirbekov A.A.

#### **Filtration reservoir properties Kumkol jurasic productive horizons**

**Summary.**The article presents the filtration and capacive properties productive horizons of Kumkol.As a result of lithological and petrophysical studies found that the best filtration and capacitive properties have river sand bodies.

**Key words:** steam system, microstructure, microstructure, river riverbed deposits, X-ray analysis.

УДК 332 (574.5)

**Г.Н. Нюсупова, А.А.Токбергенова**  
(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: Gulnaran@mail.ru)

## **ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН**

**Аннотация:** В статье рассматриваются проблемы и пути совершенствования систем земледелия в Республике Казахстан. Одним из основных способов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является применение влагоресурсосберегающих технологий. С внедрением современных технологий полива в перспективе площади под орошением можно значительно увеличить; повысить урожайность сельскохозяйственных культур в 2-4 раза; уменьшить расход воды при орошении в 3-4 раза; практически удвоить объемы производства продукции растениеводства; довести долю орошаемого земледелия в валовой продукции растениеводства до 50%.

Цель такого переустройства - обеспечить технологический прорыв в сфере землепользования и достижение на этой основе соответствующей мировому уровню эффективности использования земель.

**Ключевые слова:** земельный ресурс, сельскохозяйственный культур, урожайность, рациональное использование, орошаемое земледелие, сельскохозяйственные угодья, экологически ориентированное землепользование.

Для сельского хозяйства Республики Казахстан, находящегося в зоне рискованного земледелия, вопросы получения гарантированного урожая всегда были актуальными. Учитывая, что в нашей стране на большинстве территорий природное выпадение осадков и их распределение в течение года не обеспечивает потребности многих культур в воде, стабильное получение продукции без полива проблематично. В большей степени это возможно на орошаемых землях. Орошаемое земледелие позволяет снизить зависимость отрасли от неблагоприятных погодных условий, обеспечить стабильное сельскохозяйственное производство. Это объясняется возможностью полной регуляции одного из основных условий нормального развития растений – почвенной влажности. В Казахстане уже сейчас имеются примеры получения больших урожаев при применении современных методов полива и соблюдении агротехнологий. К примеру, урожайность кукурузы на силос в некоторых хозяйствах достигла 400 ц/га (дождевальная система орошения). Нужно отметить, что средняя урожайность по стране при возделывании данной культуры составляет 113,7 ц/га, а урожайность на богаре составляет 40 центнеров с гектара. Таким образом, в казахстанских условиях аридного земледелия восстановление и развитие орошаемого земледелия крайне важно. Если, к примеру, на богаре в среднем на одном гектаре можно произвести продукции на 40-50 тыс. тенге, то на орошаемых землях на 1 га по отдельным культурам при современных технологиях полива можно получать продукции на 500-600 тыс. тенге. Поэтому, если в полной мере и эффективно использовать те 2,1 млн. га орошаемых земель, которые были в Казахстане в начале 1990-х годов, то только на орошении можно получать продукции на 1млрд. тенге. [1]

В зоне рискованного земледелия одним из основных способов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является применение влагоресурсосберегающих технологий. В 2012 году площади применения влагоресурсосберегающих технологий достигли 12,4 млн. га, что в 2,5 раза больше уровня 2007 года, в том числе «нулевых» - 2,5 млн. га [2].

В начале 90-х годов орошаемые земли фактически занимали более 2,1 млн. га или 6,7% пашни страны и обеспечивали производство более 30% валовой продукции растениеводческой отрасли. В настоящее время по статистическим данным площадь орошаемых земель в республике составляет менее 1,5 млн. га, что обеспечивает только 5,3% валовой продукции растениеводства, т.е. снизилась не только площадь орошаемых земель с 2,1 млн. га, но и их продуктивность. Так, в отдельных областях резко сократились площади орошаемых земель. Например, в Акмолинской области сократились на 95%, Костанайской – на 80 %, Восточно-Казахстанской – на 60 %, в Алматинской области на 11%, в Жамбылской области на 32,7%, Кызылординской области на 23,7 и в Южно-Казахстанской области на 16,8%. По урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых

землях казахстанские фермеры уступают зарубежным в 2-4 раза урожая. К примеру, в Казахстане урожайность сахарной свеклы на орошаемых землях составляет 20 т/га, в США – 47 т/га. В Израиле урожайность хлопчатника превышает отечественную в 2,6 раза (РК–1,8 т/га, Израиль 4,8 т/га), а по овощным культурам почти в 4 раза (в РК–21,3 т/га, в Израиле – 80 т/га). Тем не менее, в Казахстане имеется возможность при должном инженерном обеспечении и внедрении современных технологий получать урожаи не хуже, чем в указанных странах.

По сравнению с 2010 г. в 2014 году площадь пашни увеличилась с 24,2 млн. га до 24,9 млн. га, в том числе орошаемой с 1440,9 тыс. га до 1587,9 тыс. га. Прирост составил соответственно 0,7 млн. га и 147,0 тыс. га. В региональном плане основное увеличение пашни произошло в Северо-Казахстанской (15,7 тыс. га), Акмолинской (206,9 тыс. га), Восточно-Казахстанской (222,9 тыс. га), Костанайской (371,4 тыс. га), Павлодарской (201,4 тыс. га) областях. [1]

В результате трансформации сельскохозяйственных угодий происходит качественное изменение состава пашни, в основном, за счет вывода низкопродуктивной ее части из полупустынной светло-каштановой зоны и освоения новых участков пашни в степной черноземной и сухостепной каштановой зонах, а также в предгорных регионах республики, где находятся наиболее продуктивные земли.

Для эффективного использования пашни и повышения урожайности необходимо использовать новые технологии.

С учетом роста урожайности при современных технологиях полива, а также рациональном использовании воды (то есть отсутствии потерь), затраты окупаются уже в течение нескольких лет. Это можно увидеть на примере хлопчатника: при вложении на один гектар до 750000 тенге (по самым дорогим европейским и израильским технологиям), в первый же год крестьянин получает урожай больше на 4 тонны (при обычном поливе – 20 ц/га, при капельном – 60 ц/га), или более 300 тыс. тенге. Таким образом, расходы окупаются за 3-4 года с учетом эксплуатационных затрат (в случае внедрения более дешевых китайских и турецких аналогов, можно окупить расходы за один год). Кроме того, в рамках программы в целях повышения эффективности водохозяйственных работ, в том числе обеспечения доступности мелиоративной техники предусмотрено субсидирование процентной ставки по лизингу. Тут необходимо иметь в виду, что объемы водопотребления снизятся на обоих этапах: и при доставке до поля в связи с минимальными потерями на реконструированных системах, а также при поливе с учетом использования водосберегающих систем орошения. По предварительным подсчетам потребление воды снизится в 3-4 раза, то есть увеличение тарифа не повлечет пропорциональное увеличение расходов крестьян на воду. В целом же снижение потребления воды благотворно скажется на экологии, а также даст возможность вовлечь в орошение дополнительные площади сельскохозяйственных земель. При проработке вопросов развития систем мелиорации были изучены опыт зарубежных стран. В мировой практике существуют различные методы государственного финансирования мелиоративных работ. В Китае в зависимости от размера объекта применяется гибкая система финансирования: 30% средств выделяет государство, 30-40% провинция и 30% – крестьяне-водопользователи. То есть в КНР, по сути, государство выделяет инвестиционные субсидии, которые у нас предусматриваются на внутривладельческие системы, мелиоративную технику и на системы орошения. В Японии источниками финансирования для фермеров служат долгосрочные кредиты, выдаваемые на 15 лет по 3,5-5,5% годовых с двумя годами отсрочки после завершения строительства. Эксплуатационные расходы несут фермеры. То есть государство не финансирует эти работы безвозмездно, поскольку, по всей видимости, такие расходы обременительны и для этой развитой страны. Таким образом, можно констатировать, что предлагаемые подходы являются рыночными и подтверждаются мировой практикой. Помимо вышесказанного, на наш взгляд, внедрение обеспечивающего содержание водохозяйственных систем тарифа активизирует роль самих водопользователей в вопросах управления и эксплуатации гидромелиоративных объектов общего пользования за счет их объединения в кооперативы и ассоциации. [1]

С внедрением современных технологий полива в перспективе площади под орошением можно значительно увеличить; повысить урожайность с/х культур в 2-4 раза; уменьшить расход воды при орошении в 3-4 раза; практически удвоить объемы производства продукции растениеводства; довести долю орошаемого земледелия в валовой продукции растениеводства до 50%. В настоящее



время эти концептуальные подходы прорабатываются МСХ для включения в разрабатываемую Министерством окружающей среды и водных ресурсов Программу по развитию водного хозяйства.

Прогноз урожайности основных сельскохозяйственных культур республики указан в таблице 1

Таблица 1. Прогноз урожайности (ц/га) [3]

Культуры	Годы реализации							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Зерновые	11,5	11,7	11,9	12,2	12,4	12,7	12,9	13,2
в.т.ч. пшеница	11,0	11,2	11,5	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5
рис	38,1	39,1	40,1	41,1	42,1	43,1	44,1	45,1
кукуруза	52,0	52,1	52,3	52,4	53,0	53,6	54,6	55,5
другие зерновые	11,1	11,3	11,5	11,7	12,0	12,3	12,7	13,0
Масличные	7,0	7,3	7,7	8,0	8,4	8,8	9,2	9,7
Сахарная свекла	200,0	204,0	208,0	212,0	216,0	220,0	225,0	230,0
Хлопчатник	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	27,0
Табак	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
Картофель	168	169	170	171	172	173	174	175
Овощи	235	237	238	240	242	244	246	249
Бахчевые	208	210	212	214	216	218	219	220
Кормовые								
в.т.ч. силосные	115	116	118	120	123	125	127	130
однолетние травы	12	12	13	13	14	14	15	15
многолетние травы	15	15	16	16	16	16	17	17
Плодово-ягодные	55	56	56	57	57	58	59	60
Виноград	57	58	58	59	59	60	61	62

Источник: Агентство по статистике РК

В соответствии с прогнозом к 2020 году намечается довести объем производства зерна до 21,1 млн. тонн, в том числе пшеницы – до 14,4 млн. тонн, риса – до 360,9 тыс. тонн, кукурузы – до 748,7 тыс. тонн, что соответственно больше уровня 2012 года на 63,8%, на 46,2%, на 2,9%, на 43,9%.

Объем производства маслосемян к 2020 г. намечается довести до 2,0 млн. т., сахарной свеклы – до 506,0 тыс. т., хлопчатника – до 324,0 тыс. т., картофеля – до 3,6 млн. т., овощей – до 3,6 млн. т., бахчевых культур – до 1,8 млн. т. [3]

С 2007 года Казахстан глобальный лидер по производству муки, и входит в первую десятку экспортеров зерна. Росту отрасли способствовали системная поддержка государства, законодательная база, которая стимулировала производство и экспорт продуктов зернопереработки. Глава государства ставит задачу максимально производить продукцию высоких пределов, повысить рентабельность отрасли. Это один из важнейших приоритетов индустриализации страны.

Рациональное землепользование является определяющим фактором в ресурсосберегающем типе развития общества и составной частью его хозяйственного механизма. Однако ресурсосбережение в Казахстане не стало важным направлением сельского хозяйства, что могло бы способствовать росту его социально-экономической эффективности и привлекательности материального производства. А ведь, как известно, аграрный сектор экономики существенно воздействует на эколого-экономическую обстановку: эрозия земель в Республики Казахстан достигла внушительных размеров. Опыт и практика подтверждают: поскольку в сельском хозяйстве все большее применение находит тяжелая и мощная техника, нерационально и неграмотно используются ядохимикаты и минеральные удобрения, происходит постоянное разрушение агроэкосистем, что ведет к экологическому кризису в сельском хозяйстве республики. Внешними его проявлениями стали деградация и потери сельскохозяйственных угодий из-за эрозии, засоления, перегрузки тяжелой техникой (увеличивается содержание вредных веществ в сельскохозяйственной продукции и т.д.). [4]

Поэтому повторим хорошо известное положение: экологическую и продовольственную проблему в аграрном секторе страны можно решить, прежде всего, через повышение плодородия земельных ресурсов и увеличение их продуктивности. Выделяются и различаются в связи с этим следующие виды плодородия: естественное, искусственное и экономическое. Все они, однако, так

или иначе зависят от человека, уровня агрокультуры, развития производительных сил — словом, от антропогенных воздействий. Эта проблема в АПК страны стала сегодня особенно острой. Падение естественного плодородия земли выражается в сокращении гумусного горизонта почвы, в уменьшении в ней его содержания А ведь, как известно, именно гумус является важнейшим показателем плодородия почвы. Естественное, или потенциальное, плодородие обусловлено, прежде всего, общим запасом в почве питательных веществ (азота, фосфора, калия, кальция и др.) и влаги, то есть природными факторами. Искусственное же плодородие воспроизводится путем агротехнических мероприятий и мелиорации, то есть напрямую зависит от культуры земледелия.

Активное вхождение Казахстана в мировую экономику, повышение его конкурентоспособности в значительной мере зависят от эффективности использования земельных ресурсов, создания благоприятных условий для рациональной организации экономического потенциала и жизнедеятельности населения.

Одним из направлений Стратегических планов развития Республики Казахстан, реализации положений Земельного кодекса является обеспечение рационального использования и охраны земельных ресурсов через формирование высокопродуктивного, экологически ориентированного и адаптированного землепользования, совершенствование землеустройства, экономических механизмов управления земельными ресурсами, контроль за соблюдением земельного законодательства.

Основными задачами по обеспечению рационального использования и охраны земельных ресурсов являются:

- совершенствование структуры земельного фонда по категориям и приведение в соответствие состава земель целевого назначения с требованиями развития отраслей экономики и охраны окружающей среды;
- улучшение качественного состояния земель за счет реализации мероприятий по сохранению и восстановлению почв, устранению негативных антропогенных воздействий на состояние земель;
- вовлечение в хозяйственный оборот площадей пригодных по качеству земель запаса;
- поэтапная реализация ландшафтно-экологического подхода при разработке и осуществлении мероприятий по рациональному использованию и охране земель, внедрение экологических нормативов оптимального землепользования;
- переход к социально-эффективному земельному рынку и экономическому стимулированию рационального использования и охраны земельных ресурсов.
- разработка технических проектов по улучшению использования орошаемых земель, борьбе с засолением почв, ветровой и водной эрозией.

Дальнейшее развитие земельной реформы в Казахстане связано с необходимостью реального перехода к налаживанию механизма эффективного использования и охраны земель, основанного на преодолении острого дефицита экологически ориентированного землепользования. В этой связи стоят непростые задачи - поиск эффективного инструмента для ее формирования.

Реальный путь решения этой задачи содержится в Земельном кодексе Республики Казахстан. Статьи Земельного кодекса (139 и 149 п.3) требуют внедрения в практику экологических нормативов оптимального землепользования и организации территории на основе ландшафтно-экологического подхода. Реализация этих статей означает необходимость коренного организационно-технологического переустройства сложившейся системы землепользования на принципиально новой научно-методологической основе.

Цель такого переустройства обеспечить технологический прорыв в сфере землепользования и достижение на этой основе соответствующей мировому уровню эффективности использования земель. Решающими здесь выступают два звена, два элемента - организация и осуществление аэрокосмического мониторинга земель и реализация ландшафтно-экологического подхода к устройству территории. Формирование экологически ориентированного землепользования обуславливает объективную необходимость научного, методического, информационного и организационного обеспечения, апробации передовых методик и технологии проектирования на модельных территориях в различных регионах страны. Особую актуальность рассматриваемая проблема имеет для зерносеющих регионов Казахстана, как основа для внедрения адаптивной ландшафтной системы земледелия.

Приоритетные направления научных исследований по организации территории на основе ландшафтно-экологического подхода:

- изучить региональные закономерности размещения ландшафтов республики и их агроэкологическое состояние;

- разработать научные основы экологии землепользования (учета экологического фактора в управлении земельными ресурсами);

- разработать концепцию, принципы и методы планирования и организации территории в условиях рыночной экономики;

- разработать методику составления республиканских, областных и региональных схем, а также проектов землеустройства, зонирования земель и программ использования, улучшения и охраны земельных ресурсов (на примере пилотных объектов по природно-территориальным зонам республики);

- провести на примере типичных регионов республики экспериментальное ландшафтно-экологическое картирование территории базового района и хозяйства соответственно в масштабе 1:100 000; 1:25 000 и 1:10 000;

- уточнить классификацию, учет и оценку земель на основе их единой экологической типологии;

- разработать экологические нормативы оптимального землепользования.

Перспективными технологиями для практического использования являются:

- методика и технология разработки республиканских, областных и региональных схем, а также проектов землеустройства, зонирования земель и программ использования, улучшения и охраны земельных ресурсов на основе ландшафтно-экологического подхода в рамках современных автоматизированных систем проектирования;

- методика и технология комплексного ландшафтного картографирования на основе данных ДЗ и ГИС.

Исследования по организации территории на основе ландшафтного подхода, данных ДЗ и ГИС технологий направлены на рациональное и эффективное использование потенциала земельных ресурсов, на создание экологически ориентированного землепользования в условиях рыночной экономики.

Формирование экологически ориентированного землепользования является важной составляющей стратегии устойчивого развития сельского хозяйства Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад Министра сельского хозяйства А. Мамытбекова: «Проблемы мелиорации земель и пути их решения». Астана.- 04 ноября 2013 года.
2. Мастер-план «Стабилизация зернового рынка». Астана, 2013.-С.6
3. Анализ отрасли растениеводства Республики Казахстан //Отчет аналитической службы рейтингового агентства регионального финансового центра города Алматы. –Алматы, 2013.-С.1-57
4. В.И. Кирюшин Экологизация землепользования // Известия Оренбургского государственного аграрного университета.- Выпуск № 1-1 / том 1 / 2004.-С.7-8

#### REFERENCES

1. Doklad Ministra sel'skogo hozjajstva A. Mamytbekova: «Problemy melioracii zemel' i puti ih reshenija». Astana.- 04 nojabrja 2013 goda.
2. Master-plan «Stabilizacija zernovogo rynka». Astana, 2013.-S.6
3. Analiz otrasli rastenievodstva Respubliki Kazahstan //Otchet analiticheskoy sluzhby rejtingovogo agenstva regional'nogo finansovogo centra goroda Almaty. –Almaty, 2013.-S.1-57
4. V.I. Kirjushin Jekologizacija zemlepol'zovanija // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- Vypusk № 1-1 / tom 1 / 2004.-S.7-8

Нүсіпова Г.Н., Токбергенова А.А.

#### Қазақстан Республикасы егіншілік жүйесін жетілдіру жолдары және мәселелері

**Түйіндемесі:** Қазақстан Республикасы егіншілік жүйесін жетілдіру жолдары және мәселелері қарастырылады. Ауыл шаруашылық мәдениеттің өнімділігін арттырудың негізгі жолы ылғал ресурс жинақтаушы технологияны қолдану болып табылады. Қазіргі технологияны енгізгенде суармалы егіншіліктің аумағын біршама өседі, ауыл шаруашылық мәдениетінің өнімділігі 2-4 есе жоғарылайды; суаруға 3-4 есе су

шығыны төмендейді; егіншілік өнеркәсіп өнімдерінің көлемін арттады; егіншілік шаруашылығында суармалы жердің үлесін 50%-ға жетеді.

Қайта құрудың мұндай мақсаты жерді пайдалану сферасында технологиялық жарылыс жасауды қамтамасыз етеді және осындай жетістіктер негізінде әлемдік дәрежеге сәйкес жерді тиімді пайдаланады.

**Түйін сөздер:** жер ресурсы, ауыл шаруашылық мәдениет, өнімділік, тиімді пайдалану, суармалы егіншілік, ауыл шаруашылық алқаптар, жерді пайдалануда экологиялық бағдарлану.

Nyussupova G.N., Tokbergenova A.A.

**The problems and ways of improving the farming systems in the Republic of Kazakhstan**

**Summary:** The article discusses the problems and ways to improving the farming systems in the Republic of Kazakhstan. One of the main ways to increase the crop productivity is the use of moisture and resource save technologies. With the introduction of modern irrigation technologies in the future the area under irrigation can be significantly enlarged; crop yields can be increased by 2-4 times; the flow of irrigation water can be reduced for 3-4 times; the volume of crop production can be doubled; the share of irrigated agriculture in gross crop production will increase up to 50%.

The purpose of this reorganization is to provide a technological breakthrough in the field of land use and achievement this basis relevant to the world level efficiency land use.

**Key words:** land resources, crop, farming, rational use, irrigated farming, agricultural land, ecological land use.

УДК 332 (574.5)

**А.А. Токбергенова, Л.Ш. Киясова**

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан,  
e-mail: tokbergen@mail.ru)

**КАЧЕСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Аннотация:** В статье рассматривается качественное состояние земельных ресурсов Республики Казахстан. Уровень и характер хозяйственного воздействия, ответные реакции на это воздействие оцениваются в показателях антропогенной измененности естественных ландшафтов, включающих такие показатели, как вид и степень антропогенной нагрузки, естественная устойчивость природных комплексов к антропогенному влиянию.

Анализируя распределение сельскохозяйственных угодий по мелиоративным группам, можно сделать вывод, что в категории земель сельскохозяйственного назначения находятся наиболее качественные в мелиоративном отношении земли.

**Ключевые слова:** земельный ресурс, пашня, пастбищ, опустынивание, орошаемое земледелие, эрозия, сельскохозяйственные угодья, деградация, урожайность.

В последнее время, по данным ученых, в республике Казахстан наблюдается значительное ухудшение почвенно-мелиоративного и почвенно-экологического состояния, интенсивное снижение почвенного плодородия, развитие водной и ветровой эрозии, и вторичного засоления. В результате показатели урожайности сельхозкультур заметно отстают от уровня стран, находящихся в схожих природно-климатических условиях.

Почвенный покров Казахстана отличается от почв других стран низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам, подвержен процессам деградации и опустынивания. Этим процессам подвержено в разной степени более 75% от общей территории, из них 14 % пастбищ - сильной степени. В связи с этим наблюдается сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения. Основными причинами уменьшения площади сельхозугодий являются деградация почвенного покрова в пустынной и полупустынной зоне, засоление почв в зоне орошаемого земледелия. В результате этого площади деградированных земель с каждым годом растут и увеличиваются площади не используемых или бросовых земель. В результате до 15% земель сельскохозяйственного назначения используется нерационально.

Анализируя распределение сельскохозяйственных угодий по мелиоративным группам, можно сделать вывод, что в категории земель сельскохозяйственного назначения находятся наиболее

качественные в мелиоративном отношении земли. Так в составе сельскохозяйственных угодий данной категории земель мелиоративная группа с неосложненными отрицательными признаками, включая и безусловно пригодные для земледелия, занимает 28 %. Удельный вес других мелиоративных групп с отрицательными признаками в слабой степени составляет около 24 %. На сельскохозяйственные угодья с отрицательными признаками в средней и сильной степени приходится 48 % от общей их площади. Для сравнения в целом по республике мелиоративная группа с неосложненными отрицательными признаками составляет 19 %, с отрицательными признаками в слабой степени – 20 %, а в средней и сильной степени - более 60 %.

В Казахстане из общей площади пашни 24,9 % имеет очень низкое содержание гумуса (до 2%), 46,5 % - низкое (2-4 %), 23,9 % среднее (4-6%) и только 4,7 % почв обладают высоким (более 6%) содержанием гумуса. [1]

В категории земель сельскохозяйственного назначения имеется 82 % всех черноземов, 61 % темно-каштановых и 40 % каштановых почв, наиболее ценных в сельскохозяйственном отношении. Во всех областях Казахстана отмечается устойчивая тенденция к снижению в почве содержания гумуса, питательных веществ и продуктивности сельхозкультур. Содержание гумуса в почве за последние 60 лет, по данным института почвоведения и агрохимии имени У.Успанова, снизилось в условиях неорошаемой зоны на одну треть от исходного ее содержания, а в условиях орошения - на 60%. [2]

С урожаем сельскохозяйственных культур ежегодно отчуждаются из почвы питательные элементы, и их вынос превышает в сотни раз, чем поступление их с удобрениями. По результатам последних агрохимических исследований Республиканского научно-методического центра агрохимической службы, почвы с низким содержанием гумуса на неорошаемых землях составляют 63%, а на орошаемых - 98%.

Это свидетельствует о процессах деградации и дегумификации земель, которые порождают глубокие генетические изменения в почве, а также их трансформацию в малопродуктивные земли. В связи с этим усиливается тревога за сохранение стабильной биопродуктивности почвенных ресурсов страны. Для решения существующих проблем возникает необходимость принятия неотложных мер со стороны государства по воспроизводству плодородия почвы и рационального использования почвенных ресурсов и земель сельскохозяйственного назначения.

Деградация земель и их опустынивание являются результатом четырех видов деятельности человека: чрезмерная культивация истощает почву; чрезмерный выпас уничтожает растительность, которая защищает почву от эрозии; обезлесивание сводит на нет деревья, которые удерживают почву на поверхности земли; орошение с неправильным дренированием приводит к засолению обрабатываемых земель. Вот почему охрана земельных ресурсов и их рациональное использование в настоящее время является одной из самых ответственных и злободневных проблем.

В условиях рыночных отношений рациональное использование земельных ресурсов стало не только общехозяйственной проблемой, но и проблемой государственной важности, так как окружающая среда в Республике Казахстан крайне нуждается в оздоровлении, особенно в регионах с огромной концентрацией добывающих предприятий, а также металлургии и других вредных производств.

Более 85% пахотных земель республики размещено в лесостепной, степной и сухостепной зонах. В районах пустынной и полупустынной зон пашня составляет менее одного процента, в них преобладают в основном, пастбища. Значительные различия по природным зонам имеются также в площадях сенокосов и других угодьях. Это положение оказывает существенное влияние на качество и цену земли, размещение отраслей сельского хозяйства и другие вопросы организации использования и охраны земель.

Важной особенностью почвенного покрова является неоднородность, большая комплексность, связанная с засушливостью климата, рельефом и почвообразующими породами, которая проявляется повсеместно на всей территории республики. Неоднородность почвенного покрова существенно снижает продуктивность сельскохозяйственных угодий. [3]

По результатам проведенного в республике в 2014 г. мониторинга земель в республике 30,5 миллиона гектаров подвержены ветровой и водной эрозии, из них 1,6 миллиона составляют пашни.

По данным качественной характеристики земель в Республике Казахстан числится более 90 млн. га эродированных и эрозионно-опасных земель, из них фактически эродированных – 29,3 млн. га.

Эродированные угодья составляют одну из наиболее крупных по площади мелиоративных групп, отрицательно влияющих на качественное состояние земель и их продуктивность.

Ветровая эрозия проявляется в виде дефляции песчаных и автоморфных почв, солончаков и пыльных бурь. В развитии дефляции почв кроме естественных факторов (податливость почв, легкий механический состав, активная ветровая деятельность и другие) значительная роль отводится антропогенному фактору. Нерегулируемый выпас скота (чрезмерная нагрузка), вырубка кустарниковой растительности, беспорядочное движение автотранспорта вне дорог способствуют интенсификации дефляционных процессов, которые изменяют структурный состав, объемную массу и содержание гумуса, обуславливая деградацию почв с потерей плодородия.

Наиболее сильно отрицательное влияние ветровой эрозии почв проявляется в засушливые годы, когда остро ощущается дефицит почвенной влаги.

Особенно активно проявляются эрозионные процессы на обширных массивах песков Кызылкумов, Муянкумов, Больших и Малых Барсуков, Сарыишикотрау, в регионах, находящихся в пустынной, полупустынной и степной зонах на почвах легкого механического состава и карбонатных.

Для уменьшения отрицательного воздействия эрозионных процессов на состояние земельных угодий необходимо применение комплексных противоэрозионных мероприятий (организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических), переход на адаптивно-ландшафтную систему земледелия.

Подверженных ветровой эрозии (дефлированных) в республике насчитывается 24,2 млн. га или 11,2 % сельскохозяйственных угодий.

Большая часть территории Казахстана располагается в засушливой зоне и процессам опустынивания и деградации земель подвержено в разной степени около 75 % территории. Из 273,5 млн. га территории республики опустыниванию подвержено около 191,1 млн.га. По предварительным расчетам ущерб от деградации пастбищ составляет \$963,2 млн./год. Упущенный доход от эрозии пашни - \$779 млн./год. Вторичному засолению подвержено более 100 тыс. га, потеря дохода от которого составляет более \$375 млн./год. Основные зоны экологического кризиса и деградации земель - Аральский и Каспийский регионы и заброшенные незначительные зерновые площади на севере страны. Унаследованной проблемой и для Запада, и для Юга остаются процессы опустынивания. Больше всего дефлированных земель находится: в Алматинской, Атырауской, Южно-Казахстанской, Кызылординской и Жамбылской областях. Подвержены совместно водной и ветровой эрозии земли Южно-Казахстанской, Мангистауской и Восточно-Казахстанской областей. [4]

Основной причиной опустынивания являются антропогенные факторы, такие как активное развитие сетей орошения, чрезмерное использование воды при производстве хлопка, обветшавшая дренажная система, и деградация экосистемы. Опустынивание больших территорий сопровождается загрязнением почвенных, наземных и подземных вод, а также снижением общего регионального биологического потенциала. Засуха стала появляться чаще, чем в прежние времена, достигая от 30 до 50% в году в южных степных регионах.

В индустриальных районах напряженная экологическая ситуация имеет место в связи с загрязнением окружающей среды токсичными отходами. В Прикаспийском нефтедобывающем регионе более 4,3 млн га нарушенных земель, включая 1,5 млн. га техногенных зон, 1,9 - деградированных пастбищ, 0,6 - загрязненных нефтепродуктами и 0,3 млн. га земель с радиоактивным загрязнением. На территории бывшего Семипалатинского ядерного полигона около 2 млн. га сельскохозяйственных угодий подвергалось радиоактивному заражению.

В Казахстане площадь деградированных и сбитых пастбищных угодий увеличилась в два раза по сравнению с 1991 годом. Сокращение поголовья скота в середине 90-х гг. привело к уменьшению нагрузки на пастбищные земли, а приход в упадок основной инфраструктуры - колодцев, линий электростанций, дорог - снизил уровень доступа местного населения к отдаленным пастбищам. Переходный период привел также к введению новых форм собственности в животноводстве, снижению мобильности и увеличению нагрузки на пастбищные земли вблизи населенных пунктов. За последнее десятилетие состояние данных пастбищ значительно ухудшилось.

Основными экономическими последствиями опустынивания и деградации земель являются сокращение урожаев и посевов, уменьшение поголовья скота и верблюдов, а также сокращение прироста скота, сокращение экспортного потенциала сельского хозяйства, застой продуктовой и

легкой промышленности и резкое снижение доходов от налогообложения сельского хозяйства и перерабатывающей отрасли. Общие ежегодные экономические потери вследствие опустынивания оцениваются в 93 млрд. тенге (5 млрд. долл. США). [5]

Резко изменилась структура минеральных удобрений - на долю калийных удобрений, которые влияют на качество продукции (сахаристость, маслячность, содержание сухих веществ в овощах, эластичность волокна) приходится только 1,4% всех внесенных минеральных удобрений, на азотные - 52%, на фосфорные - 46,6%. По информации Министерства сельского хозяйства, в 2008 году было внесено 10% от требуемого количества минеральных удобрений, 2009 году -10%.

На начало 2000 года площадь орошаемых земель составляла более 2,1 млн. га, в настоящее время используется порядка 1,4 млн. га, до 90% внутрихозяйственных гидромелиоративных сетей, обслуживающих орошаемые земли, находятся в частной собственности сельскохозяйственных товаропроизводителей или их объединений - сельских потребительских кооперативов водопользователей. Так как содержание требует больших затрат, сельхозтоваропроизводители не могут проводить своими силами ежегодные мелиоративные мероприятия (очистка внутрихозяйственных оросительных и коллекторно-дренажных сетей, рыхление и планировка площадей орошения, промывка засоленных земель).

В результате воздействия сельскохозяйственного производства на естественные природные системы происходит формирование природно-сельскохозяйственных систем.

Уровень и характер хозяйственного воздействия, ответные реакции на это воздействие оцениваются в показателях антропогенной измененности естественных ландшафтов, включающих такие показатели, как вид и степень антропогенной нагрузки, естественная устойчивость природных комплексов к антропогенному воздействию.

В целях совершенствования земельного законодательства Комитетом Республики Казахстан по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управлению земельными ресурсами разработан проект Закона Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам регулирования земельных отношений», предусматривающий:

- ведение централизованной базы данных недобросовестных собственников земельных участков и землепользователей;
- исключение института предупреждения в отношении владельцев земельных участков в случае его неиспользования в соответствующих целях;
- принудительное изъятие земельных участков во внесудебном порядке путем расторжения арендодателем договора аренды;
- поэтапное предоставление земельных участков для ведения крестьянского или фермерского хозяйства;
- отнесение к нарушению законодательства Республики Казахстан несоблюдения Правил рационального использования земель сельскохозяйственного назначения.

При этом, в случае несоблюдения указанных критериев рационального использования земель сельскохозяйственного назначения будут приняты меры по принудительному изъятию земель в судебном порядке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Елешов Р.Е. Современная концепция развития отраслей земледелия // Перспективные направления стабилизации и развития агропромышленного комплекса Казахстана в современных условиях: сб. научных трудов. Уральск, 2004. С. 15-18
2. <http://kazakh-zerno.kz>
3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Казахстан в 2008 году/ Под редакцией Е.Т.Тулкбаева, И.Б.Есеркеповой. МОС РК РГП «КазНИИЭК»-Алматы, 2009 –С.93-97
4. Бектурова Г. Б. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием - ситуация в Казахстане // Степной бюллетень. <http://www.biodiversity.ru/programs/stoppe/bulletin/spet-34/opustun.html>
5. <http://expertonline.kz/a7111/>

#### REFERENCES

1. Elshov R.E. Sovremennaja koncepcija razvitija otraslej zemledelija // Perspektivnye napravlenija stabilizacii i razvitija agropromyshlennogo kompleksa Kazahstana v sovremennyh uslovijah: sb. nauchnyh trudov. Ural'sk, 2004. S. 15-18

2. <http://kazakh-zerno.kz>

3. Nacional'nyj doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy v Respublike Kazahstanv 2008 godu/ Pod redakciej E.T.Tulekbaeva, I.B.Eserkepovoj. MOOS RK RGP«KazNIIJeK»-Almaty,2009 –S.93-97

4. Bekturova G. B. Konvencija OON po bor'be s opustynivaniem - situacija v Kazahstane // Stepoj bjulleten'. <http://www.biodiversity.ru/programs/stoppe/bulletin/spet-34/opustun.html>

5. <http://expertonline.kz/a7111/>

Токбергенова А.А., Қиясова Л.Ш.

**Қазақстан Республикасы жер ресурстарының сапалық жағдайы**

**Түйіндеме:** мақалада Қазақстан Республикасы жер ресурстарының сапалық жағдайы қарастырылған. Шаруашылық әсердің сипаты мен дәрежесі - бұл табиғи ландшафттарға антропогендік көрсеткіштері өзгеруінің бағалануы, антропогендік әсерге түр және дәреже ретінде антропогендік жүктеме, табиғи кешеннің табиғи тұрақтылығы сияқты көрсеткіштер.

Ауыл шаруашылық жайылымдардың бөлінуінде мелиоративті топтарды талдауға қорытынды жасағанда, ауыл шаруашылық мақсатындағы жер категориялары мелиоративті жерге қарағанда айырықша сапалы болып табылады.

**Түйін сөздер:** жер ресурсы, жыртылған жер, жайылым, шөлейттену, суармалы егіншілік, эрозия, ауыл шаруашылық алқаптар, деградация, өнімділік.

Tokbergenova A.A., Kiyassova L.Sh.

**The qualitative state of the land resources of the Republic of Kazakhstan**

**Summary:** The article discusses the qualitative state of the land resources of the Republic of Kazakhstan. The level and nature of economic impact, responses to these impacts are assessed in terms of anthropogenic changes in the natural landscape, including such factors as the type and degree of anthropogenic load, the natural resilience of natural systems to anthropogenic influence.

Analyzing the distribution of agricultural land for meliorative groups, it can be concluded that the category of agricultural land are the highest quality in relation to land meliorative.

**Key words:** land resources, arable land, pastures, desertification, irrigated farming, erosion, agricultural land degradation, farming

УДК 504: 628.3

**Г.Т. Касабекова, К.Д. Тойбаев**

(Международная образовательная корпорация,  
г. Алматы, Республика Казахстан)

**МНОГОКРАТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ ВОД,  
ОСТАТОЧНЫХ РАСТВОРОВ КРАСИЛЬНЫХ ВАНН И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ТЕПЛА СБРОСНЫХ ВОД**

**Аннотация:** В статье рассмотрены многократное использование остаточных красильных растворов, малозагрязнённых промывных вод и результаты использования тепла отработанных горячих промывных ванн.

**Ключевые слова:** промывные воды, остаточные красильные растворы, повторное использование

Сточные воды, содержащие взвешенные вещества, красители и СПАВ, образуются в различных производствах легкой индустрии. На сегодняшний день все крупные отделочные предприятия указанной отрасли работают по прямоточной системе водоснабжения. Удельный расход воды в технологических процессах отделки составляет 150-350 м<sup>3</sup> на тонну готовой продукции. В сточные воды отходит до 30-35%, потребляемого в технологическом процессе количества красителей и до 80% СПАВ, а также значительное количество минеральных солей и взвешенных веществ [1].

В отделочном производстве предприятий суровые ткани и изделия подвергаются механической, термической и химической обработки, таким как расшлихтовка, отварка, беление, мерсеризация, крашение, печатание и другие. Основной объем сточных вод (до 80%) образуется в отделочном производстве в подготовительных операциях и отделочных процессах. Состав, свойства и объемы



обрасываемых сточных вод в основном зависят от природы используемых в производстве волокон, ассортимента выпускаемой продукции, типа, количества и режима работы установленного в производстве технологического оборудования.

Загрязняющие сточную воду вещества имеют два основных источника поступления [2]:

– загрязнения, переходящие в сточную воду из ткани и волокон в результате технологических процессов. При этом на долю шлихтующих препаратов приходится – 50%, продуктов разрушения волокна – 25%, отделочных препаратов – 13,8%, химических веществ и красителей – 11%.

– загрязнения, поступающие в сточную воду из технологических растворов, используемых в процессах подготовки, отделки и крашения текстильных препаратов.

Красители и текстильно-вспомогательные вещества, применяемые в красильно-отделочных предприятиях, имеют универсальное строение и обладают различными физико-химическими свойствами, обеспечивающими взаимодействие со многими окрашиваемыми и отделочными материалами.

На сегодняшний день, согласно [3]: принята классификация красителей, подразделяющаяся на химическую и техническую. Химическая основана на особенностях строения молекул, природе химических связей и предусматривает разделение их на классы по признаку общности хромофорных систем и ауксохромных групп. Техническая – на свойствах красителей и их отношении к окрашиваемым материалам (растворимость, характер взаимодействия с волокном и др.). Для крашения хлопчатобумажных тканей и трикотажных полотен применяют активные, прямые, кубовые, сернистые и другие классы красителей. Красители являются биохимически стойкими соединениями. Остаточные концентрации красителей придают сточным водам интенсивную окраску, попадая в водоемы, вызывают не только отрицательное влияние на качественные показатели воды, но и оказывают значительное токсическое воздействие на живые организмы, микрофлору и необратимо ухудшают состояние природных водоемов, нарушая их экологическое равновесие.

*Многократное использование малозагрязненных промывных вод.* Для снижения расхода технической воды в красильно-отделочном производстве рекомендуется уменьшать модуль ванны, совмещать отдельные технологические операции. Существенным резервом сокращения количества сточных вод на текстильных предприятиях являются многократное использование технологических растворов от процессов крашения, отделки и промывки текстильных материалов без их предварительной очистки. При периодическом способе крашения и промывки текстильных материалов и изделий образуются малозагрязненные холодные промывные воды. Указанные промывные сточные воды образуются в результате промывки окрашенных текстильных материалов и изделий. Эти воды, на наш взгляд, можно использовать повторно в технологических процессах, так как они мало загрязнены и имеют низкую температуру. Например, промывные воды третьей ванны от линии крашения характеризуются следующими показателями загрязнений: взвешенные вещества – 25-35 мг/л, СПАВ – до 20 мг/л, красители 2-4 мг/л, сухой остаток – в пределах 1000 мг/л. После окончания процесса промывки текстильные материалы выгружают из аппарата и промывные воды перекачивают насосами на емкость-накопитель для повторного использования в качестве технологической воды для первой холодной (грязной) промывки текстильных материалов на тех же аппаратах. Применение способа крашения с многократным использованием для промывки последних «малозагрязненных» промывных вод (3 промывка) сократит объем сброса сточных вод из красильного цеха на 25-30% и обеспечит сохранение технологических показателей качества промывки текстильных материалов, на уровне требований технологического регламента производства. Качественные показатели готовой продукции получался не хуже чем при применении для процесса промывки свежей технической воды [4].

Результаты исследований показали, что уменьшение удельного расхода свежей воды, на единицу выпускаемой продукции приводят к увеличению концентраций различных загрязнений в технологических сточных водах. Это вызывает необходимость локальной очистки отработанных сточных вод перед сбросом их в городскую канализационную систему. Поскольку требования к локальной очистке этих вод высокие, необходимо максимально использовать такую воду многократно в обороте.

*Многократное использование остаточных красильных ванн.* Основными компонентами остаточных красильных ванн являются красители, СПАВ, текстильно-вспомогательные вещества и

неорганические электролиты. Эти загрязнения в оборотной воде оказывают существенное влияние на ход технологического процесса отделки текстильных материалов.

Для многократного использования остаточных красильных ванн в производственных условиях отделки материалов нам было необходимо иметь наличие дополнительных емкостей и теплообменник для нагрева остаточного раствора красильных ванн. Поэтому при проведении исследований для определения качественных показателей крашения текстильного полотна использовали следующие критерии оценки: соответствие цвета материала эталону, интенсивность окраски, устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям (истиранию, поту, свету), выбираемость красильной ванны и др.

При многократном использовании красильных ванн текстильные изделия можно красить на имеющемся оборудовании при наличии дополнительных емкостей и без существенного изменения технологического процесса отделки изделий. Отличие в технологическом режиме будет заключаться в том, что поступающая в красильный аппарат остаточная ванна имеет температуру 50-60°C. Способ крашения с многократным использованием остаточных красильных ванн представляет наибольшую ценность при крашении полотна для средних и темных тонов.

Способ многократного использования красильных растворов заключается в следующем: после процесса крашения остаточную красильную ванну перекачивают в дополнительную емкость и сохраняют для крашения следующей партии материалов в тот же цвет. В остаточную красильную ванну перед следующим крашением добавляют краситель, выравниватель и закрепитель. Количество их определяют при разработке технологического режима процесса крашения.

Технологические испытания с многократным использованием остаточных красильных ванн были проведены нами совместно с технологической лабораторией предприятия. Технологические испытания включали от 6 до 10 серии крашения материалов в периодических аппаратах прямыми красителями (по 5 партии на каждый вид крашения):

- прямой синий КУ<sub>200</sub>, вес окрашенного полотна по 180 кг;
- прямой коричневый 2КХ, вес окрашенного полотна по 320 кг.

Испытания показали, что многократное использование отработанных красильных растворов, с добавлением необходимого количества красителей и вспомогательных веществ обеспечивает требуемое качество окраски.

Количество циклов повторного использования красильных растворов будет зависеть от массы окрашиваемой партии изделий или полотна в один цвет, производственного расписания выпуска окрашенных полотен по цветам, качества окрашиваемого полотна. Предлагается двух-трех, максимум четырех кратное использование остаточных красильных растворов при окраске на средние и темные тона.

*Вторичное использование сбросного тепла промывных вод.* Нами были проведены экспериментальные работы по вторичному использованию тепла отработанных горячих промывных вод (2 горячая промывка). Тепло отработанной 2 горячей промывной ванны использовалось для начального подогрева технологической воды до температуры 25-30°C с целью сбережения энергии при подготовке воды в процессах отделки текстильных материалов. Для этого на отводном канале горячих промывных вод устраивали теплоуловители. Теплоуловитель имел прямоугольное сечение 400 x 400 мм, в котором устанавливали пучок змеевиков (8-16 шт.) диаметром 25мм из тонкостенной нержавеющей стали. Длина секции составляло 4м, число секции 3. Отработанные горячие промывные воды имели температуру около 80° С, а свежая технологическая вода имела исходную температуру около 8-10°C. Технологическая вода, протекая через теплоуловитель, нагревалась до температуры 27-28°C. Дальнейший нагревание воды до требуемой температуры проводили в паросиловых установках производства и экономия тепловой энергии составила до 10%.

*Предложенная схема многократного использования остаточных красильных растворов и малозагрязнённых промывных вод позволит сэкономить в максимальном варианте от 35 до 50% технической воды, соответственно сократив настолько же количество сбрасываемых сточных вод. Расход красителей сократится до 15-25%, СПАВ до 30%. Появляется возможность вторичного использования тепла отработанных промывных ванн и экономия энергии составит до 10%.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Тойбаев К.Д. Разработка технологии комплексной очистки и использования сточных вод отделочных предприятий. – Алматы: Поиск, 2005. – № 1 (16). – С.180-184
2. Очистка сточных вод красильно-отделочных производств. – М.: Водоснабжение и санитария техники, № 7, 1994. – С.11-13
3. Бородкин В. Ф. Химия красителей. – М.: Химия, 1981. – 248с.
4. Тойбаев К.Д. Экологически чистые водные технологии в легкой промышленности. – Алматы: КазГАСА, изд. Дом «Строительство и архитектура», 2008. – 274с.

Қасабекова Г.Т., Тойбаев К.Д.

**Аз ластанған жуу суларын, бояу ерітінділері қалдықтарын бірнеше дүркін пайдалану және ыстық жуу суының қызуын қайта пайдалану**

**Түйіндеме:** Мақалада бояу ерітінділері қалдықтарын, аз ластанған жуу суларын бірнеше дүркін пайдалану және ыстық жуу суының қызуын қайта пайдаланудың нәтижелері келтірілген.

**Негізгі сөздер:** жуу сулары, бояу ерітінділері қалдықтары, қайта пайдалану

Kassabekova G.T., Toibaev K.D.

**Multiple use of rinse waters, residual solutions of dye baths and secondary use of wastewater heat.**

**Summary:** The article describes multiple use of residual dye solutions and slightly polluted rinse waters. Additional discussion provided on the results of using heat of old hot rinse tanks.

**Key words:** Rinse waters, residual dye solutions, recycling

УДК 622.692.4:532.542

**Е.К. Калдыгзов, Ж.Т. Албаева, Т.Б. Хасенов, К. Ералиева**

(АО ПетроКазахстанОйл, г. Шымкент,  
КазНТУ им. К. И. Сатпаева, albaeva@inbox.ru  
Алматы, Республика Казахстан, iron-t@bk.ru)

**ГИДРООЧИСТКА ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖАНАЖОЛ,  
ТЕНГИЗ, КАРАЧАГАНАК**

**Аннотация.** Установлен оптимальный режим ведения процесса и выбран более активный катализатор для гидроочистки дизельных фракций тенгизской, жанажольской нефтей и карачаганакского газоконденсата.

**Ключевые слова:** Дизельная фракция, гидрогенизат, гидрообес-серивание, фракционный состав, содержание серы, гидроочистка.

С 01.01.2005 г. в странах ЕС действуют нормы по выбросам вредных веществ для автомобильной техники Евро 4, регламентирующие содержание серы в дизельном топливе не более 50 ppm. С 2010 г. весь дизельный транспорт переведен на топливо с ультранизким содержанием серы 10 ppm.

Снижение содержания серы в дизельном топливе может быть достигнуто путем гидроочистки, проводимой в более жестких условиях. Указанная цель также может быть достигнута подбором нового, более эффективного для данного типа сырья катализатора [1]. Дизельные фракции нефтей Западного Казахстана подвергали гидроочистке на промышленных катализаторах АКМ, АНМ и GS-168Ш.

Процесс изучали в интервале температур 350-400<sup>0</sup>С, 3,0-5,0 МПа и объемной скорости подачи сырья 2,0-5,0 ч<sup>-1</sup>.

В таблице 1 приведены физико-химические свойства дизельных фракций месторождения Жанажол, Тенгиз, Карачаганак.

Таблица 1. Характеристика дизельной фракций

Показатели	Дизельная фракция месторождения		
	Жанажол	Тенгиз	Карачаганак
Плотность при 20 <sup>0</sup> С, кг/м <sup>3</sup>	843,0	836,2	839,0
Вязкость при 20 <sup>0</sup> С, мм <sup>2</sup> /с	6,80	5,53	5,86
Температура, <sup>0</sup> С:			
застывания	-13	-15	-12
вспышки	-	108	92
Фракционный состав, <sup>0</sup> С:			
н.к.	226	229	230
50%	271	275	286
90%	328	342	328
к.к.	342	351	346
Содержание серы, мас %.	0,36	0,54	0,96
Кислотность, мгКОН/100 см <sup>3</sup>	3,7	6,0	4,2

Из таблицы можно видеть, что в дизельной фракции карачаганакского газоконденсата содержание серы в 1,5-2 раза больше, несколько выше температура застывания по сравнению с фракциями дизельного топлива жанажольской и тенгизской нефтей [2,3].

Физико-химическая характеристика гидроочищенных при различных условиях дизельных фракций приведена на рисунках 1а, б, в. Как видно, в режим процесса оказывает существенное влияние на качество гидрогенизата.

На рисунках 1 а, б, в можно видеть, что увеличение температуры от 350 до 400<sup>0</sup>С при одной и той же объемной скорости подачи сырья 3,0 ч<sup>-1</sup> и давлении 3,5 МПа способствует повышению глубины обессеривания. При этом глубина обессеривания для всех исследуемых дизельных фракций выше на катализаторе GS-168Ш. Максимальная глубина обессеривания на этом катализаторе наблюдается при низкой объемной скорости подачи сырья - 92,5%. Наименьшую гидрообессеривающую активность в отношении дизельных фракций имеет катализатор АНМ. Глубина гидрообессеривания на этом катализаторе на 1- 4% ниже, чем на катализаторах АКМ и GS-168Ш .

С увеличением температуры наблюдается облегчение фракционного состава, снижение плотности, что, вероятно, связано с некоторым преобладанием реакций гидрокрекинга.

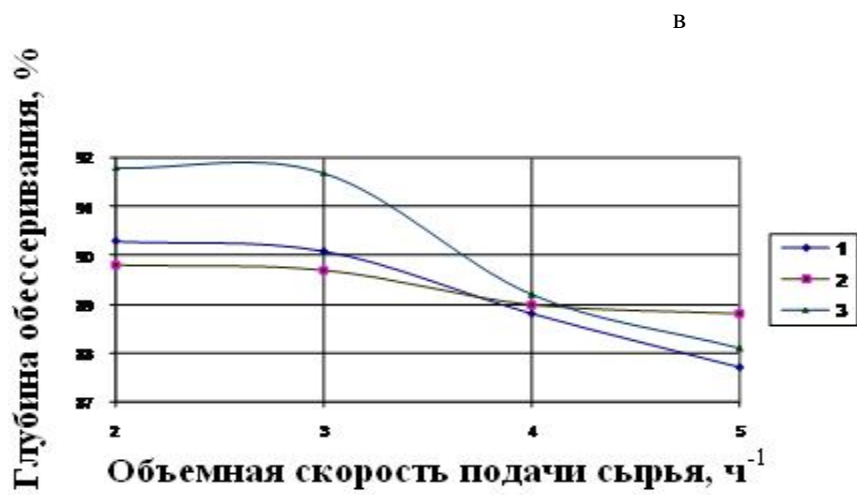
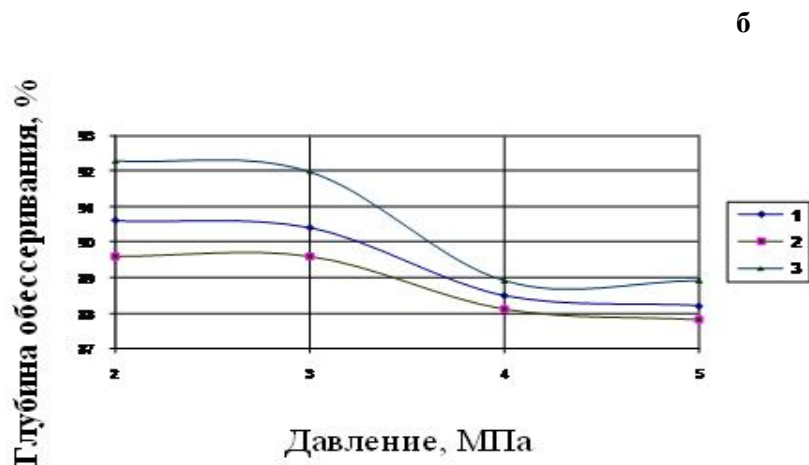
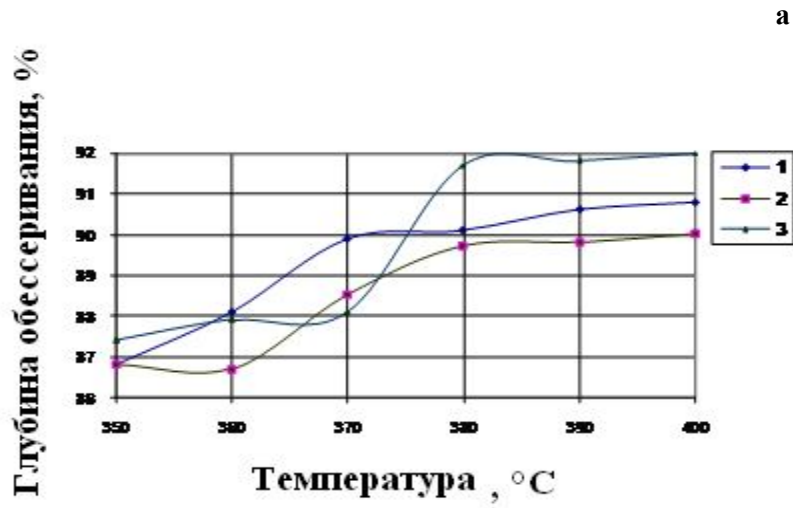
Изучение влияния давления на процесс в интервале 3,0-5,0 МПа показало (рисунок 1б), что наибольшую гидрообессеривающую активность показывает катализатор GS-168Ш - на уровне 92%.

С ростом давления от 3,0 до 5,0 МПа при постоянных значениях других факторов (температура 380<sup>0</sup>С, объемная скорость подачи сырья 3,0 ч<sup>-1</sup>) содержание сернистых соединений в гидрогенизате тенгизской нефти, полученном на катализаторе GS-168Ш снижается до 0,042% масс., а в гидрогенизате карашыганакского газоконденсата до 0,075 % масс., что соответствует глубине обессеривания 92,3 и 92,2%, соответственно.

При гидроочистке дизельной фракции жанажольской нефти в изучаемом интервале давления катализатор GS-168Ш показывает меньшую гидрообессеривающую активность, чем катализатор АКМ.

С повышением давления наблюдается снижение плотности, вязкости и кислотности. Увеличение объемной скорости подачи сырья с 2,0 до 5,0 ч<sup>-1</sup> уменьшает глубину обессеривания дизельных фракций на исследуемых катализаторах в среднем на 3%. При этом повышаются вязкость, плотность, кислотность, а также температура застывания гидрогенизатов.

При повышенных объемных скоростях подачи сырья катализаторы, в зависимости от гидроочищаемой дизельной фракции ведут себя по-разному. При гидроочистке дизельных фракций тенгизской и жанажольской нефтей наименее активным является катализатор АНМ. Катализатор GS-168Ш при объемных скоростях 4,0-5,0 ч<sup>-1</sup> показывает меньшую гидрообессеривающую активность по сравнению с катализаторами АКМ и АНМ.



Катализаторы - АКМ (1); АНМ (2); GS-168Ш (3)

Рис. 1. Влияние различных факторов на глубину обессеривания дизельной фракции карачаганакского конденсата

Анализ результатов процесса гидроочистки дизельных фракций тенгизской и жанажольской нефтей, а также карачаганакского газоконденсата показывает, что гидрообессеривание проходит более глубоко на катализаторе GS-168Ш [4].

Оптимальным режимом гидрообессеривания на катализаторе GS-168Ш для всех исследуемых дизельных фракций является температура 380<sup>0</sup>С, давление 3,5-5,0 МПа, объемная скорость подачи сырья 2,0-3,0 ч<sup>-1</sup> [5].

Гидроочищенные на катализаторе GS-168Ш дизельные фракции имеют облегченный фракционный состав, меньшую плотность, вязкость, низкую кислотность. Гидрогенизаты, полученные в присутствии данного катализатора по основным качественным характеристикам соответствуют стандарту на дизельное топливо марки "Л".

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учеб.- метод. комплекс. Ч.1. Курс лекций/ сост. и общ. ред. С.М. Ткачева.- Новополоцк: ПГУ, 2006. - 392 с.
2. Барсуков О.В., Талисман Б.Л., Насиров Р.К. О перспективных катализаторах гидроочистки нефтяных фракций // Нефтепереработка и нефтехимия.-1996.-№ 9.-С.14-21.
3. Радченко Е.Д., Каминский Э.Ф., Иванова Е.А. Тенгизская нефть - перспективное сырье нефтепереработки и нефтехимии // Нефтехимия. - 1991.-Т.31, 2,-С.169-175.
4. Курганов В.М., Васейка А.И. Гидроочистка нефтепродуктов на алюмоникельмолибденовом катализаторе. - М.: Химия, 1975.- С.103.
5. Калдыгзов Е.К. Состав и гидрокаталитическая переработка дистиллятных фракций нефтегазоконденсатов и природных битумов: Докторская диссертация. - Алматы, 1997.-375 с.

#### REFERENCES

1. Technology of oil refining and gas. Processes of deep oil refining and oil fractions: studies. - method. complex. P.1. Course of lectures / сост. and general edition of S. M. Tkachyov. - Novopolotsk: PGU, 2006. - 392 pages.
2. O.V.'s badgers, Mascot B. L., Nasirov R. K. About perspective catalysts of hydrotreating of oil fractions//Oil processing and petrochemistry.-1996.-№ 9. - Page 14-21.
3. Radchenko E.D., Kamensk E.F., Ivanov E.A. Tengizskaya oil - perspective raw materials of oil processing and petrochemistry//Petrochemistry. - 1991. - T.31, 2, - Page 169-175.
4. V.M., Vaseyk A.I. barrows. Hydrotreating of oil products on the alyumonikelmolibdenovy catalyst. - M.: Chemistry, 1975. - Page 103.
5. Kaldygozov E.K. Sostav and hydrocatalytic processing of distillate fractions of oil and gas condensates and natural bitumens: Doctoral dissertation. - Almaty, 1997.-375 pages.

Калдыгзов Е.К., Албаева Ж.Т., Хасенов Т.Б., Ералиева К.

**Жанажол, Теңіз, Қарашанак кең орынының мұнайынан алынған дизель фракциясын гидротазалау**

**Түйіндемe:** Бұл мақалада Теңіз, Жанажол, Қарашанак кең орындарынан алынған мұнайының дизель фракциясын гидротазалауда оптималды технологиялық режим мен активті катализатор таңдалды.

Калдыгзов Е.К., Албаева Ж.Т., Хасенов Т.Б., Ералиева К.

**Резюме:** В данной статье рассмотрен процесс гидроочистки дизельной фракций месторождения Тенгиз, Жанажол, Карачаганак с подбором оптимального режима ведения процесса и активного катализатора.

Kaldygozov E., Albaeva Zh., Khassenov T., Eralieva K.

**Hydrotreating diesel fractions of a field Zhanazhol, Tengiz, Karachaganak**

**Resume:** In that paper the process of hydrofining of diesel in the Tengiz, Zhanzhoh and Karachaganak field with matching the optimum mode of conducting process have chosen.

УДК 553.411

Оразбекова Г.Б.<sup>1</sup>, Долгополова А.<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Шығыс Қазақстандағы Д.Серікбаев атындағы Мемлекеттік техникалық университеті,

<sup>2</sup>Natural museum, London, доктор Phd)

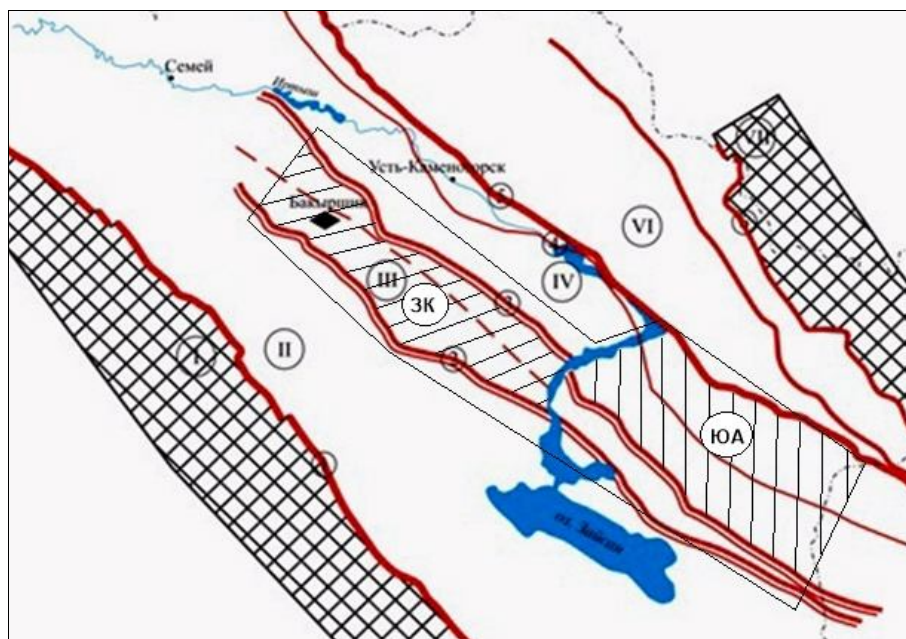
## ОҢТҮСТІК АЛТАЙДЫҢ ЖОҒАРЫ АЛТЫН РУДАЛЫ КЕНІНІҢ НЕГІЗГІ ТИПТЕРІ

**Аннотация.** Бұл мақалада зерттелген ауданның дамыған шекарасындағы зерттелген алтын рудалы әр түрлі кен орындарының «этилонды» түрлері қарастырылған. Олардың ұқсастықтарын анықтап, қайта бағалау Шығыс Қазақстанның шикізат қорын кеңейтуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** рудалы аудан, рудалы ауданша, рудалы өзек, рудалы жазықтық, кен орны, рудалы дене.

Қазақстандағы алтын өндіру өнеркәсібінің шикізат қорын кеңейту туралы Мемлекеттік бағдарламаға сәйкес алтын өндіруді жылына 70 тоннаға арттыру өте өзекті мәселе болып табылады. Бұл мақала республикамыздың Шығыс Қазақстандағы Оңтүстік Алтайдың ең ертедегі алтын өндіретін ауданындағы алтын рудалы кендерінің келешектегі типтерін қарастыруға арналған.

Зерттеу ауданы, Батыс Қалба және Оңтүстік Алтайдың алтынды аудандарын қамтитын Зайсанның орталық бөлігіндегі қабатты жүйесінде орналасқан.



**Сурет.** Зайсандық қатпарлы жүйені аудандастырудың құрылымдық сызбасы

Б.А. Дьячков, В.Н. Любецкой, Н.В. Полянской, О.П. Полянско́й, И.А. Ротараша материалдарын қолдану негізінде құрастырылған.

Құрылымды – формациялы және тектоникалық аумақтар (кружкадағы рим сандары): I-Шыңғыс – Тарбағатай, II- Жарма – Саур, III- Батыс – Қалба, IV- Қалба- Нарым, V –Ертіс аумағы, VI – Рудалы Алтай, VII- Таулы-Алтай. Сынықтар (кружкадағы араб сандары): 1 –Қалба-Шыңғыс, 2-Шар Горностоевск, 3- Теректі, 4- Қалба- Нарым, 5 –Ертіс ауытқуы (майысқан аумақ), 6 –Локтевск - Қара Ертіс. 1 – Қазақстандық және Сібірлік полеоконтиненттер бөліктері. Штрихтанған аумақтармен – мәтінде алтынды аудандар сипатталған (БҚ-Батыс-Қалба; ОА-Оңтүстік-Алтай). Қос сызықпен Батыс-Қалба ауданының тектоникалық шекаралары көрсетілген.

Бұрынғы зерттеушілердің болжамы бойынша (Г.Н.Щерба және т.б., [1,2] және т.б) сипатталған аудандар мынадай негізгі құрылымдарға бөлінген: (оңтүстік-батыстан солтүстік -шығысқа): Жарма – Саур, Батыс – Қалба, Қалба – Нарым және Рудалы – Алтай қатпарлы аумақтары. Құрылымды – формациялық аумақ шекаралары ертедегі тереңірек тектоникалық сынықтар болып саналады. Батыс – Қалба алтынды аудандағы алтын рудалы объектілер біртекті аталатын құрылымды – формациялық

аумақта жинақталған, ал Оңтүстік Алтайда – Қалба – Нарымның ішкі бөлігінде таралған. Өртүрлі масштабты алтын рудалы объектілер белдеулер түрінде орналасқан, олардың ені 10-12 ден 60-70 км жетеді. Алтынды белдеулер – солтүстік батысты бағытты қатпарлы құрылымды болып таралған алтын рудалы кендерді сипаттайды.

Алтынды рудалы кен орындарын В.А.Нарсеев және т.б.[3]; Г.Н.Щерба және т.б.[2]; Б.А.Дьячков және т.б [4]; М.С.Рафаилович [5], В.А.Глоба [6.7] және басқа мамандар да зерттеген.

Осы зерттеушілер түсінігі бойынша, белгілі кен орындары келешегі зор типтерге жатады (М.С.Рафаилович бойынша [5]): алтын-сульфидті желілі (Бақыршық, Большевик); алтын – сульфидті – кварцты желілі (Жумба, Сенташ, Баладжал, Маралиха және т.б.); алтын – кварцты – жапырақшалар (Маралиха); алтын – теллурлы (Манка). Әр түрлі типті және әр түрлі жасты таралған кен орындары кең дамуға жатады (А.В.Третьяков, [8]).

**Алтын сульфидті жүйкелі-жабысқан типоморфты объект** (Бақыршық) Қызыловский аумағында кеңдіктің бүктелуі мен солтүстік жақтағы таскөмір кені көмірсутекті –терригенді кешенімен ұштастырылған. Маңызды рудабақылаушы құрылым элементтері –бұрылысты жазықтың бұрыштық тігісі, тектоникалық линзалар, кливаж, милонитизациялау, жыныстың түсімі, ішкі формациясы, қабыршақтану, жылылау алқапта кунуштық интрузивті кешенінде орналасқан көміртекті метасоматозды және сульфидті қосылған бөліктер болып табылады.

Рудалық заттар линзалық және лента типтес гидротермалды өзгерісті алевролиттер, сланецтер және жүйкелі жабысқан алтын – сульфидті жынысты құмдауыттармен ұсынылған. Рудалық заттардың ұзындығы 150 ден 600м, қуаты – 0,6 ден 32,8 м.

Қызыловский аумағындағы Бақыршық және Большевик жынысты кен орындарында петрографтық және электронды-микроскоптық зерттеулердің арқасында 35- тен көп минералдар табылған, олар 5 парагенетикалық ассоциация түзеді: ертедегі мельниковит-пирит-пирротин – марказитті (никельді пентландитты), алтын – пирит арсенпиритті жыныстар (кубанитпен, герсдорфитті), алтын-кварц –полиметалды (күңгірт жынысты халькопиритпен, галенитпен, сфалеритпен) және алтын – кварц-карбонат – шеелит- халькопиритті (брейнеритпен, доломитпен, айкинитпен, бос алтынмен) кені кварц-карбонатты –антимонит-тетраэдрлі (марказитпен, қабатталған алтынмен). Ең көп салмақ түсіретін алтынға 90% алтыны жұғылған және желілі-жұққан алтын-пирит-арсенопиритті ассоциация жатады. Рудалардағы алтын жұқа дисперсті, пирит ассоциацияланған және арсен пириттің мөлшері 0,1-29 мкм болып келеді.

Бұл формациялы типке ең үлкен Большевик кен орны, сонымен қатар өте ұсақ: Еспе, Алтын - Қасық, Қостөбе және т.б. жатады, сонымен қатар олардың жартысы қайта бағалауды қажет етеді.

**Алтын – сульфидт-кварцты** желілі, желілі - қатпарлы және рудалық қалың қабатты кен орындары осы сипатталған аудандарда кең таралған. Олар интрузивті аумақ үстінде қатпарланған және гидротермалды өзгерген шөгінді жыныстары (Жумба, Құлынды және т.б.) немесе интрузивті және олардың экзоконтактылы аумағында (Ақжал, Баладжал және т.б.) орналасқан. Рудалы заттардың шөгу жағдайларына байланысты олар 2 типке бөлінеді.

*Кварцты-желілі* тип әр түрлі масштабты желілі алтын –кварцты және алтын-кварцты сульфидті объектілермен берілген. Олар вулкандық шөгінді және таралған шөгінділерде кездеседі. Бұл типтің эталонды объектісі Жумба орны. Ол Батыс Қалбаның терең жарығының әсер ету аумағында орналасқандықтан, бұл кен орны Сенташ-Жамбыл флексурамен бақыланады. Алтынды денелер бірнеше бөліктерде орналасқан (Орталық, Оңтүстік-Шығыс, Оңтүстік-Батыс). Желілер корбонат, серицит, сульфидтер (3-7% дейін) қоспалы қатпарынан құрастырылған. Негізгі рудалы минералдар-пирит, арсенопирит және саф алтын. Олар ұя және бағана тәрізді таралған. Рудалардағы 95% бос саф алтын мөлшері 0,05 тен 0,5 мл дейін, саф таза алтын 3 см ге дейін және көлденеңінен одан да көп. Пиритте және арсенопиритте 5 % жуық жұқа дисперсті алтын мөлшері 10-20 мкм.

Бұған Лайлы, Құлындылы, Сенташ, Стефаньевск, Покровск, Шонды – Бұлақ және басқа да көптеген кен орындары жатады.

*Кварцты-желілі подтиптер* кварцты желілермен және руданың қалың қабаты және әртүрлі құрамды дайкалардан тұрады. Негізгі рудалық минералдар-пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, шеелит және алтын. Рудадағы (95 %дың) алтыны бос, оның гранулометрлік құрамы кварцты-желілі типке ұқсас. Балажал кен орнында аз қуатты (3-5см) кварцты желілердің төрттен үші алтыннан тұрады. [9].



Ең көп зерттелген объекті Маралихин рудалық алқабы алтынды- жапырақшалы типті. Оның құрылысына төменгі палеозойдағы метаморфиздік шөгінділер, сонымен қатар амфиболитті қатпарлы денелер, габбро –диабазды, серпентинді және жекелеме порфирилі дайкалы таскөмірлі жастағы жыныстар кіреді. Ертіс аумағындағы алқаптар бөлігінің жағдайын күрделі сипаттағы қатпарлы және жарылған құрылым анықтады. Кең түрде конформды қатпарлы стратификацтарға бағытталған кливаж дамыған.

Алтынды минералдану кварцталған және жапырақшалы аумақтармен теңестірілген үзілісті бүлінушілікке апарады. Кварцты алтынды желілер орталық бөліктегі жапырақшалы аймақтағы тік түсетін шөгінділер, сонымен бірге түзілістерде аз қуатты кварцты желілер жүйесінде дамыған. Жалпы рудалық денелерге дайк тәріздес, қалың қабатты бір-біріне шөгуі және таралуы бойынша сипатталған формаларға тән. Морфологиялық рудалық денелер тік және шөгуші желілер ұшырылған қиылысқан жерлерінде, көп мөлшерде күрделі бұтақталған апофиздер жарықталған орындарда сипатталады. Рудалардағы алтын 0,5 тен 10г/т, кейбір бөліктерде 30г/т артады.

Алтынды минералдану байланысқан алтын түрлерімен сипатталады. Оның ең бай концентрациялары сульфидті түзілістерді, ұсақ түйіршікті (0,002 ден-0,03 мм дейін) пирит пен дұрыс емес формалы арсенопиритті, сирек-күңгірт руданы қажет етеді. Алтын сульфидтерде кіші тесіктер, сонымен қатар нүктелі түзілістер түзеді.

**Алтын – теллуридті типті кен орны**, Манка кен орнында сипатталған аудандардан ең алғашқы В.А.Глоба және т.б.анықтаған. [6].

Кен орны қалың қабатты Теректі сынығына жататын гранодиориттер сілемесі, жапырақшалар типіне жататын жаншылған және жұқа әртүрлі жапырақшалы жыныстар, экзобайланысты бөлігі интрузивті сызықты-қабатты, рудалану қуаты 100м көп кварцты-карбонатты, алтын-сульфидті – теллурлы құрамды 0,3-2,0г/т алтыны бар заттармен ұштастырылған. В.А.Глоба және т.б. [6,7,10].

Кен орны 1926 жылы ашылған және кварцты-желілі алтынды-сульфидті рудаланған құрамында бос саф алтын ретінде қарастырылған. В.А.Глоба және т.б. [6,7,10]. Жаңа көзқараста кен орнының қолайлылығы және оның формацияға жататыны, нақты кен орнының нақты алтынды және алтынды-теллуридті формацияға жататындығы бағаланған.

Рудалану үш кеңістікті жақын орналасқан морфологиялық типтермен сипатталады: желілі, минералды және сызықты – қабатты минералдану аумағы.

Көптеген парагенетикалық ассоциациялар мен морфогенетикалық типті саф алтын теллурлі алтынмен бірге алтын рудалы минералдану калыптасу үрдісінің көп сатылы екенін және кең көлемді алтын рудалы денелердің терең орналасқан кен орындарын анықтауға мүмкіндік беретін ұйымдастырудың алғышарты болып табылады. Манка (В.А.Глоба [6,7,10]) кен орнында зерттеулерімен анықталғандай, рудалану бес жекелеме түрлермен: кварцты –алтын-сульфидті желілі, кварц-алтын –сульфид-теллурлі желілі, алтын –молибден –карбонат-сульфидті-теллурлы минералдану аумақтары, алтын-карбонат –сульфидті –теллурлы брекчирлі аумағы, алтын-березитпен сызықты-қатпарлы болады.

Аталған морфологиялық және минералданған рудалану типі бойынша Қазақстанда Манка кен орнына қазіргі кезге дейін ешқандай ұқсастық табылмаған.

**Кең көлемде ұсақ алтын жыныстарын анықтау** ұсақ және жұқа алтыны көп тау ішінде және түзілісті айпатта жобаланған (А.В.Третьяков, [8]).

Батыс-Қалба ауданында оларды келешекте ішкі таулы ойпатта, ертедегі алтынды жазықтарда және Жолдыбай опырығы бөлігіндегі алтынды өзендер қиылысында анықтауға байланысты.

Оңтүстік-Алтай ауданында келешекте осы типті ұнтақтарды ойпаттарда, әртүрлі жастағы шөгінділер және Күршім, Тоқыр, Қанжыр өзендерінің ағысы әкелген конустардан анықтауға болады.

Осы мақаланы аяқтай отырып, мұнда келешегі зор сипатталған аудандағы алтын рудалы кен орындары туралы қысқаша сипаттама берілгендігін атап өтуге болады. Бұл мәліметтер ары қарай зерттеулері кешенді критерийлерді құрастырып, оны дәлелдеуге бағытталады, оларды қолдану жаңа объектілерді жобалауға, сонымен қатар қазіргі таныс кен орындарының ішіндегі ең маңызды келешегі зор кен орындарын анықтауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Стучевский Н.И. Үлкен Алтай (геология және металлогения). Кн. 1. Геологиялық құрылым // Алматы, Ғылым, 1998.-304 бет.
2. Щерба Г.Н., Беспяев Х.А., Дьячков Б.А. және басқалары. Үлкен Алтай (геология және металлогения). Кн. 2. Металлогения // Алматы, РИО ВАК РК, 2000. – 400 бет.
3. Нарсеев В.А., Гостев Ю.В., Захаров А.В. және басқалары. Бақыршық (геология, геохимия, оруденение) // М.: ЦНИГРИ, 2001. – 174 бет.
4. Дьячков Б.А., Черненко З.И., Майорова Н.П. және басқалары. Шығыс Қазақстандағы алтын кен орнының орналасу және қалыптасу жағдайлары // Өскемен, ВКТГУ, 2011. – 136 бет.
5. Рафаилович М.С. Қазақстанның алтын кені: геологиясы, металлогениясы, жорамалдау - барлау моделі. – Алматы, КазГЕО, 2004. – 304 бет.
6. Глоба В.А. Қазақстандағы алтын - теллурилі кен орнын игеру алтын өндіру тарихындағы бір кезең болып табылады // Қазақстанның минералды ресурстары. 1999. № 1. С.13-17.
7. Глоба В.А. Қазақстанның алтынды рудалы формациясын жылжымалы-барлауды белсендіру // Изв. НАН РК. Сер. геол. 2004. № 3-4. С.110-114.
8. Третьяков А.В. Қазақстанның Шығысындағы алтынның орналасу және жобалау, қалыптастыру заңдылығы. – Алматы, 2009. – 276 бет.
9. Беспяев Х.А., Глоба В.А. және басқалары. Қазақстандағы алтын кен орындары (Анықтама). Алматы, 1996. 183 бет.
10. Глоба В. А. Манка кен орны жаңа геологиялық – өнеркәсіптік алтын кен орындары (Оңтүстік Алтай) // Изв. НАН РК. Сер. геол. 2006. №5. С. 20–28.

REFERENCES

1. Shcherba G.N., Dyachkov B.A., Stuchevsky N.I. Bolshoy Altay (geologiya i metallogeniya). Kn.1. Geologicheskoe stroenie // Almaty, Gylym, 1998.- 304s.
2. Shcherba G.N., Bespaev H.A., Dyachkov B.A. i dr. Bolshoy Altay (geologiya i metallogeniya). Kn.2. Mettalogeniya // Almaty, RIO VAK RK, 2000.- 400s.
3. Narseev V.A., Gostev YU. V., Zaharov A.V. i dr. Bakyrchik (geologiya, geohimiya, orudnenie) // M.: Czigri, 2001. – 172s.
4. Dyachkov B.A., Chernenko Z.I., Mayorova N.P. i dr. Geologicheskie usloviya formirovaniya I razmeshcheniya zolotorudnyh mestorozhdeniy apokarbonatnogo tipa Vostochnogo Kazakhstana // Ust-Kamenogorsk, VKTGU, 2011. – 136s.
5. Rafailovich M.S., Zoloto nedr Kazakhstana: geologiya, metallogeniya, prognozno-poiskovye modeli. – Almaty, KazGeo, 2004. – 304s.
6. Globa V.A. Osvoenie zoloto-telluridnyh mestorozhdeniy stanet novym etapom v istorii kazakhstanskoy zoloto-dobychi // Mineralnye resursy Kazakhstana. 1999. № 1. S. 13-17.
7. Globa V.A. Zolotorudnye formaczii oblastey podvizhno-poyasovoy aktivizaczii Kazakhstana // Izv. NAN RK. Ser. Geol. 2004. № 3-4. S.110-114.
8. Tretyakov A.V. Formirovanie, zakomomernosti razmeshcheniya I perspektivy rassypnoy zolotonosnosti Vostoka Kazakhstana. – Almaty, 2009. – 276 s.
9. Bespaev H.A., Globa V.A. i dr. Mestorozhdeniya zolota Kazakhstana (Spravochnik). Almaty, 1996. 183 s.
10. Globa V.A. Mestorozhdenie Manka – novy geologo-promyshlenny tip mestorozhdeniy zolota (Yuzhnyy Altay) // Izv. NAN RK. SER. Geol. 2006. № 5. S. 20-28.

Оразбекова Г., Долгополова А.

**Основные типы высокоперспективных золоторудных месторождений южного Алтая.**

**Резюме.** Статья посвящена обзору перспективных типов золоторудных месторождений Южного Алтая. В Восточном Казахстане – одного из старейших районов золотодобычи в республике. Площадь исследований, охватывающая Западно-Калбинский и Южно-Алтайский золотоносные районы, располагается в Центральной части Зайсанской складчатой системы. Выявление и переоценка аналогов описанных эталонных месторождений позволит расширить сырьевую базу Восточного Казахстана.

**Ключевые слова:** рудный район, рудный подрайон, рудный узел, рудное поле, месторождение, рудное тело.

Orazbekova G.B, Dolgpolova A.

**The perspective types of gold fields of Southern Altai**

**Summary.** Article is devoted to the review of perspective types of gold fields of Southern Altai in East Kazakhstan - one of the oldest of areas of gold mining in the republic. The square of researches covering West Kalbinsky and Southern Altai gold-fields is located in the central part of Zaysan folded system. Identification and revaluation of analogs of the described reference fields will allow to expand a source of raw materials of East Kazakhstan.

**Key words:** ore district, sub district ore, ore unit, ore field, field, ore body.

<sup>1</sup>Маудархан Ж., <sup>2</sup>Тапишев М., <sup>1</sup>Шабақов Б., <sup>1</sup>Утемисова А.  
(Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университеті<sup>1</sup>  
Батыс Қазақстан инженерлік-гуманитарлық университеті<sup>2</sup>)

## ҚАЗАҚСТАНДА АУДАНДЫСТЫРЫЛҒАН ЖАЗДЫҚ БИДАЙ СОРТТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

**Андатпа.** Бұл мақалада 2013 жылғы Қазақстанда өсірілген 13 түрлі бидай сорттарының сапасын жасалған талдау жиілігі бойынша, аудандастырылған бидайға талдау жасау технологиялық сапа көрсеткіштері анықталып, алуға болатын өнім сапасын арттыру және экономикалық өнімділігі бойынша экспорттық әлеуетін қарастырдық.

**Түйінді сөздер:** Бидай, сорт, желімше, протейн, натура.

Мемлекет басшысы Н.Ә. Назарбаев еліміздің аграрлық секторына жақын арадағы 7 жыл ішінде дүние жүзіндегі ең ірі бидай экспорттаушы бес мемлекеттің қатарына кіру міндетін қойды. Бидайдың экспорттық мүмкіндігін көтеру жолдарының бірі – сапа көрсеткіштері жоғары сорттар шығару. Қазақстанның топырақ-климат жағдайлары белок мөлшері жоғары бидай өсіруге қолайлы, бірақ бидай дәнінің сапа көрсеткіштерінің тұрақты болуы ауа райына, агротехника деңгейіне және сорттың генетикалық ерекшеліктеріне көп байланысты. Соңғы 13 жыл ішінде таза сүрі танабында күшті бидайдың қалыптасуының салыстырмалы жиілігі орта есеппен 54-69% аспады [1].

Жаздық жұмсақ бидай селекциясының алдында астық өнімділігі мен сапасын жоғарылату, бидайдың қоршаған ортасының абиотикалық және биотикалық ықпалына тұрақтылығын арттыру, сонымен қатар шығарылатын сорттарды Батыс Қазақстанда қолданылатын бидай өсіру технологияларына сай келтіру мәселесі тұр [2].

Қазақстанның көпшілік аудандарындағы гидрожылу жағдайларының өте тұрақсыздығы сыртқы ортаға бейім сапалы сорттардың болуын талап етеді. Сондықтан сорт қандай талаптарға сай шығарылуы тиіс деген сұраққа бір жақты жауап беру мүмкін емес. Дегенмен, зерттеушілер бірінші кезекке сорттардың құрғақшылыққа, ыстыққа, аурулар мен зиянкестерге төзімділік қасиеттерін қояды. Әдетте, экологиялық бейімділікті мамандар ауа райы мен агротехникалық шаралардың әр түрлі жағдайларына өсімдіктердің тұрақты жоғары өнім құрау қабілеті, не болмаса генотиптің жалпы сыртқы ортаға реакциясы ретінде қабылдайды [3].

Батыс Қазақстан өңірі жоғары сапалы қатты бидай өнімін өндіруші тұрақты аймақ бола алады. Дегенмен, соңғы жылдары бұл аймақта және жалпы республикада жаздық қатты бидай өндірістік егістерінің ауқымының кемігендігін байқауға болады. Бұған басты себеп - нақты топырақтық климаттық жағдайларға биімделген жоғары өнімді сорттардың өндірісте тапшылығы. Батыс Қазақстанның қуаң климаты жағдайына сәйкес келетін жоғары өнімді модельді негіздеу үшін жаздық қатты бидай сорт үлгілерін шаруашылықтық құнды және биологиялық ерекшеліктерінің жиынтығы бойынша зерттеу және генетикалық түрлерді ажырату қажет.

Өсімдіктердің, соның ішінде бидайдың генетикалық қорын зерттеу, сақтау және тиімді пайдалану қазіргі уақытта әлемдік қауымдастықтардың алдында тұрған өзекті мәселелердің бірі. Азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету және дәнді азықтардың генетикалық әртүрлілігін сақтап қалу үшін отандық және әлемдік нарықта бәсекеге қабілетті болатын жаңа сорттар шығару қажет. Сұрыптау жұмысының сәтті жүргізілуі бастапқы материалдың көптүрлілігіне, оның генетикалық тұрғыдан зерттелгеніне тікелей байланысты. Қолдан өсірілетін өсімдік түрлерінің негізгі бірлігі сорт болып табылады. Оны сұрыптау нәтижесінде алынған және шаруашылықтық-пайдалы белгілері ұрпақтан ұрпаққа берілетін өндіріс құралы ретінде пайдаланады [4].

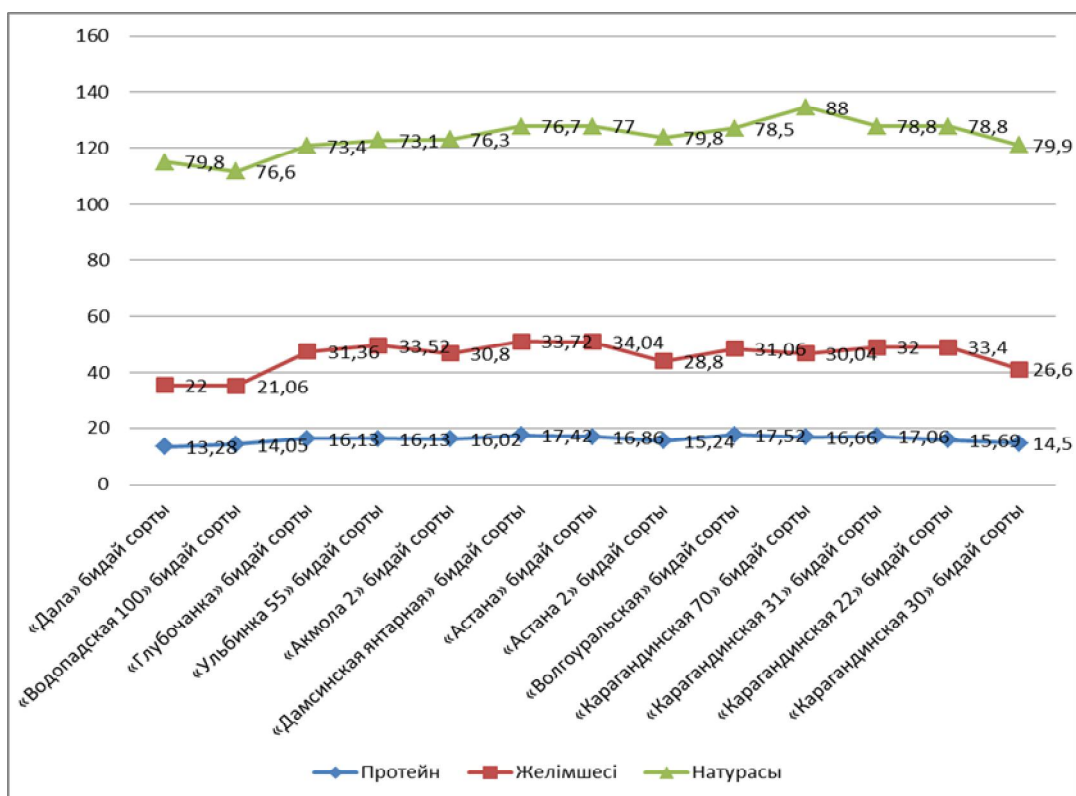
Қазақстанда аудандастырылған бидай сорттарының сапа көрсеткіштері.

Қазақстанда өсірілетін ең маңызды дақыл – ол әрине бидай. Астық шаруашылығы – халықты нан өнімдерімен, ал мал шаруашылығы – жем-шөптермен қамсыздандырады. Қазақстанда орта есеппен жылына 18 млн. тонна астық өндіріледі. Астықтың ішкі қолданысы. Орташа есеппен, 6,6 млн.тонна, ал 4,5 млн. тонна астық экспортталады. Қазіргі күнде астықтың 25% ғана ұн өндірісінде ғана қолданылады. Осыған байланысты астықтың сапасын жоғарылату басты міндет болып табылады.

Мұнда жылғы бидайдың сапалық көрсеткіштері ғана талданды, зертханаға келіп түскен бидай сапасын талдау арқылы барлық талапқа сай бидай сортын талдау мақсатында талдау жасадық [5].

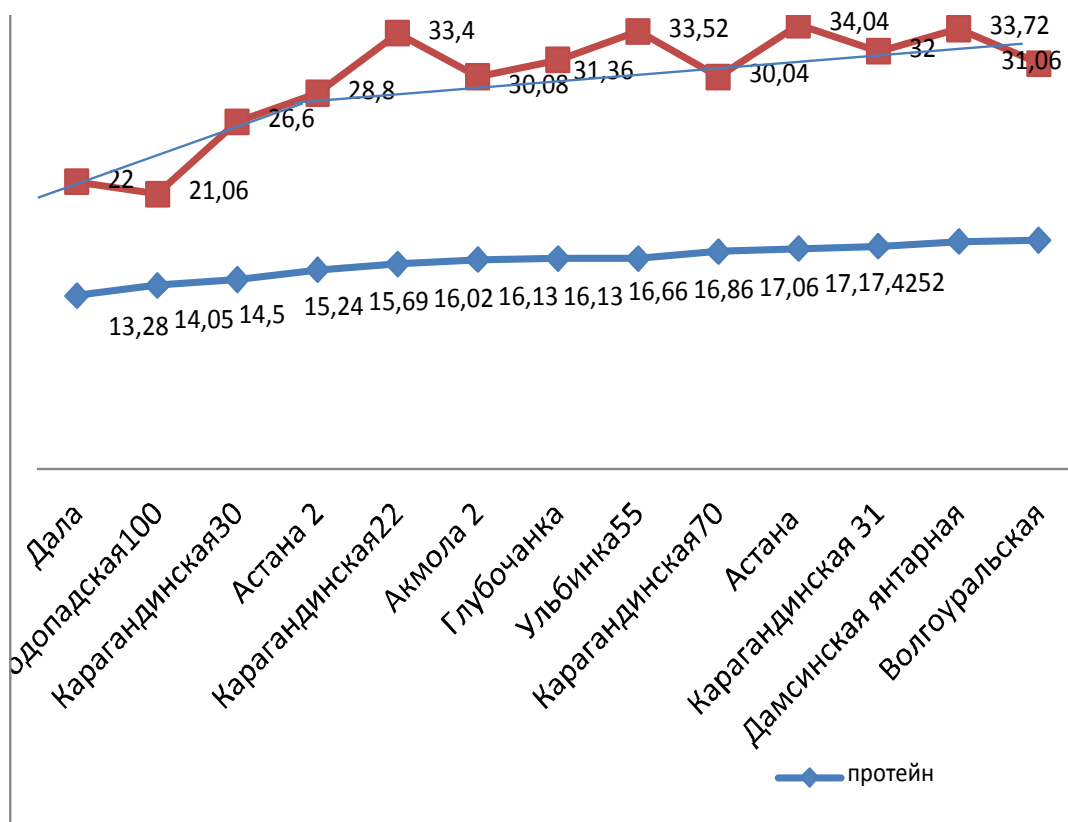
Кесте-1. **Қазақстанда аудандастырылған бидай сорттарының технологиялық және химиялық көрсеткіштері**

№	Өндіріушілер	Сұрыптары	Натурасы	Ылғалдылығы	Желімшесі	Шынылығы	Күлділігі	Протейн
1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	ТОО «Красноводопадская СХОС»	«Дала» бидай сорты	798	11,6	22,0	35	1,70	13,28
02	ТОО «Красноводопадская СХОС»	«Водопадская 100» бидай сорты	766	11,2	21,06	64	1,92	14,05
03	ТОО «ВКНИИСХ»	«Глубочанка» бидай сорты	734	12,1	31,36	10	1,89	16,13
04	ТОО «ВКНИИСХ»	«Ульбинка 55» бидай сорты	731	12,7	33,52	35	1,98	16,13
05	ТОО «Северо – Казахстанская СОС»	«Акмола 2» бидай сорты	763	13,5	30,8	46	1,78	16,02
06	ТОО «Северо – Казахстанская СОС»	«Дамсинская янтарная» бидай сорты	767	12,8	33,72	70	1,82	17,42
07	ТОО «Северо – Казахстанская СОС»	«Астана» бидай сорты	770	12,8	34,04	45	1,81	16,86
08	ТОО «Северо – Казахстанская СОС»	«Астана 2» бидай сорты	798	12,7	28,8	30	1,62	15,24
09	ТОО «Уральская СХОС»	«Волгоуральская» бидай сорты	785	11,6	31,06	20	2,10	17,52
10	ТОО «Карагандинский НИИРС»	«Карагандинская 70» бидай сорты	88	12,1	30,04	58	1,55	16,66
11	ТОО «Карагандинский НИИРС»	«Карагандинская 31» бидай сорты	788	13,0	32,0	45	1,42	17,06
12	ТОО «Карагандинский НИИРС»	«Карагандинская 22» бидай сорты	788	12,0	33,4	30	1,53	15,69
13	ТОО «Карагандинский НИИРС»	«Карагандинская 30» бидай сорты	799	12,8	26,6	40	1,43	14,50



Ескертпе: кестеде натураның 10 бірлігі 1 тең, протейн мен желімшенің 1 бірлігі 1 тең\*.

Сурет 1. Протейн мен желімше санының натурасына сәйкесік байланыс графигі



Сурет 2. Протейн мен желімше санының сәйкестік байланыс графигі

График қорытындысы бойынша, протейн мен желімшенің қатынасында сәйкестік барлығы анықталды.

Құрғақ клейковина табиғи қоспа болып табылады, сондықтан оны қоспа ретінде пайдалану мөлшерін белгілейтін шек қойылмаған. Әдетте құрғақ клейковинаны ұн өндірісі мен нан өнімдерін пісіруде пайдаланады. Сонымен қатар шет елдік және отандық баспаларда жарияланған мәліметтерде құрғақ клейковинаны басқа да ақуыз өнімдеріне қарағанда функционалдық қасиеттері көп екенін көрсетеді және сол үшін клейковинаны түрлі мақсатта қолдануға болады.

Бидай сорттарында потенциалдық өнімділік болуы керек, сонымен қатар бидайдың өнімділігін көтеру жолдарының бірі - жоғарғы өнімді сорттарды құрастырып, өндіріске енгізе отырып, олардың тиімді өндіру технологияларын жасау. Сондықтан қазіргі уақытта дүние жүзінде бағалы сорттарды алуға көп көңіл бөлуде және селекция әдістері мен тәсілдерін жақсартып, теориялық негіздерін жетілдіруде [4].

#### **Қорытынды**

- Бұл сынақтардан кейін аудандандастырылған бидай сұрыптарында натурамен басқа сапа көрсеткішпен сәйкестік жоқ тек күлділікте 780 жоғары натура артқан сайын күлділік төмендеді.
- Желімше мен протейнде сәйкестік бар бырақ 15% тен жоғары болғанда сәйкесті клейковина өсті.
- Күлділік пен басқа сапа көрсеткіштер арасында сәйкестілік жоқ.
- Бұл сынақтардан сапа көрсеткіші жақсы шығыны аз өнім алу үшін жақсы бидай сортын таңдаудың маңыздылығын және жалпы сынаққа математикалық талдау жасау сапалы сорты таңдауға болатынын көрсетті.
- «Дамсинская янтарная» бидай сорты барлық жағынан сапсы жақсы деп бағаланды.

#### **ӘДЕБИЕТТЕР**

1. Назарбаев Н.А. Казахстан - только вперед // Казахстанская правда.- 2005. -33-332 – 2 декабрь.
2. Демидова Э.Г., Мамыкина С.С., Дашкевич С.М., Бабкенов А.Т. Устойчивость формирования сильного зерна – критерий отбора в селекции на качество в засушливой степи Северного Казахстана // Зерно и зернопродукты. – 2006. - №1
3. Баймагамбетова К.К., Жанғазиева А.С., Новый сорт озимой мягкой пшеницы Алия. -Научно техникий сборник «Новости науки Казахстана» - Алматы. -2007 -выпуск 2(93)-С 130-132
4. Шабакон В.Е., Булеков Т.А. Батыс Қазақстанда аудандастырылған жаздық бидай сорттарынан алынған ұнның сапалық көрсеткіштерінің сипаттамасы // Орал ауыл шаруашылық тәжірибелік станциясының 100 жылдығына байланысты ұйымдастырылған «Актуальность направления развития сельскохозяйственного производства в современных тенденциях аграрной науки» аты халықаралық конференциясының ғылыми еңбектер жинағы / Орал ауыл шаруашылық тәжірибелік станциясы.-Орал, 2014. 132-137б.
5. Рсалиев Ш.С., Тилеубаева Ж.С., Рсалиев А.С., Агабаева А.Ч. Отбор ценных сортов зерновых культур среди зарубежного селекционного материала (методические подходы). // Современные проблемы защиты и каратина растений. Алматы: Алейрон 2005.

#### **REFERENCES**

1. Nazarbaev N.A. Kazakhstan – tol'ko bpered // Kazakhstanskaya Pravda.-2005. -33-332- 2 decabrya.
2. Demidova E.G., Mamykina C.C Dashkevich C.M.,Babkenov A.T. Ustroichivost formirovaniya sil'nogo zerna-kriterii otbora v selekctii na katchestvo v zasushivoi stepi Severnogo Kazakhstan// Zerno I Zernopodukti.-2006.-№1
3. Baimagametova K.K., Jangazieva A.S., Novy sort ozimoi myagkoi pshenici Aliya.-Naucno texniceskii sborki «Novosti nauki Kazakhstan» - Алматы. -2007 –vypusk 2(93)-C 130-132
4. Shabakov V.E., Bulekov T.A. Batys Kazakhstanda audandastyrylган jazdyk bidai sorttarynan alyngan unnyn sapalyk korsetkishterinin sipattamasy// Oral auyl Sharuashylyk tazhiriebelik stanciasiyanin 100 jyldygina bailanisti uiymdastyrylган «Aktual'nost' napravleniya razvitie sel'skoxozaistvennogo proizvodstva v sovremennix tendenciyaх agrarnoi nauki» аты халык аралык konferenciya synin gylymi enbektter jinagy / Oral auyl sharuashylyk tazhiriebelik stnsiciyasi.-Oral, 2014.132-137 b.
5. Rsaliev Sh.C., Tileubaeva Zh.S., Rsalieva A.S., Agabaeva A.H. Otbor cennyx soryov zernovyx kul'tor sredi zarubejnogo selegcionnogo material (metodiceskie podxody). // Sovremennie probleni zashiti I karatina rastenii. Almaty: Aleiron 2005.

Маудархан Ж., Тапишев М., Шабакөв Б., Утемисова А.

**Анализ качественных технологических показателей сортов яровой пшеницы районированных в Казахстане, и их значимость**

**Резюме.** В статье рассматривается экспортный потенциал районированной пшеницы 13 различных сортов выращенных в 2013 г. в Казахстане путем анализа технологических показателей повышения продуктивности и экономической эффективности.

**Ключевые слова:** Пшеница, сорт, клейковина, протеин, натура.

Maudarkhan Zh., Tapishev M., Shabakov B., Utemisova A.

**Analysis of qualitative technological indicators of spring wheat varieties zoned in Kazakhstan and their significance**

**Summary.** Export potential of district wheat of 13 different kinds farmed in 2013 year by means of technological characteristics of productivity improvement and economical efficiency is considered in this article.

**Key words:** wheat, kind, gluten, protein, nature.

ӘОЖ 531.1

**С.Б. Ерназарова, А.А. Қаныбекова**

(Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,  
Түркістан, Қазақстан Республикасы, [saltanat.ernazarova@iktu.kz](mailto:saltanat.ernazarova@iktu.kz))

### БЕЙСТАЦИОНАР ЖЫЛУ АЛМАСУ ПРОЦЕСІН ІШКІ ЖЫЛУ КӨЗДЕРІНІҢ ӘСЕРІН ЕСКЕРІП ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Күнделікті өмірде қоршаған ортада үздіксіз жүріп жататын бейстационар жылу алмасу құбылыстарын көптеп бақылауға болады. Олардың даму заңдылықтарын анықтау арқылы мұндай процестерді тиімді басқаруға, адам қажеттілігіне жаратуға болады. Мақала тұтас денеде орын алатын бейстационарлық жылу алмасу процесін ішкі жылу көздерінің әсерін ескеріп зерттеуге арналған.

**Кілт сөздер:** шекті элементтер әдісі, көлденең қимасы төртбұрышты, бейстационар жылу алмасу, температуралық өріс, ішкі жылу көздері.

Тұтас денедегі бейстационар жылу алмасу процесінің математикалық моделінде мынадай шекаралық шарттар тағайындалған.

Зерттеу аймағының жоғарғы горизонтал беті қоршаған ортаның ауасымен  $h \cdot (T - T_B(t_i))$  заңдылығы бойынша конвективті түрде жылу алмасады [1]. Бұл жерде  $h$  конвективтік жылу алмасу коэффициенті, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) (1 сурет).

Зерттеу аймағының табанындағы шекаралық шарт белгілі бір  $h$  тереңдікте топырақтың температурасы жыл бойы тұрақты  $T_h$  шамаға тең болады [1,7-9] деген тұжырым арқылы тағайындалады.

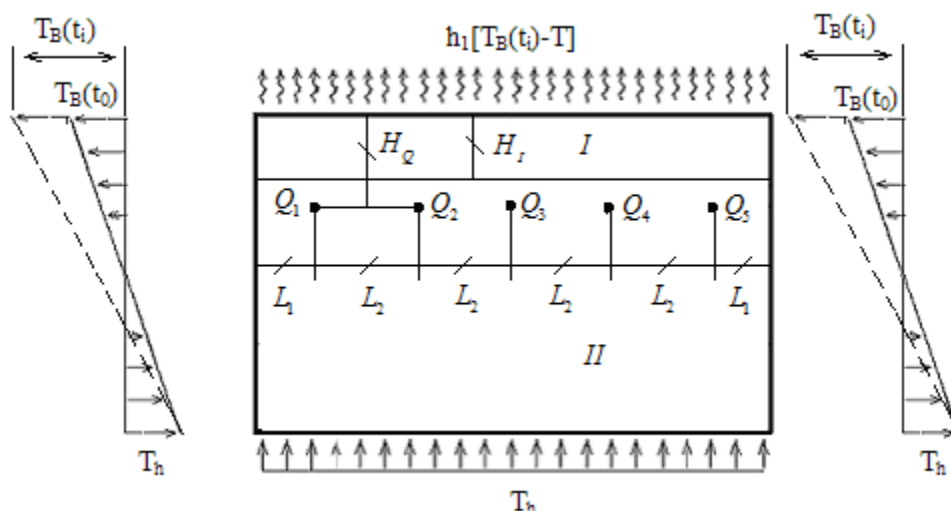
Есептеу схемасының вертикал қабырғаларындағы температураны жуықтап алғанда сызықтық заңдылықпен өзгереді деп қабылдауға болады. Ол жер бетінің  $T_B$  температурасы мен  $h$  тереңдіктегі температураның  $T_h$  мәніне дейін түзу сызықтық заңдылықпен өзгереді.

Тұтас дененің ішінде орналасқан нүктелік жылу көздерінің қуатының тиімді мөлшері сыртқы ауаның температурасына тәуелді және зерттеу жұмыстарының негізгі мақсаты осы байланысты функционалдық түрде анықтау.

Келтірілген математикалық моделді шекті элементтер әдісімен компьютерде жүзеге асыруда есептеу жұмыстары төмендегі ретпен орындалуы керек.

Алдымен сыртқы ауаның теріс таңбалы температурасының өзгеру диапазоны таңдалып, осы диапазонда кем дегенде үш есептеу мәндері тағайындалады. Содан кейін диапазонның алғашқы есептеу мәні үшін, мысалы,  $T_B = -5$  °С үшін нүктелік жылу көздерінің тиімді қуаты анықталады. Бұл шама жылу көздерінің орналасу тереңдігіне, олардың жалпы саны мен өзара қашықтығына байланысты өзгеріп отырады. Демек, жылу көздерінің  $Q_1 - Q_5$  қуаттарының тиімді мәндерін анықтау үшін бірнеше сандық эксперимент жүргізу қажет болады. Мысалы, жылу көздерінің  $Q_1 - Q_5$  қуаттарының жеткілікті мәндері деп зерттеу аймағының жоғарғы бөлігінде оң таңбалы температураның қалыптасуын қамтамасыз ететін мәндерді алайық. Олай болса, бұл шамалар нөлден бастап қажетті мөлшерге дейін сатылап өзгеріп отырады, басқаша айтқанда, есептеудің итерациялық процесі орын алады.





1-сурет. Математикалық модельдің есептеу схемасы

Шартты белгілеулер: I – жоғарғы қабат, II – төменгі қабат,  $T_B(t_0)$ ,  $T_B(t_i)$  – уақыттың бастапқы  $t_0$  және ағымдағы  $t_i$  сәттеріндегі сыртқы ауаның температурасы,  $T_h$  –  $h$  м тереңдіктегі табиғи температура,  $H_Q$  – нүктелік жылу көздері орналасқан қабаттың тереңдігі,  $H_I$  – жоғарғы қабаттың қалыңдығы,  $Q_1 - Q_5$  – жылу көздерінің қуаты,  $L_1, L_2$  – жылу көздерінің өзара орналасу қашықтықтары

Қарастырылып отырған бейстационар жылу алмасу процесі

$$K_{xx} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + K_{yy} \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + Q = \lambda \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

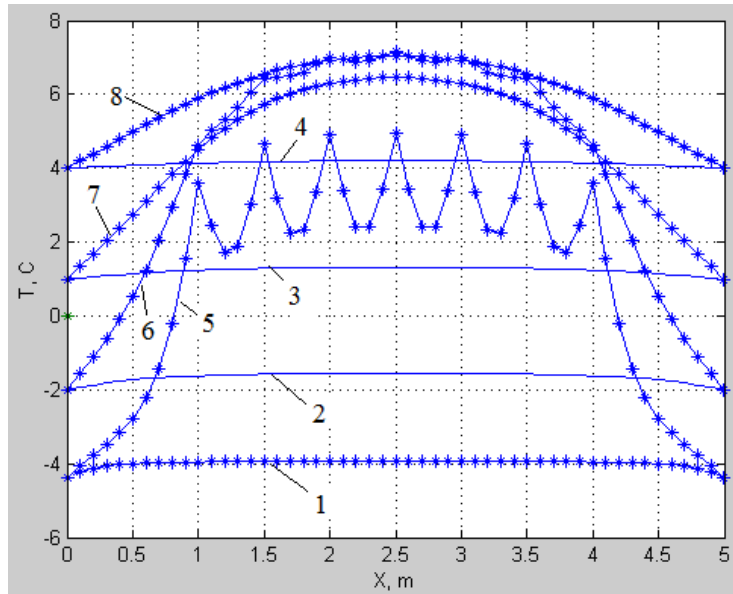
түріндегі математикалық физиканың [2,3] бейстационар жылуөткізгіштік теңдеуі арқылы сипатталады. Теңдеуді шекті элементтер әдісімен шешу үшін оның сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесі түріндегі келесі

$$\left( [K] + \frac{2}{\Delta t} [C] \right) \{T\}_1 = \left( [K] - \frac{2}{\Delta t} [C] \right) \{T\}_0 - 2\{F\}^* \quad (2)$$

аналогы алынады [1].

Уақыттың  $t$  сәтіндегі температураның бастапқы түйіндік  $\{T\}_0$  мәндері белгілі болса, онда олардың уақыттың  $t + \Delta t$  сәтіндегі мәндерін (2) 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. Демек, оны (2) теңдеуін шешу алдында есептеп қоюға болады.

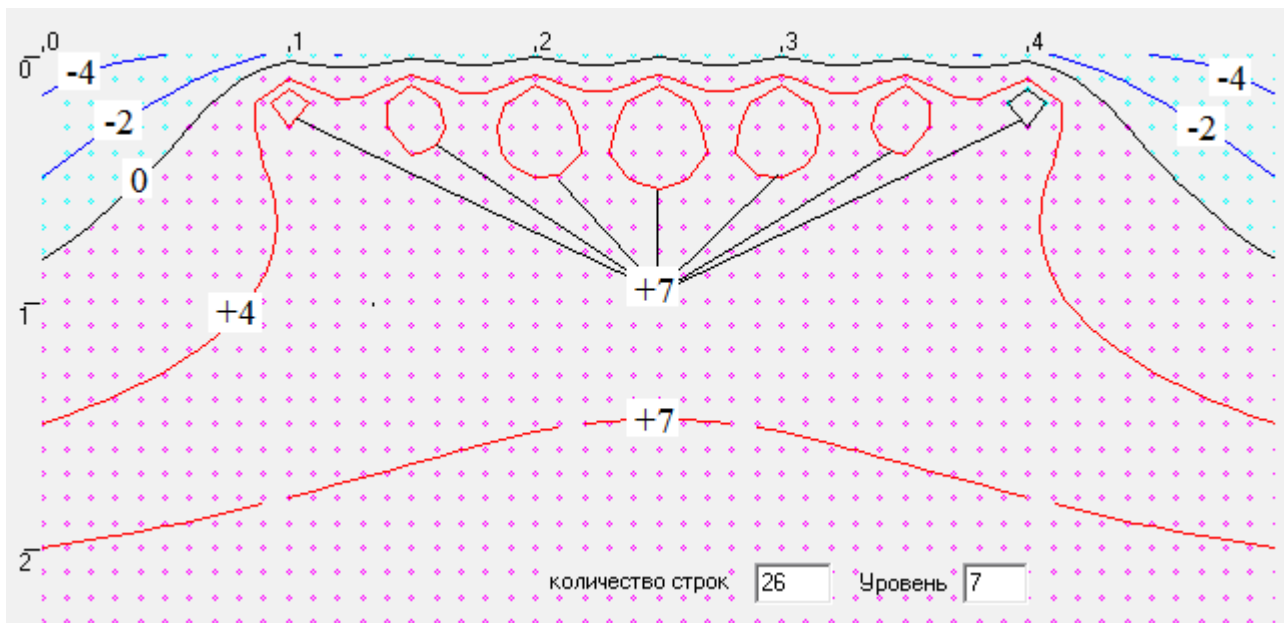
Келтірілген алгоритмды компьютерде жүзеге асыру үшін жоғары деңгейлі математикалық пакет MATLAB жүйесінде [4-6] есептеу программасы құрылған. Төменде есептеу нәтижелері графикалық түрде берілген және оларға қысқаша талдау жасалынған.



**2-сурет.** Тұтас денеде пайда болған температуралық өріс

Нәтижелердің бір тобы MATLAB жүйесінің графикалық мүмкіндіктерін пайдаланып жасалынған. Атап айтқанда, 2 суретте сыртқы ауаның температурасы  $-5^{\circ}\text{C}$  болған кезде ішкі жылу көзінің қуатын 40 КВт деңгейінде 4 сағат ұстаған кезде тұтас денеде пайда болатын температуралық өрістің деңгейі келтірілген. Суретте 1-4 графиктер арқылы жер бетінен 20 см, 40 см, 90 см және 140 см тереңдікте орналасқан горизонтал қабаттардағы температуралардың графиктері ішкі жылу көздері болмаған жағдайға арналған.

Келесі, 3 суретте сыртқы ауаның температурасы  $-5^{\circ}\text{C}$  болған кезде зерттеу аймағында ішкі жылу көздерінің әсерінен денеде қалыптасатын температуралық өрістің изотермалары келтірілген. Изотермалар DELPHI жүйесінде құрылған изотермалар сызуға арналған программа арқылы тұрғызылған. Изотермалардан қыздырғыш элементтердің қуатын 4, 6 және 9 сағат бойы 40 КВт, 60 КВт және 90 КВт деңгейінде сақталынған жағдайда, сыртқы ауаның температурасы  $-5^{\circ}\text{C}$  болғанның өзінде денедегі нөлдік деңгейдегі температураның жер бетіне өте жақын келетіні анықталды.



**3-сурет.** Ішкі жылу көзі әсерінен пайда болған температуралық өріс

Бұл графиктерден сыртқы ауаның температурасы шексіз ұзақ уақыт  $-5^{\circ}\text{C}$  деңгейінде сақталып тұрса (бұл кезде есеп стационар қойылымда шешілген), теріс таңбалы температураның 0.5 метр тереңдікке дейін жететінін көреміз. Келесі 5, 6, 7 және 8 графиктер 20 см, 40 см, 90 см және 140 см тереңдікте орналасқан горизонтал қабаттардағы температураларды көрсетеді. Демек, 20 см тереңдікте орналасқан қыздырғыш элементтердің қуатын 40 кВт деңгейінде 4 сағат сақталынса, 20 см тереңдіктің өзінде оң таңбалы температура қалыптасады.

Әрине, бір мақала аумағында қарастырылып отырған есептің барлық ерекшеліктерін көрсету қиынға соғады. Мысалы, қолданылған алгоритмнің тек теориялық негіздерімен толығырақ танысу үшін автордың осыған дейін жарық көрген [7-9] еңбектерімен танысу қажет.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М: Мир, 1979. – 392 с.
2. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М. 1965.
3. Лаврентьев М.А., Люстерник Л.А. Курс вариационного исчисления. М, 1950.
4. Мартынов Н.Н., Иванов А.П. MATLAB 5.X. Вычисления, визуализация, программирование. – М.:КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000.-336 с.
5. Говорухин В., Цибулин Б. Компьютер в математическом исследовании. СПб.: Питер, 2001, -624 с.
6. Коткин Г.Л., Черкасский В.С. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB: Учебное пособие/Новосиб. ун-т. Новосибирск, 2001. -173 с.
7. Каныбекова А.А., Дуйсебаев С.Н. /Об одном алгоритме решения задачи Коши методом конечных элементов/ II Международная конференция молодых ученых «Математическое моделирование фрактальных процессов, родственные проблемы анализа и информатики». Нальчик, 2012, с. 112-118.
8. Айтбаев К., Каныбекова А.А. Бейстационар жылуөткізгіштік есептерінің қойылымының ерекшеліктері //Вестник МКТУ им. А.Ясави, №4-5, Серия «Естественные науки». Туркестан, 2012. С. 59-65
9. Aitbaev K., Duysebaev S.N., Kanibekova A.A. Singularities of a temperature field in a road construction with an underground heat pipelin / International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume 85 No.1 2013, 129-140.

#### REFERENCES

1. Segerlind L. Primenenie metoda konechnyh elementov. M: Mir, 1979. – 392 s.
2. Elsgolch I.E. Differentsialnye upravleniya i variatsionnoye ischislenie. M. 1965.
3. Lavrentev M.A. Lusternik L.A. Kurs variatsionnogo ischisleniya. M. 1950
4. Martynov N.N., Ivanov A.P. MATLAB 5.X. Vychisleniya, vizualizatsiya, programmirovaniye. – M.:KUDICH-OBRAZ, 2000.-336 s.
5. Govoruhin V., Chibulin B. Komputer v matematicheskom issledovanii. SPb.: Piter, 2001, -624 s.
6. Kotkin G.L. Charkasskii V.S. Komputernoe modelirovaniye fizicheskikh prochessov s ispolzovaniem MATLAB: Uchebnoye posobie/Novosib. Un-t. Novosibirsk, 2001. -173s
7. Kanybekova A.A., Dusebaev S.N. / Ob odnom algoritme resheniya zadachi Koshi metodom konechnyh elementov/ II Mezhduranodnaya konferenchiya molodyh uchenyh “Matematicheskoe modelirovaniye fraktalnih prochessov, rodstvennyye problemy analiza i informatiki”. Nalchik, 2012, s. 112-118.
8. Aitbaev K., Kanyshbekova A.A. Beistachionar jyluotkizgishtik esepterinin koiylmynyn erekshelikteri // Vestnik MKTU im.A.Yassawi, №4-5, Seria “Estestvennyye nauki”. Turkestan, 2012. s. 59-65.
9. Aitbaev K., Duysebaev S.N., Kanibekova A.A. Singularities of a temperature field in a road construction with an underground heat pipelin / International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume 85 No.1 2013, 129-140.

Ерназарова С.Б., Каныбекова А.А.

#### **Исследование процесса нестационарного теплообмена с учетом влияния источников внутреннего тепла**

**Резюме.** В повседневной жизни можно наблюдать множество явлений нестационарного теплообмена, непрерывно происходящих в окружающей среде. Посредством определения законов их развития можно эффективно управлять и использовать эти процессы для нужд человечества. В статье проводится исследование процесса нестационарного теплообмена в сплошном плоском теле с учетом влияния внутренних источников тепла.

**Ключевые слова:** метод ограниченных элементов, прямоугольное поперечное сечение, нестационарный теплообмен, температурное поле, внутренние источники тепла.

Yernazarova S.B., Kanybekova A.A

**Research of process of non-stationary heat exchange taking into account influence of sources of internal heat**

**Abstract.** Daily it is possible to watch a great number of the phenomena of non-stationary heat exchange which are continuously occurring in environment. By means of definition of laws of their development it is possible to operate and use effectively these processes for needs of mankind. This article deals with the research of process of non-stationary heat exchange in a continuous flat body taking into account influence of internal sources of heat.

**Key words:** method of limited elements, rectangular cross section, non-stationary heat exchange, temperature field, internal sources of heat.

УДК 621.78.669.14.018.298

**С.А. Машеков, Б.Н. Абсадыков, А.Б. Алимбетов, Н.С. Сембаев**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА РОЛИКОВ ОТВОДЯЩЕГО РОЛЬГАНГА  
С ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКИ**

**Аннотация.** В работе приведена конструкция нового отводящего рольганга, содержащий непрерывные ряды секций с пустотелыми роликами. При этом каждый ролик отводящего рольганга снабжен индивидуальным вентилятором, корпус которой сделан в виде лопастей с углом атаки  $35 - 40^\circ$ , а лопатки – с изменяющимся поперечным сечением и углом атаки  $10 - 12^\circ$ .

Используя известную методику, определены момент и мощность привода роликов существующего рольганга. Произведен расчет характеристик вспомогательных вентиляторов нового отводящего рольганга, которые обеспечивают небольшой подъем или снижение массы полосы при прокатке.

**Ключевые слова:** отводящий рольганг, ролики, полоса, эквивалентные напряжений, эквивалентные деформаций, горячая прокатка, непрерывный стан.

**Введение**

Современное прокатное производство представляет собой сложный многодельный технологический процесс, каждое звено которого выдвигает свои специфические требования к электромеханическому оборудованию [1]. При этом, перспективным направлением модернизации прокатного оборудования являются достижение высокого качества продукции и снижение энергозатрат. Одним из направлений повышение качества листопрокатной продукции и снижение энергозатрат является усовершенствования конструкции отводящего рольганга непрерывного широкополосного стана (НШПС). Отводящий рольганг является оборудованием, входящим в комплектную установку прокатного стана, он работает в достаточно тяжелых условиях.

В работах [2,3] приводится конструкция известных отводящих рольгангов широкополосных станов. Данные отводящие рольганги широкополосных станов содержат непрерывные ряды секций снабженные вращающимися от двигателя постоянного или переменного тока сплошными роликами.

Однако известные отводящие рольганги широкополосных станов из-за высокого осевого момента инерции, склонности к дисбалансу из-за температурных деформации приводит к частому выходу из строя подшипников и электрических двигателей.

Авторы [3,4] предлагают новые конструкций отводящих рольгангов широкополосных прокатных станов, содержащий непрерывные ряды секций снабженные вращающимися от двигателя постоянного или переменного тока пустотелыми роликами.

Недостатком данных отводящих рольгангов широкополосных прокатных станов является, то что из-за непосредственного контакта транспортируемой полосы и роликов происходит неравномерный износ роликов. Неравномерный износ приводит к одновременному нахождению на рольганге роликов различных диаметров, что способствует нарушению соответствия скоростей полосы и рабочей поверхности роликов. Не соответствия этих скоростей из-за торможения проката на участках с большим износом бочки создает аварийную ситуацию, а большой износ рабочих поверхностей приводит к образованию поверхностных дефектов.

Многочисленными исследованиями [5,6,7] установлено, что повреждение нижней поверхности горячекатаных полос обусловлено главным образом трением их о ролики рольгангов стана. При этом вероятность образования продиров, рисок и других механических повреждений возрастает в случаях сильного износа поверхности роликов, неправильной их установки и заклинивания. Сказанное в полной мере относится также к тянущим и формирующим роликам моталок. На современных широкополосных станах для предупреждения повреждения горячекатаных полос о ролики отводящих рольгангов и повышения скорости транспортирования передних концов полос от последней клетки до моталок предусматривают следующие мероприятия: уменьшают расстояние между осями соседних роликов; повышают точность установки роликов в горизонтальной плоскости; применяют индивидуальный привод каждого ролика; обеспечивают плавное нарастание скорости вращения роликов по длине отводящего рольганга; повышают износостойкость роликов. Необходимым условием предупреждения повреждения поверхности горячекатаных полос является также поддержание высокого уровня технического состояния оборудования стана, которое предусматривает проведение осмотров линеек проводковой арматуры, роликов отводящего рольганга и других узлов при каждой перевалке, своевременную замену и ремонт отдельных деталей и узлов (в первую очередь транспортирующих роликов рольганга, межроликовых плит и др.).

Необходимо отметить, что ролики отводящего рольганга, является одним из массивных элементов, подвергается интенсивному износу и частым поломкам, что приводит к значительным отказам рольганга [8,9,10]. Лишь по причине износа бочек роликов отводящего рольганга НШПС – 1700 АО «АрселорМиттал Темиртау» в течение года выходит из строя порядка 280 – 330 роликов, что для рольганга НШПС – 1700 составляет до 80 % годового расхода роликов [11,12].

Интенсификация скоростей транспортирования, обеспечение высокого качества поверхности полос требуют от ролика повышенных эксплуатационных показателей, основными из которых являются [8,9,10]:

- минимальный осевой момент инерции;
- минимизация дисбаланса вследствие температурных деформаций при одностороннем нагреве;
- способность хорошо сопротивляться износу при трении.

Анализ многочисленных литератур свидетельствует о том, что существующие подходы к совершенствованию работы отводящих рольгангов не дают возможности резкого увеличения их работоспособности. На наш взгляд, качественное улучшение перемещения горячекатаных полосы можно достигнуть только с применением рольгангов принципиально новой конструкции, например с использованием принципа воздушной подушки в прокатном производстве.

Следовательно, обеспечение снижения износа роликов путем применение принципиально новой конструкции отводящего рольганга является актуальной задачей.

Нами разработана новая конструкция отводящего рольганга широкополосных прокатных станов [13], которая может быть использовано в прокатных цехах металлургических комбинатов для изготовления горячекатаных листов. По нашему мнению использования отводящего рольганга новой конструкции приведет к повышению качества получаемых горячекатаных полос, снижению материальных и энергетических затрат на транспортировку и охлаждение полос.

**Цель работы.** Путем применение принципиально новой конструкции отводящего рольганга обеспечение снижения износа роликов.

#### **Методика расчета мощности привода роликов нового отводящего рольганга**

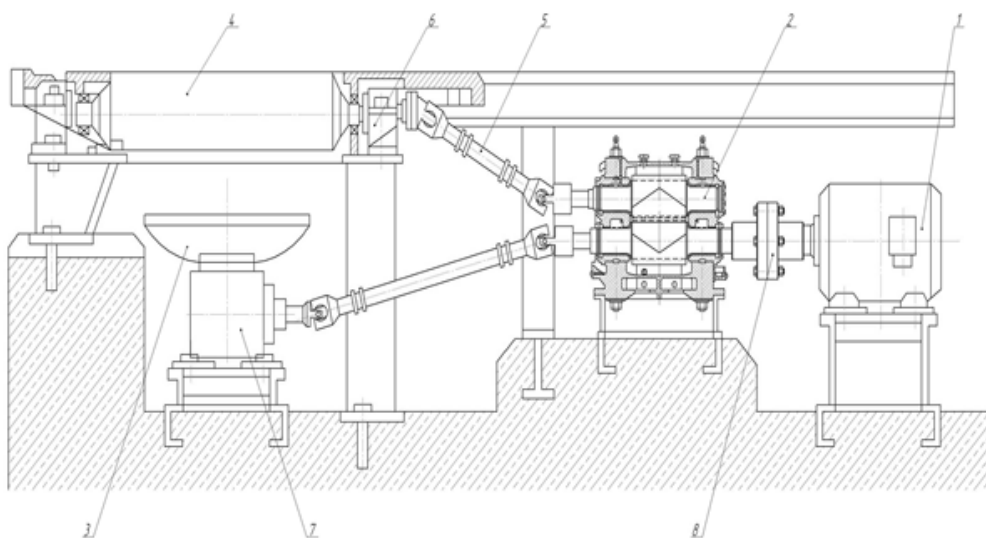
С целью уменьшения износа роликов отводящего рольганга нами разработан отводящий рольганг принципиально новой конструкции [13]. Данный отводящий рольганг широкополосного прокатного стана, содержит непрерывные ряды секций с пустотелыми роликами и индивидуальные приводы. При этом каждый ролик отводящего рольганга снабжен шестеренной клетью, индивидуальным вентилятором, при этом корпус вентилятора сделан в виде лопастей с углом атаки 35 – 40°, а лопасти – с изменяющимся поперечным сечением и углом атаки 10 – 12° (рисунок 1, где 1 – электродвигатель; 2 – шестеренная клеть; 3 – вентилятор высокого давления; 4 – пустотелый ролик; 5 – шпиндель; 6 – подшипниковая опора).

Транспортирование горячекатаных полос осуществляют следующим образом. Из трансформатора в электродвигатели 1 поступает постоянный или переменный ток. Электродвигатели вращают валы шестеренной клетки 2, а валы шестеренных клетки вращают пустотелые ролики 5, а также

лопатки вентилятора 3. Лопатки вентилятора вращаясь подсасывают воздух и направляют воздух с большим давлением на транспортируемую полосу.

Все это приводит к подъему листового проката в вертикальном направлении и снижению трения между полосой и роликами, а также передвижению полосы от последней клетки стана до моталки.

При угле атаки  $35 - 40^\circ$  корпуса вентилятора и  $10 - 12^\circ$  лопатки обеспечиваются наибольшие подъемные силы, действующие на прокатуемую полосу, а силы сопротивления воздуха будут наименьшим. При угле атаки меньше  $35^\circ$  корпуса вентилятора и меньше  $10^\circ$  лопатки подъемные силы, действующие на прокатуемую полосу будет наименьшим, а при угле атаки больше  $40^\circ$  корпуса вентилятора и больше  $12^\circ$  лопатки увеличиваются силы сопротивления воздуха и тем самым уменьшается подъемная сила, действующая на полосу.



**Рис. 1.** Отводящий рольганг новой конструкции

Ролики – самые ответственные детали отводящего рольганга. Давление, возникающая при транспортировке листов на отводящем рольганге, воспринимается роликами. Поэтому при конструировании и изготовлении роликов особое внимание уделяется их прочности и жесткости.

Основными параметрами рольгангов является: длина бочки роликов и шаг между роликами. С целью снижения массы рольганга и уменьшения мощности привода диаметр роликов целесообразно брать наименьшим, насколько позволяет прочность самого ролика. Длину бочки роликов принимают для рабочих рольгангов равной длине бочки валков, для транспортных рольгангов (отводящий) – на  $150 - 200$  мм больше ширины транспортируемой полосы.

Момент и мощность привода роликов рольганга определяем по известной методике с учетом трех факторов [14]:

а) момент сил трения в подшипниках при перемещении металла по рольгангу:

$$M_{mp} = (Q + nG)\mu_n \frac{d_n}{2}, \quad (1)$$

где  $Q$  – вес металла, приходящейся на один ролик (при индивидуальном приводе каждого ролика);  $G$  – вес самого ролика;  $n$  – количество роликов приводимых от одного электродвигателя (в нашем случае  $n = 1$ );  $\mu_n$  – коэффициент трения в подшипниках (для роликовых подшипников  $\mu_n = 0,005 \div 0,008$ , принимаем  $\mu_n = 0,006$ );  $d_n$  – диаметр трения в подшипниковых опорах ролика:

$$d_n = \frac{d_{нар} + d_{вн}}{2};$$

б) возможного буксования роликов по металлу при случайном упоре металла в препятствие, например в направляющие линейки, установленные по длине рольганга

$$M_{\text{бук}} = Q\mu_6 \frac{d}{2}, \quad (2)$$

где  $\mu_6$  – коэффициент трения ролика при буксовании (по горячему металлу  $\mu_6 = 0,3$ );  $d$  – диаметр бочки ролика,  $d = 0,3$  м.

Эти моменты составляют статическую (неизменяющую, постоянную при  $v = \text{const}$ ) нагрузку привода:

$$M_{\text{ст}} = M_{\text{тр}} + M_{\text{бук}}; \quad (3)$$

в) возможности транспортирования металла с ускорением, для чего к роликам необходимо приложить динамический момент

$$M_{\text{дин}} = J\varepsilon = J \frac{d\omega}{dt}, \text{ кН}\cdot\text{м}, \quad (4)$$

где  $\varepsilon$  – угловое ускорение вращающейся массы,  $1/\text{с}^2$  (рад/с);

$J$  – момент инерции масс  $t$ , вращающихся с ускорением:

$$J = J_p + J_m, \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (5)$$

Момент инерции для полого ролика определяем по формуле:

$$J_p = \frac{m_p}{2} (R_{\text{нар}}^2 + R_{\text{вн}}^2) = \frac{m_p}{2} \left( \frac{d^2}{4} + \frac{d_{\text{вн}}^2}{4} \right), \quad (6)$$

где  $m_p$  – масса вращающейся части ролика ( $m_p = 500$  кг).

Для приведения момента инерции поступательно движущегося металла к оси вращения ролика будем считать, что масса металла приложена в точке (по образующей) на окружности ролика. Тогда момент инерции находящегося на ролике металла равен:

$$J_m = \frac{m_m}{4} d^2, \text{ кг}\cdot\text{м}^2, \quad (7)$$

где  $m_m$  – масса металла, приходящаяся на один ролик.

Угловое ускорение роликов  $\varepsilon$  определим по формуле:

$$\varepsilon = \frac{j}{r} = \frac{2j}{d}, \text{ с}^{-2}, \quad (8)$$

где  $j = 0,15$  м/с<sup>2</sup> – ускорения поступательно движущего по роликам металла.

Для определения массы металла  $m_m$ , приходящейся на один ролик, поступаем следующим образом: наибольшая площадь поперечного сечения транспортируемой полосы определяем по формуле:

$$F = b \cdot h, \text{ м}^2.$$

Масса транспортируемого металла определим по формуле:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot F \cdot L, \quad (9)$$

где  $\rho = 78500$  кг/м<sup>3</sup> – плотность стали;  $L$  – длина транспортируемой полосы, м;  $m = 23000$  кг – масса полосы.

Из формулы (9) находим длину транспортируемой полосы по формуле

$$L = \frac{m}{\rho \cdot F}, \text{ м}.$$

При шаге между роликами  $t = 360$  мм количество опорных роликов будет равно:

$$n_{\text{он}} = \frac{L}{t}.$$

Имея 328 опорных роликов определяем искомую массу приходящейся на один ролик следующим образом:

$$m_m = \frac{m}{n_{\text{он}}}.$$

Мы получили, что на один ролик рольганга соответствует 70 кг от всей массы полосы.

Переходим к вычислению моментов сопротивлений.

По формуле (1) определим потери на трение в подшипниках при передвижении металла по рольгангу:

$$M_{mp} = q(m_m + n \cdot m_p) \cdot \mu_n \cdot \frac{d_n}{2}, \text{ Н}\cdot\text{м},$$

где  $d_i = \frac{d_i + d_{ai}}{2}$ , м;  $d_n = 0,18$  – наружный диаметр подшипника, м;  $d_{вн}$  – внутренний диаметр подшипника, м;  $q$  – ускорение силы тяжести.

Подставляя вместо  $Q$  ему равную величину  $m_m \cdot q$  по формуле (2) определяем  $M_{бук}$

$$M_{бук} = m_m \cdot q \cdot \mu_b \cdot \frac{d}{2}, \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

По формуле (3) определяем статическую нагрузку привода, а по формуле (7) определяем момент инерции транспортируемого металла.

Подставляя значения  $J_m$  в формулу (5) находим момент инерции масс, вращающихся с ускорением.

Имея момент инерции  $J$  определяем по формуле (4), а динамический момент, необходимый для транспортирования металла находим используя формулу

$$M_{дин} = J \cdot \varepsilon.$$

Суммируя найденные значения  $M_{ст}$  и  $M_{дин}$  находим момент привода  $n$  роликов рольганга.

Угловая скорость вращения роликов равна

$$\omega_p = \frac{2v}{d}, \text{ с}^{-1},$$

где  $v$  – окружная скорость роликов рольганга (принимая  $v = 18$  м/с).

Мощность, требующаяся для вращения роликов рольганга, определяем по формуле:

$$N_{рол} = M_{рол} \cdot \omega_p, \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя для привода роликов определяем по формуле:

$$N_{дв} = \frac{N_{рол}}{\eta}, \text{ кВт},$$

где  $\eta = 0,95$  – к.п.д. передачи от двигателя к ролику.

Частота вращения ролика определяем по формуле:

$$n_{рол} = \frac{30 \cdot \omega_p}{\pi}, \text{ об/мин}.$$

На роликах отводящего рольганга НШПС 1700 «АРСЕЛОРМИТТАЛ ТЕМИРТАУ» установлены электродвигатели постоянного тока ДП – 32С с мощностью 5,5 кВт, числом оборотов  $n = 1260$  об/мин.

Электродвигатель постоянного тока выбран для обеспечения регулировки частоты вращения роликов, следовательно и скорости транспортировки полосы. Конструктивно выбираем упругие муфты с тарообразной оболочкой.

Крутящий момент на валу электродвигателя определяем по формуле:

$$M_{дв} = 974 \frac{N_{дв}}{n_{дв}}, \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

По ГОСТ 20884-82 было выбрано следующие муфты с номинальным крутящим моментом  $M_{кр} = 80$  Н·м. Наружный диаметр  $D = 250$  мм;  $d = 50$  мм.

Расчетные данные привода роликов существующего отводящего рольганга приведены в таблице 1.



Таблица 1. Расчетные данные привода роликов известного отводящего рольганга

$J_p,$ кг·м <sup>2</sup>	$\varepsilon,$ с <sup>-2</sup>	$F,$ м <sup>2</sup>	$L,$ м	$n_{оп},$ шт	$m_m,$ кг	$M_{тр},$ Н·м	$d_p,$ м	$d_n,$ м	$d_{вн},$ м
9,53	1	0,0248	118,14	328	70	2,09	0,125	0,18	0,07
$M_{бук},$ Н·м	$M_{ст},$ Н·м	$J_m,$ кг·м <sup>2</sup>	$J,$ кг·м <sup>2</sup>	$M_{дин},$ Н·м	$M_{рол},$ Н·м	$\omega_p,$ с <sup>-1</sup>	$N_{рол},$ кВт	$n_{рол},$ об/мин	$M_{дв},$ Н·м
30	32,09	1,57	11,1	11,1	43,19	120	5,45	1146	42,52

Нами предложен отводящий рольганг принципиально новой конструкции. Как отмечено выше, данный отводящий рольганг широкополосного прокатного стана, содержит непрерывные ряды секций с пустотелыми роликами и индивидуальные приводы. При этом каждый ролик отводящего рольганга снабжен шестеренной клетью, индивидуальным вентилятором, при этом корпус вентилятора сделан в виде лопастей с углом атаки 35 – 40°, а лопасти – с изменяющимся поперечным сечением и углом атаки 10 – 12°.

Для реализации на практике отводящий рольганг новой конструкции необходимо рассчитать и обосновать рациональные температурные режимы его применения и определить оптимальные параметры его конструктивных элементов. Задача, в первую очередь, состоит в расчете характеристик вспомогательных вентиляторов, которые обеспечивают небольшой подъем или снижение массы полосы при прокатке.

Уравнение сил, действующих на горячекатаных полос вдоль горизонтальной оси можно записать в виде

$$mj = R - G = C_x (\alpha = 90^\circ) \rho v_b^2 F/2 - mg, \quad (10)$$

где  $j$  – ускорения поступательно движущего по роликам металла ( $j = 0,15 \text{ м/с}^2$ );  $m$  – масса полосы приходящейся на один ролик (70 кг);  $C_x(\alpha = 90^\circ)$  – коэффициент аэродинамического сопротивления прокатуемой полосы при угле  $\alpha = 90^\circ$ ;  $\rho$  – плотность воздуха ( $\rho \sim 1,15 \text{ кг/м}^3$ );  $F$  – характерная площадь полосы, приходящейся на один ролик рольганга ( $F \sim 0,0248 \text{ м}^2$ );  $v_b$  – скорость искусственного воздушного потока, создаваемая каждым вентилятором.

По мнению авторов работы [15,16] аэродинамическое сопротивление прямоугольного параллелепипеда, обтекаемого продольным потоком является в основном сопротивлением давления. Авторы данных работ считают, что в чистой форме этот вид сопротивления имеет место при обтекании плоской пластины, расположенной поперечно к потоку воздуха. Поэтому для плоской пластины рекомендуют принят коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x$  приблизительно равным или большим 0,9.

Используя уравнение (10) определили скорость искусственного воздушного потока каждого вентилятора по формуле:

$$v_b = \sqrt{\frac{m(j + g)}{C_x(\alpha = 90^\circ) \cdot \rho \cdot F}}. \quad (11)$$

Расчет по формуле (11) позволила установить, что для подъема прокатного листа каждый вентилятор должен развивать скорость воздушного потока равный  $\sim 150 \text{ м/с}$ .

Используя методику приведенной в работе [17] привели расчет осевого вентилятора. Расход, подачу, производительность вентилятора рассчитаем по формуле:

$$L_p = v_b \cdot F_n, \quad (12)$$

где  $F_n$  - площади нагнетательного отверстия, м<sup>2</sup>.

Для расчета величины  $F_n$  и расхода вентилятора внутренний диаметр корпуса вентилятора и скорость искусственного воздушного потока принели равным, соответственно,  $D_k = 1,0 \text{ м}$  и  $v_b = 50 \text{ м/с}$ . Тогда получена следующая величина расхода вентилятора:  $L_p = 141300 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Используя вычисленные значения расхода вентилятора и применяя номаграмму приведенной в работе [18] выбрали вентилятор высокого давления ВДП-56С 1000 со следующими характеристиками:  $L_p = 60000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $n = 1800 \text{ об/мин}$ ;  $p = 6000 \text{ Па}$ ;  $N = 60 \text{ кВт}$ .

Применение вентилятора высокого давления ВДП-56С 1000 будет создавать на каждом ролике и на нижнем поверхности горячекатаного листа усилие равный 150 Н, что приведет к уменьшению трения на поверхности контакта горячекатаной полосы с роликом. Уменьшение трения приведет к снижению износа роликов, а также будет способствовать повышению качества горячекатанных полос.

#### Выводы

1. Предложен и сконструирован новый по конструкции отводящий рольганг непрерывных станов;
2. Доказано, что при транспортировке полос на новом отводящем рольганге за счет значительного снижения давления металла на ролики уменьшается износ и поломка роликов, а также отказ роликов предлагаемого отводящего рольганга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Давильбеков Н.Х., Курапов Г.Г. Надежность работы механического оборудования листопркатных станов. Алматы: Изд-во КазНТУ имени К.И. Сатпаева, 2002. – 199 с.
2. Лукашкин Н. Д., Кохан Л. С., Якушев А. М. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов: учебник для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 327 с.
3. Технология прокатного производства / С.А. Машеков, И.И. Кузьминов, Л.А. Курмангалиева и др. // - Алматы: Тетраprint, 2007. 334 с.
4. Ескулов С.С. Разработка и внедрение методов повышения эффективности работы отводящих рольгангов непрерывных широкополосных станов. Дисс. канд. техн. наук. – Алматы: КазНТУ, 1995. 126 с.
5. Мазур В.Л., Добронравов А.И., Чернов П.П. Предупреждение дефектов листового проката. - Киев: Техника, 1986. 141 с.
6. Мазур В.Л., Ноговицын А.В. Теория и технология тонколистовой прокатки (численный анализ и технические приложения). – Днепропетровск: РВА «Дніпро-VAL», 2010. – 500 с.
7. Качество листа и режимы непрерывной прокатки/ П.И. Полухин, Д.Н. Заугольников, М.А. Тьльников и др. – Алма-Ата: Наука, 1974. – 400 с.
8. Куликов В.И., Ковалевич Е.В., Сульменев В.С., Бурмистров Г.Н. Особенности эксплуатации роликов чистовых рольгангов широкополосных станов горячей прокатки // Сталь. - 1980. №5. С. 400–401.
9. Куликов В.И., Ковалевич Е.В., Сульменев В.С. и др. Эксплуатационная стойкость роликов чистовых рольгангов широкополосных станов горячего проката. Труды ЦНИИТМАШ. - 1980. №160. С.48–56.
10. Давильбеков Н.Х. Повышение срока службы роликов отводящего рольганга листопркатных станов. – Алматы: Каз ПТИ, 1976. 117 с.
11. Давильбеков Н.Х., Курапов Г.Г., Ескулов С.С. Исследование работы отводящего рольганга стана 1700 Карметкомбината. // Сб. Металлургические машины и оборудование. - Алматы: КазНТУ. - 1994. - С. 23–28.
12. Давильбеков Н.Х., Курапов Г.Г., Клементьев В.А., Ескулов С.С., Сагымбаев А.С. Состояние отводящего рольганга непрерывного широкополосного стана 1700 горячей прокатки Карметкомбината // Сб. Вопросы исследования и эксплуатации металлургического оборудования. - Алматы, 1990. С. 33–37.
13. Патент РК № 27722. Отводящий рольганг широкополосных прокатных станов / Машеков С.А. Алимбетов А. Машекова А.С. и др. Опубл. 18.12.2013, бюл. №12. 3 с.: ил.
14. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных цехов черной и цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1976. 544 с.
15. Гухо В.Г. Аэродинамика автомобиля. – М.: Машиностроение, 1987. 420 с. Оригинал: Aerodynamik des Automobils, Vogel-Verlag, 1981. 2. web sites: .ru.
16. Иванов О.П., Мамченко В.О. Аэродинамика и вентиляторы. Учебник для вузов. Л.: Машиностроение, 1986.
17. Пятибрат . В. П. Упрощенные способы расчета нагнетателей: Метод. указания /. – 2-е изд., исправ. – Ухта : УГТУ, 2013. – 22 с.
18. [krokusvent.ru/Vysdav1.html](http://krokusvent.ru/Vysdav1.html)@.

REFERENCES

1. Davilbekov N.H., Kurapov G.G. Nadezhnost raboty mehanicheskogo oborudovaniya listoprokatnyih stanov. Almaty: Izd-vo KazNTU imeni K.I. Satpaeva, 2002. – 199 s.
2. Lukashkin N. D., Kohan L. S., Yakushev A. M. Konstruktsiya i raschet mashin i agregatov metallurgicheskikh zavodov: uchebnik dlya vuzov. M.: IKTs «Akademkniga», 2003. – 327 s.
3. Tehnologiya prokatnogo proizvodstva / S.A. Mashekov, I.I. Kuzminov, L.A. Kurmangalieva i dr. // - Almaty: Tetarrint, 2007. 334 s.
4. Eskulov S.S. Razrabotka i vnedrenie metodov povysheniya effektivnosti raboty otvodyaschih rolgangov nepreryivnyih shirokopolosnyih stanov. Diss. kand. tehn. nauk. – Almaty: KazNTU, 1995. 126 s.
5. Mazur V.L., Dobronravov A.I., Chernov P.P. Preduprezhdenie defektov listovogo prokata. - Kiev: Tehnika, 1986. 141 s.
6. Mazur V.L., Nogovitsyin A.V. Teoriya i tehnologiya tonkolistovoy prokatki (chislennyiy analiz i tehnichekkiye prilozheniya). – Dnepropetrovsk: RVA «DnIpro-VAL», 2010. – 500 s.
7. Kachestvo lista i rezhimy nepreryivnoy prokatki/ P.I. Poluhin, D.N. Zaugolnikov, M.A. Tyilnikov i dr. – Alma-Ata: Nauka, 1974. – 400 s.
8. Kulikov V.I., Kovalevich E.V., Sulmenev B.C., Burmistrov G.N. Osobennosti ekspluatatsii rolikov chistovyih rolgangov shirokopolosnyih stanov goryachey prokatki // Stal. - 1980. #5. S. 400–401.
9. Kulikov V.I., Kovalevich E.V., Sulmenev B.C. i dr. Ekspluatatsionnaya stoykost rolikov chistovyih rolgangov shirokopolosnyih stanov goryachego prokata. Trudy TsNIITMASH. - 1980. #160. S.48–56.
10. Davilbekov N.H. Povyshenie sroka sluzhby rolikov otvodyaschego rolganga listoprokatnyih stanov. – Almaty: Kaz PTI, 1976. 117 s.
11. Davilbekov N.H., Kurapov G.G., Eskulov S.S. Issledovanie raboty otvodyaschego rolganga stana 1700 Karmetkombinata. // Sb. Metallurgicheskie mashiny i oborudovanie. - Almaty: KazNTU. - 1994. - S. 23–28.
12. Davilbekov N.H., Kurapov G.G., Klementev V.A., Eskulov S.S., Sagyimbaev A.S. Sostoyanie otvodyaschego rolganga nepreryivnogo shirokopolosnogo stana 1700 goryachey prokatki Karmetkombinata // Sb. Voprosy issledovaniya i ekspluatatsii metallurgicheskogo oborudovaniya. - Almaty, 1990. S. 33–37.
13. Patent RK # 27722. Otvodyaschiy rolgang shirokopolosnyih prokatnyih stanov / Mashekov S.A. Alimbetov A. Mashekova A.S. i dr. Opubl. 18.12.2013, byul. #12. 3 s.: il.
14. Korolev A.A. Mehanicheskoe oborudovanie prokatnyih tsehov chernoy i tsvetnoy metallurgii. – M.: Metallurgiya, 1976. 544 s.
15. Guho V.G. Aerodinamika avtomobilya. – M.: Mashinostroenie, 1987. 420 s. Original: Aerodynamik des Automobils, Vogel-Verlag, 1981. 2. web sites: .ru.
16. Ivanov O.P., Mamchenko V.O. Aerodinamika i ventilyatoryi. Uchebnik dlya vuzov. L.: Mashinostroenie, 1986.
17. Pyatibrat . V. P. Uproschennyye sposoby rascheta nagnetateley: Metod. ukazaniya /. – 2-e izd., isprav. – Uhta : UGTU, 2013. – 22 s.
18. krokusvent.ru/Vysdavl.html@.

Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимбетов А.Б., Сембаев Н.С.

**Ауалы жастығы бар тасымалдаушы рольгангте орналасқан аунақшалар жетегінің қуатын есептеу**

**Түйіндеме.** Айтылымш жұмыста толассыз қатарларын қуыс шығыршықтармен – секция бар жаңа рольганг конструкциясы келтірген. Әрбір рольгангтың роликтері жеке вентилятормен жабдықталған оның қаңқасы күрекшелер ретінде жасалған, және бұрыштарының атылуы  $35 - 40^\circ$ , ал өзгермелі күрекшенің бұрыштарының атылуы  $10 - 12^\circ$ .

Мақалада белгілі әдістеме пайдаланылған, қолданыстағы рольгангта шығыршығының жетегінің қуаты және моменті есептелген. Жаңа рольгангтың қосалқы вентиляторының мінездемесі есептелген, олар илемдеуде шағын өрлеуді немесе тілкемнің массасын төмендетуге септігін тигізеді

**Түйін сөздер:** баламалы кернеулердің алып бар- рольганг, шығыршықтар, тілкем, деформациялардың баламалы, ыстық илемдеу, толассыз аяқ-басы.

Mashekov S.A., Absadyikov B.N., Alimbetov A.B., Sembaev N.S.

**Calculate the power roller drive collecting roller table of the hovercraft**

**Summary.** This paper presents the design of a new collecting roller table comprising a continuous series of sections with hollow rollers. In this case, each roller collecting roller table fitted with an individual fan housing is made in the form of blades with an angle of attack of  $35 - 40^\circ$ , and the blades - with varying cross-section and angle of attack of  $10 - 12^\circ$ .

In the article using known techniques to determine the moment and the drive power of the existing roller conveyor rollers. The calculation of the characteristics of the new auxiliary fans collecting roller table, which provide a slight increase or decrease in weight of the strip during rolling.

**Key words:** discharge roller, rollers, band, equivalent stress, equivalent strain, hot rolling, continuous mill.

Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимбетов А.Б., Сембаев Н.С.

**Расчет мощности привода роликов отводящего рольганга с воздушной подушки**

**Резюме.** В данной работе приведена конструкция нового отводящего рольганга, содержащая непрерывные ряды секций с пустотелыми роликами. При этом каждый ролик отводящего рольганга снабжен индивидуальным вентилятором, корпус которой сделан в виде лопастей с углом атаки  $35 - 40^\circ$ , а лопатки – с изменяющимся поперечным сечением и углом атаки  $10 - 12^\circ$ .

Используя известную методику, определены момент и мощность привода роликов существующего рольганга. Произведен расчет характеристик вспомогательных вентиляторов нового отводящего рольганга, которые обеспечивают небольшой подъем или снижение массы полосы при прокатке.

**Ключевые слова:** отводящий рольганг, ролики, полоса, эквивалентные напряжений, эквивалентные деформаций, горячая прокатка, непрерывный стан.

УДК 621.311.22:331.46

**Б.К. Балбекова, Ж.А. Рахешева, А.Г. Акимов, К.М. Шмидт, Д.Р. Ахметова, Т.Е. Насенов**

(Карагандинский научно-исследовательский институт промышленной безопасности филиал АО «Национальный научно-технический центр промышленной безопасности» Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан, Карагандинский государственный технический университет, Караганды, Республика Казахстан)

**МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ (ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТАЛИ)**

**Аннотация.** Вопросы безаварийной и безопасной эксплуатации теплоэнергоцентралей приобретают все большую актуальность в связи с высокой степенью износа основного оборудования. Рассмотрены проблемы работы теплоэлектроцентралей. Представлены литературные данные по авариям, произошедшим за последние пять лет по Карагандинской области, также представлены результаты проведенного производственно-технического мониторинга ТЭЦ-2 и ТЭЦ-ПВС.

**Ключевые слова:** промышленная безопасность, опасный производственный объект, аварии, риски, мониторинг, обследование технических устройств, теплоэнергетика, теплоэлектроцентраль.

Проблемы теплоэнергетики на сегодняшний день стоят на одном из первых мест в мире по значимости и сложности решения. Основными носителями тепла являются гидро- и тепловые электрические станции (ТЭС). Комбинированную выработку тепла и электроэнергии осуществляют на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ).

Тепловые электростанции имеют ряд преимуществ перед гидроэлектростанциями, во-первых, так как кроме электроэнергии они вырабатывают тепло, во-вторых, для них не нужны гигантские водохранилища, в-третьих, они являются относительно безопасными, так как даже при самой крупной и тяжелой аварии на ТЭС (ТЭЦ) ее масштабы ограничиваются частью территории самой станции, потери электроэнергии и тепла компенсируются подключением резервных объектов, а зона разрушений после разборки поврежденных конструкций может быть готова к новому строительству без каких-либо ограничений.

Тем не менее, в настоящее время предприятия теплоэнергетики испытывают существенные трудности в обеспечении безаварийной и безопасной их эксплуатации.

Основными направлениями в обеспечении и повышении безопасности ТЭЦ, относящихся к опасным производственным объектам, являются:

- диагностика состояния машин и механизмов на всех стадиях их жизненного цикла;
- определение рисков возникновения аварий и отказов;
- мониторинг состояния объектов и рисков при их эксплуатации.

В статье освещены основные проблемы теплоэлектроцентралей, представлен литературный обзор по авариям, произошедшим за последние пять лет на ТЭЦ Карагандинской области, а также

представлены результаты проведенного производственно-технического мониторинга Карагандинской ТЭЦ-2 и ТЭЦ-ПВС.

Наряду с общеизвестными всем проблемами ТЭЦ, такими как, экологические – высокие эмиссии загрязняющих веществ в окружающую среду; финансовые – повышенные затраты на ремонт, высокая стоимость реконструкции, отсутствие необходимых инвестиций, рост себестоимости производства тепла и электроэнергии; технические – пониженный уровень автоматизации управления технологическими процессами, высокая степень износа оборудования, проблемам промышленной безопасности эксплуатации ТЭЦ уделяется огромное внимание.

Целью государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности является обеспечение защиты жизненно важных интересов личности, общества и государства от аварий на опасных производственных объектах и их последствий.

Промышленная безопасность – это сложное комплексное понятие, которое включает в себя практически все аспекты, касающиеся деятельности предприятия (рисунок 1) [1].



Рис. 1. Комплексное обеспечение промышленной безопасности предприятия

Система обеспечения безопасности опасных производственных объектов, к которым относятся и ТЭЦ, состоит из трех этапов:

- анализа риска аварий;
- оценка риска;
- управление риском.

Наличие на объекте опасных веществ и экстремальных физических условий представляет опасности возникновения аварии. Авария происходит, когда под воздействием каких-либо причин эти опасности реализуются.

Все многообразие причин, вызывающие те или иные технологические нарушения в функционировании любого объекта можно разделить на три группы:

- 1) нарушения в оборудовании, сооружениях и конструкциях (дефекты, износ и старение, некачественный ремонт, некачественное строительство и монтаж, ошибки при проектировании);
- 2) ошибки эксплуатации (ошибочные действия персонала, неудовлетворительная организация, нарушение правил техники безопасности, нарушение трудовой дисциплины);
- 3) внешние события (экстремальные погодные условия, стихийные явления, воздействие других аварий, диверсии, прекращение подачи ресурсов, посторонние воздействия).

В Республике Казахстан действует 40 теплоэлектроцентралей, из них 7 приходится на Карагандинскую область. Из них, четыре ТЭЦ принадлежат ТОО «Казахмыс Энерджи» (Жезказганская, Балхашская, Карагандинская ТЭЦ-1, Карагандинская ТЭЦ-3), собственниками двух ТЭЦ является АО «АрселорМиттал Темиртау» (ТЭЦ-2, ТЭЦ-ПВС) и одна принадлежит ТОО «Шахтинск-теплоэнерго». В качестве топлива все они используют уголь (угольную пыль) и лишь ТЭЦ-ПВС угольную пыль в смеси с коксовым газом и мазутом.

Известно, что 33% теплоэлектроцентралей Казахстана эксплуатируются более 20-30 лет, 17 % – 30-40 лет и 20 % более 40 лет [2]. То есть, действующие теплоэлектроцентрали построены, в основном, в 60-80-е годы прошлого столетия.

Основными причинами (рисками) возникновения аварий, отказов и неполадок на теплоэлектроцентралях могут быть следующие [2]:

- физический и моральный износ котлов, паровых турбин и электротехнического оборудования;
- морально устаревшее оборудование, не обеспечивающееся запасными частями;
- неудовлетворительное состояние котельно-вспомогательного оборудования, отсутствие своевременных ремонтов в необходимом объеме;
- сжигание непроектного топлива, в том числе с начала ввода оборудования в эксплуатацию;
- неудовлетворительное состояние турбоустановок;
- коррозия и отсутствие лопаток последних ступеней турбины;
- недостаточное потребление тепла от турбоагрегатов, в том числе, работающих в режиме ухудшенного вакуума;
- неудовлетворительное состояние градирен;
- экологические ограничения производительности котлоагрегатов.

Обеспечение промышленной безопасности теплоэлектроцентралей возможно при решении соответствующих задач [2]:

- проведение полномасштабных ремонтов основного и вспомогательного оборудования;
- восстановление вспомогательных систем, включая системы оборотного водоснабжения;
- увеличение загрузки отборов турбин за счет оптимизации тепловой схемы ТЭЦ и за счет увеличения зоны централизованного теплоснабжения;
- использование пылеугольного метода сжигания угля;
- установка электрофильтров, рукавных фильтров и эмульгаторов с КПД 99,4-99,8 для снижения выбросов золы;
- мокрый, полусухой и сухой метод снижения выбросов для новых котельных установок;
- ступенчатое сжигание, низко эмиссионные горелки, СНК, СКВ с улавливанием 80-95 %.

Основной процент аварий большинства казахстанских теплоэлектроцентралей происходит из-за износа основных производственных фондов, т.е. износ оборудования превышает расчетный ресурс его работы.

Ниже представлены аварии, отказы и неполадки, произошедшие на ТЭЦ Карагандинской области за последние 5 лет (таблица 1).

**Таблица 1. Сведения об авариях, произошедших на теплоэлектроцентралях Карагандинской области**

Наименование ТЭЦ	Перечень аварий, отказов и неполадок	Характеристика аварий и неполадок
Карагандинская ТЭЦ-3	Обрушение кровли котельного цеха. 2012 г.	Произошло обрушение двух ферм перекрытия котельного цеха (над котлом № 6) и настила кровли из профлиста 0,7 мм между рядами Г-Д и осями 15-16. Площадь обрушения составила 468 м <sup>2</sup> .
	Короткое замыкание изоляторов ОРУ 110/220 кВ. 2013 г.	Полный сброс тепловой и электрической нагрузки ТЭЦ из-за короткого замыкания изоляторов ОРУ 110/220 кВ.
	Аварии на котельном оборудовании. 2013 г.	33 аварии котельного оборудования за отопительный сезон.
Балхашская ТЭЦ	Отказ 1 степени. 2013 г.	Снижение генерации БТЭЦ до 0 МВт с потерей собственных нужд. Из-за отсутствия потребителя пара, станция сбросила нагрузку до 0 МВт.
	Отказ 1 степени. 2013 г.	Полный сброс нагрузки электростанции без учета нагрузок отопительных котлов.
Жезказганская ТЭЦ	Электрический цех. Пожар трансформатора. 2010 г.	Разрушение изоляторов обмотки из-за динамического удара внутри бака трансформатора ст. № 5 привело к выбросу масла и последующему его возгоранию.
	Аварии на котельном оборудовании. 2013 г.	65 аварийных остановок котлов за отопительный сезон.

Для обеспечения эффективного экономического развития и экономической безопасности Республики Казахстан актуальным является проведение мониторинга состояния предприятий различных отраслей экономики, в том числе мониторинга промышленной безопасности опасных производственных объектов.

Законом Республики Казахстан «О гражданской защите» установлено, что мониторинг промышленной безопасности является одним из путей обеспечения промышленной безопасности опасных производственных объектов [3], следовательно, мониторинг и анализ риска аварий на такого рода объектах является составной частью управления промышленно-экологической безопасностью предприятия в целом.

Основными этапами проведения мониторинга являются:

- непосредственное обследование объекта;
- сбор информации по предмету мониторинга;
- системный анализ полученной информации (правового, технологического, производственно-технического, финансового, экономического, экологического состояния);
- оценка эффективности управления объектами мониторинга;
- прогноз влияния деятельности объектов мониторинга на развитие экономики отрасли, региона и республики в целом;
- выработка рекомендаций по результатам обследования и анализа, направленных на повышение эффективности деятельности, предупреждение и преодоление негативных процессов.

В 2013 году КарНИИПБ провел мониторинг технического состояния оборудования двух теплоэлектроцентралей ТЭЦ-2 и ТЭЦ-ПВС. Поскольку данные теплоэлектроцентрали были введены в эксплуатацию в период с 1970-го по 1982-ой годы, особо актуальными становятся требования к контролю и диагностированию состояния металла основных элементов теплосилового оборудования и энергоустановок с целью обеспечения их надежной и безопасной эксплуатации.

Основным назначением ТЭЦ-2 является производство, преобразование, распределение и отпуск электрической энергии и тепла потребителям, с соблюдением заданных условий энергоснабжения, а ТЭЦ-ПВС - обеспечение цехов комбината электроэнергией, теплоэнергией, доменным дутьем и химически очищенной водой.

Энергетический комплекс ТЭЦ-2 включает 6 котлов и 4 турбогенератора общей установленной электрической мощностью 435 МВт и тепловой мощностью 1240 Гкал. В настоящее время располагаемая электрическая мощность станции – 370 МВт, тепловая – 1020 Гкал. В цехах ТЭЦ-ПВС установлено 8 энергетических котлоагрегатов и 4 турбогенератора. Установленная электрическая мощность ТЭЦ-ПВС - 132 МВт, располагаемая - 72 МВт.

В связи с тем, что основное оборудование теплоэлектроцентралей уже длительное время находится в эксплуатации, все основные элементы котлов, турбин и паропроводов наработали значительное количество часов в условиях высоких температур и давлений. Поэтому в ходе обследования ТЭЦ-2 и ТЭЦ-ПВС особое внимание было уделено изучению сведений о количестве часов наработки и парковом ресурсе основного оборудования.

В результате обследования технического состояния котлоагрегатов ТЭЦ-2 было установлено, что большая их часть выработала свой парковый ресурс. На котлах, достигших паркового ресурса, в первую очередь речь идет о таких ответственных элементах котла, как барабан котла, коллектора и пароперепускные трубы выходных ступеней пароперегревателя, паросборная камера и паропроводы в пределах котла. Особое внимание также уделяется гибам необогреваемых элементов котлоагрегатов (гибы не обогреваемых водоопускных труб в пределах котла).

Анализ данных по турбинам, общестанционным паропроводам и напорно-питательным трубопроводам показал, что на электростанции на сегодняшний день скопились большие объемы работ по контролю за состоянием металла элементов теплоэнергетического оборудования. Продление часов наработки элементов оборудования, выработавшего свой парковый ресурс, достигло предела.

Аналогичная ситуация наблюдалась и на ТЭЦ-ПВС. Разница лишь в том, что турбокомпрессоры, паропроводы и трубопроводы в основном не выработали свой парковый ресурс и есть определённый запас, а те элементы, у которых ресурс выработан, либо заменены, либо их парковый ресурс продлён.

Для поддержания на достаточном уровне работоспособности основного оборудования на ТЭЦ-2 и ТЭЦ-ПВС составляются графики проведения текущих и капитальных ремонтов, сроки которых строго соблюдаются. Но количество средств, необходимых на проведение подобных ремонтов с каждым годом растет, так как физический износ оборудования увеличивается. Кроме того, в условиях выхода основного теплосилового оборудования по часам наработки на парковый ресурс, увеличение срока межремонтного периода отрицательно сказывается на уровне надежности, эксплуатационной экономической эффективности и, конечно же, безопасной эксплуатации основного теплосилового оборудования теплоэлектроцентралей.

На основании анализа общего состояния как ТЭЦ-2, так и ТЭЦ-ПВС необходимо отметить, что основные производственные здания, сооружения и основное технологическое оборудование (котлы, турбогенераторы) находятся в эксплуатации около 40 лет и имеют значительный износ. Технология производства электроэнергии и тепла все эти годы оставалась прежней.

По результатам проведенного мониторинга технического состояния оборудования двух теплоэлектроцентралей можно сделать следующие выводы:

- технико-экономические показатели станций поддерживаются на требуемом уровне с помощью ремонтов и продления паркового ресурса основного оборудования;
- наработка основного оборудования с каждым годом увеличивается, а его физическое состояние соответственно ухудшается;
- с каждым годом затраты на поддержание основного оборудования в рабочем состоянии будут постоянно увеличиваться.

Так как продление паркового ресурса не может проводиться бесконечно, необходимо продумать вопрос модернизации изношенного оборудования.

Таким образом, в результате проведенного анализа по проблемам эксплуатации теплоэлектроцентралей и авариям, происходящих на ТЭЦ можно констатировать, что для теплоэлектроцентралей, являющихся опасными производственными объектами понятие безопасности



(промышленной, экологической и т.д.) было и остается ключевым. Своевременное проведение оценки технического состояния, срока службы, качества технического обслуживания и текущих ремонтов позволит оценить и принять меры по модернизации, реконструкции оборудования или его замене на новое, что обеспечит в полной мере надежность и безопасность эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лещенко В.В. «Управление рисками, контроль и мониторинг», Научно-производ-ственный союз промышленной безопасности. URL: [http://www.federalbook.ru/files/Reestr/ Company/FS/FS-26/FS%2026-50.pdf](http://www.federalbook.ru/files/Reestr/Company/FS/FS-26/FS%2026-50.pdf) (дата обращения 19.12.2014 г.).
2. Состояние и перспективы развития централизованного теплоснабжения в Казахстане. АО «Институт «КазНИПИЭнергопром», Астана, 2013 г. URL: <http://www.knep.kz/> (дата обращения: 03.02.2015).
3. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите».

#### REFERENCES

1. Lecshenko V.V. «Risk management, control and monitoring», Research and production union in industrial safety. URL: <http://www.federalbook.ru/files/Reestr/Company/FS/FS-26/FS%-2026-50.pdf> (the date of address 19.12.2014).
2. State and prospects of the centralized heat supply development in Kazakhstan. JSC «Institute KazNPIEnergoprom», Astana, 2013. URL: <http://www.knep.kz/> (the date of address 03.02.2015).
3. The law of the Republic of Kazakhstan «About civil protection».

Балбекова Б.К., Рахисева Ж.А., Акимов А.Г., Шмидт К.М., Ахметова Д.Р., Насенов Т.Е.

#### **Жылуэнергетикалық (жылу электр орталық) өнеркәсіп қауіпсіздігінің мониторинги**

**Түіндеме.** Осы мақалада жылу электр орталық қанаушылықтың мәселелері және бес жыл ішінде Қарағанды облысының ЖЭО-да болған апаттары бойынша әдеби берілімдер анализінің нәтижелері ұсынылған. Жылу электр орталығындағы өнеркәсіп қауіпсіздігін қамсыздандыру бойынша сұрақтарға көп көңіл берліген. Жылу электр орталығындағы бас тарту мен кемшіліктердің және апаттың пайда болуының негізі себептері атап атылған. № Қарағандының ЖЭО-2 мен ЖЭО-БАС жабдықтардың техникалық жағдайы бойынша өткізілген мониторингтің нәтижелері ұсынылған.

**Түйін сөздер:** өнеркәсіп қауіпсіздік, қауіпті өндірістік насан, апаттар, тәуекел, мониторинг, техникалық құрылымдарды зерттеу, жылуэнергетика, жылу электр орталығы.

Балбекова Б.К., Рахисева Ж.А., Акимов А.Г., Шмидт К.М., Ахметова Д.Р., Насенов Т.Е.

#### **Мониторинг промышленной безопасности предприятий теплоэнергетики (теплоэлектроцентрали)**

**Резюме.** В статье представлены результаты анализа литературных данных по проблемам эксплуатации теплоэлектроцентралей и авариям, произошедшим на ТЭЦ Карагандинской области за пять лет. Уделено внимание вопросам обеспечения промышленной безопасности на теплоэлектроцентралях. Перечислены основные причины (риски) возникновения аварий, отказов и неполадок на теплоэлектроцентралях. Представлены результаты проведенного мониторинга технического состояния оборудования Карагандинской ТЭЦ-2 и ТЭЦ-ПВС.

**Ключевые слова:** промышленная безопасность, опасный производственный объект, аварии, риски, мониторинг, обследование технических устройств, теплоэнергетика, теплоэлектроцентраль.

Balbekova B.K., Rahisheva Zh.A., Akimov A.G., Shmidt K.M., D.R.Akhmetova, T.E.Nassenov

#### **Industrial safety monitoring of heat and power enterprises (thermal power plant)**

**Summary.** In the present article are given the results of the literary data analysis on the problems of combined heat and power plants operation and accidents which happened at TPP (Thermal Power Plant) of the Karaganda region in five years. The attention is paid to questions of ensuring industrial safety on central heating stations. The main reasons (risks) are listed for emergence of accidents, refusals and malfunctions at central heating stations. Results are presented in the carried-out monitoring of technical condition of TPP-2 and TPP-SBS (Thermal Power Plant –Steam blast Station) equipment in Karaganda.

**Key words:** industrial safety, hazardous production facility, accidents, risks, monitoring, inspection of technical devices, heat and power, central heating stations.

УДК 655.753 (075)

**Ш.К. Сакабекова, Е. Мырзаханов**

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

## **НОРМЫ РАСХОДОВАНИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ПЕЧАТИ**

**Аннотация.** В данной статье дан анализ современного состояния норм расходования полиграфических материалов. Разработаны системы нормирования расхода материалов в печатном процессе тампонного и трафаретного способа печати опытным методом. Опытный метод разработки норм расхода материалов заключается в определении затрат материалов, необходимых для производства изделий. Разработаны рекомендации по использованию норм расходования материалов. При стабильных организационно-технических условиях производства нормы расходования материалов длительное время могут не пересматриваться. При совершенствовании техники и технологии полиграфического производства наблюдается тенденция к снижению нормы за счет уменьшения величины ее составляющих.

**Ключевые слова:** нормы расходов полиграфических материалов, полиграфическое производство, тампонный способ печати, трафаретный способ печати.

Полиграфическое производство характеризуется большим разнообразием выпускаемой продукции и применяемыми технологиями ее изготовления. На предприятиях первостепенное значение имеет повышение эффективности использования основных материалов, так как эти затраты в структуре себестоимости продукции составляют более 80% и даже незначительное сокращение их при производстве каждой единицы продукции в целом по предприятию дает значительный эффект. Поэтому большое внимание уделяется сокращению отходов материалов, уменьшению норм расхода материалов. Нормирование позволяет не только планировать показатели выработки производственных участков, но и влиять на них через мотивацию персонала, не только фиксировать показатели расхода материалов на выполнение операций, но и вырабатывать решения, позволяющие снижать такой расход и себестоимость [1].

Для успешной деятельности полиграфических предприятий необходимо наличие нормативов для решения различных производственных и экономических задач. Нормирование полиграфической отрасли происходит, но очень медленными темпами, хотя методики подходят общеизвестные и опробованы на офсетном способе печати. Процесс нормирования отрасли – огромная работа и она будет реализована только тогда, когда будет подтверждена ее целесообразность в международном масштабе, однако процессу внедрения нормирования препятствует отсутствие контрольно-измерительных устройств, встроенных в печатную машину [2].

В последнее время увеличился интерес к нетрадиционным видам печати. И это вполне закономерно, спрос на представительскую продукцию, в которой нашли свое применение специальные способы печати, только возрастает. Такие виды воспроизведения изображения, как тампонная, трафаретная печати выходят на первые позиции по рентабельности. Затраты на приобретение оборудования, техническое обслуживание и обучение в кратчайшие сроки окупаются, а технический уровень персонала может быть не так высок. Сферы применения специальных видов печати достаточно разнообразны, при нанесении многокрасочных логотипов на зажигалки, ручки, пепельницы, часы, ткани, металлы, стекло и другую рекламно-сувенирную продукцию [3,4].

Нормирование должно быть направлено на эффективное использование материалов, поэтому должны быть прогрессивным и технически обоснованным. Это означает, что предлагаемые нормы должны отражать передовой опыт работников полиграфических предприятий, обеспечивающих экономное расходование материалов, и устанавливаться расчетно-аналитическим методом. Завышение норм расходования материалов приводит к образованию сверхнормативных производственных запасов и, как следствие этого, к ухудшению использования оборотных средств предприятия. С другой стороны, необоснованное занижение норм расходования материальных ресурсов может привести к ухудшению качества выпускаемой продукции, к потере ее конкурентоспособности.

Разработанные нормы расходования материалов на полиграфических предприятиях. Охватывают материальные ресурсы, используемые в основном, вспомогательном производстве и сфере обслуживания, и носят характер общепромышленных, специфицированных, долгосрочных.

Нами предпринимается попытка определения расхода полиграфических материалов на печать футболок с форматом логотипа 220x280 мм, красочностью 3+0, тиражом 1000 штук трафаретным способом печати на оборудовании карусельного типа (модель Sportsman E), с этой целью произведена фотография затрат материалов методом наблюдением и мониторинга производственного процесса трафаретного способа печати. Определены количество затраченных материалов. Для печати трафаретным способом печати используются пластизольные трафаретные краски серии 45781

**Таблица 1. Нормы расхода материалов в печатном процессе трафаретной печати на полуавтомат**

материал	Назначение	Установленные нормы расхода		Теоретический расход	
		Учетная единица	Кол-во	Учетная единица	Кол-во
Краска: 100% красочность	Для печати логотипа, готовые смесевые краски	1000 кр/отт ф.60x90	13500г	1000 кр/отт ф.60x90	9288г
разбавитель: TPV	Для контроля правильной степени вязкости	1000 кр/отт ф.60x90	1350мл	1000 кр/отт ф.60x90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
замедлитель: SV5	Для контроля вязкости	1000 кр/отт ф.60x90	1350мл	1000 кр/отт ф.60x90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
отвердитель: H1, GLH	Для достижения устойчивости	1000 кр/отт ф.60x90	1350мл	1000 кр/отт ф.60x90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств

Пример расчета расхода краски по предлагаемым нормам:

Учетная единица – кр/отт. форматом 60x90 см.

Формат расчетного издания(изделие) 22x28 см.

Коэффициент приведения формата 22x28 равен 0,11407. Норма расхода краски 13500 г на учетную единицу, следовательно, на формат 22x28 расход составляет 1539,95г.

Для расчета теоретического расхода краски были использованы нормы итальянской фирмой Saati Print [6]. Можно определить теоретический объем краски г/м<sup>2</sup>, при этом учитывать красочность, номер сетки для печати на текстиле, количество нитей (120см) на данную сетку (см.таблицу 2).

На 1м<sup>2</sup> приходится 17,2г краски. Тогда на размер логотипа 22x28см или 61,6м<sup>2</sup> на 1000 изделий составляет 1059,52г, а на 1 изделие 1,06г. На формат 60x90см, 1000 изделий, количество краски составит 9288г - это значение меньше чем при практическом расчете.

**Таблица 2. Теоретический объем краски для печати на текстиле**

Номер ткани, см	Количество красок	Открытая поверхность, %	Толщина сетки, мкм	Теоретический объем краски г/м <sup>2</sup>
73	одна	29	92	27
120	полноцвет	35	49	17,2

\*Выборочная информация из «Технических данных SAATI PRINT»

## • Технические науки

Следующее предлагается попытка разработки нормы расхода материалов, используемые в печатном процессе тампонного способа печати ручек с форматом логотипа 35x5 мм, красочностью 1+0, тиражом 1000 штук тампонным способом печати на станке тампонной печати (Inkprint eazy 160 тампопечатная электропневматическая машина производства Comec Italia) с закрытой красочной системой, представлены в таблице 3. Для печати тампонным способом печати используются краски серии Tampastar TPR.

Таблица 3. Нормы расхода материалов в печатном процессе тампонной печати

материал	Назначение	Установленные нормы расхода		Теоретический расход	
		Учетная единица	Кол-во	Учетная единица	Кол-во
Краска TPR №3803 980 (чёрный)	Для печати логотипа, готовые смесевые краски	1000 кр/отт ф.60x90	123428,57 г	1000 кр/отт ф.60x90	–
разбавитель: TPV	Для контроля правильной степени вязкости	1000 кр/отт ф.60x90	12342мл	1000 кр/отт ф.60x90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
замедлитель: SV5	Для контроля вязкости	1000 кр/отт ф.60x90	12342мл	1000 кр/отт ф.60x90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств
отвердитель: H1, GLH	Для достижения устойчивости	1000 кр/отт ф.60x90	12342мл	1000 кр/отт ф.60x90	10% от кол-ва краски в зависимости от свойств

Пример расчета расхода краски по предлагаемым нормам:

Учетная единица – кр/отт. форматом 60x90 см.

Расчетный формат издания 3,5x0,5 см.

Коэффициент приведения формата 3,5x0,5 к учетной единице составляет 0,000324. Норма расхода краски на учетную единицу выходит 123428,57 г. Следовательно, на формат 3,5x0,5 расход краски составляет 39,99г.

Нормирование расхода материалов проводится с целью установления их планового количества, необходимого для изготовления изделий и обеспечения наиболее рационального и эффективного использования сырья и материалов в производстве. Нормированию подлежат все виды сырья и материалов. Норма расхода – максимально допустимое количество материала, которое необходимо и достаточно для изготовления учетной единицы продукции заданного качества при определенных организационно-технических условиях [5].

Таким образом, можно отметить, что на производстве нормы могут не соответствовать значениям, приведенным в нашей статье, т.к. нормирование зависит от используемой техники и технологии, при стабильных организационно-технических условиях производства нормы расходования материалов длительное время могут не пересматриваться. Применение новых технологий и новых видов техники, а также освоение новых видов выпускаемой продукции и применение новых материалов в полиграфическом производстве приводит к необходимости разработки новых норм расходования материалов. Полиграфические предприятия могут самостоятельно проводить работы по нормированию и устанавливать местные нормы расхода материалов.

Разработка нормативных материалов, отвечающих современному состоянию техники и технологии полиграфического производства, являются необходимым условием эффективной деятельности предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Михаил Рихирев, Евгения Нагель. 10 шагов нормирования технологических операций // Электронная версия на сайте [http:// www.ukr-print.net](http://www.ukr-print.net)
- 2 Семенов А.П. Нормирование расходных материалов // Электронная версия на сайте [http:// www.poligraf-ksu](http://www.poligraf-ksu)
- 3 Воробьев К.В. Воронина Е.В. Руководство по трафаретной печати. –Санкт-Петербург: Итрако, 1999. – 95 с.
- 4 Сорокин Б.А. Тампонная печать. – М.: МГУП, 2001. – 90 с.
- 5 Нормы расходования материалов на полиграфических предприятиях. –М.: Книжная палата, 1987. – 295 с.
- 6 Нормы расходования материалов итальянской фирма Saati Print, 2009 г.

REFERENCES

- 1 Michael Rihirev, Eugene Nagel. 10-step shagov normirovania tehnologicheskikh // electronnaya versia na saite [http:// www.ukr-print.net](http://www.ukr-print.net)
- 2 Semenov A.P. Normirovanie rashodnyh materialov // Electronnaya versia na saite [http:// www.poligraf-ksu](http://www.poligraf-ksu)
- 3 Vorobyov K.V., Voronina E.V. Rukovodsvo po trafaretnoi pechati. -Sankt Petersburg Itrako, 1999. - 95 s.
- 4 Sorokin B.A. Tamponnaya pechat- M.: MGUP, 2001. - 90 s.
- 5 Normy rashodovaniya materialov na poligraphicheskikh predpriyatiyah. -M.: Knijnaya palata, 1987. - 295 s.
- 6 Normy rasodovaniya materialov italyanskoi phirmy Saati Print, 2009

Сақабекова Ш.Қ., Мырзаханов Е.

**Арнаулы басылым әдісі үшін полиграфиялық материалдар шығындарының нормасын жасау сұрағына байланысты**

**Түйіндеме:** полиграфиялық өндірісі басып шығару өнімдерінің көптігімен және оны шығару технологияларының қолдануымен сипатталады. Өндірісте ең маңызды шара негізгі материалдарды тиімді қолдану болып табылады, өйткені өнімнің өз құндық шығыны 80% -тен жоғары шаманы құрайды. Сондықтанда басылым өнімін шағаруда полиграфиялық материалдарды тиімді қолдануда белгіленген материал шығындарының нормалардың болуы ең маңызды. Материалдар шығынының нормасы өндіріс технологиясын жоспарлауға ғана емес, қызметкерлерді ынталандыруға, өндіріске қатысты шешімдерді қабылдауға көп септігін тигізеді.

**Түйін сөздер:** полиграфиялық материалдар шығынының нормасы, тампонды басылым, трафареттік басылым, өндіріс технологиясы

Sakabekova Sh. K. Mirzahanov E.

**To a question of development of the system of norms of an expenditure of printing materials for special types of the press**

**Summary:** In enterprises of paramount importance more effective use of basic materials, since these costs in the cost structure of products account for more than 80% and even a slight reduction in the production of each unit of output for the whole enterprise has a significant effect. Therefore, considerable attention is paid to increasing the yield of finished products, reduction of waste materials, reduction of material consumption rates.

Normalization allows not only to plan the development of indicators of industrial sites, but also to influence them through staff motivation, not only record the flow rates of materials to perform the operations, and to develop solutions, allow to reduce this expense and the cost of.

**Key words:** norms costs of printing materials, printing industry, the tampon printing method, screen printing method

**А.Т. Турдалиев, К.А. Жусупов, С.Б. Сияев**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, [sancho\\_7\\_1992@mail.ru](mailto:sancho_7_1992@mail.ru))

## **ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ЭКСКАВАТОРОЦИОННО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН С ИНЕРЦИОННЫМ РОТОРОМ ДЛЯ КАРЬЕРОВ СТРОЙИНДУСТРИИ**

**Аннотация.** Проведен анализ машин, связанных с роторным экскаватором. Предложен анализ выполнения проектных работ по основным показателям скребкового роторного экскаватора.

**Ключевые слова:** Ротор; экскаватор; модель; скребковый ковш.

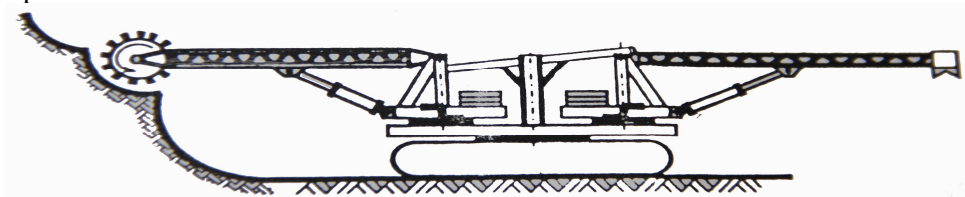
Развитие экономики Республики Казахстан во многом зависит от темпов роста эффективности работы строительной и добывающей отраслей промышленности, которые могут быть обеспечены только за счет создания и внедрения собственных дорожно-строительных, экскаватороционных машин и технологий современного технического уровня.

Интенсификация земляных работ осуществляется главным образом на базе создания и внедрения в производство принципиально новых технологий, материалов, создания машин большой единичной мощности и производительности, и агрегатов, работающих на основе использования новых технических эффектов. Реализация этих положений основывается на повышении эффективности исследований и сокращения сроков внедрения достижений науки и техники в производство.

Результатом разработанного метода формирования высокоэффективных рабочих органов и землеройных машин, основанного на принципе расчленения математической модели рабочего процесса традиционного оборудования, явилось создание проекта экскаватороционно-транспортной техники – землеройной машины непрерывного действия с инерционно-роторным рабочим органом.

Роторные экскаваторы и различные машины непрерывного действия ввиду своих достоинств занимают значительное место при выполнении больших объемов земляных работ. В то же время резервы дальнейшего совершенствования их конструкций практически исчерпаны. Существующие машины снабжены роторами с гравитационной разгрузкой, поэтому повышение производительности экскаваторов происходило за счет увеличения линейных размеров ротора и всего экскаватора, что влекло за собой прогрессивный рост массы машин. Стремления повысить усилие копания, необходимое при разработке более прочных грунтов, пород и углей, требует усиления металлоконструкции и повышения мощности привода, что также ведет к утяжелению машин и увеличению энергозатрат на разработку грунта. В то же время потребности производства вызывают необходимость расширения области применения и создания экскаватороционно-транспортных машин, обеспечивающих высокие усилия копания и производительность без увеличения динамичности, линейных размеров, массы и природных для разработки прочных грунтов и пород.

На основе проведенного анализа и прогнозирования дальнейшего развития конструкций экскаватороционно-транспортных машин непрерывного действия авторами Таукелевым Р.Н. и др. была обоснована и предложена конструкция полноповоротного стрелового роторного экскаватора с усовершенствованной компоновкой рабочих оборудования (рис.1), отвечающих ряду требований, и решающих ряд поставленных технических задач по сокращению срока и снижению себестоимости выполнения работ.



**Рис. 1.** Конструкция инерционного роторного экскаватора.

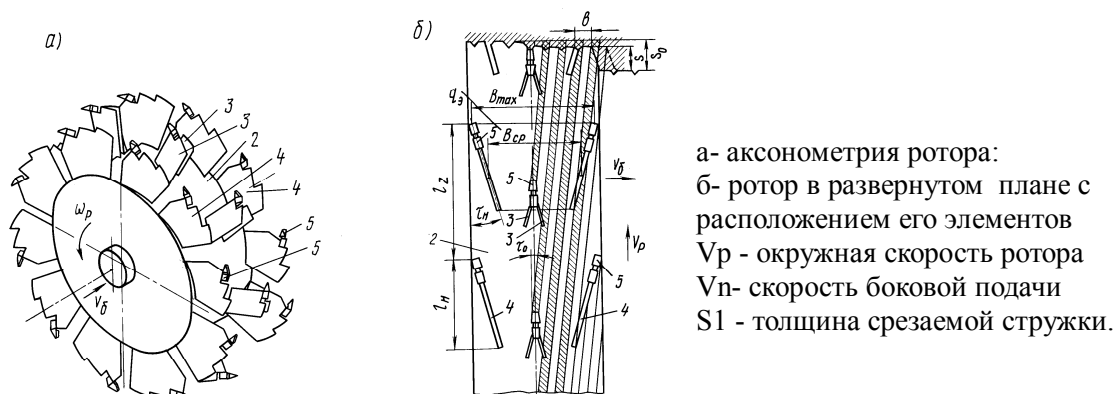
Как показывает зарубежная и отечественная практика, одним из способов повышения эффективности процесса экскавации должно стать применение рабочих органов с повышенным усилием копания и имеющих большую транспортную способность. Применение такого высокопроизводительного оборудования способствует внедрению прогрессивных и эффективных технологических схем ведения работ, создаст условия для автоматизации производства, позволяет существенно улучшить условия и повысить производительность труда.

Одним из способов повышения эффективности процесса экскавации грунта должно стать применение бесковшовых инерционных роторов.

Бесковшовый инерционный ротор, разрабатывающий забой передней режущей частью ножей и транспортирующий срезанный грунт непрерывным потоком, является наиболее перспективным. Такая конструкция позволяет наиболее эффективно использовать его большие возможности по повышению производительности за счет увеличения скорости ротора до значений, значительно превышающих критические.

На рисунке 2 в аксонометрии изображен инерционный ротор и в развернутом плане порядок расположения рабочих элементов 1 и 3 со съемными резами 2, а также схема процесса последовательной разработки слоя. Как видно из рисунка 3, обработка слоя производится вертикальными стружками, зубьями одного ряда боковых ножей и центральных стоек. Еще одним из принципиально новых достоинств является разработка забоя при вращении ротора «сверху вниз» с обрушением срезанного грунта. При этом снижается энергоемкость копания, а сопротивление грунта резанию направлено «снизу вверх» и оказывает разгружающее действие на ротор, рабочее оборудование и металлоконструкцию в целом, что особенно важно при консольном расположении рабочего органа у стреловых экскаваторов по условиям нагруженности, динамичности и уравновешенности.

Применение инерционного ротора в таком конструктивном исполнении целесообразно в основном при разработке плотных и крепких пород. Режущие элементы этого ротора выполнены в виде ряда V-образных стоек - пластин 1, заостренных в сторону вращения рабочего органа и установленных по центру обечайки 2. По обе стороны стоек к граням обечайки крепятся пластики-ножи 3 несколько меньшей высоты, расходящиеся под углом 13"-14" к ее образующей. К валу ротора 4 с двух сторон крепятся тяги 5 с лотков 6 на концах, которые совместно образуют жесткую П-образную раму. От лотка отходит приемный конвейер 7, установленный также шарнирно.

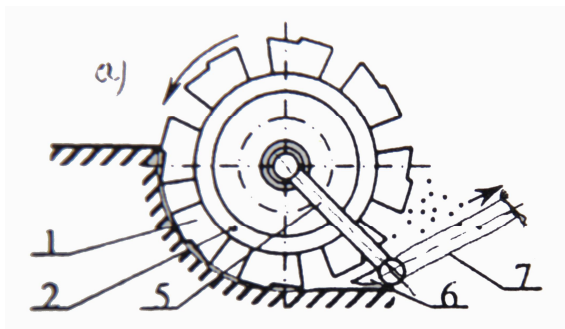


**Рис. 2.** Бесковшовый инерционный ротор

Существующая на данное время технология строительства и способ возведения насыпи земляного полотна дороги, включает использование множества видов землеройных машин: рыхлителей, экскаваторов, скреперов, бульдозеров, автогрейдеров, совершающих челночно-циклические операции со сложной технологией послойного и многократного перемещения грунта на месте возведения насыпи земляного полотна дороги:

-рыхлители для подготовки грунта к экскавационным работам;

-бульдозеры для возведения насыпи, совершающие челночные операции, состоящие из загребания вперед и холостого хода назад;

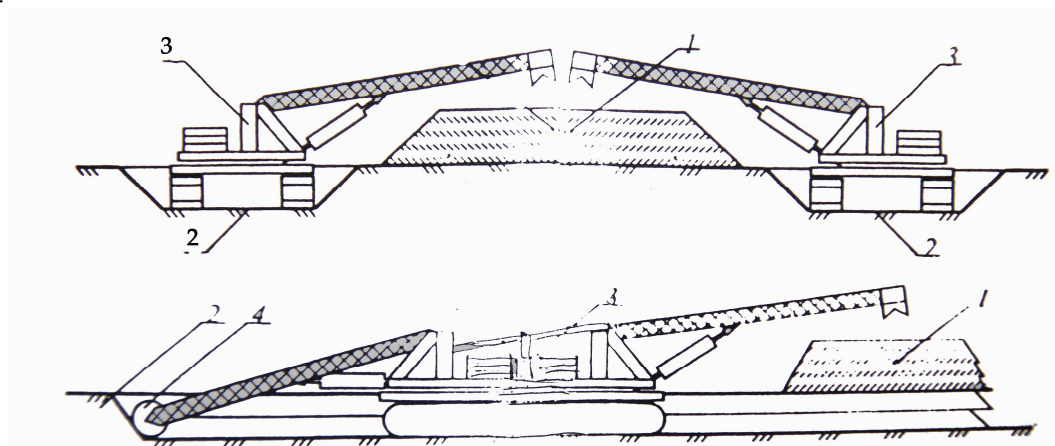


-скреперы - из загрузки в ковш, поворота, выгрузки, разворота и т.д;

-автогрейдеры, совершающие операции, сходные с бульдозерами, но со сложной технологией послойного и многократного перемещения грунта на месте возведения насыпи земляного полотна.

**Рис. 3.** Схема процесса экскавации грунта землеройным бесковшовым инерционным ротором

На рисунке 4 схематично изображен способ возведения насыпи земляного полотна дороги экскавационно-транспортной машиной непрерывного действия с роторным рабочим органом (под одной на каждой из сторон дорожной обочины), на рисунке 4 вид А, изображено направление движения экскавационно - транспортной машины непрерывного действия с роторным рабочим органом.



**Рис. 4.** Экскавационный способ возведения насыпи земляного полотна дорог

Предлагаемый способ возведения насыпи земляного полотна 1 включает выемку и транспортирование грунта из боковых резервов к месту возведения насыпи земляного полотна экскавационно-транспортной машиной 3 непрерывного действия с роторным рабочим органом 4. Технология работы не требует дополнительного передвижения машины, курса-направления строительства дороги, возведение насыпи производится в заданном месте непрерывным потоком экскавированного грунта, что обеспечивает однородность земляного полотна по плотности.

Применение экскавационно-транспортной машины непрерывного действия с бесковшовым ротором в дорожном строительстве дает следующие преимущества:

- не требуется рыхления грунта, т.к. рабочий орган с бесковшовым инерционным ротором рассчитан на работу в грунтах и породах до VI-VI категории;
- отсутствует необходимость дополнительного перемещения машины от заданного курса направления возведения насыпи земляного полотна дороги;
- производится непрерывный процесс экскавации и выгрузки экскавируемого грунта;
- процесс экскавации и выгрузки грунта не зависят друг от друга, выгрузка осуществляется в заданное место;
- возможность ведения работ на различных рельефах поверхности земли.

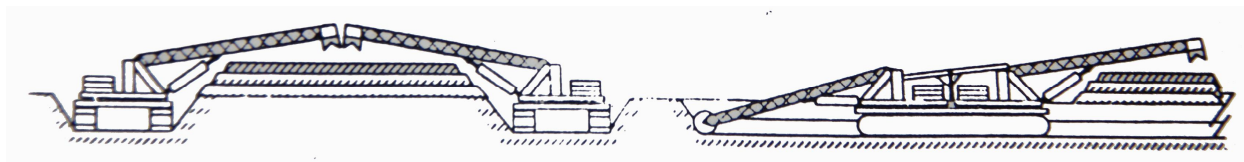
Нетрудно посчитать во сколько раз будет эффективнее применение

экскавационно-транспортных машин с инерционным ротором нижней разгрузки взамен машин затрачивающих как минимум в 2 раза больше времени и езды на холостой ход, еще в 2 раза на различные технологические операции как загрузка и выгрузка перемещаемого грунта. Всего получается, в 4 раза, не считая поворотов и разворотов машин, которые по некоторым данным составляют 25% от общего цикла. И в итоге получается как минимум в 5 раз. В целях 5 раз можно

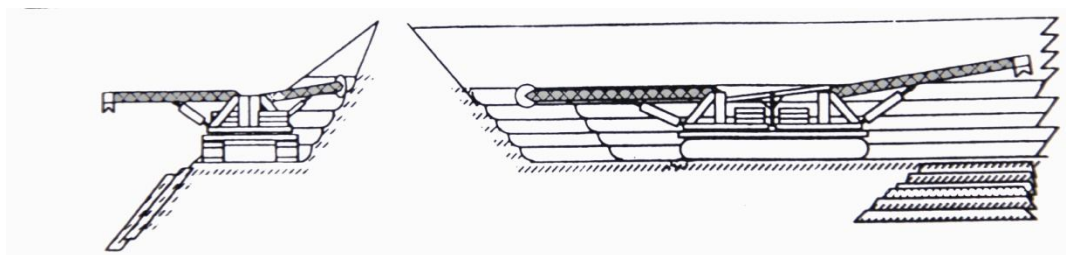


предварительно оценить эффективность от применения новой техники взамен традиционно существующим комплексам машин, используемых в дорожном строительстве.

На рисунке 5 дана технологическая схема ведения работ экскавационно-транспортной машиной непрерывного действия с инерционным ротором нижней разгрузки по обустройству кюветов и возведению земляного полотна для автомобильных или железных дорог на различных рельефах поверхность земли.



а) на равнинной поверхности земля



б) на холмистой поверхности земли

**Рис. 5.** Технологическая схема ведения работ экскавационно-транспортной машиной по обустройству кюветов, расчищению и возведению насыпи земляного полотна для автомобильных и железных дорог.

Техническим результатом является сокращение транспортных и материально-технических затрат, обеспечение однородности земляного полотна по плотности, повышение производительности работ и снижение труда и энергозатрат.

Технический результат достигается тем, что выемка и транспортирование грунта из боковых резервов к месту возведения насыпи земляного производят непрерывным экскавированием грунта, причем выемку и транспортирование грунта из бакового резерва, и перемещение его в насыпь производят одной машиной при движении ее в одном направлении.

Анализ позволяет рекомендовать предлагаемую экскавационно-транспортную технику в качестве машины, выполняющей значительный объем работ по экскавации и перемещению грунта, как наиболее перспективную и экономически выгодную для внедрения в производство и применения в дорожном строительстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Таукелев Р.Н, Жусупов К.А. Особенности рабочего процесса и перспективы освоения новых экскавационно-транспортных машин с инерционным ротором, Сборник научных трудов «Транспорт Евразии-2004», Алматы с 120-121
2. Таукелев Р.Н, Омаров А.Д, Ахметов М.Ф, Джумабеков А.Г. Роторный экскаватор. Патент №14819 на изобретение от 13.03.2013 г, Астана, Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ.РК, 2003.
3. Таукелев Р.Н, Таранов С.В, Исаков К.М, Конструкция инерционных роторов нижней разгрузки и их рабочий процесс. Журнал «Вестник КазАтк», №6, 2001 г, с.46-51
4. Жусупов К.А. Выбор конструктивно-кинематических, линейных, силовых и энергетических параметров машин с инерционным ротором, журнал «Вестник КазАтк» №6, 2010 г с.35-37

Турдалиев А.Т., Жусупов К.А., Сияев С.Б.

**Жұмыста роторлы экскаваторды тексеріліп анализ өткізілді.**

**Түйіндеме:** Жобалықтың жұмысының орындалуының аналizesына қырнауыш роторлы экскаватордың негізгі көрсеткіші.

**Түйін сөздер:** ротор; экскаватор; үлгі; скребкалы; шөміш.

Турдалиев А.Т., Жусупов К.А., Siyayev S.B.

**The paper analyzes the related rotor excavator.**

**Summary:** Offers an analysis of design work on the main indicator of the scraper bucket wheel excavator.

**Key words:** Rotor, excavator, model, scraper, bucket.

ӘӨЖ 519.853

**Е.Н. Әмірғалиев, Ә.У. Қалижанова, А.Х. Козбакова**

(ҚР БҒМ Ақпараттық және есепту технологиялар институты, Алматы қ., Қазақстан, amir\_ed@mail.ru

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,

kalizhanova\_aliya@mail.ru, ainur79@mail.ru)

## **ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДА ЭВАКУАЦИЯЛАУ ЕСЕПТІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ МЕН МОДЕЛЬДЕРІ**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста төтенше жағдайларда оқу орнынан адамдарды эвакуациялау есептерді шешудің моделдері мен әдістері қарастырылған, ғимарат ішіндегі адамдардың қозғалыс ағынына математикалық модельдері қолданып эвакуациялау жоспарларды бағалау алынды. Есептің математикалық қойылымы мен пәндік аймаққа талдау жасалды.

В работе рассматриваются модели и методы решения задачи эвакуации людей из учебного заведения в чрезвычайных ситуациях, получены оценки эвакуационных планов с использованием математического моделирования движения потоков людей внутри здания. Сделан анализ предметной области и приведена математическая постановка задачи.

**Түйін сөздер:** Эвакуация, төтенше жағдай, математикалық модель, алгоритм, максималды ағын.

### **1 Эвакуациялау туралы есепті шешу алгоритмі**

Оқу орнында төтенше жағдай болды делік, нәтижесінде адамдарды эвакуациялауға тура келеді. Ғимараттағы аудиториялардың әр бірінде 30 студенттен отырған 24 аудитория, сонымен бірге 8 баспалдақ орны және 2 шығысы орналасқан. Оқу орнынан студенттерді эвакуациялаудың уақытын, жылдамдығын және бағытын есептеу қажет.

Әр бір доғаның бағыты  $v \in V$  ағын қозғалысының бағытын білдіретін  $G = \langle E, V, H \rangle$  кескінін береміз, мұндағы әр бір доғаның өткізу қабілеттілігі  $dv$  тең.  $E$  төбелер жиынтығында аудиториялар орналасқан.  $E$  төбелер жиынтығында екі төбе, яғни төбенің басталуы мен аяқталуы белгіленген. 0 төбесі ағынның көзі, 35 ағу болып табылады.  $E$  -нан  $i$  үшін 2 сан берілген: сол жерде отырған адамдар саны мен бір мезетте сол жерден жүгіріп шығып жатқан адамдар саны. Доғалар- бұл байланыстар арасындағы баспалдақ орындары мен коридорлар.

Әр доға шектеулі өту қабілеттілігіне ие болғандықтан мүмкін болған ағынның болуын тексеруді оларды іздеумен максималды ағын туралы есеп пен оны Форд және Фалкерсон алгоритмімен шешу көмегімен жүзеге асыруға болады.

Максималды ағын есебінде ағын бастапқы төбенің біреуінен соңғының біреуіне өтеді. Барлық доғалар белгіленген өту қабілеттілігіне ие. есепті мұндай түрге алып келу үшін жалған  $ii$  және  $kk$  екі төбені қосамыз.  $i_0$  ағын көзін  $ii$  біріктірейік. Ол үшін өту қабілеттілігі  $-q_i^o(i_0)$  тең болады.  $q_i^o(i) > 0$ -лі ағып кетулерді  $kk$  төбені доғалармен біріктіреміз. Бұл доғаларға өту қабілеттілігі сәйкесінше  $q_i^o(i)$  тең. Нәтижеде максималды ағын туралы стандартты түрдегі есепті аламыз, оны шешу үшін кез келген атакты алгоритмдердің бірін қолданамыз. Егер максималды ағын  $q_i^o(i_0)$  кем

болған болса, онда бір қабаттың қорытынды есебі, сәйкесінше есеп түгелімен шешімге ие болмайды. Мұндай жағдайда минималды қиылған жер қосымша доғалардан тысқары орналасады [1].

Егер максималды ағын  $q_i^0(l_0)$  тең болған болса, онда инварианттық жаңғыртулармен теңсалмақтылық жағдайына өткізетін ұйғарынды ағынды аламыз.

Гриндшилс формуласының көмегімен коридор және баспалдақ арқылы адамдардың ағын қозғалысын суреттейік. Келесі белгілерді енгізейік: желі ауданының ұзындығы –  $L$ , ауданда қозғалу уақыты –  $T$ , уақыт бірлігінде жолдың қиылған жерінен өткен ағын –  $x$ , ағын тығыздығы –  $P$ , жолақтардың саны –  $S$ , ағын қозғалысының жылдамдығы –  $W$ , коридордың орташа ұзындығы –  $\lambda$ .

Ағынды анықтауға сәйкес  $\rho = l/\lambda$ .  $W$  – студент жылдамдығы болсын, ал  $W_{max}$  – максималды жылдамдығы болсын. Адамның  $\lambda$  ұзындықтағы жол бөлігін басып өту уақыты  $\tau = \lambda/v$  тең болады. уақыт бірлігінде студенттер саны  $k = l/\tau$  тең болады. Мұнан  $x = ks = \frac{1}{T} S = \frac{w}{\lambda} = wps$ . ағынның жылдамдығы мен тығыздылығы өзара  $w/w_{max} + p/p_{max} = 1$  (Гриндшилс формуласы) сызықты тәуелділігімен байланысқан деп есептейік. Мұнан  $w = w_{max}(1 - p/p_{max})$ , немесе  $p = p_{max}(1 - w/w_{max})$  [2].

Ағын болу үшін оған тіреу қойсақ,  $x = swp_{max}(1 - w/w_{max})$  аламыз. Келіп шыққан функция төменге бағытталған тармақтары бар парабола, ол  $w = w_{max}/2$  кезінде максимумға жетеді, сәйкесінше  $x_{max} = s(w_{max}p_{max})/4$ .

Міне осылай, біз максималды ағынның мөлшерін алдық. Ол ескерілмей кетуі де мүмкін.

$\rho$  орнына формула қойсақ, келесі формуланы  $w^2 - w_{max}xw + \left(\frac{w_{max}}{sp_{max}}\right)x = 0$  аламыз.

Барлық студент өз жылдамдығын максималды жасауға тырысатынын ескере отырып Виета формуласы бойынша  $w = w_{max}(1 + \sqrt{1 - x/x_{max}})/2$  аламыз.

Осыдан алатынымыз, желі ауданында қозғалу уақыты келесі тәуелділікпен белгіленеді:

$T(x) = 2T_{min}/(1 + \sqrt{1 - \frac{x}{x_{max}}})$ , мұндағы  $T_{min}$  – ағын онымен нөлге тең болған жағдайда аудан ішінде қозғалудың минималды уақыты.

Эвакуациялық қозғалыстың ағынын қарастырайық. Берілген зерттеулер негізінде ені 0,6 м тең болып, бірнеше ағындар енінің жолы үшін оның кішкене қысқаруына рұқсат етіп қабылдануы мүмкін. Сонымен бірге, кездейсоқ кездескен қозғалыс немесе қозғалыстың тоқтап қалуы кезінде басып өту мүмкіндігін қамтамасыз етуден, жолдың енінен тәуелсіз түрде бір ағынды еңдейтін жолды бірнеше артық енмен қабылдау қажет. Осыны, сонымен бірге бар әрі бейімденіп жатқан эвакуациялық жолдарда ағын сандарының қажеттілігін есепке ала отырып, горизонтальды жол түрінде де баспалдақ қадамы түрінде де ағындардың енінің санын анықтау үшін кестені келтіруге болады.

Кесте 1. Ағын санының анықталуы

Қарапайым ағындардың саны	Эвакуациялық жол ені		
	Орташа	Минималды	Максималды
1	0,9	0,9	1,2
2	1,2	1,2	1,7
3	1,8	1,7	2,3
4	2,4	2,3	3

Практикада жаппай қозғалудың жылдамдығы минутына 5-тен 75-ке дейін ауытқиды. Ұзақ қозғалу кезінде тығыздық физикалық көлем мөлшеріне қол жеткізе алмайды, сондықтан аудан ұзындығын есеп түрінде қабылдау орынды. Жазықтық жол үшін минутына 16 метрмен,

баспалдақпен түсу үшін 10 метрмен және кем дегенде 20% көтерілу үшін минутына 8 метрмен жылдамдық көлемін есептеу анықталады.

Қарапайым ағынды минутына өткізу қабілеттілігі ағын тығыздығына жылдамдықтың бөлінуі жеке түрде анықталады. Толық өткізу қабілеттігі жол енінен табылған көлемнің ағындар санына және эвакуациялаудың созылуын құраушы сандар минутына көбейтілуімен түсіндіріледі. Мұнан түсінетініміз, эвакуациялық қозғалыс факторларының жиынтығынан тәуелді көбейтінді нормалар ұсынып отырғандай бірқалыпты көлемді көрсете алмайды, бірақ эвакуациялаудың созылуына мүмкіндік берудің үлкеюімен өсуіне және жергілікті шарттарға тәуелді белгілі бір дәрежеде өзгеріп отыратын көлем бола алады. Ұйғарынды жол ұзындығына уақыт нормалары тікелей әсер етеді.

Жол ұзындығы бірінші кезең үшін шығыстан шекті жойылуын сипаттайды да, көбіне ірі бөлмелер үшін маңыздылыққа ие. Бұл нормалар бірінші және екінші кезең қосындысы үшін сыртқа немесе баспалдаққа шығудың орналасуы мен сандар қатынасында бөлек қабаттардың жоспарлануын алдын ала шешеді. Үш кезеңнің қосындысы үшін осы нормалар үшінші кезеңнің өсуі бойынша бірінші және екінші кезеңдердің қысқаруын есепек ала отырып, қабатты шектеп, бөлмелерді қабаттарға топтастыруды диктовкалай отырып, жалпы ғимарат жоспарлануына әсер етеді[3].

Берілген бір есепті шешу үшін № 2 кестеде көрсетілген мәндер қолданылады, мұндағы «*n*» - доға басы, «*k*» - доға аяғы,  $W_{max}$  – максималды жылдамдық,  $P_{max}$  – максималды тығыздық,  $S$  – жолақтар саны,  $L$  – коридор ұзындығы.

Кесте 2. Есепті шешу үшін бастапқы мәліметтер

№ дуги	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				
<i>n</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	2	4	5	6	7	12	11	10	12	13	14	15	20	19		
<i>k</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	3	2	1	5	6	7	8	11	10	9	13	14	15	16	19	18				
$W_{max}$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
$P_{max}$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
<i>S</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>L</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
																																																		0	0	

Эвакуациялау туралы есепті шешу үшін желіде максималды ағын туралы есепті қолдану қажет. Сонымен бірге доға бойынша ағын қозғалысының анализін де, Форд пен Фалкерсон алгоритмін және потенциалдар әдісін қарастыру қажет.

**2. Желідегі максималды ағын туралы есеп**

Көптеген желі есептерінде доғаларды белгілі бір өткізу қабілеттілігі бар кейбір коммуникациялар түрінде қарастыру үлкен мәнге ие. Мұндай жағдайда заңдылық бойынша белгіленген төбеден(қайнар көзі)кейбір өзге төбеге(ағып кету) бағытталған кейбір ағындардың максимумдалуы туралы есеп қарастырылады. Бұл типтес есеп максималды ағын туралы есеп деп аталады.

Әр бір доғаның өткізу қабілеттілігі  $dv$  тең  $v \in V$  әр бір доғаның бағыты ағын қозғалысының бағытын білдіретін  $G = \langle E, V, H \rangle$  бағдарланған кескін берілген бола қойсын. көптеген  $E$  төбелерде екі төбе басы мен аяғы.  $n$  төбесі ағын көзі,  $k$  –ағып кету болып табылады.  $n$  -нен  $k$  төбесіне өткізілуі мүмкін максималды ағынды анықтау қажет болады.

$x_v$  арқылы  $v$  доғасымен қозғалатын ағын көлемін белгілейік. Мұнан

$$0 \leq x_v \leq d_v, v \in V \tag{1}$$

әр бір  $i \in E \{n, k\}$  төбеде кіріс ағын мөлшері шығыс ағын мөлшеріне тең, бұл әділетті тепе-теңдік

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v = \sum_{v \in V_i^-} x_v \tag{2}$$

Немесе

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v - \sum_{v \in V_i^-} x_v = 0 \quad (3)$$

$n$  және  $k$  төбелері үшін сәйкесінше орындалады:

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v - \sum_{v \in V_i^-} x_v = -Q \quad (4)$$

$$\sum_{v \in V_i^+} x_v - \sum_{v \in V_i^-} x_v = Q \quad (5)$$

$n$  төбесінен шығып,  $k$  төбесіне кіретін  $Q$  ұзындығы ағын ұзындығы болып табылады.

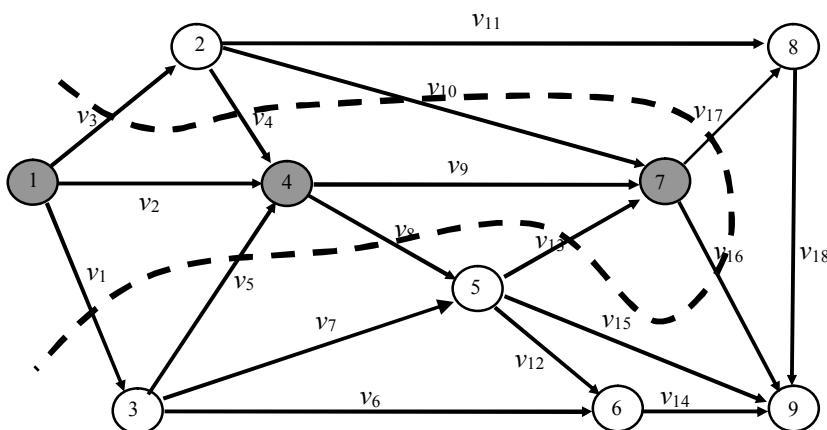
Есеп. Анықтау керек:

$$Q \rightarrow \max \quad (6)$$

(1) – (5) шектеулері кезінде.

(1) – (5) шектеулерімен қанағаттандырушы  $(Q, x_v, v \in V)$  ұзындықтарды желідегі ағындар деп атаймыз, сонымен бірге олар  $Q$  ұзындығын максимумға жеткізсе, онда максималды ағынмен.  $Q=0, x_v=0, v \in V$  мәндері желідегі ағын екенін көру қиын емес. (1) – (5) есебі сызықты программалаудың есебі болып табылып, оны симплекс-әдіс алгоритмдерімен шешуге болады.

$E$  төбелер жиынтығын  $n \in E1, k \in E2$  болатындай екі ұштаспайтын  $E1$  және  $E2$  бөліктеріне бөліп тастайық.  $n$  және  $k$  бөлетін  $R(E1, E2)$  қиығы әр бір доға үшін  $v \in R(E1, E2)$  немесе  $h1(v) \in E1$  и  $h2(v) \in E2$ , немесе  $h1(v) \in E2$  және  $h2(v) \in E1$  келетін  $R(E1, E2) \subset V$  жиынтық деп атаймыз.



1-сурет. Қиылған жерді іздеу

1-суретте  $E1 = \{1, 4, 7\}$  жиынтығы, бұл төбелер қара түске ие.  $E2 = \{2, 3, 5, 6, 8, 9\}$ . Доғалар арқылы өткен үздік сызықтар, доғалар  $R(E1, E2)$  қиығы болып табылады.

$R(E1, E2)$  жиынтықты екі төмендегідей бөліктерге бөлейік:

$$R+(E1, E2) = \{v \in R(E1, E2) \mid h1(v) \in E1 \text{ и } h2(v) \in E2\},$$

$$R-(E1, E2) = \{v \in R(E1, E2) \mid h2(v) \in E1 \text{ и } h1(v) \in E2\}.$$

$R+(E1, E2)$  жиынтық элементтерін тура доға деп атайық, олар  $E1$  жиынтығынан,  $E2$  жиынтығына алып барады.  $R-(E1, E2)$  жиынтықтар элементтері – кері доғалармен, олар  $E2$  жиынтығынан  $E1$  жиынтығына алып барады. Ұзындық деп қиық арқылы өтетін ағынды атаймыз:

$$X(E1, E2) = \sum_{v \in R^+(E1, E2)} x_v - \sum_{v \in R^-(E1, E2)} x_v.$$

Ұзындық деп қиықтың өту қабілеттілігін атаймыз:

$$D(E1, E2) = \sum_{v \in R^+(E1, E2)} d_v.$$

Көрініп тұрғандай,  $0 \leq X(E1, E2) \leq D(E1, E2)$ . Келесі теорема әділетті.

Теорема 1. Максимальды ағын мен минимальды қиық туралы.

Кез келген желіде  $Q$  максимальды ағын ұзындығы  $n$  қайнар көзінен  $k$  ағып кету  $n$  және  $k$  төбелерінен бөлетін барлық  $R(E1, E2)$  қиықтар ішінде  $D(E1, E2)$  минимальды өту қабілеттілігіне тең.

$Q=D(\bar{E}_1, \bar{E}_2)$  орналасқан  $R(\bar{E}_1, \bar{E}_2)$  қиығын шектеуші деп атаймыз. Шектеуші қиықта орындалатын:

$$x_v = \begin{cases} d_v, & \text{если } v \in R^+(\bar{E}_1, \bar{E}_2) \\ 0, & \text{если } v \in R^-(\bar{E}_1, \bar{E}_2) \end{cases}$$

$(Q, xv, v \in V)$  – кейбір желі ағыны болсын, сонымен бірге  $n=i0, v1, i1, v2, i2, \dots, vK, iK=k$  бірізділігі  $n$  және  $k$  төбелерін ұштастыратын тізбек болып табылады. Осы тізбекте  $n$  төбесінен  $k$  төбесіне қозғалу бағытын берейік. Осы тізбектегі  $v_j$  доғасының бағыты  $n$ -дан  $k$ -ға қозғалысу бағытымен сәйкес келсе және өзге жағдайда кері қарай болса онда оны тура деп атаймыз. Егер  $v$  тура доғалар үшін  $(dv - xv) > 0$  тізбектер және  $xv > 0$  керілер үшін болса, онда бұл тізбекті ағын өсуінің тізбегі деп атаймыз. Осы тізбектен  $q = \min(q_1, q_2)$  ұзындықтағы  $q$  қосымша ағынды  $n$ -дан  $k$ -ға өткізуге болады, мұндағы  $q_1 = \min(dv - xv)$ , барлық тура доғалар тізбегінен минимум алынады,  $q_2 = \min(xv)$ , барлық кері доғалар тізбегінен минимум алынады.

Теорема 2.  $(Q, xv, v \in V)$  ағыны тек ағынның жолдарын үлкейтуге болмайтын кезде ғана максимальды болады.

Ұсынылып отырған желідегі максимальды ағын туралы есепті шешу алгоритмі ағынды  $n$ -нен  $k$ -на үлкейту тізбегін іздеуге негізделген. Бұл іздеу өз кезегінде, Дейкстра алгоритміне ұқсас келетін, төбелерге белгілерді орнықтыру процесіне негізделген. әр бір  $i$  төбесіне  $P_i = [g_i, v_i, \theta]$  белгісін меншіктейік, мұндағы  $g_i$  –  $i$  төбешігіне түскен қосымша ағынның ұзындығы,  $v_i$  – ағын келген доға,  $\theta$  – егер  $v_i$  доғасы бойынша ағын келген болса,  $i$ -не бағытталған (тура доғамен;  $\theta$  – егер  $v_i$  доғасы бойынша ағын келген болса,  $i$ -нен бағытталған белгісі «-» болады), белгісі «+» болады.

$i$  төбесі :

-егер оған қосымша ағын жетпесе, белгіленбеген болады. Бұл белгі  $P_i = [0, -, \theta]$  түрге ие.

-белгіленген, бірақ қарастырылмаған, егер оған ағын жетпеген болып, әрі қарай өткізілмесе, белгі  $P_i = [g_i, v_i, \theta]$ , где  $g_i > 0$  түрге ие болады.

-белгіленген және қарастырылған, егер оған ағын жеткен болып, әрі қарай өткізілсе, онда белгі  $P_i = [g_i, v_i, \theta]$  түрге ие.

Шешімінің алгоритмін қарастырайық.

0. кез келген  $v \in V$  үшін  $xv = 0$ ,  $Q = 0$  болуы мүмкін.

1. Барлық төбелерді белгіленбеген жасаймыз.  $n$  төбесін белгіленген жасаймыз, бірақ  $P_n = [\infty, -, -]$  белгісімен қарастырылмаған. Бұл осы төбеге ағын шектелмеген көлемде түсуін білдіреді.

2. Белгіленген, бірақ қарастырылмаған төбені іздейміз. Егер ондай жоқ болса, табылған ағын  $Q, xv, v \in V$  максимальды және алгоритм істі аяқтайды. Егер мұндай төбе табылған болса,  $i$  – оның нөмірі, онда 3 өтеміз.

3.  $i$  төбесін қарастырамыз:

- кез келген  $v \in V_i^-$ , айталық  $j = h_2(v)$ . Егер  $j$  төбесі белгіленбеген және  $(dv - xv) > 0$  болса, онда оны  $P_j = [q, v, +]$  белгісімен белгілейміз, мұндағы  $q = \min(q_i, (dv - xv))$ , егер  $j = k$ , онда 4 пунктына өту.

- кез келген  $v \in V_i^+$  айталық  $j = h_1(v)$ . Егер  $j$  төбесі белгіленбеген және  $xv > 0$  болса, онда оны  $P_j = [q, v, -]$  белгісімен белгілейміз, мұндағы  $q = \min(q_i, xv)$ , егер  $j = k$ , онда 4 пунктына өту.

-  $i$  төбесін қарастырылғандай белгілейік және 2 пунктке өтейік.

4. Қосымша ағын өткіземіз. Айталық,  $j = k$  бұл,  $q = g_k$  и  $v = v_j$ .

-егер  $\theta = \langle + \rangle$  болса, онда мыналарды орындау қажет: қою,  $xv = xv + q$ ,  $i = h_1(v)$ , егер  $i = n$ , онда 1 пунктіне өту, әйтпесе  $j = i$  қою және  $k = v = v_j$  өту),

-егер  $\theta = \langle - \rangle$  болса, онда мыналарды орындау қажет: қою,  $xv = xv - q$ ,  $i = h_2(v)$ , егер  $i = n$ , онда 1 пунктіне өту, әйтпесе  $j = i$  қою және  $k = v = v_j$  өту),

Осы алгоритм орындалған соң  $(Q, xv, v \in V)$  ағыны алынады. минимальды өту қабілеттілігімен қиықты іздеу үшін 2 пункттегі алгоритм жұмысының соңғы кезеңінде төбелердің бір бөлігі

белгіленеді және қаралады, осы төбелерді  $\bar{E}_1, \bar{E}_2 = \bar{E} \setminus \bar{E}_1$  жиынына қосамыз.  $R(\bar{E}_1, \bar{E}_2)$  қиығы ізделетін болады [4], [6].

ӘДЕБИЕТТЕР

1. World Academy of Science Engineering and Technology «Evaluation of Parameters of Subject Models and Their Mutual Effects», Paris, International Science Index Vol:8 No:5 2014.–600с.
2. Васин А.А., Морозов В.В. Теория игр и модели математической экономики. Москва: МАКС Пресс, 2005. – 237с.
3. Беляев С.В. Эвакуация зданий массового назначения. Москва: Издательство «Всесоюзной Академии Архитектуры», 1938. – 257с.
4. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций. Москва: Издательство МГТУ им.Баумана Н.Э., 2000. – 435с.
5. Коваленко А.Г., Власова И.А., Борисова С.П. Теория игр и исследование операций. Самара: Издательство «Самарский университет», 2006. - 147с.
6. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М.: Наука, 1971. – 358с.

REFERENCES

1. World Academy of Science Engineering and Technology «Evaluation of Parameters of Subject Models and Their Mutual Effects», Paris, International Science Index Vol:8 No:5 2014.–600с.
2. Vasin AA, VV Morozov Game theory and mathematical models of the economy. Moscow: MAKSS Press, 2005. - 237C.
3. Belyaev SV Evacuation of buildings mass destination. Moscow: Publishing House "All-Union Academy of Architecture", 1938. - 257s.
4. Volkov IK, Zagoruiko EA Operations research. Moscow: Publishing Bauman MSTU NE, 2000. - 435s.
5. Kovalenko AG, Vlasov IA, Borisov SP Game theory and operations research. Samara: Publisher "Samara University", 2006. - 147s.
6. Germeyer YB Introduction to Operations Research. M.: Nauka, 1971. - 358s.

Әміргалиев Е.Н., Қалижанова Ә.У., Козбакова А.Х.

**Төтенше жағдайларда эвакуациялау есептің математикалық әдістері мен модельдері**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста эвакуациялық жоспарларды бағалау ғимарат ішіндегі адамдардың қозғалыс ағынына математикалық модельдері қолданылды. Оқу орнынан адамдарды эвакуациялаудың алгоритмі мен үлгісін, математикалық есептің қойылуы мен пәндік аймақты талдау, максималды ағын туралы есеп негізінде мүмкін болған есеп шешімін іздеу қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Эвакуация, төтенше жағдай, математикалық модель, алгоритм, максималды ағын.

Amirgaliyev E.N., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh.

**Математические методы и модели задачи эвакуации в чрезвычайной ситуации**

**Резюме.** В работе рассматриваются модели и методы решения задачи эвакуации людей из учебного заведения в чрезвычайных ситуациях, получены оценки эвакуационных планов с использованием математического моделирования движения потоков людей внутри здания.

Сделан анализ предметной области и приведена математическая постановка задачи. **Ключевые слова:** Эвакуация, чрезвычайная ситуация, математическое моделирование, алгоритм, максимальный поток.

Amirgaliyev Ye.N., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh.

**Mathematical methods and models of the evacuation problem in an emergency**

**Summary.** The paper deals with models and methods of solving the problem of the evacuation of people from an educational institution in an emergency, evacuation plans, estimates are obtained using mathematical modeling traffic flows of people inside the building. The analysis of the subject area and shows the mathematical formulation of the problem.

**Key words:** Evacuation, emergency, mathematical modeling, safety, algorithm, maximum flow.

УДК 622.7:622.342

А.А. Ниязов<sup>1</sup>, Э.М. Ли<sup>1</sup>, С.Т. Шалгымбаев<sup>1</sup>, В.Ф. Митина<sup>1</sup>, Ю.А. Сарсекеева<sup>2</sup>, О.А. Ишмурагова<sup>2</sup>, Г. А. Сулейманова<sup>2</sup>, М.Г. Нигметов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр комплексной переработки минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханообр», Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Рудоуправление «Казмарганец» филиал Акционерного общества «Транснациональная компания «Казхром», Казахстан, г. Актобе, e-mail: [abdulkhay18@mail.ru](mailto:abdulkhay18@mail.ru)

### РАЗРАБОТКА ГРАВИТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТУР»

**Аннотация.** В работе в продолжение исследований по изучению вещественного состава рассмотрены результаты технологических исследований, по разработке гравитационной технологии обогащения на примере композитной пробы марганецсодержащей руды, сформированной из смеси 5 типов руд в соотношении пропорциональном их объемам залегания на месторождении.

Основным ценным компонентом в исследуемой руде является марганец с содержанием 25,12%. Также отмечается содержание диоксида кремния 45,20%, железа 10,45%, оксида алюминия – 5,85% и незначительного количества примесей фосфора - 0,12% и серы - 0,06%.

**Ключевые слова:** марганецсодержащая руда, минералогический анализ, жианшуит, вернадит, пиролюзит, гематит, отсадка, тяжелая фракция, легкая фракция.

В данной работе в продолжение исследований по изучению вещественного состава марганецсодержащих руд, отобранных с различных участков месторождения «Тур» [1,2] рассмотрены результаты технологических исследований, по разработке гравитационной технологии обогащения на примере композитной (средней) пробы руды, сформированной из смеси 5 типов руд в соотношении пропорциональном их объемам добычи.

В соответствии с регламентом для технологических исследований из общей массы руды сухим грохочением был выделен продуктивный класс 10-40 мм химического состава которого представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический анализ композитной пробы руды класса 10-40 мм

Элементы и соединения	Содержание, %	Элементы и соединения	Содержание, %
Марганец	25,12	Фосфор	0,12
Железо	10,45	Диоксид кремния	45,20
Медь	0,03	Триоксид алюминия	5,85
Свинец	0,07	ППП	8,33
Цинк	0,03	Оксид кальция	0,63
Сера	0,06	Оксид магния	н/обн.

Из представленных данных следует, что основным ценным компонентом в классе 10-40 мм является марганец с содержанием 25,12%. Также отмечается содержание диоксида кремния 45,20%, железа 10,45%, оксида алюминия – 5,85% и незначительного количества примесей фосфора - 0,12% и серы - 0,06%.

В таблице 2 приведен гранулометрический состав пробы после грохочения с промывкой.

Таблица 2. Гранулометрический состав композитной пробы

Классы крупности, мм	Выход, %	Содержание, %			Распределение, %		
		Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
-40+10	57,13	32,40	7,90	32,56	73,69	43,19	41,15
-10+1	4,77	25,64	11,80	42,35	4,87	5,39	4,47
-1+0,1	2,02	18,37	12,25	56,26	1,48	2,37	2,51
-0,1+0	36,08	13,90	14,21	64,98	19,96	49,05	51,87
Итого	100,0	25,12	10,45	45,20	100,0	100,0	100,0



В результате грохочения с промывкой были выделены 4 продуктивных класса крупности, предназначенные:

1. **Класс 10-40мм мм** с содержанием марганца 32,40%, железа 7,90%, диоксида кремния 32,56% и выходе 57,13% - для крупнокусковой отсадки;
2. **Класс минус 10+1 мм** с содержанием марганца 25,64%, железа 11,80%, диоксида кремния 42,35% и выходе 4,77% - для мелкокусковой отсадки;
3. **Класс минус 1+0,1 мм** с содержанием марганца 18,37%, железа 12,25% диоксида кремния 56,26% и выходе 2,02% - для винтовой, магнитной сепарации и концентрации на столе;
4. **Класс минус 0,1+0 мм** с содержанием марганца 13,90%, железа 14,21%, диоксида кремния 64,98% и выходе 36,08% - для сброса в шламонакопитель, так как в данном классе сосредоточено основное количество глины и ошламованной породы.

Таблица 3. **Минеральный состав руды**

Продукт	Минеральный состав, %							Всего
	Рудные					Породообразующие		
	вернадит	ориентит	жианшуит	пиролюзит	гематит	кварц	каолинит	
Композитная проба руды	15,0	11,2	7,1	7,3	12,0	35,0	12,4	100,0

Из таблицы 3 следует, что в композитной пробе марганецсодержащие минералы представлены вернадитом, ориентитом, жианшуитом, пиролюзитом, составляющие около 40,6%, гематитом – 12,0%, породообразующие минералы представлены кварцем 35,0% и каолинитом 12,4%.

Идентификация минеральных фаз по данным рентгенодифрактометрического анализа, проведенного на дифрактометр ДРОН-2,0, представлена в виде дифрактограммы на рисунке 1.

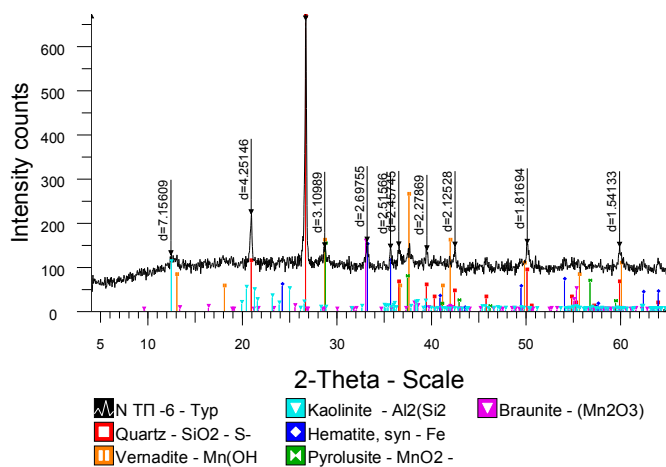


Рис. 1. Дифрактограмма композитной пробы

Ниже представлена расшифровка результатов дифрактограммы:

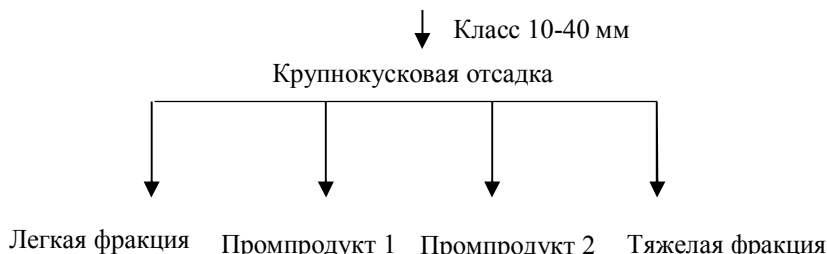
Название фазы	Формула	Концентрация, %
Quartz	SiO <sub>2</sub>	35.0
Vernadite	Mn(OH) <sub>4</sub>	15.0
Kaolinite	Al <sub>2</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	12.4
Hematite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.0
Pyrolusite	MnO <sub>2</sub>	8.4
Orientite	Ca <sub>2</sub> Mn <sub>3</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>4</sub>	11.2
Jianshuiite	(Mg,Mn+2)Mn <sub>3</sub> +4O <sub>7</sub> ·3H <sub>2</sub> O	7.0

**Крупнокусковая отсадка класса 10 -40 мм**

Крупнокусковая отсадка проводилась на отсадочной машине  $V = 20 \text{ дм}^3$  на навесках пробы руды по 6,0 кг при следующих режимных параметрах:

- частота пульсации - 96 кол/мин;
- расход подрешетной воды – 12  $\text{дм}^3/\text{мин}$ ;
- время отсадки - 15 мин.

Схема отсадки приведена на рисунке 2, а в таблице 4 представлены результаты отсадки.



**Рис. 2.** Схема крупнокусковой отсадки класса минус 40+10 мм

**Таблица 4. Результаты отсадки крупнокусковой отсадки**

№ п.п.	Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
			Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
1	Легкая фракция	26,58	8,20	11,69	63,90	6,73	39,34	52,16
2	Промпродукт 1	16,73	35,25	6,25	36,80	18,20	13,24	18,91
3	Промпродукт 2	16,05	39,29	6,02	21,42	19,46	12,23	10,56
4	Тяжелая фракция	40,64	44,34	6,84	14,72	55,61	35,19	18,37
	Итого	100,0	32,40	7,90	32,56	100,0	100,0	100,0

Представленные данные показывают, что из класса 10 - 40 мм с содержанием марганца 32,40%, железа 7,90%, диоксида кремния 32,56% выделены 4 продукта:

легкая фракция, промпродукт 1, промпродукт 2 и тяжелая фракция. Представительные образцы продуктов отсадки представлены на фотоснимках - рисунки 3-6.

Для определения минеральной составляющей продуктов отсадки класса 10-40 мм был проведен минералогический анализ, результаты которых представлены в таблице 5.

**Таблица 5. Минералогический анализ продуктов отсадки**

Формы нахождения рудных и пороодо-образующих минералов	Содержание, % (отн)			
	Тяж. прод.	Пром. прод.2	Пром. прод. 1	Легк. прод.
Массивные, слоистые руды (жианшуиит, пиролюзит, вернадит, ориентит), где содержание рудного вещества составляет 80-85% I тип	80,0	70,0	-	-
Слоистые, пористые (жианшуиит, вернадит). Агрегаты кремнисто-вернадит-жианшуиит-гемати-товые, где содержание рудного вещества составляет 50-60% II тип	20,0	20,0	-	-
Агрегаты кремнисто-ориентит-вернадитовые, где содержание рудного вещества составляет 30-40% III тип	-	10,0	80,0	-
Убогие глинисто-кремниевые образования с редкой, тонкой вкрапленностью марганец-содержащих минералов, где содержание рудного вещества составляет 10-15% IV тип	-	-	20,0	20,0
Глинистые (каолининовые) образования с убогой, редко рассеянной рудной вкрапленностью, пигментирующую глину в различные цвета (белую, серую, бурую, красную)	-	-	-	80,0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0



**Рис. 3.** Тяжелая фракция отсадки класса 10-40 мм. Марганцевые минералы: жианшуиит, вернадит, ориентит



**Рис. 4.** Легкая фракция отсадки класса 10 -40 мм. Глинисто-кремниевые образования с убогой рудной вкрапленностью, пигментирующие глину в различные цвета: бурую, красную, серую.



**Рис. 5.** Промпродукт 1 отсадки класса 10 -40 мм. Агрегаты кремнисто-ориентитовые. Убогие глинисто-кремнистые образования.



**Рис. 6.** Промпродукт 2 отсадки класса 10 -40 мм. Марганцевые минералы: жианшуиит, вернадит, пиролюзит, ориентит.

Из данных представленных в таблице 5 и рисунков 3-6 следует, что:

1. **Тяжелая фракция** (рисунок 3) представлена:

- на 80% массивными, слоистыми рудами (жианшуиит, вернадит, ориентит), где содержание марганецсодержащих минералов составляет 80-85%;
- на 20% слоистыми, пористыми жианшуиит-вернадитовыми рудами, где содержание марганецсодержащих минералов составляет 50-60%;

2. **Легкая фракция** (рисунок 4):

- на 20% кремниевыми образования с убогой рудной вкрапленностью, где содержание марганецсодержащего минерала составляет 5-15%;
- на 80% глинистыми (каолининовыми) образованиями с убогой редко-рассеянной рудной вкрапленностью, пигментирующую глину в различные цвета (серую, белую, бурую, красную);

3. **Промпродукт 1** (рисунок 5):

- на 80% агрегатами кремнисто-ориентитовыми, где содержание рудного вещества составляет 30-40%;
- на 20% убогими глинисто-кремнистыми, образованиями с редкой вкрапленностью марганецсодержащих минералов, где их содержание составляет 10-15%;

4. **Промпродукт 2** (рисунок 6):

- на 70% массивными, слоистыми жианшуиит-пиролюзит-вернадитовыми рудами, где содержание марганецсодержащих минералов составляет 80-85%;
- на 20% агрегатами кремнисто-вернадит-жианшуиит-гематитовыми, где содержание Mn содержащего минерала составляет 50-60%;
- на 10% агрегатами кремнисто-ориентит-вернадитовыми, где содержание рудного вещества составляет 30-40%;

В таблице 6 приведены результаты отсадки с объединением промпродуктов 1 и 2 с тяжелой фракцией.

Таблица 6. Результаты отсадки после объединения промпродуктов с тяжелой фракцией

№ п.п.	Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
			Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
1	Тяжелая фракция	73,42	41,16	6,53	21,22	93,27	60,66	47,84
2	Легкая фракция	26,58	8,20	11,69	63,90	6,73	39,34	52,16
	Итого	100,0	32,40	7,90	32,56	100,0	100,0	100,0

Из данных таблицы 6 следует, что в результате крупнокусковой отсадки получены:

1. Тяжелая фракция, содержащая марганца 41,16 %, железа 6,53 %, диоксида кремния 21,22 %. При выходе 73,42 % извлечение марганца составило 93,27 %, железа 60,66 %, диоксида кремния 47,84 %.

2. Легкая фракция с содержанием марганца 8,20 %, железа 11,69 %, диоксида кремния 63,90 % при выходе 26,58 %. Потери с легкой фракцией составляют марганца 6,73 % [3] .

**Мелкокусковая отсадка класса 1-10 мм**

Мелкокусковой отсадке подвергался класс 1-10 мм, выделенный при промывке класса 10-40 мм, по аналогичной схеме, представленной на рисунке 2, а полученные при этом результаты представлены в таблице 7.

Таблица 7. Результаты отсадки композитной пробы класса минус 10+1 мм

№ п.п.	Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
			Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
1	Тяжелая фракция	29,34	37,35	7,83	14,07	42,74	19,47	9,76
2	Легкая фракция	32,65	7,42	14,73	68,42	9,45	40,76	52,75
3	Промпродукт 1	20,43	30,63	15,32	56,20	24,41	26,51	27,11
4	Промпродукт 2	17,58	34,14	8,90	25,01	23,40	13,26	10,38
	Итого	100,0	25,64	11,80	42,35	100,0	100,0	100,0

В таблице 8 приведены результаты отсадки после объединения промпродуктов с тяжелой фракцией.

Таблица 8. Сводные результаты отсадки класса 1-10 мм

№ п.п.	Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
			Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
1	Тяжелая фракция	67,35	34,46	10,38	29,71	90,55	59,24	47,25
2	Легкая фракция	32,65	7,42	14,73	68,42	9,45	40,76	52,75
	Итого	100,0	25,64	11,80	42,35	100,0	100,0	100,0

Из таблицы 8 следует, что при объединении промпродуктов 1 и 2 к тяжелой фракции получены:

1. Тяжелая фракция с содержанием марганца 34,46%, железа 10,378%, диоксида кремния 29,705% при извлечении марганца 90,55%, железа 59,24%, диоксида кремния 47,25% и выходе 67,35%;

2. Легкая фракция с содержанием марганца 7,42%, железа 14,73%, диоксида кремния 68,42% при выходе 32,65%. Потери марганца составляют 9,45%.

**Исследования на классе 0-1 мм** проводились на предварительно обесшламленном

продукте с получением: продуктивного класса 0,1-1 мм и шламов 0-0,1 мм, направляемых для сброса в шламонакопитель.

На продуктивном классе минус 1+0,1 мм, содержащем марганца 18,37%, железа 12,25% и диоксида кремния 56,26% проведены исследования с использованием методов: винтовой и магнитной сепарации и концентрации на столе.

В таблице 9 представлены результаты опытных данных, полученные в оптимальном режиме по вышеприведенным методам обогащения.

**Таблица 9. Результаты опытов, проведенные на продуктивном классе 0,1 - 1 мм**

№ п.п.	Продукты	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
			Mn	Fe	Mn	Fe	
1.	Конц.винт.сепарации	10,78	22,22	25,29	13,04	22,26	винтовая сепарация
2.	Промпродукт 2	7,30	20,57	20,97	8,18	12,50	
	Итого концентрата	18,08	21,55	23,55	21,22	34,76	
3.	Промпродукт 1	15,29	17,91	12,14	14,90	15,14	
4.	Хвосты сепарации	66,63	17,61	9,21	63,88	50,10	
	Итого хвостов	81,92	17,66	9,755	78,78	65,24	
	Итого	100,0	18,37	12,25	100,0	100,0	
1.	Концентрат стола	25,38	22,43	20,07	30,98	41,58	концентрация на столе
2.	Промпродукт	46,87	18,51	11,98	47,22	45,83	
	Итого концентрата	72,25	19,89	14,82	78,20	87,41	
3.	Хвосты стола	27,75	14,43	5,56	21,80	12,59	
	Итого	100,0	18,37	12,25	100,0	100,0	
1.	Магнитный продукт	9,94	30,58	29,42	16,55	23,88	сухая магнитная сепарация
2.	Промпродукт 2	15,39	28,83	15,90	24,15	19,98	
3.	Промпродукт 1	11,63	28,02	15,66	17,74	14,87	
	Итого концентрата	36,96	29,046	19,46	58,44	58,73	
4.	Немагнитн. продукт	63,04	12,11	8,02	41,56	41,27	
	Итого	100,0	18,37	12,25	100,0	100,0	

Из представленных в таблице 9 данных следует, что винтовой сепарацией выделены 4 продукта:

1. Концентрат винтовой сепарации - выход 10,78 %, содержание марганца 22,22 %;
2. Промпродукт 2 - выход 7,30 %, содержание марганца 20,57 %;
3. Промпродукт 1 - выход 15,29 %, содержание марганца 17,91 %;
4. Хвосты сепарации - выход 66,63 %, содержание марганца 17,61 %.

Полученные результаты свидетельствуют о низкой эффективности процесса: извлечение марганца 16,55 % при степени концентрации 1,2 раза.

На лабораторном концентрационном столе марки 30А-КЦ выделены 3 продукта:

1. Концентрат стола - выход 25,38 %, содержание марганца 22,43%;
2. Промпродукт - выход 46,87 %, содержание марганца 18,51 %;
3. Хвосты стола - выход 27,75 %, содержание марганца 14,43 %.

Полученные результаты свидетельствуют о низкой эффективности процесса: извлечение марганца 30,98 % при степени концентрации 1,22 раза.

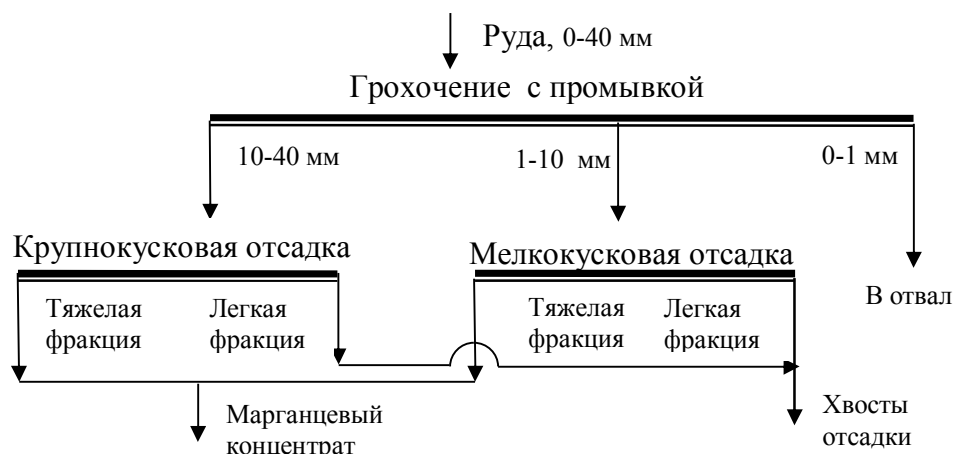
Исследования по сухой магнитной сепарации проводили на электромагнитном сепараторе марки 138-І с регулируемой напряженностью магнитного поля от 1300 до 13000 эрстед. При значениях напряженности магнитного поля - 3500, 7500 и 11 000 Э выделены 4 продукта:

1. Магнитный продукт (3500 Э) - выход 9,94 %, содержание марганца 30,58 %;
2. Промпродукт 2 (3500 Э) - выход 15,39 %, содержание марганца 24,15 %;
3. Промпродукт 1 (7500 Э)- выход 11,63 %, содержание марганца 17,74 %;
4. Немагнитный продукт (11000 Э)– выход 63,04 %, содержание марганца 12,11 %.

Полученные результаты свидетельствуют о низкой эффективности процесса: извлечение марганца 16,55 % при степени концентрации 1,66 раза.

Таким образом, можно утверждать, что с использованием методов винтовой и магнитной сепарации и концентрации на столе не представилось возможным получение кондиционного марганцевого концентрата.

На рисунке 7 представлена рекомендуется схема обогащения, а в таблице 10 результаты исследований, полученные по гравитационной технологии обогащения.



**Рис. 6.** Рекомендуемая схема переработки марганецсодержащей руды

**Таблица 10. Технологические показатели, полученные по рекомендуемой схеме**

Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %		
		Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Mn	Fe	SiO <sub>2</sub>
Марганц. конц. класса 10-40 мм	41,94	41,16	6,53	21,22	68,72	26,21	19,70
Марганц. конц. класса 1-10 мм	3,21	34,46	10,38	29,71	4,40	3,19	2,10
Итого марганц. концентрата:	45,15	40,68	6,80	21,82	73,12	29,40	21,80
Хвосты отсадки класса 10-40 мм	15,19	8,20	11,69	63,90	4,96	16,99	21,48
Хвосты отсадки класса 1-10 мм	1,56	7,42	14,73	68,42	0,46	2,20	2,36
Итого хвостов отсадки:	16,75	8,12	1,58	64,32	5,42	19,19	23,84
Класс – 0,1 - 1 мм	2,02	18,37	12,25	56,26	1,48	2,37	2,51
Класс – 0 - 0,1 мм	36,08	13,91	14,21	64,96	19,98	49,04	51,85
Исходная руда класса – 0 - 40 мм	100,0	25,12	10,45	45,20	100,0	100,0	100,0

Из данных, представленных в таблице 10 следует, что по рекомендуемой схеме на композитной пробе получены:

1. Объединенный марганцевый концентрат класса 1-40 мм, со средневзвешенным содержанием марганца 40,68%, железа 6,80 %, диоксида кремния 21,82 % при извлечении марганца 73,12 %, железа 29,40 %, диоксида кремния 21,80 % и общем выходе концентрата 45,15 %;

2. Общие хвосты отсадки с содержанием марганца 8,12%, железа 1,58 %, диоксида кремния 64,32 % при выходе 16,75 %. Потери марганца с хвостами отсадки составляют 5,42 %.

### **Выводы**

1 В данной работе в продолжение исследований по изучению вещественного состава рассмотрены результаты технологических исследований, по разработке гравитационной технологии обогащения на примере композитной пробы марганецсодержащей руды, сформированной из смеси 5 типов руд в соотношении пропорциональном их объемам залегания на месторождении.

2 Основным ценным компонентом в исследуемой руде является марганец с содержанием 25,12%. Также отмечается содержание диоксида кремния 45,20%, железа 10,45%, оксида алюминия – 5,85% и незначительного количества примесей фосфора - 0,12% и серы - 0,06%.

3 Грохочением с промывкой были выделены 4 класса крупности, предназначенные:

- 10-40 мм с содержанием марганца 32,40%, железа 7,90%, диоксида кремния 32,56% и выходе 57,13% - для крупнокусковой отсадки;

- 1-10 мм с содержанием марганца 25,64%, железа 11,80%, диоксида кремния 42,35% и выходе 4,77% - для мелкокусковой отсадки;

- 0,1-1 мм с содержанием марганца 18,37%, железа 12,25% диоксида кремния 56,26% и выходе 2,02% - для винтовой, магнитной сепарации и концентрации на столе;

■ 0-0,1 мм с содержанием марганца 13,90%, железа 14,21%, диоксида кремния 64,98% и выходе 36,08% - для сброса в шламонакопитель, так как в данном классе сосредоточено основное количество глины и шламов;

4 Использование методов винтовой и магнитной сепарации, концентрации на столе на классе крупности 0,1-1 мм положительных результатов не дало.

5 По гравитационной схеме с использованием крупнокусковой и мелкокусковой отсадки получены:

- объединенный марганцевый концентрат класса 1-40 мм, со средневзвешенным содержанием марганца 40,68%, железа 6,80 %, диоксида кремния 21,82 % при извлечении марганца 27,89%, железа 11,93%, двуокиси кремния 7,29% и общем выходе концентрата 14,45%;

- общие хвосты отсадки с содержанием марганца 8,12%, железа 1,58 %, диоксида кремния 67,567% при выходе 5,34%. Потери марганца с хвостами отсадки составляют 5,42 % с содержанием 8,12 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалгымбаев С.Т., Митина В.Ф. и др. Об особенностях минералогического состава марганецсодержащей руды месторождения «Тур» // Вестник КазНТУ (106) №6, 2014.- С.221-229.
2. Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалгымбаев С.Т., Митина В.Ф. и др. Исследования на гравитационную обогатимость марганецсодержащей руды месторождения «Тур» // Вестник КазНТУ (108) №2, 2015.- С.
3. Райвич И.Д. Гравитационная обогатимость дробленых руд цветных металлов и расчет результатов их гравитационного обогащения. – Алма-Ата, 1985

#### REFERENCES

1. Niyazov A.A, Lee E.M, Shalgymbaev S.T, Mitin V.F and others. Ob osobennostyah minerologicheskogo sostava marganetsoderzhashej rudy mestorozhdeniya "Tur" // Vestnik KazNTU (106) №6, 2014.- S.221-229.
2. Niyazov A.A, Lee E.M, Shalgymbaev S.T, Mitin V.F et al. Issledovaniya na gravitatsionnyu obogatimost marganetsoderzhashej rudy mestorozhdeniya "Tur" // Vestnik KazNTU (108) №2, 2015.- S.
3. Rayvich I.D, Gravitatsionnaya obogatimost droblennyh rud tsvetnyh metallov i raschet rezultatov ih gravitacionnogo obogasheniya,- Alma-Ata, 1985

Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалгымбаев С.Т., Митина В.Ф., Сарсекеева Ю.А., Ишмуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.

**«Тур» кен орнының марганец құрамды кендерді байытудың гравитациондық технологиясын әзірлеу**

**Түйіндеме.** Аталған жұмыс барысында заттық құрамын зерделеу бойынша зерттеулердің жалғасы ретінде кен орнында олардың орналасқан орны мөлшерінде үйлесімді өзара байланысты кеннің 5 түріндегі қоспадан қалыптастырылған марганец құрамды кендердің бірнеше сынағасы мысалында байытудың гравитациондық технологиясын әзірлеу бойынша технологиялық зерттеулердің нәтижесі қарастырылды.

Зерттелетін шикізатта негізгі құнды құрамдас бөлігі 25,12% құрамындағы марганец болып табылады. Сонымен қатар кремний диоксиді 45,20%, темір 10,45%, алюминий оксиді – 5,85% және фосфор - 0,12% және күкірт - 0,06% қоспасының шамалы мөлшері болғаны анықталды.

**Кілттік сөздер:** марганец құрамды кендер, минералогиялық талдау, жианшуит, вернадит, пиролюзит, гематит, тұндыру, ауыр фракция, жеңіл фракция.

Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалгымбаев С.Т., Митина В.Ф., Сарсекеева Ю.А., Ишмуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.

**Разработка гравитационной технологии обогащения марганецсодержащей руды месторождения «Тур»**

**Резюме.** Основным ценным компонентом в исследуемой руде является марганец с содержанием 25,12%. Также отмечается содержание диоксида кремния 45,20%, железа 10,45%, оксида алюминия – 5,85% и незначительного количества примесей фосфора - 0,12% и серы - 0,06%.

Использование методов винтовой и магнитной сепарации, концентрации на столе на классе крупности 0,1-1 мм положительных результатов не дало.

По результатам проведенных исследований разработана гравитационная схема обогащения марганецсодержащей руды с использованием крупнокусковой и мелкокусковой отсадки, позволяющая получить:

- объединенный марганцевый концентрат класса 1-40 мм, со средневзвешенным содержанием марганца 40,68%, железа 6,80 %, диоксида кремния 21,82 % при извлечении марганца 27,89%, железа 11,93%, двуокиси кремния 7,29% и общем выходе концентрата 14,45%;

- общие хвосты отсадки с содержанием марганца 8,12%, железа 1,58 %, диоксида кремния 67,567% при выходе 5,34%. Потери марганца с хвостами отсадки незначительны и составляют 5,42 % с содержанием 8,12 %.

**Ключевые слова:** марганецсодержащая руда, минералогический анализ, жианшуиит, вернадит, пиролюзит, гематит, отсадка, тяжелая фракция, легкая фракция.

Niyazov A., E.Lee, S.Shalgymbayeva, V.Mitina., Yu.Sarseekeva, O.Ishmuratova,  
G.Suleimanova, M.Nigmatov

**Development of gravitational enrichment technology of manganese ore at "Tour" mining site.**

**Summary.** As continuation of a research on learning the material composition, the results of technological research have been reviewed. The research about development of gravitational enrichment technology based on an example of a composite sample of the manganese ore that was formed out of mixture of 5 types of ore at a ratio proportional to the volume of their occurrence in the field.

The most valuable component in the study is the manganese ore with the content of 25.12%. It was also specified that there is a silicon dioxide with a content 45.20% content, as well as iron - 10.45%, aluminum oxide - 5.85%, a minor amount of phosphorus - 0.12% and sulfur - 0.06%.

**Key words:** manganese-ore, mineralogical analysis, Jianshuiite, Vernadite, pyrolusite, hematite, skimping, heavy fraction, the light fraction.

УДК 621.39.075

<sup>1</sup>А.М. Дараев, <sup>2</sup>Ю.И. Шадхин, <sup>3</sup>Ж.Д. Садвокасова  
(<sup>1</sup>КазНТУ им К.И. Сатпаева, <sup>2</sup>АУЭС, <sup>3</sup>КазАТК  
Алматы, Республика Казахстан, [majit\\_2006@mail.ru](mailto:majit_2006@mail.ru))

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАМКНУТОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ - АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ**

**Аннотация:** Приведена линеаризованная структурная схема системы ПЧ – АД. Дается математическое описание замкнутой системы управления ПЧ-АД, и программа расчета фазовой траектории системы.

**Ключевые слова:** Линеаризованная система, фазовая траектория, преобразователь частоты, асинхронный двигатель

Требование устойчивости переходных процессов системы автоматического управления является основным условием нормального функционирования системы управления [1]. Для нелинейных систем управления нет единого точного метода решения нелинейных уравнений, описывающие переходные процессы системы и для каждого вида нелинейности приходится изыскивать специфический частный метод [2]. Для определения устойчивости замкнутой системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель ( ПЧ – АД ) выбран метод фазового пространства [3], который позволяет получить наглядную картину переходных процессов системы автоматического управления и по фазовым траекториям определять устойчивость системы управления. Структурная схема замкнутой системы ПЧ – АД с нелинейным статическим звеном в MATLABпредставлено на рисунке 1.



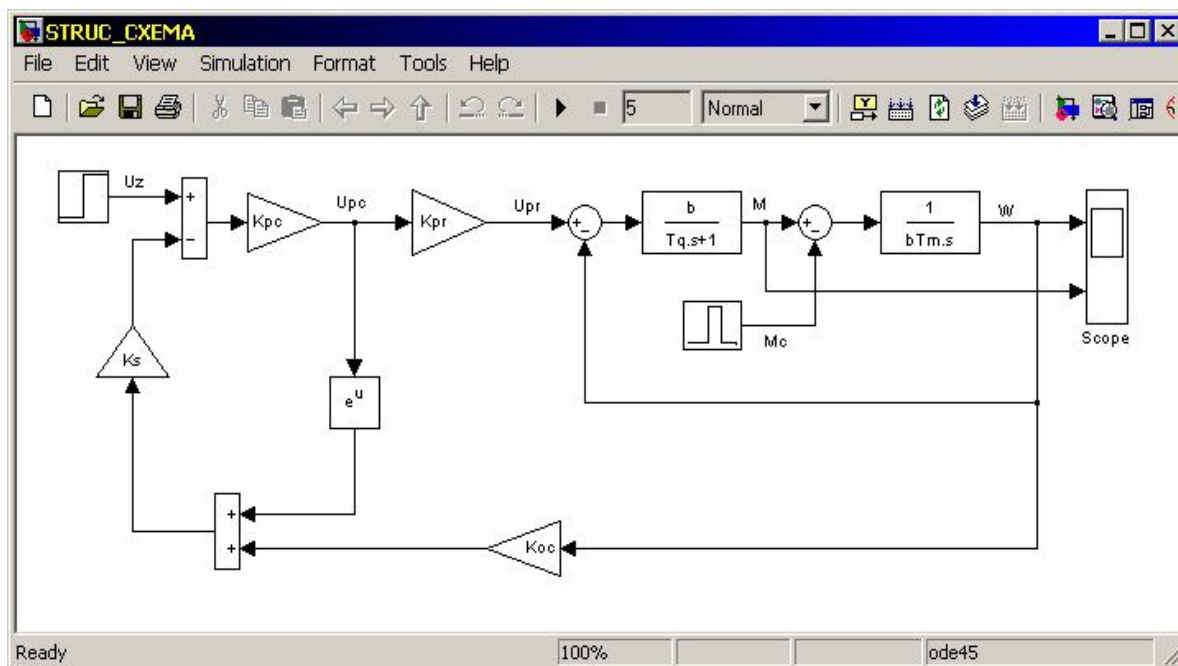


Рис. 1. Структурная схема замкнутой системы ПЧ - АД

Структурная схема асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором состоит из двух динамических звеньев: интегрирующего звена и инерционного звена, охваченные отрицательной обратной связью [4]. Преобразователь частоты (ПЧ) представлен в структурной схеме безынерционным звеном с передаточным коэффициентом  $K_{pr}$ , таким же звеном представлен регулятор скорости с коэффициентом усиления  $K_{pc}$ . Сигнал обратной связи с выхода нелинейного звена ( $\omega$ ), на вход которого подается сигнал с выхода регулятора скорости, и сигнал с выхода датчика скорости суммируются. Полученный сигнал, проходя через усилитель, с коэффициентом усиления  $K_S$ , подается на вход системы.

Математическое описание нелинейной системы управления ПЧ – АД можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{d\omega}{dt} &= \frac{1}{bT_m} M - \frac{1}{bT_m} M_c, \\ \frac{dM}{dt} &= \frac{bK_{pr}}{T_q} U_{pc} - \frac{b}{T_q} \omega - \frac{1}{T_q} M, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\omega$  - угловая скорость двигателя;

$M$  – электромагнитный момент асинхронного двигателя;

$M_c$  – статический момент двигателя;

$U_{pc}$  – напряжение с выхода регулятора скорости,

$b$  – модуль жесткости механической характеристики АД;

$T_q$  – электромагнитная постоянная времени цепей статора и ротора АД;

$T_m$  – электромеханическая постоянная времени АД;

$K_{pr}$  – передаточный коэффициент преобразователя частоты.

Уравнение замкнутого контура регулятора скорости с нелинейным звеном можно записать следующим образом:

$$U_{PC} = K_{PC}(U_Z - K_S(\ell^u + K_{OC}\omega)) \quad (2)$$

или

$$U_{PC} = K_{PC}U_Z - K_{PC}K_S\ell^u - K_{PC}K_SK_{OC}\omega, \quad (3)$$

здесь  $K_{PC}$  – коэффициент регулятора скорости;

$K_S$  – коэффициент обратной связи суммирующего сигнала с выхода нелинейного звена ( $\ell^u$ ) и датчика скорости;

$K_{OC}$  – коэффициент обратной связи по скорости системы ПЧ – АД.

Подставляя уравнение (3) во второе уравнение системы уравнений (1), после несложных преобразований, получаем следующую систему уравнений без учета задающего воздействия  $U_Z$ :

$$\begin{aligned} \frac{d\omega}{dt} &= \frac{1}{bT_m}M - \frac{1}{bT_m}M_c, \\ \frac{dM}{dt} &= -\frac{bK_{pr}K_{PC}K_S}{T_q}\ell^u - \frac{1}{T_q}(K_{PC}K_SK_{OC} + b)\omega - \frac{1}{T_q}M. \end{aligned} \quad (4)$$

Отметим, что в системе уравнений (4), в нашем случае,  $\ell^u = \exp(u_{PC})$ .

Для получения фазового портрета системы уравнений (4) в MATLAB преобразуем данную систему уравнений, при  $M_c = 0$ , к виду:

$$\frac{dx_1}{dt} = a_1x_2, \quad (5)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -a_2 \exp(U_{PC}) - a_3x_1 - a_4x_2,$$

где  $a_1 = \frac{1}{bT_m}$ ,  $a_2 = \frac{bK_{pr}K_{PC}K_S}{T_q}$ ,  $a_3 = \frac{1}{T_q}(K_{PC}K_SK_{OC} + b)$ ,  $a_4 = \frac{1}{T_q}$ ,  $x_1 = \omega$ ,  $x_2 = M$ .

Численное интегрирование уравнений (5), с визуализацией результата решения уравнений на фазовую плоскость, осуществляется с помощью программы в системе MATLAB. Программа расчета фазовой траектории замкнутой системы ПЧ – АД системы представлена на рисунке 2.

```

Editor - C:\Program Files\MLAB71\work\PORTRET_CAY.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
Stack: Base
1 function portret
2 - Y0 = [9;3];
3 - options = odeset('OutputFcn', @odephas2)
4 - [T,Y] = ode45(@system,[5 2],Y0,options);
5 - grid
6 function dy = system(t, y)
7 - Upc=0;
8 - dy = zeros(2,1);
9 - dy(1)=1.72*y(2);
10 - dy(2)=-22400*exp(Upc)-568*y(1)-20*y(2);
11 - end
12 - end
13
portret / system Ln 9 Col 11 OVR

```

Рис. 2. Программа расчета фазового портрета системы ПЧ - АД

В программе коэффициенты системы уравнений (5) рассчитаны для асинхронного двигателя 4A132S6Y3 (5,5 кВт). Кроме этого следует отметить, что в программе используется стандартная функция `odephas2` MATLAB, обеспечивающая построение графика компонент решения в фазовых координатах для двумерного процесса [5].

Фазовая траектория замкнутой нелинейной системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель приведена на рисунке 3.

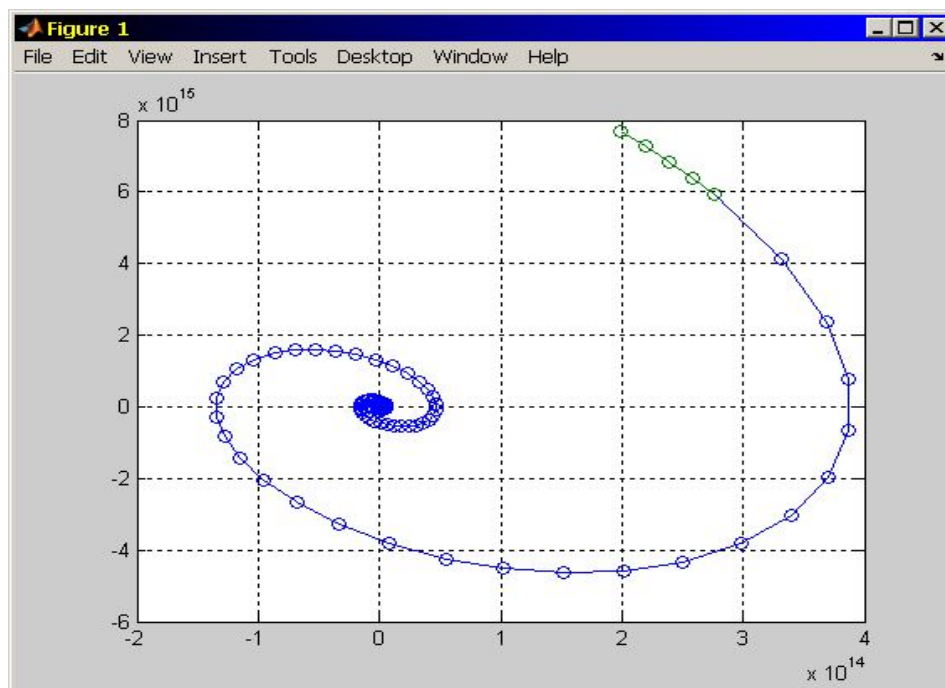


Рис. 3. Фазовая кривая замкнутой системы ПЧ – АД

Из рисунка 3 видно, что фазовая траектория системы стремится к положению равновесия (затухающий процесс). Согласно [6], система устойчива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фельдбаум А.А., Бутковский А.Г. Методы теории автоматического управления. – М.: Издательство «Наука», 1971.
2. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. Л. – М.: Издательство «Энергия», 1966.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. – СПб: Издательство «Профессия», 2004.
4. Терехов И.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
5. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005.
6. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: «Наука», 1988.

REFERENCES

1. Feldbaum A.A., Butkovsky A.G. Methods of the theory of automatic control. – M.: Nauka publishing house, 1971.
2. A.A.'s ravens. Bases of the theory of automatic control. L. – M.: Energiya publishing house, 1966.
3. Besekersky V.A., Popov E.P. Theory of systems of automatic control. – SPb: Professiya publishing house, 2004.
4. Terekhov I.M., Osipov O. I. Control systems of electric drives. – M.: Publishing center "Akademiya", 2008.
5. Anufriyev I.E., Smirnov A.B., Smirnova E.N. MATLAB 7. – SPb.: BHV – St. Petersburg, 2005.
6. Popov E.P. Theory of nonlinear systems of automatic control and managements. – M.: "Science", 1988.

Дараев А., Шадхин Ю., Садвокасова Ж.

**Тұйықталған сызықты емес жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесінің тұрақтылығын зерттеу.**

**Түйіндемесі:** Мақалада ЖТ-АҚ жүйесінің сызықтандырылған құрылымдық сұлбасы келтірілген. Тұйықталған ЖТ-АҚ басқару жүйесінің математикалық сипаттамасы және жүйенің фазалық траекториясын есептеу бағдарламасы келтірілген.

**Түйін сөздер:** Сызықтандырылған жүйе, фазалық траектория, жиілікті түрлендіргіш, асинхронды қозғалтқыш

Darayev A. Shadhin of Yu. Sadvokasova Zh

**Research of stability os the system closed by nelinena the frequency converter - the asynchronous engine.**

**Summary:** The linearized block diagram of system of PCh – the HELL is provided in article. The mathematical description of the closed PCh-AD control system, and the program of calculation of a phase trajectory of system is given.

**Key words:** Linearizirovnyy system, phase trayetoriya, frequency converter, asynchronous engine.

УДК 656.225

**С.Е. Бекжанова, Г.Н. Берикбаева, Ж. Е. Сабанчиева**

(Казахская академия транспорта и коммуникации им.М.Тынышпаева,  
Алматы, Республтка Казахстан)

**К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПОЕЗДООБРАЗОВАНИЯ  
НА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ**

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы оперативного планирования составообразования и отправления поездов на технических станциях при использовании технологии отправления грузовых поездов по расписанию с целью соблюдения более высоких требований к качеству разработки плана формирования и графика движения грузовых поездов, их реализации в станционных технологиях и тяговом обслуживании.

**Ключевые слова:** перевозочный процесс, вагонопоток, поездообразование, станция, планирование, график, рейсовая модель.

На современном этапе развития сети железных дорог Казахстана совершаются заметные трансформации в системе оперативного управления перевозочным процессом, в том числе и в управлении вагонопотоками.

Одним из эффективных методов оперативного управления вагонопотоками, и соответственно, поездообразованием на технических станциях является регулирование процесса накопления с помощью планомерного подвода вагонов отдельных назначений, их переработки в соответствии с планом формирования поездов и отправления по прикрепленным ниткам графика движения поездов. Такое планирование отправления с технических станций организованных и прогнозных поездов позволяет увеличить степень управляемости вагонопотоками, что происходит за счет планирования для каждого вагона [1]:

станции, которые должен проследовать вагон согласно ПФП и технологическим процессам работы станций;

время, категорию поезда, группу (если поезд групповой);

выполняемые операции технологического процесса, производимые с вагоном (составом поезда, в котором он находится) на станциях полигона.

Это дает возможность планировать технологическую цепочку следования каждого вагона в пределах полигона управления с последующим контролем продвижения и информированием клиентов.

Текущее планирование составаобразования и отправления поездов должно быть направлено на выравнивание ритма эксплуатационной работы, как на технических станциях, так и железнодорожном направлении. В периоды уменьшения подхода вагонов к техническим станциям необходимо назначение групповых поездов для исключения срыва отправления поездов по ниткам графика. В периоды сгущенного подхода необходимо формирование составов поездов повышенной транзитности. Это дает возможность корректировать ожидание расписаний, обеспеченных локомотивами и бригадами, снижением простоев на впередилежащих технических станциях.

Большинство существующих методов планирования составаобразования и отправления поездов основываются на накоплении составов в зависимости от текущей очередности расформирования. По окончании накопления составов по весу или длине, определяются нитки графика, к которым эти составы могли бы быть прикреплены. Применение методов накопления составов без привязки с нитками графика приводит к тому, что готовые составы могут продолжительное время находиться на сортировочных путях в ожидании перестановки в отправочный парк, задержки в парках отправления в ожидании готовности локомотива или локомотивной бригады к потере пропускной способности участков из-за использования не всех возможных ниток графика [2].

Решение задачи текущего планирования составаобразования на технических станциях возможно по двум вариантам:

1) определение моментов отправления поездов на основе данных о моментах окончания накопления составов установленного веса или длины;

2) определение моментов окончания накопления составов на основе данных о моментах отправления по ниткам графика – «рейсовая» модель.

Первый подход является традиционным, но в текущих условиях организации эксплуатационной работы не обеспечивает ритмичность перевозочного процесса с гарантированным обеспечением своевременной доставки грузов.

Второй подход является более гибким и универсальным, используемый технологию поезда работы с любой долей твердых ниток и их специализацией. Так, использование в расчете числа ниток на уровне максимального графика позволяет получить результаты для случая отправления грузовых поездов по готовности. Кроме того, наличие по каждому отправляемому поезду резерва времени в ожидании отправления и остатков неприкрепленных к ниткам составов на момент времени окончания планируемого периода дает возможность корректировки тяговых и графиковых ресурсов.

Каждая нитка графика обладает параметром «максимальное время окончания накопления», который можно определить по формуле:

$$T_{\text{нак}}^{\text{макс}} = T_{\text{от}} - t_{\text{лок}} - t_{\text{то}} - t_{\text{ож.фор}} \quad (1)$$

где  $T_{\text{от}}$  - момент времени отправления по нитке графика с технической станции;  
 $t_{\text{лок}}$  - время на прицепку поездного локомотива;  
 $t_{\text{то}}$  - время выполнения технического осмотра готового состава;  
 $t_{\text{ож.фор}}$  - время ожидания формирования состава.

Смысл параметра  $T_{\text{нак}}^{\text{макс}}$  заключается в том, что для каждой нитки графика существует такой критический момент времени окончания накопления состава, превысив который, невозможно успеть сформировать и отправить состав по нитке графика вовремя. Поэтому подбор вагонов на нитку заключается в выборке всех вагонов заданного назначения, у которых момент времени окончания расформирования не превышает максимального времени окончания накопления на эту нитку, т.е.

$$T_{\text{ок}}^{\text{расф}} \leq T_{\text{нак}}^{\text{макс}}$$

Формируемый состав не может быть отправлен на готовую нитку графика, если новое прогнозное время окончания расформирования разборочного поезда или состава, рассчитанное путем суммирования только нормативов времени выполнения планируемых операций («нормативное время»), превышает максимально допустимое время окончания накопления формируемого состава («порог»), т.е.

$$T_{\text{ок.расф}}^{\text{норм}} > T_{\text{ок.нак}}^{\text{макс}} \quad (2)$$

где  $T_{\text{ок.расф}}^{\text{норм}}$  - новое прогнозное время окончания расформирования разборочного поезда или состава, рассчитанное путем суммирования только нормативов времени выполнения планируемых операций («норматив»);

$T_{\text{ок.нак}}^{\text{макс}}$  - максимально допустимый момент времени окончания накопления формируемого состава («порог»).

Формируемый состав может быть отправлен на готовую нитку графика, если новое прогнозное время окончания расформирования разборочного поезда или состава, рассчитанное путем суммирования нормативов времени выполнения планируемых операций и допустимых времен ожидания выполнения этих операций («критическое время»), превышает максимально допустимое время окончания накопления формируемого состава («порог»),

$$T_{\text{ок.расф}}^{\text{крит}} > T_{\text{ок.нак}}^{\text{макс}}$$

где  $T_{\text{ок.расф}}^{\text{крит}}$  - новое прогнозное время окончания расформирования разборочного поезда или состава, рассчитанное путем суммирования нормативов времени выполнения планируемых операций и допустимых времен ожидания выполнения этих операций («критическое время»);

$T_{\text{ок.нак}}^{\text{макс}}$  - максимально допустимый момент времени окончания накопления формируемого состава («порог»).

Таким образом, для обеспечения своевременного отправления формируемого поезда (поездов) из плана отправления станционный (маневровый) диспетчер станции расформирования поезда должен разработать и предпринять комплекс регулировочных мер:

- изменение очередности технологической обработки составов;
- изменение очередности расформирования составов;
- временное привлечение маневровых локомотивов, а также бригад технического и коммерческого осмотра в парк прибытия из других парков;
- изменение специализации сортировочных путей;
- перенос рейсов по окончанию формирования составов на горку;
- изменение очередности окончания формирования составов и перестановки в парк отправления;

изменение пути отправления состава, в том числе отправление из неспециализированного парка;

изменение очередности технологической обработки составов по отправлению;

временное привлечение горочных локомотивов, а также бригад технического и коммерческого осмотра в отправочный парк из других парков (из другой сортировочной системы - на двусторонних станциях) и др.

Следовательно, контроль реализации текущего плана составообразования и отправления поездов по расписанию должен осуществляться путем выявления опозданий выполнения операций, прогнозирования дальнейшего хода выполнения операций и анализа влияния каждого опоздания на план составообразования и отправления поездов с технических станций. Организация перевозочного процесса по четко установленному графику является клиентоориентированной, позволяет значительно повысить качество грузовых перевозок, улучшить эксплуатационные показатели работы парка грузовых вагонов, обеспечить оптимальное использование перевозочных ресурсов.

Данные SWOT-анализа (табл. 1) подтверждают эффективность внедрения технологии управления движением грузовых поездов по расписанию – «рейсовой» модели, и вместе с тем определяют задачи, над которыми следует работать для минимизации внутренних и внешних рисков.

Таблица 1 SWOT-анализ эффективности «рейсовой» модели

<b>S – сильные стороны</b>	<b>O – возможности</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ улучшение использования тяговых и энергетических ресурсов, вагонного парка и мощностей инфраструктуры</li> <li>➤ согласованное продвижение поездов по специализированным ниткам на направлениях большой протяженности</li> <li>➤ обеспечение оперативно-диспетчерского персонала возможностью регулирования по отклонениям от базовой графиковой технологической схемы</li> <li>➤ улучшение организации труда локомотивных бригад и повышение безопасности движения поездов</li> <li>➤ улучшение условий для текущего содержания технических устройств</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ обеспечение ритмичности перевозочного процесса с гарантированным обеспечением своевременной доставки грузов и порожних вагонов</li> <li>➤ обеспечение сквозных транспортно-логистических схем взаимодействия с другими железнодорожными инфраструктурами общего и необщего пользования, другими видами транспорта</li> <li>➤ обеспечение регламентированного режима функционирования малодеятельных железнодорожных станций и участков</li> </ul>
<b>W – слабые стороны</b>	<b>T – угрозы</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ необходимость соблюдения более высоких требований к качеству разработки плана формирования и графика движения грузовых поездов, их реализации в станционных технологиях и тяговом обслуживании</li> <li>➤ необходимость более высокой квалификации оперативно-диспетчерского персонала всех уровней управления движением</li> <li>➤ необходимость высокого уровня технологической дисциплины всех участников перевозочного процесса</li> <li>➤ необходимость внедрения новой системы показателей и стимулирования участников перевозочного процесса</li> <li>➤ необходимость более высокой квалификации машинистов для вождения грузовых поездов по расписанию</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ недостаточность нормативно-правовой базы, регулирующей взаимоотношения АО «НК «КТЖ»» с собственниками подвижного состава и грузообразующей средой</li> <li>➤ дефицит ресурсов инфраструктуры и тяги на ряде грузонапряженных направлений сети</li> <li>➤ недостаточная достоверность планирования погрузки по назначениям в сводном заказе и неопределенность предстоящих рейсов порожних вагонов</li> <li>➤ нарушения планов проведения ремонтно-строительных работ в «окна»</li> <li>➤ сверхнормативное количество предупреждений об ограничении скорости движения поездов и отказов</li> </ul>

**Вывод:** Использование «рейсовой» модели позволит увеличить участковую скорость, сократить время нахождения вагонов на сортировочных станциях, увеличить суточный пробег локомотива при сокращении потребности в локомотивных бригадах, уменьшить убытки, связанные со штрафными санкциями за несвоевременную доставку грузов, сократить оборот вагона и высвободить парк грузовых вагонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов А.В. Планирование поездообразования на полигоне// Железнодорожный транспорт, 2000. - № 7. - С. 17-22.
2. Шавзис С.С. Планирование поездообразования: новые подходы и решения// Железнодорожный транспорт, 2003. - № 5. - С. 43-47.

REFERENCES

1. Haritonov A.V. Planirovanie poezdoobrazovanya na poligone// Zheleznodorozhny transport, 2000. - № 7. - S. 17-22.
2. Shazis S.S. Planirovanie poezdoobrozovanya: novye podhody i reshenya// Zheleznodorozhny transport, 2003. - № 5. - С. 43-47

Бекжанова С.Е., Берикбаева Г.Н., Сабанчиева Ж.Е.

**Техникалық стансада поезд құрастыруды жедел жоспарлау сұрағына.**

**Түйіндеме.** Пойыздарды құрастыруды шұғыл жоспарлау және техникалық стасаларда пойыздарды жіберу, жүк пойыздарын кесте бойынша жіберу технологиясын қолдану арқылы құрасның жоспары және жүк пойыздарының жүру кестесінің құрастырылуына жоғары сапасына көңіл бөліп олардың стасалық технологиясы мен тарту қызмет көрсетуін жүзеге асыру сұрақтары қаралады.

**Бұлақты сөздер:** тасымалдың үдерісі, вагонопоток, поезд құрастыру, станса, жоспарлау, кесте, рейс моделі.

Bekzhanova S.E., Berikbayeva G.N., Sabanchieva Zh.E.

**To the point of operational planning of train-formation in technical stations.**

**Summary.** Being considered the question of operational planning of train formation and transmitting the trains to the technical stations with the usage of technology of departing freight trains scheduled on purpose compliance requirements in a high quality in engineering the formation plan graphics of freight trains traffic, realization in stationary technologies and traction services of them.

**Key words:** transmitting process, wagon stream, train formation, stations, planning, graphics, regular model.

УДК 621.548; 621.311.24

**С.А. Орынбаев, А.Б. Бекбаев, Б.К. Байбутанов, С.С. Молдахметов**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: [seitzhan\\_74@mail.ru](mailto:seitzhan_74@mail.ru))

**ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕСТНОСТИ НА ПРИМЕРЕ  
РАЙОНОВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА**

**Аннотация:** В работе проведено исследование ветроэнергетического потенциала местности на примере Жувальнского района Жамбылской области Республики Казахстан. Используются статистические методы обработки данных ветра, с целью объективного прогнозирования потенциала по градациям. Определены среднегодовая скорость ветра и удельная годовая мощность энергии ветра.

**Ключевые слова:** ветроэнергетический потенциал, удельная мощность, среднегодовая скорость ветра, градации ветра

**Введение.** Исходя из природно-климатических условий Казахстана, особенностей территории и в связи с низкой плотностью населения, можно рекомендовать для улучшения условий электроснабжения и покрытия определенной части дефицита электрической энергии, особенно для наиболее удаленных от источников энергоснабжения потребителей, использование энергии ветра. Однако информация для принятия решения о целесообразности использования данного источника



возобновляемой энергии и выборе конкретного типа установки является достоянием узкого круга специалистов и в большинстве случаев недоступна широкому потребителю.

**Цель работы.** Определение ветропотенциала местности на основе многолетних наблюдений.

**Материал и результаты исследования.** Региональные особенности ветровых потоков являются определяющим фактором для принятия решения по выбору конструкции ВЭУ. Воздушные течения на всей территории республики характеризуются высокой турбулентностью, частыми порывами и сменой направлений, имеют высокий градиент скорости ветра по высоте.

Для эффективного использования энергии ветрового потока необходимо иметь исчерпывающую информацию о нем. Общеметеорологические характеристики, выдаваемые метеостанциями, для этого недостаточны.

Как видно из карты районирования на большей части территории Казахстана (около 90%) наблюдаются среднегодовые скорости ветра 3 - 5 м/с (рис.1), а ветроэнергетический потенциал ряда выбранных мест, показанный на рис.2, где провели исследования и выявили местности с хорошими характеристиками ветра, наводят на мысль о том, что на территории нашей страны есть еще много мест, где реальный потенциал ветра еще не выявлен.

На метеостанциях Республики Казахстан измерения скорости ветрового потока производятся на высоте 10 м от земной поверхности, т.е. согласно стандартной методике, и степень открытости у них достаточно высокая. Но так как метеостанции, находятся только при областных центрах, то информация, полученная от них часто не является достоверной для районов, находящихся на значительном расстоянии. По рекомендациям [1], чтобы определить среднегодовую скорость ветра и ветропотенциал местности, необходимы результаты многолетних измерений, как минимум за 3 года. Для проведения исследования по оценке ветропотенциала мы выбрали Жуалынский район Жамбылской области.

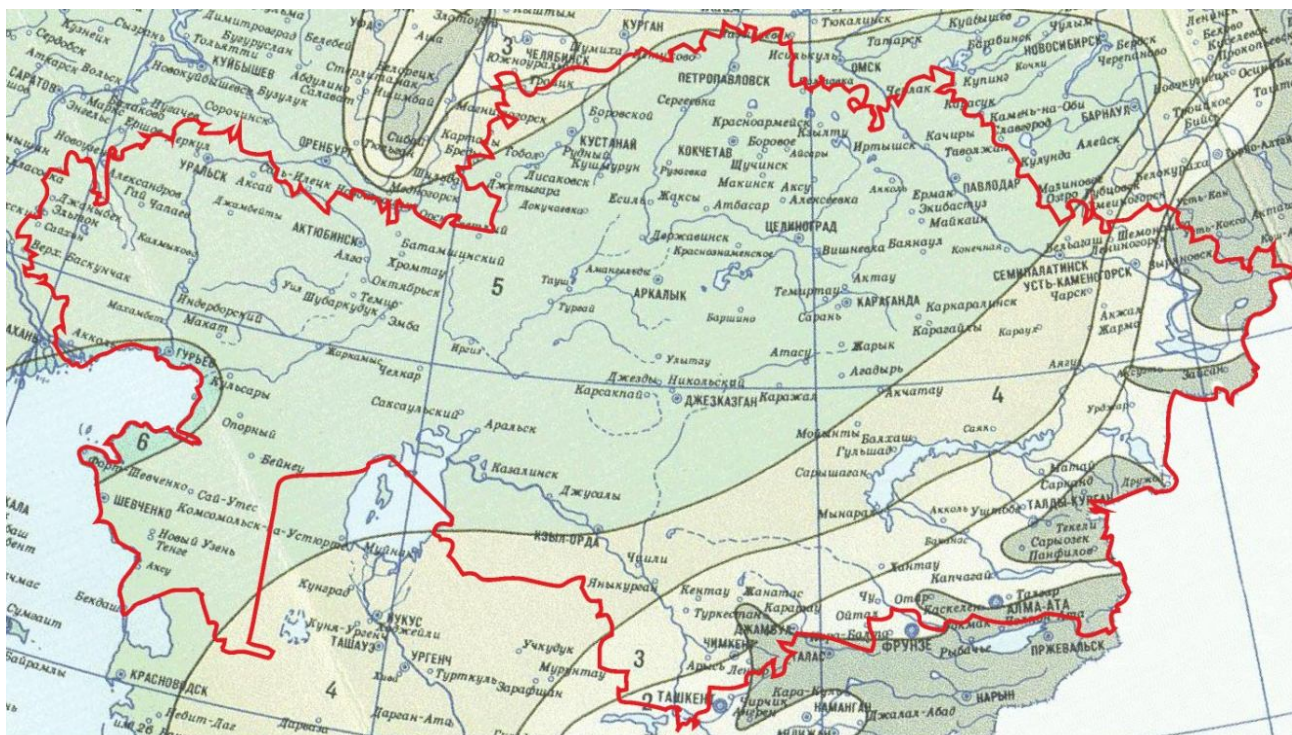
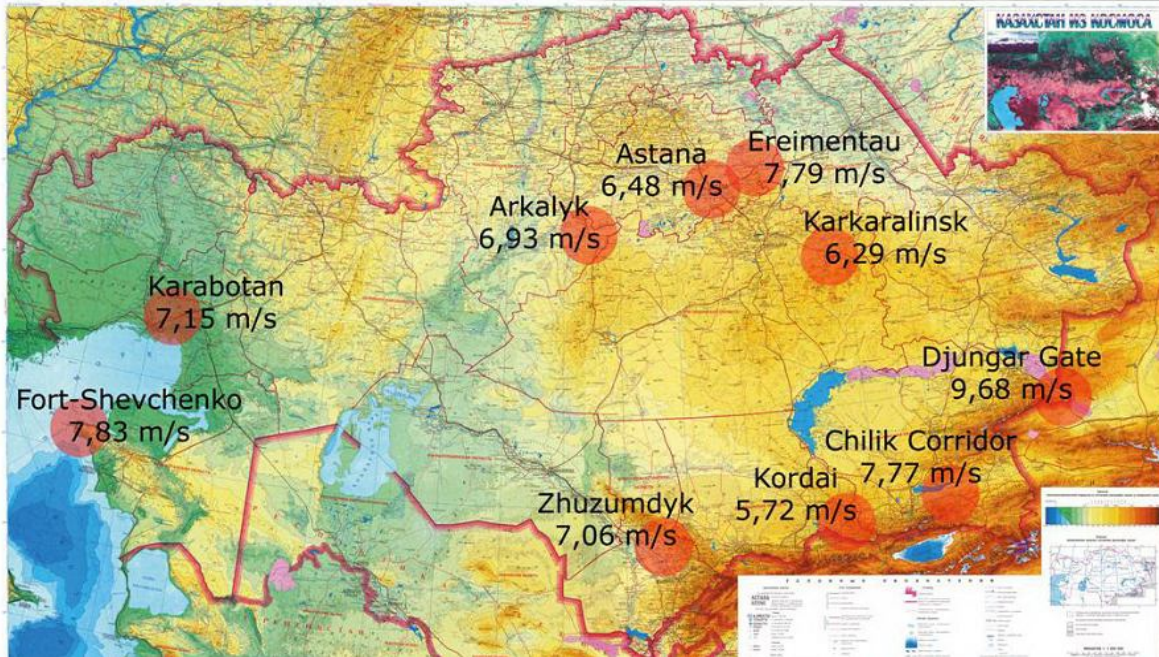


Рис. 1. Районирование территории Казахстана по средней скорости ветра по СНиП 2.01.07-85\*



**Рис. 2.** Ветроэнергетический потенциал в ряде выбранных мест по регионам Казахстана

Основой всех ветроэнергетических расчетов является ветроэнергетический кадастр. К числу основных кадастровых характеристик ветра относятся: среднегодовая скорость, годовой и суточный ход, повторяемость скоростей ветра по градациям, распределение ветровых периодов и периодов затишья по длительности, максимальная скорость, удельная мощность и удельная энергия ветрового потока, ветроэнергетические ресурсы района [1].

Для оценки ветрового потенциала местности необходимо сначала обработать массив скоростей ветра. Для этого используются метеостанции, позволяющие с определенным интервалом времени записывать текущие показатели ветра. Для оценки ветропотенциала выбранной нами местности была использована специальная метеостанция марки Vantage View, состоящая из измерительного блока с датчиками с функцией беспроводной передачи данных и приемного терминала, основным преимуществом которого является возможность сохранения данных в своей памяти. Нами были произведены исследования ветроэнергетического потенциала данной местности во временном промежутке с 2012 по 2014 год. Массив содержит показатели ветра (скорость, направление, температура) за 3 года с временным интервалом измерения в 10 мин.

Для оценки показателей ветрового потенциала местности, принято использовать анализ за каждый год в отдельности [2].

Показатели ветровой обстановки.

Для определения скоростей ветра необходимо провести оценку основных показателей. Для оценки была использована методика представленная в [2]. Согласно которому, основными показателями являются:

- $n$  – число повторений ветра в определенной градации (частота определенной скорости ветра);
- $f(v)$  – относительная повторяемость ветра %, определяемая по формуле:

$$f(v) = \frac{n_i}{\sum_{j=1}^k n_j} \quad (1)$$

где  $i$  – номер градации скорости ветра

$k$  – количество градаций скорости ветра

Для  $f(v)$  справедливо условие  $0 < f(v) < 100$ .

Значение удельной мощности  $N_e$  в каждой градации скоростей ветра определяется по формуле:

$$N_{e(град)i} = \frac{0,613 \cdot v^3 \cdot f(u)_i}{100} \quad (2)$$

где  $v^3_i$  – куб скорости ветра;

$f(u)_i$  – относительная повторяемость ветра.

Под понятием «удельная мощность теоретическая» подразумевается мощность  $N_e$ , рассчитанная при условии, что вся ветровая энергия полностью утилизируется ВЭУ, без потерь.

Для определения показателей, согласно вышеизложенным методикам, массив был разделен на 3 основных года с условиями разделения на градации скоростей ветра. В результате была получена расчетные таблицы 1, 2 и 3.

**Таблица 1. Основные показатели ветровой обстановки за 2012 год**

Градации ветра	0..1	1..2	2..3	3..4	4..5
n, число попаданий в градацию	639	2152	4586	6855	9732
Относительная повторяемость ветра, %	1,21575	4,09436	8,72526	13,0422	18,5159
Теоретическая удельная мощность градации, Вт/м <sup>2</sup>	0,00745	0,20078	1,444119	5,116731	14,18787

продолжение таблицы 1

5..6	6..7	7..8	8..9	9..10	10..11	11..12	12..13	13..14
9271	7500	5121	3233	1754	991	481	198	44
17,639	14,26941	9,743151	6,151065	3,337139	1,885464	0,91514	0,3767	0,0837
23,355	30,00271	30,57946	27,4877	20,45666	15,38356	9,69379	5,0734	1,4081

продолжение таблицы 1

14..15	15..16	16..17	17..18	18..19	19..20	Сумма
3	0	0	0	0	0	52560
0,005708	0	0	0	0	0	100
0,118086	0	0	0	0	0	184,5158

Приведенная выше таблица отражает показатели за один 2012 год, имеющей максимальную годовую удельную мощность в 184,52 Вт/м<sup>2</sup>.

**Таблица 2. Основные показатели ветровой обстановки за 2013 год**

Градации ветра	0..1	1..2	2..3	3..4	4..5
n, число попаданий в градацию	685	2455	4275	7076	8651
Относительная повторяемость ветра, %	1,303297	4,670941	8,133716	13,46297	16,4596
Теоретическая удельная мощность градации, Вт/м <sup>2</sup>	0,007989	0,229063	1,346211	5,281791	12,61217

продолжение таблицы 2

5..6	6..7	7..8	8..9	9..10	10..11	11..12	12..13	13..14
8370	7579	4990	2988	1853	1488	904	549	391
15,92496	14,41999	9,494092	5,68504	3,525562	2,831104	1,719972	1,04454	0,743926
21,08592	30,31932	29,79778	25,40513	21,61169	23,09906	18,21904	14,06746	12,51337

продолжение таблицы 2

14..15	15..16	16..17	17..18	18..19	19..20	Сумма
145	60	72	19	6	3	52559
0,27588	0,114157	0,136989	0,03615	0,011416	0	100
5,707621	2,866319	4,125652	1,292363	0,479983	0	230,0679

## • Технические науки

Приведенная выше таблица отражает показатели за один 2013 год, имеющей максимальную годовую удельную мощность в 230 Вт/м<sup>2</sup>.

Таблица 3. Основные показатели ветровой обстановки за 2014 год

Градации ветра	0..1	1..2	2..3	3..4	4..5
n, число попаданий в градацию	595	2090	4772	6575	8505
Относительная повторяемость ветра, %	1,12897	3,96562	9,05451	12,4756	16,1376
Теоретическая удельная мощность градации, Вт/м <sup>2</sup>	0,00692	0,19447	1,498612	4,894416	12,36544

продолжение таблицы 3

5..6	6..7	7..8	8..9	9..10	10..11	11..12	12..13	13..14
8936	7089	4805	3362	2974	1568	719	344	121
16,955	13,45085	9,117128	6,379144	5,642943	2,975163	1,36425	0,6527	0,2296
22,450	28,28162	28,61465	28,50693	34,59124	24,27444	14,451	8,7905	3,8618

продолжение таблицы 3

14..15	15..16	16..17	17...18	18..19	19...20	Сумма
98	98	34	15	3	0	52703
0,185948	0,185948	0,064512	0,028461	0,005692	0	100
3,847025	4,668863	1,942902	1,017499	0,239336	0	224,498

Приведенная выше таблица отражает показатели за один 2014 год, имеющей максимальную годовую удельную мощность в 224,5 Вт/м<sup>2</sup>.

На рисунке 3 представлен график определяющий частоту каждого значения ветра за 3-х летний период. В результате среднее значение скорости ветра составило 5,58 м/с с частотой в 157824 раз или же 26304 часов.

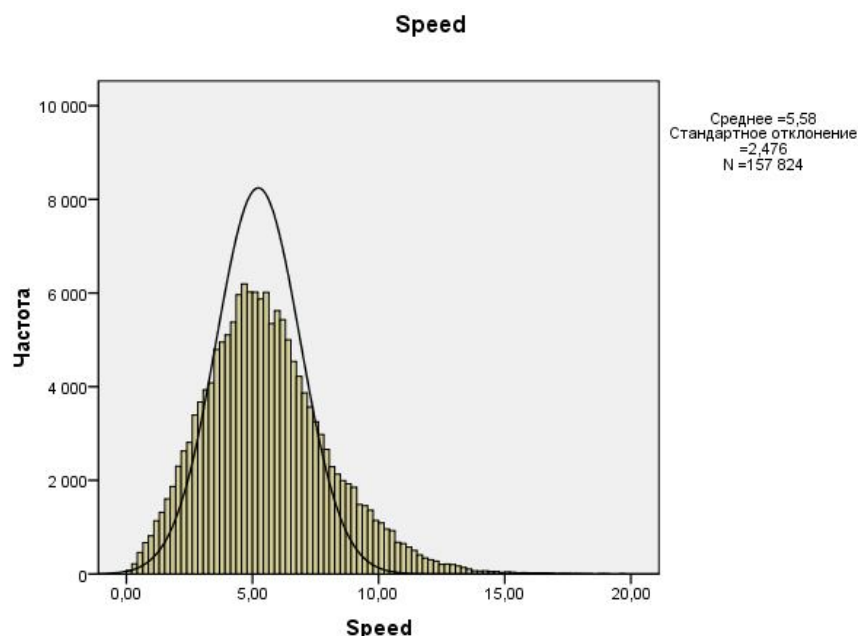


Рис. 3. График частот скоростей ветра за 3 года.

По результатам исследований можно сказать, что данный район обладает хорошими ветровыми ресурсами и потенциалом для выработки электрической энергии. Максимальная удельная мощность за 3 года составила 230 Вт/м<sup>2</sup>, что определяет перспективность района в плане использования энергии ветра.

**Выводы.** По результатам, проведенных измерений и вычислений, можно сказать, что данный район относится к районам с хорошим ветроэнергетическим потенциалом. Методику проведения данных расчетов по определению ветроэнергетического потенциала можно применить также для других районов, расположенных отдаленно от стационарных метеостанции.

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 52.04.275 «Методические указания. Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок».
2. Елистратов В.В., Кузнецов М.В., Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики, ч.1, Определение ветроэнергетических ресурсов региона. Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. - 49с.
3. Харитонов В.П. Автономные ветроэнергетические установки. – М: ГНУ ВИЭСХ, 2006. - 275с.

REFERENCES

1. RD 52.04.275 «Metodicheskie ukazaniya. Provedenie izyskatel'skih rabot po ocenke vetroenergeticheskikh resursov dlya obosnovaniya shem razmesheniya i proektirovaniya vetroenergeticheskikh ustanovok».
2. Elistratov V.V., Kuznecov M.V., Teoreticheskie osnovy netradicijonnoi i vozobnovlyaemoi energetiki, ch.1, Opredelenie vetroenergeticheskikh resursov regiona. Uchebnoe posobie. - SPb.: Izd-vo SPbGPU, 2003. - 49s.
3. Haritonov V.P. Avtonomnye vetroenergeticheskie ustanovki. – M: GNU VIESH, 2006. - 275s.

Орынбаев С. А., Бекбаев А.Б., Байбутанов Б.К., Молдахметов С.С.

**Оңтүстік Қазақстан аудандарының мысалында жергілікті орынның жел энергетикалық қорын бағалау**

**Түйіндеме:** Жұмыста Қазақстан Республикасының Жамбыл облысы Жуалы ауданы мысалында жергілікті орынның желэнергетикалық қорын бағалау жүргізілді. Желдің мәліметтерін статистикалық өңдеу әдістері қолданылды және жел қорын градациялар бойынша болжау жүргізілді. Желдің орташа жылдық жылдамдығы және меншікті жылдық қуаты анықталды.

**Түйін сөздер:** жел энергетикалық потенциал, меншікті қуат, орташа жылдық жел жылдамдығы, жел градациясы.

Orynbaev S. A., Bekbaev A.B., Baibutanov B.K., Moldahmetov S.S.

**Wind potential assessment of area on the example of the south Kazakhstan regions**

**Summary.** The article shows the results of the wind potential assessment studies for area on example of Zhualynskiy district of Zhambyl region in Kazakhstan. It uses statistical methods of data processing wind in order to objectively predict the potential for graduation. Also determined the average annual wind speed and specific annual capacity of wind power.

**Key words:** wind potential, annual capacity of wind power, average annual wind speed, graduation of wind speed.

УДК 621.438

**Д.Р. Умышев, А.М. Достияров, М.Е. Туманов**

(Алматинский университет энергетики и связи  
Алматы, Республика Казахстан, [umishev\\_d@mail.ru](mailto:umishev_d@mail.ru))

**КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ NO<sub>x</sub> И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ  
УМЕНЬШЕНИЯ ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ТОПЛИВО-  
ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ**

**Аннотация.** В статье рассмотрен характер и причины образования NO<sub>x</sub> и проведен широкий обзор материалов о существующих и перспективных методах подавления его образования. Проведена классификация методов подавления образования NO<sub>x</sub>, рассмотрены их положительные и отрицательные стороны. На основании обзора, проведен анализ и сделаны выводы по каждому методу, исходя из которого была определена наиболее перспективная и доступная технология (метод) снижения (подавления) выбросов NO<sub>x</sub>.

**Ключевые слова:** камера сгорания, ГТУ, вредные вещества, выбросы, оксид азота

Особое внимание при разработке новых камер сгорания ГТУ в настоящее время уделяют созданию оптимального температурного поля в зоне разбавления, созданию эффективных методов впрыска топлива которое работало при разных давлениях и расходах, уменьшению размеров установок и снижению образования вредных выбросов. Снижение вредных выбросов является одной из важнейших проблем при проектировании КС ГТУ.

Выбросы ГТУ можно разделить на две группы:

- 1) Оксиды углерода (CO) и альдегиды, органические кислоты, а также углеводороды.
- 2) Оксиды азота (NO).

Первый вид вредных веществ образуется вследствие неполноты сгорания и учитывая степень полноты сгорания камер сгорания  $\eta=95-99\%$  а в расчетном режиме  $\eta=98-99\%$ , рассматривать образования углеродов не имеет смысла. Поэтому основное внимание уделяется проблемам снижения выбросов оксидов азота.

Существует три вида образований азота:

- 1) Термические;
- 2) Быстрые;
- 3) Топливные.

Многие результаты исследований и практика показывают, что значительную часть образований  $\text{NO}_x$  составляет азот, находящийся в воздухе, и образующийся в процессе образования локальных объемов (областей) высоких температур и долгом времени пребывания газов в зоне горения. Закономерность образования окисления азота в зависимости от температуры описана в [6].

Основные способы снижения выбросов  $\text{NO}_x$  сводятся к понижению общей и локальных температур в зоне горения и снижению времени пребывания газов в зоне высоких температур.

Методы подавления оксидов азота делятся на технологические и конструктивные.

Существует множество методов подавления образования оксидов азота. К основным технологическим методам подавления образования оксидов азота относятся:

- 1) Впрыск воды и пара в КС;
- 2) Рециркуляция продуктов сгорания.

**Впрыск воды и водяного пара.** Впрыск пара или воды является давно известной и широко применяемой технологией. Вода, подаваемая в камеру сгорания, обладая почти в два раза более высокой удельной теплоемкостью, забирает часть теплоты, что снижает общую температуру газов в объеме камеры сгорания, тем самым уменьшая образование термического азота.

Выбросы оксидов азота при впрыске водяного пара в камеру сгорания, в среднем снижаются на 20-30%. Известны результаты работ по снижению выбросов в 3-5 раза путем впрыска воды в проточную часть ГТУ в размере 25% от расхода воздуха.

Однако, впрыск пара имеет несколько недостатков, это: существенное изменение соотношения рабочих тел, что требует увеличения продольного сечения проточной части или увеличения скорости рабочего тела; понижение интенсивности и полноты сгорания, что приводит к увеличению выбросов углекислого газа, хотя, есть результаты экспериментов, где добавление пара в КСВД не понижало полноту сгорания. Также, впрыск пара может вызвать увеличение вероятности вибрационной работы КС, интенсивную коррозию, усложнение зимней эксплуатации, увеличение расхода очищенной воды, увеличение амплитуды пульсаций в камере сгорания, неравномерность поля температур газа за КС, сужение диапазона устойчивого горения, усложнения и соответственно удорожания схемы.

**Рециркуляция продуктов сгорания.** Рециркуляция продуктов сгорания широко известная и давно используемая технология. Суть метода заключается в возврате инертных продуктов сгорания в первичную зону горения. Снижение образования окиси азота происходит за счет двух процессов:

- 1) снижение максимального температурного уровня газов в зоне горения путем разбавления холодными газами;
- 2) снижение концентрации реагирующих веществ (кислорода) из-за участия продуктов сгорания.

Степень воздействия каждого из приведенных процессов зависит от количества газов участвующих в рециркуляции. Однако следует отметить, что заметного снижения оксидов азота можно добиться при подаче охлажденных газов. К одной из сильных сторон метода рециркуляции

можно отнести его простоту и высокий уровень снижения выброса оксидов азота, который может доходить до 30-35%.

Одним из недостатков применения данного метода, в том, что снижение образования оксидов азота увеличивает образование СО. Кроме того, данный метод весьма трудно реализовать в основных камерах сгорания ГТУ, так как при этом значительно усложняется конструкция и неизбежны дополнительные затраты на подачу низкотемпературных продуктов сгорания, имеющих, как правило, невысокое давление, что приводит к падению мощности и КПД газотурбинной установки в целом.

#### **Конструктивные методы подавления.**

К основным конструктивным методам подавления образования  $\text{NO}_x$  относятся:

- 1) Ступенчатые камеры сгорания;
- 2) Камеры сгорания с изменяемой геометрией;
- 3) Каталитические камеры сгорания;
- 4) Сжигание предварительно подготовленной бедной смеси;
- 5) Микрофакельное сжигание топлива.

**Ступенчатые камеры сжигания.** Ступенчатое или многостадийное сжигание или зонное горение является широко известным методом. Принцип метода заключается в разделении горения в ряде дискретных зон. Обычно делают две зоны – первичную и вторичную. Стоит отметить что существуют методы трехзонного горения.

Существуют методы радиального, осевого и окружного расположения зон. Ступенчатость горения обеспечивают или подачей воздуха или подачей топлива. В зависимости от распределения составов смеси, схемы камеры сгорания делятся:

1. «Богато-бедная»;
2. «Бедно-бедная».

В первом случае в первую зону подают топливо с недостатком воздуха ( $\alpha=0,3\div0,7$ ), данное условие горения позволяет снизить температуру и уменьшить количество свободного кислорода, что сокращает образование  $\text{NO}_x$ , а также увеличить длину и светимость факела. После горения, хорошо смешанная (гомогенизированная) смесь поступает во вторую зону, где воздух подается с избытком ( $\alpha=2\div2,5$ ). Горение во второй зоне происходит при низких температурах и образование оксидов азота исключается, хотя результаты некоторых работ говорят о некотором росте оксидов азота при сжигании по схеме «богато-бедная». На образование оксидов азота во второй зоне горения сильно влияет избыток воздуха в первой зоне. Оптимальным значением избытка воздуха является  $\alpha=0,8\div8,5$ .

Исходя из результатов экспериментов представленных в [8,17,19] образование  $\text{NO}_x$  по сравнению с камерой сгорания обычного типа снижается на 30-50%. Также, данный вид сжигания позволяет снизить степень конверсии топливного азота до 15-20%.

К недостаткам такого метода относятся: высокие уровни выбросов при низких (20% от номинального) нагрузках; недостаточный уровень снижения выбросов при использовании жидкого топлива; сложность регулирования подачи топлива; увеличение размеров КС.

**Камеры сгорания с изменяемой геометрией.** Камеры сгорания с изменяемой геометрией - это камеры, имеющие регулируемое распределение первичного и вторичного воздуха, которое позволяет поддерживать температурный уровень и избыток воздуха, которые соответствуют наименьшему уровню образования оксидов азота. Данный метод применяется совместно с методом предварительно подготовленной смеси.

Основной проблемой камер сгорания со ступенчатым сгоранием является сложность регулирования при резком снижении первичного воздуха.

Камеры сгорания с изменяемой геометрией чаще всего применяются в летательных аппаратах. Их отличие заключается в том, что при увеличении тяги значительное количество воздуха подавалось в переднюю часть зоны горения для обеспечения низкого выброса оксидов азота и сажи, а при снижении тяги, воздух подавался в конец, для обеспечения оптимального температурного уровня на выходе из КС.

**Каталитические камеры сгорания.** Довольно интересной и многообещающей альтернативной технологией сжигания в камерах сгорания ГТУ, является каталитическое горение, которое может дать сверхнизкие уровни выбросов  $\text{NO}_x$ , СО и не сгоревших углеводородов. Отмечается,

что применение катализаторов снижает капитальные и эксплуатационные затраты по сравнению с другими методами снижения  $\text{NO}_x$ .

Существует два способа применения катализаторов в камере сгорания:

1) КС с полным каталитическим горением. В таких случаях обычно применяют пару катализаторов. Один, очень активный катализатор «воспламенения» стоит на входе, а второй стоит ниже по течению. В таких камерах сгорания подают заранее подготовленную гомогенную смесь.

2) Гибридная каталитическая КС. В таких КС процесс горения происходит ступенчато. На первой ступени происходит каталитическое горение, а во второй происходит горение гомогенной смеси. Причем, во второй ступени температура горения очень низкая, что снижает образование  $\text{NO}_x$ .

Промышленное применение ГТУ с каталитическими камерами сгорания началось в начале 2000. Известной ГТУ с каталитической системой XONON является Kawasaki M1A-13X, которая стоит в Калифорнии. ГТУ имеет гарантию на 8000 часов работы и эмиссией  $\text{NO}_x < 3 \text{ppm}$ ,  $\text{CO} < 6 \text{ppm}$ .

В работе [24] при использовании гибридной каталитической КС добились значительного сокращения выбросов оксидов азота. При  $\phi = 0,34$  (0,33) выбросы двигателя Rover 60/65 ВНР составляли 38 г/кг топлива, а при использовании катализатора из 400 ячеек выбросы составляли 0,03 г/кг топлива. Уровень выбросов всех остальных основных вредных веществ также сокращался значительно.

Очень интересной выглядит работа [25] в которой использовалась схема CATHLEAN (Catalytic Hybrid Lean Burner) – «Каталитическая гибридная бедная горелка». В работе удалось снизить выбросы оксидов азота на 25% в рабочем режиме камеры. В режиме 1620 К удалось добиться снижения с 1,9 до 1,0, что равно 45%.

К недостаткам данной технологии можно отнести: ограниченный ресурс работы каталитических материалов; высокая цена; необходимость пред-горелок для обеспечения окисления на катализаторе; низкая маневренность при изменении нагрузок; сложность конструкций.

**Сжигание предварительно подготовленной бедной смеси.** В таких случаях процесс перемешивания топлива с воздухом осуществляется до их поступления в зону горения. Гомогенизация топлива позволяет не только снизить температуру, но и улучшить перемешиваемость, что снижает образование локальных объемов высоких температур, являющимися причиной образования оксидов азота. Судя по результатам работ, опубликованных в [17], наибольшего снижения выбросов оксидов азота можно добиться в гомогенных камерах сгорания с предварительным обеднением ТВС. Причина этого заключается в том, что при диффузионном горении образуются локальные объемы высоких температур, причиной которых является недостаточность перемешивания газов с первичным воздухом.

Испытанные в ВТИ варианты конструкций камер сгорания с предварительным смешением, показали что горелки с предварительным смешением ( $V_{\text{диф}} = 5-7\%$ ) при переходе с чисто диффузионного сжигания дают снижение концентрации  $\text{NO}_x$  на режимах с  $t_r = 1100^\circ\text{C}$  в 4-5 раз.

Исходя из результатов расчетов представленных в [13] при сжигании бедных гомогенных смесей при температурах 1400-1500  $^\circ\text{C}$ , давлениях 1,5-2,0 МПа возможно образование 3-8 ppm (4-10 мг/м<sup>3</sup>).

Серьезной проблемой при реализации подобных схем является то, что при сжигании предварительно подготовленной ТВС диапазон устойчивого горения факела очень низок по сравнению с диффузионным горением. При гомогенизации существует опасность срыва пламени. Предварительное перемешивание топлива с воздухом наиболее характерно для КС с очень низким уровнем выброса оксидов азота.

Также реализация данного метода связана с необходимостью использования устройств с внешним смесеобразованием, за исключением специальных горелок, что вызывает значительные технические затруднения для многорежимных ГТД и требует обеспечения надежной и устойчивой работы КС на бедных смесях. Также отмечается риск проскока пламени и образование нагара в зоне смешения.

**Микрофакельное сжигание топлива.** Одним из перспективных видов снижения выбросов вредных веществ и обеспечения стабильной работы КС является микрофакельное сжигание. Принцип метода заключается в организации сжигания топлива в системе большого количества малых факелов. Данный метод позволяет улучшить смесеобразование и интенсифицировать горение, что позволяет



повысить уровень объемного тепловыделения, при этом снижая время пребывания газов в зоне горения.

Снижения выбросов  $\text{NO}_x$  можно добиться ведением топочного процесса при избытке первичного воздуха  $\alpha_1 > 1,6 + 1,8$  и обеспечении при этом интенсификации смесеобразования во фронтальной части камеры сгорания. Выполнение таких требований дает возможность снизить локальные максимальные температуры в зоне горения, приблизить их к средней температуре факела и значительно сократить время выгорания топлива.

Такие принципы были реализованы на газотурбинных установках ГТ-25-700-П, ГТ-700-12М, ГТ-50-800. Исследования проводились как с оригинальными КС, так и с модифицированными, что дает возможность наглядно увидеть результаты.

Для КС ГТ-25-700-1 при одnogорелочном исполнении имеет температуры 1600-1700 °С и несколько затянутый процесс горения ( $L/D=0,77$ ), а химический недожог составляет 20-30%, что говорит о недостаточном смешении ТВС. При установке семигорелочной КС температура снизилась до 1500°С при длине факела  $L/D=0,37$ , при  $L/D=0,73$  температура составляла 1250°С. Вследствие снижения температуры и времени пребывания газов в зоне высоких температур удалось снизить выбросы с 0,0115 до 0,0065%. Следует отметить, что минимальные выбросы  $\text{NO}_x$  удалось достичь при  $\alpha_1=2,1$  без каких либо изменений (снижения) показателей КС. Сравнительные испытания КС с горелками ГТ-700-12М с одной горелкой и семью горелками при одинаковых режимных параметрах показали снижение выбросов оксида азота примерно в 2 раза. Для горелок ГТ-50-800 концентрация  $\text{NO}_x$  за КС не превышала 0,0065-0,007%.

Известны камеры сгорания компании Alstom, использующей многогорелочные КС. Фирма использует горелки под маркой EV и AEV. Выбросы из данных горелок  $\text{NO}_x$  не превышают 15 ppm [29]. Если в ГТУ ABB GT10 (23 МВт) имелось всего 18 горелок, то ABB GT13E (>150 МВт) имеет 72 горелки, установленные в виде двух круговых рядов.

Известны горелки газовой турбины General Electric LM6000, камеры сгорания которых выполнены в виде трех колец. Во внешних двух кольцах находится 60 форсунок, во внутреннем 15. Такое расположение колец облегчает работу при частичной нагрузке. 75 форсунок соединяются 30 стеблями с устройствами предварительного смешения. Турбины LM6000-PD имеет выбросы в районе 25 ppm, при мощности 50 МВт.

### **Основные выводы**

Проведенный анализ механизмов образования  $\text{NO}_x$  камер сгорания газовых турбин и обзор традиционных и перспективных методов их подавления, реализованных в промышленных и лабораторных экспериментах, дают возможность сделать следующие выводы:

- Методы, позволяющие получить сверхнизкие выбросы (каталитические КС) имеют серьезные недостатки в виде стоимости и надежности (ограниченный ресурс).
- Методы, основанные на предварительном смешении и изменяемой геометрии существенно усложняют конструкцию камеры, что сказывается на металлоемкости и стоимости.
- Ступенчатые камеры сгорания имеют тенденцию увеличения габаритов, сложности при снижении нагрузки и использовании жидкого топлива.
- Наилучшим вариантом являются методы основанные на улучшении смесеобразования ТВС, так как они позволяют улучшить экологические характеристики КС при отсутствии серьезных капиталовложений и усложнений конструкции КС.

Учитывая вышесказанное, необходим метод сжигания, позволяющий получить умеренные выбросы  $\text{NO}_x$ , при следующих условиях:

- 1) Обеспечение широкого диапазона работы КС как по топливу так и по нагрузке;
- 2) Умеренную цену, позволяющую широко использовать технологию;
- 3) Отсутствие необходимости усложнения схемы ГТУ, в частности камеры сгорания;
- 4) Обеспечение полноты сгорания с учетом необходимости сокращения времени пребывания газов в зоне высоких температур;
- 5) Уменьшения габаритов камеры сгорания;
- 6) Снижение гидравлических потерь и увеличение надежности камеры сгорания.

Основываясь на результатах проведенного анализа, наиболее подходящим методом снижения выбросов является микрофакельное сжигание. Данная технология сжигания обладает многими положительными качествами методов, перечисленных в данной работе и минимальным количеством отрицательных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. - М.: Машиностроение, 1984. - 280 с.
2. Манушин Э.А. Газовые турбины. Проблемы перспективы. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 168с.
3. Цанев С.В. Буров В.Д. Ремезов А. Н. Учебное пособие для студентов вузов, поможет инженерам, научным работникам и персоналу электростанций- М.: МЭИ, 2002. - 584 с.
4. Манушин Э.А. Комбинированные энергетические установки с паровыми и газовыми турбинами // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Турбостроение.-1990.-Т.4.-184 с.
5. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД. М.: Мир, 1986.566 с.
6. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении.М.:Наука,1947.146с.
7. A numerical approach to reduction of NO<sub>x</sub> emission from swirl premix burner in a gas turbine combustor/Cheon Hyeon Cho, Gwang Min Baek, Chae Hoon Sohn, Ju Hyeong Cho//Applied Thermal Engineering 59.2013.454-463.
8. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива Л.: Недра, 1988-312 с.
9. Paolo Gobatto, Massimo Masi, Andrea Toffolo, Andrea Lazzaretto, Giordano Tanzini. Energy.2012.№45.445-455.
10. Гупта, А. Закрученные потоки Текст. / А.Гупта, Д.Лилли, Н.Сайред. — М.: Мир, 1987, — 588 с.
11. Опыт использования воды и водяного пара для обеспечения экологических норм в конверсионных газотурбинных двигателях/Даценко В.В., Зейгарник Ю.А., Косой А.С.// Теплоэнергетика. 2014.№4. С.49-56.
12. Анализ исследований по выбросам токсичных компонентов ГПА типа ГТК-10-4 в условиях эксплуатации на КС «Магат» УМГ «Атырау»/ А.М. Достяров, А.Г. Усеров, Т.Б. Майсутов// Материалы V Международной научно-практической конференции «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях» С. 37-39
13. Зависимость эмиссии NO<sub>x</sub> от конструктивных и режимных параметров камеры сгорания газотурбинного двигателя/ Саркисов А.А., Рудаков О.А., Саливон Н.Д., Сигалов Ю.В., Митрофанов В.А.//Теплоэнергетика.1999. №12 С.53-56.
14. Манушин Э.А. Газовые турбины: Проблемы и перспективы. - М.: Энергоатомиздат, 1986.-168с.:ил.
15. Перспективы создания высокотемпературных малотоксичных камер сгорания стационарных ГТУ/Тумановский А.Г., Гутник М.Н., Артеменко А.А.// Теплоэнергетика.2000. №10. С.23-26.
16. Annual performance of the solar hybrid STIG cycle/Guy Polonsky, Maya Livshits, A.Immanuel Selwynraj, S. Iniyani, L. Suganthi, Abraham Kribus//Solar Energy №107. 2014.278–291.
17. Христин В.А., Тумановский А.Г. Газотурбинные двигатели и защита окружающей среды. Киев.: Техника, 1983. — 144 с.
18. Газотурбинные установки и проблема вредных выбросов в атмосферу/Котлер В.Р.//Теплоэнергетика.2003.№8.С.73-78.
19. Experimental and numerical studies of a lean-burn internally-staged combustor/Fu Zhenbo, Lin Yuzhen, Li Lin, Zhang Chi//Chinese Journal of Aeronautics. 3(27).2014.488-496.
20. Experimental study of entrainment phenomenon in a trapped vortex combustor/Zhang Rongchun, Fan Weijun// Chinese Journal of Aeronautics. 2013. 1(26).63-73.
21. Патент США № 4910957 от 27 марта 1990. Staged lean premix low NO<sub>x</sub> hotwall gas turbine combustor with improved turndown capability.
22. Design and Validation of a Burner With Variable Geometry for Extended Combustion Range/Fabrice Giuliani Jakob Woisetschläger, Thomas Leitgeb//ASME Turbo Expo 2012: Turbine Technical Conference and Exposition. Volume 2: Combustion, Fuels and Emissions, Parts A and B. Copenhagen, Denmark, June 11–15, 2012.
23. Sara Eriksson. Development of catalysts for natural gas-fired gas turbine combustors. Doctoral Thesis. KTH – Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden.2006.
24. Catalytic Combustion Applied to Gas Turbine Technology/B. E. Enga and D. T. Thompson//Platinum Metals Rev., 1979, 23, (4), 134-142.
25. Catalytic, hybrid lean combustion for gas turbines/Richard Carroni, Timothy Griffin//Catalysis Today.№155.2010.2–12.
26. Emissions and wall temperatures for lean prevaporized premixed gas turbine combustor/ M. Shehata// Fuel.2009;88:446–455.

27. Канило П.М., Подгорный А.И., Христин В.А. Энергетические и экологические характеристики ГТД при использовании углеводородных топлив и водорода / Наука и технический прогресс Киев: Наук, думка, 1987. -224 с.
28. Некоторые пути снижения концентрации окислов азота в камерах сгорания ГТУ/ Тумановский А.Г.//Теплоэнергетика, №6.1973.С.30-33.
29. Lefebvre A.H., Dilip R. Ballal. Gas turbine combustion: Alternative Fuels and Emissions, Third Edition. Taylor & Francis; 2010
30. Достияров А.М. Разработка топливосжигающих устройств с микрофакельным горением и методики их расчета. Диссертация доктора наук – г. Алматы, 2000г., 237с

REFERENCES

1. Pchelkin Yu.M. Kameryi sgoraniya gazoturbinniyh dvigateley. - M.: Mashinostroenie, 1984 . - 280 s.
2. Manushin E.A. Gazovyye turbinyi. Problemyi perspektivy. – M.:Energoatomizdat, 1986. – 168s.
3. Tsanev S.V. Burov V.D. Remezov A. N. Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov, pomozhet inzheneram, nauchnyim rabotnikam i personalu elektrostantsiy- M.: MEI, 2002. - 584 s.
4. Manushin E.A. Kombinirovannyye energeticheskie ustanovki s parovymi i gazovymi turbinami // Itogi nauki i tekhniki. VINITI. Ser. Turbostroenie.-1990.-Т.4.-184 s.
5. Lefevr A. Protsessyi v kamerah sgoraniya GTD. M.: Mir, 1986.566 s.
6. Zeldovich Ya.B., Sadovnikov P.Ya., Frank-Kamenetskiy D.A. Okislenie azota pri gorenii.M.:Nauka,1947.146s.
7. A numerical approach to reduction of NOx emission from swirl premix burner in a gas turbine combustor/Cheon Hyeon Cho, Gwang Min Baek, Chae Hoon Sohn, Ju Hyeong Cho//Applied Thermal Engineering.59.2013.454-463.
8. Sigal I.Ya. Zashchita vozdušnogo basseyna pri szhiganií topliva L.: Nedra, 1988-312 s.
9. Paolo Gobbato, Massimo Masi, Andrea Toffolo, Andrea Lazzaretto, Giordano Tanzini. Energy.2012.№45.445-455.
10. Gupta, A. Zakruchennyye potoki Tekst. / A.Gupta, D.Lilli, N.Sayred. — M.: Mir, 1987, — 588 s.
11. Opyit ispolzovaniya vody i vodyanogo para dlya obespecheniya ekologicheskikh norm v konversionnykh gazoturbinniyh dvigatelyah/Datsenko V.V., Zeygarnik Yu.A., Kosoy A.S.// Teploenergetika. 2014.№4. S.49-56.
12. Analiz issledovaniy po vyibrosam toksichnykh komponentov GPA tipa GTK-10-4 v usloviyah ekspluatatsii na KS «Makat» UMG «Atyrau»/ A.M. Dostiyarov, A.G. Userov, T.B. Maysutov// Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Energetika, telekommunikatsii i vyisshee obrazovanie v sovremennykh usloviyah» S. 37-39
13. Zavisimost emissii NOx ot konstruktivnykh i rezhimnykh parametrov kameryi sgoraniya gazoturbinnogo dvigatelya/ Sarkisov A.A., Rudakov O.A., Salivon N.D., Sigalov Yu.V., Mitrofanov V.A.//Teploenergetika.1999. №12 S.53-56.
14. Manushin E.A. Gazovyye turbinyi: Problemyi i perspektivy. - M.: Energoatomizdat, 1986.-168e.:il.
15. Perspektivy sozdaniya vyisokotemperaturnykh malotoksichnykh kamer sgoraniya statsionarnykh GTU/Tumanovskiy A.G., Gutnik M.N., Artemenko A.A.// Teploenergetika.2000. №10. S.23-26.
16. Annual performance of the solar hybrid STIG cycle/Guy Polonsky, Maya Livshits, A.Immanuel Selwynraj, S. Iniyar, L. Suganthi, Abraham Kribus//Solar Energy №107. 2014.278–291.
17. Hristich V.A., Tumanovskiy A.G. Gazoturbinnyye dvigateli i zashchita okruzhayushey sredy. Kiev.: Tehnika, 1983. — 144 s.
18. Gazoturbinnyye ustanovki i problema vrednykh vyibrosov v atmosferu/Kotler V.R.//Teploenergetika.2003.№8.S.73-78.
19. Experimental and numerical studies of a lean-burn internally-staged combustor/Fu Zhenbo, Lin Yuzhen, Li Lin, Zhang Chi//Chinese Journal of Aeronautics. 3(27).2014.488-496.
20. Experimental study of entrainment phenomenon in a trapped vortex combustor/Zhang Rongchun, Fan Weijun// Chinese Journal of Aeronautics. 2013. 1(26).63-73.
21. Patent SShA № 4910957 ot 27 marta 1990. Staged lean premix low NOx hotwall gas turbine combustor with improved turndown capability.
22. Design and Validation of a Burner With Variable Geometry for Extended Combustion Range/Fabrice Giuliani Jakob Woisetschläger, Thomas Leitgeb//ASME Turbo Expo 2012: Turbine Technical Conference and Exposition. Volume 2: Combustion, Fuels and Emissions, Parts A and B.Copenhagen, Denmark, June 11–15, 2012.
23. Sara Eriksson. Development of catalysts for natural gas-fired gas turbine combustors. Doctoral Thesis. KTH – Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden.2006.
24. Catalytic Combustion Applied to Gas Turbine Technology/B. E. Enga and D. T. Thompson//Platinum Metals Rev., 1979, 23, (4), 134-142.

25. Catalytic, hybrid lean combustion for gas turbines/Richard Carroni, Timothy Griffin//Catalysis Today. №155.2010.2–12.

26. Emissions and wall temperatures for lean prevaporized premixed gas turbine combustor/ M. Shehata// Fuel.2009;88:446–455.

27. Kanilo P.M., Podgorniy A.I., Hristich V.A. Energeticheskie i ekologicheskie harakteristiki GTD pri ispolzovanii uglevodorodnyh topliv i vodoroda / Nauka i tehnicheckiy progress Kiev: Nauk, dumka, 1987. -224 s.

28. Nekotoryie puti snizheniya kontsentratsii okislov azota v kamerah sgoraniya GTU/ Tumanovskiy A.G.//Teploenergetika, №6.1973.S.30-33.

29. Lefebvre A.H., Dilip R. Ballal. Gas turbine combustion: Alternative Fuels and Emissions, Third Edition. Taylor & Francis; 2010

30. Dostiyarov A.M. Razrabotka toplivoszhigayuschih ustroystv s mikrofaekelnym goreniiem i metodiki ih rascheta. Dissertatsiya doktora nauk – g. Almatyi, 2000g., 237s

Умышев Д.Р., Достияров А.М., Туманов М.Е.

**NO<sub>x</sub> шығуының басу тәсілдерін топтастыру және оның шығуын отын-ауа қоспасының араласуды арттыру арқылы төмендету мүмкіндіктері.**

**Түйіндеме.** Мақалада NO<sub>x</sub> зиянды затының пайда болу заңдылықтары мен себептері зерттеліп, сонымен қоса оның пайда болуын азайтатын қазіргі кездегі бар және болашақта болар тәсілдерге ауқымды шолу жүргізілді. NO<sub>x</sub> шығуын басудың тәсілдері топтастырып, олардың пайдалы және кем жақтары қарастырылды. Шолудың негізінде, әр тәсіл терең қарастырылып, қажетті қорытындылар шығарылды. Қорытындылардың негізінде, тәсілдердің арасынан ең тиімді және қолжетімдісі анықталды.

Umyshev D.R., Dostiyarov A.M., Tumanov M.E.

**Classification methods for the suppression of NO<sub>x</sub> emissions and mitigation through improved of mixture formation of fuel-air mixture**

**Summary.** In the article the nature and causes of the formation of NO<sub>x</sub> emissions are being studied and conducted extensive review of existing materials and advanced methods of reduction its formation. The classification of methods of the NO<sub>x</sub> emission reduction are being carried out and considered their positive and negative sides. Based on the review, analysis and conclusions for each method we were able to identify the most promising and affordable technology (method) for NO<sub>x</sub> emission reduction.

УДК. 538.953

**С.С. Омаров, С.К. Нысанбаева, Д. Есиркепов**

(Казакхский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казакхстан)

## **МАГНОН – ФОНОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗВУКА В МАГНИТНЫХ НАНОМАТЕРИАЛАХ**

Акустические качества материалов определяются многими характеристиками, например, звукопоглощением. Для твердых кристаллических тел обычно рассматривают взаимодействие ультра- или гиперзвука с кристаллической решеткой. Оценка такого взаимодействия заключается в расчете или экспериментальном измерении коэффициента ультразвукового поглощения в кристаллах (долю поглощенной звуковой энергии от падающей). В работе [1] предлагалось рассматривать значение коэффициента звукопоглощения комплексно, т.е. учитывать:

- фононные взаимодействия (в том числе между тепловыми фононами кристаллической решетки и акустическими фононами);
- наличие примесей в кристаллах;
- дислокационные явления на примесях;
- электрон-фононные взаимодействия;
- температурные явления в твердых телах (взаимодействия между тепловыми фононами).

Тогда суммарный коэффициент поглощения ультразвуковой волны в кристаллах твердых тел  $\alpha_{\Sigma}$  можно оценить, как [1]:

$$\alpha_{\Sigma} = f(\alpha_f, \alpha_n, \alpha_{ef}, \alpha_d, \alpha_T, \alpha_{\Omega}) \quad (1)$$

где

$\alpha_{\Sigma}$  - суммарный (полный) коэффициент ультразвукового поглощения;

$\alpha_f$  - коэффициент ультразвукового поглощения, учитывающий взаимодействия фононов;

$\alpha_n$  - коэффициент ультразвукового поглощения, зависящий от наличия примесей в кристаллах;

$\alpha_{ef}$  - коэффициент ультразвукового поглощения, учитывающий электрон-фононные взаимодействия ;

$\alpha_d$  - коэффициент ультразвукового поглощения, связанный с наличием дислокационных явлений;

$\alpha_T$  - коэффициент ультразвукового поглощения, связанный с температурными явлениями в кристаллах твердого тела;

$\alpha_{\Omega}$  - коэффициент ультразвукового поглощения, зависящий от акустической частоты.

При фоновых взаимодействиях звука с кристаллической решеткой коэффициент ультразвукового поглощения можно определить по формуле [1,2]:

$$\alpha_{LL.L} = \frac{\pi^2 h \Omega}{480 \rho v_L^6} \left( \frac{2\pi k_b T}{h} \right)^4 \cdot \left( \frac{9(v_L^2 - 4v_t^2/3)}{2(v_L^2 - 2(v_t^2))} \right)^2 \quad (2)$$

где:  $h$  – постоянная Планка;  $\Omega$  – частота звука;  $\rho$  – плотность вещества;

$v$  – частота звука распространяемого в продольном направлении;  $k_b$  – коэффициент жесткости в решетке или звукопроводность решетки;  $T$  – температура решетки;  $\gamma$  – акустический коэффициент Грюнайзена. И

Из формулы (2) [1,2] следует, что коэффициент звукопоглощения зависит от частоты звука как  $\alpha \sim \Omega$ , от скорости звука как  $\alpha \sim \Omega$ , от упругости кристаллической решетки как  $\alpha \sim k_b$

Целью данной работы являлось исследование акустических характеристик материалов, помещенных во внешнее магнитное поле. В качестве исследуемых материалов были рассмотрены магнито-зависимые нанокompозитные материалы, помещенные в магнитное и акустическое поля.

В кристаллической решетке ферромагнетиков между атомами, обладающими магнитным моментом, существуют силы магнитного взаимодействия. Они стремятся сместить атомы в такое положение, при котором установится равновесие с упругими силами кристаллической решетки. Это положение равновесия наступает при некоторой деформации решетки, в результате чего при возникновении спонтанной намагниченности появляются внутренние напряжения, в том числе между доменами. Опытным путем установлено, что магнитное поле способно изменить скорость акустических волн в таких материалах [2-5].

Таким образом, увеличение напряженности магнитного поля увеличивает скорость продольной волны в кристаллической решетке и ее упругость, что в свою очередь уменьшает коэффициент звукопоглощения. Однако с ростом частоты звука  $\Omega$  коэффициент звукопоглощения  $\alpha$  увеличивается, т.е.:  $\alpha \sim \Omega$  ;  $\alpha \sim k_b$  ;  $\alpha \sim v_L$ .

Следовательно, в случае магнито-зависимых материалов, помещенных во внешнее магнитное поле, суммарный коэффициент поглощения ультразвуковой волны в кристаллах твердых тел  $\alpha_{\Sigma}$  необходимо в дополнить коэффициентом звукопоглощения  $\alpha_m$ .

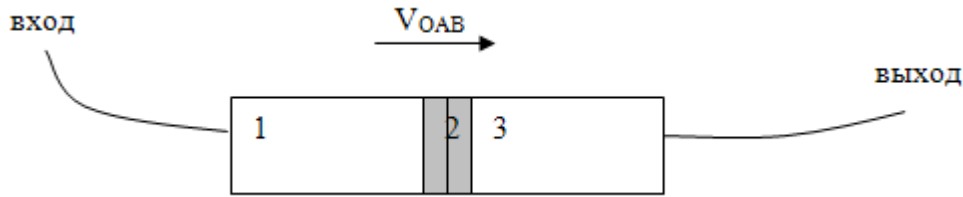
Тогда имеем:

$$\alpha_{\Sigma} = f(\alpha_f, \alpha_n, \alpha_{ef}, \alpha_d, \alpha_T, \alpha_{\Omega}, \alpha_m) \quad (3)$$

Данное дополнение играет существенную роль в нанокompозитных материалах, включающих в процентный состав наночастиц такие элементы как **Co, Ni и Fe**.

В качестве объекта исследования был рассмотрен нанокompозитный материал, синтезированный гидротермальным методом с помощью полиэтилен гликоля (ПЭГ)  $Co_xNi_{1-x}Fe_2O_4$  [6,7], помещенный во внешнее магнитное поле.

Измерения скорости звука в данном нанокompозитном материале, помещенном в магнитное поле и «просвечиваемом» ультразвуком с частотами 35,026 кГц и 35,032 кГц проводились по следующей схеме(см.рис.1):



**Рис.1.** Схема эксперимента по измерению скорости и затухания акустической волны в нанокompозитном материале: 1 – излучающий преобразователь, 2 – образцы, 3 – принимающий преобразователь.

Оценка звукопоглощения  $\alpha$  в единицах [ дБ/м ], с учетом рассчитанных модуля упругости  $C_{11}$  и коэффициента вязкости  $\eta_{11}$ , может быть проведена по формуле:

$$\alpha \left( \frac{\partial B}{\partial m} \right) = - 8,66 \frac{\omega^2 \eta_{11} \sqrt{\rho}}{\sqrt{2C_{11}} \cdot (1 + \omega^2 \frac{\eta_{11}^2}{C_{11}^2})} \quad (4)$$

Здесь  $C_{11}$ -модуль упругости,  $\eta_{11}$  - продольный коэффициент вязкости,  $\rho$  - плотность исследуемого материала,  $\omega$  частота,  $\alpha$  – коэффициент затухания, составила величину 650 [дБ/м] и 1870 [дБ/м].

Результаты измерения для скорости продольной акустической волны представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Образец	$\Omega_1 = 35\text{кГц}$	$\Omega_2 = 45\text{кГц}$	$\Omega_3 = 65\text{кГц}$
$\text{Co}_x\text{Ni}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$	$v_1 = 350\text{м/с}$	$V_2 = 360\text{м/с}$	$V_3 = 360\text{м/с}$
	$\alpha = 470 \left( \frac{\partial B}{\partial m} \right)$	$\alpha = 780 \left( \frac{\partial B}{\partial m} \right)$	$\alpha = 1100 \left( \frac{\partial B}{\partial m} \right)$

Измерения проводились для наночастиц с размером  $x = 0,6$ .

Полученные результаты (5) подтверждают характер роста скорости акустической волны с частотой звука и ростом величины внешнего магнитного поля. Полученные данные подтверждают также результаты по измерениям и оценке звукопоглощения эластомеров в магнитном поле [3-5], представленные в таблице 2, 3.

Таблица 2. Скорости продольной акустической волны неструктурированном и структурированном магнитоуправляемых эластомерах .(  $V_1$ ,  $V_2$  и  $V_3$  – скорости через образец и средняя скорость акустической волны)

Образец	$\Omega_1 = 0.66 \text{ МГц}$ - рабочая частота,			$\Omega_2 = 1 \text{ МГц}$		
	$V_1, \text{ м/с}$	$V_2, \text{ м/с}$	$V_3, \text{ м/с}$	$V_1, \text{ м/с}$	$V_2, \text{ м/с}$	$V_3, \text{ м/с}$
неструктур	539	654	597	767	760	764
структурир	434	596	515	771	701	736

Таблица 3. Удельное затухание и плотность магнитоуправляемых эластомеров

Образец	$\Omega_1 = 0.66 \text{ МГц}$		$\Omega_2 = 1 \text{ МГц}$	
	$\alpha, \text{ дБ/м}$	$\rho, \text{ кг/м}^3$	$\alpha, \text{ дБ/м}$	$\rho, \text{ кг/м}^3$
неструктур	1000	2270	3348	2270
структурир	1111	2529	2625	2529

Результаты измерений скорости и оценка звукопоглощения по формуле (4) показывают качественное согласие с оценкой по формуле (2).

Физический смысл полученного результата можно представить таким образом. Наложение внешнего магнитного поля приводит к возникновению спиновых волн, влияющих на кристаллическую решетку как воздействие магнонов на тепловое колебание кристаллической решетки. Количество тепловых фононов решетки возрастает и дальнейшее взаимодействие между акустическими фононами и тепловыми фононами приводит к увеличению звукопоглощения.

Связь спиновых волн с упругими волнами в кристалле приводит к существованию магнитоупругих волн, т.е. волн, переносящих как магнитную, так и механическую энергию. Плотность полной потенциальной энергии магнитоупругого взаимодействия магнитоупорядоченного кристалла можно представить как:

$$\varepsilon_{\text{полн}} = \varepsilon_{\text{м}} + \varepsilon + \varepsilon_{\text{му}} \quad (6)$$

где  $\varepsilon_{\text{м}}$  – плотность магнитной энергии;  $\varepsilon$  – плотность механической энергии;  $\varepsilon_{\text{му}}$  – плотность магнитоупругой энергии.

Энергия  $\varepsilon_{\text{му}}$  характеризует связь между магнитными и механическими колебаниями кристалла. Эффективное магнитное поле  $\mathbf{H}_{\text{эфф}}$  включает намагниченность, деформацию и механическое движение. Смещение и малые отклонения магнитного момента и поля приводит к дисперсии для связанных магнитных и упругих возмущений.

Дисперсионные кривые для всех типов волн, распространяющихся вдоль оси анизотропии ферромагнетика в магнитоакустическом приближении изображены на рис.2. Ветвь 1 отвечает невзаимодействующей со спиновой системой продольной звуковой волне, а ветвь 3 – поперечной магнитоупругой волне с правой круговой поляризацией, слабо взаимодействующей со спиновой волной. Кривые 2 и 4 при  $k > k_0$  отвечают взаимодействующим поперечной магнитоупругой волне с левой поляризацией и спиновой волне, а ветвь 4 – звуковой. Волны 2 и 4 являются связанными магнитоупругими волнами. Каждая из распространяющихся волн характеризуется при этом как упругими смещениями, так и магнитными моментами, причем доля «магнитной части» в спиновой особенно значительны (одного порядка) при

$\omega_s(k) \sim \omega_t(k)$ , т.е. в области магнитоакустического резонанса. Таким образом, возбуждение звука с помощью магнитных колебаний и, наоборот, спиновых волн посредством механических колебаний наиболее эффективно при  $\omega_s(k) \sim \omega_t(k)$ .

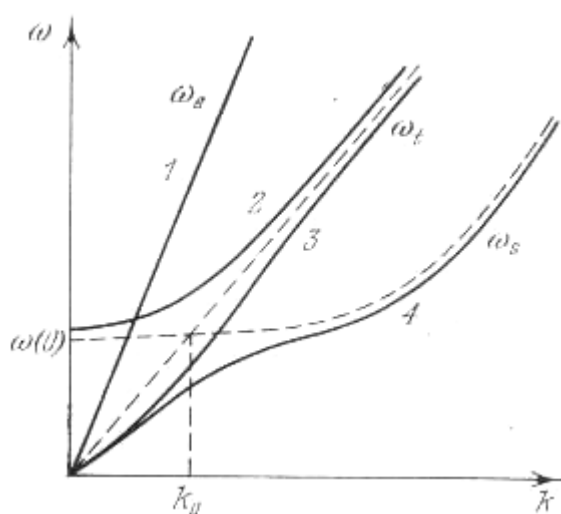


Рис. 2. Дисперсионные кривые магнитоупругих волн в ферромагнетике.

Дисперсионные уравнения, учитывающие диссипативные процессы [8], имеют вид:

$$\begin{aligned}
 & [ \omega^2 - \omega_t^2 (1-i\delta_t) ] [ \omega - \omega_s (1-i\delta_s) ] - \eta \mathbf{gM}_0 \omega_t^2 \left[ 1 - i\delta_s \left( 1 + \frac{\omega_s - \omega}{2fgM_0} \right) \right] = 0 \\
 & [ \omega^2 - \omega_t^2 (1-i\delta_t) ] [ \omega + \omega_s (1+i\delta_s) ] - \eta \mathbf{gM}_0 \omega_t^2 \left[ 1 + i\delta_s \left( 1 + \frac{\omega_s + \omega}{2fgM_0} \right) \right] = 0
 \end{aligned} \tag{7}$$

где :  $\eta_{iklm} = (\eta_1 - 2\eta_t) \delta_{ik} \delta_{lm} + \eta_t (\delta_{il} \delta_{km} + \delta_{im} \delta_{kl})$  - изотропный тензор вязкости; а

$$\delta_s = \frac{1}{gM_0 \tau_2}, \quad \delta_t = \frac{\omega}{\rho_0 c_t} \eta_t - \delta_s f \frac{M_0}{\rho_0 c_t^2}.$$

Так как продольная волна, распространяющаяся вдоль оси анизотропии, не взаимодействует со спиновой подсистемой, то временной декремент затухания  $\gamma_l$ , определяется также как в чисто упругом случае:

$$\gamma_l = \frac{\delta_t \omega_l}{2}, \text{ где } \delta_t = \frac{\omega \eta_l}{\rho_0 c_t^2}$$

При  $\omega_s(\mathbf{k}) \sim \omega_t(\mathbf{k})$  для частот связанных магнитоупругих волн 2 и 4 (рис.2) можно получить:

$$\omega_2 = \omega_s - \frac{i}{2} \omega_s (\delta_s - \delta_t) - \frac{1}{2} [ 2gM_0 \eta \omega_s (1 - i\delta_s) - \omega_s^2 (\delta_t - \delta_s)^2 ]^{1/2} \tag{8}$$

$$\omega_4 = \omega_s - \frac{i}{2} \omega_s (\delta_s - \delta_t) + \frac{1}{2} [ 2gM_0 \eta \omega_s (1 - i\delta_s) - \omega_s^2 (\delta_t - \delta_s)^2 ]^{1/2} \tag{9}$$

Таким образом, в случае достаточно сильной связи между магнитной и упругой подсистемами, а именно, при  $\eta \gg (\delta_t - \delta_s)^2$ , декременты затухания магнитоупругих волн равны и определяются выражениями  $\gamma_2 = \gamma_4 = \omega_s (\delta_s + \delta_t) / 2$ .

Если же связь мала по сравнению с затуханием, т.е.  $\eta \ll (\delta_t - \delta_s)^2$ , то  $\gamma_2 = \omega_s \delta_s$  и  $\gamma_4 = \omega_t \delta_t$ .

В случае, когда решеточные потери значительно меньше потерь в спиновой системе  $\delta_t \leq \eta \delta_s$ . Вдали от резонанса для декрементов поперечной волны с левой круговой поляризацией  $\gamma_{lt}$  и

спиновой волны  $\gamma_{ls}$  имеем  $\gamma_{lt} = \frac{1}{2} \eta \delta_s \omega_t g M_0 \frac{\omega_s}{(\omega_t - \omega_s)^2}$ ,  $\gamma_s = \delta_s \omega_s$  а при резонансе -

$\gamma_2 = \gamma_4 = \frac{\delta_s \omega_s}{2}$ . Таким образом, при  $\delta_t \leq \eta \delta_s$  затухание звука возрастает в  $1/\eta$  раз, т.е. в несколько

порядков. Если выполняется обратное соотношение  $-\delta_s \leq \eta \delta_t$ , то  $\gamma_2 = \gamma_4 = \frac{\delta_t \omega_s}{2}$  и в  $1/\eta$  раз,

увеличивается затухание спиновой волны. В данной работе получены экспериментальные результаты, показывающие на увеличение поглощения акустической волны в наноматериалах помещенных во внешнее магнитное поле.

Нанокompозитные материалы, рассмотренные в данной работе, используется, например, при создании магнитоуправляемых устройств обработки сигналов. Развитие радиолокаций, вычислительной техники, автоматики и других технических направлений, в которых ферромагнетики составляют основу широкого круга импульсных устройств, поставило на повестку дня вопрос об исследовании процессов быстрого перемагничивания.

Использование магнитоуправляемых материалов позволяет их использовать в качестве слоев в структурах, содержащих пьезоэлектрики. Следовательно, их использование используется при помощи магнитного поля изменять скорость акустических волн в таких структурах, что может быть использовано при создании магнитоуправляемых устройств обработки сигналов.



REFERENCES

1. S.Omarov, T.Begimov, M.Tukibaeva, Kh.Maylina, G.Bedelbaeva. Phonon Interaction of Ultrasound Waves in Condensed Media. Advanced Research Vol. 983 (2014) pp328 – 337. (c) (2014) Trans Tech Publications, Switzerland.
2. Мусатай С.С., Тукибаева М.А., Омаров С.С., Бахитжанова А.А., Аманжолова А.А. Исследование акустических решеток твердых тел на основе фоновой теории. . ISSN 1680-9211. «Вестник КазНТУ» № 1(101) 2014 с. 79 – 83.
3. Канер Э. А., Песчанский В. Г., Привороцкий И. А., К теории магнитоакустического резонанса в металлах, "ЖЭТФ", 1961, т. 40, в. 1, с. 214.
4. G.V. Stepanov, S.S. Abramchuk, D.A. Grishin, L.V. Nikitin, E.Yu. Kramarenko, A.R. Khokhlov. Effect of a Homogeneous Magnetic Field on the Viscoelastic Behavior of Magnetic Elastomers. Polymer, 2007, v. 48, pp. 488-495.
5. M. Lotonov, N.D. Gavrilova, E.Yu. Kramarenko, E.I. Alexeeva, P.Y. Popov, G.V. Stepanov Effect of Iron Particles on Dielectric Properties of Polydimethylsiloxane near Crystallization and Glass Transition Temperatures. Polymer Science, Ser. B, 2006, v. 48, no. 9-10, pp. 267-270.
6. S.Kezilebieke, M.Ali, B.Shadeke and R.Gunella. Magnetic properties of ultrathin Ni<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub> films with Ta and Ru capping layers. J.Phys. Condens. Mater 25 (2013) 4760013.
7. Аман Mutila, Sadeh Beysen, Abdujappar Rusul. Synthesis and Characterization of Co<sub>x</sub>Ni<sub>1-x</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles. 2012 2nd International Conference on Materials, Mechatronics and Automation Lecture Notes in Information Technology, Vol.15
8. Ахиезер А.И., Барьяхтар В.Г., Пелетминский С.В. Спиновые волны-М. Наука, 1967.

Омаров С.С, Нысанбаева С.К, Есиркепов Д.

**Магнон-магниттік наноматериалдардың дыбыс фонындағы өзара іс-қимылы**

**Резюме.** Сыртқы магнит өрісіндегі наноматериалдардың дыбыс жұтқыш нәтижелерінің өзгеруі қараластырылған. Тәжірибелік мәндер мен теория мәндері сәйкес келеді. Алынған нәтижелерге сәйкес магниттік материалдарда магнон-фанон әсерлесуі байқалды.

Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Есиркепов Д.

**Магнон – фоновые взаимодействия звука в магнитных наноматериалах**

**Резюме.** Рассмотрены результаты измерения звукопоглощения в нанокompозитных материалах, помещенных во внешнее магнитное поле.

Экспериментальные данные согласуются с теоретическими выводами. По полученным результатам выполнен анализ магнон-фононного взаимодействия в магнитозависимых материалах.

Omarov S., Nyssanbayeva S., Esirkepov D.

**Magnon – phonon coupling of sound in magnetic nanomaterial**

**Summary.** The results of measurement of sound absorption in nanocomposite materials, placed in an external magnetic field.

Experimental data are in good agreement with the theoretical conclusions. According to the obtained results the analysis of magnon-phonon interaction in magnetizability materials.

УДК. 538.953

**М.Н. Тузельбаев, С.С. Омаров, М.А. Тукибаева, С.К. Нысанбаева, Ф.А. Ауелбекова**  
(Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева, Республика Казахстан,  
Стэнфордский университет, США.)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ФОНОНОВ В ТОНКИХ СЛОЯХ  
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

Моделирование фононного переноса включает транспортное уравнение Пайерлса-Больцмана в первом приближении времени релаксации:

$$\vec{v} \cdot \vec{\nabla} N = \frac{N_0 - N}{\tau} \quad (1)$$

Здесь  $N$  – число частиц в заданном режиме;  $N_0$  – локальное распределение равновесием в соответствии со статистикой Бозе-Эйнштейна;  $\tau$  – время релаксации.

Подставив  $n = N - N_0$  уравнение (1) запишем как:

$$\vec{v} \cdot \vec{\nabla} + \frac{n}{\tau} = -\vec{v} \cdot \vec{\nabla} N_0 \quad (2)$$

Общее решение уравнения (2) по Займану будет иметь вид:

$$n = -\tau \cdot \vec{v} \cdot \vec{\nabla} N_0 \left[ 1 + F(v, r_B) \exp\left(-\frac{|\vec{r} - \vec{r}_B|}{\tau \cdot v}\right) \right] \quad (3)$$

где  $\vec{r}_B$  – расположение границы, от которой откатывается назад частица;  $F$  – произвольная функция, не зависящая от текущей координаты  $z$ , удовлетворяющая граничным условиям.

При увеличении расстояния от границы, равновесие становится независимым от граничных условий и является функцией только свойств материала и градиента температуры. Для анализа теплопроводности в непосредственной близости от границ рассеяния частиц, удобно, чтобы пересмотреть теплопроводность в соответствии с макроскопическим законом диффузии тепла Фурье в градиента потока местного тепла температуры:

$$\kappa = -\frac{q''}{\nabla T} \quad (4)$$

Градиент температуры в непосредственной близости от границ будет увеличиваться для поддержания постоянного теплового потока под влиянием дополнительного рассеяния на границе.

Перенос фононов в слое рассматривается как движение их между двумя параллельными бесконечными плоскостями в соответствии с формулой Сондхаймера:

$$n^+ = -\tau v |\nabla T| \frac{\partial N_0}{\partial T} \left[ 1 - \frac{1-p}{1-p \exp\left(-\frac{a}{\tau v \cos(\theta)}\right)} \exp\left(-\frac{z}{\Lambda \cos(\theta)}\right) \right], \quad 0 < \theta < \frac{\pi}{2} \quad (5)$$

$$n^- = -\tau v |\nabla T| \frac{\partial N_0}{\partial T} \left[ 1 - \frac{1-p}{1-p \exp\left(-\frac{a}{\tau v_z \cos(\theta)}\right)} \exp\left(-\frac{z-a}{\Lambda \cos(\theta)}\right) \right], \quad \frac{\pi}{2} < \theta < \pi$$

Здесь  $p$  - вероятность зеркального отражения от границы слоя. Если это распределение известно, можно вычислить поток в любом направлении. Тепловой поток на выбранной поверхности энергии можно рассчитать как:

$$q''(\omega) = \frac{\hbar \omega D(\omega) \tau}{4 \pi} \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\frac{\pi}{2}} n^+ [\cos(\theta) \cos(\theta_0) + \cos(\varphi - \varphi_0) \sin(\theta) \sin(\theta_0)]^2 \sin \theta d\theta + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} n^- [\cos(\theta) \cos(\theta_0) + \cos(\varphi - \varphi_0) \sin(\theta) \sin(\theta_0)]^2 \sin \theta d\theta \quad (6)$$

где  $D(\omega)$  является плотностью состояний.

Проинтегрировав по  $\omega$  и введя переменные  $t=1/\cos\theta$ , получим формулу, учитывающую уменьшение длины свободного пробега фонона из-за рассеяния на границе в направлении градиента температуры под прямым углом к пленке:

$$R(z^*, \delta, p, \theta_0) = 1 - \frac{3}{8}(1-p) \int_1^\infty \frac{\exp((z^* - \delta)t) + \exp(-z^*t)}{1-p \exp(-\delta t)} \left[ \frac{1 - \cos(2\theta_0)}{t^2} + \frac{1 + 3 \cos(2\theta_0)}{t^4} \right] dt \quad (7)$$

здесь  $z^* = \frac{z}{\Lambda}$ ; местная теплопроводность  $\kappa(z) = \kappa_{bulk} R(z)$ . После усреднения теплопроводности по толщине пленки результат Сондхаймера получается в виде:

$$\frac{k_{\parallel}}{k_{bulk}} = 1 - \frac{3}{2} \frac{1-p}{\delta} \int_1^\infty \frac{1 - \exp(-\delta t)}{1-p \exp(-\delta t)} \left[ \frac{1}{t^3} - \frac{1}{t^5} \right] dt \quad (8)$$

Для направления отражения, получим

$$\frac{k_{\perp}}{k_{bulk}} = 1 - 3 \frac{1-p}{\delta} \int_1^\infty \frac{1 - \exp(-\delta t)}{1-p \exp(-\delta t)} \frac{1}{t^5} dt \quad (9)$$

которая при  $p=0$  будет иметь вид

$$\frac{k_{\perp}}{k_{bulk}} = 1 - \frac{3}{\delta} \left[ \frac{1}{4} - E_5(\delta) \right] \quad (10)$$

где  $E_n(t)$  – является экспоненциальным интегралом второго порядка.

Уравнения (8) и (9) могут быть использованы для прогнозирования анизотропии в проводимости в зависимости от рассматриваемого направления. На рисунке 1 показано прогнозирование анизотропии в проводимости в зависимости от рассматриваемого направления движения фонона.

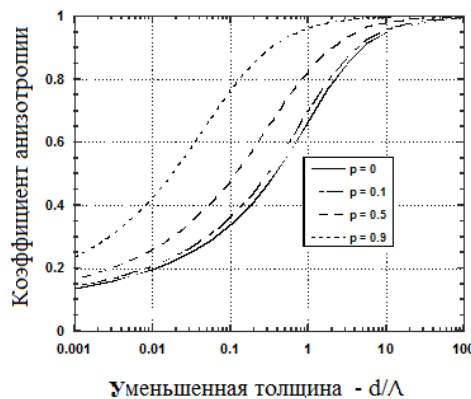


Рис. 1. Коэффициент анизотропии для проводимости в одном слое

На рисунке 2 приведено сравнение расчетной (смоделированной) теплопроводности с экспериментальными данными [1]. Для двух параллельных плоскостей снижение теплопроводности можно представить как:

$$\frac{k_{\perp}}{k_{bulk}} = \frac{3}{4} \delta Q \quad (11)$$

где

$$Q = 1 - 2 \int_0^{\delta} \theta(t) E_2(t) dt \quad (12)$$

и интегральное решение

$$\theta(t) = \frac{1}{2} E_2(t) + \frac{1}{2} \int_0^{\delta} \theta(z) E_1[|z-t|] dz \quad (13)$$

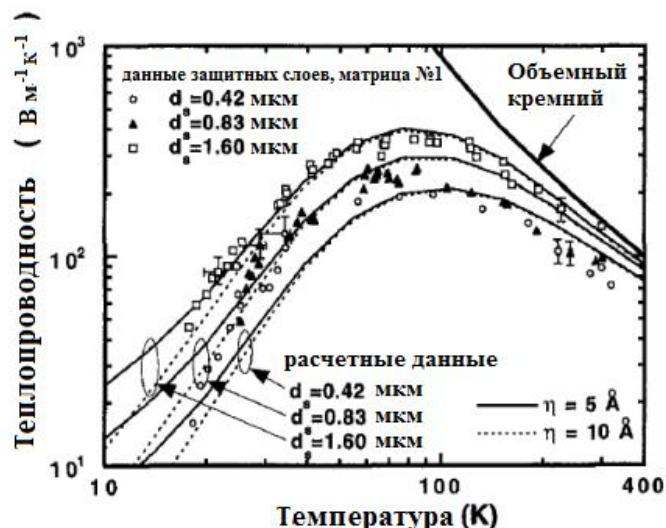


Рис. 2. Сравнение расчетной (смоделированной) теплопроводности с экспериментальными данными [2]

Результаты расчета, представленные на рис.2 показывают хорошее согласие экспериментальных результатов [2] с результатами модели для диффузного рассеяния фононов на границе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Omarov S., Begimov T., Tukibaeva M., Maylina Kh., Bedelbaeva G. Phonon Interaction of Ultrasound Waves in Condensed Media. Advanced Research Vol. 983 (2014) pp.328 – 337 (c) (2014) Trans Tech Publications, Switzerland.
2. Asheghi A., Touzelbaev M.N., Goodson K.E., Leung V.K., Wong S.S. Temperature - Dependent Thermal Conductivity of Silicon Layers in SOI Substrates. Gooson@vk.stanford.edu Mechanical Engineering Department, Elektrikal Engineering Department, Stanford University Stanford University, Stanford, CA 94305-3030. p.30-36. Vol.120.FEBRUARY.1998.

Түзелбаев М.Н, Омаров С.С, Түкібаева М.А, Нысанбаева С.К, Әуелбекова Ф.А

**Қоюландырылған материяның жұқа қабатымен фонондық модельдеу**

**Түйіндеме.** Түрлі есептеуші жүйелердің әртүрлі элементтерінің сенімділігі зерттеуші құралдарды қосқанда, материалдардың жылутехникалық қасиеттеріне тәуелді. Электронды құралдар қатарында, мәселен транзисторларды алсақ, негізгі элементтердің бірі болып таспа тектес кремний саналады. Кремнийдегі фононды жылу өткізгіштік, ондағы еркін заряд тартушылардың едәуір көбірек шоғырлануына қарамастан, фотондардың тасымалына тікелей байланысты. Осы жұмыс барысында кремнийдің жіңішке қабатының жылу өткізгіштігіне тәуелді фононды тасымал үлгісі жасалған.

Тузельбаев М.Н., Омаров С.С., Тукибаева М.А., Нысанбаева С.К., Ауелбекова Ф.А.

**Моделирование переноса фононов в тонких слоях конденсированных сред**

**Резюме.** Надежность различных элементов вычислительных систем зависит от теплотехнических свойств материалов, включенных в исследуемое устройство. В ряде электронных устройств, например в транзисторах, одним из основных элементов является кремний на полужке (КНИ). Теплопроводность в кремнии зависит от фононного переноса в нем, несмотря на присутствие больших концентраций свободных носителей заряда. В работе был смоделирован перенос фононов в зависимости от теплопроводности тонкого слоя кремния.

Tuzelbayev M., Omarov S., Tukibayeva M., Nysanbayeva S., Auelbekova F.

**Simulation of movement of phones in thin layers of compensated medias**

**Summary.** The reliability of the various elements of the system depends on the thermal properties of materials included in the target device. In a number of electronic devices, such as transistors, one of the main elements of a silicon substrate. Thermal conductivity in Silicon depends on Phonon transport in it, despite the presence of large concentrations of free charge carriers. The transfer of phonons was modeled based on thermal conductivity of thin layer of Silicon.

УДК 621.039

**С.К. Кусаинов, Б. Дуаметулы, Н.Х. Курманбекова, Н.К. Саитова**  
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, [sekenkussainov@gmail.com](mailto:sekenkussainov@gmail.com))

### **ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы применения ядерных технологий в науке, технике и различных отраслях народного хозяйства. Это стало возможным после сильного развития ядерной физики с начала XX века. Открытия радиоактивности, радиоактивных лучей и элементарных частиц, а также ускорители заряженных частиц и атомный реактор способствовали становлению и развитию ядерных технологий.

**Ключевые слова:** ядерные технологии, ядерная энергетика, атомные электростанции, атомный реактор.

После открытия радиоактивности Беккерелем в 1896 г. и установления Резерфордом (1911 г.) планетарной модели атома было начато широкое развитие ядерной физики. Были определены  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ - лучи, а затем - нейтроны, предложено строение атома. Наряду с кулоновскими и гравитационными силами было найдено существование ядерных сил, начато изучение элементарных частиц. Для изучения взаимодействия нуклонов и ядер в 1932 г. Кокрофт и Уолтон построили ускоритель заряженных частиц, а в 1942 году

Э.Ферми-первый атомный реактор, которые стали мощными инструментами для проведения исследований по ядерной физике и другим отраслям науки и техники. Открыты такие важные явления, как деление тяжелых ядер под действием нейтронов и синтез легких ядер, которые впоследствии дали возможность получать электрическую энергию атомного ядра.

Сейчас во всем мире продолжают исследования тайн атомного ядра. Изучение ядерной физики и применения их достижения в науке и технике, отраслях народного хозяйства способствовали установлению новой отрасли науки - ядерной технологии.

Применение ядерной техники и технологии в различных областях науки советский ученый А.И. Лейпунский в начале определил как изучение структур с помощью нейтронов; физика радиационных повреждений; резонансное рассеяние  $\gamma$ - лучей; получение сверхнизких температур; ядерно-физические исследования; передача энергии в твердых и жидких телах; активационный анализ; механизм химических реакций; биохимические реакции; геологические и геохимические исследования и различные применения в биологии[1].

В настоящее время ядерная техника нашла следующие применения: изотопные приборы, просвечивание изделий, стерилизация медицинских инструментов и материалов, консервирование пищевых продуктов, меченые атомы для диагностики и лечения людей, взрывы земляных работ, радиационная физика и химия, шивание и полимеризация, опреснение воды, ядерная энергетика и т.д. Целью данной работы является изучение атомной энергетике и других ядерных технологий.

Ядерная технология это- совокупность технологий, где используются ядерные излучения, а так же явления - деление атомных ядер и ядерный синтез[2]. В свою очередь, исследования для ядерной энергетике сильное влияние оказали на технический прогресс, поскольку потребовались более высококачественные материалы, новые совершенствованные технологии и приборы. Атомная наука оказала стимулирующее влияние на развитие компьютерной техники, энергетике для изучения космоса, транспорта. Благодаря энергии атомного ядра появились новые отрасли науки как радиохимия, радиобиология, ядерная медицина, радиационные физика и химия, радиология и т.д. В качестве примеров прикладных использований источников ионизирующих излучений следует назвать их применение в различных отраслях народного хозяйства-промышленности, строительстве, геологии, нефтедобыче, сельском хозяйстве и т.д.

Основным направлением широко масштабного использования атомной энергии является атомная (ядерная) энергетика. Электрическая энергия получается с помощью ядерно-энергетических установок на атомных электростанциях(АЭС). Первая в мире АЭС для производства электрической энергии была построена в Советском Союзе в городе Обнинске в 1954 году с электрической мощностью 5 МВт. Затем первые мощности АЭС были построены в Англии- в 1956 году ,США- 1957г., Италии- 1963г., Франции- 1965г., ФРГ, Японии, ГДР-1966г., Канаде- 1967г. и т.д. С тех пор атомная энергетика получила широкое развитие и, несмотря на некоторые крупные аварии

(Чернобыль, Фукусима), АЭС является одним из современных и перспективных источников электрической энергии.

Основным звеном на АЭС является атомный реактор, где выделенное в результате цепной ядерной реакции ядерное тепло превращается на АЭС в электрическую энергию. Основными ядерными горючими являются изотопы урана-  $^{233}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ , а так же плутония-  $^{239}\text{Pu}$ . На атомных электростанциях в основном применяются три типа реакторов[3]: 1. Легководный реактор, работает на обогащенном уране, в качестве теплоносителя и замедлителя используется обычная вода. Здесь имеются два типа легководных реакторов: 1) реактор, в котором вращающий турбины пар образуется непосредственно в активной зоне, это - кипящий реактор; 2) реактор, где пар образуется во внешнем- втором контуре, который связан с первым контуром теплообменниками и парогенераторами- это водо- водяной реактор ВВЭР;

2. газоохлаждаемый реактор с графитовым замедлителем, применялся с первыми разработками ядерного оружия.

3. реактор, где теплоносителем и замедлителем является тяжелая вода, ядерным горючим- природный уран.

Добыча ядерного топлива - урановой руды осуществляется на ядерно- топливных циклах в зависимости от глубины залегания пластов шахтным и карьерным способами. Добываемая урановая руда содержит рудные материалы и пустую породу, в дальнейшем отделяются необходимые минералы от пустой породы для получения химических концентратов урана. На нескольких этапах переработки происходит очистка урана от сопутствующих ему примесей. Полная очистка, однако, при этом не достигается: некоторые концентраты содержат до 80%, другие- до 96% оксида урана. Такая очистка делает материал пока не пригодным для ядерного топлива. Дальнейшая стадия ядерного топливного цикла -аффинаж очищает соединения урана от примесей.

Современная ядерная энергетика использует в основном реакторы на тепловых нейтронах, где применяют слабообогащенное (до 5%) урановое топливо, а реакторы на быстрых нейтронах работают с высоким (до 93%) обогащенным ураном. Природный уран содержит всего 0,72% изотопа  $^{235}\text{U}$ , пригодного для использования. Для его применения необходимо провести обогащение, разделение урана –  $^{235}\text{U}$  и урана –  $^{238}\text{U}$  физическими методами разделения этих изотопов.

Для атомной энергетике применяют два ядерно-топливных цикла - разомкнутый открытый и замкнутый закрытый для отработанного ядерного топлива.

На АЭС с ядерным реактором с водяным охлаждением выделившееся в активной зоне реактора тепло снимается теплоносителем – водой, прокачивается циркуляционным насосом через реактор[4]. Эта нагретая вода реактора поступает в теплообменник

(парогенератор), где полученное в реакторе тепло передается воде второго контура, которая, в свою очередь, испаряется в парогенераторе, и образующий пар поступает в турбину, которая вращает генератор электрического тока. На АЭС применяются следующие четыре типа реакторов на тепловых нейтронах [5]:

- 1) водо- водяные, обычная вода служит в качестве замедлителя и теплоносителя;
- 2) графито – водные, графит- замедлитель, вода – теплоноситель;
- 3) тяжеловодные, тяжелая вода – замедлитель, вода – теплоноситель.
- 4) графито–газовые, замедлитель- графит, теплоноситель–газ.

На АЭС наряду с электрической энергией вырабатывают и тепловую энергию. С 1990 г темпы строительства АЭС по сравнению с предыдущими годами несколько снизились. Некоторые развитые европейские страны, как Германия, Швеция, Бельгия стали проводить политику свертывания выработки электричества на АЭС. О политике, направленной против ядерной энергетике заявили Австрия, Дания, Ирландия. Однако в 2011 г, по данным МАГАТЭ, 12,3% электроэнергии в мире получено на АЭС [6]. 13 марта 2013 года министры стран, входящие Европейский Союз ( Болгария, Великобритания, Венгрия, Испания, Литва, Польша, Румыния, Словакия, Финляндия, Франция и Чехия) в Лондоне заявили о приоритетности для их стран развития ядерной энергетике, и это является для этих стран стратегическим важным элементом [7].

Остановимся на крупных потребителях (странах) электрической энергии, выработанной на атомных электростанциях [8]. Сегодня во Франции 73,3% потребляемой электроэнергии вырабатываются на АЭС с помощью 58 энергоблоков [8]. При этом в стране сократились затраты на

производство электроэнергии- в если 1981 году они составляли 5% внутреннего валового продукта (ВВП), то сейчас -1,8%. Страна имеет высокий показатель потребления электричества на АЭС на душу населения в мире и планирует дальнейшее строительство АЭС.

В настоящее время рост ядерной энергетики наблюдается в основном в Азии  $\frac{2}{3}$  строящихся АЭС будут располагаться на этом континенте (например, в Китае). В Японии на 31 декабря 2013 года находятся 48 энергоблоков, мощность которых 42 388 МВт электроэнергии, в 2013 выработано электроэнергии 13,9 ТВт·ч, что является 1,7% от общего производства электроэнергии. В Японии запланировано создание энергетических реакторов на быстрых нейтронах.

Крупной ядерно-энергетической страной в мире является Россия, где действуют 33 блока, строятся 10 энергоблоков мощностью 8382 МВт (эл), в 2013 году в стране выработано электроэнергии на АЭС 161,7 ТВт·ч, что является 17,5% от общего объема производства. В России имеются ряд крупных АЭС: Балаковская, Калининская, Курская, Ленинградская, Нововоронежская, Ростовская, Смоленская и т.д. (всего 15 АЭС). Россия в дальнейшем намерена увеличить мощности АЭС с текущих 160 ГВт до 300 ГВт, вводя новые реакторные блоки.

США является крупным потребителем электроэнергии, выработанных на АЭС. Если посмотреть на географическую карту США, то территория государства буквально застроена атомными электростанциями. В стране действуют 100 энергоблоков мощностью 99081 МВт, на АЭС выработано 790,2 ТВт·ч электроэнергии, что составляет 19,4% от общего объема производства электроэнергии. В стране имеются мощные АЭС, такие как Байрон, Бриз- Ферри, Грант- Галф, Каллауэй и много других.

На Украине расположены крупные АЭС, как Запорожская, реактор ВВЭР, 6 блоков по 1000 МВт; Хмельницкая, реактор ВВЭР, 4 блока по 1000 МВт; Южно- Уральская, реактор ВВЭР, 3 блока по 1000 МВт.

Китай имеет большие планы для развития атомной энергетики, планируя к 2030 г. увеличить их мощности. Сейчас страна имеет 20 энергоблоков мощностью 15977 МВт, строятся 29 энергоблоков реакторов мощностью 28774 МВт, выработано электроэнергии в 2013 г 104,8 ТВт·ч, что составляет 2,1% от общего объема электроэнергии.

Одно из крупных государств мира Индия имеет 21 энергоблок мощностью 5308 МВт, сейчас строятся 6 блоков реакторов мощностью 3907 МВт (эл.), выработано в 2013 г 30,0 ТВт ч. электроэнергии на АЭС, что является 3,5% от общего объема производства, предполагается ввод в эксплуатацию новых мощностей.

Перечислим страны, где выработано большое количество энергии в % от общего объема производства: Бельгия – 52, Болгария- 30,7, Венгрия- 50,7, Испания – 19,7, Канада- 16, Республика Корея – 27,6, Румыния – 19,8, Словакия – 51,7, Украина- 43,6, Финляндия- 33,3, Франция- 73,3, Чешская Республика- 35,9, Швеция- 42,7, США- 19,4, Россия- 17,5%.

Мировая энергетика имеет общий опыт эксплуатации 15 660 лет, согласно МАГАТЭ сейчас в 30 странах мира действуют 434 энергетических реактора мощностью 371733 МВт (эл), где выработано электроэнергии на АЭС 2358,9 ТВт·ч. В конце 2013 г. во всем мире насчитывалось 434 действующих ядерных энергетических реакторов и общемировая генерируемая мощность составлял 371,7 ГВт (эл.), 4 новых объекта были подключены к энергосетям, начаты работы по строительству 10 новых реакторов. Число строящихся реакторов в 2013 году было 72, что является рекордно высоким с 1989 года, из них 48 находились в Азии, и там же находились 42 из последних 52 новых реакторов, подключенных к энергосетям с 2000 года. В 2012 г начались строительства 7 новых объектов, а в 2013 г. – десяти. На 31 декабря 2013 г. в мире велось строительство 72 реакторов. Как и предыдущие годы расширение мощностей и развитие ядерной энергетики будут по-прежнему проходить в Азии, прежде всего в Китае [8].

В 2013 г. некоторые страны существенно продвинулись по созданию первой АЭС (например, ОАЭ). В ноябре 2013 г. в Беларуси была произведена заливка бетона в основание первого блока Белорусской АЭС. Это первый из 2 блоков ВВЭР – 1200, который будет сооружен Россией. В Турции продолжается создание инфраструктуры ядерно-энергетической программы, и идет подготовка к строительству 4 энергоблоков ВВЭР -1200 в Аккую.

Ряд стран (Бангладеш, Иордания) находятся на продвинутых стадиях подготовки инфраструктуры. До двух новых АЭС планируется построить в Польше. Вьетнам подготовил технико

- экономическое обоснование для двух АЭС суммарной мощностью 4000 МВт (эл). В Нигерии и Египте продолжают развиваться инфраструктура для создания ядерно-энергетического комплекса. Иордания, Нигерия и Марокко подали официальные заявки в 2014 г на проведение миссии ИНИР. Ряд стран продолжают изучать возможность создания ядерной энергетики. При этом растет интерес к реакторам малой и средней мощности (РМСМ). Свой выбор в пользу ядерной энергетики сделали 30 стран, примерно такое же количество стран изучают возможность создания ядерной энергетики.

Одна из ключевых идей, сформулированных в июне 2013 г в Санкт-Петербурге Международной конференции МАГАТЭ на уровне министров «Атомная энергетика в 21 веке», состояла в том, что для многих стран ядерная энергетика будет играть важную роль в достижении цели энергетической безопасности и устойчивого развития. Ядерная энергетика как новый источник энергии может оказать помощь странам в удовлетворении растущего спроса на электрическую энергию, улучшении экологии.

Согласно прогнозам Агентства [8], подготовленным в 2013 году, к 2030 г. рост в секторе ядерной энергетики может составить от 17 % (по низкому прогнозу) до 94% (по высокому прогнозу). По высокому прогнозу общемировая мощность достигнет к 2030 г 722 ГВт (эл), что почти вдвое выше уровней 2012 года. По низкому прогнозу общемировая мощность ядерных установок возрастет к 2030 г. до 435 ГВт (эл). Наибольший рост прогнозируется в первую очередь в Азии (Китай и Республики Корея). Потенциал для роста имеется и в Восточной Европе, сюда можно отнести Россию, а также на Ближнем Востоке и Южной Азии (включая Индию и Пакистан).

В Казахстане Правительство в 2002 г. приняло концепцию развития урановой промышленности и атомной энергетики на 2002-2030 годы, которая направлена на значительное преобразование энергетики Казахстана динамично развивающую отрасль, которая может стать надежной основой для развития экономики и повышения благосостояния народа. Сегодня Казахстан занимает первое место в мире по добыче урана и второе место по объемам запаса, обладает 19% мировых разведанных запасов урана [9]. Уранодобывающая и перерабатывающая промышленности Республики дают возможность для выполнения исследований в области ядерной физики и ядерной энергетики.

В г. Актау на берегу Каспийского моря с 1972 г. до ее остановки в 1999 г. успешно работала атомная электростанция с реактором БН-350, ее тепловая мощность была 650 МВт, а электрическая - до 120 МВт. Она использовалась также для опреснения морской воды. Имея опыт эксплуатации 25 лет 10 месяцев [8], Казахстан сейчас планирует построить одну или две атомных электростанций средней мощности. В настоящее время в Республике идет выбор площадки размещения АЭС и рассматриваются другие вопросы по ее строительству.

Анализ приведенных в работе материалов по ядерной энергетике, несмотря на некоторый спад ее развития в некоторых странах, показывает растущий интерес к АЭС. Более 30 стран мира – США, Франция, Россия, Китай, Индия и другие – строят новые АЭС, наращивают их мощности. Эти страны, имея большой опыт эксплуатации энергетических реакторов и растущую выработку электроэнергии на атомных электростанциях, получили к концу 2013 года 371,7 ГВт (эл.). Все это позволяет смотреть на атомную энергетику с большим оптимизмом и надеяться на ее большое будущее.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лейпунский А.И. Применение ядерной физики и смежных областях науки и народном хозяйстве. //УФН- 1968-т.95- вып.1.-с.15-23.
2. Құсайынов С.Қ., Дуаметұлы Б. Ядролық технологиялар. //ҚазҰТУ хабаршысы, 2013,№6, 170-174 б.
3. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы.М.1994.
4. Атомная электростанция //Большая Российская энциклопедия.[http:// slovari.yandex.kz](http://slovari.yandex.kz).
5. Ядерная энергетика. <https://ru.wikipedia.org/>
6. Обзор ядерных технологий-2012-IAEA([http:// www.iaeu.org](http://www.iaeu.org))
7. Курсив КЗ 12 государств Евросоюза подтвердили важность развития ядерной энергетики. (<http://www.kursiv.kz>)
8. Обзор ядерных технологий-2014-IAEA(<http://www.idea.org>)
9. Тастенов А. Атомная промышленность Казахстана: перспективы роста// Kazenergy-2010, №5,6,(41,42)



REFERENCES

1. Leipunski A.I. Primenenie yadernoi fiziki v smezhnich oblastiach nauki i narodnom chozjaistve.// UFN-1968-T.95-vip 1-s.15-23.
2. Kusainov S.K., Duametuly B. Yadrolik tehnologialar.// Kaz.UTU Chabarshisi,2013,№6,170-176 p.
3. Dementiev B.A.Yadernie energeticheskie reaktory. M.,1984.
4. Atomnaia elektrostancia// Bolschaia Rossiskaya enciklopedia. <http://slovari.yandex.kz>.
5. Yadernaia energetica. <http://ru.wikipedia.org/>
6. Obzor yadernich tehnologhy-2012-IAEA(<http://www.iaea.org>.)
7. Kursiv kz 12 gosudarstv Evrosoyusa podtverdili vazhnost razvitiya yadernoi energetiki(<http://www.kursiv.kz>)
8. Obzor yadernich tehnologhy-2014-IAEA(<http://www.iaea.org>)
9. Tastenov A. Atomnaia promischlennost Kazachstana: perspektivy rosta// Kazenergy -2010,№5,6,(41,42)

Құсайынов С.К, Дуаметұлы Б, Құрманбекова Н.Х, Сайтова Н.К.

**Ядролық технология. Атом энергетикасы.**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста ядролық технологиялар мен атом энергетикасы қарастырылған. Ядролық физиканың ХХ ғасырда өркендеп дамуы ядролық технологияларды ғылым мен техникада, шаруашылықтың көптеген салаларында қолдануға мүмкіндік беріп, техникалық прогреске үлкен әсер етті. Ядролық энергетика дүние жүзіндегі 30 елдің электр энергиясын атом электростансаларынан алып, 2013 жылдың аяғында ядролық энергетикалық қондырғылардың қуаты 371,7 ГВт (эл.) болған. Болашақта дүние жүзінде АЭС қуаттарының өсімі күтіледі.

**Түйін сөздер:** ядролық технологиялар, ядролық энергетика, атом электрстансалары, атом реакторы.

Кусаинов С.К., Дуаметулы Б., Курманбекова Н.Х., Сайтова Н.К.

**Ядерные технологии. Атомная энергетика**

**Резюме.** В работе рассмотрены вопросы ядерных технологий и атомной энергетике. Крупное развитие ядерных технологий в ХХ веке дало возможность их применения в науке, технике и многих отраслях хозяйства, оказало большое влияние техническому прогрессу. Более 30 стран мира проводят политику развития атомной энергетике, к концу 2013 года мощности ядерных реакторов было 371,7 ГВт (эл.). По прогнозам МАГАТЭ и в дальнейшем в мире будет наблюдаться рост развития ядерной энергетике.

**Ключевые слова:** ядерные технологии, ядерная энергетика, атомные электростанции, атомный реактор.

Kusainov S., Duametuly B., Kurmanbekova N., Saitova N.

**Nuclear technologies. Atomic energetics**

**Summary.** The paper considers the issues of nuclear technology and nuclear energy. Major development of nuclear technology in the twentieth century gave the possibility of their application in science, technology, and many sectors of the economy, had a great influence technological progress. More than 30 countries pursue a policy of nuclear energy development, by the end of 2013 power nuclear reactors was 371,7 GW (e). According to projections by the IAEA in the future the world will be an increase in the development of nuclear power.

**Key words:** nuclear technology, nuclear power, nuclear plant, nuclear reactor.

УДК 004.056.5

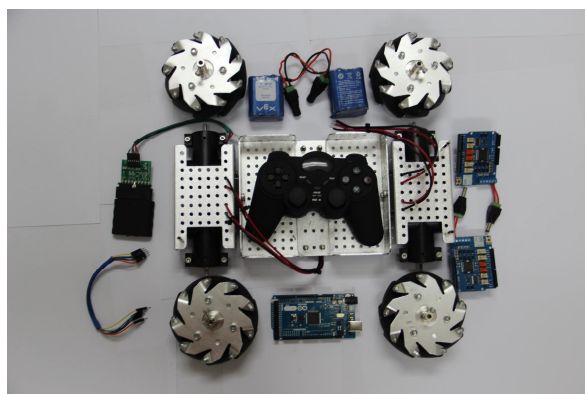
**M.N. Kalimoldayev, T.U. Islamgozhayev, A.K. Zholmyrzayev**  
(Institute of Information and Computing Technologies, Kazakhstan, Almaty  
email: [talgat90.07@gmail.com](mailto:talgat90.07@gmail.com))

**MODIFIABLE EDUCATIONAL PLATFORM AND METHODS USED IN TRACKING OBJECTS**

**Abstract.** Robotics as the discipline become popular subject in many universities and schools. Many vendors produce various types of robots for teaching robotics. However, most of robots are vendor-dependent, without source code and expensive. Aim of this paper is the development of a robot platform, which can be used in teaching subjects as Robotics, Control Theory, Machine Vision, Object Recognition, and which can be bought by students or pupils and used for projects or competitions. To reach this aims we developed IICT-bot - cheap, flexible, fitted for outdoor usage, and multi-functional robotic platform using omni-directional wheels. IICT-bot is built on Arduino, which is popular hardware-platform with open architecture and easy-to-use API. Moreover, article describes first steps in creating easy-to-use libraries on tracking objects by the help of the camera mounted on the IICT-bot.

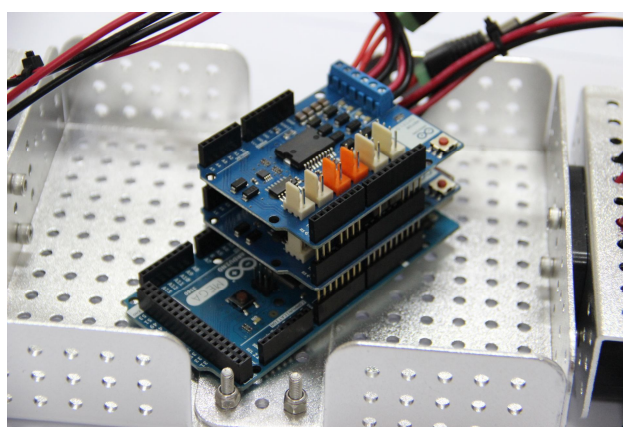
**Key words:** robotic platform, Arduino, omni-directional wheels, wireless control, IICT-bot, mobile robot, object tracking.

ИСТ-bot is an educational robotic platform (Figure 1) that was developed as a platform for practical realization of Machine Vision algorithms, such as SLAM [1, 2]; object tracking [3] etc. The advantage of this platform, compared to other similar platforms, is that it is built from easy to find materials, on open architecture, and can be used on outdoor and very flexible for modification. Developed system has a special control library to make users be able to program the platform movements according to their needs. As the new features of developed library of the system, we started the process of writing additional functions like basic computer vision algorithms. To make the process easier, OpenCV library was used for the purpose of implementation of computer vision algorithms. In the article, we describe methods that were tested to make the tracking of non-stationary object possible. In second paragraph, we describe the developed mobile platform. Third paragraph is about the firmware created to control mobile platform. Fourth paragraph describes algorithms that are used for testing object-tracking methods.



**Figure 1.** Platform

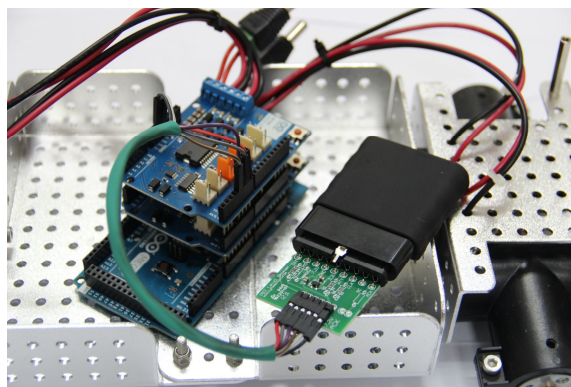
ИСТ-bot body is made from Dagu Wild Thumper 6WD All Terrain Chassis (Aluminum, 75:1) [4] with modification: two middle wheels have been refused to make the system more flexible and all wheels were replaced by omni-wheels that also adds flexibility. All body made from perforated aluminum that makes platform flexible to any modification and maintenance of additional equipment. For now, two NiMH batteries with 7.2 Volts and 2000 mAh gives the system 50-60 minutes of life power the platform. Parts can be replaced and new parts can be easily adjusted to the base that has drilled holes. Four motors provide moving capabilities: two motors on each side of the platform. Each motor moves in tight connection with other motors. Arduino Mega 2560 microcontroller board with two motor shields that are responsible for driving motors makes the control of the system. The next idea is to make the system reconfigurable – to make it possible to replace any part without touching the other parts of the system.



**Figure 2.** Arduino with two Motor Shields

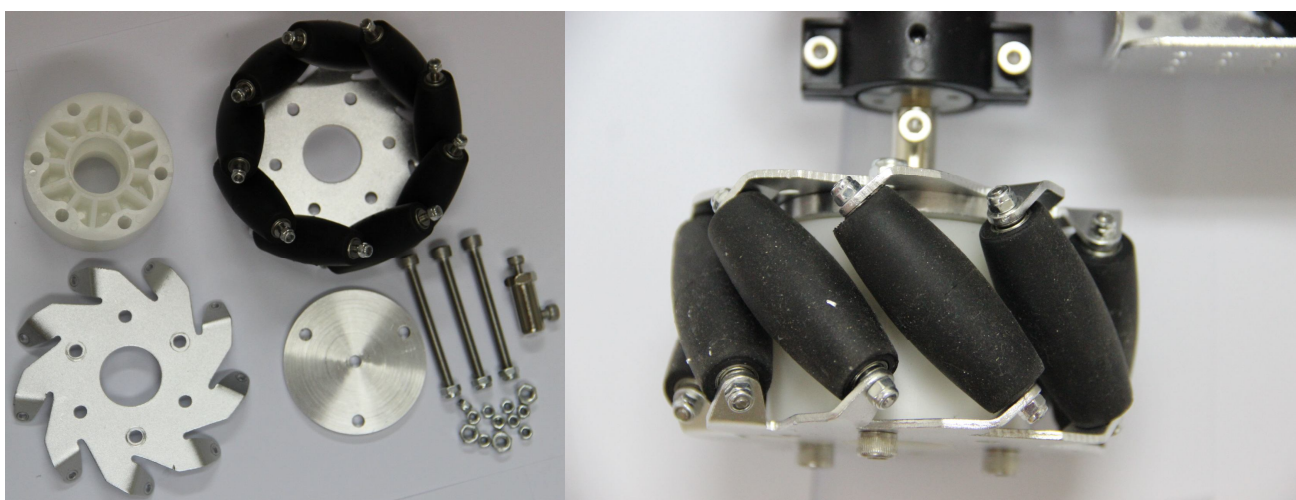
Arduino is very popular platform for robotics [6, 7]. Its flexibility and availability makes it ideal for fast prototyping and experiments. Arduino Mega 2560 is used as main controller. This board is based on the ATmega2560 chip and has 54 digital input/output pins (of which 15 can be used as PWM outputs), 16 analog pins. Arduino Motor Shield is used to control motor drivers - one shield for two motors.

Main board and two motor shields are connected in a triple stage, which is not usual in building such a systems. As you see it on the picture, triple stage connection is very easy to establish and there is no need in soldering. Using the Arduino makes the system easy to deploy and as the widely used platform, Arduino allows the usage and addition of different modules to enlarge the capabilities of the system. There are free 31 digital and 10 analog pins can be used to control and read signals from additional sensors and auxiliary devices.



**Figure 3.** Receiver of the remote control

Lynxmotion PS2 Controller V3 is used to control movement of IICT-bot. Controller consist of receiver and joystick. Built-in remote control capabilities with pre-written functions gives the platform ability to be controlled from a distance of up to 20 meters. By changing the type and combination of given commands user can add special control to a system according to his special needs. As the remote control works with IR signals, it opens additional learning chapter for the user – using the IR input and output signals. As the tests show, we can use any of Lynxmotion IR joysticks to control the system – they are interchangeable.



**Figure 4.** Omni-directional wheels

Omni-directional wheels are wheels with small discs around the circumference that is perpendicular to the turning direction. The effect is that the wheel can be driven with full force, but will also slide laterally with great ease. J. Grabowiecki first patented wheels in 1919 [5]. The main advantage of the wheels lays in combination and placement of multiple wheels. The combination and placement of wheels gives the system different movement capabilities. In the given system, four wheels are placed on four sides of the platform, like standard wheels of four-wheeled car. The two diagonal wheels have the same direction of their inner wheels. This combination with application of special control mechanism gives the platform the ability to move in diagonal, to front, backsides, and to move right and left sides without turning the platform. This gives advantage over the usual wheels – makes the object tracking easier, because the system can run any side, if there is no tight need in turning the whole platform (e.g. land becomes like a ladder).

ИСТ-bot programmed using ИСТv3.h library. This library is free and in future could be downloaded from our website. Library has built-in functions that makes the system easy-to-use. Even the beginner in programming languages can easily understand the meaning of each function just reading the names and corresponding description in the datasheet for the library (functions have names similar to their functionalities). On the figure below, you can see the combination of joystick buttons and code names corresponding each button.



**Figure 5.** Joystick and corresponding codes for its buttons

As the platform has the ability to hold different sensors and additional hardware, by adding them and including our library into their projects users can modify and enhance the capabilities of the system. The library includes commands for setting up pins, driving motors, turning the platform, prewritten commands for combination of joystick buttons.

The mobile platform was developed to help beginners – enthusiasts, school and university students – to become familiar with the basics of building such systems. The main advantage of the described platform is the open source programming library and open hardware architecture of the system. As the library is written in C-like language, it will be easy to understand and get the support from many programming forums in any case. The library is easy to understand and to use – even beginner can write simple control commands in a few minutes, users just have to compose a block of commands. Usage of the Arduino as hardware makes the system easy to understand and simplifies the process of searching spare parts for the system, because there are thousands of resources for such a famous and mostly used hardware. Another advantage of the system lies in using the omni-directional wheels – the special structure of which gives another field of study to beginners and makes the control of the system more flexible. Users can learn to write special commands to

control the system, new and simplified algorithms can be used to control the movement, because the platform do not have to be turned (only in special situations).

#### REFERENCES

- [1] MWMG. Dissanayake et al., "A solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem" in IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS AND AUTOMATION, 2001, pp. 229-241.
- [2] J. Fuentes-Pacheco et al., "Visual simultaneous localization and mapping: a survey", Artificial Intelligence Review, 2015, pp. 55-81.
- [3] A. Yilmaz, O. Javed, M. Shah, "Object tracking: A survey", ACM Computing Surveys, 2006, volume 38.
- [4] <http://www.dagurobot.com/goods.php?id=47>
- [5] US patent 1303535, J. Grabowiecki, "Vehicle wheel", issued 1919-06-03
- [6] P.K. Panigrahi, S. Sahoo, "Path Planning and Control of Autonomous Robotic Agent Using Mamdani Based Fuzzy Logic Controller and Arduino Uno Micro Controller", Advances in Intelligent Systems and Computing, 2015, volume 327, pp. 175-183.
- [7] A. Araújo, D. Portugal, M.S. Couceiro, R.P. Rocha, "Integrating Arduino-Based Educational Mobile Robots in ROS", Journal of Intelligent & Robotic Systems, 2015, volume 77, issue 2, pp 281-298.

Калимолдаев М.Н., Исламгожаев Т.У., Жолмырзаев А.К.

#### **Өзгертуге болатын оқу платформасы және объектіні аңдуда қолданылатын тәсілдер**

**Түйіндеме.** Ұсынылып отырған мақалада робототехника, басқару теориясы, машиналық көру, объектілерде танып білу сияқты пәндерді үйретуге арналған, және жарыстар мен жобалар жасайтын оқушылар немесе студенттер сатып ала алатын роботты платформа туралы айтылады. Бұл мақсатқа жету үшін біз ИСТ-bot – арзан, өзгертуге оңтайлы, сырт ортада қолдануға болатын және қолданыс аясы кең, әрбағытты дөңгелектері бар робот платформасын жасап шығардық. Осыған қоса, мақала ИСТ-bot-тың үстіне орнатылған камераны қолдану арқылы объектілерді аңду мүмкіндігін беретін қосымша, қолдануға ыңғайлы бағдарлама кітапханасын жасаудың алғашқы қадамдары туралы айтады.

**Негізгі сөздер:** робот-платформа, Arduino, әрбағытты дөңгелектер, сымсыз басқару, ИСТ-bot, мобильді робот, объектіні аңду.

Калимолдаев М.Н., Исламгожаев Т.У., Жолмырзаев А.К.

#### **Изменяемая обучающая платформа и методы при разработке слежения за объектом**

**Резюме:** Предлагаемая работа описывает роботизированную платформу, которая будет полезна при изучении таких дисциплин как робототехника, теория управления, машинное зрение, распознавание объектов, и доступную для учеников и студентов для участия в соревнованиях и проектах. Для достижения этой цели нами была разработана роботизированная платформа ИСТ-bot – дешевая, легкая в модификации, с возможностью использования в наружных условиях, имеющая всенаправленные колеса роботизированная платформа. В дополнение ко всему, в статье описывается начальная стадия разработки библиотеки функции, для добавления возможности слежения за объектом с использованием камеры, установленной на платформе.

**Ключевые слова:** роботизированная платформа, Arduino, всенаправленные колеса, беспроводное управление, ИСТ-bot, мобильный робот, слежение за объектом.

Kalimoldayev M.N., Islamgozhayev T.U., Zholmyrzaev A.K.

#### **Modifiable educational platform and methods used in tracking objects**

**Summary.** Aim of this paper is the development of a robot platform, which can be used in teaching subjects as Robotics, Control Theory, Machine Vision, Object Recognition, and which can be bought by students or pupils and used for projects or competitions. To reach this aims we developed ИСТ-bot - cheap, flexible, fitted for outdoor usage, and multi-functional robotic platform using omni-directional wheels. Moreover, article describes first steps in creating easy-to-use libraries on tracking objects by the help of the camera mounted on the ИСТ-bot.

**Key words:** robotic platform, Arduino, omni-directional wheels, wireless control, ИСТ-bot, mobile robot, object tracking.

УДК 530.1, 681.3.06, 004.9(4)

**М.Т. Ipalakova<sup>1</sup>, Y.A. Daineko<sup>1,3\*</sup>, V.G. Dmitriyev<sup>2</sup>, O.M. Serikov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>University of Oldenburg, Oldenburg, Germany,

<sup>3</sup>Institute of applied science and information technologies, Almaty, Kazakhstan,

\*E-mail: [yevgeniya2001@gmail.com](mailto:yevgeniya2001@gmail.com)

## **MOBILE TECHNOLOGY IN EDUCATION**

**Summary.** The impact of the information and communication technology (ICT) on the higher education abroad, and in particular in Kazakhstan is discussed within the article. The advantages of using the mobile technology as a part of the ICT within educational process and, thereby, the need for development of the corresponding software are justified. As an example the development of the mobile application for the teaching of the general physics course is presented.

**Key words:** mobile technology, information technology, engineering education, education technology, e-learning, m-learning, mobile application.

### **Introduction**

Nobody will contradict the statement that we live in the Information Age. Information *per se*, information technology (IT) in general, the Web and the Internet in particular have totally changed the way we work, study and communicate. Today it is impossible to imagine our lives without information technology. It has become a great part of our daily activities, making them much easier. And this integration intensifies day by day. As the information technology develops we have an access to the new tools which make everyday processes much faster, cheaper and convenient. Moreover, information technology contributes to more rapid development of any sector of economy, such as industry, constructing, medicine, agriculture, etc.

Education, like any area of our lives, is greatly influenced by modern information technology. With the advent of the Internet, we have moved to the new era of education. And this fact cannot be ignored. Compared with secondary education, which is considered as more fundamental and classical, higher education, the ways of teaching and learning in particular, is highly affected by IT. It is obvious that now lecturers cannot teach as they did ten or twenty years ago. Therefore, informatisation of higher education, as a part of the global informatisation process of the modern society, is still regarded as a primary task of the education development. Among other things, it involves the creation of the new teaching methods using IT, the new ways of communication between students and lecturers and the new ways to deliver information and knowledge. All these elements can be combined in the notion of **e-learning**.

Mobile technology as a part of the information and communication technology (ICT) has been developing during the last twenty years as well. It should be noted that the meaning of the «mobile technology» collocation has changed since the moment it was created. Before, this term implied only mobile phones and the possibility to make calls from anywhere. Now, mobile technology covers mobile phones, smartphones, communicators, e-books and tablets with almost full functionality of computers. Thus, mobile technology penetrates all areas of our lives, and education in particular. The new notion of **m-learning** emerges.

### **Discussion and results**

Every day the number of mobile subscribers increases all over the world. It is almost impossible to count how many mobile devices are used at present, but the number is huge. As technology advances, the functionality of mobile gadgets become more and more complex, the speed and reliability of data transmission in wireless communication channels grow up. It is evidently that the capacity of the modern mobile devices exceeds the capacity of personal computers of the early 90s. As a part of the global informatisation of our society unlimited plans for the mobile Internet are widely used abroad and gradually introduced in Russia and Kazakhstan. Therefore, mobile phones, smartphones and tablets become a major part of human digital lives [1].

Such unprecedented growth of utilizing mobile devices, both in the developed and developing countries opens new possibilities for making studying more accessible, improving its quality and achieving equality in education. Thus, the m-learning technology has become an inevitable reality of the today's education system.

The main feature of the m-learning technology is that the **portable** mobile devices are utilized during the education process, so the course materials are always at hand, and can be read and studied at any time. This fact, in its turn, supports the idea of **continuing** education. Students are not tied to a specific place, time and circumstances around. They get used to the feeling that they may and need to study constantly, at any convenient time. Thus, the use of tablets and smartphones allows the transition from the traditional education to the new and modern education patterns which employ, for instance, electronic textbooks with multimedia and interactive educational content [1, 2].

Traxler in [3] states that the m-learning changes education process totally, since mobile devices modify not only the ways of delivering materials and the ways of accessing them. Gadgets facilitate the creation of new forms of cognition and mentality. Learning process becomes “just-in-time, just enough, and just-for-me”.

According to [4] several distinguishing aspects of the m-learning can be listed:

1) With the m-learning there is no need to organize special computer classrooms and classes. The new notion of a dynamic class emerges. The m-learning offers the new ways communication and collaboration and allows combining the learning in classes with learning outside them, for instance, on the way home or between lessons.

2) Students are considered as knowledge producers since they can comment, discuss and exchange data. Therefore, the role of a teacher as an indisputable authority changes to the more up-to-date role of a mentor. Such students' feedback is a significant pedagogical resource that makes possible a shift towards authentic learning.

3) The m-learning technology promotes the habit of ongoing (or lifelong) learning.

The major issue of the m-learning today is its integration into the traditional education system. And the point is not the modernization of distant and combined learning using the mobile technology, but optimization the traditional education preserving its fundamental methodological principles [5].

The successful examples of introducing the m-learning technology into the education process can be presented. Many countries have already started the usage of electronic and interactive manuals in education practices. In 2007 South Korea has started the program that is called “Electronic textbook”. During this program a virtual interactive book called “Virtual interactive ubiquitous book” has been created which is a three-dimensional tutorial that uses the concept of augmented reality. Such concept can be characterized by presenting the 3D image of the real objects with its textual descriptions. The experimental results have shown that after integration of such interactive manual into the educational process the school performance has increased by 30%. Thus, the South Korean government is expecting to completely abandon the usage of paper text books in institutions [6].

By February 2012, the U.S government had planned to supply each of the students with personal tablets or smartphones that could be used during class times where the whole material concerning the discipline would be hold and represented in proper manner with ability to perform different training facilities and tests [6].

Similar procedures of introducing electronic manuals that can be accessed via mobile devices into the educational process become obvious solutions for Kazakhstan as well.

There are several advantages of using mobile gadgets and applications in the educational process. First of all, the main feature of such kind of devices is their portability. It means that students are not tied to a particular place and a desktop computer and can use their mobiles gadgets for the learning purposes anywhere and anytime they want. In such a way, the mobile technology creates conditions for ongoing education.

Secondly, the mobile applications provide the flexible way of interaction of teachers and students during the whole semester. It means that they open up a distance learning system inside the university. Such applications can provide a real-time interaction of users.

Thirdly, the mobile technology expands the list of interactive training equipment and implements the model of an interactive multimedia board «in miniature» [7].

Another advantage that can be mentioned is that the m-learning improves access to education by employing relatively cheap everyday technologies. Students can study at their own pace and in private which is impossible in classrooms.

The next positive aspect of the m-learning is that the introduction of the mobile technology into the education process is accompanied with enhancement of courses' curriculums and teaching methods which will definitely lead to higher teaching quality in general.

The last but not least advantage of the mobile technology in education system is that it supports the culture of life-long and life-wide learning. Students get used to apply personal technologies for obtaining new information and increasing their knowledge. Moreover, people study in unconventional or everyday context [4].

Taking into consideration all the advantages listed above we can say that the education system with the mobile technology introduced provides the flexible, accessible and individual learning.

Thereby, it is clear that there is a need for development of special mobile applications which would assist to make the educational process uninterrupted and independent of place and time circumstances.

However, it would be wrong to say that mobile technology will completely substitute the traditional learning platforms and systems that every university provides. It is obvious that the live chat and using the traditional platforms are still the most preferable and convenient way of communication between teachers and students during lessons. But when they are unavailable, on the way, for instance, using mobile devices and applications become a good alternative to the common methods of learning and teaching. So, the best practice for the most efficient and continuing educational process is to combine the usual teaching techniques and learning platforms with the modern mobile solutions.

As an example a mobile application for the course of general physics developed in the International IT University can be presented. The main idea of this application is to provide students with a portable learning tool, which makes available on-line all the course materials, such as lecture notes, tutorials, videos, etc. But its functionality is not the same as of a simple electronic book. Firstly, the application allows students to communicate with a teacher using short messages. And secondly, it is possible to take a test after each course unit. Students are able to track their performance by themselves and see if they understand the material or not.

The main roles within a system developed can be named as a student and a teacher. Their functionality and interaction are presented on the Figure 1 using UML use-case diagram.

The mobile application was developed according to the client-server architecture for the Android 4.4 platform which runs fast and smooth on a wide range of devices. The server side database is designed in MySQL DBMS, its scheme is shown on the Figure 2. The client side database is SQLite. Android Studio was used as an integrated development environment for the project. The client side is programmed in Java; the server side is implemented in PHP with use of Yii Framework in order to realize the main functionality of the system. The language-independent standard data format JSON (JavaScript Object Notation) was employed for the data exchange between the client and the server sides. Figure 3 shows the screenshot of the application which displays the course material. Figure 4 presents the screenshot of the application with a quiz question.

As a future work it is planned to extend the functionality of the application by adding the new role of administrator. Such feature will allow using the application not only within the physics course, but in other courses as well.

It is obvious, that such kind of mobile applications improves the quality of education. However, there are several negative aspects of the m-learning that can be named. And they are not of the technical or financial nature, but of administrative, organizational and methodological character. First of all, usually using mobile devices is prohibited in university classrooms since they can be used for cheating. And it is difficult to convince some teachers and management of higher institutions that the mobile technology, on the other hand, facilitates the optimization of education process. Secondly, not all but some teachers do not have enough proficiency in ICT. Therefore it is difficult for them to employ new mobile applications and support the education process interactively. Thirdly, there is still a lack of mobile learning resources for students of different levels and qualifications. And the development of new mobile applications requires higher competence or involvement of experts. And finally, the absence of well-elaborated methodological principles slows down the m-learning advance [1, 4].



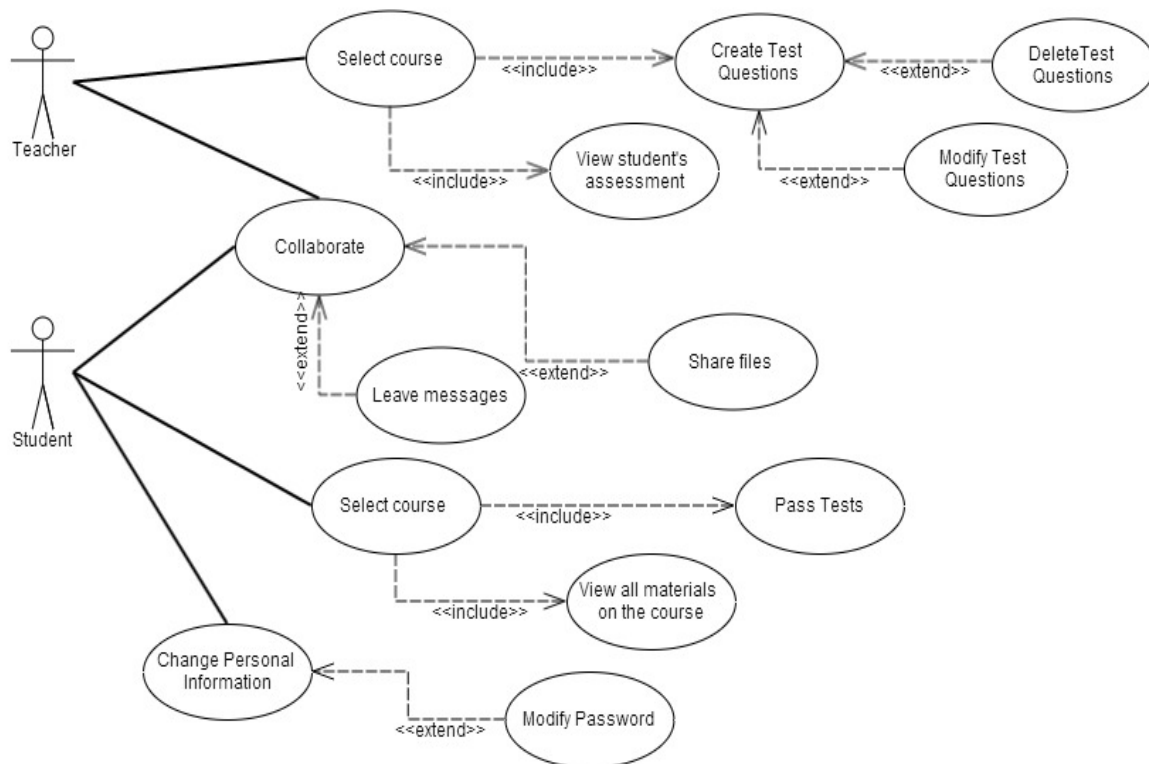


Figure 1. UML representation of the teacher and the student functionalities

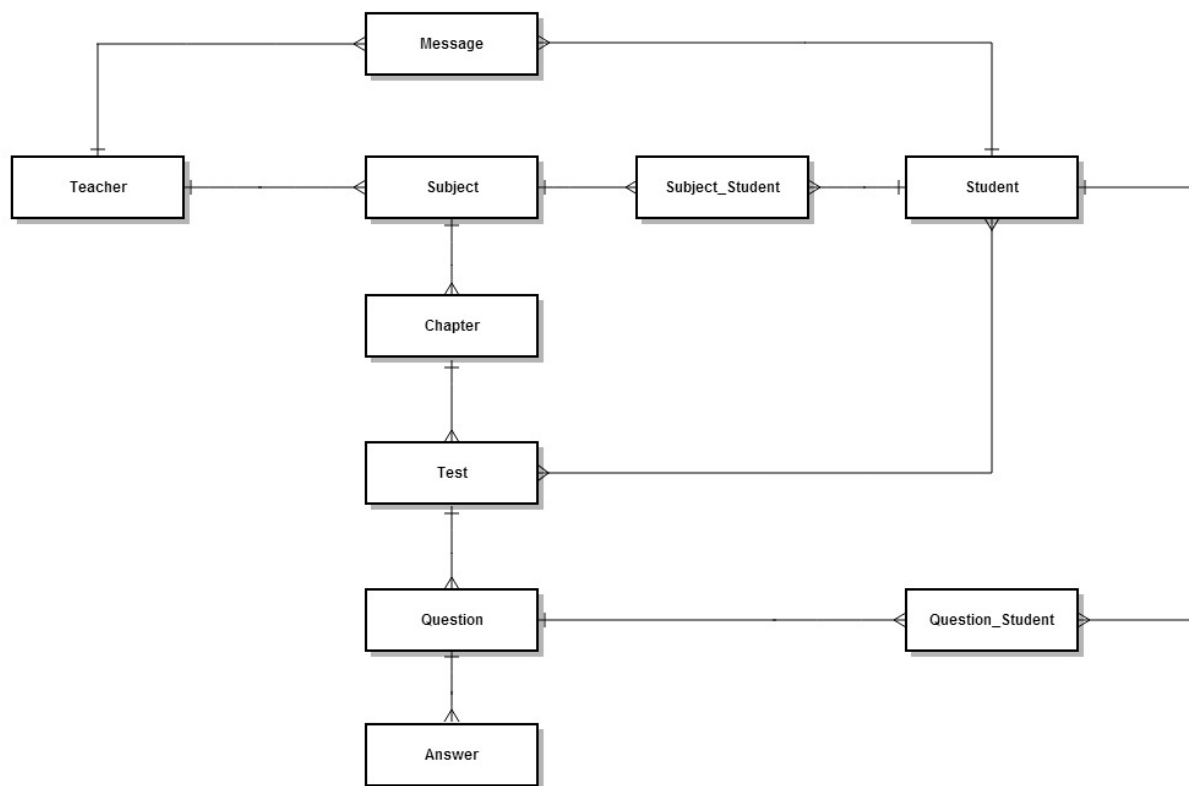
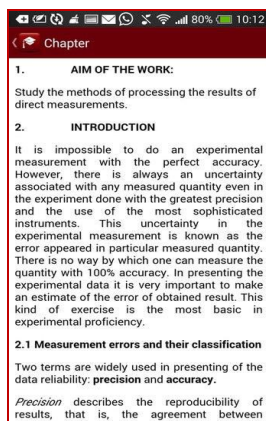
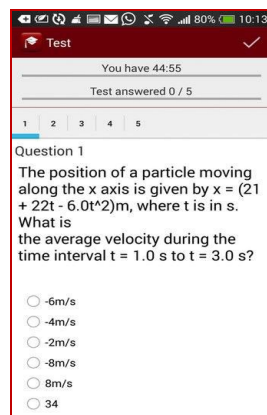


Figure 2. Server side database scheme



**Figure 3.** The application with the course material shown



**Figure 4.** The application with a test shown

### Conclusion

The mobile technology has become an integral part of our lives, and this fact cannot be neglected. Therefore, despite the problems discussed above, higher education institutions have to adapt to the new reality and be able to deliver education using different ways of communication. The application presented in this article is a successful example of introducing the mobile technology into the learning process.

### REFERENCES

1. Titova, S.V. Mobilnoe obuchenie segodnya: strategii i perspektivy. // Vestnik MGU. Ser. 19. – 2012.
2. Ally, M., Prieto-Blázquez, J. What is the future of mobile learning in education? Mobile Learning Applications in Higher Education [Special Section]. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). – 2014. - Vol. 11, No 1. - pp. 142-151.
3. Traxler, J. Current State of Mobile Learning // *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. 2009. URL: <http://www.aupress.ca/index.php/books/120155>
4. Kukul'ska-Hulme, A. Mobile learning for quality education and social inclusion. UNESCO IITI, Moscow, 2010.
5. Avramenko, A.P. Metodika primeneniya mobilnyh tehnologii v prepodavanii inostrannyh yazykov: etapy razvitiya i sovremennye tendentsii // Nauchnye vedomosti BelGU. Ser. Gumanitarnye nauki. – 2013. – №6(149), vyp.17. – s. 36-42.
6. Tevleva, S.V. Elektronnyi uchebnik kak sredstvo distantsionnogo obucheniya / S.V. Tevleva // Informatika i obrazovanie. - 2000. - № 8. - s. 48-51.
7. Samohina, N.V. Ispolzovanie mobilnyh tehnologii pri obuchenii angliiskomu yazyku: razvitie tendentsii i poisk novykh metodicheskikh modelei // Fundamentalnye issledovaniya. – 2014. – № 6–3. – s. 591-595;

Ипалакова М.Т., Дайнеко Е.А., Дмитриев В.Г., Сериков О.М.

#### Мобильді технологиялар білімде

**Түйіндеме.** Берілген мақалада шетелдегі және Қазақстандағы жоғарғы білім алу аймағына инфокоммуникациялық технологиялардың (ИКТ) тигізетін ықпалы қарастырылады. ИКТның қрамдас бөлшегі ретінде мобильдік технологияларды қолданудың артықшылығы және сәйкес бағдарламалық жадбықты жасау мәселесі негізделеді. Мысал ретінде жалпы физика пәнін оқытуда қолданатын мобильді қосымша қарастырылады.

**Түйін сөздер:** мобильді технологиялар, ақпараттық технологиялар, инженерлік білім, білім технологиялар, e-learning, m-learning, мобильді қосымша.

Ипалакова М.Т., Дайнеко Е.А., Дмитриев В.Г., Сериков О.М.

#### Мобильные технологии в образовании

**Резюме.** В статье рассматривается влияние инфокоммуникационных технологий (ИКТ) на сферу высшего образования за рубежом и в частности в Казахстане. Обосновываются преимущества применения мобильных технологий, как части ИКТ, в образовательном процессе и, следовательно, необходимость создания соответствующего программного обеспечения. В качестве примера приводится разработка мобильного приложения, используемого в рамках преподавания курса общей физики.

**Ключевые слова:** мобильные технологии, информационные технологии, инженерное образование, образовательные технологии, e-learning, m-learning, мобильное приложение.

ӘОЖ 621.879.625.08

**Н.Т. Сурашев**

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

**ЖЕР ҚАЗУ - ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУҒА  
АРНАЛҒАН БАҒАЛАУ КӨРСЕТКІШТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ( 1-ші хабарлама)**

**Аңдатпа.** Жер қазу - тасымалдау машиналарының күрек түріндегі жұмыс органына арналған жекеленген, меншікті, салыстырмалы, жалпыланған және дифференциалды бағалау көрсеткіштерін қалыптастыру әдістемесі келтірілген. Нәтижесінде 11 жекеленген және меншікті, 9 – салыстырмалы және жалпыланған, 3 – дифференциалды бағалау көрсеткіштері қалыптастырылды.

**Түйін сөздер:** бульдозер, жұмыс органы, бағалау көрсеткіштері, жекеленген, меншікті, жалпыланған, дифференциалды.

Ел басының Қазақстан халқына "Нұрлы жол-болашаққа бастайтын жол" жолдауында ең басты назар аударатын мәселе " Қазақстанда көлік - логистикалық инфрақұрылымды дамыту" - делінген. Қазақстан - ұшқан құстың қанаты талатын батысы мен шығысы, оңтүстігі мен солтүстігі

2000 км-ден асатын ұланғайыр аумақтың иесі. Жол - шын мәнінде өмірдің өзегі, бақуатты тірліктің қайнар көзі. Барлық аймақтар темір жолмен, асфальт магистралдарымен, әуе жолымен өзара тығыз байланыста болуы керек. Астанада тоғысқан тоғыз жолдың торабы осы бесжылдықта іске – асуы керек, оның ішінде Астана - Алматы, Астана - Қарағанды, Павлодар, Семей, Өскемен; Астана - Жезқазған - Қызылорда, Атырау - Ақтау т.б.[1] Сондықтан, аталған жоспар, орасан қаражат пен еңбекті, аса - ауқымды жұмысты қажет етеді. Осы жұмыстарды орындау үшін үлкен ауқымды жер қазу - тасымалдау машиналары қажет, оның ішінде жол салу жұмыстарына ауадай қажет бульдозерді атап өткен жөн.

Негізінен Қазақстан жер қазу тасымалдау машиналарын шет елдерден сатып алады, атап айтқанда Германиядан, Польшадан, Испаниядан, Швейцариядан, Түркиядан, Қытайдан, Жапониядан, Кореядан т.б. Бірақ өкінішке орай кейбір сатып алынған машиналар Қазақстанның жергілікті ауа райына сәйкес келмей, уақытына жетпей істен, бұзылып,жарамсызданып шығып жатады[2,3] Сондықтан Қазақстан ғалымдары мен сол саладағы инженер - мамандарға үлкен талап қоюда. Осы жер қазу - тасымалдау кешенді машиналар ішінен біздің географиялық жер қыртысының орналасуына ауа райының өзгеруіне бейімделген, ең тиімді, шыдамды, энергия үнемділігі жоғары машиналарды таңдап алу әдістемелері қарастырылуы және практика жүзінде қолданысқа ұсыныс жасалыныуы қажет. Осы шешілмеген сұрақты теориялық түрде негізделген ал зертханалық орындалуы расталған жер қазу - тасымалдау машиналарын ( ЖҚТМ) салыстырмалы бағалау әдістемесін ұсыну бүгінгі күннің өзектілігі.

Ұсынылған ғылыми жұмыстың **мақсаты** жер қазу - тасымалдау машиналарына арналған бағалау көрсеткіштерін құрастыру, сол көрсеткіштердің көмегімен қабылданған бірнеше машиналардың салыстырмалы бағалау көрсеткіштерін талдау арқылы қарастырылған машиналардың ішінен ең тиімдісін іріктеп анықтау.

Заманауи нарықты - экономикалық жағдайда шетелден сатып алынатын немесе жаңадан жобаланған жер қазу - тасымалдау машиналарын маркетинг зерттеуден өткізіп, қалыптастырылған бағалау көрсеткішімен салыстырмалы түрде ең тиімдісін анықтауды өте қажет етеді. Бұл жұмыс төмендегіше орындалады: бірнеше ЖҚТМ - ының негізгі көрсеткіштерін ( параметрлерін) негізге ала отырып бағалау көрсеткіш топтамасын құрастыру және оларды функционалды құрылымына байланысты жіктеу; қарастырылатын машиналардың топтамасын құрап, соның ішінен эталон машинаны белгілеу, және ұсынылған бағалау көрсеткіштерінің көмегімен әр машинаға жеке көрсеткіштің сандық мәндерін анықтау; бағалау көрсеткіштерін салыстыру арқылы әр машинаның артықшылығы мен кемшіліктері талдана отырып ретімен ең тиімді машина түрі анықталады.

Құрамының күрделілігіне байланысты бағалау көрсеткіштері төмендегіше бөлінеді[4]: 1- жекеленген (теориялық, іс - тәжірибе зертханалық, пайдаланатын; геометриялық; физикалық; экономикалық; техникалық; жүктелу немесе жылдамдық; негізгі және туынды т.б; 2 - меншікті,

## • Технические науки

былайша қалыптасады - бір жекеленген параметрді екіншісіне бөлу немесе көбейту арқылы; мысалы:

$$\text{энергосыйымдылық } N_{\text{уд}} = \frac{N}{\Pi} \left( \frac{\kappa B m / \varphi}{M^3} \right); \text{ материалсыйымдылық } G_{\text{уд}} = \frac{G}{\Pi} \left( \frac{\kappa \varepsilon \cdot \text{caa}}{M^3} \right)$$

3 - жалпылама көрсеткіш, ол меншікті көрсеткіштерді сәйкес екіншісіне бөлу немесе көбейту арқылы қалыптасады, мысалы -

$$\frac{N}{\Pi} \cdot \frac{G}{\Pi} = \frac{N \cdot G}{\Pi^2} \left( \frac{\kappa B m \cdot}{(M^3 / \varphi^2)} \right); \frac{R}{B} \cdot \frac{N}{B} = \frac{R \cdot N}{B^2} \left( \frac{\kappa H \cdot \kappa B T}{M^2} \right); \frac{N}{\Pi} \cdot \frac{G}{\Pi} \cdot \frac{n}{\Pi} = \frac{N \cdot G \cdot n}{\Pi^3}$$

$$\left[ \frac{\kappa B T \cdot \text{кг} \cdot \text{1раб.}}{(M^3 / \varphi)^3} \right]; 4 - \text{ дифференциал көрсеткіші, ол жалпылама көрсеткішті сәйкес екіншісіне}$$

бөлу немесе көбейту арқылы құрастырылады,

$$\text{мысалы - } \frac{N \cdot G}{\Pi^2} \cdot \frac{N^2 \cdot G^2}{\Pi^2 \cdot G_{\text{пр}}^2} \left[ \frac{\kappa \varepsilon^2 \cdot \kappa B T^2}{(M^3 / \varphi)^2 \cdot (\kappa \varepsilon)^2} \right] \text{ және т.б.)}$$

Құрастырылған көрсеткіштер жүйесінің ретімен орналасуы және олардың анықтамасы 1-ші кестеде келтірілген.

Жаңадан жобаланған бульдозер күрегінің конструктивті шешімінің тиімділігін бағалау төмендегі кешенді көрсеткіштің сандық мөлшерімен өлшенеді :

$$K_{\kappa} = \sum_i^n K_i p_i, \quad (1)$$

мұндағы  $K_i$  – жаңа конструкцияның  $i$  – ті мәніндегі тиімділіктің жекеленген көрсеткіші;  $p_i$  – қарапайым көрсеткішті  $i$  – ті көрсеткішіндегі салмақ коэффициенті. Тиімділіктің жекеленген көрсеткіші мына формуламен анықталады[5,6]:

$$K_i = \mathcal{E}_{\text{тр}} / \mathcal{E}_n \text{ мына жағдайда } \mathcal{E}_n < \mathcal{E}_{\text{тр}}; \quad (2)$$

$$K_i = \mathcal{E}_{\text{тр}} / \mathcal{E}_n \text{ мына жағдайда } \mathcal{E}_n > \mathcal{E}_{\text{тр}},$$

мұндағы  $\mathcal{E}_n$  – жаңа ұсынылған конструкция шешімінің  $i$  – ті көрсеткішінің мәні ;  $\mathcal{E}_{\text{тр}}$  – қабылданған эталон машинаның  $i$  – ті көрсеткішінің мәні.

Жер қазу - тасымалдау машиналарының күрек типтес жұмыс органының жұмыс істеу тиімділігін бағалау үшін бұрыннан белгілі меншікті параметрлермен қатар, автор бірнеше бағалау көрсеткіштерін қалыптастырды ( № 7...25, 1 - кестеге қара) сол меншікті, салыстырмалы бағалау көрсеткіштері ретімен 1 - кестеде келтірілген.

### 1- кесте. Жұмыс органын бағалайтын бағалау көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер	Өлшемі	Көрсеткіштердің аталуы
1	2	3	4
1.	B	м	Күректің ені, пышак
2.	R	H, кН	ЖО пышак жүзіндегі қарсылық күші
3.	$G_o, G_{\delta}$	кг	Күректің, бульдозердің массасы
4.	N	кВт	Бульдозердің қуаты
5.	$G_{\text{пр}}$	кг	Топырақ үйіндісінің массасы
6.	R/B	(H/м);кН/м	Бірлік күрек еніне келетін меншікті күш
7.	N/B	кВт/м	Бірлік күрек еніне келетін меншікті кернеу
8.	$RN/B^2$	$((H)кН \cdot \text{кВт})/M^2$	Күрек енінің квадратына келетін қуатты үнемдеу және жүктелуін сипаттайтын жалпылама көрсеткіш
9.	$G_o/G_{\text{пр}}$	кг/кг	ЖО және топырақ үйіндісінің массаларының меншікті қатынасы
10.	$N/G_{\text{пр}}$	кВт/кг	Бульдозер қуаты және үйінді массасының меншікті қатынасы

11.	$NG/G_{пр}^2$	$\frac{кВт \cdot кг}{кг^2}$	Қуатты үнемдеу және күрек массасының үйінді массасының квадрат қатынасымен сипатталатын жалпылама көрсеткіші
12.	$G_0/П$	$(кВт \cdot ч)/м^3$	Күректің меншікті массасының өнімділігіне қатынасы
13.	$N/П$	$(кВт \cdot ч)/м^3$	Меншікті қуаттың өнімділікке келтірілген қатынасы
14.	$NG_0/П^2$	$(кг \cdot кВт)/(м^3/ч)^2$	Қуатты үнемдеу және күрек массасының квадраты келтірілген өнімділігі мен үйінді массасының квадрат қатынасымен өрнектелген дифференциал көрсеткіші
15.	$\frac{G^2 \cdot N^2}{П^2 \cdot G^2 n p}$	$\frac{кг^2 \cdot кВт^2}{(м^3/ч^2 \cdot (кг)^2)}$	Бульдозер қуаты мен массасының квадрат қатынасымен өрнектелген дифференциал көрсеткіші
16.	$G_0/B$	кг/м	Күректің меншікті массасының сәйкес күрек енініне қатынасы
17.	$N/G_0$	кВт/кг	Бульдозер меншікті қуатының сәйкес ЖО массасына қатынасы
18.	$T/F_{отв}$	кН/м <sup>2</sup>	Меншікті тарту күшінің сәйкес күректің алдыңғы ауданына қатынасы
19.	$G_0/N$	кг/кВт	ЖО меншікті массасының бульдозер қуатына қатынасы
20.	$T/N; (q/N)$	кН/кВт; (м <sup>3</sup> /кВт)	Меншікті тарту күшінің бірлік қуатына қатынасы
21.	$(G_0 \cdot T)/N^2$	$(кг \cdot кН)/кВт^2$	ЖО массасының үнемдеу және тарту күшінің квадрат қуатына қатынасы ол жалпылама көрсеткіш
22.	$Z/П$	тенге · ч/м <sup>3</sup>	Келтірілген меншікті шығынның бірлік өнімділігіне қатынасы
23.	$(G_0 \cdot Z)/П^2$	тенге · кг/(м <sup>3</sup> /ч) <sup>2</sup>	ЖО массасын үнемдеу және шығынның, өнімділіктің квадратына қатынасы жалпылама көрсеткіші
24.	$Q_{час} = \frac{Q_0}{T_ч}$	кг/ч	Жанармайдың бір сағаттағы шығыны
25.	$Q_{уд} = Q_r/П$	кг/м <sup>3</sup>	Бір өнімділікке келтірілген меншікті шығын жанармайы
26.	$(Z \cdot Q_r)/П$	$\frac{(тенге \cdot кг)}{(м^3 / ч)^2}$	Жанармай шығыны мен үнемдеуі, өнімділік квадратына келтірілген жалпылама көрсеткіші
27.	$ik = \Delta/T_n$	мм/(мото · час)	Пышақтың жұмыс істеу бірлігіне келтірілген меншікті пышак жүзінің қажалу қарқындылығы
28.	$K_{эф} = \frac{P_k^T - P_k^H}{P_k^T}$	кН/кН	Жер қазу кедергісін төмендету үшін жасалынған жаңа конструкцияның тиімділік коэффициенті
29.	$K_{нд} = \frac{1}{t_{cp} / (t_{cp} + t_{устр} + t_{проф})}$	сағ/сағ	Машинаның жасалу сапасын көрсететін беріктілік көрсеткіші
30.	$K_{кфт} = K_R + K_V + K_{кдц} + K_{отп}$		Машинаның комфортабелдігін сапасын бағалайтын жалпылама көрсеткіш

**Қорытынды:**

1. Жер қазу – тасымалдау машиналарының параметрлерін талдау арқылы көрсетілген машиналардың тиімділігін анықтайтын бағалау көрсеткіштерінің мынадай түрлері қалыптасты: жекеленген, меншікті немесе салыстырмалы; жалпылама және дифференциалды.

2. Жер қазу – машиналарының негізгі параметрлерін негізге ала отырып сол машиналардың тиімділігін анықтайтын бағалау көрсеткіштерінің жүйесі қалыптастырды.

**ӘДЕБИЕТТЕР**

1. Қазақстан Республикасы Президентінің арнайы сайты / Қазақстан Республикасының президенті Н.Ә.Назарбаевтың Қазақстан халқына жолдауы 11 - қараша 2014 ж. Астана
2. Баловнев В.И., Хмара Л.А. Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1993. -338с.

3.Хмара Л.А., Голубченко А.И. Определение показателей эффективности строительных машин, манипуляторов и машин с рабочими органами многоцелевого назначения: Сб.тр./МАДИ. –М., 1987. С. 23-28.

4.Сурашов Н.Т. Удельные сопоставимые показатели для оценки эффективности ЗТМ//Издания-Поиск, №3(2)// Научный журнал МО и Н., - Алматы , 2002. С. 236-240.

5.Сурашов Н.Т., Гудович М.И. Формирование рабочего органа бульдозера комбинированием формы отвала и режущих ножей для различных грунтовых условий: Вестник КазГАСА, вып. 6. –Алматы:КазГАСА, 2003. С. 112-190

6.Сурашов Н.Т. Сравнительные полевые испытания ножей традиционной и новой конструкции с целью верификации прогнозных решений// Известия КазНТУ, выпуск 1(35). /Научный журнал. Алматы: КазНТУ, 2003. С.81-88.

Сурашев Н.Т.

**Формирование показателей для определения оценки эффективности работы землеройных машин (Сообщение 1)**

**Резюме.** Приведены разработанные удельные сопоставимые параметры землеройно – транспортных машин отвального типа и на основе этих параметров определены экспериментальным путем для шести разработанных конструкций отвала их численные значения. Даны сопоставимые значения удельных параметров для этих конструкций отвала и определена эффективность их работы

**Ключевые слова:** бульдозер, рабочий орган, отвал, удельный, обобщенный, дифференциал, эффективность,

Surashev N.

**Formation of the indicators for the evaluation of efficiency of work of digging machines (message 1)**

**Summarized** developed specific parameters comparable earthmoving – transport cars and dump types on the basis of these parameters are determined experimentally for the six blade designs developed by their numerical values. Are comparable to the values of specific parameters for these constructions blade and the efficiency of their work.

**Key words:** bulldozer working bodies, dump, specific, generic, differential efficiency.

ӘОЖ 621.879.625.08

**Н.Т. Сурашев**

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

**КҮРЕК ТҮРІНДЕГІ ЖЕР ҚАЗУ – ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ОРГАНЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ (2-ші хабарлама)**

**Аңдатпа.** Жер қазу - тасымалдау машиналарының күрек түріндегі жұмыс органына тиісті, жобалап құрастырылған бағалау көрсеткіштері келтірілген, сонымен қатар осы көрсеткіштердің көмегінің арқасында зертханалық жолмен жобаланған алты түрдегі күрек конструкциясына меншікті, салыстырмалы параметрлерінің сандық мөлшерлері анықталды. Ұсынылған меншікті параметрлердің өзгеру графигі орындалып және оларды талдау арқылы күрек конструкциясының тиімділігі мен жұмыс істеу қабілеттілігі анықталды.

**Түйін сөздер:** бульдозер, жұмыс органы, күрек, меншікті, салыстырмалы, параметр.

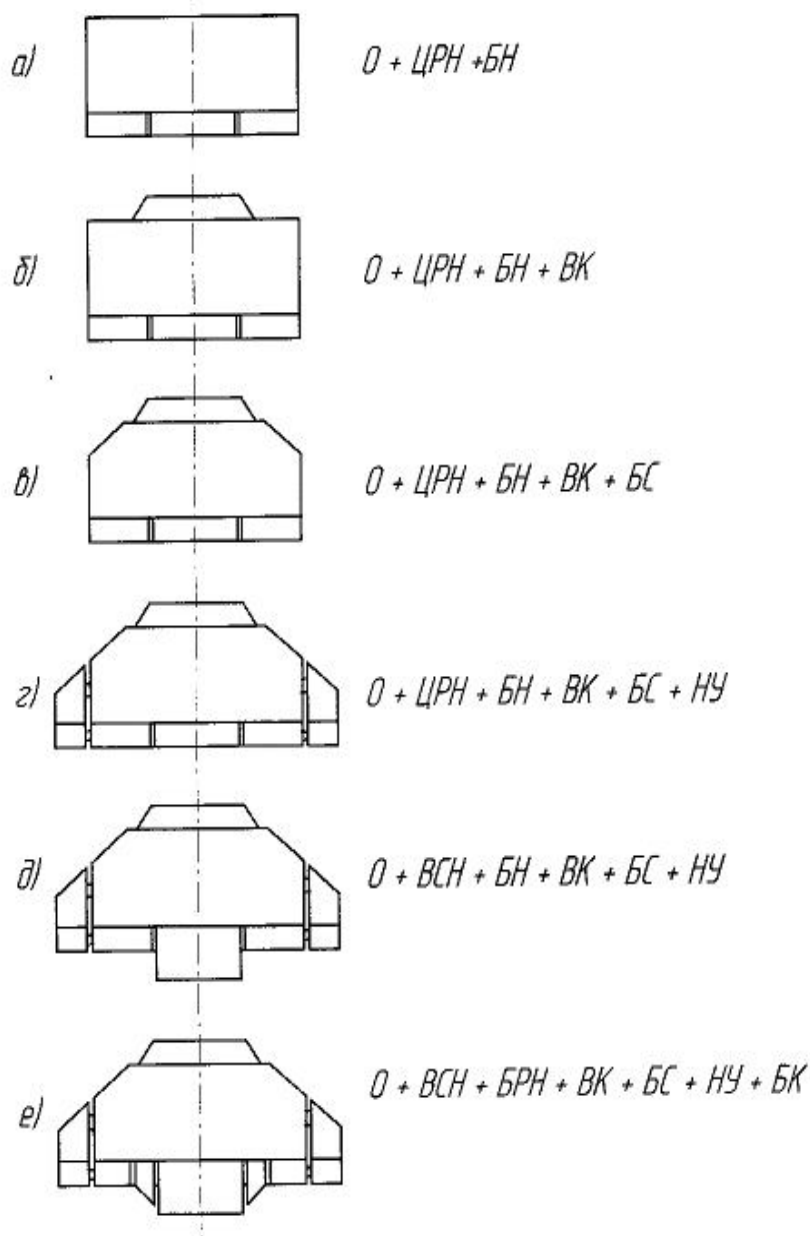
Заманауи кезеңінде өнеркәсібі дамыған елдердің барлығында жер – қазу тасымалдау машиналарының (ЖҚТМ) түрлерін жасап жатыр және жарнамалар арқылы сатуға ұсыныстар түсуде. Бірақ сол машиналардың қайсысы Қазақстан жеріне тиімділігі жоғары екені белгісіз.

Сондықтан автор жер қазу машиналарының тиімділігін анықтау үшін 24 бағалау көрсеткіштерін қалыптастырды[1,2].

Бульдозердің ЖО талдау нәтижесінде, автор 50-ге жуық [3] әртүрлі күрек типтес бульдозердің ЖО қабылданды, солардың ең озық 6 -ты конструкциясы 1 - сызбада көрсетілген.

Қабылданған конструкциялық варианттар 1 - сызбада көрсетілген. Бағалау көрсеткіштерін анықтау үшін егістік жерді өңдеу жағдайында пышақтар сыннан өткізілді. Ол үшін базалық ДТ - 100 М бульдозерге, алдымен дәстүрлі пышақты орналастырып ( пышақ СТ 65 г болат материалынан жасалынған) [3,4] сонан соң рет - ретімен жаңадан ұсынылған күректі, пышағымен орналастырып төмендегідей параметрлерді ( қаттылығы орташа жерді өңдеуде ) анықтады: қажетті қуат күшін N, квт; күрекке орналастырған пышақтар енін В, м және күректің биіктігін Н, м; пышақ жүзіне түсетін







қарсылық күшін  $R$ , Н; күрек массасын  $G_0$ , кг; күрек алдындағы топырақ үйіндісінің массасын  $G_{пр}$ , кг; бульдозердің тарту (итеру) күшін  $T$ , н; жалпы жанармай шығынын  $G_{топ}$ , кг; пышақ жүзінің қажалу мерзімін  $i_k$ , (мм/мото) / сағ үйінді топырақты итеру жылдамдығын  $V$ , м/с; күрек бетінің ауданын  $F_{атв}$ ,  $m^2$  және т.б. Дала сынағынан өту нәтижесінде анықталған параметрлердің көмегімен барлық 6 түрдегі күрек конструкциясына бағалау көрсеткіштері анықталды, олардың мәндері 2-кестеге ықшамдалып келтірілді. Анықталған көрсеткіштерді пайдаланып күректердің әр конструкциясы сызылды (2-сызба).



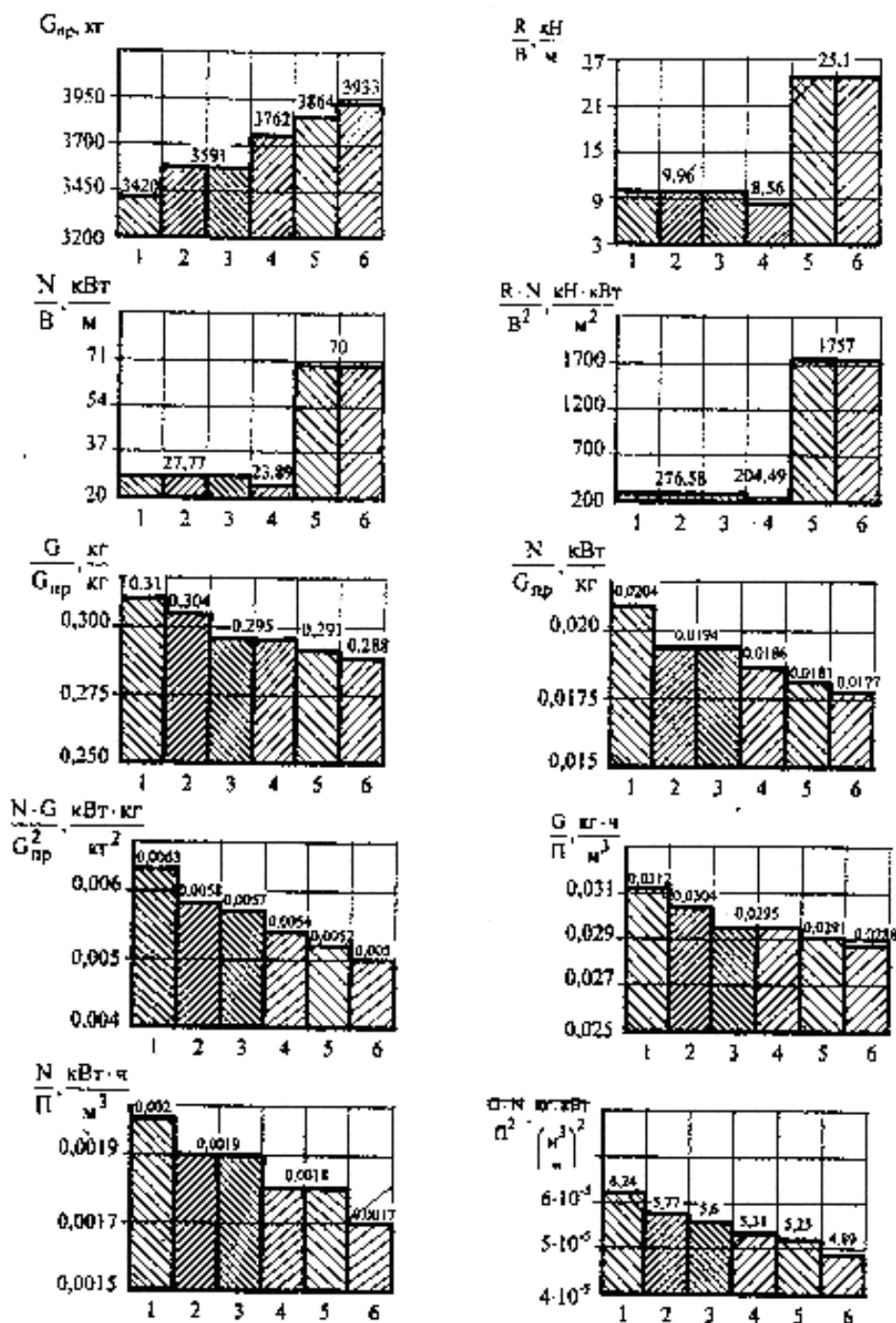
**1-сызба.** Өңделетін жер қыртысының категориясына байланысты құрастырылған бульдозердің ЖО:  
 а- дәстүрлі маңдайшасыз күрек; б - дәстүрлі маңдайшасы бар күрек; в - күректің екі жоғарғы бүйір шеті кесілген; г - сол сияқты, бірақ қосымша шеткі бүйірінде кеңейту пышағы орналасқан; д – сол сияқты, күрек - ортадағы шығынқы пышақ (ОШП – мен) жабдықталған; е - сол сияқты, күрек ОШП және бүйірдегі сына пышақ (БСП – пен ) жабдықталған

• **Технические науки**

2-кесте. Құрастырылған бульдозер күрегінің тиімділігін бағалау қорытындысы

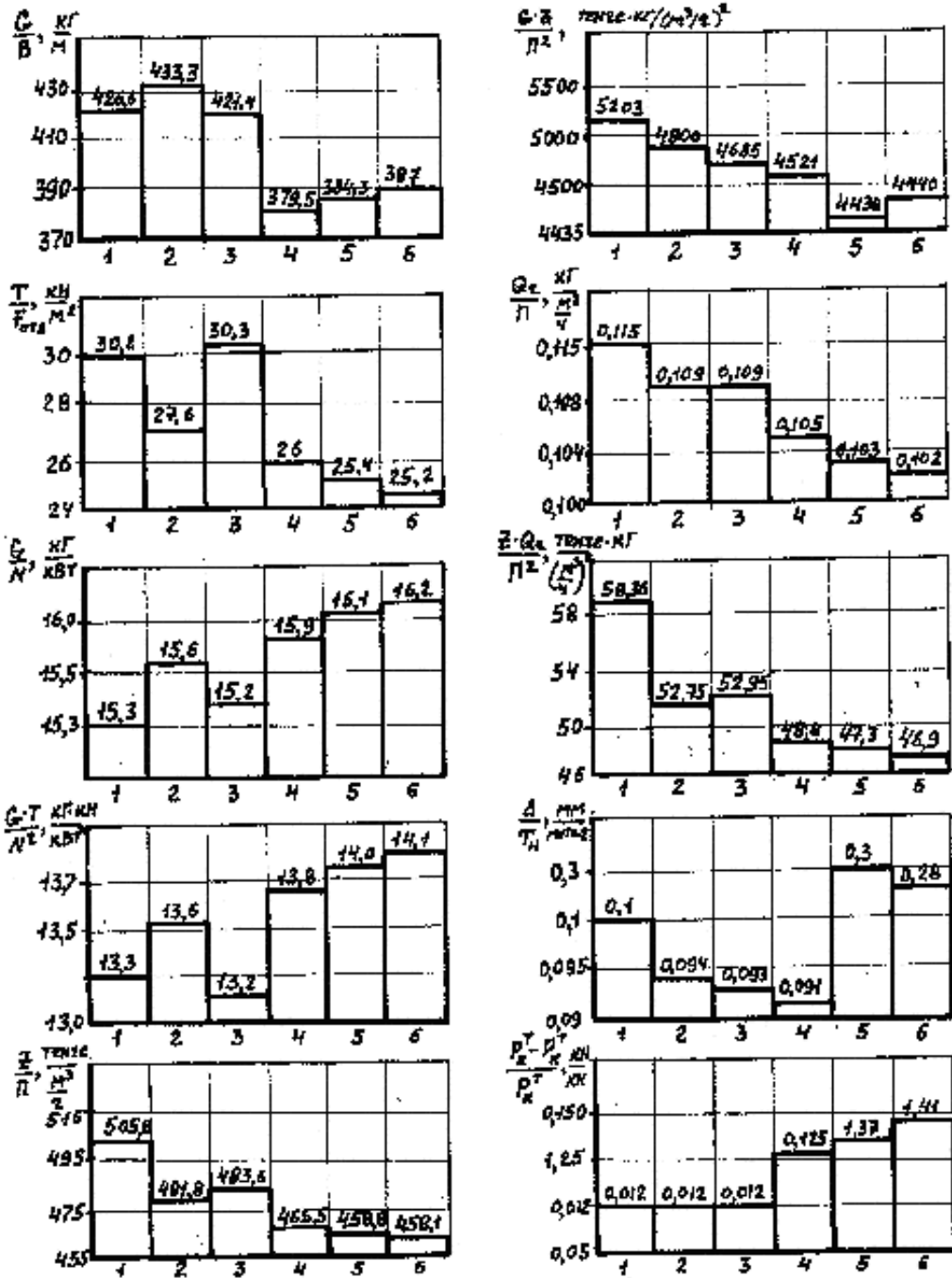
№ п/п	Көрсеткіш-тері	Өлшемі	Құрастырылған бульдозер күрегін бағалау көрсеткіштерінің мәні					
								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	B	м	2,52	2,52	2,52	2,93	2,93	2,93
2.	R	H (кН)	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1
3.	G	кг	1070	1092	1062	1112	1126	1134
4.	N	кВт	70	70	70	70	70	70
5.	G <sub>пр</sub>	кг	3420	3591	3591	3762	3864	3933
6.	R/B	H/м(кН/м)	9,96	9,96	9,96	8,56	25,1	25,1
7.	N/B	кВт/м	27,77	27,77	27,77	23,89	70,0	70,0
8.	RN/B <sup>2</sup>	H(кН) · кВт/м <sup>2</sup>	276,58	276,58	276,58	204,49	1757	1757
9.	G/G <sub>пр</sub>	кг / кг	0,31	0,304	0,295	0,295	0,291	0,288
10.	N/ G <sub>пр</sub>	кВт/кг	0,0204	0,0194	0,0194	0,0186	0,0181	0,0177
11.	NG/ G <sub>пр</sub> <sup>2</sup>	кВт кг / кг <sup>2</sup>	0,0063	0,0058	0,0057	0,0054	0,0052	0,005
12.	G/Π	кг/м <sup>3</sup> /сағ	0,0312	0,0304	0,0295	0,0215	0,0291	0,0288
13.	N/Π	кВт/м <sup>3</sup> /сағ	0,002	0,0019	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017
14.	GN/Π <sup>2</sup>	кг·кВт/(м <sup>3</sup> /сағ) <sup>2</sup>	6,24*10 <sup>-5</sup>	5,77*10 <sup>-5</sup>	5,6*10 <sup>-5</sup>	5,31*10 <sup>-5</sup>	5,25*10 <sup>-5</sup>	4,89*10 <sup>-5</sup>
15.	G <sup>2</sup> N <sup>2</sup> /Π <sup>2</sup> G <sub>пр</sub> <sup>2</sup>	кг <sup>2</sup> кВт <sup>2</sup> /(м <sup>3</sup> /сағ) <sup>2</sup>	3*10 <sup>-7</sup>	3*10 <sup>-7</sup>	3*10 <sup>-7</sup>	2*10 <sup>-7</sup>	2*10 <sup>-7</sup>	2*10 <sup>-7</sup>
16.	G/B	кг/м	424,6	433,3	421,4	379,5	384,3	387,0
17.	N/G	кВт/кг	0,065	0,064	0,066	0,063	0,062	0,062
18.	T/F <sub>отв</sub>	кН/м <sup>2</sup>	30,2	27,6	30,3	26,0	25,4	25,2
19.	G/N	кг/кВт	15,3	15,6	15,2	15,9	16,1	16,2
20.	T/N	кН/кВт	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
21.	GT/N <sup>2</sup>	кг · кН/кВт <sup>2</sup>	13,3	13,6	13,2	13,8	14,0	14,1
22.	Z/Π	тенге/м <sup>3</sup> /сағ	505,8	481,8	483,6	465,5	458,8	458,1
23.	GZ/Π <sup>2</sup>	тенге · кг/(м <sup>3</sup> /сағ) <sup>2</sup>	5203,6	4800	4685,8	4521	4438	4440
24.	Q <sub>вд</sub> =Q <sub>r</sub> /Π	кг/м <sup>3</sup> /сағ	0,115	0,107	0,107	0,105	0,103	0,102
25.	Z Q <sub>r</sub> /Π <sup>2</sup>	тенге · кг/ ( м <sup>3</sup> /сағ) <sup>2</sup>	58,36	52,75	52,95	48,8	47,3	46,99
26.	Δ/T <sub>H</sub>	мм/мото сағ	0,1	0,094	0,093	0,091	0,3	0,28
27.	P <sub>k</sub> <sup>T</sup> - P <sub>k</sub> <sup>H</sup> / P <sub>k</sub> <sup>T</sup>	кН /кН	0,012	0,012	0,012	1,125	1,37	1,41
28.	T	кН	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9
29.	F <sub>отв</sub>	м <sup>2</sup>	2,016	2,205	2,01	2,338	2,4	2,42
30.	V	м <sup>3</sup> /сағ	104	109,6	109,6	114,5	116,4	117,0
31.	T <sub>ц</sub>	Сағ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
32.	P <sub>k</sub> <sup>T</sup>	кН	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2	57,2
33.	P <sub>k</sub> <sup>H</sup>	кН	56,5	56,5	56,5	58,4	32,2	30,0
34.	Q <sub>0</sub>	Кг	12	12	12	13	11,7	11,6
35.	Z <sub>ген</sub>	тенге	52600	52800	53000	53300	53400	53600





2 - сызба. Бульдозер күрегінің әртүрлі конструкциясының техника - экономикалық тиімділігін бағалау көрсеткіштерінің өзгеру номографиясы:

а - дәстүрлі маңдайшасы жоқ күрек; б - дәстүрлі маңдайшасы бар күрек; в - күректің екі жоғары бүйір шеті кесілген; г - сол сияқты, бірақ қосымша екі бүйірінде кеңейту пышағы орналасқан; д - сол сияқты, күрек ОШП - мен жабдықталған; е - сол сияқты, күрек ОШП және БСП жабдықталған



2 - сызбаның жалғасы:

2 - сызба. Бульдозер күрегінің әртүрлі конструкциясының техника - экономикалық тиімділігін бағалау көрсеткіштерінің өзгеру номаграфиясы:

а - дәстүрлі маңдайшасы жоқ күрек; б - дәстүрлі маңдайшасы бар күрек; в - күректің екі жоғары бүйір шеті кесілген; г - сол сияқты, бірақ қосымша екі бүйірінде кеңейту пышағы орналасқан; д - сол сияқты, күрек ОШП - мен жабдықталған; е - сол сияқты, күрек ОШП және БСП жабдықталған

Қарастырылған алдыңғы қатарлы күрек конструкцияларының түрлерін бағалау көрсеткіштерінің талдау арқылы ең тиімді күрек түрі анықталды.

**Қорытынды:**

1. Күрек конструкциясының формасы мен оптимальды параметрлерін теориялық терең зерттеудің нәтижесінде және сол қағиданы зертханалық түрде растығын дәлелденген тұжырымға сүйеніп жасалған жаңа күрек конструкциясының тиімділігі жоғары екені анықталды.

2. Күректің материалы мен конструкциясы жетілдіргенде, металсыйымдылығы  $G_0/G_{пр}$  және  $G_0/П$  (2 - сызбаны) азайады, керісінше топырақ үйіндісінің көлемі және өнімділігі жоғарылайды.

3. Пышақтың орналасу орны мен конструкциялық жетілдіруі  $N/B$ ,  $R/B$ ,  $NG/G_{пр}^2$  пр2 энергия сыйымдылығын азайып, жердің қаттықыртысын оңай бұзып, жерді аз энергиямен өңдеуі айқындалып отыр.

4. Номограммаларды талдау нәтижесінде күректің жоғарғы екі бүйір шеті кесілген, екі бүйір шегінде қосымша пышағы бар, ал күректің ортасында ОШП және БСП пышақтармен жабдықталған, күрек конструкциясы ( 1 - сызба, е) ең тиімді екені анықталды.

**ӘДЕБИЕТТЕР**

1. Хмара Л.А., Голубченко А.И. Определение показателей эффективности строительных машин, манипуляторов и машин с рабочими органами многоцелевого назначения: Сб.тр./МАДИ. –М., 1987. С. 23-28.

2. Сурашов Н.Т. Удельные сопоставимые показатели для оценки эффективности ЗТМ//Известия-Поиск, №3(2)// Научный журнал МО и Н., -Алматы, 2002. –С. 236-240.

3. Сурашов Н.Т., Гудович М.И. Формирование рабочего органа бульдозера комбинированием формы отвала и режущих ножей для различных грунтовых условий: Вестник КазГАСА, вып. 6. –Алматы:КазГАСА, 2003. С. 112-190

4. Сурашов Н.Т. Сравнительные полевые испытания ножей традиционной и новой конструкции с целью верификации прогнозных решений// Известия КазНТУ, выпуск 1(35). /Научный журнал. -Алматы: КазНТУ, 2003. С.81-88.

Сурашев Н.Т.

**Определение эффективности рабочих органов землеройных перевозочных машин в виде лопаты (Сообщение2)**

**Резюме.** Приведены разработанные удельные сопоставимые параметры землеройно – транспортных машин отвального типа и на основе этих параметров определены экспериментальным путем для шести разработанных конструкций отвала их численные значения. Даны сопоставимые значения удельных параметров для этих конструкций отвала и определена эффективность их работы

**Ключевые слова:** бульдозер, рабочий орган, отвал, удельный, обобщенный, дифференциал, эффективность,

Surashev N.

**Determination of efficiency of working organs of digging and transportation machines in the form of scoop (message 2)**

**Summary.** developed specific parameters comparable earthmoving – transport cars and dump types on the basis of these parameters are determined experimentally for the six blade designs developed by their numerical values. Are comparable to the values of specific parameters for these constructions blade and the efficiency of their work.

**Key words:** bulldozer working bodies, dump, specific, generic, differential efficiency.

УДК 636.085

**Р. Адырбайқызы, Е. Акжанов**

(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТОВ ПОЛНОРАЦИОННЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ БЕЗ ДОБАВКИ И С ДОБАВКОЙ ЖИВЫХ БАКТЕРИЙ**

**Резюме.** Биогранулы являются новым видом корма для откармливания животных. Впервые предлагается возможность ввода в гранулированные кормосмеси живые бактерии. Носитель микроорганизмов – биогранула состоящая из ячменной соломы, травяной муки, ячменной дробленки, поваренной соли с микродобавками,

раствора мелассы. На одну тонну кормосмеси добавляется один килограмм сухого бакпрепарата. В состав гранул включена ячменная солома как дешевый источник грубого корма.

**Ключевые слова:** полнорационные гранулированные кормосмеси, биогранула, пробиотики, кормление животных.

Биогранулы являются новым видом корма для откармливания животных. Широкое использование пробиотиков в кормлении сельскохозяйственных животных в нашей стране сдерживается из-за не налаженности промышленного производства этих препаратов. Многие овцеводческие хозяйства Республики Казахстан расположены в пустынных и полупустынных зонах. Как в этих условиях использовать эффективность микробного препарата в кормлении животных? Использование биогранул для кормления животных особенно актуально в условиях аридной зоны Казахстана. Это экономически выгодно и менее затратно.

Нами усовершенствованы методы биотехнологии, изготовлены новые рецепты полнорационных гранулированных кормосмесей с живыми микроорганизмами. В практическом плане получен новый корм – биогранулы с живыми микроорганизмами.

Нами разработаны рецепты полнорационных гранулированных кормов без добавки и с добавкой живых бактерий.

Кормовой состав биогранул комплектовали из ячменной соломы, травяной муки, ячменной дробленки, поваренной соли, раствора мелассы. На одну тонну такого состава вводили один килограмм сухого бактериального препарата из молочнокислых, пропионовокислых бактерий (Бакпрепарат Вышневолоцкого завода РФ, который производит их в промышленных масштабах для силосования, сенажирования кормов). Мы использовали этот бакпрепарат при приготовлении гранулированных кормосмесей (биогранул).

От каждой партии гранулированных кормов разных рецептов в начале, середине и конце опыта брались средние пробы для химического анализа. Химические анализы образцов кормов вели по общепринятым методикам ВНИИЖ. Химический состав кормов изучали по схеме полного зоотехнического анализа с дополнительным определением серы и микроэлементов. Микроминеральный состав кормов определяли по методике Г.Я.Ринькиса.

Питательность рациона устанавливали по химическому составу кормов.

С учетом задач исследований нами было разработано два рецепта полнорационной гранулированной кормосмеси, содержащей в своем составе в определенном соотношении все необходимые питательные вещества, обеспечивающие физиологические потребности животного (таблица 1).

Таблица 1. Состав и питательность гранулированных кормосмесей (в % от массы)

Ингредиенты	Рецепты	
	№ 1	№ 2
Солома ячменная	40,0	40,0
Травяная мука из люцерны	5,0	5,0
Дробленка ячменная	50,0	-
Дробленка ячменная с микробиотиком	-	50,0
Соль поваренная с микроэлементами	1,0	1,0
Раствор мелассы	4,0	4,0
<i>Итого:</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>
<i>В 1 кг гранул содержится:</i>		
Кормовых единиц, кг	0,67	0,71
Обменной энергии, МДж	7,53	8,31
Сухого вещества, г	868	872
Сырого протеина, г	102	103
Переваримого протеина, г	61	67
Сера, г	3,5	3,3
Кальция, г	6,4	6,3
Фосфора, г	3,3	3,2
Каротина, мг	12	10

При составлении рецепта учитывались особенности кормовых условий юга и юго-востока Казахстана. В качестве ингредиентов в кормосмесь входила – ячмень, травяная мука и качественная ячменная солома, а также обогащенная микроэлементами поваренная соль и раствор мелассы.

Ячмень выбран в качестве ингредиента смеси потому, что широко возделывается в условиях юго-востока Казахстана и доступен каждому хозяйству, а также является незаменимым кормом для откармливаемого скота. В сбалансировании разработанных рецептов по переваримому протеину была использована травяная мука из люцерны. В кормовой единице содержалось в рецепте № 1 – 91 и в рецепте № 2 – 94 г переваримого протеина. Как дешевый источник грубого корма в состав гранул была включена ячменная солома.

При обогащении кормосмесей учитывалось также содержание микроэлементов в местных кормах. По данным Е.Ф.Дымко, М.А.Байтурина и др. в кормах юго-востока Казахстана отмечается недостаточное содержание меди и кобальта. Исходя из этих данных, нами на 1 кг смеси размолотых кормов добавлялись 2 мг хлористого кобальта, 8 мг сернокислой меди.

С учетом повышенной потребности ягнят, откармливаемых на гранулированном корме в соли, в испытываемые рецепты вводили 10% поваренной соли с микроэлементами. В качестве связывающего вещества в рецепты гранулированной кормосмеси добавляли мелассу в пределах 4% от массы.

Технология приготовления гранулированной кормосмеси включает приготовление травяной муки на агрегате АВВ–0,65, измельчение грубых и концентрированных кормов, дозирование компонентов, смешивание, гранулирование на агрегате ОГМ-1,5 и охлаждение.

Эффективное использование находящихся в комбикорме питательных веществ можно обеспечить при условии, если его составные части (ингредиенты) измельчены до необходимых размеров. Концентрированные корма измельчались на дробилках ДКУ-М и КДУ-2 с диаметром отверстия их сит от 6 и 8 мм. Грубые корма измельчались на КДУ-2 и на молотковой дробилке агрегата АД-1,5. Обогащение кормосмеси макро- и микроминеральными добавками производилось сухим способом.

Таблица 2. Показатели технологических свойств гранул

Показатели	Количество
Длина гранул, мм	15-20
Диаметр гранул, мм	10
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,8-0,9
Объемный вес, ч/л	500-550
Крошимость, %	3-6
Угол естественного откоса, град.	25-30
Разбухаемость в воде, мин.	12-18
Удельный вес, г	65-73

Технологический процесс обогащения включает – измельчение, просеивание и тщательное перемешивание добавок с наполнителями (концентрат), что способствует повышению сыпучести и однородности смеси. Последнее обеспечивает более точное дозирование при вводе в кормосмеси. Микроминеральные добавки, отвешенные на технических весах, помещали в смеситель ВШС периодического действия емкостью 60 см<sup>3</sup>, куда засыпали десятикратное количество наполнителя (концентрат). Смесь тщательно перемешивали в течение 20 минут. Готовую смесь из смесителя затаривали в бумажные мешки и доставляли на место гранулирования.

Готовые гранулы имеют цилиндрическую форму, отношения длины к диаметру, предназначенных для овец около 1,5-2 см. Важное значение имеют размеры скармливания гранул.

Гранулированные кормосмеси по питательности и содержанию энергии, переваримого протеина, кальция, фосфора, серы, сахара, каротина и микроэлементов вполне обеспечивали потребность откармливаемых баранчиков.

При испытании различных рецептов полнорационных гранулированных кормов необходимо было выяснить:

- а) какие изменения претерпевает питательное вещество кормосмеси в процессе гранулирования;
- в) как изменяется содержание питательных веществ при хранении.

Для изучения указанных вопросов определяли химический состав кормосмеси до и после гранулирования, а также в процессе хранения (таблица 3).

Таблица 3. **Изменение количества питательных веществ в процессе гранулирования**

Кормосмесь № 1	На 100 г сырого вещества, в г									
	Влажность	Сухое вещество	Зола	Органическое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Кальций	Фосфор
До гранулирования	13,21	86,74	8,75	78,04	10,31	1,49	23,54	42,70	0,65	0,34
После гранулирования	13,25	86,70	8,12	78,58	10,20	1,41	23,04	43,93	0,66	0,34

Как видно из данных таблицы 3 в процессе гранулирования происходит незначительное изменение количественного состава питательных веществ. Так, отмечается тенденция к снижению клетчатки, жира, протеина, и к повышению количества БЭВ.

Изучением влияния длительного хранения на химический состав разных вариантов гранулированной кормосмеси было установлено следующее. За пять месяцев хранения потери протеина составили 2,7-4,8%, жира 4,5-8,1%, БЭВ – 1,0-2,7%, количество клетчатки при этом увеличивается на 5-6%, так как удельный вес ее возрастает из-за потерь других компонентов. Каротин в грануле после пяти месяцев сохраняется в пределах 70-80%.

Таким образом, гранулирование оказало положительное влияние на сохранение и сохранность основных питательных веществ.

Преимуществом использования биогранул для кормления животных является и то, что биогранулы по сравнению с рассыпными обладают рядом преимуществ: они хорошо сохраняют питательные вещества, однородность состава корма при транспортировке, хранении и раздаче, практически полностью поедаются животными и не оставляют кормовые отходы, загрязняющие окружающую среду. Биотехнология биогранул расширяет возможности овцеводства в производстве высококачественной продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гущин А.Я., Фенченко Н.Г. Роль способа применения биостимуляторов в биотехнологии производства продуктов животноводства. – Тез. Всесоюз. научно-технич. конференции. «Применение биотехнологии в животноводстве, растениеводстве и вет.медицине», 1988, с. 28-29.
- 2 Киселев А.Н. Влияние температурного режима сушки на химический состав, переваримость и питательность травяных гранул. – Сб.н.тр. НТИ и пропаганды, 1986.
- 3 Сарбасов Т.И. Гранулированные комбикорма в рационе овец. – НТИ по сельскому хозяйству, 1971, №5, МСХ Каз.ССР.
- 4 Сарбасов Т.И., Каржаубаев К.Е. Переваримость и использование гранулированной кормосмеси откормочным молодняком тонкорунных овец. – В сб.: Материалы конференции молодых ученых. Вып. 1. Алма-Ата, 1972.
- 5 Мичан Петер. Применение Лактиферма в питании животных. – Брно, Густопече, 1986, 19-43.
- 6 Probiotics in animal feeding – effects on performance and animal health. Geder Brigitte. Feed. Mag. Int., 1987, № Nov. 21-23.

#### REFERENCES

- 1 Goushchin A.Y., Fenchenko N.G. Rol sposoba primeneniya, biostimulatorov v biotechnology proizvodstva productov zhitovnovodstva. – Tez. Bsesouz. Nauchno-tehnicheskyy konferents «Primenenie biotehnology v zhitovnovotstve, rastinevodstve i vet.medisine» 1988, s. 28-29.
- 2 Kiselev A.N., Vliyanie temperaturnogo rezhima sushky na himichesky sostav, perevarimost i pitatelnost traviyanih granul. – Sb.n.tr. NTI i propagandi, 1986.
- 3 Sarbasov T.I., Gronulirovannie combicornu v ratsione ovets. – NTI po selskomu hoziyastvu, 1971, №5, MSH Kaz.SSR.
- 4 Sarbasov T.I., Karzhaubaev K.E. Perevarimost i ispolzovanie gronulirovannoy cormo smesy otcormochnuym molodnykam toncorunnuh ovets. – V sb.: Materiiali konferentsy molodih uchonnih. Bip. 1. Alma-ata, 1972.
- 5 Mitch Peter. Primeneniya Lactoferma v pitany zhitovnih. – Brno, Gustopeche, 1986, 19-43.
- 6 Probiotics in animal feeding – effects on performance and animal health. Geder Brigitte. Feed. Mag. Int., 1987, № Nov. 21-23.

Адырбайқызы Р., Ақжанов Е.

**Түйіршікті толық азық мөлшерін қосымшасыз және қосымша тірі бактериялармен рецепт дайындау**

**Түйіндеме.** Биотүйіршіктер жануарларды бордақылау үшін азықтың жаңа түрі болып саналады. Тұңғыш рет түйіршікті азық қоспасына тірі бактерияларды енгізудің мүмкіндігі ұсынылды. Микроорганизмдерді тасығыш – биотүйіршігіне арпа сабаны, шөп ұны, ұнтақ арпа, микро қосымшалы ас тұзы, ашыма сірнесінен тұрады. Бір тонна азық қоспасына бір килограмм құрғақ бакпрепарат қосылды. Түйіршік құрамына арзан ірі азық ретінде арпа сабаны кіреді.

**Түйін сөздер:** түйіршікті толық азық мөлшерлі азық қоспа, биотүйіршік, пробиотиктер, жануарларды азықтандыру.

Adyrbaykyzy R., Akzhanov E.

**The development of recipes with full diet granular feed without additives and with additives the living bacteria**

**Summary.** Biogranules are a new kind of feed for fattening animals. For the first time offered the opportunity to enter into granular feed mixtures live bacteria. Carrier microorganisms - biogranules consisting of barley straw, grass flour, barley flake, salt with micro, molasses solution. Per ton of feed mixture is added to one kilogram of dry bakpreparata. The composition of the pellets is included barley straw as a cheap source of roughage.

**Key words:** complete pelleted feed mixtures, biogranules, probiotics, feeding animals.

УДК 003.26:004.056.55:621.39

<sup>1</sup>А.Г. Корченко, <sup>2</sup>С.А. Гнатюк, <sup>3</sup>С.В. Казмирчук, <sup>4</sup>Н.А. Сейлова, <sup>4</sup>К. Мукапил

(<sup>1</sup>Национальный авиационный университет (НАУ), Украина, Киев;

<sup>2-3</sup>НАУ, Украина, Киев;

<sup>4</sup>КазНТУ имени К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, [seilova\\_na@mail.ru](mailto:seilova_na@mail.ru))

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**Аннотация.** В работе проведен анализ возможностей квантовой безопасной прямой связи с точки зрения усиления секретности современных информационно-коммуникационных систем. Определены основные преимущества и недостатки систем на базе протоколов квантовой безопасной прямой связи, а также рассмотрена работа подобной системы на примере пинг-понг протокола с парами полностью перепутанных состояний кутритов.

**Ключевые слова:** квантовые технологии, квантовая безопасная прямая связь, пинг-понг протокол, асимптотическая безопасность, усиление секретности.

**Анализ публикаций и постановка задачи исследования.** Квантовые методы защиты информации, большинство которых основаны на передаче информации, закодированной в квантовых состояниях микрочастиц, предлагают ряд новых способов для безопасного обмена данными. Большинство современных публикаций [1-3] в этой области посвящены наиболее используемому квантовому методу защиты информации – квантовому распределению ключей (КРК). Этот метод уже нашел применение в современных коммерческих системах и, на данный момент, удачно используется во многих странах мира. Если же проанализировать путь развития этого метода от теоретической гипотезы до реализации в виде экспериментальных установок (а вскоре и в реальных системах защиты информации) для повышения уровня защищенности информационно-коммуникационных систем, то можно констатировать факт стремительного воплощения идеи (не совсем реальной на первый взгляд) в устройство, которое без проблем нашло себе применение в эру высоких технологий. Глядя на это, можно смело прогнозировать появление на рынке еще одной перспективной квантовой технологии – *квантовой безопасной прямой связи (КБПС, quantum secure direct communication)*. Характерной особенностью КБПС является *полное отсутствие, каких либо криптографических преобразований*, соответственно отсутствует и проблема распределения криптографических ключей (key distribution problem) [1]. **Целью** этой работы является качественный анализ возможностей

квантовой безопасной прямой связи с точки зрения повышения уровня защищенности существующих информационно-коммуникационных систем.

**Основная часть исследования.** В зависимости от используемых квантовых технологий (quantum technology), протоколы КБПС условно можно разделить на следующие типы [1]: пинг-понг протокол (ping-pong protocol) – оригинальный и его усовершенствованные модификации; протоколы с передачей перепутанных кубитов (entangled qubits) блоками; протоколы с использованием единичных кубитов (single qubits); протоколы с использованием групп перепутанных кубитов (entangled qubits).

Большинство существующих на данный момент протоколов КБПС требуют передачи кубитов блоками – это позволяет определить прослушивание (eavesdropping) в квантовом канале до начала передачи информации. То есть, если фиксируется факт прослушивания в канале, сеанс прерывается законными пользователями и злоумышленник не получает никакой информации. Для хранения блоков кубитов требуется квантовая память (quantum memory) большого объема. Технология квантовой памяти активно разрабатывается, но пока еще далека от массового использования в традиционных коммуникационных системах. Анализируя последние тенденции в развитии квантовых технологий, можно смело предвидеть появление квантовой памяти (большого объема) в открытых системах в ближайшие несколько лет. Таким образом, с точки зрения технической реализации преимущества имеют протоколы, которые используют передачу единичных кубитов или небольших их групп (за один цикл протокола). Существует несколько подобных протоколов и все они имеют только *асимптотическую безопасность* (т.е. вероятность обнаружения атаки очень большая, но перед этим злоумышленник сможет получить кое-какую информацию). И так, имеем проблему усиления безопасности таких (problem of privacy amplification) протоколов КБПС. Для ее решения требуется разработка таких методов предварительной обработки информации, которые сделают перехваченную информацию бесполезной для злоумышленника. Эти методы не обязательно должны быть квантовыми, они могут быть классическими – ярким примером может быть не квантовый метод усиления, предложенный в [4]. Для предварительной обработки используются обратимые матрицы, подобно шифру Хилла – первый абонент умножает свою последовательность на обратимую матрицу, которую передает открытым каналом лишь после того как убедится в отсутствии злоумышленника. Также, показано каким образом нужно выбирать эти матрицы в зависимости от ожидаемого уровня информационной безопасности, как рассчитывать матрицы при использовании многоуровневых квантовых систем и т.д. Примечательным также является и тот факт, что в отличие от вышеупомянутого шифра, матрицы не являются ключами и передаются открыто (перехват самих матриц не даст злоумышленнику никакой полезной информации, так как они передаются лишь в случае полного его отсутствия при непосредственной передаче информативной последовательности). По аналогии для усиления могут использоваться и другие классические методы усиления [4, 5].

**Пинг-понг протокол** [1, 4, 5] является одним из протоколов КБПС, которые не требуют квантовой памяти большого объема. Оригинальный пинг-понг протокол использует перепутанные пары кубитов Эйнштейна-Подольски-Розена (*ЭПР-пары, EPR-pairs*) и позволяет передать один бит классической информации за один цикл протокола. *Перепутанность квантовых систем* означает, что они находятся в таком состоянии (называемом *квантовой корреляцией*), что изменение неких характеристик одной системы вызовет аналогичное изменение второй [6, 7]. Использование квантового сверхплотного кодирования позволяет передать два бита за один цикл протокола. Дальнейшее увеличение информационной емкости возможно путем использования вместо ЭПР-пар кубитов их триплетов, квадруплетов и т.п., которые находятся в перепутанных состояниях Гринбергера-Хорна-Цайлингера (*ГХЦ, GHZ*) [6, 7]. Информационная емкость пинг-понг протокола из ГХЦ-состояниями равна  $n$  бит на цикл, где  $n$  – это количество используемых в ГХЦ-состояниях кубитов. Также возможно увеличение информационной емкости пинг-понг протокола с помощью использования многоуровневых квантовых систем (кудитов). Соответственный протокол с использованием так называемых состояний Белла (белловских состояний) пары трехуровневых систем (кутритов) и квантового сверхплотного кодирования для кутритов был предложен в [5].

Кроме ЭПР-пар и ГХЦ-триплетов КБПС предусматривает использование групп с четырьмя (квадруплеты) и больше перепутанными кубитами в ГХЦ или кластерных состояниях. Также



протоколам КБПС характерно использование вышеупомянутого квантового сверхплотного кодирования, унитарных преобразований состояний кубитов и наличие классического аутентифицированного канала связи (authenticated communication channel) [1].

Для более детального понимания работы системы КБПС связи рассмотрим пример передачи информации по *пинг-понг протоколу с парами перепутанных кутритов* (рис. 1): 1) Первый абонент (Алиса) разбивает свою последовательность тритов на пары. 2) Второй абонент (Боб) готовит пару перепутанных (по орбитальному угловому моменту) кутритов с помощью специального оборудования в некотором квантовом состоянии. 3) Абонент Боб отправляет Алисе один из кутритов, оставив второй себе. 4) Алиса получает кутрит, переключаясь случайным образом между двумя режимами (передачи сообщений и контроля подслушивания). 5) Контроль подслушивания осуществляется измерением состояний каждого из кутритов Алисой и Бобом в разных базисах (x- и z-базисе). 6) Соответственно текущей двух-кутритовой последовательности Алиса выбирает одну из девяти кодировочных операций и проводит кодирование полученного от Боба кутрита. При этом, начальное состояние обоих кутритов преобразуется в зависимости от выбранной Алисой операции (см. квантовые корреляции). После этого, Алиса отправляет Бобу кутрит обратно по квантовому каналу. 7) Боб декодирует пару кутритов в базисе Белла, что позволяет достоверно определить состояние, которое создала Алиса с помощью кодировочной операции и, таким образом, определить двух-кутритовую последовательность Алисы. В случае, если все сообщение передано, связь завершается, иначе – эта последовательность повторяется снова с первого шага.

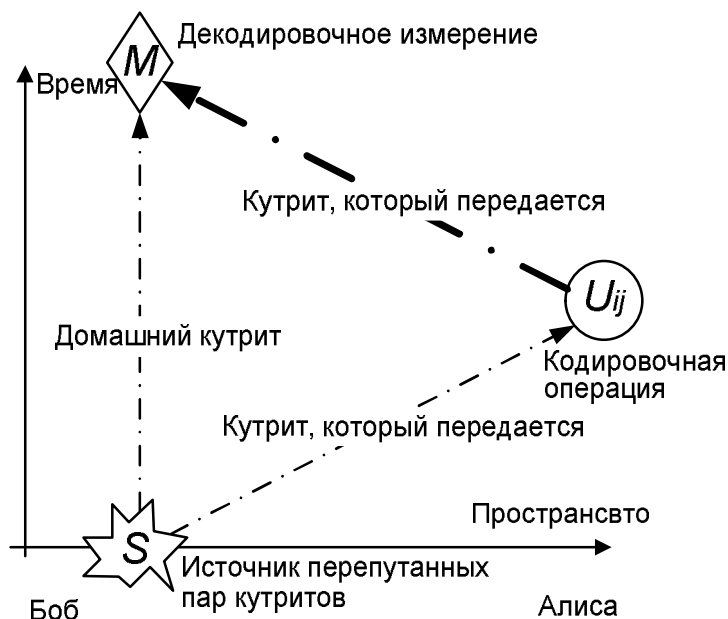


Рис. 1. Схема работы системы на базе КБПС

Главным *преимуществом* КБПС является *отсутствие необходимости распределения секретных ключей*, как следствие отсутствия криптографических преобразований. Именно этот факт позволяет говорить о системах КБПС как об *альтернативе классическим криптографическим системам связи*. Также к их *преимуществом* можно отнести [1]: возможность обмена информацией больше чем между двумя пользователями и центром (бродкастинг); обнаружения атаки злоумышленника (что невозможно в классических системах связи); возможность обеспечения высокого уровня безопасности (до теоретико-информационной безопасности) для протоколов КБПС, которые используют передачу кубитов блоками.

Относительно *недостатков* КБПС, то следует отметить [1]: вероятность замаскированной атаки на пинг-понг протокол в квантовом канале с шумом, которая создает потери (25-50%) в режиме передачи информационного сообщения; сложность практической реализации систем КБПС; невысокую скорость передачи кубитов (хотя глядя на потребности отечественных потребителей,

которые привыкли использовать консервативные методы типа «доверенного курьера», большая скорость – параметр не критичный); потребность в квантовой памяти большого объема (относительно протоколов КБПС, которые используют передачу кубитов блоками); асимптотическую безопасность пинг-понг протокола (возможность усиления мы рассматривали выше); уязвимость к атаке «человек посередине» (одна из немногих проблем, против которых и квантовая криптография бессильна).

**Заключение.** Научные сотрудники ведущих мировых исследовательских центров (Northwestern University, BBN Technologies of Cambridge, TREL, NEC, Mitsubishi Electric, Национальная лаборатория в Лос-Аламосе и др.) принимают активное участие в реализации проектов в области квантовой криптографии, таких как SECOQC (Secure Communication based on Quantum Cryptography) и EQCSPOT (European Quantum Cryptography and Single Photon Technologies) [1].

Таким образом, в этой работе был проведен качественный анализ возможностей КБПС с точки зрения повышения уровня конфиденциальности существующих информационно-коммуникационных систем. В результате анализа были определены основные протоколы, их преимущества и недостатки, а также рассмотрен конкретный пример системы на основе КБПС. На основании всего вышесказанного, можно сделать выводы о непрерывном росте интереса к квантовой связи со стороны коммерческих и военных организаций по всему миру. Сегодня ученые, которые непосредственно занимаются исследованиями этой технологии, вплотную приблизились к тому, чтобы выпустить их из лабораторий на рынок. Осталось немного подождать, и уже очень скоро квантовая безопасная связь обеспечит еще один слой информационной безопасности для нуждающихся в этом организаций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корченко О.Г. Сучасні квантові технології захисту інформації / О.Г. Корченко, Є.В. Васіліу, С.О. Гнатюк // Захист інформації. — 2010. — № 1. — С. 77–89.
2. Румянцев К.Е. Квантовая связь и криптография: Учебное пособие / К.Е. Румянцев, Д.М. Голубчиков — Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. — 122 с.
3. Килин С.Я. Квантовая криптография: Идеи и практика: Монография / С.Я. Килин, Д.Б. Хорошко, А.П. Низовцев. — Минск, 2008. — 398 с.
4. Василю Е.В., Николаенко С.В. Синтез основанной на пинг-понг протоколе квантовой связи безопасной системы прямой передачи сообщений // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2009, № 1. – С. 16.
5. Василю Е.В. Асимптотическая безопасность пинг-понг протокола квантовой прямой связи с трехкубитными состояниями Гринбергера-Хорна-Цайлингера // Georgian Electronic Scientific Journal: Computer Science and Telecommunications. – 2009, № . – Р. 34.
6. Нильсен М. Квантовые вычисления и квантовая информация / М. Нильсен, И. Чанг. — М.: Мир, 2006. — 824 с.
7. Имре Ш. Квантовые вычисления и связь: Инженерный подход / Ш. Имре, Ф. Балаж; Пер. с англ. под ред. В.В. Самарцева. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 320 с.

#### REFERENCES

1. OG Korchenko Suchasni kvantovi tehnologii Zakhyst informatsii / OG Korchenko , Є.V. Vasiliu , SO Hnatiuk // Zakhyst informatsii . - 2010. - № 1. - S. 77-89 .
2. Rumyantsev KE Quantum communications and cryptography : Textbook / KE Rumyantsev, DM Duckies - Taganrog : Publishing house Tsure , 2009. - 122 p.
3. Killeen SJ Quantum cryptography : Ideas and Practice: Monograph / SY Killeen , DB Khoroshko , AP Nizovtsev . - Minsk , 2008. - 398 p.
4. Vassiliou EV, Nikolaenko SV Synthesis based on the ping-pong protocol secure quantum communication system of direct transmission of messages // Naukovi pratsi ONAZ IM . OS Popov. - 2009 , № 1. - S. 16 .
5. Vassiliou EV Asymptotic safety ping- pong protocol quantum direct communication with trehkubitnymi states Greenberger - Horne-Zeilinger // Georgian Electronic Scientific Journal: Computer Science and Telecommunications. - 2009 , №. - P. 34 .
6. M. Nielsen Quantum computation and quantum information / M. Nielsen , J. Chang . - Moscow: Mir , 2006. - 824 p.
7. Imre S. Quantum computation and communication: Engineering approach / S. Imre , F. Balázs ; Trans. from English. under . Ed. VV Samartseva . - M. : FIZMATLIT , 2008. - 320 p .

Корченко А.Г., Гнатюк С.А., Казмирчук С.В., Сейлова Н.А., Мукапил К.

**Ақпаратты-коммуникациялық жүйелердің қауіпсіздік деңгейін жоғарлату үшін кванттік технологияларды қолдану**

**Түйіндеме.** Мақалада ақпаратты-инфокоммуникациялық желілердің қауіпсіздік деңгейін жоғарлату үшін кванттік қауіпсізді тікелей байланысының мүмкіндіктеріне сараптама өткізілген.

**Негізгі сөздер:** кванттық технологиялар, кванттік қауіпсізді тікелей байланыс, пинг-понг хаттамасы, асимптотикалы қауіпсіздік, құпияның күшейуі.

Корченко А.Г., Гнатюк С.А., Казмирчук С.В., Сейлова Н.А., Мукапил К.

**Использование квантовых технологий для повышения уровня защищенности информационно-коммуникационных систем**

**Резюме.** В работе был проведен качественный анализ возможностей КБПС с точки зрения повышения уровня конфиденциальности существующих информационно-коммуникационных систем.

**Ключевые слова:** квантовые технологии, квантовая безопасная прямая связь, пинг-понг протокол, асимптотическая безопасность, усиление секретности.

Korchenko A.G., Gnatyuk S.A., Kazmirchuk S.V., Seilova N.A., Mukapil K.

**Using quantum technologies to improve security of information and communication systems**

**Summary.** The work was carried out a qualitative analysis of KBPS possibilities in terms of increasing the level of privacy of existing information and communication systems.

**Key words:** quantum technology, quantum secure direct communication, ping-pong protocol asymptotic safety, increased privacy

УДК 533.9: 536.7: 546.17

**А.Б. Касымов**

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, festland2@yandex.kz)

## **МЕЗОСКОПИЧЕСКИЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В МОЛЕКУЛЯРНО-КЛАСТЕРНОЙ СМЕСИ ФРЕОНА-22 (ДИФТОРМОНОХЛОРМЕТАНА)**

**Аннотация.** Приведены расчёты концентраций кластеров во фреоне-22, использование которых для вычислений фактора сжимаемости, вязкости, термодиффузионного бароэффекта, а также распределений кластерных субкомпонентов в модельной центрифуге позволили выявить мезоскопический фазовый переход.

**Ключевые слова:** мезоскопический фазовый переход, молекулярно-кластерная смесь, фреон-22, вязкость, термодиффузионный бароэффект, силовое поле.

### **Введение**

Инертный газ с большой молярной массой фреон-22 ( $\text{CHF}_2\text{Cl}$  Дифтормонохлорметан [1]) находит применения в теплофизике в качестве хладагента или теплоносителя при самых различных условиях, что затрудняет провести экспериментальные исследования свойств при всех необходимых условиях. Эту задачу можно решать расчётным путём на основе надёжной физической модели газообразного агрегатного состояния вещества. В настоящей работе расчёты термодинамических свойств проведены на основе кластерной модели газа с использованием уже разработанных схем расчётов [2-4].

### **Метод**

В данной работе расчёты свойств газа осуществлены по формулам, которые получены в рамках кластерной модели газов. В основе кластерной модели лежит представление о том, что структурными элементами (частицами) определяющими свойства газов являются не только молекулы, которые определены в качестве носителей химических свойств, но и кластеры, тепловое движение и взаимодействия которых определяют физические свойства. Применительно к плотным газам такие представления требуют признания того факта, что важным физическим механизмом, приводящим к отклонениям уравнения состояния от уравнения состояния идеального газа является переменность

(зависимость от давления и температуры) числа структурных элементов, создающих давление – кластеров.

В рамках такой модели уравнение состояния записывается в виде [4]

$$pV_c = z(p, T)N^{(n)}k_B T, \quad (1)$$

где  $p$  – давление,

$V_c$  – объём рассматриваемого газа, заключённого в цилиндре при данном положении поршня,

$z(p, T)$  – фактор сжимаемости для данного газа как функция давления и температуры,

$N^{(n)}$  – число молекул в рассматриваемом газе, которое остаётся неизменной в физических процессах,

$k_B$  – постоянная Больцмана,

$T$  – температура.

Через уравнение состояния фактор сжимаемости входит практически во все соотношения для теплофизических свойств, а надёжные схемы расчётов позволяют получать новые эффекты для тепловых машин [5]. С точки зрения технической физики исследование фактора сжимаемости даёт возможность выявлять особенности процессов на микроуровне, приводящих к проявлениям особенностей газов, связанных с существованием в них кластеров. Основной величиной, которая определяет зависимости фактора сжимаемости от макропараметров, является концентрация кластерных субкомпонентов, что видно из следующей формулы [2-4]:

$$z(p, T) = \frac{1}{(1-b)} \sum_{g=1}^r \frac{C_g^{(c)}}{\sum_{g=1}^r g C_g^{(c)}}, \quad (2)$$

где  $C_g^{(c)}$  – концентрация как числовая доля кластеров, содержащих  $g$  молекул, относительно всех кластеров, так, что  $\sum_{g=1}^r C_g^{(c)} = 1$ ,  $r$  – размер наибольшего кластера, который учитывается в данной задаче.

Такая концентрация используется в формулах кинетической теории многокомпонентных газовых смесей для коэффициентов переноса, в частности, в формуле для коэффициента вязкости молекулярно-кластерной смеси [2,3], расчёты по которой приведены в следующем разделе.

В кинетической теории многокомпонентных смесей поток частиц каждого компонента смеси содержит кондуктивную (истинно диффузионную) составляющую и конвективную составляющую. В неизотермических условиях в замкнутом приборе в установившемся процессе сумма этих составляющих равна нулю, что обеспечивается небольшой разностью давления на концах трубки, соединяющей два объёма. Такая разность давления называется термодиффузионным бароэффектом. В настоящей работе расчёты этого эффекта для модельного устройства приведены с целью выявления влияния кластеров. Расчёты, которые приведены в следующем разделе, показали, что в околоскритической области температур бароэффект в газе по направлению совпадает с таким эффектом в жидкости. Это говорит о том, что при таких условиях наблюдается мезоскопический фазовый переход.

При описании газа в поле центробежных сил в модельной центрифуге в виде закрытой трубки распределение концентраций кластеров по оси трубки описывается формулой [6,7]:

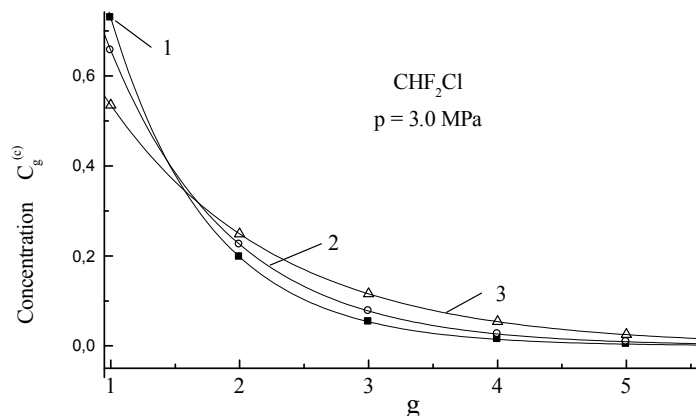
$$\frac{n(X)}{n(0)} = \exp\left(-\frac{m\omega^2 X^2}{2k_B T}\right), \quad (3)$$

где  $n(X)$  и  $n(0)$  – числовая плотность частиц при координате  $X$  и при координате  $X = 0$  соответственно,  $\omega$  – угловая скорость.

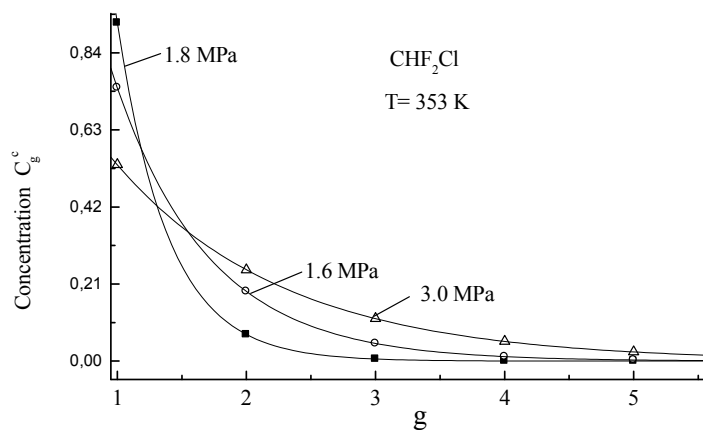
Для сравнений данной формулы с барометрическим распределением начало координат отнесено к периферии трубки.

**Обсуждение результатов**

Как видно из формулы (2), для расчётов фактора сжимаемости, как и других величин необходимо знать концентрации кластеров. К настоящему времени разработано нескольких схем расчётов. На рисунках 1 и 2 приведены расчёты для фреона-22.



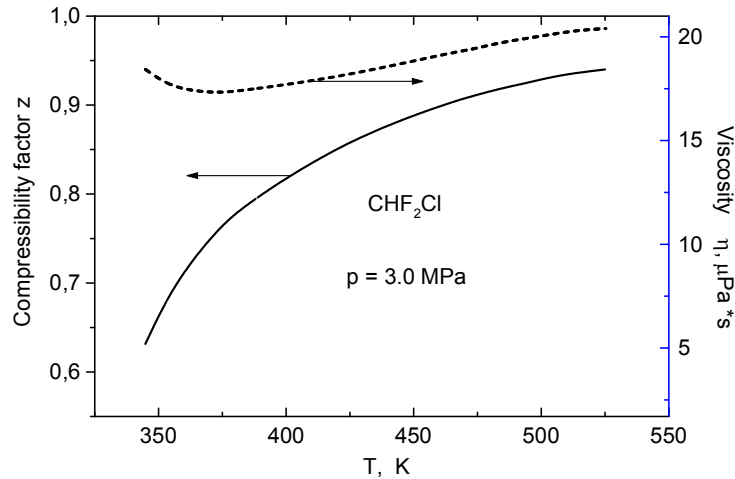
**Рис. 1.** Распределение кластеров по размерам в дифтормонохлорметане при различных температурах: 1 – при температуре T = 413 К; 2 – при температуре T = 383 К; 3 – при температуре T = 353 К. (g – число молекул, входящих в кластер)



**Рис. 2.** Распределение кластеров по размерам в дифтормонохлорметане при температур 353 К и при различных давлениях.

Как видно из рисунков 1 и 2, при достаточно низких температурах и высоких давлениях в этом газе могут существовать кластеры, содержащие до пяти молекул, которые существенно изменяют свойства газа, что будет продемонстрировано на следующих рисунках.

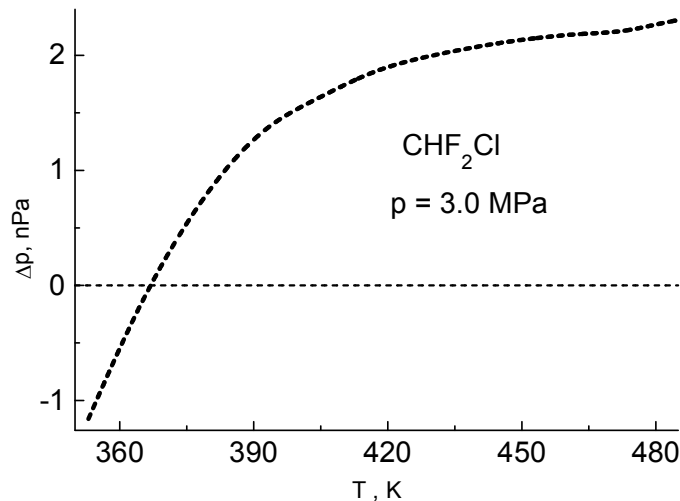
На рисунке 3 приведены расчёты фактора сжимаемости и вязкости дифтормонохлорметана при давлении 3.0 МПа при различных температурах. Вязкость как вязкость многокомпонентной молекулярно-кластерной смеси рассчитана по формулам кинетической теории [2-5].



**Рис. 3.** Температурная зависимость фактора сжимаемости и вязкости газообразного дифтормонохлорметана.

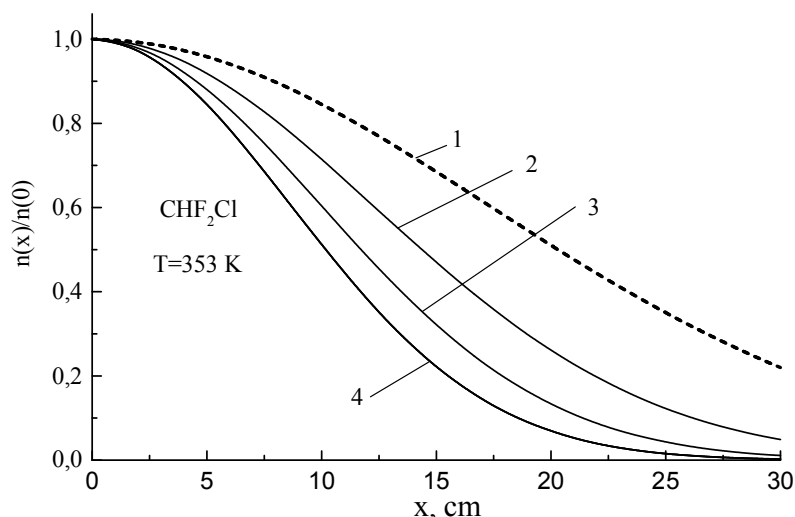
Как видно из рисунка 3, температурная зависимость вязкости имеет особенность, из которой следует существование мезоскопического фазового перехода. Такой фазовый переход заключается в том, что в околокритической области (критическая температура фреона-22 равна 369 К [1]) тяжёлые кластеры навязывают вязкости газа температурную зависимость, которая характерна жидкости. Тяжёлые кластеры в этом процессе представляют собой мезоскопические частицы, т.е. частицы с промежуточными свойствами. Такое явление носит достаточно общий характер, что ниже продемонстрировано на термодиффузионном бароэффекте и на распределениях кластеров в поле центробежных сил.

На рисунке 4 приведены расчёты термодиффузионного бароэффекта, из которого видно, что при температуре около 370 К бароэффект меняет знак. Как известно, в жидкостях бароэффект отрицательный, и переход бароэффекта в газе через ноль обусловлен мезоскопическим фазовым переходом: тяжёлые кластеры навязывают газу свойства жидкости.



**Рис. 4.** Термодиффузионный бароэффект в модельном устройстве с диаметром капилляра в 1 мм и при разности температуры в 1 К.

Мезоскопический фазовый переход может наблюдаться в газе во внешнем силовом поле. Для демонстрации этого на рисунке 5 приведены результаты расчётов для модельной центрифуги, заполненной дифтормонохлорметаном по формуле (3).



**Рис. 5.** Распределение концентраций кластерных субкомпонентов по координате в центрифуге в виде трубки длиной  $L=30$  см при угловой скорости  $\omega=170$  1/сек при давлении 3.0 МПа  
1 – для молекул:  $g=1$ ; 2 –  $g=2$ ; 3 –  $g=3$ ; 4 –  $g=4$ .

Как видно из рисунка 5, тяжёлые кластеры ( $g=4$ ) скапливаются только в периферийной области центрифуги, что обычно наблюдается при центрифугировании жидкости. В этом случае тяжёлые кластеры представляют собой мезоскопические частицы, образующие мезоскопический фазовый переход.

### **Заклучение**

Расчёты вязкости, термодиффузионного бароэффекта, а также распределений кластерных субкомпонентов в поле центробежных сил показали, что в дифтормонохлорметане в околоскритической области наблюдается мезоскопический фазовый переход. Это означает, что вещество в этой области макропараметров занимает промежуточное положение между фазами по физическим свойствам. В рамках кластерной модели это явление связывается с влиянием больших кластеров.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука. 1972. – 720 с.
2. Курлапов Л.И. Кластерная модель газа // ЖТФ. - 2003. - Т. 73, вып. 2. - С.51-55.
3. Курлапов Л.И. Физика кинетических явлений в газах. Монография. – Алматы, – 2001. 211 с. ISBN 9965-489-81-5.
4. Kurlapov L., Kassymov A. Calculations of equilibrium and non-equilibrium properties of molecule-cluster mixtures of oxygen // Applied Mechanics and Materials. – 2014. - Vols. 592-594, pp 82-86.
5. Цикл Стирлинга с мезоскопическим рабочим телом: авторское свидетельство №394 Республика Казахстан / заявитель и правообладатель: Курлапов Л.И., Касымов А.Б., выд. 26.02.15
6. Харитон Ю. Б. К вопросу о разделении газов центрифугированием // ЖТФ.- 1937.- Т. 7. -№ 14. – С. 1476-1478.
7. Курлапов Л.И., Спицын А.А., Касымов А.Б. Расчёты распределений частиц в газообразной мезоскопической системе в силовых полях // Вестник Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева. – 2014. – №5(105) – С. 252-259.

### **REFERENCES**

1. Vargaftik N.B. Spravochnik po teplofizicheskim svoystvam gazov i zhidkostey. M.: Nauka. 1972. – 720 s.
2. Kurlapov L.I. Klaster'naya model gaza // ZhTF. - 2003. - T. 73, vyp. 2. - S.51-55.
3. Kurlapov L.I. Fizika kineticheskikh yavleniy v gazah. Monografiya. – Almaty, – 2001. 211 s. ISBN 9965-489-81-5.
4. Kurlapov L., Kassymov A. Calculations of equilibrium and non-equilibrium properties of molecule-cluster mixtures of oxygen // Applied Mechanics and Materials. – 2014. - Vols. 592-594, pp 82-86.

5. Tsikl Stirlinga s mezoskopicheskim rabochim telom: avtorskoe svidetelstvo №394 Respublika Kazahstan / zayavitel i pravoobladatel: Kurlapov L.I., Kassymov A.B., vyd. 26.02.15

6. Hariton Yu. B. K voprosu o razdelenii gazov tsentrifugirovaniem // ZhTF.- 1937.- T. 7. -№14. – S. 1476-1478.

7. Kurlapov L.I., Spitsyin A.A., Kassymov A.B. Raschyoty raspredeleniy chastits v gazoobraznoy mezoskopicheskoy sisteme v silovyih polyah // Vestnik Kazahskogo natsionalnogo tehniceskogo universiteta imeni K.I. Satpaeva. – 2014. – №5(105) – S. 252-259.

Касымов А.Б.

**Фреон-22 (дифтормонохлорметан) молекула-кластерлік қоспасындағы мезоскопиялық фазалық ауысу**

**Түйіндеме.** Мақалада тұтқырлық, термодиффузиялық бароэффект және күш өрісі үлгісінде мезоскопиялық фазалық ауысу көрсетілген. Есептеулер дифтормонохлорметанның молекула-кластерлік қоспасы үшін орындалған.

**Негізгі сөздер:** мезоскопиялық фазалық ауысу, молекула-кластерлік қоспа, фреон-22, тұтқырлық, термодиффузиялық бароэффект, күш өрісі.

Kassymov A.B.

**Mesoscopic phase transition in molecule-cluster mixture of freon-22 (difluoromonochloromethane)**

**Summary.** Mesoscopic phase transition was considered on the example of viscosity, thermal diffusion and in force field. Calculations were conducted for molecule-cluster mixture of difluoromonochloromethane

**Key words:** mesoscopic phase transition, molecule-cluster mixture, freon-22, viscosity, thermal diffusion baroeffect, force field.

УДК: 551.521.31

**А.Т. Умбетбеков, Д.А. Аманкос, А.Т. Исанбекова, Г.Б. Танабекова**

(Казакский национальный университет имени аль-Фараби,

Алматы, Казакстан, e-mail: [ashat.talgat@mail.ru](mailto:ashat.talgat@mail.ru))

## **ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** Представленная работа посвящена исследованию особенности климатических условий и солнечного излучения в разрезе регионов и некоторых областей Республики Казакстан. Проведен сравнительный анализ и обоснования экономической целесообразности и энергоэффективности использования альтернативных источников энергии для получения энергии. Проведен расчет суммарной (прямая и рассеянная) солнечная радиации на горизонтальную поверхность площади инсоляция при действительных условиях.

**Ключевые слова:** солнечная радиация, энергия, инсоляция, энергосбережение, горизонтальная поверхность, площадь.

На сегодняшний день эффективное использование энергии выработанных из альтернативных источников энергии и возобновляемых ресурсов является необходимым условием устойчивого развития Республики Казакстан в XXI веке.

В соответствии с Концепцией перехода Республики Казакстан к устойчивому развитию на 2007 – 2024 годы (Указ Президента РК от 14 ноября 2006 года № 216) в Казакстане необходимо принятие мер по эффективному и рациональному использованию возобновляемых ресурсов и альтернативных источников энергии путем внедрения более современных технологий использования земельных, водных, лесных, рыбных, растение-водческих и животноводческих ресурсов и возобновляемых источников энергии, а также стимулирования рационального использования гидроэнергетических ресурсов, объектов солнечной и ветровой энергетики и других возобновляемых ресурсов и альтернативных источников энергии.

В будущем возобновляемые ресурсы и альтернативные источники энергии станет важнейшим аспектом развития казахстанской экономики и будут обеспечивать энергетическую безопасность страны на длительную перспективу [1].



За последние годы в мировой экономике энергосбережение проявляет себя как самое надежное средство защиты от глобальной энергетической проблемы. Экономия энергии не сказывается отрицательным образом на конечных результатах использования энергии, а представляет собой, в функциональном отношении, источник энергии, т.е. энергосбережение является энергетическим ресурсом.

В Казахстане имеется значительный потенциал по энергосбережению. Сокращение эмиссии CO<sub>2</sub> - эквивалента в энергетическом секторе предполагается получить как за счет модернизации традиционных отраслей энергетики, так и за счет использования возобновляемых источников энергии, а также внедрения ресурсосберегающих и чистых технологий.

На пороге вступления Казахстана в ВТО экономика республики характеризуется сырьевой направленностью и высоким потреблением топливно-энергетических ресурсов. Высокая энергоемкость экономики по сравнению с развитыми странами мира приводит к нерациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, снижает конкурентоспособность экономики, и, как следствие, приводит к существенному загрязнению окружающей среды, в том числе парниковыми газами, оказывающими влияние на глобальное потепление климата [2].

Наряду со значительными запасами ископаемого органического топлива Республика Казахстан обладает и обширными запасами возобновляемых ресурсов и источников энергии (солнечной, ветровой, гидравлической, геотермальной, энергии биомассы и ТБО, водородной и др. альтернативной энергетики). Технический потенциал возобновляемых ресурсов и источников энергии только по ветру составляет около 1 820 млрд. кВт\*ч в год, что в 25 раз превышает объем потребления всех топливно-энергетических ресурсов Республики Казахстан, а экономический потенциал определен более чем в 110 млрд. кВт\*ч, что в 1,5 раза больше годового внутреннего потребления энергоресурсов в Республики Казахстан [3].

В этой связи вопросы эффективного использования возобновляемых ресурсов рассматриваются как задача на будущее, в том числе дано поручение Президента Республики Казахстан о необходимости выработки Правительству подходов к решению этой проблемы [4].

На сегодня одним из приоритетных направлений развития научно-инновационной деятельности является развитие производств конкурентоспособных, энергосберегающих технологии, изделий и конструкций с высокой добавленной стоимостью на инновационной основе.

В настоящее время в мировой практике в связи с дефицитом энергоносителей широкое распространение получило использование возобновляемых источников энергии (солнца, ветра и т.д.). Гелиосистемы могут обеспечить до 30 % экономии тепловой энергии в быту населения, ускорить процесс сушки продукции растениеводства в 1,4–1,7 раза. К примеру, среднегодовая мощность солнечного излучения для широты расположения Алматинской области составляет 5,8 кВт за световой день. Это позволяет с 1 м<sup>2</sup> площади солнечного коллектора с учетом его к.п.д. (порядка 50 %) в летний период получить около 3,5 кВт\*ч тепловой энергии за сутки в зависимости от региона. В весенний и осенний периоды, этот показатель снижается до 1,5 кВт\*ч, это является огромным потенциалом, который может быть использован для перерабатывающей отрасли в сельской местности. По данным Гидрометеорологической службы, в регионе число солнечных дней в году составляет порядка 300, что эквивалентно числу солнечных часов за год 2850, которое является достаточно хорошим показателем по уровню солнечной радиации.

В южных областях Казахстана годовая длительность солнечного света составляет 2200—3000 ч в год, а средняя за год пиковая мощность доходит до 1200 Вт/м<sup>2</sup>. По этому показателю РК относится к государствам с благоприятными условиями для развития солнечной энергетики, но пока стоимость традиционных энергоносителей относительно низка, а основные денежные ресурсы сосредоточены в компаниях, не заинтересованных в развитии альтернативной энергетики, солнечным электростанциям трудно будет выходить на рынок новой продукции. Кроме того, в отличие от европейских государств, в Казахстане только начинают выпускать и производить солнечных элементы и батарей, комплектующих для коллекторов и концентраторов, отсутствует законодательная база для развития данной отрасли [5].

В южных областях РК с годовым приходом солнечной радиации около 1200-1300 кВт\*ч/м<sup>2</sup> при эффективном ее использовании можно обеспечить порядка 25% общего теплопотребления в

системах отопления, до 50% — в системах горячего водоснабжения и до 75% — в системах кондиционирования воздуха.

Количество энергии, приходящей на приемник солнечного излучения, зависит от широты местности. К примеру, г. Костанай расположен на 52 параллели северной широты и в дни весеннего равноденствия солнечные лучи падают на горизонтальную плоскость под углом  $38^{\circ}$ , под прямым углом интенсивность потока солнечной радиации составляет  $\approx 1,0$  кВт/м<sup>2</sup>, а под углом  $38^{\circ}$  снижается до  $\approx 0,62$  кВт/м<sup>2</sup>. В день летнего солнцестояния (20-22 июня) угол падения солнечных лучей на горизонтальную плоскость составит  $38^{\circ} + 23^{\circ} \approx 61^{\circ}$ , а интенсивность потока солнечной радиации  $1,0 \text{ кВт} \cdot \sin 61^{\circ} \approx 0,88$  кВт/м<sup>2</sup>. В день зимнего солнцестояния, соответственно,  $\approx 15^{\circ}$  С и  $\approx 0,26$  кВт /м<sup>2</sup>. Приведенный пример показывает важность ориентировки поверхности приемника солнечного излучения перпендикулярно его потоку. Поэтому, несмотря на усложнение конструкции, основные производители солнечных установок используют слежение приемников излучения за солнцем по двум координатам.

В соответствии с практикующимся опережающим ростом тарифов и цен на электроэнергию и топливо по сравнению с ценами на сельхозпродукцию доля энергозатрат в себестоимости сельскохозяйственных объектов будет только увеличиваться, и достигать до 10 - 20 %, а по некоторым видам продукции до 40 % (теплицы, птицефабрики). В сравнении с высокой стоимостью строительства линий электропередач и подстанций, сооружение солнечных установок не требует значительных капиталовложений и сроков [6].

Применение возобновляемых источников энергии в технологических процессах и в быту населения стало объективной необходимостью, позволяющей решать не только энергетическую потребность, но и продовольственную, экологическую и социально-бытовые проблемы. В Казахстане, и в особенности в сельской местности, данная проблема имеет исключительно важное значение. В таких условиях, наша страна может предвосхитить нарастающие глобальные кризисные явления в энергетической, экологической, экономической, социальных сферах уделив внимание более рациональному ресурсоиспользованию, переходя к альтернативным путям энергопотребления и распространению принципов устойчивого человеческого развития.

Ученые и специалисты в области энергетики полагают, что примерно к 2050 году технология солнечных батарей позволит производить около 3 000 гигаваатт электрической энергии, иными словами миллиарды ватт. Около 30000 квадратных миль рядов солнечных батарей должны быть установлены вверх к солнцу на фиксируемых подставках эти площади могут казаться очень большое, но уже установленные линии батарей показывают, что свободные земли необходимы для производства каждого гигаваатт часа солнечной энергии требуется все равно меньше чем при производстве этого же количество энергии на традиционных угольных электростанциях. Для территории Казахстана наиболее перспективны следующие виды возобновляемых источников энергии: ветроэнергетика; малые гидроэлектростанции; солнечные установки для производств тепловой и электрической энергии.

Для определения производительности и энергоэффективности гелиоустройств нам необходимо изучить особенности климатических условий и солнечного излучения в разрезе регионов Казахстана [7].

Географическое положение нашей республики является уникальным и богатым своими углеводородными и солнечными энергетическими ресурсами, однако на сегодня долю солнечных установок приходится менее 0,1% всей вырабатываемой энергии, а основная часть энергии вырабатывается из угля и составляет около 72 %, 12,3 % -из гидроресурсов, 10,6 % — из газа, 4,9 % — из нефти.

Потенциал солнечной радиации на территории Казахстана составляет 1300 – 1800 кВт ч/м<sup>2</sup> в год, и расположен на широтах между 42 и 55 градусами к северу. В связи с континентальным климатом, количество солнечных часов в году составляет 2200 – 3000. Увеличивая количество панелей можно добиться больше производимой мощности солнечной батарей. Наличие значительного потенциала солнечной энергии делает возможным его экономическое использование в Казахстане. Однако производительность солнечных батарей зависит не только от площади, но также от интенсивности солнечного света и угла падения лучей, следовательно, производительность солнечных батарей зависит, от местности и географической широты. Электричество, произведенное при помощи солнечных батарей не оказывает вредного воздействия на воздушной массы, и никак не

загрязняет поверхностный и подземные воды, не истощает природные ресурсы не несет опасности, как для животного мира, так и для здоровья человека. Стандартная инсоляция рассчитывается для площади в 1 квадратный метр. Однако точная площадь элементов фотоэлектрической панели нам не известна и может занимать разную по размерам площадь. Номинальная мощность для стандартного потока солнечного света на 1 кВт/м<sup>2</sup> определяется при температуре 25°C. Приняв мощность солнечного излучения у поверхности Земли (максимальную инсоляцию) той же самой – что, в общем, соответствует действительности, получим, что выработка батареи относится к инсоляции квадратного метра также, как мощность фотоэлектрической панели относится к мощности солнечного излучения у земной поверхности в ясную погоду, приходящейся на 1 квадратный метр, то есть к 1000 Вт. Умножив месячную инсоляцию из таблицы 1 на соотношение мощностей батареи и максимальной инсоляции, можно оценить выработку солнечной батареи за этот месяц [8].

Таким образом, выработку энергии фотоэлектрической панели рассчитывается по следующей формуле:

$$E_{сб} = E_{инс} \cdot P_{сб} \cdot \eta / P_{инс} \quad (1)$$

где  $E_{сб}$ -выработка энергии фотоэлектрической панели;  $E_{инс}$  – месячная инсоляция квадратного метра приведена на таблице;  $P_{сб}$  – номинальная мощность фотоэлектрической панели;  $\eta$  – общий КПД передачи электрического тока по проводам, контроллера солнечной батареи и инвертора при преобразовании низковольтного постоянного напряжения в стандартное (если предполагается использовать низковольтное напряжение напрямую, то при достаточно толстых и коротких проводах  $\eta$  можно приравнять к 1, т.е. не учитывать);  $P_{инс}$  – максимальная мощность инсоляции квадратного метра земной поверхности (1000 Вт). Инсоляция и желаемая выработка должны быть в одних и тех же единицах (либо киловатт-часах, либо джоулях). Показатели номинальной мощности с учетом сумарной инсоляции таблица 1.

Например:

$$E_{сб} = E_{инс} \cdot P_{сб} \cdot \eta / P_{инс} \quad (2)$$

$$E_{сб} = 6.34 \cdot 400 \cdot 0.91 / 1000 = 2.3 \quad (3)$$

$$E_{сб} = 9.24 \cdot 400 \cdot 0.91 / 1000 = 3.4 \quad (4) \text{ и т.д.}$$

Таблица 1. Показатели номинальной мощности с учетом сумарной инсоляции

Номинальная мощность	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Суммарная инсоляция, кВт·ч / м <sup>2</sup>	6.34	9.24	12.01	16.54	20.52	22.66	23.62	20.79	16.96	11.2	6.67	5.13
400 Вт	2.3 кВт·ч	3.4 кВт·ч	4.4 кВт·ч	6.02 кВт·ч	7.5 кВт·ч	8.2 кВт·ч	8.6 кВт·ч	7.6 кВт·ч	6.2 кВт·ч	4.07 кВт·ч	2.4 кВт·ч	1.9 кВт·ч
500 Вт	2.8кВт·ч	4.2 кВт·ч	5.5 кВт·ч	7.5 кВт·ч	9.3 кВт·ч	10.3 кВт·ч	10.7 кВт·ч	9.5 кВт·ч	7.7 кВт·ч	5.09 кВт·ч	3.03 кВт·ч	2.3 кВт·ч
600 Вт	3.46 кВт·ч	5.04 кВт·ч	6.6 кВт·ч	9.03 кВт·ч	11.2 кВт·ч	12.4 кВт·ч	12.9 кВт·ч	11.4 кВт·ч	9.3 кВт·ч	6.1 кВт·ч	3.6 кВт·ч	2.8 кВт·ч

• **Технические науки**

800 Вт	4.6 кВт·ч	6.7 кВт·ч	8.7 кВт·ч	12 кВт·ч	15 кВт·ч	16.5 кВт·ч	17.2 кВт·ч	15.1 кВт·ч	12.3 кВт·ч	8.2 кВт·ч	4.9 кВт·ч	3.7 кВт·ч
1 кВт	5.8 кВт·ч	8.4 кВт·ч	10.9 кВт·ч	15 кВт·ч	18.7 кВт·ч	20.6 кВт·ч	21.5 кВт·ч	18.9 кВт·ч	15.4 кВт·ч	10.2 кВт·ч	6.06 кВт·ч	4.7 кВт·ч
2.5 кВт	14.4 кВт·ч	21 кВт·ч	27.3 кВт·ч	37.7 кВт·ч	46.6 кВт·ч	51.6 кВт·ч	53.7 кВт·ч	47.3 кВт·ч	38.6 кВт·ч	25.5 кВт·ч	15.2 кВт·ч	11.6 кВт·ч
8.0 кВт	46.2 кВт·ч	67.3 кВт·ч	87.4 кВт·ч	120.4 кВт·ч	149.4 кВт·ч	165 кВт·ч	172 кВт·ч	151.4 кВт·ч	123.5 кВт·ч	81.5 кВт·ч	48.6 кВт·ч	37.3 кВт·ч

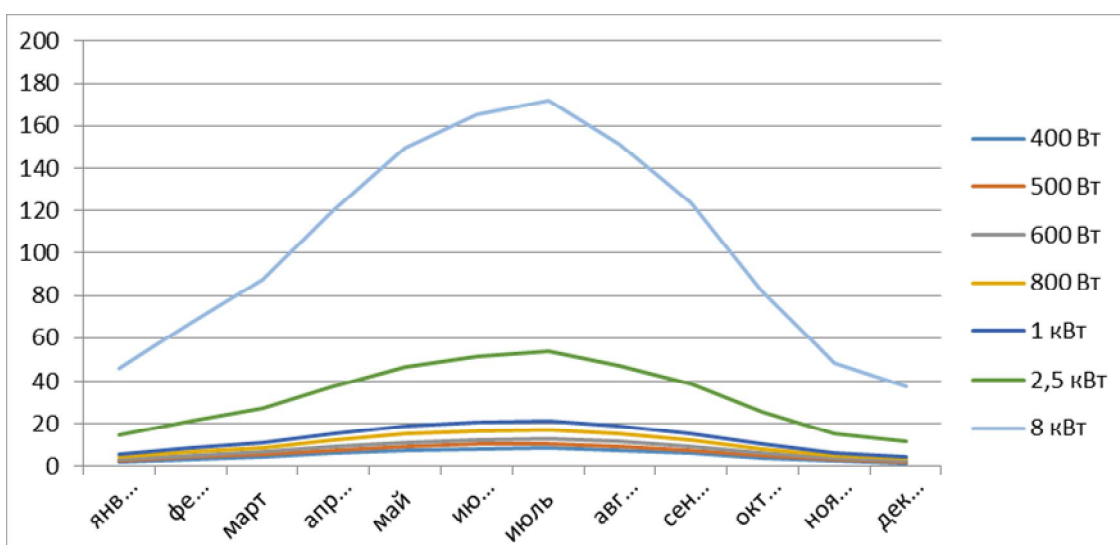


Рис. 1. Расчетный график мощности солнечной батареей по месяцам

Также нами был проведен исследование инсоляции по месяцам, взятых из метеорологических наблюдений в районе по г. Алматы в зависимости от температуры наружного воздуха. В таблице 2 приведены данные инсоляции по месяцам.

Таблица 2. Прямая и рассеянная солнечная радиация и температура наружного воздуха в районе г. Алматы по месяцам (метеорологические данные)

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
E, МВт/м <sup>2</sup>	6,34	9,24	12,01	16,54	20,52	22,66	23,62	20,79	16,96	11,2	6,67	5,13

Таблица 3. Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м<sup>2</sup>

Регионы РК	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Южный Казахстан	195	268	389	521	678	714	763	686	525	330	198	141
Западный Казахстан	123	212	358	486	682	700	695	586	406	238	115	80
Северный Казахстан	113	201	385	482	653	691	624	523	343	209	109	75
Восточный Казахстан	142	230	418	536	687	716	702	582	436	245	143	107
Центральный Казахстан	164	262	437	548	697	753	725	631	461	267	160	118

Северный Казахстан является холодным регионом нашей республики. Здесь климат в основном резкоконтинентальный и зима на севере страны холодная и продолжительная. Летнее время умеренно теплое, средняя температура самого холодного месяца январь доходит до  $-18^{\circ}\text{C}$  и самого жаркого месяца июль  $+21^{\circ}\text{C}$  температуры. Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях в июне месяце доходит 691 МДж/м<sup>2</sup>. Относительно других регионов этот показатель является низким [9]. К тому же летний период умеренно теплый. Восточные регионы отличаются резко-континентальным климатом с жарким умеренно сухим летом и холодной зимой. Климат Восточного Казахстана несколько схож с климатом Якутии. Лето в этих регионах умеренно-жаркое, однако иногда при отсутствии дождя температура может приблизиться к 35 до  $40^{\circ}\text{C}$ . На северных регионах суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность в июне доходит 691 МДж/м<sup>2</sup>, а самый высокий показатель по сравнению с другими регионами, в том же месяце суммарная солнечная радиация центральном Казахстане составил 753 МДж/м<sup>2</sup>.

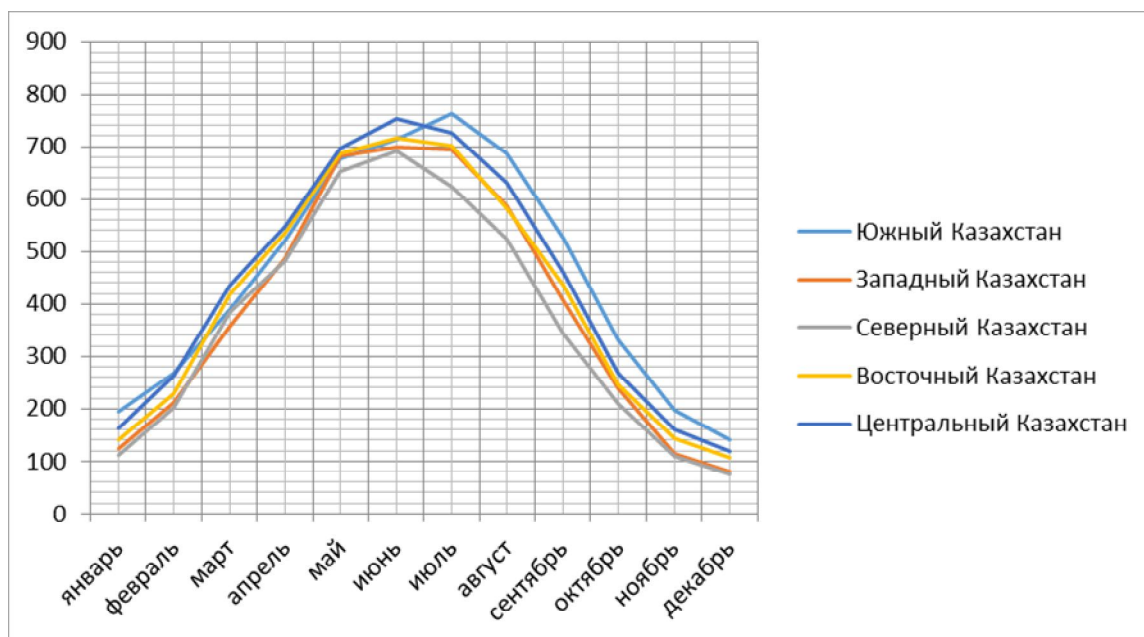


Рис. 2. Суммарная (прямая и рассеянная) солнечная радиация на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м<sup>2</sup>

Таким образом, по результатам и показателям этих исследований нашу республику можно отнести к государствам с благоприятными условиями для развития солнечной энергетики, а особенно в центральных и южных регионах Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический кодекс Республики Казахстан, 2007.
2. Статистический сборник «Топливо-энергетический баланс Республики Казахстан за 2000-2004 годы», Алматы 2005, Агентство Республики Казахстан по статистике.
3. Проект «Программы эффективного и рационального использования возобновляемых источников энергии» - Поручение Президента Республики Казахстан Правительству от 28 августа 2006 года № 3392.
4. Проект Стратегии «Эффективное использование энергии и возобновляемых ресурсов Республики Казахстан в целях устойчивого развития до 2024 года».
5. Сидоренко Г.И. Основы и методы определения комплексного потенциала возобновляемых энергоресурсов региона и его использования. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Санкт-Петербург, 2006.
6. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России/ П. П. Безруких, Ю. Д. Арбузов, Г. А. Борисов и др. – СПб.: Наука, 2002. -314 с.
7. Возобновляемые источники энергии. Аспекты комплексного использования / М.И. Бальзанников, В.В. Елистратов. –Самара: ООО «Офорт»; Самарский госуд. арх.-строит. ун-т, 2008. 331 с.
8. Сидоренко Г.И., Кудряшева И.Г., Пименов В.И. Экономика установок нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Техничко-экономический анализ: Учеб. пособие/ Под общ. ред. В.В. Елистратова и Г.И. Сидоренко. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2008. 248 с.
9. Климатические факторы возобновляемых источников энергии / В.В.Елистратов [и др.]; под ред. В.В. Елистратова, Н.В. Кобышевой и Г.И. Сидоренко. СПб.: Наука, 2010. 235 с.

REFERENCES

1. Ekologicheskyy Code of the Republic of Kazakhstan, 2007.
2. Statistical compilation "Energy balance of the Republic of Kazakhstan for 2000-2004", Almaty 2005 Agency of the Republic of Kazakhstan on Statistics.
3. The "Program effective and efficient use of renewable energy sources" - Order of the President of the Government of the Republic of Kazakhstan dated August 28, 2006 № 3392.
4. Draft Strategy "Efficient use of energy and renewable resources of Kazakhstan for sustainable development until 2024."
5. Sidorenko GI Principles and methods for determining the complex potential of renewable energy in the region and its use. Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences. St. -Peterburg, 2006.
6. Resources and efficient use of renewable energy sources in the Russian / PP Bezrukov, YD Arbuzov, GA Borisov et al. - SPb.: Science, 2002. -314 p.
7. Renewable Energy. Aspects of the integrated use / MI Balzannikov, VV Yelistratov. -Samara LLC "Etching"; Samara gov't. arh.-building. University Press, 2008. 331 p.
8. Sidorenko GI, Kudryasheva IG, Pimenov VI Economy installations of alternative and renewable energy sources. Technical and economic analysis: Proc. Manual / Under total. Ed. VV Elistratova and GI Sidorenko. SPb.: Publishing House of STU, 2008. 248 p.
9. Climatic factors renewable energy / V.V.Elistratov [et al.]; Ed. VV Elistratova, NV Kobysheva and GI Sidorenko. SPb.: Science, 2010. 235 p.

Умбетбеков А.Т., Аманкос Д.А., Исанбекова А.Т., Танабекова Г.Б.

**Қазақстан аймақтарында күннің сәулелену ерекшеліктерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыс аймақтардың және Қазақстан Республикасының кейбір аудандарының кесіндісінде күн радиациясын және климаттық жағдайларының ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Энергия алу үшін баламалы энергия көздерін пайдаланудың энергетикалық тиімділігін және экономикалық орындылығын негіздеу және салыстырмалы анализ жүргізілді. Жалпы нақты жағдайында инсоляция аймағының горизонтальды бетіне бетіне күн радиациясының (тікелей және диффузды) суммарлы есебі жүргізілді.

**Кілтті сөздер:** Күн радиациясы, энергия, инсоляция, энергияны үнемдеу, горизонтальды бет, аудан.

Umbetbekov A.T., Amankos D.A., Isanbekova A.T., Tanabekova G.B.

**Study of features of solar radiation Kazakhstan regions**

**Summary.** This work is devoted to the study of particular climatic conditions and solar radiation in terms of regions and some areas of the Republic of Kazakhstan. A comparative analysis and study of economic feasibility and efficiency of alternative energy sources for energy. The calculation of the total (direct and diffuse) solar radiation on a horizontal surface area of insolation under actual conditions.

**Key words:** solar radiation, energy, insolation, energy saving, horizontal surface, area.

УДК 622.831

**Н.Н. Байтенов, Т.А. Енсепаев**

(Казахский национальный технический университет им.К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА  
МЕТОДОМ СТИМУЛИРОВАНИЯ МИКРОСЕЙСМИЧНОСТИ**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается микросейсмичность, связанная с гидравлическим стимулированием разрыва в естественно трещиноватых формированиях сланца.

Наши результаты также показывают, что колебания с микростимуляцией выявили явление с доминированием природного пласта в начале последовательности по сравнению с индуцированной трещиноватостью и после повторного введения как прямой результат локализованного стресса наблюдается переориентация во время стимуляции. Наши наблюдения показывают, что варьирование программ стимуляции потенциально можно использовать для управления сложностью перелома, трещиноватости и потенциально привести к прямому воздействию на эффективность стимуляции.

**Ключевые слова:** Стимулирование, микросейсмичность, платформа, впрыск, гидравлический разлом, сложный.

**Введение**

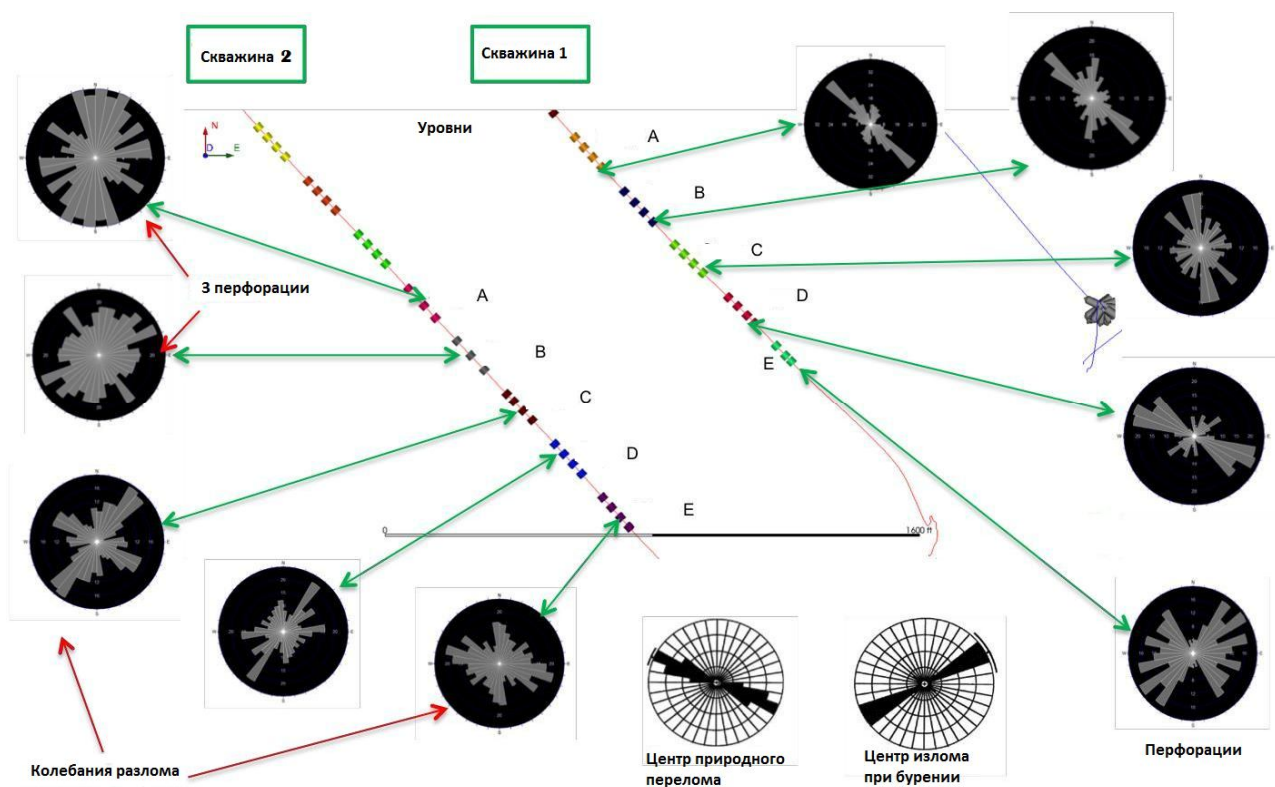
Микросейсмический мониторинг регулярно используется для идентификации общей гидравлической характеристики и параметров разрушения, такие как геометрия пласта, полуширина с перекрытием платформы и расчетный объем геохимического коллектора. Специалисты используют эти данные вместе с инженерными данными для оценки эффективности программы стимулирования, улучшения дренажа, и в конечном счете, как возможность увеличения производительности. По своей сути, микросейсмические сигналы содержат информацию о физических процессах на исходном локальном месте (исходные образования). Благодаря использованию таких методов, как анализ тензора сейсмического момента обращения (SMTI) (Бейг Urbancic, 2010) [1]. можно определить дополнительные характеристики источника, такие, как главные оси деформации, механизмы и потенциальные плоскости перелома и их ориентация.

Одним из наиболее интересных возможностей использования данных SMTI в оценке эффекта являются оригинальные подходы к стимуляции развития переломов. Например, используется многочисленные данные при иницировании так называемых колебаний вибраций, теоретически такой метод можно использовать для создания дендритной (разветвленной) сети трещин для повышения продуктивности скважин (до 2 до 5 раз выше, чем в течение обычного гидроразрыва) и способствовать ускорению стекания в резервуар вокруг ствола скважины по сравнению переломами би-платформы (Киль, 1977). Процесс использует циклическую процедуру инъекции, закрывая скважину или позволяя ей течь обратно, а затем возобновляя инъекции, чтобы стимулировать вторичные разрушения в виде ответвления отличающегося от первоначальной ориентации первичного разрыва. Таким образом, изменение режима инъекции приводит к изменениям в локальных условиях стресса, которые потенциально могут повлиять на тип пласта, интенсивность разрушения и общую сложность перелома, связанного с конкретной программой стимуляции.

В представленном материале изучена микросейсмичность, связанная с стимуляцией сейсмичности пласта, предназначенной для оценки сложности перелома в естественно трещиноватых

формирования сланца. В частности, программа стимуляции позволяет выполнить расчет количества перфораций, изменение скорости давления впрыска и различные методы инициирования колебаний перелома. В дополнение, к месту стимуляции сдвижки мульти-массива и конфигурации мульти-отверстий возможна оценка общего решения тензора момента для наблюдаемых изменений. Это дало возможность изучить относительные пространственные и временные криптогаммы ориентации трещин (азимутов и провалов) в зависимости от программы стимуляции. На основании этих анализов, мы определим, как наблюдения микросейсмичности с учетом тензора момента. Полученные данные разрушения могут быть использованы для оценки эффективности различных программ стимуляции перелома.

Анализ результатов выполнен при изучении стимуляции связанных двух горизонтальных скважин по длине естественно трещиноватых сланцев. Три массива были развернуты, в состоящих, как минимум 16 -24 трехосных с частотой 15 Гц всенаправленных сейсмоприемников с вертикальным магнитным напряжением и вместе с дополнительными 24-мя уровнями многоточечных массивов в вертикальных и горизонтальных сечениях соседних скважинах. В зависимости от порядкового анализируемого номера, массивы были расположены как это изложено Urbancic и др., 2010. Общие растворы с низкой номерацией были использованы для выявления ориентаций разломов используя подход, аналогичный предложенному Gephart и Форсайт (1984) [2]. Индивидуальные разломы, показывающие соответствие между общими и двухместными парами были сохранены для дальнейшего анализа. В целом, наш анализ рассматривает ~ 6200 разломов для 10 этапов стимуляции, связанных с 2 горизонтальными скважинами, расположенными в пределах ~ в 800 футах друг от друга (рисунок 1).



**Рис. 1.** Вид сверху расположения скважин с розеткой диаграмм SMTI полученных разломов для каждой платформы. Кроме того, также показаны на розетках диаграмм криптогаммы природных и техногенные (вторичные) разломов. Северное направление – в верхней части рисунка.

Программа стимуляции состоит из различных подходов. В скважине 1, за исключением стадии E, этапы состояли минимум из четырех перфораций, в то время как более разнообразная программа считалась лучше для 2-х скважин, состоящий из 3 и 4 этапов перфорации, а также двух этапов, которые включали вибрации с интервалом в несколько часов и в течение одного дня. На рисунке 1



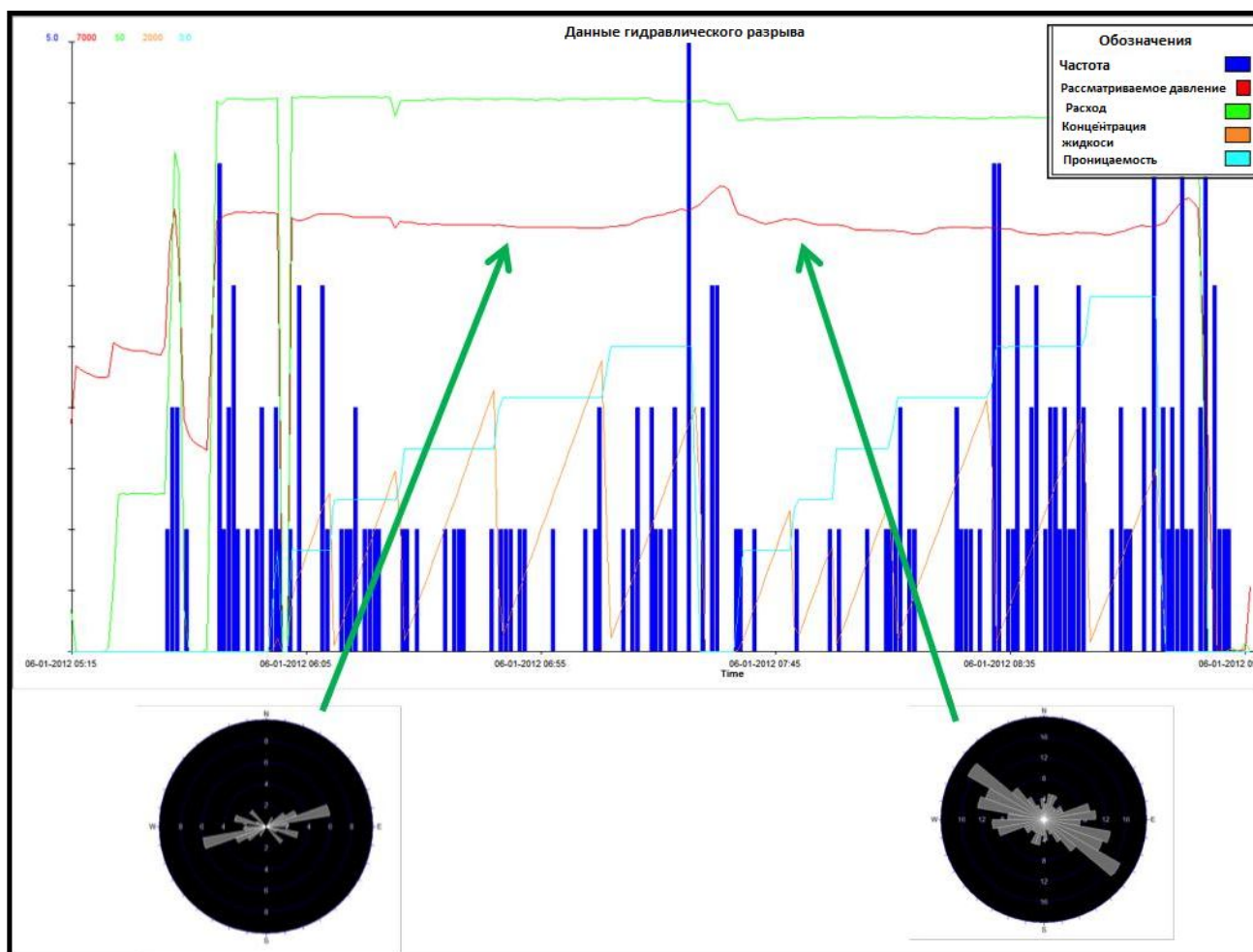
представлены розетки схемы, показывающие ориентацию SMTI полученных разломов с глубиной больше, чем 60 градусов (Примечание: более 90% наблюдаемых розеток были связаны с крутыми разломами). Также на рисунке 1, ориентации трещин, расходящиеся из ядра были исследованы только на южной области ареала. Эти разломы могут быть классифицированы и разделены на две группировки: которые образуются на естественных трещинах, возникающих в условиях палеонапряжений и индуцированных ядром скважины при сверлении (вторичные разрушения), проявляющихся в соответствии с действующим режимом напряжений. Как правило, естественные трещины румбов СЗ-ЮВ и наблюдаются с крутопадающих склонов, в то же время появление наведенной трещиноватости румбов СВ-ЮЗ наблюдается также с крутопадающих направлений.

В общем, наблюдается разрыв для ранних платформ. В скважине 1 преобладают разломы, подобные криптограмме природной сети трещин. Наблюдаемые различия между природной сетью трещин и ориентации трещин, полученных при перфорации, скорее всего, связано с некоторой переориентацией локального поля напряжений между платформами сбора данных. Тем не менее, наблюдается согласованность в ориентации направлений стимулированных производственных скважин и активации первоначально существующей сети природного разрушения. Платформы D в скважине 1 все они демонстрируют в первую очередь СЗ-ЮВ румбы разломов. Эти платформы были получены в основном на использовании четырех перфораций. В отличие от платформы D на скважине 2, где преобладает сеть стимулированных вторичных разломы и, в меньшей степени, естественных разломов. Эти различия, вероятно, обусловлены тем, что в непосредственной близости от платформ в близлежащих локальных участках или ранее образованных разломах и сети трещин наблюдаются наведенные поля напряжений. Для скважины 1, на платформе E, выявлены три перфорации со сложными и звездообразными узорами и своеобразно расположенные. Это очень похоже на то, что наблюдалось по платформам, A и B для скважины 2 с тремя платформами перфорации. Похоже, что платформы с меньшим количеством перфораций в результате звездообразных переломов характеризуются более сложными разломами.

Во время стимуляции ранней стадии в скважине 2, изменение давления впрыска произошло во время микросейсмостимуляции (Рисунок 2). Если рассматривать ситуацию перед изменением давления, как правило, преобладают переломы в направлении СВ-ЮЗ, тогда как после изменения давления, большинство переломов ориентированы по румбам СВ-ЮЗ [3]. В соответствии с рисунком 1, представляется, что изменение давления было достаточно активным в естественных трещинах и возросло после первоначального включения стимулированных вторичных переломов. Это говорит о том, что степень сложности перелома, значение длины и ширины трещин, связанных с различными программами стимуляции может быть проверена путем анализа диаграмм SMTI.

Аналогичные по концепции вибрации платформ при разломах в скважина 2 (Платформы C и E). Программы стимуляции колебаний были фактически те же самые, за исключением продолжительности обратного потока по времени, связанного с цикличностью инъекции[4]. В любом случае подхода к вибрации в результате наблюдаемых различий в ориентации трещин до и после обратного потока при активированные переломах преобладала множественность разрушений либо по румбу ВЗ или по направлениям СВ-ЮЗ.

Ориентация поля напряжений в результате стимуляции при предварительной подаче впрыска позволяет инициировать микростимуляцию для активации вторичного набора перелома. Продолжение активации первичной стадии разломов предполагает, что различия в механизмах разрушения может происходить там, где ранее открытые разломы претерпели закрытия. В обоих случаях, уровень сложности перелома возросла в результате процесса микровибрации.



**Рис. 2.** Вначале в скважине 2 платформа показывает переориентацию перелома, установленную в результате изменения давления впрыска (красный график) во время стимуляции.

**Выводы**

Наборы различных уровней разрушения, связанные со стимуляцией переломов в естественных формированиях сланцев активируются в различных программах стимуляции. В частности, мы рассмотрели реакцию пласта в зависимости от количества отверстий, величины давления и цикличности впрыска и различий в форме стимуляции.

Целью программы является оценка значений потенциала для повышения сложности переломов. В общем, полученные переломы, как правило, сгруппированы в две ориентации (наборы), отображенных первичных естественных в виде трещин или вторичных (индуцированных) переломов. Уменьшение количества перфорационных отверстий, приводит к увеличению изменчивости разрушения и сложного звездообразного рисунка в графике разлома платформы (ГРП) без конкретной ориентации трещин.

Результаты исследования показывают, что программы стимулирования достигли своей цели увеличения сложности перелома через переориентацию локализованного поля напряжений в процессе стимуляции. Кроме того, изменение программы стимуляции можно использовать для управления сложностью трещины и потенциально привести к прямому воздействию на эффективность стимуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Baig, AM и Urbancic T.I., 2010, Микросейсмические моменты тензора: путь к росту ГРП понимания: *Leading Edge*, 29, 320-324.
2. Gephart, J. и Д. Форсайт, 1984, усовершенствованный метод для определения региональной тензор напряжений с помощью землетрясения фокусное данные механизма: применение к последовательности землетрясения в Сан-Фернандо, журнал *Geophysical Research*, 89, 9305-932
3. Киль, О. М., 1977, Киль резервуар процесс стимуляции дендритные пласта, представленный Обществом инженеров-Petroleum, 6984-MS.
4. Urbancic, TI, Baig, A.M., Гость А. и Букингемский К., 2010, HFM: Динамическое поведение разлома сети, представленного на SEG Микросейсмические семинара, 22 октября 2010.

REFERENCES

1. Baig, A. M. and Urbancic T.I., 2010, Microseismic moment tensors: A path to understanding frac growth: *The Leading Edge*, 29, 320-324.
2. Gephart, J. and D. Forsyth, 1984, An improved method for determining the regional stress tensor using earthquake focal mechanism data: An application to the San Fernando earthquake sequence, *Journal of Geophysical Research*, 89, 9305-932
3. Kiel, O. M., 1977, The Kiel process reservoir stimulation by dendritic fracturing, submitted to Society of Petroleum Engineers, 6984-MS.
4. Urbancic, T. I., Baig, A. M., Guest, A. and Buckingham, K., 2010, HFM: Dynamic Behavior of Fracture Networks, Presented at SEG Microseismic Workshop, Oct 22, 2010.

Байтенов Н.Н., Енсепаев Т.А.

**Микросейсмикалықты ынталандыру әдісімен қабаттың гидравликалық жарылуын талдау және сәйкестендіру**

**Түйіндеме.** Микросейсмикалық дәрежесін тақтатастың табиғи жарықшақты қалыптасуындағы гидравликалық жарылулармен байланысты ынталандыру қарастырылды. Ынталандыру бағдарламасына сәйкес сызаттардың бағыттарын уақытша өзгеруі (бағыт бұрыштары және сыну тереңдігі) және қатысты кеңістіктік өзгеруін зерттеу үшін сыну контурының ауытқуының өзгерістерінің потенциалының шамасын бағалау мақсатында бағдарлама жасалды.

**Кілт сөздері:** Ынталандыру, микросейсмикалық, платформа, бұрқу, гидравликалық жарылуы.

Байтенов Н.Н., Енсепаев Т.А.

**Идентификация и анализ гидравлического разрыва пласта методом стимулирования микросейсмичности**

**Резюме.** Рассмотрено стимулирование микросейсмичности, связанная с гидравлическим разрывом в естественно трещиноватых формированиях сланца.

Разработана программа, чтобы оценить величину потенциала изменения колебаний контура перелома для изучения относительных пространственных и временных изменений ориентации трещин (углов направления и глубину изломов) в зависимости от программы стимуляции.

**Ключевые слова:** Стимулирование, микросейсмичность, платформа, впрыск, гидравлический разлом, сложный.

Baitenev N.N., Ensepaev T.A.

**Using Microseismicity to Identify and Verify Increased Fracture Complexity During Hydraulic Fracture Stimulations**

**Summary.** We examine microseismicity associated with hydraulic fracture stimulation in a naturally fractured shale formation. The stimulation program was designed to assess the potential for increasing fracture complexity by considering the number of perforations, injection pressure rate changes, and different fracture hesitation approaches. In addition to event locations, multi-array and multi-well configurations allowed for the assessment of general moment tensor solutions for the observed events. This approach provided an opportunity to examine the relative spatial and temporal behaviour of fracture orientations (azimuths and dips) as a function of the stimulation program. In general, derived fractures typically grouped into two orientations (sets), similar to mapped natural fractures or secondary (induced) fractures. Reducing the number of perforations resulted in increased fracture variability and complexity whereas sequential failure of different mapped fracture sets occurred as a result of pressure rate changes. Our results also suggest that the hesitation approaches achieved their objective, with the dominance of natural fracturing early in the sequence as compared to induced fracturing upon re-injection, a direct result of localized stress re-orientation during the stimulation. Our observations suggest that varying the stimulation program can potentially be used to control fracture complexity and potentially result in a direct impact on stimulation effectiveness.

**Key words:** Stimulation, microseismicity, stage, injection, hydraulic fracture, complexity.

УДК 621.643

**Н.К. Джексенбаев, Д.Б. Қазанқап, Е.К. Джексенбаев, Е.Ғ. Әбілқасымов**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

### **АНАЛИЗ РАБОТ РАЗРАБОТКИ ТРАНШЕИ И ОБВОДНЕННЫХ ГРУНТОВ И СООРУЖЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ НА БОЛОТАХ**

**Аннотация.** Статья содержит данные по выполнению подготовительных и земляных работ, а также метода производства подготовительных и земляных работ магистрального трубопровода. Разработка траншеи в нормальных условиях недостатки, основные функции модулей, состав модели и методы анализа.

**Ключевые слова:** магистральные трубопроводы, транспортировка нефти, разработка траншеи.

Земляные работы при сооружении газопроводов должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.3.048. К выполнению подготовительных и земляных работ приступают только после отвода земель землевладельцем, разрешения на рубку леса и получения от эксплуатирующей организации разрешения на производство работ в охранной зоне магистрального трубопровода в случае сооружения в одном техническом коридоре с действующим магистральным трубопроводом, а также разрешения на все пересекаемые коммуникации.

Методы производства подготовительных и земляных работ при сооружении МТ должны быть определены с учётом конкретных особенностей каждого трубопровода (природно-климатические и рельефные условия, диаметр трубопровода, механизмы для вскрышных работ и др.) и выполняются в соответствии с требованиями ВРД 39 - 1.10 - 006 -2000\* «Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов (ПТЭ МГ), СН и П 3.42-80\* «Правила производства и приёмки работ».

Подготовительные работы подразделяют на трассовые и внетрассовые. К внетрассовым относятся следующие виды работ: оборудование жилых посёлков, сооружение коммуникаций, т.е. (прокладка ЛЭП, установка КТП, водопровода или скважин, канализации, теплотрассы, очистных сооружений, котельной и т.д.), оборудование площадок для складирования строительных материалов, ЖБИ, труб, изоляционных материалов, ГСМ и т.д., при необходимости строительство подъездных путей, строительство трубосварочных баз, площадок хранения дорожно-строительной техники. Как правило, ввиду отсутствия какой-либо материально-технической базы возникает необходимость сооружения РММ для обслуживания не только автомобильной, дорожно-строительной техники, но и другого оборудования. Для возможности доставки оборудования и материалов на место производства работ, сооружаются магистральные автодороги с твёрдым покрытием круглогодичного действия.

К трассовым работам относят: оборудование вахтового посёлка для возможности приёма пищи, отдыха и ночлега, строительство вдольтрассового проезда, сооружение ЛЭП, вырубку просеки для будущей трассы магистрального трубопровода, очистка полосы отвода от пней и других посторонних предметов, разбивки трассы с установкой пикетажа, оборудование склада для временного хранения материалов и ГСМ.

В случаях если участок МТ проложен на пахотных землях, предварительно, производится снятие плодородного слоя земли с целью дальнейшего использования для рекультивации земель. При прокладке трубопроводов в лесной местности приходится выполнять предварительно валку деревьев, корчевку пней, уборку полосы отвода от срубленных деревьев, пней, ветвей и других порубочных остатков. Эти работы обычно производят бульдозерами с навесным оборудованием для валки деревьев. Применяют бензомоторные пилы «Дружба», МП-5 «Урал», валочно-пакетирующие машины типа ЛП-19. Для трелёвки хлыстов на трассе применяют трелёвочные трактора ТДТ-55, ТБ-1, ТТ-4 и др. Спеленные деревья, очищенные от сучьев, доставляют на специальные свободные и удобные для подъезда площадки, служащие временным складом, затем деловой лес вывозят за пределы строительной полосы или же используется для строительства временных и лежнёвых дорог, вахтового посёлка и на другие хозяйственные нужды. Места складирования должны быть согласованы с местными лесхозами. Расчистку полосы отвода от валунов и крупных камней осуществляют бульдозерами и корчевателями-собирающими. Ямы, образованные в результате корчевки пней и удаления валунов, должны быть засыпаны. Порубочные остатки зарываются на краю полосы отвода, утилизируются или подвергаются уничтожению другими доступными способами.

Схемы временных дорог, переездов через соседние нитки МТ составляются после тщательного обследования полосы отвода и прилегающей местности. Тип и конструкция временных дорог и переездов зависят от грунтов, климатических условий, технического состояния трубопровода и определяется проектом производства работ.

Чаще всего на месте пересечения производится отсыпка первоначально глины, в качестве подошвы, затем раскладывается нетканый материал «дорнит» для отвода грунтовых вод и песчано-гравийная смесь, в качестве подушки шириной не менее 3÷5м и высотой не менее 0,5м. Подушка уплотняется, а сверху укладываются плиты ЖБИ. Край переезда ограждается и устанавливается знак обозначения переезда. В тёмное время суток переезд должен быть освещён. В случае отсутствия плит ЖБИ, в качестве настила, можно использовать брёвна. Есть опыт использования плит из полимерных материалов, что гораздо дешевле плит ЖБИ и они многоразового использования.

Ширина монтажной полосы отвода зависит от диаметра сооружаемого трубопровода, типа земельных угодий и состава грунта. На пахотных землях её принимают больше, в лесных массивах для уменьшения валки деревьев она принимается гораздо меньше при одинаковых остальных условиях. Размеры полос сведены в таблицу:

Диаметр трубопровода, мм	Земли не с/х назначения, м	Земли с/х назначения, м
Ду ≤ 426	20	28
Ду > 426÷720	23	33
Ду > 720÷1020	28	39
Ду > 1020÷1220	30	42
Ду > 1220÷1420	32	45

Работы по оборудованию переходов МТ в местах прохождения подземных коммуникаций различного назначения, шоссейных и железных дорог разрешается производить только после официального письменного согласования с организацией, эксплуатирующей данное сооружение. К письменному согласованию должен быть приложен план с указанием трасс и глубин заложения коммуникаций в месте пересечения с трубопроводом. Вскрышные работы в непосредственной близости от коммуникаций разрешается выполнять только вручную. Если на месте работ обнаружены подземные коммуникации различного назначения, не значащиеся в проектной документации, необходимо приостановить работы, поставить в известность заинтересованные организации, вызвать их представителей и продолжить работы в их присутствии. Одновременно должны быть приняты меры к защите от повреждений обнаруженных коммуникаций и сооружений.

Земляные работы при пересечении действующего электрического кабеля, а также в пределах 1,5м от него допускается производить в присутствии технического персонала, ответственного за производство ремонтно-строительных работ, и представителя организации, эксплуатирующей кабельную линию.

Ось сооружаемого трубопровода отмечается кольшками (пикетами) через каждые 100м, на углах поворота в начале и в конце закругления, но не ближе 50м. Через каждые 50м производится нивелирование в обычных условиях; через 10м на участках со сложным рельефом местности; через 2м – на углах поворота. Высотные отметки, определённые нивелиром, отмечаются на пикетах, что позволяет более точно сформировать профиль трассы.

#### Разработка траншеи в нормальных условиях

Грунт, вынутый из траншеи, укладывают в отвал с одной (левой) стороны траншеи, оставляя другую сторону свободной для отбраковки труб, сварочно-монтажных и изоляционно-укладочных работ. Отвал грунта во избежание обвала стенок забоя должен располагаться на расстоянии не ближе 0,5 м от бровки траншеи, расстояние может быть увеличено с учётом геологических особенностей грунта.

Обычно разработку траншеи при производстве работ на линейной части МТ производят, механизировано одноковшовым, роторным экскаваторами, а также цепными или роторными вскрышными экскаваторами с укороченной средней секцией.

## • Технические науки

Для предохранения траншей от обвалов необходимо учитывать, что движение транспортных средств и строительной техники вблизи траншеи допускается на расстоянии, определяемом призмой обрушения грунта и отмеченной в проекте производства работ.

Крутизна откосов определяется составом грунта, глубиной траншеи и условиями предотвращения обрушения стенок. Приняты следующие значения крутизны стенок траншеи, которые сведены в таблицу:

Виды грунтов	Крутизна откоса в зависимости от глубины заложения, м		
	1,5	3	5
Насыпные, неуплотнённые	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	1:0,5	1:1	1:1
Супески	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинки	1:0	1:0,5	1:0,75
Глины	1:0	1:0,25	1:0,25

При глубине выемки свыше 5м крутизна откоса устанавливается по расчёту.

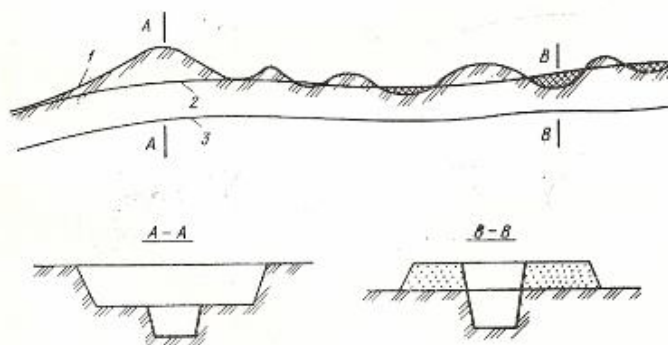


Рис 1. Схема выравнивания профиля при подготовке трассы.

Для производства работ вручную в котловане устраивают два выхода на его противоположных сторонах в виде пологих откосов, с каждой из сторон от трубы под углом не более  $30^\circ$ . При сооружении трубопровода диаметром  $D_u \leq 1200$ мм не менее 2 выходов, для трубопровода  $D_u 1400$ мм – 4 выхода.

Размеры траншеи определяются в зависимости от сыпучести грунта и диаметра трубопровода. При  $D_u 700$ мм в общем случае ширина траншеи по низу трубы равна  $D+0,3$ м, где  $D$  - диаметр вскрываемого трубопровода, при  $D_u > 700$ мм  $1,5D$ , при прокладке в технических коридорах и стеснённых условиях для трубопроводов  $D_u 1200 \dots 1400$ мм допускается  $D+500$ мм.

В водонасыщенных грунтах вскрышные работы следует начинать с пониженных мест для спуска и откачки воды. При значительном притоке воды такое пониженное место выносят в сделанное для этой цели расширение траншеи, где устанавливается небольшой колодец для забора воды.

При незначительном притоке грунтовых вод применяют одноступенчатые центробежные насосы с приводом от электродвигателя типа С-203 или С-204 производительностью до 24м<sup>3</sup>/ч и насосы типов С-247, С-245, С-490 и С-665 с двигателями внутреннего сгорания и подачей соответственно 35, 120, 120, 120 м<sup>3</sup>/ч.

При значительном притоке грунтовых вод целесообразно применять водопонижающие установки типов ЛИУ-2, ЛИУ-3, ЛИУ-5, ПВУ-2 производительностью соответственно 30, 60, 120 и 140м<sup>3</sup>/ч.

Для откачки дождевых, талых и грунтовых вод из траншей при сооружении МТ наибольшее распространение получили передвижные водоотливные установки типов СВА-2, УОВ-3А и др.

Установки смонтированы на автомобильном или тракторном ходу и имеют производительность 500-700 м/ч, что создаёт условия для более эффективного их применения.

В условиях трассы для предохранения изоляционного покрытия трубопровода от повреждений при укладке о неровности, имеющиеся на дне траншеи, необходимо устраивать постель из мягкого грунта толщиной 0,1-0,15м, как правило, из песка или ПГС. Если на участке трассы нет подходящих по гранулометрическому составу грунтов, а также если трасса проходит по крутым склонам, где отсыпанный грунт скатывается, то для устройства постели используют мешки, заполненные мягким грунтом или песком и уложенные на дно траншеи на расстоянии 2-5м один от другого. Если устройство постели из мягкого грунта связано со значительными трудностями и с выполнением больших земляных работ, то трубопровод покрывают сплошной футеровкой из деревянных реек, полимерных материалов или соломенных матов. Уложенный трубопровод необходимо присыпать мягким грунтом на высоту 20см (выше верхней образующей). В проекте рекультивации земель должны быть определены: границы угодий по трассе трубопровода, в которых необходима рекультивация; толщина снимаемого плодородного слоя почвы; ширина зоны рекультивации в пределах полосы отвода; место расположения отвала для временного хранения снятого плодородного слоя почвы; способы снятия, транспортировки и нанесения плодородного слоя; методы уплотнения разрыхлённого минерального грунта и плодородного слоя почвы после засыпки трубопровода. Снятие и нанесение плодородного слоя почвы осуществляет подрядная организация.

Земельные участки приводят в пригодное состояние в ходе работ, а при невозможности этого – не позднее, чем в течение года после завершения работ.

Грунт, вынутый из траншеи и котлована, следует укладывать в отвал с одной стороны на расстоянии от бровки не ближе 0,5 м, оставляя другую сторону свободной для передвижения транспорта и производства монтажно-укладочных работ (рабочая полоса).

При прокладке газопроводов в поселениях под улицами или площадями следует применять преимущественно закрытые способы строительства с использованием установок наклонно-направленного бурения, продавливания или прокола.

При прокладке газопровода на разделительных полосах улиц используется открытый способ строительства; грунт по мере разработки траншеи сразу грузится на автосамосвал и вывозится для временного хранения. Если позволяет ширина разделительной полосы, то грунт может укладываться вдоль траншеи.

При строительстве газопровода вдоль действующего газопровода схема производства работ выбирается исходя из условия исключения наезда техники на действующий газопровод. Перед началом работ по оси действующего газопровода необходимо выставить через 10 м вешки с указанием глубины заложения газопровода.

Сроки выполнения работ на обрабатываемых землях и порядок проведения рекультивационных работ должны быть согласованы с землепользователем.

К моменту укладки газопровода дно траншеи должно быть очищено от веток, корней деревьев, камней, строительного мусора и выровнено в соответствии с проектом.

Если в траншее образовался лед или ее занесло снегом, перед укладкой газопровода траншею необходимо очистить.

Размеры и профили траншеи при строительстве газопроводов устанавливаются проектом.

При откосе траншей 1:0,5 и круче минимальную ширину траншеи можно принимать:

а) при соединении труб сваркой:

- для газопроводов диаметром до 0,7 м -  $D + 0,3$  м, но не менее 0,7 м; диаметром св. 0,7 м -  $1,5D$

- при разработке траншеи экскаваторами непрерывного действия для газопроводов диаметром до 219 мм -  $D + 0,2$  м;

- при укладке отдельными трубами для диаметров до 0,5 м -  $D + 0,5$  м; от 0,5 до 1,2 м (включительно) -  $D + 0,8$  м;

- на участках, балластируемых железобетонными грузами или анкерами, -  $2,2D$ ;

- на участках, пригружаемых неткаными синтетическими материалами или геотекстильными материалами, -  $1,5D$ ;

б) при соединении одиночных труб муфтами или фланцами:

- для газопроводов диаметром до 0,5 м -  $D + 0,8$  м;

## • Технические науки

- то же, от 0,5 м до 1,2 м -  $D + 1,2$  м.

При откосах положе 1:0,5 минимальная ширина траншеи принимается  $D + 0,5$  м для укладки отдельными трубами и  $D + 0,3$  м - для укладки плетями.

На участках кривых вставок ширина траншеи принимается не менее двукратной ширины траншеи на прямолинейных участках.

Если ширина ковша одноковшового экскаватора превышает приведенные ранее размеры, то ширина траншеи принимается:

- в песках и супесях -  $K + 0,15$  м;
  - в глинистых грунтах -  $K + 0,4$  м;
  - в скальных (разрыхленных) и мерзлых грунтах -  $K + 0,4$  м,
- где  $K$  - ширина ковша по режущим кромкам.

При разработке траншеи траншейными экскаваторами (ротормым, цепным, фрезерным) ее ширина принимается равной ширине копания.

При бестраншейном трубозаглублении (длинномерных труб малых диаметров) ширина щели принимается равной ширине рабочего органа (щелереза).

Размеры приемков для заделки стыков в траншее для газопроводов всех диаметров должны быть следующими:

- для стальных труб - длина 1,0 м, ширина  $D + 2$  м, глубина 0,7 м;
- для полиэтиленовых труб - длина 0,6 м, ширина  $D + 0,5$  м, глубина 0,2 м.

Траншея и котлованы должны разрабатываться с откосами. Траншеи с вертикальными стенками без крепления разрешается разрабатывать в мерзлых и в грунтах естественной влажности с ненарушенной структурой при отсутствии грунтовых вод на следующую глубину, м:

- в насыпных песчаных и гравелистых грунтах - не более 1;
- в супесях - не более 1,25;
- в суглинках и глинах - не более 1,5.

Для рытья траншей и котлованов большей глубины необходимо устраивать откосы различного заложения в зависимости от состава грунта и его влажности в соответствии с требованиями СНиП III-42 и по таблице 1.1.

Таблица 1.1

Виды грунтов	Крутизна откоса (отношение его высоты к заложению) при глубине выемки, м, не более		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессы и лессовидные	1:0	1:0,5	1:0,5

Крутизна откосов траншеи и котлованов, разрабатываемых на болотах, принимается в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.3.048 по таблице 1.2.

Таблица 1.2

Торф	Крутизна откосов на болотах типа I, II и III		
Слаборазложившийся	1:0,75	1:1	-
Хорошо разложившийся	1:1	1:1,25	По проекту

В илистых и плавунных грунтах, не обеспечивающих сохранение откосов, траншеи и котлованы разрабатываются с креплением и водоотливом.

На дне котлована устраивается приемок для сбора и периодической откачки воды.



Наибольшая крутизна откосов траншеи и котлованов, устанавливаемых без крепления в грунтах, находящихся выше уровня подземных вод, следует принимать в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.3.048.

Крутизну откосов подводных траншей при ширине водной преграды более 30 м или глубине более 1,5 м (при среднем рабочем уровне воды) с учетом безопасных условий производства водолазных работ следует принимать по таблице 1.3.

Таблица 1.3

Наименование и характеристика грунтов	Крутизна откосов подводных траншей при глубине траншеи, м	
	До 2,5	Более 2,5
Пески пылеватые и мелкие	1:2,5	1:3
Пески средней крупности	1:2	1:2,5
Пески неоднородного зернового состава	1:1,8	1:2,3
Пески крупные	1:1,5	1:1,8
Гравийные и галечниковые	1:1	1:1,5
Супеси	1:1,5	1:2
Суглинки	1:1	1:1,5
Глины	1:0,5	1:1
Предварительно разрыхленный скальный грунт	1:0,5	1:1
Заторфованные и илы	По проекту	

Наибольшую крутизну откосов обводненных береговых траншей рекомендуется принимать по таблице 1.4

Таблица 1.4

Наименование и характеристика грунтов	Крутизна откосов обводненных береговых траншей при глубине траншеи, м	
	До 2	Более 2
Пески мелкие	1:1,5	1:2
Пески средней зернистости и крупные	1:1,25	1:1,5
Суглинки	1:0,67	1:1,25
Гравийные и галечниковые	1:0,75	1:1
Глины	1:0,5	1:0,75
Предварительно разрыхленный скальный грунт	1:0,25	1:0,25
Примечание. Крутизна откосов дана с учетом грунтовых вод.		

Наибольшую высоту вертикальных стенок траншеи и котлованов в мерзлых грунтах, кроме сыпучемерзлых, при среднесуточной температуре воздуха ниже минус 2 °С допускается увеличивать по сравнению с величиной глубины промерзания грунта, но не более чем до 2 м.

Необходимость временного крепления стенок траншеи и котлованов устанавливается проектом в зависимости от глубины выемки, состояния грунта, гидрогеологических условий, величины и характера временных нагрузок на берме и других местных условий.

При невозможности применения инвентарных креплений стенок котлованов или траншей следует применять крепления, изготовленные по индивидуальным проектам, утвержденным в установленном порядке. При установке креплений верхняя часть их должна выступать над бровкой выемки не менее чем на 15 см. Устанавливать крепления необходимо в направлении сверху вниз по мере разработки выемки на глубину не более 0,5 м. Разборку креплений следует производить в направлении снизу вверх по мере обратной засыпки выемки. Разработка траншейными (роторным, цепным) экскаваторами в связных грунтах (суглинках, глинах) траншей с вертикальными стенками без крепления допускается на глубину не более 3 м. В местах, где требуется пребывание рабочих, должны устраиваться крепления траншей или откосов.

При производстве работ по разработке выемок состав контролируемых показателей, допустимые отклонения и методы контроля рекомендуются в соответствии с таблицей К.1 приложения К. К началу работ по рытью траншеи и котлована должно быть получено письменное разрешение на право производства земляных работ в зоне расположения подземных коммуникаций, выданное организацией, ответственной за эксплуатацию этих коммуникаций.

Перед разработкой траншеи следует воспроизвести разбивку ее оси, а на вертикальных кривых через каждые 2 м геодезическим инструментом отметки, контролирующие проектную глубину прокладки газопровода (для диаметра св. 520 мм).

Разработку траншеи рекомендуется производить одноковшовым экскаватором:

- на участках с выраженной холмистой местностью (или сильно пересеченной), прерывающейся естественными преградами;
- в мягких грунтах с включением валунов;
- на участках повышенной влажности;
- в обводненных грунтах;
- при широких траншеях под многониточные газопроводы.

Разработку траншеи экскаваторами непрерывного действия рекомендуется производить на участках со спокойным рельефом местности, на отлогих возвышенностях, на участках с плотными, нескальными и мерзлыми грунтами крепостью до 400 ударов плотномера ДорНИИ. Траншея под газопровод диаметром 20 - 100 мм в глинистых и песчаных грунтах может разрабатываться плужным способом.

В мерзлых грунтах в зависимости от темпов строительства и объемов работ рекомендуются комбинированные способы разработки траншеи под отметку:

- поочередная работа по рыхлению с помощью гидромолотов на одноковшовых экскаваторах с последующей навеской ковша и выемкой грунта;
- послойная разработка с помощью рыхлителей на базах бульдозеров с последующей экскавацией одноковшовыми или непрерывного действия экскаваторами;
- нарезки щелей баровыми установками на бульдозерах с последующей экскавацией мерзлых блоков одноковшовыми экскаваторами.

Приямки под технологические захлесты и сооружения на газопроводах разрабатывают одновременно с рытьем траншеи, если позволяет устойчивость грунтов.

Разработку траншей одноковшовым экскаватором следует вести с устранением гребешков на дне в процессе копания, что достигается протаскиванием ковша по дну траншеи в обратном копанию направлении после завершения разработки забоя.

На участках с высоким уровнем грунтовых вод разработку траншей следует начинать с более низких мест для обеспечения стока воды и осушения вышележащих участков. Для районов с глубиной промерзания 0,4 м и более в ППР должны предусматриваться мероприятия по предохранению грунта от промерзания (рыхление поверхностного слоя, снежный валик, утепление древесными остатками и др.).

Технологический задел по рытью траншеи определяется ППР. В зимнее время, когда слабые грунты проморожены недостаточно для прохода землеройных машин, траншею разрабатывают по технологии летнего строительства.

На участках с межболотными озерами при разработке траншеи в летнее время следует использовать понтоны и скреперные установки; в зимнее время при промерзании воды до дна озера разработку траншеи производят со льда. При непромерзании воды до дна устраивают майну и траншею разрабатывают экскаватором с понтона. Майну устраивают путем нарезки льда баровыми машинами. Лед удаляют одноковшовыми экскаваторами. В скальных грунтах с полосы траншеи снимают вскрышной слой рыхлого минерального грунта на всю глубину до обнажения скального грунта при толщине вскрышного слоя более 0,2 м. При меньшей толщине вскрышного слоя его можно не удалять. Снятый грунт вскрыши укладывают на берме траншеи отдельно от скального и используют для подсыпки и присыпки газопровода.

Траншеи в скальных грунтах разрабатываются с предварительным рыхлением грунта механическим или взрывным способами. По крутым продольным уклонам (св. 15°) планировка производится путем срезки грунта. Траншея должна быть выкопана не в насыпном грунте, а в

материковом. На участках с поперечным уклоном до  $15^\circ$  разработку выемок под полки рекомендуется производить поперечными проходами бульдозеров перпендикулярно к оси газопровода, если это позволяет условие прохождения газопровода. На участках с поперечным уклоном более  $15^\circ$  для разработки разрыхленного или нескального грунта при устройстве полок рекомендуется применять одноковшовые экскаваторы, оборудованные прямой лопатой. Экскаватор разрабатывает грунт в пределах полувыемки и отсыпает его в насыпную часть полки. В процессе первоначальной разработки полки экскаватор необходимо якорить бульдозером. Окончательная доработка и планировка полки производится бульдозером. Разработку траншей на продольных уклонах до  $15^\circ$ , если нет поперечных косогоров, следует выполнять одноковшовым экскаватором сверху вниз. Работа на продольных уклонах от  $15^\circ$  до  $36^\circ$  должна осуществляться с якорением экскаватора. Число якорей и метод их закрепления определяются расчетом. Работа траншейных экскаваторов разрешается на продольных уклонах до  $36^\circ$  при движении их сверху вниз. При уклонах от  $36^\circ$  до  $45^\circ$  применяется якорение экскаватора. Работа бульдозера разрешается на продольных уклонах до  $36^\circ$ .

В зависимости от несущей способности болота разработку траншей осуществляют:

- на болотах с несущей способностью более 0,01 МПа - болотными одноковшовыми экскаваторами или обычными одноковшовыми экскаваторами, установленными на перекидных щитах или сланях;

- на болотах с несущей способностью менее 0,01 МПа - экскаваторами, установленными на понтонах или пеноволокушах.

При глубине торфяного слоя до 1 м с подстилающим основанием, имеющим высокую несущую способность, разработка траншеи осуществляется с предварительным удалением торфа бульдозером или экскаватором. При этом глубина траншеи должна быть на 0,15 - 0,2 м ниже проектной отметки. При использовании экскаватора для выторфовывания протяженность создаваемого фронта работ должна быть 40 - 50 м.

На болотах большой протяженности с низкой несущей способностью траншею следует разрабатывать зимой, после предварительного промораживания. На участках с глубоким промерзанием болота работы должны выполняться с предварительным рыхлением мерзлого слоя. При прокладке газопровода через межболотные озера шириной до 50 м и глубиной до 1 м траншеи разрабатывают одновременно с двух противоположных берегов одноковшовыми экскаваторами с дамбы, устанавливаемой с каждого берега пионерным способом. Дамба также используется для монтажа и укладки газопровода.

На озерах шириной более 50 м или глубиной более 2 м траншеи на дне этих водоемов разрабатывают одноковшовыми экскаваторами, установленными на понтонах. При этом понтоны якорятся. Траншеи в песчаных грунтах с большими откосами разрабатываются бульдозерами, скреперами, одноковшовыми экскаваторами. Неглубокие траншеи (до 1,2 м - в сыпучих грунтах и до 1,5 м - во влажных) допускается разрабатывать бульдозерами продольно-поперечным способом.

При устройстве глубоких траншей в сыпучих песках применяется комбинированный способ разработки грунта. Верхний слой грунта (глубиной до 1,0 м) разрабатывается бульдозерами, а остальная часть до проектной отметки - одноковшовыми экскаваторами. При многониточной прокладке газопроводов в общей траншее широкие траншеи следует, как правило, разрабатывать бульдозерами продольно-поперечным способом.

Во влажных песках разработку траншеи следует, как правило, вести роторным экскаватором с откосниками или разрабатывать верхний слой бульдозерами с последующей доработкой траншеи одноковшовым или роторным экскаватором до проектной глубины.

Разработка обводнённых грунтов и сооружение трубопроводов на болотах

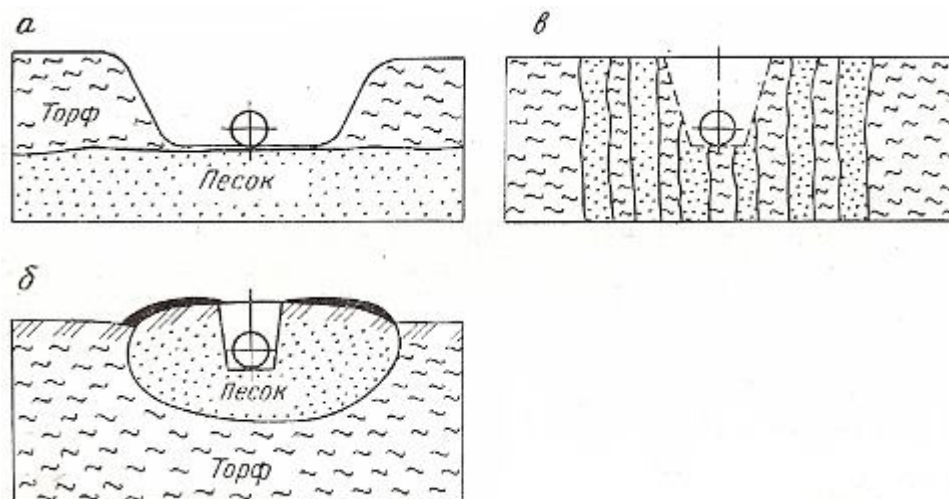
Наиболее чаще к таким грунтам относятся территории болот избыточно увлажнённые или переувлажнённые участки земной поверхности, сложенные в основном торфом различной консистенции и степени разложения при мощности слоя торфа более 0,5м. Классифицируют три типа болот по несущей способности поверхности болот и возможности проходимости строительной техники.

Первый тип: Болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и неоднократный проход болотной техники с удельным давлением 0,2-0,3кгс/см или проход обычной техники с помощью щитов, сланей, либо дорог, обеспечивающих снижение удельного давления на поверхность залежи торфа до 0,2кгс/см

Второй тип: Болота, целиком заполненные торфом, допускающие работу и проход строительной техники только с помощью щитов, сланей, либо дорог, обеспечивающих снижение удельного давления на поверхность залежи торфа до 0,1кгс/см.

Третий тип: Болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой и без неё, допускающие работу только специальной техники на понтонах или обычной техники с плавучих средств. Участки земной поверхности, на которых горизонт грунтовых вод находится выше дна разрабатываемой траншеи, принято называть обводнёнными.

Вследствие труднодоступности, трудоемкости, пожароопасности болот сооружение трубопровода на данных участках производят в зимний период, предварительно проложив подъездные и вдольтрассовые зимние дороги с учётом типа болота, мощности и степени разложения торфа, его промерзаемости. Тип и конструкция дороги устанавливается проектом производства работ. Для ускорения промерзания проезжей части дороги производят периодическое укатывание снежного покрова тракторами или бульдозерами на уширенных гусеницах. Намораживание ледяной корки путём многократного полива дороги водой (слоями в 2-3см с интервалом 1-2ч в зависимости от температуры воздуха) применяют в редких случаях.



**Рис 2.** Схема подготовки трассы в талом грунте

Выемка торфа проводится в тех случаях, когда работы принято вести по минеральному грунту. Торф убирается на всю глубину болота бульдозером, экскаватором или землеройным устройством, установленным на плавсредстве. Отсыпка песка производится при большой глубине болота. При этом отсыпается массивная песчаная подушка. Отсыпка песка производится с берега болота автосамосвалами или гидронамывом.

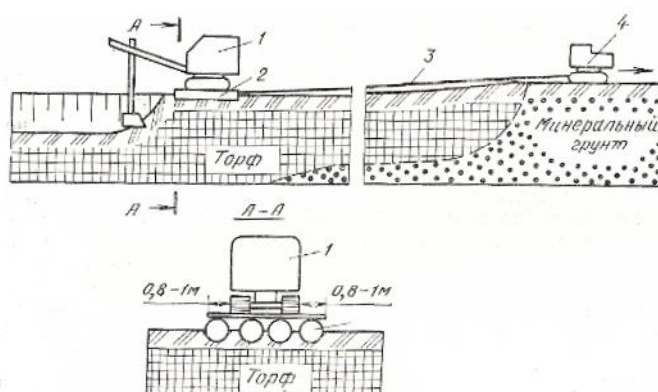
Осушение проводят с помощью водоотводных дренажных канав. Эта операция может быть эффективна только на болотах верхового типа. Промораживание осуществляется в тех случаях, когда необходимо как можно быстрее проморозить болото. Достигается это снятием снежного покрова с поверхности болота лёгкими бульдозерами со специальными отвалами. Выпускать на промороженное болото механизированную колонну можно только убедившись в достаточной прочности промерзшего грунта.

На плохозамерзаемых болотах, а также на болотах с мощным слоем торфа (более 2м) проезжую часть усиливают сплошным лежнёвым настилом или разреженным настилом (через 0,4-0,6м) из брёвен толщиной по комлю 18-22см. В дальнейшем эти дороги используются заказчиком при эксплуатации МТ, как вдольтрассовые проезды.

Разработку траншеи допускается производить взрывом при относительно небольшой ширине труднопроходимого болота глубиной до 2 – 3м. В качестве взрывчатого вещества (ВВ) используют пироксилиновый порох, уложенный в упаковку в виде шнура из хлопчатобумажной ткани диаметром 12 – 18см. Непрерывный заряд пироксилинового пороха, помещённый в воду, хорошо детонирует от взрыва промежуточного заряда бризантного ВВ. В результате образуется траншея глубиной до 2м и шириной 5 – 6м. Разработку траншеи бульдозером и экскаватором производят в тех случаях, когда глубина слоя торфа в полосе не превышает 0,5 – 1м. Бульдозер снимает слой торфа в полосе 4 – 5м до минерального грунта. Экскаватор, отставая от бульдозера на 15 – 30м ведёт разработку траншеи на необходимую глубину обратной лопатой.

Откосы земляного полотна верхней части насыпи обычно принимают в пределах 1:1,25 – 1:1,5. Ширина проезжей части дороги принимается 3,5 – 4,5м в зависимости от характеристики транспортных средств и дорожно-строительной техники.

В случае наличия открытых участков воды разработку траншеи ведут экскаватором с понтона. магистральный трубопровод земляной грунт



**Рис 3.** Схема разработки траншеи экскаватором с салазок

При рытье котлована в обводнённых грунтах применение открытого водоотлива не всегда даёт желаемый результат, поэтому производят бурение вертикальных дрен ниже дна траншеи с засыпкой вовнутрь песка, что позволяет воде подниматься по песчаным дренажным сваям на поверхность и отводиться в сторону, осушая болото. Из-за постоянного присутствия воды на дне траншеи изоляционные работы производятся у бортики траншеи или в положении на весу.

Земляные работы чаще всего выполняются поточным методом с разбивкой газопровода на участки (захватки). Длину участков выбирают в зависимости от наличия пересекающих трассу подземных коммуникаций, горизонтальных поворотов трассы, дорог, препятствий и прочее, в зависимости от местных условий. Длина участков должна быть равной фактической длине труб и секций, чтобы исключить дополнительную резку и сварку прокладываемых труб. Глубина заложения газопроводов зависит от влажности транспортируемого газа и характеристик грунта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Забела К.А., Красков В.А., Сощенко А.Е., Безопасность пересечений трубопроводами водных преград. М.: Недра –Бизнесцентр /2001-195с.
2. Гумеров А.Г. Азмеев Х.А. „Аварийно-восстановительный ремонт магистральных нефтепроводов . М.: Недра –Бизнесцентр /1998-271с.,
3. РД-23.040.00-КТН-090-07 Линейная часть магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Выборочный ремонт дефектных секций
4. Гумеров А.Г., Гумеров Р.С., Гумеров К.М. Безопасность длительно эксплуатируемых магистральных нефтепроводов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003 .-310с.

REFERENCES

1. Zabiela KA, paint VA, Soschenko A.E., Safe crossing water obstacles pipelines. М.: Nedra-Biznestsentr / 2001-195s.
2. Gumerov AG Azmeetov H.A., Emergency recovery repair of trunk pipelines. М.: Nedra-Biznestsentr / 1998-271s.,
3. RD-23.040.00-KTH-090-07 linear part of main oil and product pipelines. Selective repair of defective sections
4. Gumerov AG, Gumerov PC, Gumerov KM Safety is long maintained the main oil pipelines. Ltd. М.: "Core-business centers", 2003.-310с.

Қазанқап Д.Б., Әбілқасымов Е.Ғ.

**Анализ работ разработки траншеи и обводненных грунтов и сооружений трубопроводов на болотах**

**Түйіндеме:** Мақалада батпақты жерлерде құбырларды жүргізу қарастырылады. Құбырлардың сенімді және қауіпсіздігі оларды дұрыс жобалау, салу және пайдалануға байланысты. Магистральді құбырларды батпақты жерлерде жүргізу СНиП талабына сәйкес инженерлік шешімдермен жүргізіледі.

**Кілттік сөздер :** магистральдық құбыр желісі , мұнай тасымалдау , траншеи әзірлеу.

Kazankap D.B., Abilkasymov E.G.

**Орлар мен су басқан топырақта дамыту жұмысымен қатар, батпақтар мен құбырлардың құрылысын талдау**

**Summary:** This article contains information on preparatory and excavation, as well as the method of production preparation and excavation of the main pipeline. Development of the trench in normal faults, the main function modules, the composition of models and methods of analysis.

**Key words:** pipelines, oil transportation, the development of the trench.

УДК 622.7(6)

**Св.С. Квон, И.Е. Медведева, Н.Б. Айтбаев, А.Е. Омарова**  
(Карагандинский государственный технический университет,  
Караганда, Республика Казахстан, [Erkezhan\\_2301@bk.ru](mailto:Erkezhan_2301@bk.ru))

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА РЕЛЬСОВЫХ ПРОВОДНИКОВ СКИПОВЫХ СТВОЛОВ ШАХТ**

**Аннотация.** В работе исследована структура стали, используемой для изготовления проводников направляющих скиповых стволов шахт. Показано, исходный материал не подвергается упрочняющей термообработке, что обуславливает его низкую износостойкость. Исследована микроструктура стали по всей длине рельса, с учетом зон риска (стыки). Проведен металлографический анализ неметаллических включений. Проведены лабораторные эксперименты по упрочнению рельсовой стали. Оптимальной структурой для упрочненной рельсовой стали является сорбит закалки.

**Ключевые слова:** рельсовая сталь, износостойкость, сорбит, термообработка, газопламенная закалка, твердость, принцип Шарпи.

В процессе эксплуатации подъемных установок в скиповых стволах шахт имеет место такое явление, как механический и коррозионный износ рельсовых проводников. Причиной их выхода из строя являются периодические контактные, знакопеременные, изгибающие и ударные нагрузки. В процессе эксплуатации происходит истирание и деформация головки рельса, что вызывает необходимость его замены и, как следствие, простоя ствола и снижение его производительности [1].

В качестве рельсовых проводников в стволах шахт в основном применяются промышленные рельсы марки Р-43. Состав стали приведен в таблице 1.

---

Настоящая публикация осуществлена в рамках Подпроекта "Создание Международного центра материаловедения", финансируемого в рамках Проекта "Коммерциализация технологий", поддерживаемого Всемирным Банком и Правительством Республики Казахстан. Заявления могут не отражать официальной позиции Всемирного банка и Правительства Республики Казахстан

Таблица 1. Химический состав стали М70, применяемой для изготовления промышленных рельсов, %

C	Mn	Si	P	S
0,62-0,77	0,6-1,0	0,15-0,30	≤ 0,040	≤ 0,050

По требованию потребителя рельсы Р-43 должны поставляться с закалкой поверхности головки рельсов на концах. Длина закаленного слоя должна быть не менее 100 мм от торца и глубина – не менее 4 мм с постепенным плавным понижением твердости от 350-380 НВ до 220-230 НВ.

С целью оценки и прогнозирования механических и эксплуатационных характеристик рельсовой стали была исследована ее макро- и микроструктура[2]. Для этого были изготовлены шлифы поперечного и продольного сечения по всей длине рельса. Структура исследовалась на микроскопах МИМ-7 и «Metaval» (увеличение x500), твердость определялась с помощью твердомера ТК-2М, микротвердость измерялась прибором ПМТ-3. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. Изменение микроструктуры и твердости рельсовой стали по длине рельса

№ образца	Местоположение шлифа	Твердость, НВ	Микро-твердость	Микроструктура
1	Стык, край головки	227	272	перлит
2	Стык, середина	229	276	перлит и мелкий феррит
3	Переходная зона (стык-рельс), край головки	229	269	перлит и мелкий феррит
4	Переходная зона (стык-рельс), край головки	231	272	перлит
5	Продолжение рельса, край головки	232	282	перлит и мелкий феррит
6	Продолжение рельса, край головки	232	281	перлит

Как показали проведенные металлографические исследования, рельсы, поставляемые в качестве проводников на шахты, не подвергались термической обработке после горячей прокатки. Твердость, микротвердость поверхности катания практически не изменяются по длине и по глубине головки рельса. Среднее значение твердости составляет 227-229 НВ, что соответствует твердости горячекатаной углеродистой стали 70 без упрочняющей термообработки [1].

Структура рельса однородна по всей длине рельса и представлена колониями перлита с включениями феррита. На рисунке 1 показана микроструктура рельсовой стали.

Размер действительного зерна составляет порядка 2-4 балла (т.е. температура конца прокатки ≈ 1000<sup>0</sup>С). Постоянство значений твердости по длине рельса (стык, переходная зона, продолжение рельса) свидетельствует о том, что концы рельсов упрочняющей термообработке не подвергались [3]. Это создает дополнительную возможность разрушения рельсовых проводников вследствие раннего смятия и износа концов рельса в местах стыка.

Характер неметаллических включений (природа и качество) определялся металлографическим методом и методом рентгенографического анализа. В исследованных образцах рельсов Р-43 присутствуют гомогенные неметаллические включения – сульфиды, оксиды, силикаты, стекла; и гетерогенные – оксисульфиды, сульфиды со стеклом или силикатами.

Неметаллические включения, их форму и характер распределения изучались согласно общепринятым методикам, индекс загрязненности определяли по формуле (ГОСТ 1778-70):

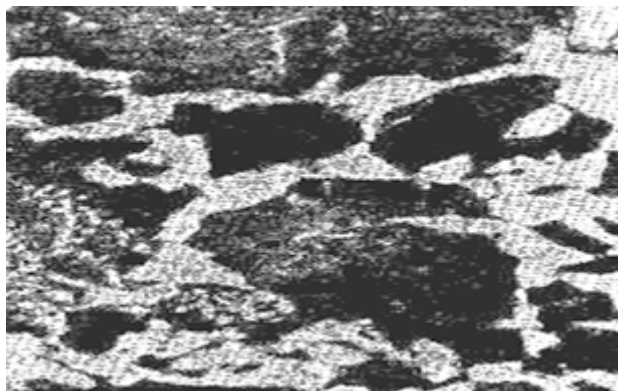
$$I = \frac{b \sum a_i \cdot m_i}{l}, \text{ мкм} \quad (1)$$

где b – цена деления окулярной шкалы при данном увеличении в мкм;

a<sub>i</sub> – среднее значение размеров включений в делениях окулярной шкалы;

m<sub>i</sub> – количество включений данной группы;

l – длина подсчета в мкм.



**Рис. 1.** Микроструктура рельсовой стали в состоянии поставки: перлит и феррит (x500)

Количественный анализ свидетельствует о достаточной степени загрязненности данной рельсовой стали: сумма баллов равна 6 при допустимой 4-6. Высокая степень загрязненности рельсовой стали может быть объяснена несоблюдением технологии выплавки и обработки стали (недостаточная раскисленность, отсутствие внепечной обработки и т.д.).

Повышенная загрязненность неметаллическими включениями в стали приводит к снижению эксплуатационных характеристик рельса, поэтому необходимо предъявлять жесткие требования к металлургическому качеству продукции. Значительная неоднородность характера распределения (10 - 246% в разных полях зрения) свидетельствует о большой ликвации в теле слитка. Строчечный характер распределения неметаллических включений является следствием пластической деформации в ходе прокатки рельсов [2].

Таким образом, микроструктура рельсов, используемых на шахтах в качестве проводников, представляет собой пластинчатый перлит с небольшими включениями феррита; характеризуется достаточно крупным зерном – 2-4 балла и низкой твердостью порядка 230 НВ. При таких характеристиках нельзя ожидать высоких механических свойств и, следовательно, высокой надежности, прочности и эксплуатационной стойкости рельсов Р-43.

Для повышения эксплуатационных характеристик рельсовых проводников необходимо введение какой-либо упрочняющей обработки, которая обеспечит твердость поверхности не менее 380 НВ. С целью исследования взаимосвязи режима термообработки и износостойкости рельса был проведен следующий лабораторный эксперимент.

**Таблица 3. Влияние режима термообработки на микроструктуру рельсовой стали**

№	Режим ТО	Твердость НВ	Микро твердость	структура	$\rho \times 10^{-2}$ г/см <sup>2</sup> хчас	L
1	После горячей прокатки (без т.о.)	232	282	Пласт.перлит + избыт.феррит	7,103	0,14
2	Закалка в воде до полного охл. с 850 <sup>0</sup> С	775	706	мартенсит	н.св.	н.св
3	Закалка в воде с 850 <sup>0</sup> С+отпуск 400 <sup>0</sup> С	379	373	Троостит, сорбит отпуска	3,82	0,25
4	Закалка в воде с 850 <sup>0</sup> С+отпуск 600 <sup>0</sup> С	275	284	Сорбит, Перлит отпуска	6,062	0,19
5	Нагрев до 840 <sup>0</sup> С+охлаждение водовоздушной смесью	320	322	сорбит закалки	4,97	0,22

Образцы, изготовленные из рельсового проводника марки Р-43, были подвергнуты термической обработке (закалка+отпуск) по разным режимам, показанные в таблице 3. После этого

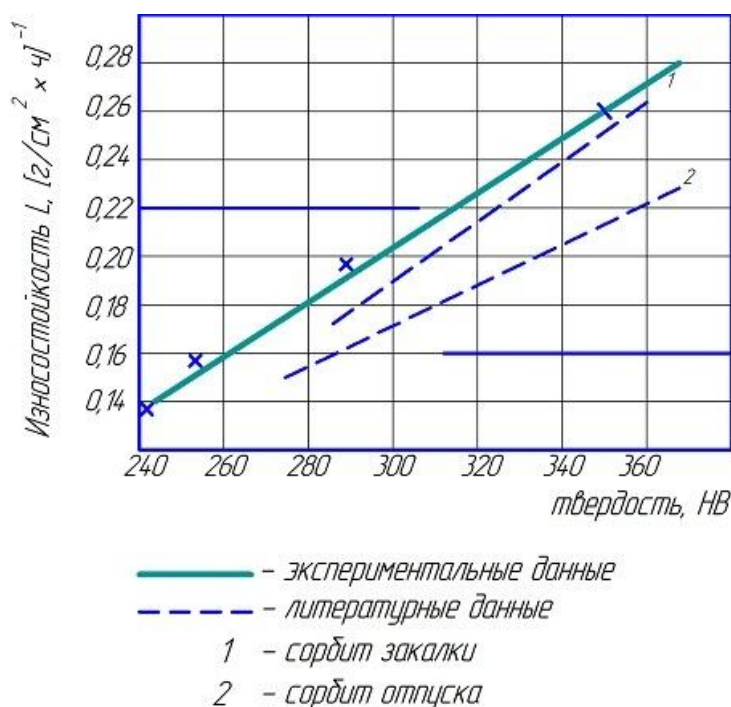


термоупрочненные образцы и «сырой» образец были подвергнуты испытанию на износ. Испытание на износ проводилось по изменению веса. В качестве изнашивающего элемента использовался чугун марки ИЧХ, скорость вращения – 950 об/мин. Скорость изнашивания  $\mathcal{Q}$  оценивали величиной изменения массы образца после испытаний  $\Delta P$ , приходящейся на единицу площади пятна трения  $S$  за время испытания равное 1 часу [4]. Соответственно, износостойкость материала  $L$  равна величине, обратной скорости изнашивания:

$$L=1/\mathcal{Q}, \quad \mathcal{Q}=[\Delta P/S], \text{ г/см}^2\text{хчас} \quad (2)$$

Массу образца измеряли с помощью весов ВЛА-5, пятно трения с помощью миллиметровой бумаги. Все измерения проводились с тремя дублями. В качестве результата принималось среднее арифметическое, если расхождение в данных не превышало 5%.

Данные таблицы 3 подтверждают наличие непосредственной взаимосвязи твердости материала и его износостойкости, так как показаны на рисунке 2.



**Рис. 2.** Зависимость износостойкости материала от твердости поверхности

Так как исследуемые параметры (масса и площадь) имели небольшие по модулю значения и разница между ними невелика, то проводили оценку значимости расхождения на основании теории вероятности, используя критерий Стьюдента [3]:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \text{ с} \quad (3)$$

$$\text{где } S^* = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}},$$

$S_1, S_2 =$  эмпирические дисперсии.

Надежность оценки принималась равной  $P=0,95$ . Во всех исследованных случаях расхождение в значениях массы  $\Delta P$  и величины площади пятна трения  $S$  приняты неслучайным и значимым, т.к. значения  $t(P,k) = 2,7$  при  $P=0,95$ .

Следовательно, рассчитанные значения износостойкости образцов можно считать истинными.

Как и ожидалось, увеличение твердости поверхности материала сопровождается увеличением износостойкости. Согласно полученной зависимости износостойкость материала линейно зависит от его твердости. Однако это не означает, что ведение процесса закалки должно происходить с точки зрения получения наибольшей твердости. Как показывали исследования структуры с повышенной твердостью (мартенсит, троостит) обладают худшими механическими свойствами и повышенным уровнем напряжений [5].

Таким образом, для получения высокой эксплуатационной стойкости материала необходимо стремиться к получению структуры, имеющей оптимум по комплексу параметров (механические свойства, износостойкость, уровень напряжений, живучесть и т.д.), а не по какому-либо одному свойству.

С этой целью были проведены дополнительные испытания по механическим свойствам наиболее оптимальных структур для рельсовой стали: сорбит закалки (образец № 5) и сорбит отпуска (образец № 4). В таблице 4 приведены сравнительные характеристики исследованных структур.

Таблица 4. Характеристики структур рельсовой стали после термической обработки

№	Механические свойства	Сорбит закалки	Сорбит отпуска
1	Предел прочности, МПа	130	130
2	Предел текучести, МПа	103	115
3	Относительное удлинение, %	9	8
4	Относительное сужение, %	48	38
5	Ударная вязкость, $-60^{\circ}\text{C}$ , $\text{кГсм}/\text{см}^2$	1,8	2,5
6	Ударная вязкость, $-20^{\circ}\text{C}$ , $\text{кГсм}/\text{см}^2$	3,2	4,1
7	Предел выносливости	46	46
8	Предел контактной прочности	130	115
9	Износостойкость, $\text{г}/\text{см}^2\text{хч}^{-1}$	2,5	1,5

Подобная разница в механических свойствах сорбита закалки и сорбита отпуска объясняется различной формой цементита: пластинчатый и зернистый соответственно. Пластинчатая форма цементита в составе сорбита закалки определяет и большую способность его к перераспределению напряжений по сравнению с сорбитом отпуска, а, следовательно, и высокую контактно-усталостную прочность.

Как показали исследования, рельсовая сталь со структурой сорбит закалки обладает более высокими значениями предела контактной выносливости  $\sigma_k$  по сравнению с сорбитом отпуска при одинаковых значениях твердости [1].

Разница в свойствах рельсовой стали со структурой сорбит закалки и сорбит отпуска связана не столько с различиями микроструктуры, но и с наличием макронеоднородностей. Рельсы со структурой поверхности катания сорбит отпуска имеют следующее строение: сорбит отпуска, бейнит и сорбит закалки [2]. Аналогично меняется твердость: провал по кривой твердости приводит к появлению и развитию контактно-усталостных трещин, выколам и т.д.

Таким образом, оптимальной структурой для рельсовой стали после термообработки является сорбит закалки. Надо отметить, что все мероприятия, приводящие к снижению дисперсности сорбита улучшают механические свойства стали и ее твердость. Так как рельсовая сталь, используемая для производства Р-38, содержит в среднем 0,6-1% Mn, то перлитная область сдвигается в область более низких температур, что повышает дисперсность структуры. Это надо учитывать при разработке карты закалки.

Твердость сорбита закалки можно оценивать по эмпирической формуле:

$$HV=280+[22.5/d]10^4, \quad (4)$$

где  $d$ -величина межпластинчатого расстояния.

Таким образом, показано, что поставляемая рельсовая сталь не подвергалась упрочняющей термообработке. Металлургическое качество стали при этом невысоко, о чем свидетельствует высокий индекс загрязненности неметаллическими включениями и строчечная ликвация. Для повышения срока службы эксплуатации рельсовых проводников скиповых стволов шахт необходимо введение упрочняющей термообработки, причем оптимальной структурой в этом случае является сорбит закалки. Именно структура сорбит закалки обладает наиболее оптимальным комплексом механических свойств, обеспечивающих высокий срок службы проводников в сочетании с высокой износостойкостью [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Золотарский А.Ф. Термические упрочненные рельсы – М., 1996. - 265с.
2. Лемпицкий В.В., Казарновский Д.С. Производство и термическая обработка рельсов – М., Металлургия, 2002. - 272с.
3. Готтлиб Л.И. Основы технологии пламенной поверхностной закалки. – М., Машиностроение, 1998. - 147с.
4. Баленин Ю.А., Ушаков Б.К., Секей А.Г. Технология термической обработки. – М., Металлургия, 2009. - 194с.
5. Зоткин В.Е. Методология выбора материала и упрочняющей технологии– М., Металлургия, 2004г. – 312с.

#### REFERENCES

1. Zolotarsky AF Thermal strengthened with rails - M., 1996. - 265s.
2. Lempitskii VV, Kazarnovskii DS Production and heat treatment of rails - M., Metallurgy, 2002. - 272s.
3. Gottlieb L.I. Osnovy technology flame surface hardening. - M., Machine-building, 1998. - 147s.
4. Balenin YA, Ushakov BK, Székely AG The technology of thermal processing. - M., Metallurgy, 2009. - 194s.
5. Zotkin VE Methodology for selection of material and reinforcing technologies- M., Metta Lurgi, 2004. - 312c.

Св.С. Квон, И.Е. Медведева, Н.Б. Айтбаев, А.Е. Омарова

#### **Скиптік шахта оқпандарының рельстік өткізгіштер материалының микроқұрылымын зертеу**

**Анатпа.** Жұмыста скиптік шахта оқпандарының бағыттаушы өткізгіштер дайындау үшін қолданылатын, болат құрылымы зерттелген. Бастапқы материалда оның төмен беріктігін ескере отырып, жеңілдетілген термо өндеуге ұшырамағаны көрсетілген. Торабтың қауіп аймағын ескере отырып, рельстің барлық ұзындығы бойымен болаттың микроқұрылымы зерттелген. Металл емес кірмелермен металлографиялық талдау өткізілген. Рельсті болатты нығайту мақсатымен зертқаналық тәжірибелер жүргізілген. Нығайтылған рельсі болат үшін оңтайлы құрылым сорбит шынықтыру болып табылады.

**Түйінді сөздер:** рельсті болат, беріктік, сорбит, термо өндеу, газ жалынды шынықтыру, қаттылық, Шарпі қағидасы.

Sv.S. Kvon, I.E. Medvedeva, N.B. Aitbaev, A.E. Omarova

#### **The microstructure of the material rail conductors skip shafts**

**Summary.** In this paper we study the structure of the steel used for the manufacture of conductors, directs skip shafts. It is shown, the starting material is not exposed to consolidate sculpt heat treatment, which leads to its low wear resistance. The microstructure of steel over the entire length of the rail, considering risk areas (seams). Held metal-graphic analysis of non-metallic inclusions. The laboratory experiments on the hardening of the rail steel. Measured the basic mechanical properties of steel after hardening. As a result of the proposed measures increased wear resistance of rail steel 1, 4.3-1.5 times. Optimal structure for rail steel is hardened sorbitol quenching.

**Key words:** rail steel, wear resistance, sorbitol, heat treatment, flame quenching, hardness, Charpy principle.

УДК 538.95.405

<sup>1</sup>С.А. Гученко ([guchen@mail.ru](mailto:guchen@mail.ru)), <sup>1</sup> В.М. Юров,  
<sup>2</sup>Е.С. Платонова ([danilina1969@list.ru](mailto:danilina1969@list.ru)), <sup>2</sup>Г.С.Жетесова  
(<sup>1</sup>Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Казахстан  
<sup>2</sup>Карагандинский государственный технический университет, Казахстан)

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ CR-MN-SI-CU-FE-AL

**Аннотация.** В работе приводятся экспериментальные данные по структуре и нанотвердости многоэлементных покрытий Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al. Элементный состав покрытия отличается от элементного состава композиционного катода. Элементный анализ показал высокое содержание Cr в покрытии в газовой среде азота – 89,09%. Нанотвердость покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота примерно равна нанотвердости многослойной пленки Ti/α-C:H, которая используется в авиационной технике. Однако получение покрытий Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al значительно технологичнее и дешевле многослойной пленки Ti/α-C:H.

**Ключевые слова:** композиционные катоды, покрытие, структура, нанотвердость, наноиндентирование, микротвердость

### Введение

В последнее время возрос интерес исследователей к синтезу высокоэнтропийных многоэлементных однофазных покрытий вакуумными методами [1]. Это связано с тем, что такие составы практически невозможно получить обычными методами металлургии. В тоже время, варьируя состав распыляемых катодов или мишеней, можно изменять свойства покрытий в зависимости от их функционального назначения в широких пределах, вплоть до получения сверхтвердых нанокристаллических покрытий.

В настоящей работе исследованы структура и физические свойства многоэлементных покрытий Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al, полученных ионно-плазменным методом.

### Объекты и методика эксперимента.

Для нанесения покрытий использовались композиционные катоды Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al, полученные методом индукционного плавления. С помощью этих катодов наносились покрытия на установке ННВ - 6.6.И1 на стальную подложку в газовой среде аргона и азота в течение 40 мин при токе дуги  $I_{\text{и}} = 80$  А, опорном напряжении  $U_{\text{оп}} = 200$  В и давлении газа в камере  $P = 5 \times 10^{-3}$  мм рт. ст.

Часть экспериментальных данных, обсуждаемых в настоящей работе, получена в Материаловедческом центре коллективного пользования при Томском государственном университете (г.Томск, Россия). Толщина покрытий и их элементный состав измерялись с помощью электронного микроскопа Quanta 200 3D, который представляет собой систему с электронным и сфокусированным ионным пучками. Исследование фазового состава и структурных параметров образцов проводилось на дифрактометре XRD-6000 на  $\text{CuK}_{\alpha}$ -излучении. Анализ фазового состава, размеров областей когерентного рассеяния, внутренних упругих напряжений ( $\Delta d/d$ ) проведен с использованием баз данных PCPDFWIN и PDF4+, а так же программы полнопрофильного анализа POWDER CELL 2.4. Для образцов была определена нанотвердость покрытий с помощью системы наноиндентирования по методу Оливера и Фара с использованием индентора Берковича при нагрузке 1 г и времени выдержки 15 с.

### Результаты эксперимента.

На подложку из нержавеющей стали было нанесено покрытие Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота в течение 40 мин. На рисунке 1 показано электронно-микроскопическое изображение этого покрытия. Для измерения толщины покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al на его поверхности была вырезана площадка сфокусированным ионным пучком. Толщина слоя составляет 1 мкм. На рисунке 2 показана толщина покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al.

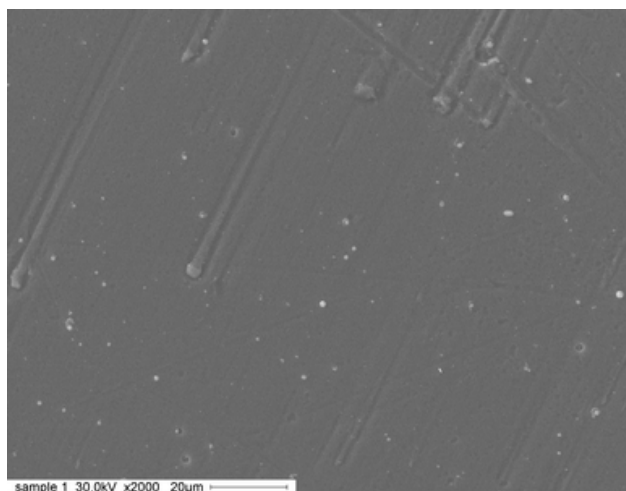


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al

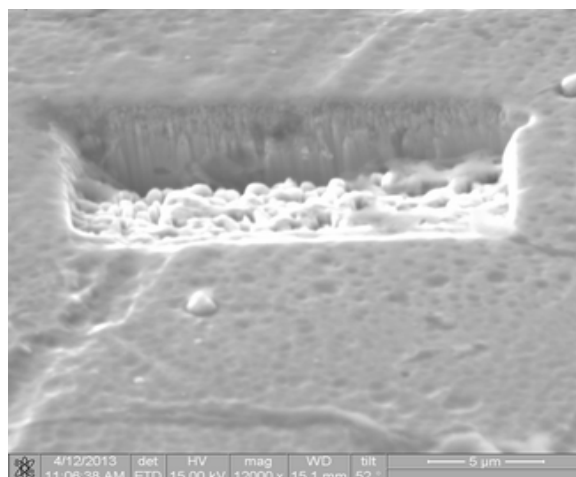


Рис. 2. Толщина покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al

Для исследования элементного состава были сделаны три пробы на разных участках выбранной площадки покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al. На рис 3 показан элементный состав покрытия в одной точке выбранной площадки. В таблице 1 приведены процентные соотношения химических элементов покрытия. Результаты исследования фазового состава и структурных параметров образца приведены в таблице 2.

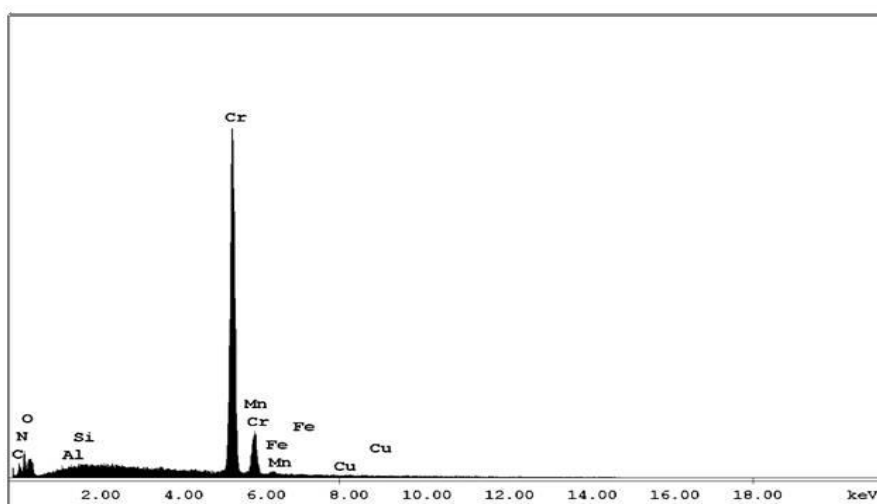


Рис. 3. РФЭС покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al

Таблица 1. Элементный состав покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al

Element	Wt %	At %	K- Ratio	Z	A	F
N	2.89	8.88	0.0151	1.1767	0.4433	1.0024
O	5.72	15.38	0.0387	1.1656	0.5765	1.0057
Al	0.17	0.27	0.0010	1.0846	0.5532	1.0010
Si	0.29	0.45	0.0022	1.1226	0.6748	1.0020
Cr	89.08	73.67	0.8754	0.9802	1.0010	1.0015
Mn	0.00	0.00	0.0000	0.9619	1.0029	1.0004
Fe	1.26	0.97	0.0115	0.9794	0.9295	1.0003
Cu	0.58	0.39	0.0053	0.9445	0.9680	1.000
Total	100.00	100.00				

Таблица 2. Фазовый состав покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота

Покрытие	Обнаруженные фазы	Содержание фаз, об. %	Параметры решетки, Å	Размеры ОКР, нм	$\Delta d/d \cdot 10^{-3}$
Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота, 40 мин	FeN <sub>0,0324</sub>	60,6	a=3,598	103,37	3,460
	TiN <sub>0,31</sub> O <sub>0,3</sub>	39,4	a=4,211	25,6	5,143

Была определена нанотвердость покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота, которая равна 7,413 ГПа, что соответствует 686,57 единицам твердости по методу Виккерса (рис. 4). Было определены: модуль текучести данного покрытия, который равен 169,51 ГПа, текучесть составляет 0,68 %, и релаксация покрытия равна 0,05 %. Для определения всех выше перечисленных параметров было определено число Пуассона для покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота, равное приблизительно 0,30.

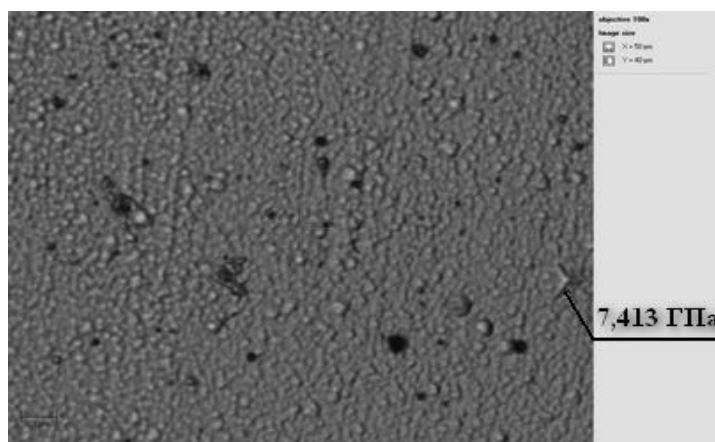


Рис. 4. Нанотвердость покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота

#### Обсуждение результатов эксперимента

Элементный состав покрытия отличается от элементного состава композиционного катода. По данным работы [2] стехиометрический состав использованного катода следующий: CrMn<sub>4,32</sub>Si<sub>4,64</sub>Cu<sub>5,26</sub>Fe<sub>18,39</sub>Al<sub>67,85</sub>. Из таблицы 1 следует, что марганец не попадает в покрытие, а остальные элементы катода присутствуют, но в меньших количествах. Из приведенных выше экспериментальных данных следует, что при нанесении покрытий в течении 40 минут формируются покрытия толщиной (1÷1,5) мкм. Элементный анализ показал высокое содержание Cr в покрытии в газовой среде азота – 89,09%.

Хотя способы получения наноструктурных материалов и покрытий довольно разнообразны [3], но все они основаны на механизме интенсивной диссипации энергии, обобщенной в трех стадиях формирования. На первой стадии идет процесс зародышеобразования, который из-за отсутствия соответствующих термодинамических условий, не переходит в массовую кристаллизацию. Вторая стадия представляет собой формирование вокруг нанокристаллических зародышей аморфных кластеров, которые - на третьей стадии – объединяются в межкристаллитную фазу с образованием диссипативной структуры. И хотя наличие такого термодинамически метастабильного состояния сильно затрудняет моделирование структурно-фазового состояния конденсатов, однако открывает совершенно новые возможности по получению материалов с уникальными функциональными свойствами.

Из рисунка 2 на срезе покрытия видно, что формируется столбчатая микроструктура, которая характерна для однофазных пленок. Модель такой микроструктуры покрытий была предложена в 70-х годах прошлого столетия [4, 5].

Нанотвердость покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота равна 7,413 ГПа. Следует отметить, что измерение нанотвердости существенно отличается от измерения микротвердости.

Во-первых, при испытаниях на микротвердость размер отпечатка измеряется после разгрузки индентора. В результате получают так называемую «восстановленную» твердость, искаженную упругим восстановлением отпечатка при разгрузке. При испытаниях на нанотвердость получают твердость, измеренную при максимальной нагрузке («невосстановленную» твердость).

Во-вторых, микротвердость находят как отношение нагрузки к площади отпечатка (твердость по Виккерсу). По методу Оливера и Фарра нанотвердость находится как отношение нормальной составляющей нагрузки к площади отпечатка (твердость по Мейеру). Исторически сложилось так, что микротвердость обычно подсчитывают по Виккерсу, но более правильно считать твердость по Мейеру

В этом случае твердость имеет четкий и ясный физический смысл - это среднее давление в области контакта индентора с образцом [6].

Представляет интерес сравнение полученных результатов с известными данными по наноиндентированию других материалов. Такие данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Свойства материалов, рассчитанные по данным наноиндентирования [7]

Материал	H, ГПа	E, ГПа	R, %
Медь	2,1	121	14
Титан (ОТ4-1)	4,1	130	19
Многослойная пленка Ti/α-C:H	8,0	128	34
Аморфная лента Zr-Cu-Ti-Ni	11,5	117	42
Кремний (100)	11,8	174	62
Тонкая пленка Ti-Si-N	28,4	295	62

Сравнение таблицы 3 с полученными нами данными показывает, что нанотвердость покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота примерно равна нанотвердости многослойной пленки Ti/α-C:H.

#### **Заключение.**

Техника и физика наноиндентирования только начинает входить в практику материаловедения. Однако перспективы использования этого метода ощущаются уже сейчас. Знание физико-механических свойств материалов на наноуровне позволит конструировать функциональные материалы с заданными свойствами.

Поскольку получение катодов Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al индукционным методом плавления не представляет трудностей, то открывается перспектива использования этого катода для получения покрытий ионно-плазменным методом вместо многослойной пленки Ti/α-C:H, которая используется как упрочняющее покрытие в авиационной технике.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Соболев О.В., Андреев А.А., Горбань В.Ф. и др. О воспроизводимости однофазного структурного состояния многоэлементной высокоэнтропийной системы Ti-V-Zr-Nb-Hf и высокотвердых нитридов на ее основе при их формировании вакуумно-дуговым методом // Письма в ЖТФ, 2012, том. 38, вып. 13. – С. 40-47.
2. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А. и др. Структура и свойства многофазных ионно-плазменных покрытий. - Караганда: Изд-во Казахстанско-Российского ун-та, 2013. - 150 с.
3. Псахье С.Г., Зольников К.П., Коноваленко И.С. Синтез и свойства нанокристаллических и субструктурных материалов. – Томск: изд-во Томского ун-та. – 2007. – 264 с.
4. Мовчан Б.А., Демчишин А.В. Исследование структуры и свойств толстых вакуумных конденсатов никеля, титана, вольфрама, окиси алюминия и двуокиси циркония // ФММ – 1969.-Т. 28, №4. - С. 23-30.
5. Thornton J.A. Structure and topography of sputtering coatings // Ann. Rev. Material Sci. – 1977. - Vol. 7. - P. 239-260.
6. Белоус В.А., Павлов В.С. Наноиндентирование поверхностных слоев материалов // Вопросы атомной науки и техники.–2009.– №6. – С. 146-148.
7. Головин Ю.И. Наноиндентирование и механические свойства материалов в наномасштабе (обзор) // ФТТ, 2008, Т.50, №12. - С. 2113-2142.

REFERENCES

1. Sobol O.V., Andreev A.A., Gorban V.F. i dr. O vosproizvodimosti odnofaznogo strukturnogo sostoyaniya mnogoelementnoj vysokoentropijnoj sistemy Ti-V-ZR-NB-HF i vysokotverdyx nitridov na ee osnove pri ix formirovanii vakuumno-dugovym metodom // Pisma v ZHTF, 2012, tom. 38, vyp. 13. – s. 40-47.
2. Yurov V.M., Laurinas V.CH., Guchenko S.A. i dr. Struktura i svojstva mnogofaznyx ionno-plazmennyx pokrytij. - Karaganda: Izd-vo Kazaxstansko-Rossijskogo Un-ta, 2013. - 150 s.
3. Psaxe S.G., Zolnikov K.P., Konovalenko I.S. Sintez i svojstva nanokristallicheskix i substrukturnyx materialov. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo un-ta. – 2007. – 264 s.
4. Movchan B.A., Demchishin A.V. Issledovanie struktury i svojstv tolstyx vakuumnyx kondensatov nikelya, titana, volframa, okisi alyuminiya i dvoukisi cirkoniya // FMM – 1969.-t. 28, №4. - s. 23-30.
5. Thornton J.A. Structure and topography of sputtering coatings // Ann. Rev. Material sci. – 1977. - Vol. 7. - p. 239-260.
6. Belous V.A., Pavlov V.S. Nanoindentirovanie poverxnostnyx sloev materialov // Voprosy atomnoj nauki i tehniki.–2009.– №6. – s. 146-148.
7. Golovin YU.I. Nanoindentirovanie i mexanicheskie svojstva materialov v nanoshkale (obzor) // FTT, 2008, t.50, №12. - s. 2113-2142.

Гученко С.А., Юров В.М., Платонова Е.С., Жетесова Г.С.

**Структура и свойства многоэлементных покрытий Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al**

**Резюме.** В настоящей работе приводятся экспериментальные данные по структуре и нанотвердости многоэлементных покрытий Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al. Элементный состав покрытия отличается от элементного состава композиционного катода. Элементный анализ показал высокое содержание Cr в покрытии в газовой среде азота – 89,09%. Нанотвердость покрытия Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al в газовой среде азота примерно равна нанотвердости многослойной пленки Ti/α-C:H, которая используется в авиационной технике. Однако получение покрытий Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al значительно технологичнее и дешевле многослойной пленки Ti/α-C:H.

**Ключевые слова:** композиционные катоды, покрытие, структура, нанотвердость, nanoindentirovanie, микротвердость

Гученко С.А., Юров В.М., Платонова Е.С., Жетесова Г.С.

**Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al көп элементті жабындарының құрылымы және қасиеттері**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al көп элементті жабындарының құрылымы мен нанокаттылығы бойынша эксперименталдық мәліметтер келтіріледі. Жабынның элементтік құрамы композициялық катодтың элементтік құрамынан өзгеше. Элементтік талдауға қарағанда, азоттың газды орта жабынындағы Cr жоғары мөлшерін – 89,09% көрсетті. Азоттың газды ортасындағы Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al жабынының нанокаттылығы, шамамен авиациялық техникада пайдаланылатын Ti/α-C:H көпқабатты қабықшаның қаттылығына тең. Алайда Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al жабындарын алу Ti/α-C:H көп қабатты қабықшамен салыстарғанда едәуір арзан, әрі технологиялы.

**Түйінді сөздер:** композициялық катодтар, жабынды, құрылым, нанокатулық, nanoindentirovanie, микрокаттылық.

Guchenko S.A., Yurov V.M., Platonova E.S., Zhetesova G.S.,

**The structure and properties of coatings multielement Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al**

**Summary.** In this paper we present experimental data on the structure and nanohardness multielement coatings Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al. The elemental composition of the coating is different from the elemental composition of the composite cathode. Elemental analysis showed a high content of Cr in the coating in a gas atmosphere of nitrogen - 89.09%. Nanohardness coating Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al in an atmosphere of nitrogen gas approximately equal nanohardness multilayer film Ti/α-C:H, which is used in aircraft engineering. However, obtaining coatings Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al and significantly less manufacturable multilayer film Ti/α-C:H.

**Key words:** composite cathodes, coating, structure, nanohardness, nanoindentation, microhardness



УДК 693.542.52

**Х.Г. Аканов, М.Н. Мухтарова, А.З. Нұрмұханова, А.К. Нұрсейтова, Э.М. Зулбухарова**  
(Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы)

### **ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ БЕТОНДЫҚ ЕРІТІНДІЛЕРДІ ДАЙЫНДАУҒА ҚАЖЕТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ҚОНДЫРҒЫЛАР**

**Аннотация:** Бұл мақалада шахталық құрылыста қолданылатын бетондық қондырғылардың құрылысы мен технологиялары, бетонға қолданылатын толтырғыштар түріне және пайдалы сыйымдылығына байланысты олардың қысқаша сипаттамасы мен ерекшеліктері келтірілген.

**Түйін сөздер:** бетон, құрылыс ерітінділері, инертті материалдар, шаршылық беріктік, бетон араластырғыш, қазбалар, пневматикалық бетон салғыш, шашыраубетоны.

Қазіргі таңдағы шахталар мен кеніштер құрылысы–арнайы қондырғылармен орындалатын күрделі құрылыс-монтаждық жұмыстар жиынтығы. Берік түрлеріндегі қазбалар монолиттік бетонмен, шашыраубетонмен, анкерлі бұрандамалармен, торкретбетонмен, аркалық металл тіреуіштермен, т.б. бекітіледі.

Дегенмен, қазіргі кезде қолданылатын бетон араластырғыш қондырғылар бетон және құрылыс ерітінділерінің қажет сапасын әрқашан қамтамасыз етпейді, олардың металл қажет сінуі жоғары және араластырғыш жүйесінің жұмыс ресурсы төмен.

Сондықтан, барабандық араластырғыштың жаңа конструкциясын ойлап табу және араластыру процесінің тиімділігі мен сапасын арттыру актуалды мәселе болып табылады. Бұл мәселені шешу процесстің өнімділігін арттыруға және жұмсалатын энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Жұмыс өнімділігін арттыруға, шахталар мен кеніштер құрылысына қажет уақыт пен қаржы көлемін қысқартуға шашыраубетон тіреуішін пайдалану мүмкіндік береді. Құрылысының универсалдығы, бекіту процесі механизациясының жоғары дәрежеде болуы шашыраубетонның шетелде көп мөлшерде қолданылуын түсіндіреді. Мысалы, Кривбасста 70%-дан аса қазбаларды шашыраубетонмен бекітеді. Алтай кенішінде жылына 30-35 км шашыраубетондық тіреуіштерді пайдаланады. Жалпы алғанда, шетелде жылына 1000 км-ден аса тау қазбаларын шашыраубетонмен бекітеді.

Қазбаны шашыраубетонмен бекіту әдісі торкреттеу әдісінің дамыған түрі болып табылады. Ол қалыңдығы 20-25 мм-ге жететін инертті толтырғыштарды пайдаланғанда сыртқы қабат қалыңдығын 200-250 мм-ге жеткізуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс Қазақстанда 1957 жылдан бері қолданылып келеді.

Бекітудің бұл түрі шетелде туннель құрылысында, таукеніш өндірісінде жоғары дәрежеде пайдаланылады. Германия мен Ұлыбританияда шашыраубетонды алғаш рет көмір шахталарындағы тау қазбаларын бекітуге қолданғын. шашыраубетондық тіреуішті пайдаланудың оң нәтижелері таукеніші мен көмір өндірісінде әртүрлі мақсатқа арналған қазбаларды бекіту мен жөндеу кезінде анықталған.

Шашыраубетон мәселесімен көптеген ғалымдар айналысқан: Айталиев Ш.М., Аتمانский С.А., Борисов В.А., Воронин В.С., Ержанов Ж.С., Казакевич Э.В., Кузин Б.Н., Кравченко Г.И., Львов М.А., Мостков В.М., Стрельцов Е.В., Фролов Ю.С., Шилкин Л.И., Линдер Р., Шгаль Р., Крупник Л.А. және т.б.[1].

Шашыраубетонға негізделген тіреуіштерді қолдану Донбасста жақсы дамыған. Мысалы: «Красный Профинтерн» ПО «Артемуголь» шахтасында.

Шетелде қазба забойында уақытша тіреуіш ретінде шашыраубетон қолданылады. Осы мақсатта мұндай тіреуіш Норвегияда «Лиерас» туннелін салуда, Солтүстік Швецияда ГЭС құрылысы кезінде, Германиядағы «Штраубе» шахтасында пайдаланылған.

Соңғы кездерде, тау қазбаларында шашыраубетонмен бекіту үшін арнайы тез қататын және тез ерийтін цементтер қолданылады. Мұндай цементтерді өндірумен ЮжНИИЦемент и РНИИОМШС айналысады.

## • Технические науки

1м<sup>3</sup> құрғақ қоспаның цемент шығыны оның маркасына, шашыраубетонның беріктігіне, толтырғыштардың құрамына тәуелді. 200кг/ м<sup>3</sup> -тен аса цемент шығыны кезінде шашыраубетонның сапасын төмендететін (беріктігінің нашарлығы, т.б.) материалдың орнынан қатаюы, қоспаның сапасыз төселуі байқалады.

Толтырғыштың дәндерінің максимал размері шашыраубетондық төсеуіштің қалыңдығымен үйлесі керек.

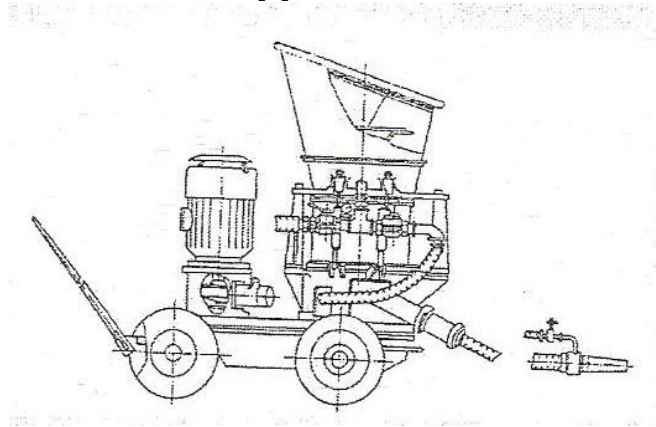
Төсеуіштің қалыңдығы, мм.....	<30	30-100	>100
Ірі толтырғыш дәндерінің максимал ірілігі, мм.....	5	10	20

Тау қазбасын құрастыру еңбек пен ақшаны көп қажет ететін тұрақты тіреуішті тұрғызу процесімен аяқталады. Тіреуіштің бағасы қазба құрылысының құнының 30%-ын құрайды. Сондықтан механизация көмегімен еңбекке деген қажеттілік пен қаржы көлемін азайту, әсіресе тау жұмыстарының үлкен тереңдікке көшуі кезінде аса маңызды болып табылады. Тіреуіштің берік түрлерінде горизонтал қазбаларды ұңғылау жалдамдығы өзгерісін елемеуге болады, себебі бұл процесс басқа жұмыстармен қатар орындалады. Тұрақты тіреуішті құрастыру технологиясы мен механизация әдістері оның материалы мен конструкциясына тәуелді [5, 6].

Берік түрлеріндегі қазбалар монолиттік бетонмен, шашыраубетонмен, анкерлі бұрандамалармен, торкретбетонмен, аркалық металл тіреуіштермен, т.б. бекітіледі.

Бетондық тіреуішті құрастыруды механизациялау үшін қоспаны бетон құбырларымен жеткізетін бетон салғыштар қолданылады.

Бетондық тіреуішті құрылысын механизациялау үшін пневмосалғыш ЛПБУ-2-дан (сурет-1) тұратын қондырғы комплексін пайдаланады [5].



Сурет 1. Пневматикалық бетон салғыш ЛПБУ-2

ВНИИОМШС институты құрастырған горизонталь қазбаларды монолиттік бетонмен бекітуді механизациялайтын БУК-1 комплексті құрылғысы пневматикалық бетон салғышынан УБ-0,5 тұрады. Оның құрамына бетоновод, бетоноводты бекітіген және жөндейтін механикалық көтергіш тіреу кіреді.

Вертикаль бағандарды тез қататын монолит бетонмен бекіту қозғалмалы қорама қалып көмегімен және оқпанға құбырлар арқылы жеткізілетін бетон қоспасының көмегімен жүзеге асады. Монолит бетон ең прогрессивтік, экономиялық, жұмысты аз қажет ететін бекіткіш түрі болып табылады және ол оқпан тіреуішінің бағасын әжептәуір төмендетеді, ұңғушілердің жұмыс өнімділігін арттырады. Бетондық тіреуішті жоғарыдан төмен құрастыру уақытша тіреуіштің маңызын жойды.

БУК-1 комплексін қолдану тұрақты бетон тіреуішін құрастырудағы еңбек өнімділігін 1,5-2 есе арттыруға мүмкіндік берді.

### БУК-1 техникалық сипаттамасы

Өнімділігі, м <sup>3</sup> /сағ.....	10,0
Қоспаны жеткізу қашықтығы, м	
вертикаль бойымен:.....	До 30
горизонтал бойымен.....	До 300
Бетон салғыштың сыйымдылығы, м <sup>3</sup> .....	0,5

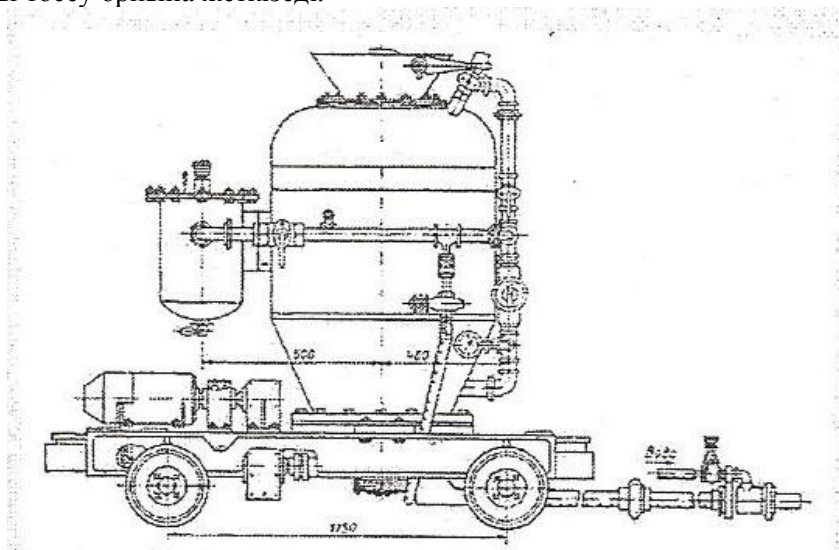
Негізгі размерлері, мм:

ұзындығы.....	2800
қалыңдығы.....	1300
биіктігі.....	2250
Масса, кг.....	1400

УБ-1 және УБ-0,5 бетонтөсегіш жоғарғы жағында құйылған ысырмасы және тұғырығы бар дәнекерленген сауыт болып келеді [5]. Бетонтөсегіштерді қолдану бетонды төсеу процесін механизациялауға көмектеседі, жұмыс өнімділігін 60-80%-ға арттыруға, бекіткіштің бағасын төмендетуге мүмкіндік береді. Тәжірибе нәтижесінде, бетон салғыштар тек механизациялау мен жұмысты жеңілдетуге көмектеспейді, сонымен қатар, төселген бетон сапасын арттырады, тығыздығын жоғарылатады, тегіс емес жерлер санын азайтады және жұмыс уақытын тездетеді екені анықталған.

Соңғы кездерде, көлденең қазбаларды бекіту кезінде шашыраубетондық және торкребетондық бекіткішті палубасыз тұрғызу кеңінен қолданылуда. шашыраубетон деп қазбаның бетіне сығылған ауа энергиясы нәтижесінде берілетін ертіндіні айтамыз. Ол беткі қабатқа берік ұсталынады да, жылдам катады. Толтырғыш фракцияның ірілігі 25 мм-ге, ал шашыраубетондық тіреуіштің қалыңдығы 50-200 мм-ге жетеді.

Шашыраубетондық тіреуіштің артықшылықтары: құйылатын бетонға қарағанда жұмыс шығыны 30%-ға аз, тіркеуішті құрастырудың жеңіл. Кемшіліктері: қалдықтың көп болуы (25-30%-ға дейін); қазбаның аэродинамикалық кедергісінің 3-4 есе жоғары болуы, ауаның шандануы. Шашыраубетонмен қазба жұмыстарынан кейін немесе қазба жұмыстары нәтижесінде жарықтар байқалған жерлерде уақытша тіреуіш ретінде бекітеді. Шашыраубетонды арнайы машина көмегімен қондырады (сурет-2). Машина қысылған ауа көмегімен құрғақ қоспаны құбырлар мен шлангілерге жібереді және оны төсеу орнына жеткізеді.

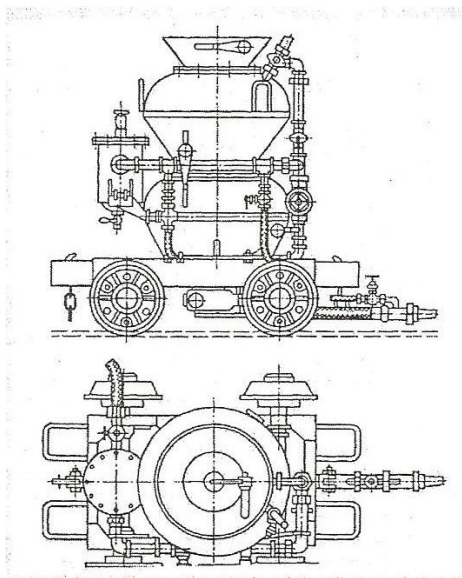


**Сурет 2.** Машина БМ-160 - қазбаларды палубасыз бекіту үшін

Жұмыстың үзілмеуін қамтамасыз ету үшін машинаны шлюз камерасымен (сурет -3) жабдықтандырады. Астыңғы камерадан материалды шығару кезінде үстіңгі камера құрғақ қоспамен толтырылады, содан кейін ол клапанмен жабылады да, оған қысылған ауа жіберіледі.

Камералардағы қысым теңескенде, оларды бөліп тұрған клапан ашылады да, өз массасының әсерінен қоспа астыңғы камераға түседі. Осылайша, үстіңгі камераның периодты жүктелуіне қарамастан, машина үздіксіз жұмыс жасайды.

Камералық машиналардың артықшылықтары: қондырғының қарапайымдылығы, сенімділігі, жетек қуатының аздығы. Кемшіліктері: үлкен габаритті размерлері, әсіресе биіктігі, шашыраубетонды төсегенде машинаны басқарудың ауырлығы.



**Сурет 3.** Екікамералы машина БМ-68 - қазбаларды палубасыз бекіту үшін

Қазіргі кезде БМ-60 машиналары сериялық шығарылып, кеңінен қолданысқа ие болуда. Сонымен қатар БМ-68, БМ-60П машиналары қолданысқа енгізілуде.

БМ-68 Машиналары (сурет-3), ЦНИИПодземмаша конструкциялары екі камералы: сыйымдылықтары 0,15 м<sup>3</sup> камералар бірінен үстінде бірі орнатылған. БМ-60 машинасының базасы негізінде оның БМ-60П модификациясы шығарылған. Ол кішігірім қималы қазбалар үшін қолданылады, сыйымдылығы 0,4 м<sup>3</sup> болатын бір камерасы және пневмоқозғалтқышы бар. Дозаторға қол жетімділікті ыңғайлату үшін машина камерасы топсада лақтырылады. БМ-60П периодты әсер ету машинасы болып табылады және басқаруда қарапайым. БМ-68 машинасы көлденең қазбаларды палубасыз бетондау әдісімен бекіту үшін және бетон қоспасын қорама қалып артына төсеу үшін қолданылады. БМ-68 машинасының артықшылықтары: жоғары жұмыс өнімділігі, жүктеу биіктігінің төмендігі, бетонды қорама қалып артына төсеу мүмкіндігі және жұмыс процесінің үзілмеуі.

Кең қолданысқа цемент қоспасынан жасалған штангалық тіреуіш және металл тор ие болды. Кейін оларға шашыраубетон және торкретбетон төселеді. Бұл тіреуіш түрінің артықшылығына құрылыстың қарапайым және жұмысқа деген қажеттіліктің төмен болуы жатады.

Әжептәуір ұзын қабырғаларды, туннельдерді (ұзындығы кем дегенде 65-70 м және биіктігі  $\geq 3$  м) бетондау үшін домалағыш қорама қалыпты қолдану тиімді. Биіктігі жоғары (45 м-ден аса) конструкциялар үшін сырғанағыш қорама қалыпты қолданған жөн [7].

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Заславский И.Ю., Быков А.В., Компанец В.Ф. Набрызгбетонная крепь. М.: Недра, 1986. – 198 с;
- 2 Заславский Ю.З., Киндур В.П., Лопухин Е.А. Бетонная крепь, технология и механизация ее возведения. Донецк, Донбасс, 1973;
- 3 Заславский Ю.З., Мостков В.И. и др. Крепление подземных сооружений. М.: -Недра, 1979;
- 4 Заславский И.Ю. и др. Механизм упрочнения пород при набрызге бетона и исследование его эффективности. Сб. Разработка месторождений полезных ископаемых, вып. 45. Киев, Техника, 1976;
- 5 Малый П.С., Мицык Т.В., Клименко Ю.Т., Клыков Я.Л. Механизация проведения выработок в крепких породах. М.: - Недра, 1977. – 335 с;
- 6 Гордон С.Б., Бутенко В.Л., Елисаветская И.М., Шпорт А.С. Строительство подземных бункеров большой емкости. Киев, 1965. – 151 с;
- 7 Белого В.В. и др. Справочник инженера-шахтостроителя. Том 2. М.: - Недра, 1983. – 423 с.

#### REFERENCES

- 1.Zaslavsky YOU, Bykov, Kompanets V.F. Shotcrete posts. M: Nedra, 1986. - 198;
- 2.Zaslavsky US, Kinder VP, Lopukhin E.A. Concrete lining, technology and mechanization for construction. Donbass, 1973;

3. Zaslavsky US, Bridges VI. and other Fastening of underground structures. M:-Nedra, 1979;
4. Zaslavsky EU and other Mechanism of strengthening of rocks during spraying concrete and study its effectiveness. Sat. The development of mineral deposits, vol. 45. Kyiv, Techniques, 1976;
5. Small PS, Micic T.V., Klimenko OUT, Fangs AL Mechanization of the workings in hard rocks. M: - mineral resources, 1977. - 335;
6. Gordon, D.B, Butenko V.L., Elisavetsky IM, Shport AS the Construction of underground bunkers large capacity. Kiev, 1965. - 151;
7. White CENTURIES and other Reference engineer minebuilder. Volume 2. M:- Nedra, Moscow (1983). - 423 S.

Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Зулбухарова Э.М., Конакбаев Б.О.

**Технологии и оборудование для изготовления бетонных смесей в шахтном строительстве**

**Резюме.** В статье приведены технологии и конструкции бетонных установок, используемых в шахтном строительстве. Дано их краткое описание и отличительные особенности в зависимости от полезной емкости смесителей и вида применяемых заполнителей для бетонов.

**Ключевые слова.** бетон, строительные растворы, инертные материалы, кубиковая прочность, бетоносмеситель, выработки, пневматический бетоноукладчик, набрызгбетон.

Akanov H.G., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Zulbukharova E.M., Konakbaev B. O.

**Technologies and equipment for manufacture of concrete mixes mine**

**Summary.** The article describes the technology and design of concrete installations used in mine construction. Provide a brief description and distinctive features depending on the useful capacity of the mixer and the type of the applied fillers for concretes.

**Key words.** concrete, mortar, inert materials, dice strength, concrete mixer, development, pneumatic paver, nabryzgconcrete.

УДК 691.263/.166

<sup>1</sup> С.Б. Айдарова, <sup>2</sup> В.П. Селяев, <sup>1</sup> Р.Е. Нурлыбаев, <sup>2</sup> В.А. Неверов,  
<sup>1</sup>Н.А. Шамельханова, <sup>1</sup>А.А. Мурзагулова

(<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
г. Алматы, Республика Казахстан, <sup>2</sup>Национальный исследовательский Мордовский государственный  
университет имени Н.П. Огарева, г. Саранск, Республика Мордовия  
эл.адресс: rusya\_nre@mail.ru)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ  
МИКРОКРЕМНЕЗЕМА**

**Аннотация.** Мировые природные энергетические запасы истощены и уже многие ученые прогнозируют тот предел, когда наступит энергетический коллапс. Поэтому обеспокоенное мировое сообщество ищет пути решения энергетической проблемы. Одни ученые предлагают более интенсивно использовать в экономике возобновляемые источники энергии (солнечная энергия, биоэнергетика, энергия ветра, энергия морских приливов и т.д.). Другие – предлагают искать новые источники энергии. Но все согласны в одном – необходимо создавать энергоэффективные технологии, применять энергосберегающие изделия, машины, агрегаты, аппараты.

**Ключевые слова:** микрокремнезем, теплоизоляция, панели, диатомит, энергоэффективность, вакуумный теплоизоляционный панель.

Энергоэффективность – это эффективное (рациональное) использование энергетических ресурсов. Использование меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве. Энергоэффективность – это, для населения - значительное сокращение коммунальных расходов, для страны - экономия ресурсов, повышение производительности промышленности и конкурентоспособности, для экологии - ограничение выброса парниковых газов в атмосферу, для энергетических компаний - снижение затрат на топливо и необоснованных трат на строительство [1].

Энергоэффективность, энергосбережение эти термины определяют главный вектор развития экономики передовых стран мира. Если раньше уровень развития цивилизации определялся тем, какие технологии применяются, а не тем, что производят. То сегодня в качестве главного критерия уровня развития общества можно принять уровень энергозатрат на единицу производимой продукции, энергозатрат на обеспечение комфортной среды проживания.

Мировые природные энергетические запасы истощены и уже многие ученые прогнозируют тот предел, когда наступит энергетический коллапс. Поэтому обеспокоенное мировое сообщество ищет пути решения энергетической проблемы. Одни ученые предлагают более интенсивно использовать в экономике возобновляемые источники энергии (солнечная энергия, биоэнергетика, энергия ветра, энергия морских приливов и т.д.). Другие – предлагают искать новые источники энергии. Но все согласны в одном – необходимо создавать энергоэффективные технологии, применять энергосберегающие изделия, машины, агрегаты, аппараты.

Начиная с 1970-х гг. многие страны внедряли политику и программы по повышению энергоэффективности. Сегодня на промышленный сектор приходится почти 40% годового мирового потребления первичных энергоресурсов и примерно такая же доля мировых выбросов углекислого газа. Принят международный стандарт ISO 50001, который регулирует, в том числе энергоэффективность.

Во многих странах Европы, в США и России приняты Программы, Законы об энергосбережении и повышении энергетической эффективности. В Казахстане принят Закон об энергосбережении и повышении энергетической эффективности от 13 января 2012 года № 541-IV (с изменениями и дополнениями по состоянию на 29.09.2014 г.). Целью данного закона является совершенствование казахстанского законодательства об энергосбережении и повышении энергоэффективности.

Жилой сектор Казахстана является третьим крупнейшим потребителем тепло- и электроэнергии после сектора энергетики и производственного сектора. Однако, в Казахстане именно в этой области энергоэффективность очень низка. Около 32% зданий находятся в очень плохом состоянии по причине отсутствия мероприятий по санации. К примеру, потребление тепла в казахстанском многоэтажном доме, воздвигнутом промышленным способом, составляет приблизительно 240 кВт/м<sup>2</sup> в год, что в среднем почти два раза выше, чем в подобном европейском доме. Причинами отсутствия незамедлительных мероприятий по санации являются слабое развитие структуры управления жильем, а также отсутствие на рынке технического ноу-хау [2].

Проведенные обследования показали, что значительное количество зданий в г. Алматы было построено в 60 годы прошлого века, аналогичная ситуация и по другим регионам республики. Это панельные здания, в которых удельные энергетические расходы во много раз превышают существующие нормы. Так, например в 5-этажных жилых домах старой постройки свыше 50% теплотеряется на нагревание инфильтрующегося и вентилируемого воздуха, свыше 20% теплоты теряется через стены здания, свыше 10% - через окна и около 10% - через полы первого этажа и через чердаки. Ожидаемый рост строительства жилищного сектора в Казахстане означает повышение энергопотребления и соответственно выбросов парниковых газов. По официальным прогнозам, доля энергопотребления жилищного сектора в Казахстане удвоится к 2016 году. Повышение эффективности использования энергии могло бы значительно сократить выбросы парниковых газов в жилищном секторе Казахстана. Политики и другие заинтересованные стороны в Казахстане признают важность, и потенциальные выгоды реализации мер по повышению энергоэффективности зданий, как в экологическом, так и в экономическом контекстах [3].

Строительство энергоэффективных, энергосберегающих домов предполагает применение новых: конструктивных решений; технологий; материалов для теплозащиты. В Казахстане необходимо значительно увеличить объемы производства теплоизоляционных материалов, расширить их ассортимент, улучшить качество и повысить долговечность.

При строительстве как промышленных, так жилых зданий, трубопроводов, тепловых агрегатов, дабы уменьшить тепловые потери в окружающую среду, используются материалы, имеющие специальные характеристики - **теплоизоляционные материалы**. При применении теплоизоляционных материалов значительно уменьшается толщина и масса стен (и прочих ограждающих конструкций), снижается расходование основных конструктивных материалов, низкие

транспортные расходы, вследствие чего снижается и стоимость строительства. Вместе с уменьшением потерь тепла в отапливаемых зданиях, также уменьшается расход топлива. Благодаря своим теплоизоляционным свойствам также обладают способностью и поглощать звуки, отчего его еще принято употреблять как акустические материалы в борьбе с шумом.

В Казахстане компании, выпускающие теплоизоляционные материалов очень мало: ТОО "Завод МВИ" (г. Экибастуз) производитель теплоизоляционных материалов выпускающий маты минераловатные, маты базальтовые из тонкого и супертонкого волокна, плиты теплоизоляционные; ТОО «KAZNANO» (г. Астана) занимается производством и внедрением на рынке современных НАНО и микро технологий. Компания разработал и производит в Казахстане теплоизоляционный материал «КАМКОР», так же устанавливает и реализует новые отопительные системы «ПЛЭН»; ТОО SBS Group Ltd (г. Актобе) работает в основном, в 2-х направлениях – производственные предприятия (силикатный кирпич, газобетон, минеральные плиты) и горнодобывающие компании (базальтовый щебень, кварцевый песок и пр.); Компания POLPAN INSULATION и ООО «ПЕНОПЛЭКС СПб» производит теплоизоляционных материалов из экструзионного пенополистирола; Заводы ТОО «Базальт-Технолоджи», ТОО «Термо Мастер», ТОО «Базальт» и ТОО «ТехстройИнновация» производит теплоизоляционных изделий на основе базальтового волокна.

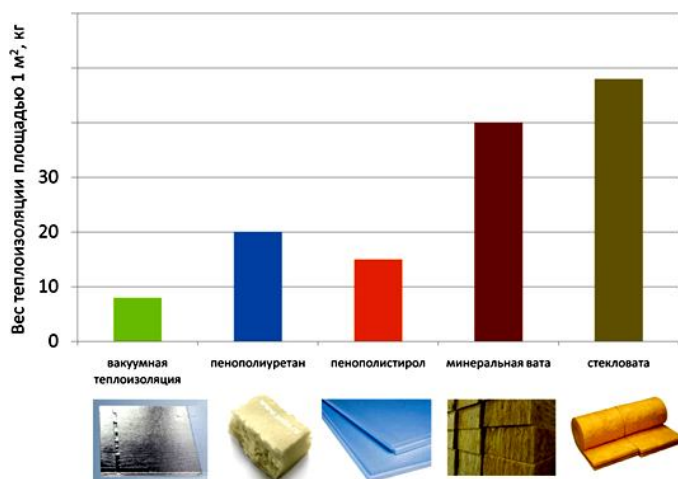
Поэтому создание высокоэффективного теплоизоляционного материала является в настоящее время актуальной задачей в строительстве.

В мире имеются большое количество новых современных теплоизоляционных материалов. Например, каменная вата, маты базальтовые, пеностекло (ячеистое стекло), перлит, экструдированный пенополистирол, полистирольные пенопласты, пенополиуретан, лен, древесное волокно (целлюлозная вата) и т.д. Каждый материал имеет собственные отличительные качества: теплопроводность, плотность, вес, состав, эффективность. Все материалы объединяет одно отличительное качество – коэффициент теплопроводности ( $\lambda$ ). Коэффициент теплопроводность теплоизоляционных материалов в настоящее время на мировом рынке  $\lambda=0,1 - 0,03 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2/\text{°К}$ . (Таблица 1.)

Таблица 1. Коэффициенты теплопроводности теплоизоляционных материалов

№	Теплоизоляционный материал	Коэффициент теплопроводности. $\lambda$ , $\text{Вт}\cdot\text{м}^2/\text{°К}$ .
1	Пенопласты формальдегидные	0,037...0,042
2	Пенопласты поливинилхлоридные	0.032...0.043
3	Пенополиуретан	0,025
4	Панели ISO	0.0195...0.025
5	Пробковая плита	0,043
6	Опилки древесные сухие	0,065
7	Шлак котельный (наполнит.)	0,33
8	Минеральная вата	0,05
9	Стекловолокно	0,036
10	Перлит	0,05
11	Картон строительный многослойный	0,13

Учеными из России, Китая, Кореи, Японии, Германии и США в целях улучшения энергоэффективности теплоизоляционных материалов была создана **вакуумный теплоизоляционный материал** (Va-Q-vip, Vacupor@NT, VIP/QASA, FRONT VIP, LGhausys VIP, VTP Mono, HVIP, Vokes VIP и др.) [4-5], достигнув коэффициента теплопроводности -  $\lambda=0,002 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2/\text{°К}$ . В настоящее время данный материал широко используется в строительстве в передовых странах мира.



**Рис. 1.** Диаграмма сравнение теплоизоляционных материалов



**Рис. 2.** Вакуумный теплоизоляционный панель

В России работа [6] по созданию подобных теплоизоляционных материалов проводилась в 60х годах прошлого века сотрудниками кафедры теплофизики «Ленинградского института Точной механики и оптики» под руководством Г.Н. Дульнева. Однако, из-за высокой стоимости материала и ряда других причин, в строительной отрасли эти разработки не применялись.

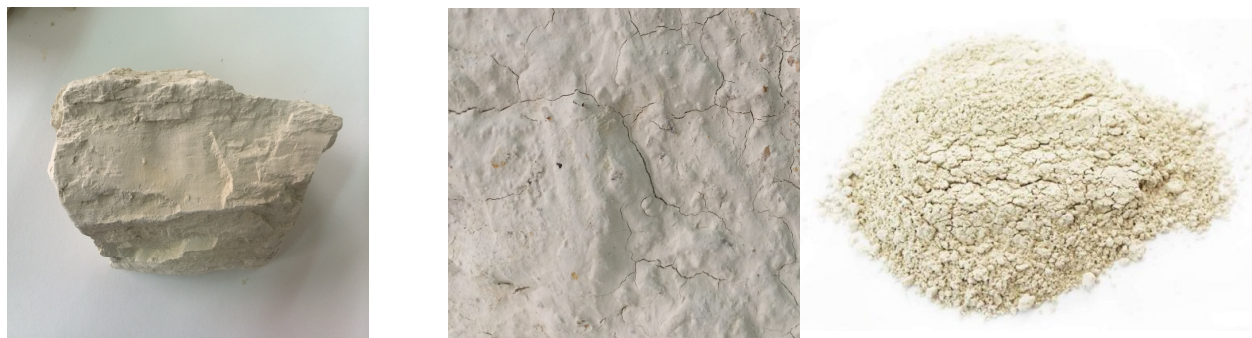
В НИ «МГУ имени Н.П. Огарева» (Республика Мордовия) на основе модифицированного диатомита из Атемарского месторождения была разработана и представлена технология получения вакуумных теплоизоляционных материалов DIATOMIT VIP [7], в Белоруссии также был представлен технология получения вакуумных теплоизоляционных материалов в ГП «Институт жилища – НИПТИС имени Атаева С.С.» на основе микрокремнезема [8].

Более перспективным направлением является создание вакуумных изоляционных панелей с наполнителем из пористых материалов - мелких порошков или аэрогелей [9-12], который помещается в непроницаемую пленку-оболочку, воздух из которой откачивается до давления 1 мбар. В качестве материала-наполнителя используется нанопористый диоксид кремния SiO<sub>2</sub>.

**Диатомит** (кизельгур, инфузорная земля, горная мука, целит), легкая, пористая осадочная горная порода, состоящая из широко распространенных многообразных микроскопически малых водорослей желтоватого цвета, оболочка которых, образованная из двух половинок (отсюда название), пропитана кремнеземом. Скопления оболочек водорослей образуют целые слои тонкозернистых горных пород (трепел, диатомит, инфузорная земля, кизельгур), а так же диатомитовый ил, покрывающий дно океанов, преимущественно в арктических и антарктических областях. Химически диатомит на 96% состоит из водного кремнезёма (опала). Область применения диатомита достаточно обширна. Он используется как теплоизолятор в цветной и черной металлургии, энергетике; как адсорбент и фильтр в текстильной, нефтехимической и пищевой промышленности; как инсектицид и добавка в удобрения в сельском хозяйстве. В строительной сфере диатомит нашел применение в качестве сырья для тепло- и звукоизоляционных материалов, а также как добавка к цементам, бетонам, строительным растворам и сухих смесям различного назначения [13-16].

Диатомит обладает исключительной пористостью (до 90-92%), которая обусловлена составом породы из мельчайших полых раковин диатомей, а также способностью к адсорбции, плохой тепло- и звукопроводностью, тугоплавкостью и кислотостойкостью. Объемный вес диатомита колеблется от 0,42 до 0,96 г/см<sup>3</sup>. Средняя плотность диатомита в сухом состоянии находится в пределах от 0,15 до 0,6 г/см<sup>3</sup>. Истинная плотность – 1,8–2,0 г/см<sup>3</sup>.



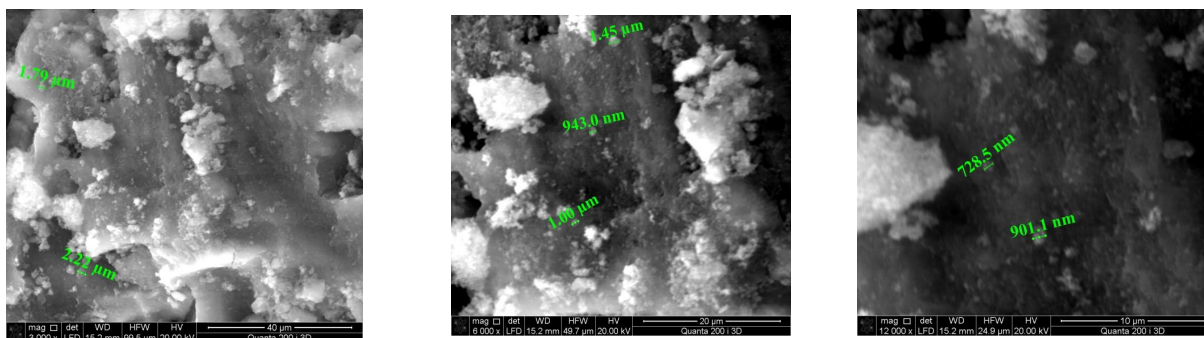


**Рис. 3.** Диатомит Утесайского месторождения (Казахстан)

В настоящее время в Казахстане диатомит малоизучен и область применения широко не афишируется и не ведутся разработки диатомита, однако можно увидеть только из работ М.М. Буркитбаева и К.Б. Мусабеева диатомит используется в качестве сорбента и композиционного материала, [17], а также по работе Б.Т. Таймасова можно сказать, что диатомит используется в качестве добавки в портланд цемент [18].

**В Казахстане имеются месторождения диатомита (Утесайский, Жалпакский, Кыргызский).** По оценкам ученых запасы диатомита в данных месторождениях составляет более 2 млрд. тонн. Наша научно-исследовательская группа совместно с учеными НИ «МГУ имени Н.П. Огарева» изучив диатомит из Атемарского месторождения, получив все сведения о свойствах диатомита, нацелена на получение вакуумного теплоизоляционного материала из месторождений Казахстана.

Впервые в Казахстане диатомит из месторождений Утесайского, Жалпакского, Кыргызского и месторождений Российской Федерации (Атемарский, Инзенский, Никольский) были изучены и проведены комплексные исследования химического, элементного состава, гранулометрии, топографии поверхности, морфологии, фрактографии частиц микрокремнеземов.

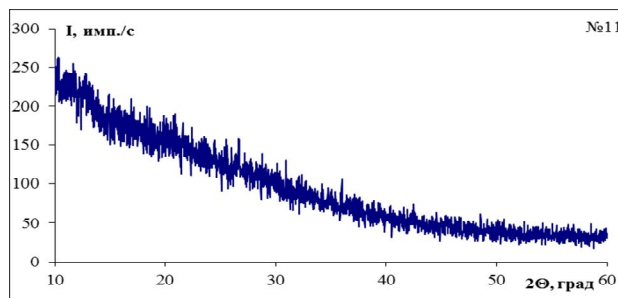


**Рисунок 3.** Микрофотографии диатомита

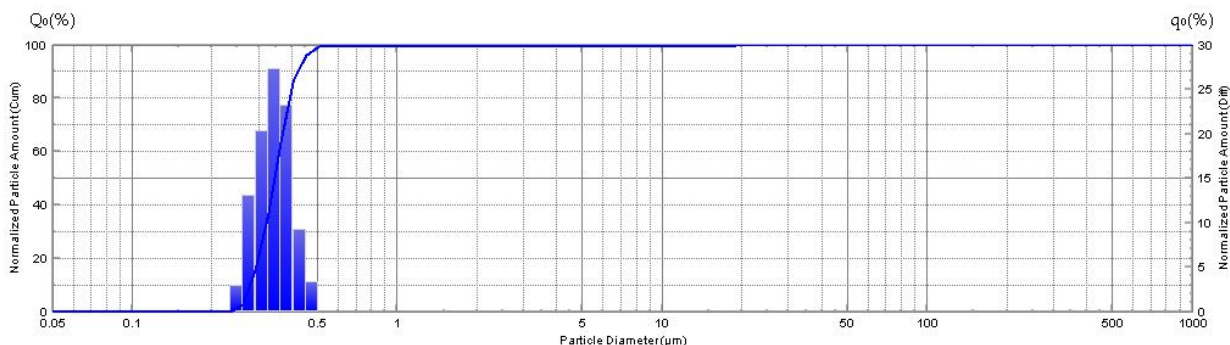
Method : X\_UQHE

Compound	m/m%	StdErr	El	m/m%	StdErr
SiO2	86.52	0.17	Si	40.45	0.08
Al2O3	6.58	0.12	Al	3.48	0.07
Fe2O3	3.21	0.09	Fe	2.25	0.06
K2O	1.43	0.06	K	1.18	0.05
MgO	0.790	0.039	Mg	0.477	0.024
TiO2	0.445	0.022	Ti	0.267	0.013
SO3	0.354	0.018	Sx	0.142	0.007
CaO	0.238	0.012	Ca	0.170	0.009
Na2O	0.215	0.056	Na	0.160	0.041
P2O5	0.0576	0.0032	Px	0.0251	0.0014

**Рис. 4.** Химический состав диатомита Утесайского месторождения



**Рис. 5.** Рентгенограмма диатомита



**Рис. 6.** Гранулометрическая гистограмма диатомита

Исследования проводились на базе двух вузов, в лаборатории инженерного профиля «КазНТУ имени К.И. Сатпаева» под руководством профессором С.Б. Айдаровой и С.Е. Кудайбергеновым и в НИ «МГУ имени Н.П. Огарева на Архитектурно-строительном факультете и ЦКП «Материаловедение» под руководством академика В.П. Селяева и В.А. Неверова.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Генцлер И.В., Петрова Е.Ф., Сиваев С.Б. Энергосбережение в многоквартирном доме. – Тверь: Научная книга, 2009. - 130 с.
2. Шреккенбах Л. Инициатива Жилищное хозяйство в Восточной Европе (ИВО), Берлин, portal-energo.ru.
3. Молчанова Л.М. Проект Правительства Республики Казахстан, Программы развития ООН и Глобального Экологического Фонда «Энергоэффективное проектирование и строительство жилых зданий». – г. Астана, 2011.
4. Ferle A. Einsatz von Vacuumdämmung in Hochbau. 8 Europäische Passivhaustagung. – Krems, Austria. 2004. – 171–177 s.
5. Diefenbach N. Modernisierung von Zweifamilienhäusern auf unterschiedliche energetische Standards unter einatz von Großelementen mit Vakuumdämmung. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. Hannover. S. 63–68.
6. Дульнев Г.Н., Сигалова Г.В. Теплопроводность моно- и полидисперсных зернистых материалов // Строительная теплофизика: Энергия, 1966. С. 40–47.
7. Селяев В.П., Неверов В.А., Осипов А.К., Куприяшкина Л.И., Селяев П.В., Седова А.А., Фомин Н.Е., Нищев К.Н., Маштаев О.А., Сидоров В.В., Кечуткина Е.Л. Теплоизоляционные материалы и изделия на основе вакуумированных дисперсных порошков микрокремнеза и диатомита. Саранск: Издательство Мордовского университета, 2013. С – 217.
8. Данилевского Л.Н. Вакуумная теплоизоляция и перспективы ее использования в строительстве (статья). Портал-энерго <http://portal-energo.ru>. Беларусь. 2013. С – 7.
9. Васильев Л.Л. Теплопроводность неметаллических зернистых систем // Строительная теплофизика. М., Л.: Энергия, 1966. С. 48–56.
10. Caps R., Friscke J. Konzepte für den Einsatz, von evakuirten Dämmungen bei Passivhäusern. 4 Passivhaus Tagung, Kassel, Marz 2000. S. 171–177.
11. Caps R., Friscke J. Vakuumdämmungen in der Anwendung. 5 Passivhaus Tagung, Reutlingen, Februar 2001. S. 247–254.
12. Armin Binz. Hightech-Materialen von dem Durchbruch. 9 Passivhaus Tagung, Ludvigshafen 2005. S. 219–224.
13. Пустовгар А.П. Эффективность применения активированных диатомитов в сухих строительных смесях. Ж., Строительные материалы, октябрь 2006.
14. Швецов М. С. Петрография осадочных пород, 3 изд., М., 1958.
15. Каледа Г.А. Природные сорбенты, М., 1967.
16. Кремнистые породы СССР (диатомиты, опоки, трепелы, спонголиты, радиоляриты), Каз., 1976.
17. Мусабеков К., Буркитбаев М., Оразымбетова А.Б. Адсорбция ионов металлов на диатомите. // Вестник КазНУ, сер. хим., №2(62), с.47-51 2011 №2, 47 - 51 стр.
18. Таймасов Б.Т. Технология производства портландцемента: Учеб. пособие. –Шымкент, Изд-во ЮКГУ, 2003. -297 с.

REFERENCES

1. Gentsler I.V., Petrova E.F., Sivaev S.B. Energy saving in an apartment house. - Tver: Academic Book, 2009. - 130 p.
2. Shrekkenbah L. Initiative Housing in Eastern Europe (IWO), Berlin, portal-energo.ru.
3. Molchanov L.M. Project of the Government of the Republic of Kazakhstan, the United Nations Development Programme and the Global Environment Facility "Energy Efficient Design and Construction of Residential Buildings". - Astana, 2011.
4. Ferle A. Einsatz von Vacuumdämmung in Hochbau. 8 Europäische Passivhaustagung 2004. Krems, Austria. S. 171-177.
5. Diefernbaach N. Modernisierung von Zweifamilienhäusern auf unterschiedliche energetische Standards unter einatz von Grobelementen mit Vakuumdämmung. 9 Internationale Passivhaustagung 2006. Hannover. S. 63-68.
6. Dulnev G.N., Sigalova G.V. The thermal conductivity of mono- and polydisperse granular materials // Building Thermal Physics. M, L.: Energy, 1966. S. 40-47.
7. Villagers V.P., Neverov V.A., Osipov A.K., Kupriyashkina L.I., Villagers P.V., Sedov A.A., Fomin N.E., Nishcheva K.N., Mashtaev O.A., V.V. Sidorov, Kechutkina E.L. Thermal insulation materials and products based on vacuum-dispersible powders microsilica and diatomaceous earth. Caransk: Publisher Mordovia universitetata, 2013 C - 217.
8. Danilevsky L.N. Vacuum insulation and the prospects for its use in construction (article). Portal energy <http://portal-energo.ru>. Belarus. 2013 C - 7.
9. L.L. Vasiliev The thermal conductivity of non-metallic granular systems // Building Thermal Physics. M, L.: Energy, 1966. S. 48-56.
10. Caps R., Friscke J. Konzepte für den Einsatz, von evakuirten Dämmungen bei Passivhäusern. 4 Passivhaus Tagung, Kassel, Marz 2000. S. 171-177.
11. Caps R., Friscke J. Vakuumdämmungen in der Anwendung. 5 Passivhaus Tagung, Reutlingen, Februar 2001. S. 247-254.
12. Armin Binz. Hightech-Materialen von dem Durchbruch. 9 Passivhaus Tagung, Ludvigshafen 2005. S. 219-224.
13. Pustovgar A.P. Efficacy of activated diatomite in dry construction mixtures. J., Building Materials, October 2006.
14. Shvetsov M.S., petrography of sedimentary rocks, 3rd ed., Moscow, 1958.
15. Khaled G.A. Natural sorbents, M., 1967.
16. Siliceous rocks of the USSR (diatomite, flasks, tripoli, Spongolite, radiolarites), Kaz., 1976.
17. Musabekov K., Burkitbayev M., Orazymbetova A.B. Adsorption of metal ions in the diatomite. // Bulletin of the KNU, Ser. chem., №2 (62), s.47-51 2011 №2, 47 - 51 p.
18. Taymasov B.T. Technology of production of Portland cement: Proc. allowance. -Shymkent, Publ SKSU, 2003. -297 p.

Айдарова С.Б., Селяев В.П., Нурлыбаев Р.Е., Неверов В.А., Шамельханова Н.А., Мұрзағұлова А.А.

**Микрокремнезем негізіндегі жаңа заманғы жылу ұстағыш материалдар**

**Түйіндеме.** Энергетикалық коллапс болатын кезде әлемнің табиғи энергетикалық қорының таусылатын күнін жорамалын көптеген ғалымдар біледі. Сондықтанда әлемдік ынтымақтастықтар энергетикалық жайсыздықтан шығудың жолдарын іздеуде. Бір ғалымдар экономикада энергияны қайтадан өңдеу технологиялар қолдануды айтса (күн энергиясы, биоэнергия, желден алынатын энергия т.б.) ал енді біреулері жаңа энергия көздерін алудың жолдарын ұсынады. Бірақ та, барлығы энергияны үнемдеу технологиясымен келіседі.

**Негізгі сөздер:** микрокремнезем, жылу ұстағыш, такталар, диатомит, энэготиимділік, вакуумды жылу ұстағыш такталар.

Айдарова С.Б., Селяев В.П., Нурлыбаев Р.Е., Неверов В.А., Шамельханова Н.А., Мурзагулова А.А.

**Современные теплоизоляционные материалы на основе микрокремнезема**

**Резюме.** Мировые природные энергетические запасы истощены и уже многие ученые прогнозируют тот предел, когда наступит энергетический коллапс. Поэтому обеспокоенное мировое сообщество ищет пути решения энергетической проблемы. Одни ученые предлагают более интенсивно использовать в экономике возобновляемые источники энергии (солнечная энергия, биоэнергетика, энергия ветра, энергия морских приливов и т.д.). Другие – предлагают искать новые источники энергии. Но все согласны в одном – необходимо создавать энергоэффективные технологии, применять энергосберегающие изделия, машины, агрегаты, аппараты.

**Ключевые слова:** микрокремнезем, теплоизоляция, панели, диатомит, энэгоэффеktivность, вакуумный теплоизоляционный панель.

Aidarova S.B., Selyaev V.P., Nurlybaev R.E., Neverov V.A., Shamelkhanova N.A., Murzagulova A.A.

**Contemporary thermal insulation materials on the basis of silica fume**

**Resume.** The world's natural energy reserves are depleted and already many scientists predict the limit when it's energy collapse. Therefore, the concern of the international community is looking for ways to solve the energy problem. Some scientists suggest more intensive use in the economy of renewable energy (solar energy, bio-energy, wind energy, tidal energy, etc.). Other - offer to look for new sources of energy. But all agree on one thing - it is necessary to create energy-efficient technologies, use energy-saving products, machinery, plant and apparatus.

**Key words:** silica fume, insulation panels, diatomite, energy efficiency, thermal insulation panel vakummny.

УДК 620.197 (075)

**Б.К. Кумар, Д.М. Байтурсунов, З.Т. Алисултанова, А.М. Садыков**

(КазНТУ им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ КАЗАХСТАН-КИТАЙ**

**Аннотация.** С увеличением сроков эксплуатации и неуклонным старением системы газопроводов, включая магистральные и региональные газопроводы Казахстан-Китай, а также газопроводы-отводы возрастает вероятность их отказов по причине коррозии и стресс-коррозии. Многие региональные газопроводы, газопроводы-отводы построены в одноточечном исполнении и обеспечивают газоснабжение городов и промышленных предприятий, перебои поставок газа которым недопустимы. В этой связи в обеспечении эксплуатационной надежности газопроводов неуклонно возрастает роль системы их диагностического обследования.

**Ключевые слова:** магистральный газопровод, коррозия, отводы, эффективность эксплуатации.

В настоящее время основным инструментом системы диагностического обследования газопроводов Казахстан-Китай является внутритрубная диагностика (ВТД), объемы которой за последнее время неуклонно росли и сейчас составляют примерно 20 тыс. км в год. Такие объемы работ по ВТД позволили провести первичное обследование всех газопроводов подготовленных к ВТД и сейчас стоит задача по проведению их повторного обследования. Для эффективного решения этой задачи необходимо определить оптимальные сроки проведения на газопроводах повторных ВТД, т. е. так определить время обследования газопровода, чтобы в период между ВТД дефекты не достигли критических размеров и не привели к отказу [1].

На большинстве региональных газопроводах и газопроводах-отводах по ряду причин проводить ВТД невозможно и поэтому для них основным методом определения их технического состояния являются электрометрические измерения. Электрометрические измерения позволяют надежно решать проблему диагностики коррозионных дефектов, но их недостаточно для обнаружения стресс-коррозионных дефектов. Для решения этой задачи необходимо развить как методические подходы так и способы обнаружения стресс-коррозионных дефектов [2,3,4].

Параметр распределения глубины дефектов, обнаруженных при первой информативной ВТД,  $g_1$ , определяют по зависимостям, представленным на рисунке 1, или по следующей формуле (1):

$$g_1 = 0,10 / \log_e[m_{0,2}/m_{0,3}], \quad (1)$$

где  $m_{0,2}$ ,  $m_{0,3}$  - число обнаруженных при ВТД стресс-коррозионных дефектов, с относительной глубиной, большей или равной соответственно 0,2 и 0,3.

Значения  $m_{0,2}$ ,  $m_{0,3}$  определяют по дефектным ведомостям результатов ВТД, хранящихся в базе данных ССД "Инфотех".

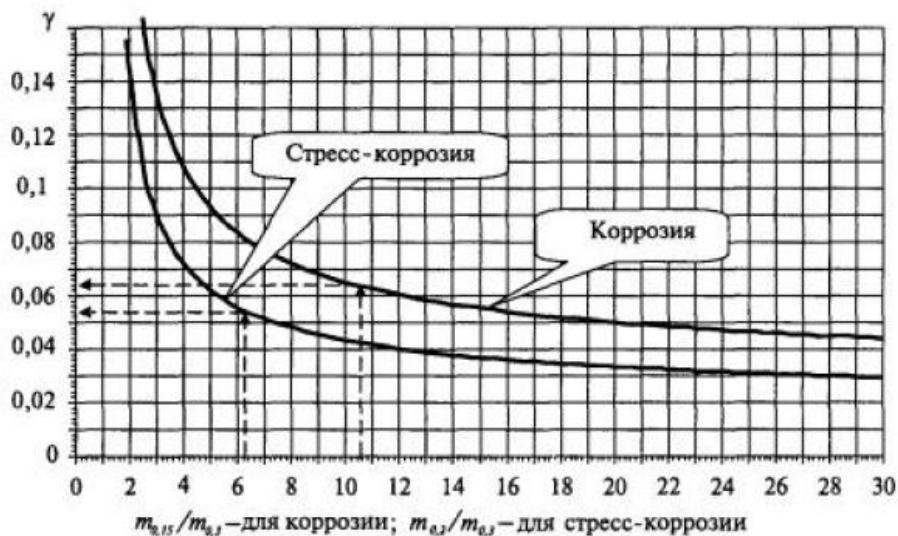


Рис. 1. Определение параметра распределения коррозионных и стресс-коррозионных дефектов

Прогнозируемое число стресс-коррозионных дефектов на участке газопровода -  $n$  (включая дефекты, глубина которых ниже порога чувствительности внутритрубного дефектоскопа) вычисляют по формуле (2)

$$n = m_{0,2} / \exp(-0,2/\gamma) \quad (2)$$

или определяют по графику, представленному на рисунке 2.

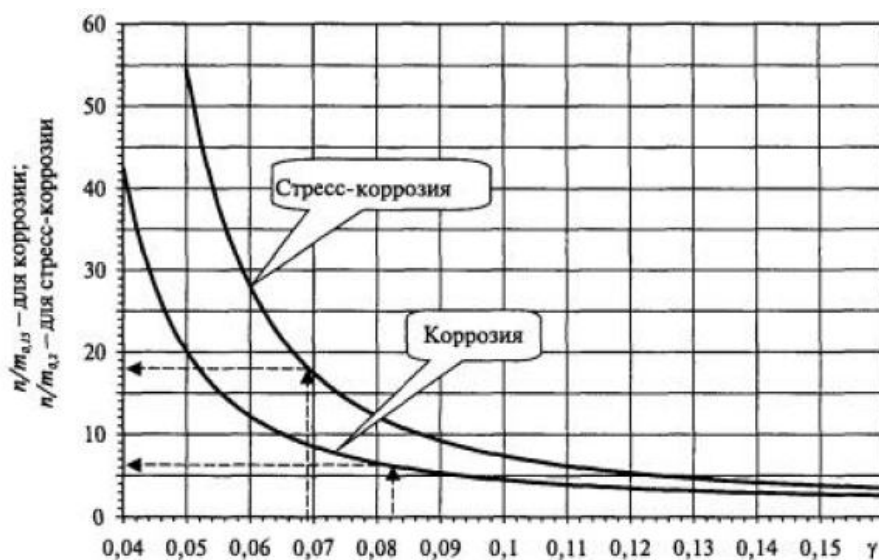


Рис. 2. Определение прогнозируемого числа дефектов

Таким образом, совершенствование ВТД и диагностики технического состояния газопроводов Казахстан-Китай не подготовленных к ВТД на основе передовых технологий контроля и современных способов обработки результатов диагностики является актуальной проблемой и ее решение не только повысит эффективность диагностического обследования газопроводов, но и обеспечит их безопасную эксплуатацию [5,6].

Приоритет по техническому диагностированию линейных участков МГ назначают по ожидаемой вероятности возникновения отказа на линейном участке за время эксплуатации. Расчет

вероятности отказа проводят по локальной интенсивности отказов на рассматриваемом участке ЛЧ МГ. Значение локальной интенсивности отказов  $\lambda_l$  рассчитывают на основании статистических данных об инцидентах и отказах на газопроводах и по результатам экспертных оценок конструктивно-технологических особенностей, условий строительства, эксплуатации и текущего технического состояния (наличия дефектов) ЛЧ МГ в соответствии с 39-1.10-084.

Среднюю интенсивность отказов рассчитывают на 1000 км газопроводов за год эксплуатации [3,6,7].

Интенсивность отказов обследуемого участка МГ  $\lambda_l$  вычисляют в соответствии со структурной схемой по формуле (3)

$$\lambda_{\pi} = \lambda_{\text{рег}} \cdot k_D \frac{\sum_{i=1}^{12} \left[ p_i \sum_{j=1}^{J(i)} (q_{ij} \cdot F_{ij}) \right]}{B_{\text{ср}}}, \quad (3)$$

где  $\lambda_{\text{рег}}$  - среднестатистическая интенсивность отказов для газотранспортного предприятия, которое обслуживает участок газопровода - среднее число отказов в год на 1000 км газопроводов;

$k_D$  - коэффициент, учитывающий зависимость интенсивности отказов от диаметра газопровода;

$B_{\text{ср}}$  - балльная оценка для среднестатистического участка газопровода (по десятибалльной шкале), принимают равной 3,65;

$p_i$ ,  $q_{ij}$  - весовые коэффициенты, учитывающие определенный относительный вклад каждого фактора внутри каждой из групп технологических и природных факторов влияния;

$F_{ij}$  - балльные оценки факторов риска для обследуемого участка газопровода;

$J(i)$  - число факторов внутри каждой из групп.

Цель представленной работы – повышение эффективности диагностического обследования магистральных газопроводов, региональных газопроводов и газопроводов-отводов посредством оптимизации сроков проведения ВТД, а также совершенствованием методик технического диагностирования линейных участков газопроводов, не подготовленных к проведению ВТД, подводных переходов, переходов через железные и автомобильные дороги.

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие основные задачи:

- На основе статистической обработки результатов ВТД предложены модели для прогноза коррозионного и стресс-коррозионного состояния газопроводов;

- Для определения сроков проведения повторных ВТД с целью обнаружения коррозионных или стресс-коррозионных дефектов разработаны математические модели, основанные на определении изменения параметров законов распределения коррозионных и стресс-коррозионных дефектов;

- Для линейных участков газопроводов, не подготовленных к внутритрубной диагностике, на основе экспертной оценки локальной интенсивности отказов создана модель определения времени проведения их комплексного обследования;

- Предложена методика комплексного обследования линейных участков газопроводов, не подготовленных к ВТД, основанная на анализе факторов, способствующих образованию и росту дефектов, таких как уровень грунтовых вод, состояние защитного покрытия, коррозионная агрессивность грунта;

- Предложена математическая модель для количественной оценки технического состояния газопроводов;

- Разработаны критерии по выбору приоритета диагностических работ на подводных переходах, переходах через железные и автомобильные дороги.

Основными научными результатами работы являются разработанные:

- Правила оценки остаточного ресурса магистральных газопроводов.

• Временная Инструкция по определению стресс-коррозионно опасных участков и техническому диагностированию технологических трубопроводов газа компрессорных станций.

Результаты работ использовались для оценки технического состояния и определения сроков проведения повторных внутритрубных обследований магистральных газопроводов ТОО «Азиатский Газопровод» Казахстан-Китай.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А.Абакумов, А.А.Абакумов. Магнитная Диагностика газонефтепроводов. — М.: Энергоатомиздат, 2001. 440с.
2. Болотин В.В. Уравнения роста усталостных трещин // Механика твердого тела. 1983. -№4. —С. 153-160.
3. Бородавкин П.П., Синюков А.М. Прочность магистральных трубопроводов.-М.:Недра, 1984. 245с.
4. Будзуляк Б.В. программа переизоляция магистральных газопроводов//Газовая промышленность.-2004.-№6.-С. 18-20.
5. Будзуляк Б.В., Губанок И.И., Салюков В.В., Велиюлин И.И. Концепция ремонта линейной части МГ. //Газовая промышленность. -2003. №8. -С.62-65.
6. В.В.Налимов. Применение математической статистики при анализе вещества. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва 1960.
7. Велиюлин И.И. Совершенствование методов ремонта газопроводов. М.:Нефть и газ, 1997.-223с.

REFERENCES

1. A.A.Abakumov, A.A.Abakumov. Magnetic Diagnostics gas and oil pipelines. - М.: Energoatomizdat, 2001. 440p.
2. VV Bolotin Fatigue crack growth equation // Mechanics of Solids. 1983. -№4. -P. 153-160.
3. Wartkin PP, Sinyukov AM Trunk strength truboprovodov.-M.: Nedra, 1984. 245p.
4. Budzulyak BV program re-insulation of trunk pipelines // Gas promyshlennost.-2004.-№6.-P. 18-20.
5. Budzulyak BV, Gubanok II, Salyukov VV, Veliyulin II Repair concept of the linear part of the MG. // Gas industry. -2003. №8. -P.62-65.
6. VVNalimov. Application of mathematical statistics in analyzing the matter. State Publishing House of physical and mathematical literature. Moscow 1960.
7. Veliyulin II Improvement of methods of pipeline repairs. Moscow: Oil and Gas, 1997.-223p.

Құмар Б.К., Байтұрсынов Д.М., Әлисултанова З.Т. магистранты: Садықов А.М.

**Магистралдық газ құбырының қазақстан-қытай желілік бөлігінің техникалық жағдайын диагностикалау тиімділігін арттыру**

**Түйіндемe.** Бұл мақалада диагностикалық зерттеулер тиімділігі мерзімін оңтайландыру арқылы магистралдық құбыр жолдары, газ құбырлары мен аймақтық газ құбырларына диагностикалық сараптама тиімділігін сипаттайды, сондай-ақ желілік құбырдың техникалық диагностика әдістерін жетілдіру құбыр ішіндегі диагностиканы жүргізу болып табылады.

Кумар Б.К., Байтурсунов Д.М., Алисултанова З.Т.магистранты: Садықов А.М.

**Повышение эффективности диагностики технического состояния линейной части магистральных газопроводов Казахстан-китай**

**Резюме.** В статье рассмотрены повышение эффективности диагностического обследования магистральных газопроводов, региональных газопроводов и газопроводов-отводов посредством оптимизации сроков проведения внутритрубной диагностики (ВТД), а также совершенствованием методик технического диагностирования линейных участков газопроводов, не подготовленных к проведению ВТД, подводных переходов, переходов через железные и автомобильные дороги.

Kumar B.K., Baitursynov D.M., Alisultanova Z.T. undergraduates: Sadykov A.M.

**Improving the efficiency of diagnosing the technical condition of the linear part of the main pipeline kazakhstan-china**

**Summary.** This article describes the efficiency of diagnostic examination of trunk pipelines, gas pipelines and regional gas laterals by optimizing the timing of the SED, as well as the improvement of methods of technical diagnostics of linear pipeline sections are not prepared to conduct ITD, underwater crossings, crossing railways and roads.

УДК 622 (076)

**Н.Т. Калдыбаева, А.С. Ыскак**  
(КазНТУ имени К.И.Сатпаева, Алматы, Республики Казахстан)

**ПРОЯВЛЕНИЕ МЕЖКОЛОННОГО ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНАХ**

**Аннотация.** В статье рассматривается небольшой анализ выявления причин возникновения межколонных давлений в скажинах месторождении Тенгиз.

**Ключевые слова:** межколонное давление, цементное кольцо, обсадная колонна, солевые отложения, негерметичность заколонного пространства.

В последнее время одной из актуальных проблем разработки газовых, нефтяных и газоконденсатных месторождений является проявление межколонного давления. По данным промысловой практики, число скважин с МКД на нефтяных и газовых месторождениях в России и за рубежом довольно велико. МКД имеют более 8000 скважин в Мексиканском заливе, около 30 % эксплуатационных скважин ОАО «Газпром» (в том числе более 50 % скважин газовых месторождений Севера), более 40 % технологических скважин подземных хранилищ газа в России, до 30 % скважин газоконденсатных месторождений Казахстана, почти 50 % скважин нефтегазового месторождения «Белый Тигр» (на шельфе Вьетнама) и многие другие.

По мнению отечественных и зарубежных исследователей, причины возникновения МКД являются общими для всех месторождений. К ним относятся некачественное цементирование, что провоцирует раннюю миграцию пластового флюида в МКП; образование проводящих каналов в результате воздействия на цементное кольцо в период эксплуатации скважины; негерметичность элементов подземного и устьевого оборудования скважины, лифтовой, эксплуатационной и обсадной колонн. Используемые добывающими компаниями технологии ремонта скважин с МКД, требующие больших затрат, недостаточно эффективны и часто приводят к необходимости ликвидации скважин. При этом ликвидация скважин с МКД также является серьезной проблемой, т.к. МКД появляются и в ликвидированных скважинах.

Однако в мировой промысловой практике не существует единой методики исследования или модели, позволяющей определить степень опасности развития МКД, прогнозировать возможность и интенсивность межколонного проявления. В связи с этим потенциально опасным можно считать появление МКД любой величины назначений. [ 2]

Особую актуальность приобретает проблема МКД на сероводородсодержащих месторождениях, таких как Тенгиз, Карачаганак.

Особенности в скважинах различных категорий и скважин месторождения Тенгиз обусловлены сложностью геолого-технических условий их строительства и эксплуатации, а также уникальным составом добываемой пластовой смеси. Продуктивный башкирский ярус находится на глубине около 4000 м, где пластовая температура достигает 120 °С, начальное пластовое давление составляет 61,2 МПа (коэффициент аномальности 1,56). Пластовый газ характеризуется повышенным содержанием токсичных и коррозионно-активных компонентов, в основном сероводорода (25 % мольн.) и диоксида углерода (20 % мольн.). [ 1]

Таблица 1. Состояния скважин с МКД в Тенгизе и Королевское

Состояния скважин	Тенгиз	Королевское
Эксплуатируемые скважины с межколонным давлением	4,6,7,8,11,15,20,38,44,106,108,110,121,122,124	9, 10, 11,16,18, 19
Добываемые скважины скважины с межколонным давлением	1100,5056,6337,7040	
Нагнетательные скважины с межколонным давлением	5646	



На Тенгизе вскрыты отложения от четвертичного до девонского возраста. В целом в осадочном разрезе выделяются три крупных литолого-стратиграфических комплекса: подсолевой (верхний девон - артинские), солевой (кунгур) и надсолевой (верхняя пермь - четвертичные).

Подсолевые отложения представлены в основном разнофациальными карбонатными породами. По данным анализа кернового материала и корреляции произведена более детальная стратиграфическая разбивка на ярусы. Толщина вскрытых карбонатных отложений колеблется от 100 до 300 м. В скважинах Т-22, Т-24 толщина достигает 1000 метров.

Артинские отложения сложены преимущественно терригенными породами с переотложенными обломками известняков. Толщина его в сводовой части поднятия колеблется от 20 м до 100 м. На крыльях толщина увеличивается до 700-1000м.

Солевые отложения кунгурского возраста представлены толщей сульфатно-галогенных пород и имеет трехчленное строение: состоит из подстилающего пласта ангидрита, каменной соли и перекрывающего пласта – ангидрита. Мощность отложений кунгура изменяется от 500 до 1700 м.

Надсолевой комплекс представлен в основном терригенными отложениями, типичными для всего юго-востока Прикаспийской впадины.

Тенгизский коллектор разделен на три основных блока: объект 3 (отложения девона); объект 2 – тульские отложения, «Тула» (ранний – средний визе и турней); и объект 1 (башкирские отложения, серпуховский ярус, верхний визе).[ 1 ]

Солевой тектогенез, является потенциальным естественным напорным источником МКД, который обуславливает подвижность соляного массива и проявляется в виде постоянного объемного либо тангенциально направленного сжатия обсадных колонн. (рис 1).

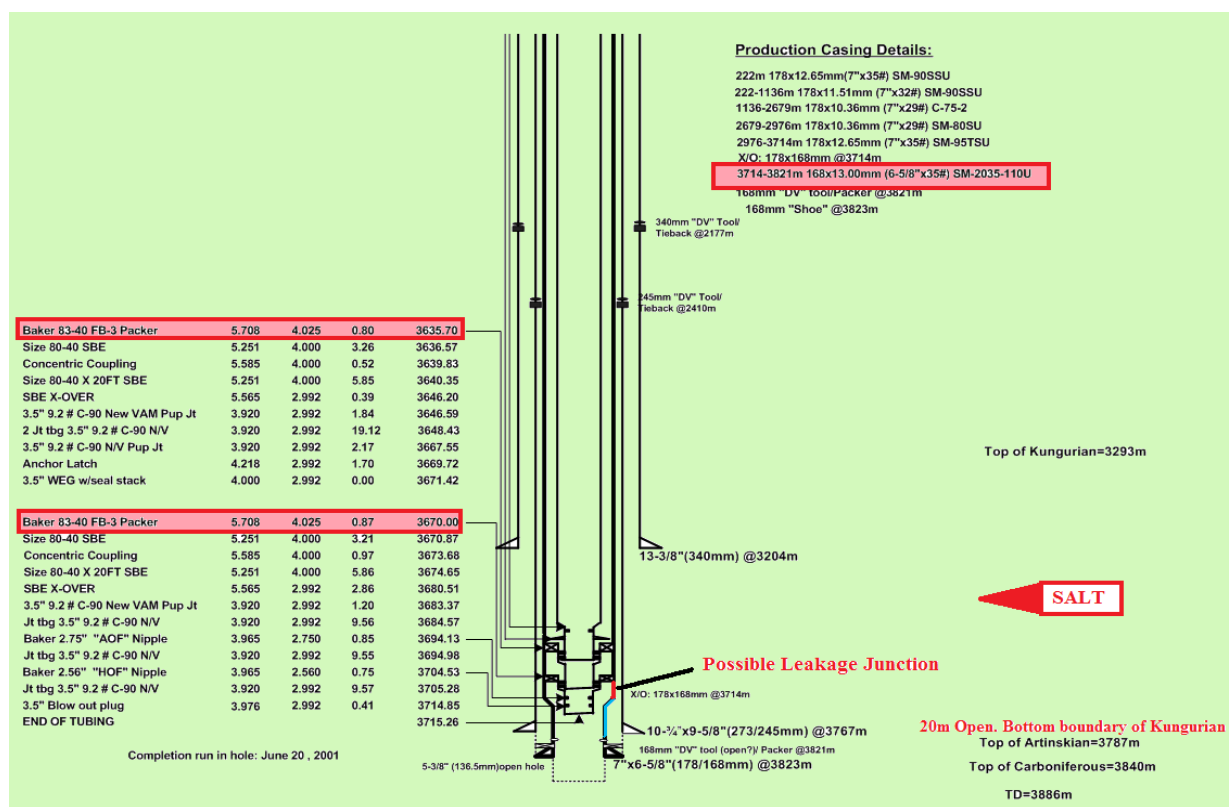


Рис. 1. Схема конструкций скважины № Т- 108 на м. Тенгиз

В скважине № Т-108 13'' колонна на глубине 3204м не перекрывает кровлю Кунгура -3293м. Также на глубине 3635.70м и 3670.00м были установлены пакеры типа Baker 83-40 FB-3, а SM 2035-110U на глубине 3714-3821м, вследствие этого, возможно что, происходит утечка из-за не герметичности соединения и разбедания 7'' колонны.

## • Технические науки

Также по некоторым данным исследований скважин месторождения Тенгиз были температурные изменения, т.е. температурное расширение (рис 2), что может также являться причиной проявления МКД. [1]

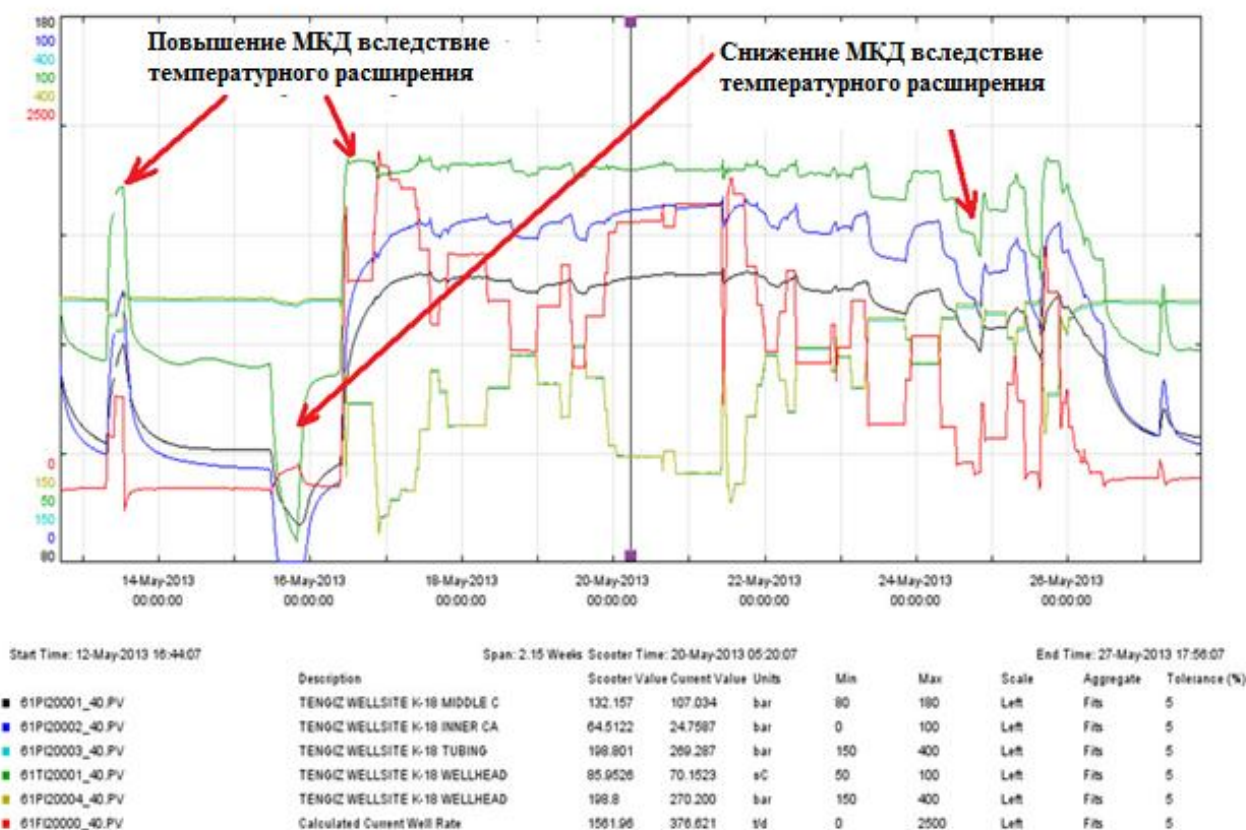


Рис. 2. Данные по исследованию скважины № Т-124 м. Тенгиз

Рекомендации по предупреждению межколонных проявлений могут быть подразделены на две группы:

а) мероприятия по обеспечению качественного разобщения пластов в кольцевом пространстве скважины;

б) меры по обеспечению герметичности всех участков обсадной колонны.

В последние годы одним из наиболее перспективных направлений ликвидации МКД является применение герметизирующих жидкостей. Достоинством герметизирующих жидкостей является возможность их использования для ликвидации межколонных давлений путем заполнения межтрубного и зацементированного межколонного пространства скважины.

При этом актуальной задачей является разработка гелеобразующих композиций, обладающих способностью коагулировать флюидопроводящие каналы и сохраняющих при этом свои технологические свойства на весь срок их нахождения в месте нарушения герметичности крепи.

Потеря герметичности зацементированного заколонного пространства приводит к межколонным давлениям, преждевременному обводнению добываемой нефти или перетоку жидкости, закачиваемой в пласты для поддержания пластового давления, в пресноводные или неэксплуатируемые горизонты, что значительно осложняет и удорожает процесс эксплуатации месторождений. Восстановление герметичности крепи скважин часто связано с повторным цементированием и водоизоляцией, и поэтому данные виды работ занимают значительную долю в общем объеме ремонтно-восстановительных работ. [3]

ЛИТЕРАТУРА

1. Отчет по разработке месторождения Тенгиз, 2012 г.
2. Райкевич С.И. Межколонные давления и заколонные движения флюидов в скважинах. Пути решения проблемы / Международный технологический симпозиум «Интенсификация добычи нефти и газа». Москва, 26.03.2003г.
3. Жадан Ю.Г. «Исследование причин возникновения заколонных флюидопроявлений и разработка методов их предупреждения» Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat.

REFERENSY

1. Otchet po razrabotke mestorojdeni Tengyz, 2012.
2. Raikeevich S.I. Meghkolonnye davleniya I zakolonnye dvigenia fluidov v skvajinah. Puti reshenia problem/ Meghdunarodnyi tehnologicheskii simpozium " Intensifikasia dobychi nefty I gaza". Moseva, 26.3.2003.
3. Ghadan U.G. "Isledovanie prichin vosniknoenia zakolonnyh fluidonaprvlenii I razrabotka matodov ih preduprejdenia" Nauchnaya biblioteka dissertatsii I avtoreferatov disserCat.

Қалдыбаева Н.Т., Ысқақ А.С.

**Ұңғыларда тізбекаралық қысымдардың пайда болуы**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада Теңіз кен орнындағы ұңғыларда тізбекаралық қысымдардың пайда болу себептерін анықтаудың қысқаша талдауы келтірілген.

**Түйін сөздер:** тізбекаралық қысым, цементті сақина, шегендеу тізбегі, тұз түзілімдері, құбырсырты кеңістігінің саңылаусыздығы.

Kaldybayeva N.T., Yskak A.S.

**Manifestation of annular pressure in wells**

**Summary.** This article describes a little analysis to identify the causes of the annular pressure in wells of oil and gaz field Tengiz.

**Key words:** annular pressure, cement ring, casing string, salt deposits, leaking of the casing annulus

УДК 004.02

**А.А. Куандыков, А.Н. Хамитов**

(Международный университет информационных технологий  
Алматы, Республика Казахстан, alikhamt@umail.iu.edu)

**SMART CITY: ПРИМЕНЕНИЕ ИКТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ "УМНОГО ГОРОДА" И ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИЯ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТ CITY ROUTER**

**Аннотация:** В данной статье автор рассматривает вопрос конкретного применения геоинформационных систем и Facility Management технологий при построении "Умного города", их эффективности, и возможных способов использования. В виде практической реализации построения "интеллектуально-развитого" города и модернизации инфраструктуры приведен пример разработанной технологии City Router.

**Ключевые слова:** "умный город", интеллектуализация, смарт сити, ГИС, FM технологии

Городу для поддержки непрерывного устойчивого развития необходимо новое качество решений на основе широкого применения информационных технологий, которые обеспечивают экономичное и экологичное использование городских систем жизнедеятельности. Концепция умного города ("смарт-сити") предполагает модернизацию инфраструктуры города с принципиально новыми возможностями централизованного управления, новым уровнем предоставляемых сервисов и безопасности. Эта стратегическая разработка объединяет разнообразные факторы городского развития в единую систему. Для смарт-сити характерно объединение областей транспортной деятельности, для которых необходимо применение IT-инструментов, а также специальных ("smart") технологий, методов, расчётов. Данная концепция признает роль искусственного интеллекта, информационно-коммуникационных технологий, социального и экологического потенциала как ресурса развития и конкурентоспособности города.

• **Технические науки**

Умный город – это умное управление, умное проживание, умные люди, умная среда, умная экономика, умная мобильность. Перечень областей, которые требуют внедрения smart-технологий, охватывает практически все без исключения сферы городского хозяйства и городской инфраструктуры: аналитика, банкинг, здания, коммерция, электронное правительство, коммуникации, образование, энергетика, чрезвычайные ситуации, общественное питание, здравоохранение, производство и сфера услуг, транспорт, розничная торговля, общественная безопасность, экология и мониторинг окружающей среды, водо- и газоснабжение, и многое другое. Общая схема процесса “интеллектуализации” управления городским хозяйством приведена на рис. 1.

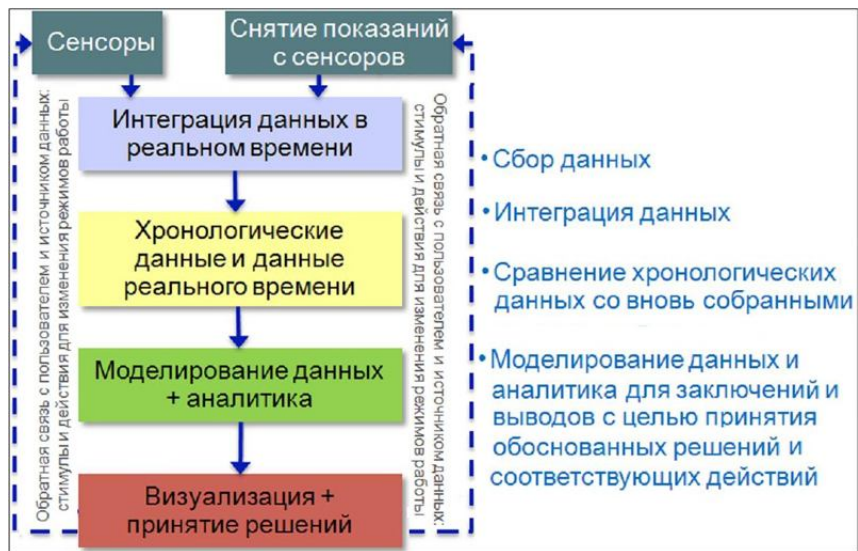


Рис. 1. Общая схема процесса “интеллектуализации” управления городом

В архитектуре “умного” города можно выделить несколько уровней и принципов, связанных с эффективным управлением, оптимальным использованием ресурсов, информационной поддержкой и комплексным использованием информационных ресурсов, анализом и мониторингом среды и программ развития, визуализацией данных и проектов, прогнозированием и др. (рис. 2).

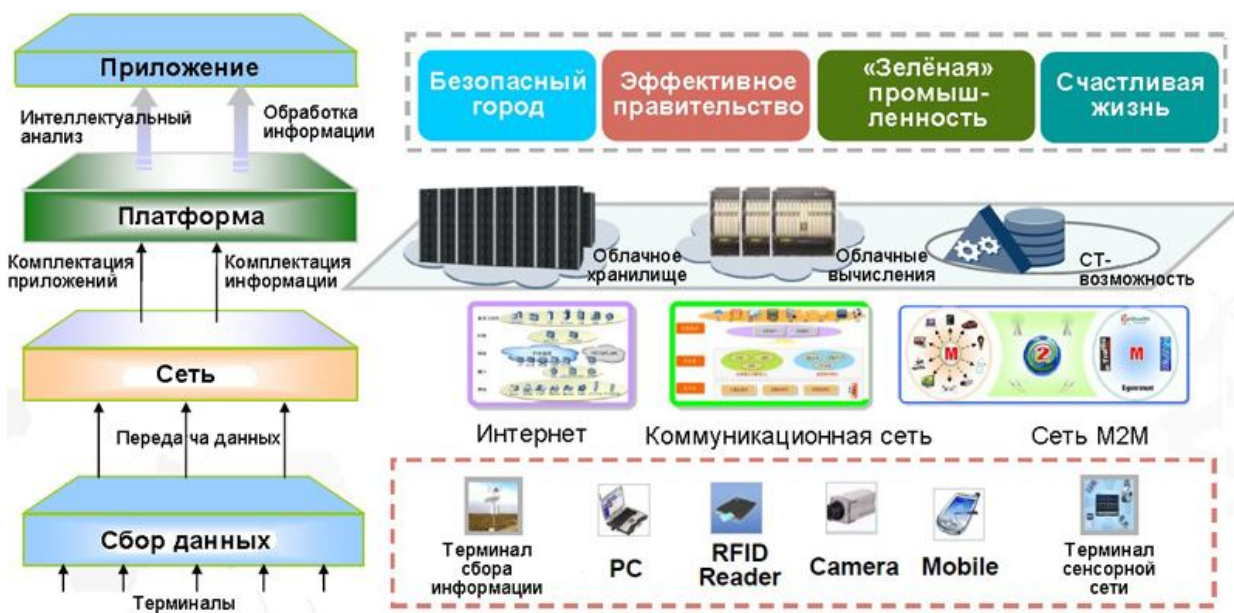


Рис. 2. Архитектура смарт-сити (подход компании Huawei)

В целом **геоинформационные системы (ГИС)** и системы **“Facility Management”** (FM – управление заданными бизнес-свойствами активов; управление инфраструктурой объекта или организации) на базе ГИС играют ведущую роль при реализации концепции “умного” города. Причем, под «городом» в широком смысле могут пониматься как собственно населенные пункты, так и другие крупные территориально распределенные структуры и образования. Так, ярким примером практического воплощения концепции смарт-сити может служить реализация аэропорта г. Пекин, как сложного объекта, во многом сходного с целым городом и выполняющего многие современные бизнес-функции, например такие, как: реализация потребностей бизнеса быстрее, удобнее и дешевле на основе развитой логистической инфраструктуры с ярко выраженным зонированием территории; предоставление возможностей проживания, покупок; проведения деловых встреч; организации выставок и т.д.

ГИС является одной из технологий практического применения концепции Smart-City и единой технологической подложкой применения smart-решений [1]. Это технологическая платформа корпоративного класса, позволяющая понять пространственные взаимосвязи и решать сложные вопросы административно-хозяйственного управления. Кроме того, современная ГИС, такая как полнофункциональная система **Esri ArcGIS**, является уникальным хранилищем разнородной информации, позволяет создавать детальные 3D-модели объектов и местности, получать точные геометрические параметры данных моделей, в наглядной форме отразить состояние, поведение и взаимосвязь объектов недвижимости. Помимо этого, она позволяют выполнять пространственные запросы, оптимально определять расположение объектов инфраструктуры (парковок, входов-выходов, въездов, систем безопасности, инженерных и коммуникационных систем и т.д.), выявлять существующие критические отклонения от требований, спрогнозировать развитие чрезвычайной ситуации.

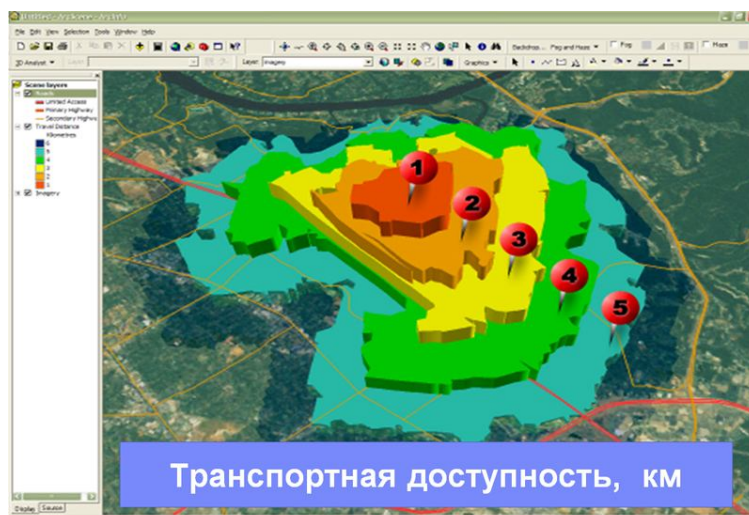
**Facility Management** – согласно определения Британского стандарта **BS 8536:2010** – это процесс междисциплинарного взаимодействия во время эксплуатации объекта или во время жизненного цикла объекта, который продолжается несколько десятилетий, для непрерывного предоставления услуг, которые обеспечивают (поддерживают) основной бизнес объекта, и процесс непрерывного повышения эффективности предоставления этих услуг. **Facility Management** можно определить и как управление инфраструктурой объекта или активов организации [2].

ГИС- и FM-технологии в рамках концепции “умный город” обеспечивают комплексный подход к решению транспортных задач за счёт интеграции пространственной и временной информации, транспортных регламентов, объективных и актуальных данных об объектах транспортной деятельности, знаний и опыта.

ГИС, как основа для управления бизнес-свойствами активов, может использоваться при:

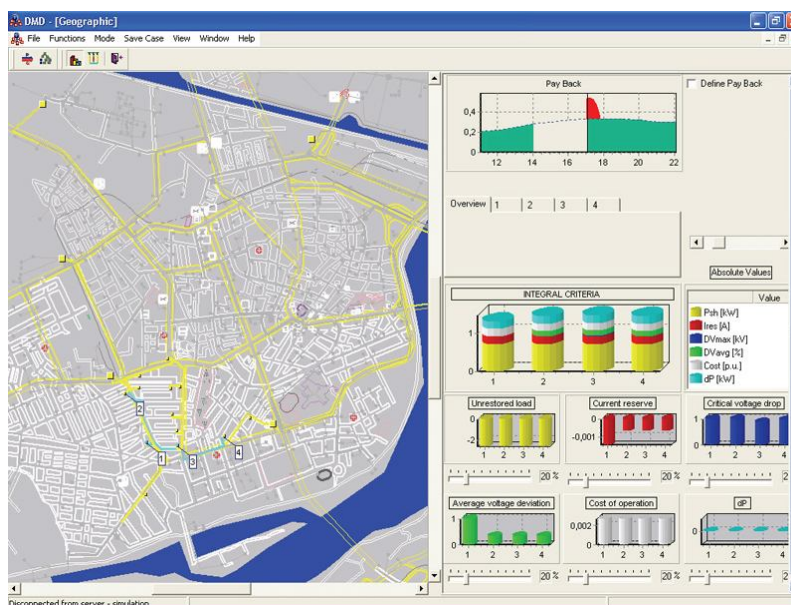
- управлении, визуализации и планировании пространства;
- управлении недвижимостью и другими активами;
- планировании действий в чрезвычайных ситуациях;
- планировании коммуникаций, услуг, инфраструктуры;
- оптимизации ресурсов, площадей;
- управлении обслуживанием;
- а также во многих других сферах городского управления.

Так, система **ArcGIS** предоставляет широкий спектр мощных и удобных инструментов для проведения геопропространственного анализа и моделирования, необходимых при реализации многих программ развития транспортной инфраструктуры города, как, например, анализ транспортной доступности, расчёт близости к источникам скопления общественного транспорта, пространственный анализ оперативной обстановки и моделирование сценариев ее развития и многое другое (рис. 3).



**Рис. 3.** Анализ транспортной доступности.

ГИС- и FM-технологии широко используются в оперативно-технологическом управлении городом на основе собранных объективных данных. Пример информационного комплекса управления городскими активами приведен на рисунке 4.



**Рис. 4.** Интегрирование разнородных данных с различных датчиков, измерителей

Трудно переоценить роль туризма для наполнения городского бюджета, создания дополнительных рабочих мест для населения. В привлечении туристов исключительную роль играют геоинформационные системы. Опыт многих стран показывает, что мало иметь хорошие туристические возможности, памятники культуры, архитектуры, природную среду и т.д. Их нужно сделать привлекательными с использованием тех технологий, которые воспринимаются потенциальными туристами, с объяснением и наглядной демонстрацией всех преимуществ, методов и возможностей по их реализации. Опыт США, где развитию внутреннего и внешнего туризма придаётся огромное значение, показывает, что для реализации и описания всех возможностей для визитёров используется привязанный к реальным условиям и объективным данным ГИС набор сведений о тех или иных туристических центрах: национальные парки, памятники, музеи, новые виды туризма (например, выезд горожан в фермерские хозяйства), спортивные соревнования и т.п.

Речь идёт об интерактивных картах, на которых отображаются сами памятники, отели, дороги, рестораны, кемпинги и т.п. Всё это размещается в интернете, обычно в рамках программ e-региона и e-правительства, и является вкладом местных и федеральных властей в развитие бизнеса и повышение привлекательности регионов. Сведения о тех или иных местах, их привязке к городской инфраструктуре размещаются не только в интернете, но и в навигаторах, мобильных телефонах, планшетных компьютерах и т.п. Существуют трёхмерные программы городов, понятие виртуального туриста, который с использованием Интернета может посещать музеи, улицы и площади. Программа строительства гостиниц или обустройства мест массового туризма не может быть реализована вне стыка с интеллектуальной транспортной системой города, логистических узлов и других сопутствующих программ.

Ниже перечислены основные свойства ГИС, влияющие на привлечение туристов:

- ГИС – хранилище пространственных данных, являющихся основой для формирования туристических атласов, схем, карт и 3D-моделей объектов и прилегающей местности.
- Функциональность ГИС и БД позволяет проводить многофакторный анализ и выявлять особенности туристических объектов, непосредственно влияющих на их привлекательность.
- Оценка средствами ГИС привлекательности будущего туристического объекта с учётом данных о местности, населении, степени развития инфраструктуры, криминальной и экологической ситуации.
- Наглядное отображение результатов анализа в виде графиков, диаграмм, привязанных к конкретной местности.
- Организация услуг регулярной поставки обновлённой и достоверной информации для актуализации баз данных туристических объектов.

Сложно переоценить роль ГИС для управления дорожной сетью. Она является основой для интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Это есть “единое окно” на всех уровнях ИТС: от мобильных решений до ситуационно-аналитического центра. Основные задачи геоинформационных систем в данной области выглядят следующим образом:

- сбор детальной, с точной привязкой к местности информации о таких объектах дорожного хозяйства, как дорожное покрытие, знаки, мосты, освещение;
- транспортное моделирование, анализ транспортных сетей, планирование транспортных потоков;
- отображение оперативной дорожно-транспортной ситуации на 3D-цифровой карте города;
- диспетчеризация общественного транспорта и реагирование на аварии;
- определение местоположения объектов и трассировка;
- планирование и маршрутизация, в т.ч. между разными видами транспортных сетей;
- анализ происшествий;
- демографический анализ и изменение транспортных маршрутов;
- метеорологическое обеспечение, экологический мониторинг.

Ярким примером реализации интеллектуальной транспортной системы для автодорог является система, развернутая в Токио. Она базируется на десятках тысяч достаточно простых сенсоров, не очень большом количестве интеллектуальных видеокамер (порядка 400) и обеспечивает сбор информации с движущихся объектов и информирование водителей о ситуации впереди на дорогах, альтернативных маршрутах и т.д. В основе системы – большой вычислительный ресурс, объединённый с телекоммуникациями, и детальная дорожная ГИС.

ГИС также возможно применять и под землей. Вот примерный перечень информации, получаемый пассажирами метро из системы на базе ГИС:

- график движения поездов;
- пересадочные пункты;
- расстояния между станциями и для всей поездки;
- расстояния между станциями метро и прилегающими к ним достопримечательностями, зданиями, а также ресторанами, магазинами;
- номинальное время ожидания поезда;
- расположение парковочных терминалов;
- закрытые на ремонт станции и переходы;

## • Технические науки

- автобусные маршруты и маршруты других видов транспорта, связанных с метро.

Вызывает интерес и применяемая в западных странах концепция “гражданин как сенсор”. В данном разрезе ГИС-технологии используются для сбора данных от граждан в целях локализации информации для городского правительства о событиях в городе. Граждане могут сообщать о возникновении и местоположении широкого круга инцидентов, например: выбоины на дорогах, открытые крышки люков, появление граффити, ДТП, неправильно припаркованные автомобили, свалки мусора, и т.д. Данные от граждан поступают с помощью мобильных устройств и веб-сайтов, анализируются с помощью ГИС, что позволяет выявить причину инцидента (например, данные о месте затопления позволяют определить неисправный водопровод или канализацию). Данный подход позволяет принимать более взвешенные решения, быстро решать текущие проблемы и предотвращать будущие, улучшить качество госуслуг, получить общую картину оперативной обстановки реального времени в случае ЧС, выявлять тенденции и закономерности возникновения проблем.

Такая технология предполагает обратную связь: ГИС позволяет гражданам проследить, как власти города реагируют на их сообщения; есть возможность быстрой организации опроса граждан – например, где необходимо проложить велосипедный маршрут, пешеходные дорожки и т.д. Таким образом, имеется возможность наглядно видеть мнение всех жителей района и всего города и получить чёткое представление, почему принимается то или иное решение. Стоит учесть и возможность быстрого информирования граждан в случае угрозы ЧС (с указанием рассчитанных маршрутов эвакуации, мест укрытия и т.д.).

Приоритетность внедрения технологий для «умного города» по материалам исследования, проведенного компанией Lockheed Martin Corporation в 2009 году, показана на рис. 5. Видно, что во всех выделенных категориях присутствуют геоинформационные системы (ГИС, GIS).

Современные высокие технологии	Перспективные технологии (через 3-5 лет)	Перспективные технологии (свыше 5 лет)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. DNA testing equipment</li> <li>2. Integrated databases</li> <li>3. Geographic information systems (GIS) software</li> <li>4. Computer-aided dispatch with GPS tracking of patrol cars</li> <li>5. Video surveillance networks</li> <li>6. Wireless access in patrol cars</li> <li>7. Inter-agency radios</li> <li>8. Use of force computer simulators</li> <li>9. Other computer-based training and simulators</li> <li>10. Fingerprint readers</li> <li>11. Conducted energy devices (e.g., Tasers) / non-lethal weapons</li> <li>12. Investigative software (e.g., data mining software)</li> <li>13. Body armor</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. DNA testing equipment</li> <li>2. Integrated data bases</li> <li>3. Computer-aided dispatch with GPS tracking of patrol cars</li> <li>4. Predictive modeling</li> <li>5. Real time crime monitoring center</li> <li>6. Inter-agency radios</li> <li>7. Video surveillance networks</li> <li>8. Geographic information systems (GIS) software</li> <li>9. Investigative software (e.g., data mining software)</li> <li>10. Patrol car cameras</li> <li>11. Aerial surveillance equipment (e.g., drones)</li> <li>12. Computer-based training and simulators</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. DNA testing equipment</li> <li>2. Integrated data bases</li> <li>3. Personal video/audio equipment (worn by officers)</li> <li>4. Predictive modeling</li> <li>5. Investigative software (e.g., data mining software)</li> <li>6. Aerial surveillance equipment (e.g., drones)</li> <li>7. Real-time crime monitoring center</li> <li>8. Inter-agency radios</li> <li>9. Video surveillance networks</li> <li>10. Software for risk factor analysis</li> <li>11. Geographic information systems (GIS) software</li> <li>12. Computer-aided dispatch with GPS tracking of patrol cars</li> <li>13. Next generation 3-1-1 (text and voice messaging)</li> </ol>

Рис. 5. Приоритетность внедрения технологий для «умного города»

В заключении, стоит также упомянуть и ряд других областей, где также могут быть использованы "smart"-технологии в интересах развития города: проектирование, моделирование, учёт и контроль состояния объектов городской инфраструктуры (в т.ч. подземной), ведение паспортов объектов; проектирование баз геоданных для городской инфраструктуры (с использованием моделей, разрабатываемых с помощью Esri); автоматизация управления выездными ремонтно-восстановительными бригадами; обеспечение безопасности городских объектов, в т.ч. при их ликвидации; “ситуационная осведомлённость” – визуализация общей картины оперативной обстановки в городе путём комбинации ГИС-слоёв с актуальными данными.

Как показала практика, так или иначе порядка 80% данных, необходимых для функционирования Smart City, связано с геоданными, то есть зависят от пространственного положения объекта. С этими данными лучше всего работать в среде ГИС. Архитектурно в Smart-решениях компаний IBM и Esri, лидеров по разработке ГИС для Smart City, проводится простая идея. Объект, например, дорога – это имущество, которым нужно эффективно управлять (Maximo+ArcGIS), среда коммуникаций IPv6 (WebSphere+ArcGIS), плюс, АСУТП и SCADA других производителей, следующих той же архитектуре (Siemens, Schlumberger). Важной частью Smart-решений является экономика и впечатляющий ответ на вопрос, сколько денег сэкономит бизнес или



потребитель, заказчик при их внедрении. При внедрении Smart-систем достигаются значительные финансово-экономические эффекты (10%-ная экономия), заданные KPI (КПЭ).

В таблице приведена оценка потенциального экономического эффекта от смарт-технологий в трлн. долларов США до 2025 г. (только в развитых странах) (отчёт McKinsey) [3].

Мобильный интернет	3.7 - 10.8 триллиона
Автоматизация рабочих знаний	5.2 - 6.7 триллиона
Интернет вещей	2.7 - 6.2 триллиона
Облачные решения	1.7 - 6.2 триллиона
Усовершенствование робототехники	1.7 - 4.5 триллиона
Автоматически управляемый транспорт	0.2 - 1.9 триллиона
Геномика нового поколения	0.7 - 1.6 триллиона
Хранение энергии	0.1 - 0.6 триллиона
3-D Печать	0.2 - 0.6 триллиона
Новые материалы	0.2 - 0.5 триллиона
Новые технологии добычи нефти и газа	0.1 - 0.5 триллиона
Возобновляемые источники энергии	0.2 - 0.3 триллиона

Как следствие из вышеприведенных фактов, применение ГИС и FM технологий при построении "Умного города" очень актуально и необходимо. Одним из примеров реализации данной концепции является построение Интеллектуальной транспортной системы (ИТС), подразумевающей оперативное управление всеми видами транспорта в реальном времени с возможностью быстрого устранения каких-либо неполадок. Главной составной частью является развитие и эффективное функционирование общественного транспорта и информирование общества актуальными данными. Реализацией проекта "Умный город" через "Умную остановку" является система "City Router" - технология навигации по общественному транспорту с использованием стратегической разработки, помощь которой заключается в навигации по городам и мегаполисам посредством установки интеллектуальных систем на каждой остановке общественного транспорта. Данный проект вписывается в общую концепцию построения "Умного Города" в Казахстане, создаваемого для EXPO-2017. Основным функционалом интеллектуальной системы является:

- \* Система показывает все номера маршрутов различных типов общественного транспорта для получения информации, как добраться с пункта отправления (пункт А) до пункта назначения (пункт В);
- \* Система показывает способы пересадки с одного транспорта на другой;
- \* Система предоставляет информацию о текущем местоположении конкретного общественного транспорта (GPS-трекинг);
- \* Система предоставляет функцию поиска по достопримечательностям г. Алматы и способам, как до них добраться кратчайшим путем;
- \* Система имеет голосовое сопровождение на трех языках (казахский, русский, и английский);
- \* Программное обеспечение предоставляет рекламную и новостную информацию;
- \* Система имеет функцию отображения информации по принципу "Что рядом?" (организации, банкоматы, рестораны и т.д.).



Рис 6. Основные составляющие "Умного города"

Проект интеллектуальной системы City Router является примером модернизации инфраструктуры, что является требованием при построении "Умного города". Живя в эпоху глобальной урбанизации, актуально понимание концепции города будущего, так как инфраструктура должна отвечать основным потребностям горожан, будь то безопасность, комфорт или же доступность к социальным услугам. "Умный город" представляет собой совокупность стратегических разработок, объединенных в унифицированную систему городского развития с принципиально новыми возможностями [4]. Современные разработки, как проект City Router, позволяют повышать экономическую эффективность, а также снижать нагрузку на окружающую среду, при этом обеспечивая комфортное проживание жителей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куприяновский В.П., Синягов С.А. "Smart City: применение ГИС и FM технологий в реализации транспортной политики", 2012, "Геоинформационные системы для бизнеса и общества", 2 (61)
2. Волков С.А., Ангстрем, Лукичёв А.Ю. "Smart Grid: возможности ГИС и FM технологий в реализации требований "зеленых стандартов", 2012, "Геоинформационные системы для бизнеса и общества", 2 (61)
3. Куприяновский В.П., Мартынов Б.А., Корнильев К.Г. "Умная планета" - как это сделано?", 2014, "Геоинформационные системы для бизнеса и общества", 1 (68)
4. "Смарт сити: модернизация инфраструктуры", Vonlanthen Group, 2014, smart-city.org/img/SMART\_CITY\_AGENDA\_RUS.pdf

#### REFERENCES

1. Kupriyanovsky V.P., Sinyagov S.A., "Smart City: application of GIS and FM technologies in the implementation of transport policy," 2012, "Geographic information systems for business and society," 2 (61)
2. Volkov S.A., Angstrom, Lukichev A.Y., "Smart Grid: GIS and FM technologies in the implementation of the requirements of" green standards, "2012," Geographic information systems for business and society, "2 (61)
3. Kupriyanovsky V.P. Martynov B.A., Cornelius K.G., "Smart Planet" - how is it done? ", 2014," Geographic information systems for business and society, "1 (68)
4. "Smart City: modernization of infrastructure", Vonlanthen Group, 2014, smart-city.org/img/SMART\_CITY\_AGENDA\_RUS.pdf

Куандықов А., Хамитов А. Н.

**Smart City: «ақылды қала» салу үшін АКТ қолдану және қала маршрутизатор арқылы жобаны практикалық іске асыру үлгісі**

**Түіндеме.** Бұл жұмыс қалалық дамуының жаңа тұжырымдамасын іске асыру, сондай-а «ақылды қала» құрылыс бірнеше мәселелеріне арналған. Біз «ақылды» қалалардың негізгі анықтамасын, сондай-ақ «ақыл» басқару және сәулет жалпы схемасын қарастыру. Бұл мақалада автор «ақылды қала», олардың тиімділігі мен ықтимал пайдалану құрылысына геоақпараттық жүйелерді және FM технологияларды нақты өтініш қарастырады. «Зияткерлік даму» және қаланың инфрақұрылымын жаңғырту құрылысы практикалық іске асыру технологиясы Қала маршрутизатордың үлгісі болып табылады.

**Негізгі сөздер:** «ақылды қала», зерделеу, Smart City, ГИС, FM технологиясы

Куандықов А., Хамитов А. Н.

**Smart City: применение ИКТ для построения "Умного города" и пример практической реализации через проект City Router**

**Резюме:** Данная работа посвящена нескольким вопросам построения "Умного города", как реализация концепции нового развития городов. Рассматривается основное определение "интеллектуальных" городов, а также общая схема "интеллектуализации" управления ими и их архитектура. В данной статье автор рассматривает вопрос конкретного применения геоинформационных систем и FM технологий при построении "Умного города", их эффективности, и возможных способов использования. В виде практической реализации построения "интеллектуально-развитого" города и модернизации инфраструктуры приведен пример разработанной технологии City Router.

**Ключевые слова:** "умный город", интеллектуализация, смарт сити, ГИС, FM технологии

Kuandykov A., Khamitov A. N.

**Smart city: use of ICT in the process of building "Smart city" and its practical implementation based on City Router project**

**Summary:** This work is devoted to several issues of building a "smart city" as the implementation of a new urban development concept. The author considers the basic definition of "smart cities" as well as the general scheme of "intellectualization" management and architecture. In this article, the author demonstrates the specific application of geographic information systems and FM technologies in the construction of "smart city", their effectiveness, and possible use. The practical implementation of city's intellectual development and infrastructure modernization is also presented based on the developed technology called City Router.

**Key words:** "smart city", intellectualization, GIS, FM technologies

УДК

**Р.К.Ускенбаева, Б.К. Курманғалиева, Т.Т. Темірболатова**  
(Международный университет информационных технологий  
Алматы, Республика Казахстан)

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ PROCESS MINING ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЫДАЧИ ЛИЦЕНЗИЙ И РАЗРЕШИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ E-LICENSE: ПРАКТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

**Аннотация.** Предложены модели представления журналов регистрации событий, которые формируются информационной системой e-license, далее ИС, обеспечивающая выдачу лицензий и разрешений. При процессном управлении формируемые журналы регистрации событий отражают шаги выполнения бизнес-процессов в системе, а при функциональном управлении – реализацию отдельных функций ИС. Предложенные модели журналов создают возможность построения новых моделей бизнес-процессов методами process mining на основе обработки структурированных журналов регистрации событий.

**Ключевые слова:** Process Mining, анализ журнала событий, извлечение процессов, анализ процессов, анализ данных.

### **Введение**

Рассматривается ИС, посредством которой, можно получить в режиме онлайн лицензии или разрешения по одному из 81 видов предпринимательской деятельности в сфере промышленности, архитектуры и строительства, экспорта-импорта и других. Система обеспечивает выдачу всех

лицензий в электронном формате на безальтернативной основе. ИС e-license развивался поэтапно и на сегодняшний день полноценно функционирует. Но есть сложности с нарастающим объемом однотипных или схожих бизнес-процессов ИС, требующий оптимизации и унификации при их моделировании и исполнении.

ИС e-license позволяет пользователям осуществлять поиск услуг (лицензия, разрешение, уведомительный порядок) по ряду критериев (город назначения, вид, дата, класс обслуживания и т.д.).

При разработке ИС была использована BPMS (Business Process Management System) K2 и BI (Business Intelligence) от компании Microsoft. Не смотря на то, что производитель BI заявляет о широкой функциональности своих продуктов, их технологии не всегда соответствуют ожиданиям разработчиков прикладных систем. Инструменты BI фокусируются больше на простом отображении информации в виде отчетов, чем на анализе моделей бизнес-процессов. В связи с этим, все большую популярность приобретает Process Mining – интеллектуальный анализ бизнес-процессов, в основу которого легли записи событий реальных бизнес-процессов.

Process mining является новым и быстро растущим направлением исследований в области управления бизнес-процессами. Идея Process mining заключается в выявлении, анализе и оптимизации процессов путем извлечения знаний из журналов событий реальной жизни ИС. Есть только два требования для Process mining: первое существует бизнес-процесс, и второе существует журнал событий, в котором ведется запись поведения процесса в структурированном виде. Журнал событий должен содержать информацию о стадиях процесса (событий), с временными метками и, возможно, дополнительной информацией (актеры, ресурсы, итд). Если оба эти условия удовлетворяются, то можно применять широкий спектр методов Process mining. Process mining в себя включает следующие этапы: обнаружение процесса, проверку соответствия и оптимизация процесса. На стадии обнаружения процесса создается модель процесса из наблюдаемого поведения и записывается в журнал событий. Проверка соответствия отвечает на вопрос, соответствует ли модель процесса наблюдаемому поведению. Оптимизация процесса заключается в улучшении модели, расширении и оптимизации на основе информации, полученной из журналов событий. Более наглядно функции Process Mining представлены на Рисунке 1.



**Рис. 1.** Расположение основных функций Process Mining в ИС

#### Применение методов интеллектуального анализа процессов ИС

Модели процессов могут быть представлены на разных языках моделирования процессов, например, BPMN (Business Process Model and Notation), EPC (Event Driven Process Chains) или сетей Петри. Сети Петри представляют собой доминирующий язык моделирования в области process mining. BPMN предоставляет интуитивную семантику, которую легко понимается. Поэтому в данной статье используем BPMN для иллюстрации модели.

На рисунке 2 приведена схема бизнес процесса выдачи разрешительного документа «Утверждение проекта опытно-промышленной добычи по общераспространённым полезным ископаемым» Комитетом геологии и недропользования Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан (МИНТ РК)», а на рисунке 3 показана модель.

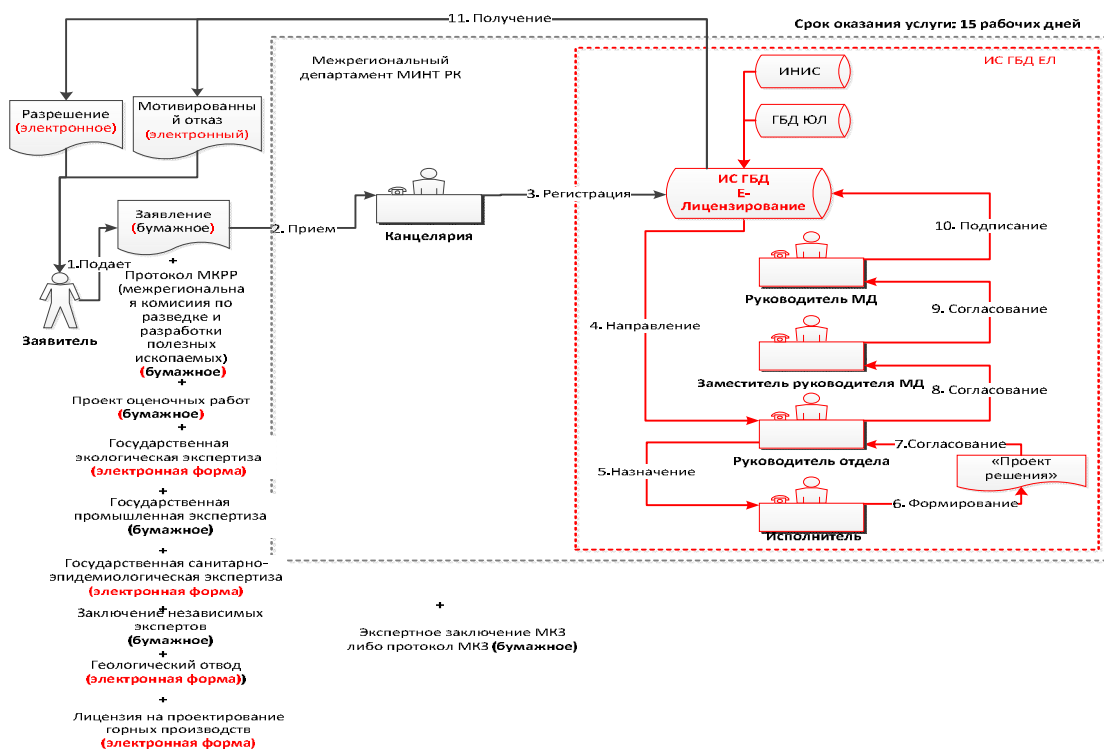


Рис. 2. Схема процесса оказания процедуры выдача разрешительного документа

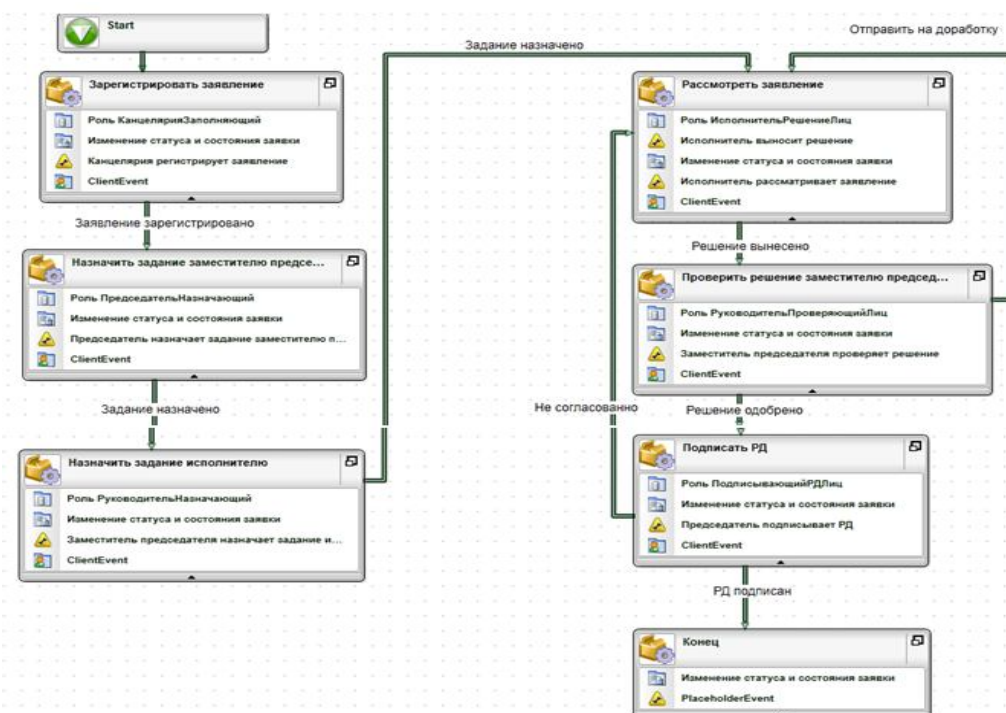


Рис. 3. Модель бизнес процесса выдачи разрешительного документа «Утверждение проекта опытно-промышленной добычи по общераспространённым полезным ископаемым» на К2

Информационная система хранит данные в файлах журналов или таблиц базы данных при обработке транзакций. Сохраненные данные могут быть извлечены из информационной системы и быть доступны, они составляют основу данных для алгоритмов интеллектуального анализа процесса.

## • Технические науки

Модель процесса является абстракцией реального мира исполнения бизнес-процесса. Одиночное исполнение бизнес-процесса называется экземпляром процесса. Они отражаются в журнале событий, как множество событий. Пример журнала событий приведен в таблице 2.

Таблица 2. Пример фрагмента из журнала событий

Id case	ID	Event name	Time	Performer
1	1001141	A (поступления в канцелярию)	10-01-2015:15.12	Муратова
1	1001142	B (поступления в канцелярию)	10-01-2015:19.10	Сактаганов
1	1001141	C (Закрытие)	15-01-2015:10.10	Муратова
1	1001141	F (Согласование)	16-01-2015:9.14	Иванов
2	1001141	A (Разрешение)	11-01-2015:18.12	Кхан
2	1001142	B (Согласование)	11-01-2015:20.00	Сактаганов
2	1001141	C (Разрешение)	13-01-2015:18.10	Муратова
2	1001141	G (Закрытие)	14-01-2015:8.23	Кузнецова
2	1001142	A (Разрешение)	14-01-2015:15.00	Сактаганов
2	1001143	D (Разрешение)	14-01-2015:16.10	Алиев
2	1001141	E (Закрытие)	20-01-2015:10.25	Муратова
	1001145	F (Согласование)	21-01-2015:9.01	Цхай
...	...	...	...	...

Основным компонентом process mining являются алгоритмы. Они определяют как создаются модели процессов. Существуют широкий выбор алгоритмов интеллектуального анализа. Следующие три категории будут обсуждаться более подробно.

- Детерминированные алгоритмы интеллектуального анализа
- Эвристические алгоритмы интеллектуального анализа
- Генетические алгоритмы интеллектуального анализа

Детерминизм означает, что алгоритм производит только определенный и воспроизводимый результат. Обычно в результате получают то, что подавалась на вход. Представителем данной категории является  $\alpha$ -алгоритм[1]. Это был один из первых алгоритмов, который способен работать параллельно. Этот алгоритм занимает журнал событий в качестве входных данных и вычисляет заказа отношение событий, содержащихся в журнале.

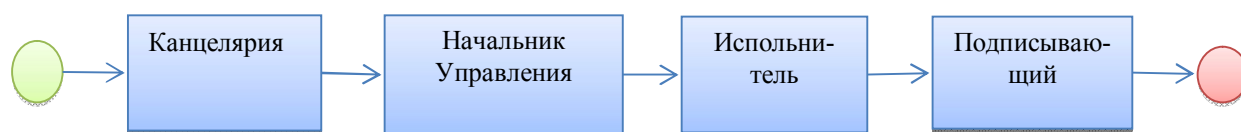
Эвристические алгоритмы интеллектуального анализа также использует детерминированных алгоритмов, но они включают частоты событий и следов на реконструкцию модели процесса. Общей проблемой в process mining является тот факт, что реальные процессы очень сложны, и их описание приводит к сложным моделям.

Генетические алгоритмы интеллектуального анализа использует эволюционный подход, который имитирует процесс естественной эволюции. Они не являются детерминированными. Генетические алгоритмы интеллектуального анализа соблюдают четыре шага: инициализация, выбор, копирование и прекращение. Идея применения этих алгоритмов заключается в генерации случайных моделей процессов и нахождение удовлетворительного решения путем итеративного выбора, далее их скрещивание и мутации над разными поколениями. Начальная популяция моделей процессов генерируется случайным образом, и может иметь мало общего с журналом событий. Но в связи с большим количеством моделей в популяции, отбора и воспроизводства лучшие подходящие модели создаются в каждом поколении.

Результаты могут отличаться в зависимости от используемого алгоритма, мы используем журнал событий, представленный в таблице 2 для иллюстрации модели, созданной разными алгоритмами process mining.

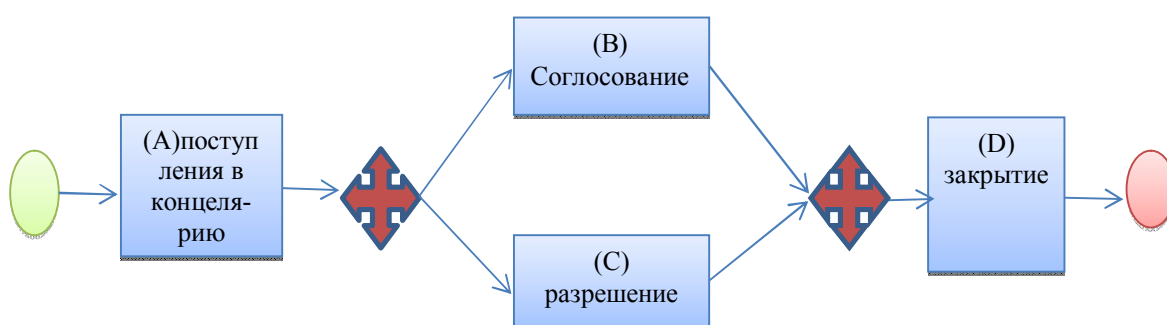
Журнал событий содержит очень ограниченное количество событий и случаев. Но тем не менее, подходит для демонстрации ключевых аспектов, которые имеют отношение к process mining и выбору алгоритмов интеллектуального анализа.

Причина этого заключается в том, что журнал событий включает в себя случаи, которые отличаются от выполнения идеального линейного процесса, что предполагалось для моделирования на рисунке 4.



**Рис. 4.** Иллюстрация Mining Procedure

На рисунке 5 предоставлена модель процесса, которая была реконструирована с применением  $\alpha$ -алгоритма из журнала событий. Для сопоставимости модели переведен на BPMN. Очевидно, что эта модель не является таким же, как в модели на рисунке 4.

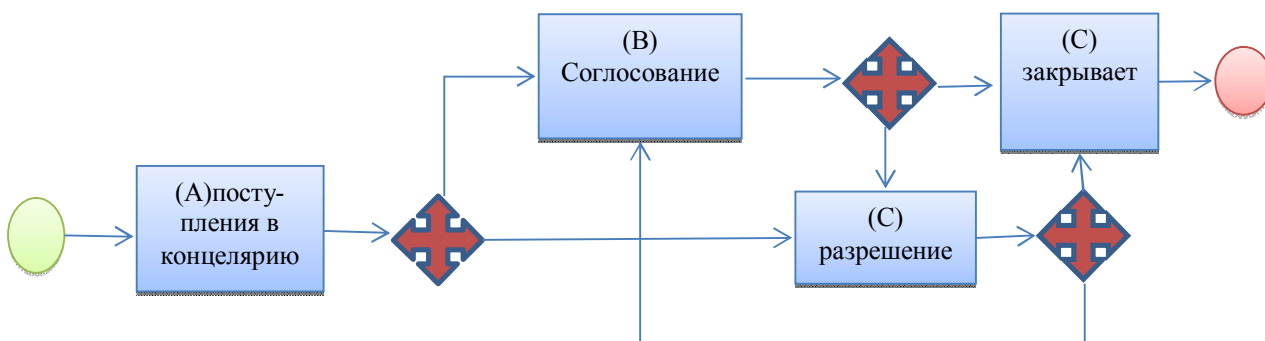


**Рис. 5.** Восстановленная модель процесса с использованием  $\alpha$ -алгоритма

Так же можно увидеть, что в модели процесса не отображает случай 4. Также в данном рисунке допускаются две возможные последовательности выполнения: ABCD и ACBD, но не ACD. В конце требуется «Закрытие» чтобы завершить процесс. Данный процесс последовательный, поэтому нельзя пропустить шаг В или С. В данной модели не отражается все состояния из журнала событий. На рисунке 6 показанная модель способна воспроизвести все следы ABCD, ACBD и ACD из-за исключительных-шлюзов. Но тем не менее проблема выполнения последовательности не решается.

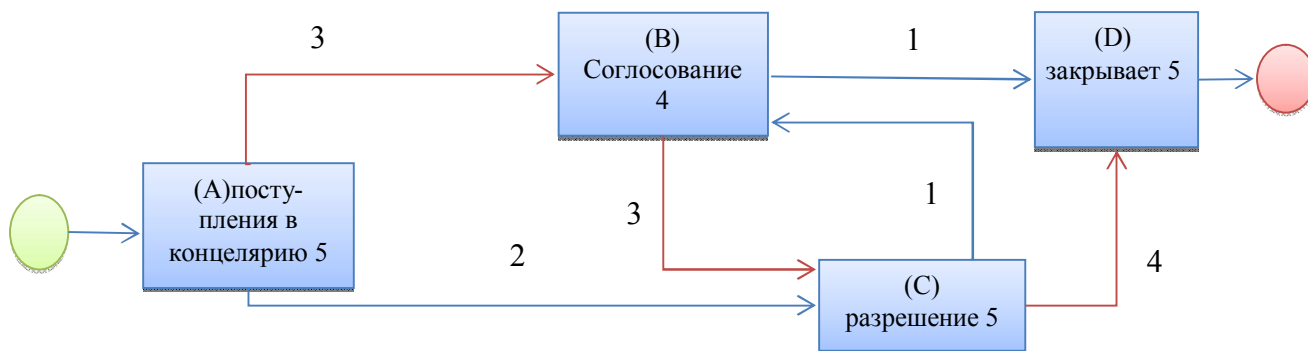
На самом деле модель процесса допускает бесконечное множество последовательностей. Теперь петли можно начинать либо от В к С или либо от С до В и можно привести к возможному последовательности с бесконечным итераций В и С или С и В. Возможно последовательность ABCBCD, хотя это не рассматривается в журнале событий.

При общей модели процесса теряется точность. Основная задача в process mining находит адекватное решение между: фитнесом, точностью, простотой и обобщением.



**Рис. 6.** Процесс модели

Существуют различные виды алгоритмов, которые могут быть использованы для различных целей. На рисунке 6 про иллюстрирован результат эвристического алгоритма интеллектуального анализа [1]. Модель не следует нотациям BPMN, но вместо этого использует графическое представление зависимости. Он не содержит никаких операторов шлюзов, но показывает зависимость между различными видами деятельности. График зависимости иллюстрирует, что последовало например от А в В три раза и от А в С два раза.



**Рис. 7.** Восстановленная модель процесса с эвристическим алгоритмом интеллектуального анализа

Исходя от поставленных целей формируются требования к process mining. Целесообразность алгоритма следует оценивать в зависимости от области применения.

#### Заключение

Существующий разрыв между анализом моделей бизнес-процессов и данных затрудняет поиск решений множества интересных и сложных задач современного мира, где process mining строит мост между Data mining и BPM.

Методами process mining можно восстановить модель бизнес-процессов, выявить потенциал для оптимизации и “узкие места” бизнес-процессов. Результаты process mining дают возможность организовать эффективный контроль выполнения бизнес-процессов и при необходимости их оптимизировать.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Van der Aalst, W. M. P. 2011. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, (1st Edition) Berlin; Heidelberg: Springer.
2. R. Uskenbayeva, A. Kuandykov, B. Kurmangaliyeva. Methods for Functionality Improvement of Business Process Support System in Government Bodies. PROCEEDINGS of the International Scientific-Practical Conference «Smart Government: Science and Technology» October 7-8, 2014 – Astana, Kazakhstan.
3. Р.К. Ускенбаева, Б.К. Курмангалиева. Формализация процессов бизнес-деятельности компании с целью поддержки процесса выполнения. "Вестник КазНТУ" № 4 2014 г.
4. Ускенбаева Р.К., Аманжолова С.Т., Темірболатова Т.Т. «Анализ и локализация инцидентов снижения работоспособности распределенных вычислительных систем». Труды международного форума «инженерное образование и наука в XXI веке: проблемы и перспективы», посвященного 80-летию КазНТУ им. К.И. Сатпаева том II, 22–24 октября 2014 г.

#### REFERENCES

1. Van der Aalst, W. M. P. 2011. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, (1st Edition) Berlin; Heidelberg: Springer.
2. R. Uskenbayeva, A. Kuandykov, B. Kurmangaliyeva. Methods for Functionality Improvement of Business Process Support System in Government Bodies. PROCEEDINGS of the International Scientific-Practical Conference «Smart Government: Science and Technology» October 7-8, 2014 – Astana, Kazakhstan.



3. R. Uskenbayeva, B. Kurmangaliyeva. Formalizacia processov business-deyatelnosti kompanii s celyu podderzhki processa vypolneniya. "Vestnik KazNTU" № 4 2014 г.

4. R. Uskenbayeva, Amanzholova S.T., Temirbolatova T.T. "Analiz I lokalizaciya incidentov snizheniya rabotosposobnosti raspredelennih vychislitel'nyh sistem". Trudi mezhdunarodnogo foruma "inzhenernoe obrazovanie I nauka v XXI veke: problem I perspektivi", posvyachennogo 80-letiu KazNTU im. K.I.Satpaeva tom II, 22-24 oktyabrya 2014g.

Ускенбаева Р.К., Құрманғалиева Б.К., Темірболатова Т.Т.

**Process Mining әдістерін e-license лицензия және рұқсат беру құжаты ақпараттық жүйелерінің бизнес моделдерді оптимизациялауда қолдану: тәжірибелік зерттеу**

**Түйіндеме.** Лицензия және рұқсат беру құжаттары E-license ақпараттық жүйесінде қалыптасатын оқиғаларды тіркеу журналын оңтайландыру әдістері ұсынылады. Процестік басқаруда оқиғаларды тіркеу журналында орындалған бизнес-процестерді қадам қадамен, ал функционалды басқаруда ақпараттық жүйенің жеке функцияның жасалуын көрсетеді. Ұсынылған журнал модельдері оқиғаларды тіркеу журналын process mining әдістерімен өңдеуде жаңа бизнес-процесс модельдерін жасау мүмкіндігін береді.

**Кілттік сөздер.** Process Mining, оқиғаларды тіркеу журналының анализі, процестерді шығару, процесс анализі, мәліметтер анализі.

Ускенбаева Р.К., Курманғалиева Б.К., Темірболатова Т.Т.

**Применение методов Process Mining для оптимизации моделей бизнес-процессов на примере информационной системы выдачи лицензий и разрешительных документов e-license: практическое исследование**

**Резюме.** Предложены модели представления журналов регистрации событий, которые формируются информационной системой e-license, далее ИС, обеспечивающая выдачу лицензий и разрешений. При процессном управлении формируемые журналы регистрации событий отражают шаги выполнения бизнес-процессов в системе, а при функциональном управлении – реализацию отдельных функций ИС. Предложенные модели журналов создают возможность построения новых моделей бизнес-процессов методами process mining на основе обработки структурированных журналов регистрации событий.

**Ключевые слова:** Process Mining, анализ журнала событий, извлечение процессов, анализ процессов, анализ данных.

Uskenbayeva R.K., Kurmangaliyeva B.K., Temirbolatova T.T.

**Application Process Mining techniques to optimize business process models by the example of the information system of issuing licenses and permits e-license: practical research**

**Summary.** Models of representations of event logs that form the information system e-license, further IP provides the issuance of licenses and permits. When process management generated event logs reflect the steps involved in business processes in the system and in functional management - implementation of certain functions of IP. The proposed model magazines create an opportunity to build new models of business processes process mining techniques based on the processing of structured event logs.

**Key words.** Process Mining, event log analysis, extraction processes, process analysis, data analysis.

ӘОЖ 622.276

**Г.А. Төлеген, Ш.Д. Болсынбекова**

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

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН СУЛЫМҰНАЙ ЭМУЛЬЦИЯЛАРЫН ДЭМУЛЬГАТОРЛАР ӘСЕРІМЕН БҰЗУДЫҢ ОҢТАЙЛЫ ЖАҒДАЙЛАРЫ**

**Аңдатпа.** Батыс Қазақстан кен орындарының I, II, III, IV түрдегі сулыұнай эмульсияларын сусыздандыру үшін тиімділігі жоғары, сонымен қатар, кең ауқымды қолдану мүмкіндікке ие әртүрлі дэмульгаторлардың мүмкіндіктері келтірілген. Бұл ғылыми мақалада Батыс Қазақстан мұнайының тұрақтылығы зертханалық жағдайда зерттелген. Авторлар мұнай дайындау қондырғыларының жобасын оңайлату мақсатында Батыс Қазақстан барлық мұнай эмульсиялары шартты түрде төрт түрге бөлуді ұсынған. Зерттеу нәтижелері I үлгідегі мұнай эмульсиясына ең аз тұрақтылық тән, ал сәйкесінше IV типті эмульсияға – ең көп тұрақтылық мәніне ие екендігі дәлелденген. Сондай-ақ, ертінділермен ББЗ шекараларындағы беттік керіліс белгілі

температураға дейін қыздыру кезінде төмендетіп, 0,1%-дық проксанол 305 ерітіндісімен IV үлгідегі мұнайды 200С-дан 800С-ға қыздыру беттік керілісті 6,9 Н/м-ден 4,0 Н/м –ге дейін азайғаны дәлелденген. ББЗ-ның сулы ерітіндісін қыздырған кезде (900 -1000С) беттік керілістің күрт артуы және шайыр тәріздес тұнба түзілуі 4411 реагенті мен Л-1738 анықталған. Сондай-ақ, ББЗ-ның деэмульгерлеу қасиеті күрт төмендейтінгі зерделенген.

**Түйін сөздер:** деэмульгатор, эмульция, асфальтендер,беттік белсенді заттар, тұрақтылық.

Болашақтағы мұнай өндіру саласын дамыту мен өңдеуге дайындаудың сапасын арттыру және үрдістің қарқындылығын дамыту Қазақстан Республикасының экономикалық және әлеуметтік негізгі бағыттарының мақсаты болып тұр.

Мұнай эмульсияларын бөлу кезіндегі бір қатар қиындықтар үрістердің жеткілікті түрде зерттеліп, дайындаудың жоғары техника-экономикалық көрсеткіштерін жүзеге асыруға мүмкіндік бермейді. Бұл өз кезегінде тұндыру қондырғыларының өнімділігін төмендетіп, деэмульгаторлардың шығымын арттырып, жууға арналған тұщы су мен мұнайды жылытуға кететін энергоресурстарының шығымын көбейтеді. Осыған байланысты, қолданыстағы сапа стандартына сәйкес құрамында су мен хлорлы тұз бар жоғары санатты сапалы мұнайды алудың техника-экономикалық көрсеткіштері төмендейді.

Көп мөлшерде мұнай қабат суымен бірге алынып, мұнайды сусыздандыру кондициясын талап етеді. Бұл мұнай эмульсияларының түзілу заңдылықтарын жан-жақты зерттеуді және игеру әдістеріне әсер етуші факторларды ауқымды түрде қарастыру мәселесін көтереді.

Мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру технологиясы мен орынды нақты анықтау зерттеулерінің нәтижесі келтірілген. Тәжірибе тексеру базасында мұнайды өңдеудің және әртүрлі әдістерінің сусыздандыру, тұзсыздандыру жөнінде ұсыныстар берілген.

Дисперсті жүйенің тұрақтылық қағидасы, соның ішінде су-мұнай эмульсиясын жеткілікті түрде зерттеген авторлар: Ребиндер П.А., Дерягин Б. В., Бабалян Г. А., Воицкий С.С., Корецкий К.Ф.,Кремнев Л.Я., Таубман Б.А., Сербина Н.Н., Смирнова А.М., Тонкошурова Б.П., Филатова М.А., Петрова А.А. жұмыстарында айқын көрсетілген.

Тамшылардың айналасындағы диспергирленген су қабаты құрылымдық –механикалық қасиетерге ие стабилизатордан тұратынын Л.Г. Гурвич, П.А. Ребиндердің жұмыстары дәлелдеген.

В.Г. Бенковскийдің жүргізген жұмыстары мұнайды эмульсиядан эмульгаторды бөлу және құрамын зерттеу, табиғи мұнай стабилизаторы туралы мәліметтерді қамтыған.

Д.И. Левченко мен әріптестерінің зерттеулері бойынша, ортадан тепкіштің мұнай эмульгаторларының, өзгермей бөлінуіне әкелетін тиімді қасиеттерін айқындап берген.

А.А. Петровпен және оның әріптестерінің зерттеулерінің көрсетуі бойынша, көптеген мұнайларға, мұнай эмульсиясының стабилизаторы асфальтен болып табылады. А.А.Петров, Д.И. Левченко, В.И. Эрих, В.И. Пажитков М.М. Кусаков және шетел зерттеушілері П.А. Витерсон, Г.И. Нойман және т.б. жұмыстарда көрсетілгендей көптеген мұнайлардың суды дисперстеу қабілеті асфальтенді жойғаннан кейін күрт төмендейді.

Су тамшысының коалесценция механизмі ББЗ диффузиясымен байланысты екендігін Г.А.Бабалянов пен оның әріптестері еңбектерінде толықтай зерттелінген. Мұнайдың деэмульсациясының ББЗ-тың диффузиясына және құрамындағы глобуланы қарқынды түрде араластыруға тәуелді екені толығымен зерттелген.

Әр түрлі тығыздықтағы қабат суларының ББЗ ертінділері мен араластыру кезінде тамшылардың кеңістіктегі араласу режимінен тамшылардың бағыты өзгеріп, ол гравитациялық күштің әсерін жоғарлатып және қабат суларының тығыздықтарының өзгеруіне әсер етеді. Эмульсияның турбулентті араластыруын Рейнольдс мәндеріне сәйкес жүргізу керек.

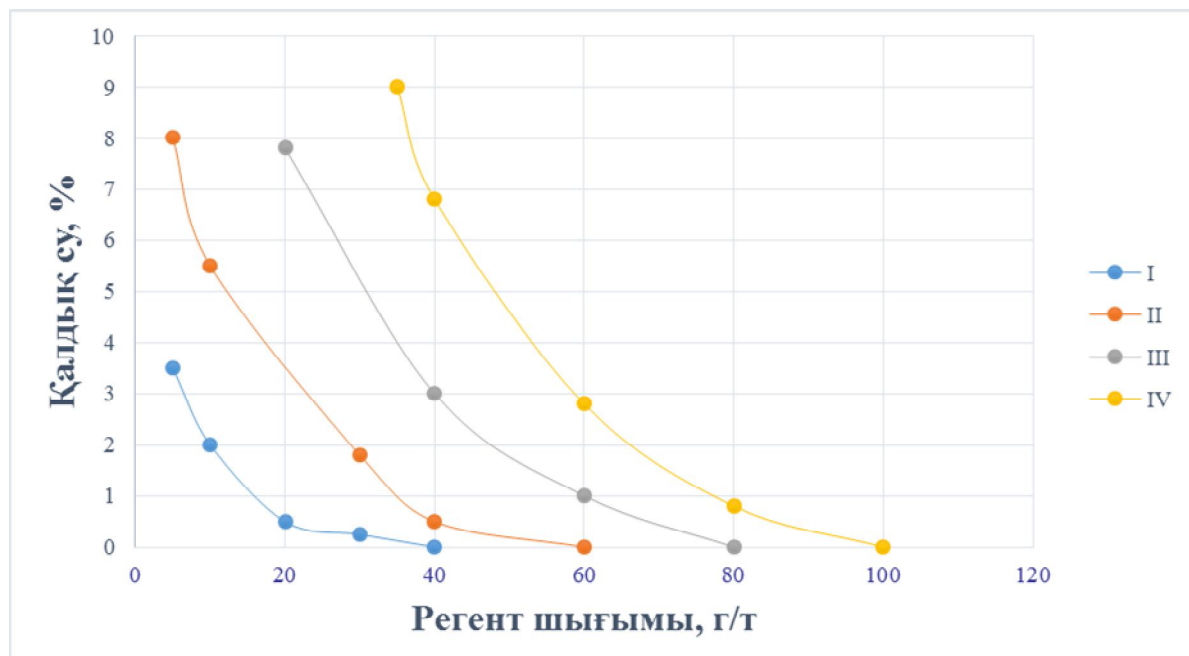
Тұзсыздандыру және сусыздандыру технологияларын жақсарту мақсатындағы қолданылатын құрылғыларға Арутюнов А.И., Грайфер В.И., Дау Д.В., Петров А.А., Левченко Д.Н., Мавлютова В.З., Митрофанова А.З., Тронова В.П. және т.б.. жұмыстары арналған.

Мақалада Батыс Қазақстан кенорындарының мұнайларының төрт үлгідегі мұнай түрлерінің эмульсияларының зертханалық зерттеулері келтірілген. Батыс Қазақстан мұнай эмульсияларына дисперстіліктің әсері, ББЗ-ны қосу, қыздыру, рН ортаның, деэмульгатордың әсері, электр өрісінің, сондай-ақ, тұрақтылық фактордың әсері зерделенген.

Жұмыста Батыс Қазақстан мұнай эмульсияларының тұрақтылығы шартты түрде төрт үлгіге бөлінді. I - үлгідегі мұнай эмульсияларының құрамында асфальтендердің мөлшері едәуір аз, ал IV

үлгідегі мұнай эмульсиясында асфальтендердің мөлшері көбірек бірақ екеуіде сәйкесінше ең төменгі тұрақтылық мәніне ие (1 сурет).

Әр түрлі температурада тығыздық пен тұтқырлықты және фазааралық керілісті төрт түрлі үлгідегі мұнайлармен әр түрлі деэмульгаторлармен әрекеттестіру нәтижелері, олардың құрамындағы асфальтендердің мөлшеріне тәуелді екенін дәлелдейді.



**Сурет 1.** I,II,III, IV түрлі үлгідегі мұнайларға сәйкес эмульсия тұрақтылығының тәуелділігі  
Деэмульгатор-дипроксамин 157 t=40oC  
(1,2,3,4 түрлі мұнайларға – сәйкесінше I,II,III, IV сәйкес келеді)

Қазақстан мұнай кенорындарының мұнайларын шартты түрде келесідей төрт үлгіге бөлу жаңадан ашылған кен орындарының кейінгі мұнай эмульсияларының зерттеулерін ғана емес, сонымен қатар, мұнай кен орындарын пайдалану мен игеру кездеріндегі мұнайды дайындауды жобалауды жеңілдетеді.

I түрлі үлгідегі мұнай жеңіл: олардың тығыздығы град API 22,3 (МСТ 31072-2002), 300oC-26% (ASTM D 2887, ASTM D 5307) дейін қайнайтын фракацияның құрамы, асфальтендердің массалық үлесі – 0,9%, (МСТ 11851-85) жалпы күкірттің массалық үлесі – 1,62% (2 сынып күкіртті (ҚР СТ 1347-2005 бойынша жіктеу) ASTM D 4294-98) парафиннің массалық үлесі – 1,2% (МСТ 11851-85). Осы түрге Солтүстік Бозашы, Қаламқас және басқа кен орындары жатады.

II түрлі үлгідегі мұнай жеңіл мұнай тобына жататынына қарамастан, бірінші типті мұнайларға қарағанда ауырлау. Олардың салыстырмалы салмағы 0,840-тан бастап 0,860-қа дейін өзгереді. Күкірттің массалық үлесі - 1,22%, (2 сынып күкіртті (ҚР СТ 1347-2005 бойынша жіктеу) ASTM D 4294-98) парафиннің массалық үлесі – 4,3%,(МСТ 11851-85). Фрациялар түсімі - 300oC - 47%, (ASTM D 2887, ASTM D 5307) силикагельді шайырлардың массалық үлесі – 9,6%, (МСТ 11851-85), асфальтендердің массалық үлесі – 2,1%, (МСТ 11851-85), 400 С кезіндегі кинематикалық тұтқырлық мм<sup>2</sup>/с - 6,4 (ASTM D 445-01 МСТ 33-2000) арасында орналасқан. Осы мұнай түріне Батыс Елемес кен орындары жатады.

III түрлі үлгідегі мұнай ауырлау және сапалық сипатына қарай I және II типті мұнайлардан ерекшеленеді. олардың тығыздығы град API 22,6 (МСТ 31072-2002), дейін жетеді, Фрациялар түсімі - 300oC - 24%, (ASTM D 2887, ASTM D 5307), Күкірттің массалық үлесі - 1,2%, (2 сынып күкіртті (ҚР СТ 1347-2005 бойынша жіктеу) ASTM D 4294-98) парафиннің массалық үлесі – 1,8%, (МСТ 11851-85), силикагельді шайырлардың массалық үлесі – 17,6%, (МСТ 11851-85), асфальтендердің массалық үлесі – 0,4%, (МСТ 11851-85), 400 С кезіндегі кинематикалық тұтқырлық мм<sup>2</sup>/с – 127,1 (ASTM D

445-01 МСТ 33-2000) арасында орналасқа. Осы мұнай түріне Сазанкұрақ және Таңатар кен орындары жатады.

IV түрлі үлгідегі мұнай физикалық-химиялық сипаты бойынша III типті мұнайларға жақын. Бірақ олар ауырлау, олардың тығыздығы град API 18,7 (ҚР СТ 1347-2005 бойынша жіктеу битумды (МСТ 31072-2002) дейін жетеді, Фрациялар түсімі - 300оС - 21%, (ASTM D 2887, ASTM D 5307). Күкірттің массалық үлесі - 2,15%, (2 сынып күкіртті (ҚР СТ 1347-2005 бойынша жіктеу-жоғары күкіртті) ASTM D 4294-98) парафиннің массалық үлесі – 1,2%, (МСТ 11851-85) силикагельді шайырлардың массалық үлесі – 22,7%, (МСТ 11851-85), асфальтендердің массалық үлесі – 5,9%, (МСТ 11851-85), 400 С кезіндегі кинематикалық тұтқырлық мм<sup>2</sup>/с – 262,1 (ASTM D 445-01 МСТ 33-2000) арасында орналасқа. Осы мұнай түріне Қаражанбас кен орны жатады.

Осы түрлер бойынша мұнайды бөлу әр кенорнының мұнай өндірістік қоры сақталған негізгі өндірістік қабаттар бойынша жүргізіледі. Соған байланысты басқа қабаттардағы сол кен орнының маңындағы жаңа мұнайдың пайда болуы жалпы өндірудің эмульсияның бір немесе басқа түрінің үлесі маңыздылығына өзіндік әсерін тигізбейді.

Қазақстан мұнай кен орнының қыртыс сулы кешеннің суларының минералдылығы 12,7-15,2 мг/л, хлор құрамы -2700-2900 мг.экв./л, магний – 140-180 мг.экв./л, кальций – 400-500 мг.экв./л, йод – 3-8 мг.экв./л, йод гидрокарбонаты – 2-3 мг.экв./л. Юра сулары үшін алюминий құрамы біршама жоғары - 60-70 мг.экв./л. Бұл сулар хлоркальций түріне жатады.

Батыс Қазақстан мұнай эмульсияларын зерттеу біздің елімізде және шетелде қазіргі заманда қолданатын сусыздандыру және тұзсыздандыру үрдістерін зерттеу кезінде қолданатын әдіс бойынша жүргізеді. Зерттеу үшін айтылған мұнай түрлері мен сулары қолданылды.

Мұнайды дайындау бойынша құрылғыларды жобалауға байланысты, зертханалық жағдайда эмульсияны сусыз мұнай және қыртыс суынан жасау қажетті болды. Өндірістік эмульсиялардың ұқсастығы дисперстіліктің дәрежесіне байланысты анықталды. Соған байланысты зертханалық эмульсиялардың дисперстілігі көне мұнай аудандарының тұрақты эмульсияларының дисперстігіне сәйкестендіріліп жасалды. Соның салдарынан, суландырылған ұңғымалар пайда болған соң, осы зерттеулер өндірістік эмульсиялар бойынша нақтыланды, олардың дисперстілігі мұнайды өндірудің бұрқақ және механикалық (электробатырма) тәсілімен алынатын эмульсия дисперстігіне ұқсас.

Зерттеулер жоғары дисперсті эмульсияларға электробатырылған сорғылардан кейін алынатын эмульсияларға жатады. Бірақ, бұрқақ ұңғымалар, аз суландырылған мұнай (2-7%) жоғарғы дисперстілікке алып келеді. Мұнайдың сулығы көбейген сайын Батыс Қазақстан мұнайларының эмульсияның дисперстігі көбейеді.

Су немесе мұнайда еритін ионогенді емес және суда еритін ионогенді ББЗ: дипроксамин 157, проксанол 305, оксифос, реагенттер 4411, Л-1738, S-2220, СД-171, R-12 оксайд, ББЗ-4, ОФС, ОЖК, ОП-10, АНП-2, ДИ-246 тектес реагенттерді Батыс Қазақстан мұнай эмульсияларына әсері зерттелді. ББЗ-ның ертіндісі мұнай - су эмульсиясының беттік керілісін төмендету, жалпы, демульгаторлардың негізгі қасиеті болғандықтан, әртүрлі Батыс Қазақстан мұнайларының ББЗ ертінділерінің беттік керілістері анықталды.

Тәжірибие және әдебиет көздерінен демульгаторлардың өзекті қасиеті мұнай – су ертінділерінің шекарасындағы беттік керілісті төмендету екенін байқауға болады.

Бірақ, кейбір жұмыстарда бірдей жағдай беттік керілісті қарқынды төмендететін ОП-10, S-2220, 4411 проксанол 305 реагенттер болып табылады.

ОП-10 реагентінің мұнайды толық сусыздандыру үшін үлесті шығымы Батыс Қазақстанның IV түрлі мұнайларында бірдей шартта 4411 2-2,5-ға артық.

Зерттеулер қорытындысы бойынша, беттік керіліс демульгаторлардың қатысында I және II үлгідегі мұнайларда IV үлгіге қарағанда азырақ.

Ертінділермен ББЗ шекараларындағы беттік керіліс белгілі температураға дейін қыздыру кезінде төмендейді.

0,1%-дық проксанол 305 ертіндісімен IV үлгідегі мұнайды 20оС-дан 80оС-ға қыздыру беттік керілісті 6,9 Н/м-ден 4,0 Н/м –ге дейін төмендетеді.

ББЗ-ның сулы ертіндісін қыздырған кезде (900 -100оС) беттік керілістің күрт артуы және шайыр тәріздес тұнба түзілуі 4411 реагенті мен Л-1738 байқалады. Сондай-ақ, ББЗ-ның демульгерлеу қасиеті күрт төмендейді. Бейионогендік заттардың қыздырғанда тұнбаға түскіштік бұл

қасиеті, сулы ерітінділердегі ББЗ-ды сандық анализдеуге мүмкіндік туғызады. Авторлық куәлікпен сақталған осы тәсіл тек қана мұнай өндірісінде ғана емес, ББЗ пайдаланатын кез-келген басқа салада қолдануға болады.

Мұнайлардың II-IV типті эмульсиялары жоғары температурада деэмульгатор қатысынсыз бұзылмайды. I үлгідегі мұнайдың эмульсиясы, қыздырған кезде өзінің тұрақтылығын сақтай алмайды. Мұнай эмульсияларына деэмульгаторды 20°- 40°С температурада қосқанда, адсорбциялық қабаттың тұрақтылығы азайып, судың диспергирленген тамшыларының тұну жылдамдығы артады. Су тамшыларының тұну жылдамдығын есептегендегі әртүрлі шамалар тұтқырлыққа тәуелді екенін дәлелдейді. Қызуды жоғарылату тұтқырлықты төмендетіп, су тамшылардың тұну жылдамдығын арттырады. Бірақ, Батыс Қазақстан мұнайларының температурасын көтеру, барлық мұнайлардың тұтқырлығын бірдей азайтпайды. Бірақ, I-II үлгідегі мұнайдың тұтқырлығы 30°-40°С температурада төмендесе, III-IV үлгіге 50°-60°С кезінде төмендейді. Осы температура арасында олардың сусыздандыруы сәтті өтеді. Өндірістік термохимиялық қондырғыларда бейионгендік деэмульгаторларды сынақтан өткізу қорытындының дұрыстығын дәлелдейді.

Батыс Қазақстан кен орындарының пайдалану және баптау тәжірибесі бойынша суланған мұнай тұрақты эмульсия құруға өзінің септігін тигізеді.

Ауқымды масштабтағы қабат қысымын тұрақтандыру үшін қолданылатын ант сеноман сулары арқылы түзілген эмульсиялар, қабат сулары қатысында түзілген эмульсия тұрақтылықтарынан айырмашылығы жоқ.

Осылайша, Батыс Қазақстан кен орындарында тұщы суды айдау, мұнай эмульсияларының тұрақтылығын арттырып, сондай-ақ, мұнайды дайындау мен жинау шығындарын көбейтеді. Сеноман аумағына қабат суларын айдау эмульсияның тұрақтылығын арттырмайды.

Мұнай кен орындарын пайдалану үрдістерінде судың құрамы мұнайдың құрамындағы су кең ауқымда өзгеріп отырады. Эмульсияларының тұрақтылығы мұнайдың сулануымен қатар өзгереді. Осыған байланысты, құрамында 2-ден 50% дейін және одан жоғары суы бар эмульсиялардың тұрақтылығы Отандық және шетелдік деэмульгаторларды қолдану арқылы зерттелді.

Зерттеулер нәтижесі бойынша бірдей жағдайда, аз суланған және жоғары дисперсті тұрақтылыққа ие эмульсияларды бұзу үшін көп мөлшерде деэмульгаторлар қажет. Сонымен, IV үлгідегі 2% суланған мұнайды сусыздандыру үшін шығымы 400С, 2 сағат тұндыру арқылы 110 г\т мөлшердегі 157 дипроксамин қажет. 50% сусыздану кезінде деэмульгатордың шығына 47 г\т құрап, ал 10% сулану кезінде деэмульгаторлардың шығымы төмендейді.

Мұнайды термохимиялық тәсілмен сусыздандыру (тұзсыздандыруға) үшін келесі ұсыныстар жасалады:

а) I үлгіні 30-400С қыздырып, 1,2-1,5 сағатқа дейін тұндыру кезінде деэмульгатор-дипроксамин 157, (20-25 г\т), 4411-реагентті (10-20 г\т), проксанол 305 (20-30 г\т), ОФС (20-30 г\т), ОП-10 (30-40 г\т), ОЖК (40-50 г\т) қолданылады. Ары қарай қыздыру деэмульгаторлардың шығымын және тұндыру жылдамдығын көбейтпейді, себебі, бұл мұнайлардың тұтқырлығы жоғары температурада өзгермейді.

б) II үлгіні 400С қыздырғанда 1,5 сағат тұндырғанда деэмульгаторды-дипроксамин 157 (40 г\т), проксанол 305 (60 г\т), проксамин 385 (50 г\т), 4411 реагенті (30г\т), ОЖК (90 г\т), ОП-10 (100 г\т) қолданылады. Ары қарай қыздыру экономикалық жағынан тиімді емес.

в) III үлгі 50-600С қыздырып, 2 сағатқа дейін тұндыру кезінде деэмульгаторды-дипроксамин 157 (60 г\т), - проксанол 305 (75 г\т), 4411 реагенті (50г\т) қолданылады.

г) IV үлгі 600С қыздырып, 2 сағатқа дейін тұндыру кезінде деэмульгаторды-дипроксамин 157 (80 г\т), проксанол 305 (90 г\т), 4411 реагенті (70 г\т) қолданылады.

Батыс Қазақстан мұнайының тұрақтылығы зерттелді. Мұнай дайындау қондырғыларының жобасын оңайлату мақсатында Батыс Қазақстанның барлық мұнай эмульсиялары шартты түрде төрт түрге бөліп ұсынылды. I түрлі үлгідегі мұнай эмульсиясына ең аз тұрақтылық тән, ал керісінше IV типті эмульсияға – ең көп мәнге ие.

Батыс Қазақстан мұнай эмульсиясының барлық IV түрлі үлгідегі зерттеулері, дисперсті фазаның минералдануымен олардың мөлшерінің азаюы және түзілу уақыты мен адсорбциялық қабаттың «ескіру уақыты» тұрақтылықты арттыратындығын көрсетті.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. Э.М. Мовсумзаде, Б.Н. Мастобаев, С.Зорина, Т.В. Дмитриева. Некоторые химические препараты для подготовки нефти к переработке и транспорту // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2000. – № 12 – С. 38-43.
2. «Қазақстан Республикасы мұнайларының физика-химиялық және реологиялық параметрлері». Анықтамалық. А.: Жібек жолы 2008ж.
3. А. А. Абрамзона. Эмульсии / Под ред.— М.: Химия, 1972. — 447 с.
4. С.А. Балезин, Б.В. Ерофеев, Н.И. Подобаев. Основы физической и коллоидной химии. М.: Просвещение, 1975. — 398 с.

REFERENCES

- 1.E.M Movsumzade, B.N. Mastobaev, S.Zorina, T.V. Dmitrieva. Nekotorye khimicheskie Preparaty dlya podgotovki nefiti k pererabotke i transportu // Neftepererabotka i neftekhimiya. – 2000. – № 12 – S. 38-43.
2. «Kazakhstan Respublikasy munailarynyn fizika-khimiyaalyk zhane reologiyaalyk parametrleri». Anyktamalyk. A.: Zhibek zholy 2008 zh.
3. A. A. Abramzona. Emulsii / Pod red.— M.: Khimiya, 1972. — 447 s.
4. S.A.Balezin, B.V.Erofeev, N.I.Podobaev. Osnovy fizicheskoyi i chimii. M.:Prosveshchenie, 1975. — 398 s.

Төлеген Г.А., Болсынбекова Ш.Д.

**Батыс Қазақстан сулымұнай эмульцияларын әр түрлі дэмульгаторлар әсерімен бұзудың оңтайлы жағдайлары**

**Түйіндеме:** Батыс Қазақстан мұнайының тұрақтылығы зерттелді. Мұнай дайындау қондырғыларының жобасын оңайлату мақсатында Батыс Қазақстан барлық мұнай эмульсиялары шартты түрде төрт түрге бөліп ұсынылды. I түрлі үлгідегі мұнай эмульсиясына ең аз тұрақтылыққа тән, ал керісінше IV типті эмульсияға – ең көп мәнге ие.

Батыс Қазақстан мұнай эмульсиясының барлық IV түрлі үлгідегі зерттеулері, дисперсті фазаның минералдануымен олардың мөлшерінің азаюы және түзілу уақыты мен адсорбциялық қабаттың «ескіру уақыты» тұрақтылықты арттыратындығын көрсетті.

Сондай-ақ, ертінділермен ББЗ шекараларындағы беттік керіліс белгілі температураға дейін қыздыру кезінде төмендетіп, 0,1%-дық проксанол 305 ертіндісімен IV үлгідегі мұнайды 20оС-дан 80оС-ға қыздыру беттік керілісті 6,9 Н/м-ден 4,0 Н/м –ге дейін азайғаны дәлелденген. ББЗ-ның сулы ертіндісін қыздырған кезде (900 -100оС) беттік керілістің күрт артуы және шайыр тәріздес тұнба түзілуі 4411 реагенті мен Л-1738 анықталған. Сондай-ақ, ББЗ-ның дэмульгерлеу қасиеті күрт төмендейтінгі зерделенген.

**Түйін сөздер:** дэмульгатор, эмульция, асфальтендер,беттік белсенді заттар, тұрақтылық.

Төлеген Г.А., Болсынбекова Ш.Д.

**Оптимальное условие разрушение водонфтяных эмульсий Западного Казахстана с применением дэмульгаторов различного типа**

**Резюме:** Исследована устойчивость нефтяных эмульсий Западного Казахстана. В целях облегчения проектирования установок подготовки нефти, предложено все нефтяные эмульсии Западного Казахстана условно разделить на четыре типа. Для нефтяных эмульсий 1 –го типа характерна наименьшая устойчивость, а для эмульсий IV типа – наибольшая.

Исследования эмульсии нефти Западного Казахстана всех 4-х типов нефтей показали, что их устойчивость увеличивается с уменьшением количества минерализации дисперсной фазы, а также с увеличением времени формирования или «времени старения» адсорбционных слоев на границе нефти с водой.

Поверхностное натяжение нефти на границе с растворами ПАВ снижается при нагреве их до определенной температуры. В частности, на гарнице 0,1% - ного раствора проксанала 305 нефть IV типа при нагреве от 20 до 80оС снижает поверхностное натяжение от 6,9 Н/м до 4,0 Н/м. Аналогичное снижение поверхностного натяжения наблюдается также у растворов других дэмульгаторов за исключением дипроксамина 157. При нагреве водных растворов ПАВ выше температуры помутнения (900 -100оС) наблюдается резкое повышение поверхностного натяжения и образование смолообразного осадка, например, для реагента 4411, Л -1738. При этом дэмульгирующая способность ПАВ резко снижается.

**Ключевое слова:** дэмульгатор, эмульция, асфальтены, поверхностно активные вещества, устойчивость.

Tolegen G.A., Bolsynbekova Sh. D.

**Optimal conditions for destruction-water emulsions in the west-Kazakhstan with the use of various types of demulsifiers.**

**Summary.** The stability of oil emulsions in west-Kazakhstan was explored. In order to facilitate the design of oil treatment, the division of all oil emulsions in west-Kazakhstan into four types was offered. For oil emulsion type 1 is characterized by the lowest resistance, and as for the emulsions of IV type - the greatest.

Studies oil emulsions of all 4 types of oils in West Kazakhstan have shown that their resistance increases with decreasing amounts of the dispersed phase of mineralization, as well as an increase in the time of formation or "aging time" adsorption layers at the border of oil and water.

The surface tension of oil at the interface decreases with surfactant solutions by heating to a certain temperature. In particular, at the boundary of a 0.1% oil solution of 305 proxonal type IV on heating from 20 to 80C reduces the surface tension of between 6.9 N / m to 4.0 N / m. A similar decrease in the surface tension is also observed in other solutions demulsifiers except di proxamines 157. At heating of water solutions of peahens higher than temperatures of dimness (900 -100oc) there are a sharp increase of surface tension and formation of resinoid sediment, for example, for a reagent 4411, Л - 1738. Thus demulsifying ability of peahens goes down sharply.

**Key words:** demulsification agent, emulsion, pyrobitumens, superficially active substances, stability.

УДК 539.4+539.3

**Ж.К. Айдаралиев, Н.А. Сопубеков, Р.С. Атырова**  
(КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВА АЛЕВРОЛИТОВЫХ И БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН**

**Аннотация.** Рассматриваются сравнительные физико-технические характеристики базальтовых и алевролитовых супертонких волокон. Результаты эксперимента, показал, что алевролитовые волокна по качествам близко к качеству базальтового волокна и предлагается применять как теплоизоляционный материал для теплоизоляции зданий и сооружения и других конструкций.

**Ключевые слова:** горные породы, базальт, алевролит, базальтовые и алевролитовые супертонкие волокна, корольков.

Современная технология позволяет получить из магматических горных пород супертонкие волокна с различного диаметра и длины. Из супертонких волокон получают различные теплоизоляционные изделия: прошивные маты, плиты различной плотности и жесткости с применением различного связующего (органического и неорганического) [1-3]. Полученные эти волокнистые материалы и изделий имеют теплоизоляционного характера, поэтому широко используются для теплоизоляции зданий и сооружений, также энергетических установок.

Базальтовые волокна становятся весьма перспективным материалом, учитывая большие запасы базальтовых и алевролитовых пород в нашей Республике и имеется разработанную технологию их получения на основе электрического нагрева [4].

В Кыргызской Республике в качестве исходного сырья для производства базальтовых волокон используется базальты Сулуу-Терека разведенные запасы в количестве 1,410115 млн. м<sup>3</sup>. Алевролитового сырья месторождения Таш-Булак - по категории С1 составляет 36635 тыс. м<sup>3</sup>, по категории С2 – 9963 тыс. м<sup>3</sup>. Всего С1+С2 = 45598 тыс. м<sup>3</sup>.

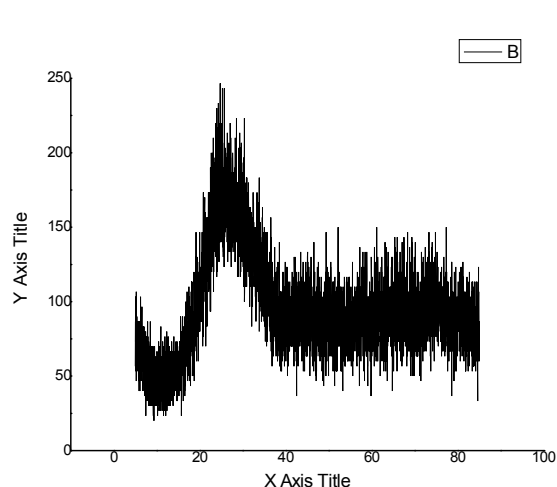
Для получения штапельного волокна используются различные технологии [4-7]:

- раздув падающей струи расплава горячим паром (АО «Факел», г. Бишкек);

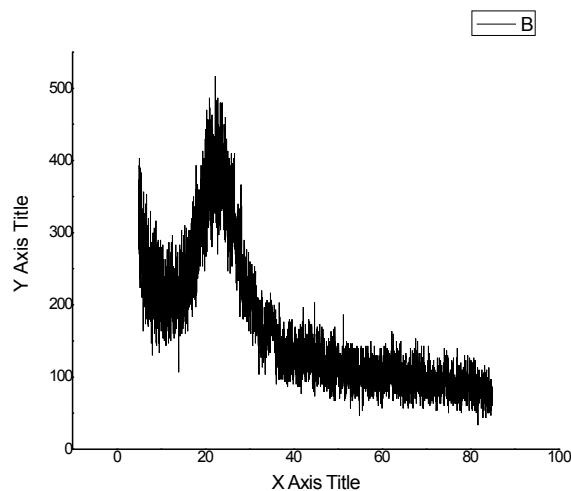
- раздув падающей струи расплава со сжатым воздухом (ОсОО «Вулкан» г. Бишкек), бывший АО «Базальт» г. Кызыл-Кия»).

Качество базальтоволлокнистого материала в значительной мере определяется содержанием неволокнистых включений – «корольков» [8]. Возникновение «корольков» зависит от конструкции дутьевой головки и типа энергоносителя (горячий сжатый воздух или горячий водяной сухой пар) в процессе волокнообразования базальтового расплава (рис. 4.3 и 4.4). Изменение состава и структуры

базальтового расплава способствует получению нового материала, имеющего улучшенные оптические и другие свойства (рис. 1 и 2).



**Рис. 1.** Дифрактограмма супертонких волокон



**Рис. 2.** Дифрактограмма базальтового волокна

На основе результатов исследований установлено, что появление "королька" (не волокнистого выключения) зависит не только от процесса физического механизма волокнообразования, но также зависит от химического состава расплава. Окись и закись железа влияют на кристаллизацию расплава и одновременно, какая то доля железа восстанавливается до металла. По нашему мнению, восстановленный металл будет являться основой появления "королька". Следовательно, степень восстановления металлов зависит от технологических факторов.

Для определения объемного содержания корольков использовали точечный метод Салтыкова [9], который заключается в наложении сетки на изображение в микроскопе и подсчете пересечений линий сетки, попавших на изображения корольков. Подсчитанная величина подставляется в формулу:

**Таблица 1. Параметры «корольков» супертонких волокон в зависимости от технологии получения и месторождений базальта алевролита**

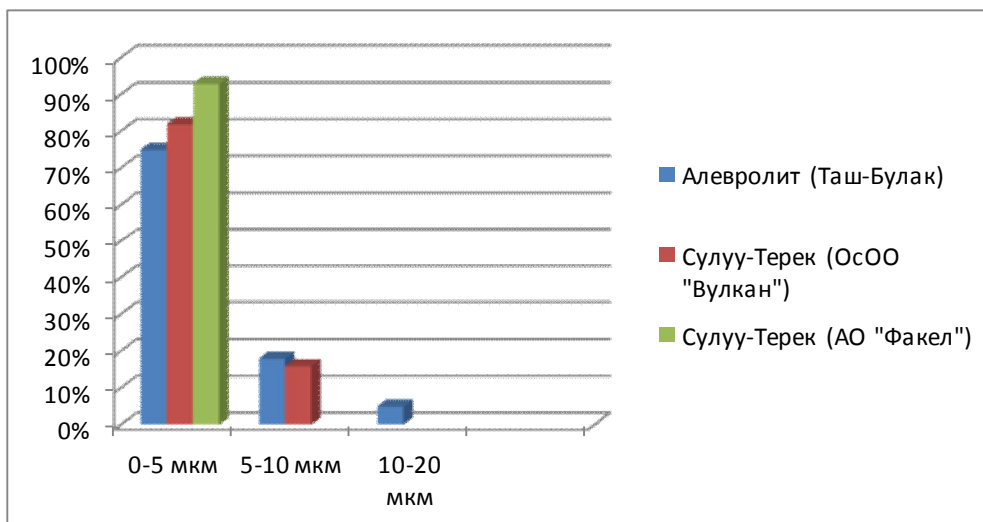
Параметры корольков	Месторождение		
	Алевролит Таш-Булак	Сулуу-Терек, (ОсОО«Вулкан»)	Сулуу-Терек , (АО «Факел»)
Объемное содержание «корольков», $\Delta V_m$ , %	3	4,5	6,5
Диаметр «королька», мкм	4	2,5	2
Длина «королька», мкм	-	20	13
Толщина «королька», мкм	15	7	10,5

$$\Delta V = (n1/n) \cdot 100\%$$

где  $\Delta V$  – объемное содержание корольков, полученное точечным методом;  $n1$  – число узлов сетки, попавших на корольки;  $n$  – общее число узлов сетки.

Средние значения параметры «корольков» представлены в табл. 1.

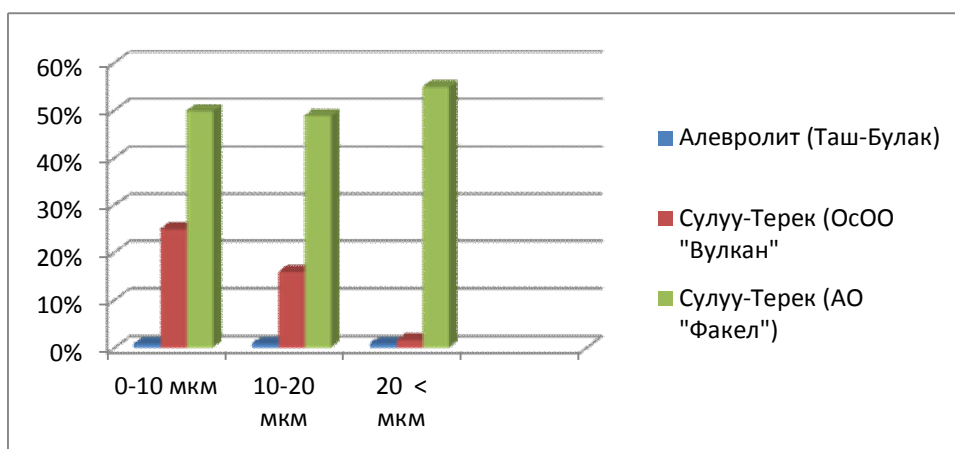




**Рис. 3.** Распределение королекв объема холста из БСТВ по диаметру

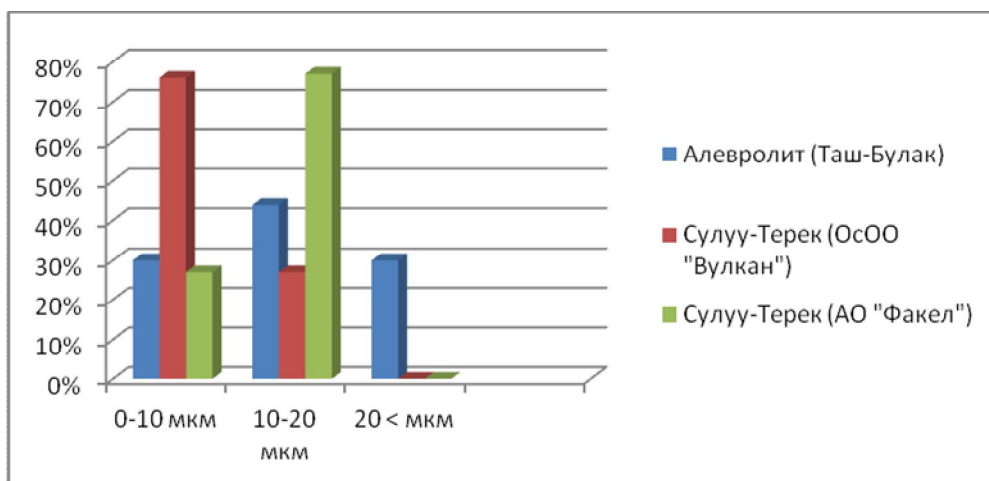
Распределения «королекв» по объему холста из супертонких волокон по диаметру, по длине и по толщине представлены на рис. 3-5.

Из графика распределения «королекв» видно, что круглые формы малого диаметра королька по объему холста составляет максимальные значения и не влияет теплоизоляционного свойства материала.

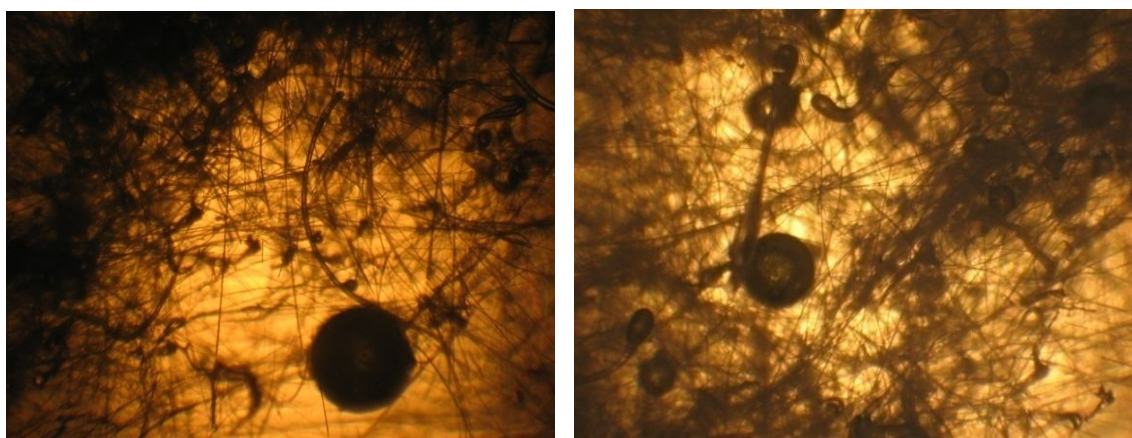


**Рис. 4.** Распределение королекв объема холста из БСТВ по длине

Стерологический анализ выполнен на микроскопе СІТОВАЛ-2 (увеличение  $\times 60-100$ ). Структура супертонкого волокна и их «королька» из алевролит месторождение Таш-Булак приведены на рис. 6, 7.



**Рис. 6.** Супертонкие волокна с одним большим, круглой формы корольком: полученные из алевролита Таш-Булакского месторождение (увеличение  $\times 100$ )



**Рис. 7.** Супертонкие волокна, с круглым корольком, фрагмент оплавленного волокна: полученные из алевролита Таш-Булакского месторождение (увеличение  $\times 100$ )

Микроскопический анализ показал, что структура и размер «корольков» волокна, поверхностные дефекты одинарных волокон, неоднородности по диаметру зависят именно от технологии расчленения расплава и состава базальтового сырья.

Вместе с тем, поверхность волокна неоднородна: на ней имеются точечные дефекты, выходы дислокаций, сочетания атомов примесей с основными атомами составляющих основных минералов базальтового сырья. Состояние поверхности базальтовых волокон, так же как и их физико-химические свойства, во многом зависит от протекания процессов волокнообразования, обуславливающих появление микродефектов и микротрещин на их поверхности.

Сравнительные характеристики супертонкие волокна из алевролита и базальта показали, что вместо базальтового супертонкого волокна алевролитовые волокна может применяться для получения авиационных и теплоизоляционных матов, теплоизоляционных шнуров, изоляции теплового оборудования (печей, сушильных барабанов, электрофильтров) и холодильных камер. Максимальная температура применения изделий из супертонкого волокна  $+700$   $^{\circ}\text{C}$  (электрпечи и др.), минимальная –  $-269$   $^{\circ}\text{C}$  (в холодильных камерах).

Ниже в табл. 2 приводятся физико-технические характеристики готовой продукции из алевролита и базальта.

Таблица 2. **Физико-технические характеристики минеральной ваты из алевролита и базальта**

№ п/п	Показатели	Характеристики	
		Алевролитовые волокна	Базальтовые волокна
2	Диаметр волокон, мкм	1,26-1,27	1,5-3
3	Температура применения, 0С	-269 ÷ +700	-270 ÷ +750
4	Температура спекания, 0С	1050	1060
5	Плотность при давлении 490 Па, кг/м3	35÷75	35-50
6	Коэффициент теплопроводности при 25 0С, Вт/м·К	0,033÷0,04	0,032-0, 039
7	Гигроскопичность, %	0,5÷1	0,3-0,9
8	Показатель водостойкости, 1/П	3,5-4	3,5-3,8
9	Кислотоустойчивость, %	80-90	85-95
10	Паростойкость, %	90÷99,8	95-99
11	Коррозийная стойкость к сплавам алюминия	не корродирует	не корродирует
12	Нормальный коэффициент звукопоглощения	0,90÷0,99	0,92÷0,99
	Коэффициент фильтрации	0,7÷0,9	0,8÷0,9

Таким образом, по всем показателям алевролит месторождения Таш-Булак удовлетворяют требованиям существующих стандартов и могут без ограничения применяться в строительстве и других отраслях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ормонбеков Т.О. Технология базальтовых волокон и изделия на их основе [Текст] / Т.О. Ормонбеков. - Бишкек.: Технология, 1997.- 122 с.
- Ормонбеков Т.О. Техника и технология производства базальтовых волокон [Текст] / Т.О. Ормонбеков. – Бишкек: Илим, 2005. -152 с.
- Технология, оборудование и производство базальтовых волокон электрическим плавлением пород / [Т.О. Ормонбеков, Э.А. Байсалов, Ю.Н. Дубинин и др.]. – Бишкек: Илим, 2007. - 96 с.
- Дутьевая головка / [Т.О. Ормонбеков, Ж.К. Айдаралиев, Ю.Н. Дубинин и др.].- Патент на изобретение КР. Кыргызпатент. № 1005
- Ормонбеков Т.О. Устройство для изготовления волокнистых изделий / [Текст]: Т.О. Ормонбеков, Ж.К. Айдаралиев, Т.М. Касымов. Патент на изобретение КР. Кыргызпатент. № 1110.
- Базальтовое волокно и способ его изготовления / [Т.О. Ормонбеков, Ю.Н. Дубинин, Ж.К. Айдаралиев и др.].- Патент на изобретение КР. Кыргызпатент. № 1165.
- Устройство для получения волокна из минерального расплава / [А.А. Абдыкалыков, Ж.К. Айдаралиев, Н.А. Сопубеков и др.].- Патент на изобретение КР. Кыргызпатент. 31.01.2012. № 1534.
- Исследование физико-технических качеств супертонких волокон из алевролитового базальта [Текст]: / [Ж.К. Айдаралиев, Н.А. Сопубеков, Р.С. Атырова и др.]. Труды Международной научной конференции, посвященной памяти Академика М.Я. Леонова «Современные проблемы механики сплошной среды». – Бишкек, 2012. - С. 82-88.
- Салтыков С.А. Стереометрическая металлография [Текст] / С.А. Салтыков. - М.: Металлургия, 1970. - 376 с.

#### REFERENCES

1. Ormonbekov T.S. Basalt fiber technology and products based on them [Text] / TS Ormonbekov. - Bishkek .: Technology, 1997.- 122 p.
2. Ormonbekov T.S. Engineering and technology of production of basalt fibers [Text] / TS Ormonbekov.- Bishkek: Ilim, 2005. -152 p.
3. The technology, equipment and production of basalt fibers electric melting of rocks / [TS Ormonbekov, EA Baysalov, YN Dubinin et al.]. - Bishkek: Ilim, 2007. - 96 p.
4. blowheads / [TS Ormonbekov, JK Aidaraliev, YN Dubinin et al.] .- The patent for the invention of the CD. Kyrgyzpatent. Number 1005
5. Ormonbekov, TS An apparatus for manufacturing fibrous products / [Text]: TS Ormonbekov, JK Aidaraliev, TM Kasymov. The patent for the invention of the CD. Kyrgyzpatent. Number 1110.
6. The basalt fiber and its manufacturing method / [TS Ormonbekov, YN Dubinin, JK Aidaraliev et al.] .- The patent for the invention of the CD. Kyrgyzpatent. Number 1165.

7. The apparatus for producing mineral fibers from a melt / [AA Abdykalykov, JK Aidaraliev, NA Sopubekov et al.] .- The patent for the invention of the CD. Kyrgyzpatent. 31.01.2012. Number 1534.

8. The study of physical and technical qualities of superfine fibers siltstone basalt [Text]: / [JK Aidaraliev, NA Sopubekov, RS Atyrova et al.]. Proceedings of the International scientific conference devoted to the memory of academician MJ Leonova "Modern problems of continuum mechanics." - Bishkek, 2012. - P. 82-88.

9. Saltykov SA Stereometric metallography [Text] / SA Saltykov. - M.: Metallurgy, 1970. - 376 p.

Айдаралиев Ж.К., Сопубеков Н.А., Атырова Р.С.

**Алевролитті және базальтты талшықтардың құрамы мен қасиеттерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Мақалада базальт және алевролит талшықтарының физикалық және техникалық сипаттамаларын салыстыру қарастырылған. Тәжірибе нәтижелері базальтты талшықтың сапасы алевролит талшығының сапасына жақын екенін көрсетті. Сонымен қатар ғимараттар мен құрылыстарда және басқа да құрылымдарда жылу окшаулау материал ретінде қолдануға болатынын көрсетті.

**Түйінді сөздер:** тау жыныстары, базальт, алевролит және алевролит пен базальт өте жіңішке талшықтары.

Айдаралиев Ж.К., Сопубеков Н.А., Атырова Р.С.

**Исследование состава и свойства алевролитовых и базальтовых волокон**

**Резюме.** В статье рассматриваются сравнительные физико-технические характеристики базальтовых и алевролитовых супертонких волокон. Результаты эксперимента, показал, что алевролитовые волокна по качествам близко к качеству базальтового волокна и предлагается применять как теплоизоляционный материал для теплоизоляции зданий и сооружения и других конструкций.

**Ключевые слова:** горные породы, базальт, алевролит, базальтовые и алевролитовые супертонкие волокна, корольков.

Aidaraliev J.K., Sopubekov N.A., Atyrova R.S.

**Study of the composition and properties of silt and basalt fiber**

**Summary.** The article discusses the comparison of physical and technical characteristics of basalt and siltstone superfine fibers. The experimental results showed that the siltstone fiber quality close to the quality of basalt fiber and are encouraged to apply as insulation material for thermal insulation of buildings and structures and other structures.

**Key words:** rocks, basalt, siltstone, and siltstone superthin basalt fiber of beads. "

ӘОК 004.74

**М.Е. Мансурова, Ж.Е. Темирбекова**

(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы,  
Қазақстан Республикасы, mansurova01@mail.ru)

**ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ ЕСЕПТЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**Аңдатпа.** Бұл мақала компьютер мен ақпараттық технологияның адам өміріндегі рөлі, параллельді компьютерлер мен қазіргі заманғы суперкомпьютерлердің құрылымы, жалпы-параллельді бағдарламаланатын графикалық процессорлары, суперкомпьютерлі технологиялардың және жоғары өнімді есептеуіштердің Қазақстандағы даму жағдайы туралы айтылған.

**Кілттік сөздер:** суперкомпьютер, параллельді бағдарлама, ақпараттық технология, жоғарғы өнімді есептеуіш.

Компьютер мен ақпараттық технологияның адам өміріндегі рөлі.

Информатика – бұл компьютер көмегімен ақпаратты бағалау, талдау, хабар алмасу, өңдеу, сақтау және әдісті жинау туралы өте қарқынды дамып келе жатқан ғылым саласы [1]. Әр күн сайын компьютерлік жүйелер мен ақпараттық технологиялар адам өмірінде үлкен орын алуда. 1981 жылы КСРО ҒА академигі А.П. Ершов өзінің «Бағдарламалау – екінші сауаттылық» мақаласында былай деген: «Есептеу машинасы тек қана оқу үрдісінің техникалық құралы ғана емес, ол жаңа интеллектік үдеріске, жаңа операциялық жүйеге, баланың мектепте және үйде табиғи дамуына әкеледі. Машина беретін мүмкіндіктер, сонымен қатар білімге қойылатын жаңа талаптар оқыту түріне, психологиялық дамуға айтарлықтай әсерін тигізді» [2].

Ақпараттық технологияның даму үрдісі компьютерлік жүйе құрылымның дамуымен тығыз байланысты. Компьютерлер - дүние жүзіне жылдам таралатын және технология мен ғылымның дамуына айтарлықтай әсерін тигізетін ерекше ойлап табылған құралдарға жатады. Өздерінің сұранысқа ие болу себебінен, компьютерлер үнемі даму үстінде. Компьютерлік жүйе жұмысының айрықша маңызды көрсеткіші болып процессордың өнімділігі саналады. Процессор өнімділігінің өсуі екі негізгі фактор бойынша анықталады: жұмыс жиілігі және құрылымы [3]. Процессордың жиілігі қазіргі кезде физикалық параметр шегінің мүмкіндігіне жетті және соңғы жылдар аралығында өспеді. Сонымен бірге, процессор құрылымын кеңейту және жетілдіру негізінде олардың өнімділігі артауда.

Қазіргі кездегі компьютерлердің процессорлары көп ядорлы, яғни екі немесе одан да көп есептеу ядросынан тұрады. «Көп ядролы процессордың пайда болуы компьютер әлемін өзгертті – ол параллельді және кері жол жоқ! Жаңа өмір жағдайы бойынша өмір сүруді керек және параллельді бағдарламалау технологиясына дағдылану қажет: параллельді есептеу жүйесін қарапайым серверден суперкомпьютер деңгейіне дейін меңгеру қажет. Бірнеше жылдардан кейін параллельді компьютермен жұмыс жасау икемі болмаған жағдайда, ол компьютерлік сауатсыздықпен тепе-тең!» (PFA корр.-мүшесі В. Воеводин [4]).

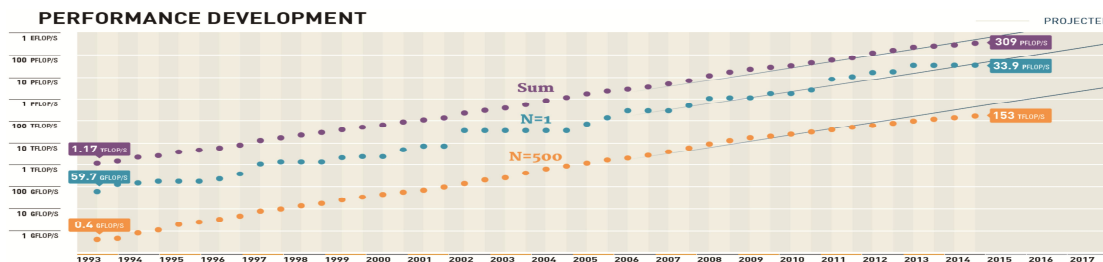
Мақсаты, өнімділігі, бағалануы және басқа да параметрлері бойынша ерекшеленетін көптеген компьютерлік жүйелер бар. Дүние жүзіндегі ең жоғарғы өнімді компьютер жүйесі «суперкомпьютер» деп аталады. 1-ші кестеде top500.org [5] сайтының мәліметі негізінде 2014 жылғы әлемдегі ең үздік 5 суперкомпьютер тізімі көрсетілген.

Кесте 1

Атауы	Сипаттамасы	Өндіруші	Өнімділігі PFlops/sec	Құрылымы
Tianhe-2 (MilkyWay-2)	TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 31S1P	NUDT	33.9	Cluster
Titan	Cray XK7 , Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x	Cray Inc.	17.6	MPP
Sequoia	BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom	IBM	17.2	MPP
K computer	SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect	Fujitsu	10.5	Cluster
Mira	BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom	IBM	8.59	MPP

Бүгінгі күнде алдыңғы қатарлы суперкомпьютердің өнімділігі петафлоппен бағаланады: 1 флопс санның секундтағы 1 операциясын көрсетеді (flop немесе флоп, FLoating point OPeration), ал 1 петафлопс  $10^{15} = 1000000000000000$  тең.

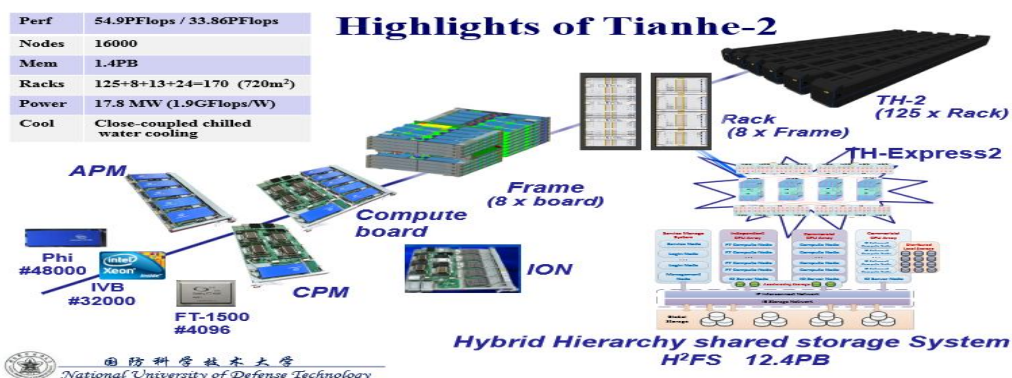
1-суретте 1993 жылдан осы күнге дейінгі суперкомпьютердің динамикалық өсу өнімділігі бейнеленген [5]. Болжам бойынша компьютердің өнімділігі өсе беретін сияқты.



1-сурет. Суперкомпьютердің динамикалық өсу өнімділігі

Суперкомпьютерлер үшін жабдықтауыштарды өндіру саласындағы алдыңғы қатарлы, яғни Xeon орталық процессорын және Xeon Phi есептеуді үдеткішін өндіретін Intel, сонымен бірге Tesla, ION, Tegra сияқты графикалық үдеткіштерді құрастырушы NVIDIA компаниясының айтуы бойынша суперкомпьютерлер өнімділіктерін 2020 жылға қарай эксафлопсқа (секундына 1018 операция) жеткізуі мүмкін [6].

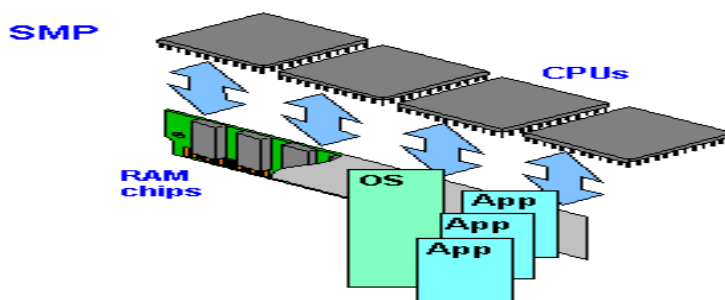
«Квант» ҒЗИ» ФМБК қызметкерлерінің ой-пікірлері бойынша болашақ эксафлопстық жүйелердің маңызды ерекшеліктері болып олардың сатылылығы, гибридтілігі және гетерогенділігі саналады [7]. Сатылылық маршрутизатор арқылы желілік саты деңгейінің анықталуымен қорытындыланады. Гибридтілік деп есептеуіш тораптарда әртүрлі типтегі ядросы бар микропроцессорларды қолдануды айтады, ал гетерогенділік – арнаулы микропроцессорлар базасында, желілерде және құралдарда іске асырылатын суперкомпьютерлерде біртекті емес сегменттерді қолдануды айтады. Мысалы, 2014 жылдың рейтингісі бойынша 1-ші орында тұрған Tianhe-2 суперкомпьютері қазірдің өзінде келесідей қасиеттерге ие: екі 12-ядролық Xeon Ivy Bridge және алты 57-ядролық Xeon Phi микропроцессорын қамтиды. Аппараттық құрылым бірнеше есептеуіш торап санаттарын қамтыған кезде Tianhe-2 «нео-гетерогенді құрылымды» қолданады, ал оған кіру мүмкіндігі бағдарламалаудың жалпы үлгісі, оңтайлы технологиялық маршрут таңдау және үдерісті оңтайландыру арқылы іске асырылады (2-сурет). Мұндай артықшылыққа процессорлардың және графикалық үдеткіштердің әдіс-тәсілдерімен жету мүмкін емес [8]. Суперкомпьютерлердің гибридтілігі мен гетерогенділігі тапсырмаларды тиімді шешуге мүмкіндік береді. Есептеуіш тораптардың көптілігі мен сатылылығы есептеуіштердің асинхрондылығын арттыруға және тоқтауларға төзімділік мүмкіндігін береді



2-сурет. Tianhe-2 суперкомпьютерінің нео-гетерогенді құрылымы

Параллельді компьютерлердің құрылымы

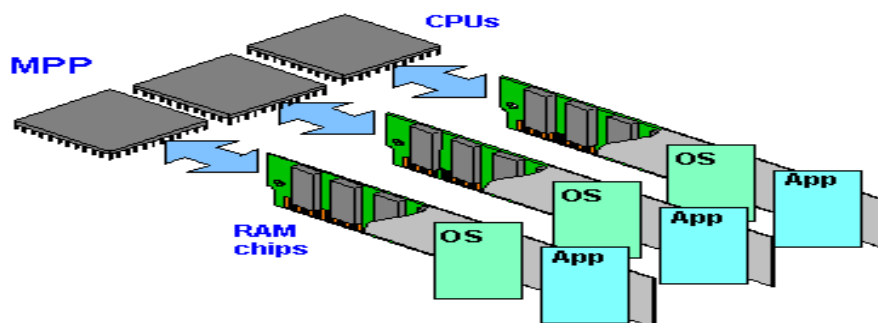
Қазіргі заманғы параллельді есептеу жүйелерін тұрғызудың негізгі екі тобы бар. Бірінші топқа мультипроцессорлы жүйе деп аталатын жалпы жадылы компьютерлер жатады. Бұл топтың ең көп тараған жүйелері болып SMP (Symmetric Multi Processors – симметриялы мультипроцессорлы жүйелер) құрылымды жүйесі саналады (3-сурет).



3-сурет. Жалпы жадылы жүйенің құрылымы

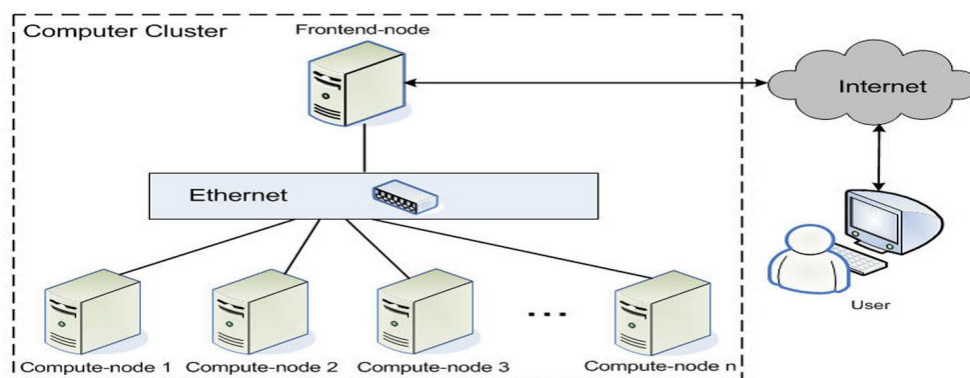
SMP құрылымды жүйелерде барлық процессорлардың жалпы жадының кез-келген нүктесіне тікелей және тең құқылы кіру мүмкіндігі бар. Сондықтан да олар «симметриялы» деп аталады. Мұндай жүйелерде бір жалпы жады, бір операциялық жүйе, бір енгізу-шығару қосалқы жүйесі бар. SMP жүйесінің кемшіліктеріне оның масштабталуының төмендігі жатады: процессорлар санының өсуімен жалпы шинаға жүгінген кезде қақтығыстардың саны да артады.

Екінші топқа үлестірілген компьютер жады жатады және олар мультикомпьютерлі жүйелер деп аталады. Бұл топтың әрбір есептеуіш торабы өздігінен өзінің процессоры, жадысы, операциялық жүйесі, енгізу-шығару қосалқы жүйесі бар жеке компьютерді көрсетеді. Осы топтың жүйесі болып саналатын жалпы параллельді MPP (Massively Parallel Processors) жүйелерінде біртекті есептеуіш тораптар жоғары өнімділікті коммуникациялық ортамен бірігеді (4-сурет).



4-сурет. Үлестірілген жадылы жүйенің құрылымы.

MPP құрылымды жүйелердің дамуы кластерлік жүйені жасауға әкелді. Кластер – біріккен есептеуіш ресурс ретінде қолданылатын толыққанды компьютерлердің жиынтығы болып есептеледі (5-сурет). Үлестірілген жадылы жүйелердің өнімділігі тікелей коммуникациялық ортаның өнімділігіне тәуелді. Кластерлік жүйенің дамуына жоғары жылдамдықты желілік жабдықтардың пайда болуы ықпал етті.



5-сурет. Кластерлік жүйенің құрылымы.

Кластерлер бірлестірілген есептеуіш жүйелерге әр түрлі типті компьютерлерді, яғни дербес компьютерден бастап өте күшті суперкомпьютерлерге дейін біріктіруге мүмкіндік береді.

Кластерлік жүйені жасаудың екі жолы бар. Біріншісі азғантай тораптар санынан кластерлік жүйені жасаумен қорытылады. Сонымен бірге кластерге жергілікті және бір-біріне тәуелсіз жұмыс істей алатын толық функционалды компьютерлер біріктіріледі. Екінші жолы өте күшті есептеуіш жүйелерін жасаған кезде қолданылады. Бұл жағдайда жүйелік блоктар арнайы тағандарға орналастырылады, ал жүйені басқару үшін және тапсырмаларды іске қосу үшін бір немесе бірнеше толық функционалды компьютерлер бөлінеді. 6-суретте Қытайдың Гуанчжоу қаласындағы Ұлттық суперкомпьютер орталығы көрсетілген, мұнда Tianhe-2 суперкомпьютері орналасқан.

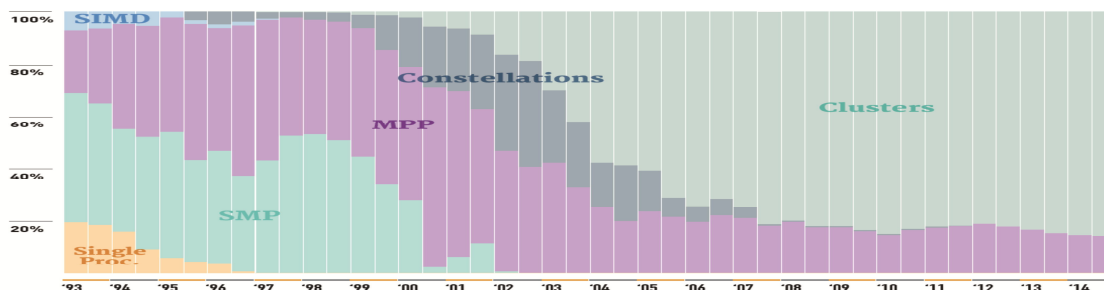


6-сурет. Қытайдың Гуанчжоу қаласындағы Ұлттық суперкомпьютер орталығы.

Қазіргі заманғы суперкомпьютерлердің құрылымы.

Суперкомпьютерлер есептеуіш машиналар болып саналады және олар өздерінің техникалық сипаттамалары бойынша қазіргі кездегі көптеген компьютерлерден асып түседі. PFA академигі В.Воеводин атап айтқандай, «осындай есептеуіш жүйесін жасау – ол өзінің суыту жүйесі, үздіксіз қуат көзі және т.б. бар толық бір зауыт салумен тең. Сондықтан кез-келген, тіпті орташа конфигурациялы суперкомпьютер бір миллион АҚШ долларынан кем тұрмауы керек» [9]. Суперкомпьютерлі технологиялар ғылымның және индустрияның кең ауқымды міндеттерін шешуге мүмкіндік береді. Жақын уақыттан бері ең тиімді суперкомпьютерлер болып MPP құрылымында жасалғандары саналды. Оларға Cray Inc. компаниясының Titan, IBM компаниясының Sequoia жатады. Бірақ, статистика мәліметтеріне сәйкес [5] қазіргі уақытта кластерлік құрылымда жасалған суперкомпьютерлерді өндіру үрдісі артуда (7-сурет). Мысал ретінде, 2014 жылдың рейтингісі бойынша суперкомпьютерлер болып NUDT қытай компаниясының Tianhe-2 (1-орын), Fujitsu жапон компаниясының K computer (4-орын), Dell америка компаниясының Stampede (7-орын) саналады.

Есептеуіш кластерлердің танымалдылығы өнімділіктің бағаға жоғары көрсеткішті қатынасымен және кластерлік жүйені таңдаудың мол мүмкіндігінің болуымен түсіндіріледі [10]. 7-суретте қазіргі заманғы суперкомпьютерлер құрылымдарының арақатынасы көрсетілген.

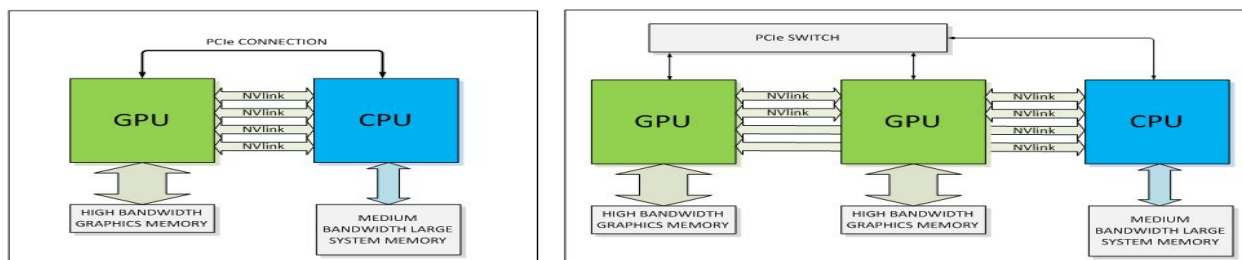


7-сурет. Қазіргі заманғы суперкомпьютерлердің құрылымдары.

Жалпы-параллельді бағдарламаланатын графикалық процессорлар

Параллельді компьютерлердің құрылымында ерекше орынды графикалық процессорлар (GPU – graphics processing unit) алады. Жалпы-параллельді бағдарламаланатын графикалық процессорларда қосымшаларды жасауға деген үлкен қызығушылық графикалық процессорлардың есептеуіш қуатының өсуіне негізделген, сонымен бірге оның құнының төмендігіне және қол жетімділігіне. Дәстүрлі және графикалық процессорлар жұмысының байланысы қиын-қыстау тапсырмаларды шешуді жылдамдатуға мүмкіндік береді [11] (8-сурет).





**8-сурет.** CPU GPU гибриді құрылымы

Суперкомпьютерлі технологиялардың және жоғары өнімді есептеуіштердің Қазақстандағы даму жағдайы

Қазіргі уақытта Қазақстанның инновациялық дамуындағы маңызды бағыты болып ғылымның және индустрияның кең ауқымды міндеттерін шешуге мүмкіндік беретін суперкомпьютерлі технологиялар саналады.

Суперкомпьютер қосымшалары Қазақстан экономикасының әр түрлі салалары үшін маңызды: кен қазушы өнеркәсіптерде, мұнай-газ саласында, атом энергетикасында, төтенше жағдайларды космостық бақылауда. Ойда қалатын жағдай, яғни әлемдегі 500 өте күшті суперкомпьютерлердің ішінде қолданылуы бойынша үшінші орынды геофизикада мұнай-газ саласындағы компаниялардың кен орындарын іздеу, зерттеу және оларды жасау кезінде қолдану алады [12].

Қазақстанда суперкомпьютерлер алдыңғы қатарлы университеттердің ғылыми орталықтарында, сонымен қатар ірі ұлттық компанияларда қолданылады.

2010 жылы Алматыда екі ірі суперкомпьютер іске қосылды: Қазақ-Британ техникалық университетінде және Қ.И.Сәтбаев атындағы Ұлттық техникалық университетте. ҚБТУ-ндегі IBM терафлопстық машинасы Қазақстанның жоғары өнімді есептеуіш индустриясының тарихына саланың «пионері» ретінде кірді [13]. 20.09.2011 жылғы ТМД елдеріндегі Top50 күшті суперкомпьютерлер рейтингісінің 15-редакциясында Қазақ-Британ техникалық университетінің НИЛ «Ақпараттық технологиясы» суперкомпьютері 41-ші орынды, ал Қ.И.Сәтбаев атындағы Ұлттық техникалық университетіндегі Ұлттық ғылыми зертханадағы ақпараттық және космостық технологияны ұжымдық қолданатын суперкомпьютер 46-шы орынды алды.

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің математика және механика ғылыми-зерттеу институтында суперкомпьютер орталығы жұмыс істейді. Ол жерде жоғары өнімділікті есептеулер саласында зерттеулер жүргізіледі. Орталық өнімділігі 600 гигафлопс көп процессорлы URSA кластерімен және өнімділігі 3 гигафлопс T-PLATFORM кластерімен жабдықталған. Қазіргі уақытта ҚазҰУ INSPUR Қытай компаниясымен қазіргі заманғы жоғары өнімділікті есептейтін суперкомпьютерді жеткізу бойынша белсенді қызмет істеуді. [14].

2014 жылы өнімділігі 3,5 және 10,5 Терафлопс ISTTHPC 2000 суперкомпьютері Қазақстан Республикасының Ұлттық инженерлер академиясының Космостық техника және технология институтында құрастырылып, сынақтан өткізілген [15]. Осылайша, Қазақстанның суперкомпьютерлер нарығы кеңейді.

Аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етудің қазіргі заманғы даму деңгейі өндірістің және ғылыми зерттеулердің сапалы жаңа деңгейге көшуіне мүмкіндік береді. Сондықтан да суперкомпьютер технологияларын жобалауда, жасауда және технологиялық процестерді талдауда қолдана білетін мамандар жоғары сұранысқа ие болады және ғылым мен ақпараттық технология индустриясының алдыңғы қатарлы салаларында жұмыс істей алады және жоғары технологиялы ақпараттық инфрақұрылым жасай алады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Большая российская энциклопедия, 2008.
2. А.П. Ершов. Программирование – вторая грамотность. // Труды 3-й Всемирной конференции Международной федерации по обработке информации и ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении. Лозанна, Швейцария, 1981.
3. Якововский М. В. Введение в параллельные методы решения задач: Учебное пособие. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 328 с.

4. Воеводин Вл.В. «11-я редакция списка Top50 самых мощных компьютеров СНГ – интрига ожидания...» // Труды Всероссийской суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность», Абрау-Дюрсо, 2009.
5. [www.top500.org](http://www.top500.org).
6. [http://www.pcworld.com/article/257792/intel\\_invokes\\_phi\\_to\\_reach\\_exascale\\_computing\\_by\\_2018.html](http://www.pcworld.com/article/257792/intel_invokes_phi_to_reach_exascale_computing_by_2018.html)
7. Виктор Горбунов, Георгий Елизаров, Леонид Эйсымонт. Экзафлопсные суперкомпьютеры: достижения и перспективы. // Журнал «Открытые системы», № 07, 2013.
8. <http://www.xbitlabs.com/>
9. Воеводин В.В. Суперкомпьютеры: вчера, сегодня, завтра. // Журнал «Наука и жизнь». № 5, 2000. Доступно на: <http://www.nkj.ru/archive/articles/7365/>
10. Вл.В. Воеводин, Жуматий С.А. Вычислительное дело и кластерные системы. М.: Изд-во МГУ. 2007. 150 с.
11. Орлов С. Многоядерные процессоры в высокопроизводительных вычислениях. // «Журнал сетевых решений/LAN», № 01, 2014. Доступно на: <http://www.osp.ru/lan/2014/01/13039321/>
12. Токарев М.Ю. Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности. Под редакцией В.А. Садовниченко, М.: МГУ, 2012.
13. <http://www.computerworld.kz/articlekz/2807/>
14. <http://www.kaznu.kz/>
15. <http://tengrinews.kz/progress/kazakhstan-razrabotal-svoy-superkompyuter-265648/>

Мансурова М.Е., Темирбекова Ж.Е.

#### **Современные технологии высокопроизводительных вычислений**

**Резюме.** Статья посвящена о роли компьютеров и информационных технологий в жизни человека, архитектура параллельных и современных суперкомпьютеров, массивно-параллельные программируемые графические процессоры, развитие суперкомпьютерных технологий и высокопроизводительных вычислений в Казахстане.

**Ключевые слова:** суперкомпьютер, параллельная программирования, информационная технология, высокопроизводительные вычисления.

Mansurova M.E., Temirbekova Zh.E.

#### **Modern high-performance computing technology**

**Summary.** The article is devoted on the role of computers and information technology in human life, architecture and modern parallel supercomputers, massively parallel, programmable graphics processors, the development of supercomputer technology and high-performance computing in Kazakhstan.

**Key words:** supercomputer, parallel programming, information technology, high-performance computing.

УДК 664.69: 633.11

**Г.К. Искакова, А.Н. Жилкайдаров, Г.А. Умирзакова**

(Алматинский технологический университет,  
Алматы, Республика Казахстан)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МУКИ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА ИЗ НОВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ И ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** Для оценки макаронных свойств исследуемых сортов пшеницы были исследованы показатели качества муки, полученные путем размола мягких и твердых сортов пшеницы и физические свойства теста. Сопоставление макаронных свойств исследуемых сортов мягкой (Астана, Акмола 2) и твердой (Дамсинская 90, Дамсинская янтарная) пшеницы показало, что наблюдаются высокие значения показателей качества муки, свойств теста у твердых сортов пшеницы. Среди твердых сортов пшеницы наиболее высокими показателями отличается сорт пшеницы Дамсинская 90.

**Ключевые слова:** макаронные изделия, пшеница, мука, физические свойства.

#### **Введение**

Макаронные изделия - это известный и любимый во всем мире продукт, который уже давно принадлежит к так называемым удобным продуктам, позволяющим относить его к современным

продуктам питания. Макароны изделия, вырабатываемые промышленностью, представляют собой пищевой продукт, полученный из пшеничной муки и воды смешиванием, различными способами формования и высушивания.

Насыщение рынка высококачественными продуктами питания является одним из важнейших решений научно-технических, экономических и социальных проблем государственного масштаба. Рациональное использование пищевого сырья, создание и совершенствование технологии пищевых продуктов предопределяет современную систему создания устойчивой продовольственной основы Казахстана. Роль макаронных изделий в рационе питания – причем практически во всем мире трудно переоценить. Многие даже считают их основным продуктом питания XX столетия.

Основным сырьем для производства макаронных изделий являются высшие сорта крупитчатых продуктов помола зерна твердой пшеницы. Однако в связи с дефицитом твердой пшеницы, в частности у нас в стране, и в связи с ее высокой стоимостью используют продукты помола высокой стекловидной и мучнистой мягкой пшеницы. При этом изделия лучшего качества, имеющие янтарно-желтый или соломенно-желтый цвет, получаются из специальной макаронной муки высшего сорта (крупки), полученной размолотом зерна твердой пшеницы или мягкой стекловидной пшеницы. Из макаронной муки I сорта (полукрупка твердой или мягкой стекловидной пшеницы) получают изделия с коричневатым оттенком большей или меньшей интенсивности. Хлебопекарная мука высшего или I сортов, полученная размолотом зерна мягкой пшеницы, применяется при отсутствии макаронной муки. Макароны изделия, полученные из хлебопекарной муки высшего сорта, имеют обычно светло-кремовый цвет, а из муки I сорта - темно-кремовый с серым оттенком. По внешнему виду макаронная крупка отличается от хлебопекарной муки крупнотой частичек (как у манной крупы) с желтоватым оттенком. Полукрупка состоит из более мелких частиц, чем крупка, и поэтому с более светлым оттенком (хотя и дает темные макаронные изделия). Хлебопекарная же мука любого сорта состоит из порошкообразных частиц, причем чем ниже сорт муки, тем она имеет более темный оттенок [1,2].

В связи с вышеизложенным, исследование макаронных свойств муки из новых и перспективных сортов мягкой и твердой пшеницы имеет важное практическое значение.

#### **Объекты и методы исследований**

Для проведения лабораторных экспериментов использованы образцы зерна мягкой (Астана, Акмола 2) и твердой (Дамсинская 90, Дамсинская янтарная) пшеницы и осуществлен помол на мельничной установке МЛУ – 202. В готовой муке определяли органолептические (цвет, запах, вкус, хруст) и физико-химические (влажность, количество и качество клейковины, крупность помола, зольность, содержание металлопримесей, зараженность вредителями хлебных запасов) показатели.

Запах, вкус и хруст определяли по ГОСТ 27558-87. Для определения запаха около 20г муки высыпали на чистую бумагу, согревали дыханием, а затем исследовали запах. С целью усиления ощущения муку в стакане обливали горячей водой, после чего определяли запах. Кроме того, вкус и хруст можно оценить путем разжевывания 1-2 навесок муки, весом около 1г каждая. Цвет муки устанавливался сравнением испытуемого образца с установленными образцами.

Влажность муки определяли ускоренным методом по ГОСТ 9404-88 посредством высушивания 5г навески в сушильном шкафу марки СЭШ-3М. Высушивание в шкафу проводили в течение 40 мин при температуре  $(130 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Влажность выражали в процентах, для чего при навеске 5г массу испарившейся влаги умножают на 20.

Содержание сырой клейковины контролировалось по ГОСТ 27839-88 стандартным методом, т.е. по количеству клейковины, отмываемой из теста, замешенного из 25 г муки и 13 мл водопроводной воды температурой  $18^{\circ}\text{C}$ . Содержание сырой клейковины выражали в процентах к массе муки.

Качество сырой клейковины определяли путем измерения ее упругоэластичных свойств по ГОСТ 27839-88. Метод предусматривает измерение упругоэластичных свойств сырой клейковины на приборе ИДК-1. Результаты измерений выражали в условных единицах прибора и в зависимости от их значения клейковину относят к соответствующей группе качества.

Для крупности помола по требованиям ГОСТ 27560-87 на ручном сееве применяли лабораторные сита с диаметром обечаяк 20см. Номера сит соответствовали ГОСТам, установленным

для исследуемого сорта муки. Остаток на верхнем сите, а также проход через нижнее сито взвешивали на технических весах и выражали в процентах к массе взятой навески.

Металломагнитные примеси измерялись с помощью магнита в навеске муки массой 1кг (ГОСТ 20239-74). Все металломагнитные частички взвешивали и измеряли на сетке с делениями 0,3мм.

Зараженность вредителями хлебных запасов устанавливалась по ГОСТ 27559-87. Сущность метода заключается в выделении насекомых и клещей путем просеивания на ситах и при визуальном обнаружении живых особей.

Зольность муки определяли по ГОСТ 27494-87 с использованием ускорителя – азотной кислоты и выражали в процентах.

Физические свойства теста определяли на альвеографе Шопена [3].

#### **Результаты и их обсуждение**

Для оценки макаронных свойств исследуемых сортов пшеницы были исследованы показатели качества муки, полученные путем размола мягких и твердых сортов пшеницы и физические свойства теста.

В настоящее время не представляется возможным дать полную характеристику мукомольных параметров пшеницы, в частности, потенциального выхода муки высоких сортов из нее, только по физическим признакам зерна. Мукомольная ценность зерна может быть выявлена в полной мере при проведении лабораторного помола пробы зерна на специально созданных для этих целей мельничных установках, в результате чего можно выяснить как возможные выхода муки, так и особенности зерна.

Для проведения лабораторных экспериментов отобраны пробы из исследуемых сортов пшеницы и осуществлен помол на мельничной установке МЛУ – 202. В готовой муке определяли органолептические (цвет, запах, вкус, хруст) и физико-химические (влажность, количество и качество клейковины, крупность помола, зольность, содержание металлопримесей, зараженность вредителями хлебных запасов) показатели.

Результаты исследования приведены в таблице 1.

Оценивая потенциальную способность пшеничной муки, следует, прежде всего, определить в ней количество и качество клейковины. От количества и качества клейковины муки зависит качество макаронных изделий. Содержание клейковины в муке из пшеницы: Дамсинская 90 составляет 35,4%, Дамсинской янтарной – 32,8%, Астаны – 30,8%, Акмола 2 – 30,4%. Полученные данные показывают, что по свойствам клейковины мука из твердых сортов превосходит муку из мягких сортов пшеницы.

Важный показатель муки это ее зольность. Зольность, вследствие резкой неравномерности ее по составным частям зерна, имеет большое производственное значение как средство контроля процесса помола и качества муки. На зольность муки и на ее цвет влияет зольность зерна. Из таблицы 1 видно, что исследуемые образцы зерна при размолу имели различную зольность и она менялась от 0,56 до 0,79%.

Практика изготовления макаронных изделий показывает существенное влияние размеров частиц муки на ее товарный вид, технологическое и пищевые достоинства. Для макаронных изделий предпочтительна мука с преобладанием частиц размером более 250 мкм, в высшем и первом сортах муки ограничивают содержание частиц размером более 140 и 190 мкм соответственно. Из твердых стекловидных сортов пшеницы получают муку с большим условным размером частиц муки, чем из мягкой пшеницы. Об этом свидетельствуют данные полученные в результате исследований (таблица 1). Крупность муки оценивали по Госту сходом/проходом сит № : для муки из твердых сортов пшеницы – 190/43, для муки из мягкой сортов – 43/35. При этом частицы размером более 250 мкм содержались в муке из твердых сортов пшеницы и от 150 до 185 мкм – в муке из мягких сортов пшеницы.

В таблице 2 приведены показатели характеризующие физические свойства теста.

Таблица 2. **Физические свойства теста**

Показатели	Астана	Акмола 2	Дамсинская 90	Дамсинская Янтарная
Упругость теста, мм	108	99	112	105
Отношение упругости к растяжимости	1,02	0,93	1,12	1,08
Удельная работа деформации теста, еа	305	300	331	310

Данные, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о том, что физические свойства теста по альвеографу исследуемых сортов пшеницы варьируют в широких пределах. Так, упругость теста из пшеницы Астана составил 108 мм, из пшеницы Акмола 2 – 99мм, из пшеницы Дамсинская 90 – 112мм. из пшеницы Дамсинская Янтарная – 105мм. Удельная работа деформации теста и отношение упругости к растяжимости составили, соответственно, 305 еа и 1,02; 300 еа и 0,93; 331 еа и 1,12; 310 и 1,08.

Таблица 1. Показатели качества муки

Показатель	Мука из мягкой пшеницы		Мука из твердой пшеницы	
	Астана	Акмола 2	Дамсинская 90	Дамсинская Янтарная
<i>Органолептические:</i>				
Цвет	белый	белый	кремовый с желтым оттенком	кремовый с желтым оттенком
Запах	свойственный нормальной муке, без запаха плесени, затхлости и других посторонних запахов			
Вкус	свойственный нормальной муке, без кислого, горького и других посторонних привкусов			
Содержание минеральной примеси	при разжевывании муки хруста не ощущалось			
<i>Физико – химические:</i>				
Влажность, %	12,24	12,62	12,84	12,56
Содержание сырой клейковины, %	30,8	30,4	35,4	32,8
Качество клейковины по ИДК-1, группа	I	I	II	II
Крупность помола, %: остаток на сите из шелковой ткани	№43,6	№43,5	№190,3	№190,3
	проход через сито из шелковой ткани	№35,3	№35,3	№43,40
Зольность (в пересчете на сухое вещество), %	0,58	0,56	0,76	0,79
Содержание металлопримесей, мг/кг муки	-	-	-	-
Зараженность вредителями хлебных запасов	не обнаружено			

### Выводы

Таким образом, сопоставление показателей качества муки, полученные путем размолла мягких и твердых сортов пшеницы и физических свойств теста показало, что наблюдаются высокие значения показателей качества муки, свойств теста у твердых сортов пшеницы. Среди твердых сортов пшеницы наиболее высокими показателями отличается сорт пшеницы Дамсинская 90.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Медведев Г.М. Технология макаронных изделий.– СПб.: ГИОРД, 2005.- 312 с.
2. Исакова Г.К., Изтаев А.И., Кулажанов Т.К., Мамеров М.М., Изтаев Б.А. Технология хлеба и макаронных изделий с применением озонированной и ионоозонированной воды (монография). – Алматы: АТУ, 2011.-216 с.
3. Оценка качества зерна. Справочник / Василенко И.И., Комаров В.И. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208с.

Г.К. Исакова, А. Жилкайдаров, Г.А. Умирзакова

### Қазақстанның жұмсақ және қатты бидай жаңа сорттарынан дайындалған ұн сапасын және камырдың физикалық қасиеттерін зерттеу

Зерттелетін бидай сорттарының макарон қасиеттерін бағалау үшін жұмсақ және қатты бидай сорттарының ұнтақтау жолымен алынған ұн сапасының көрсеткіштері және камырдың физикалық қасиеттері зерттелді. Зерттелетін жұмсақ (Астана, Акмола 2) және қатты (Дамсинская 90, Дамсинская янтарная) бидай сорттарының макарон қасиеттерін байланыстыру қатты бидай сорттарының ұн сапасының көрсеткіштерінің, камыр қасиеттері жоғары мәнділігі бақыланды. Қатты бидай сорттарының ішінде Дамсинская 90 бидай сорты аңғұрлым жоғары көрсеткіштерімен ерекшеленеді.

**Негізгі сөздер:** макарон өнімдері, бидай, ұн, физикалық қасиеттері.

Iskakova G.K., Zhilkaidarov A., Umirzakova G.A.

**Study on flour quality and physical properties test of new varieties of soft and durum wheat of kazakhstan**

To evaluate the properties of pasta wheat flour quality indicators were obtained by grinding of soft and durum wheat and physical properties test. Comparison of properties of investigated cultivars of soft pasta (Astana, Akmola 2) and solid (Damsinskaâ 90, Damsinskaia amber) of wheat has shown that there are high quality flour, dough properties in durum wheat. Among the durum wheat the highest rates of different wheat variety Damsinskaia 90.

**Key words:** pasta, wheat, flour, physical properties.

<sup>1</sup>С.У. Исмаилов, <sup>2</sup>Р.Н. Бейсембекова, <sup>2</sup>Ф.А. Сатыбалдиева, <sup>1</sup>М.С. Исмаилова,  
<sup>1</sup>А. Култас, <sup>1</sup>А.Н. Кочерова

(<sup>1</sup>Южно – Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет им. К.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, feruza201200@gmail.com)

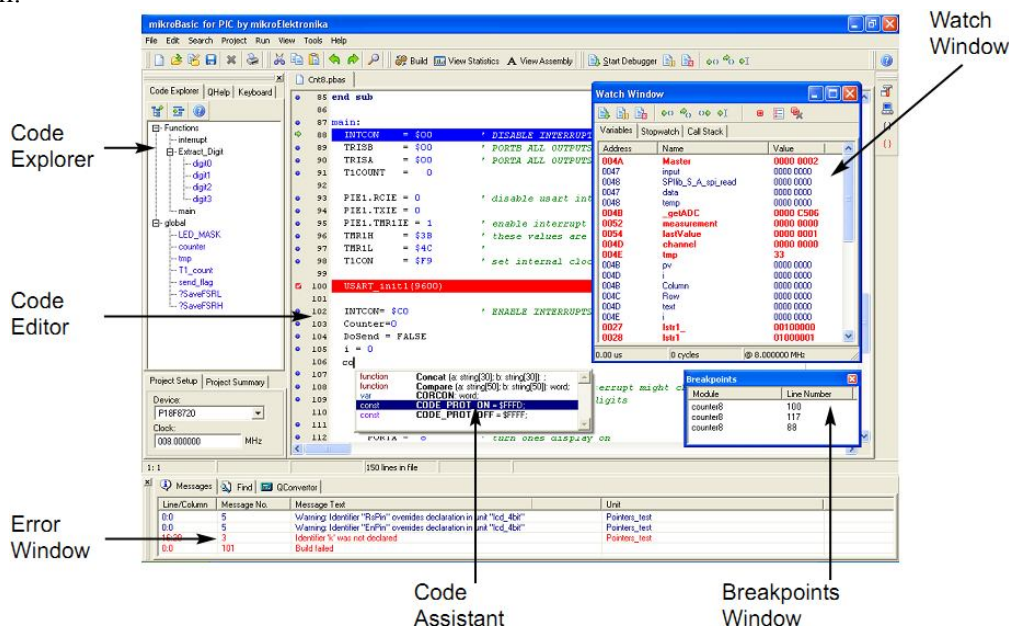
**ТІРЕКТІ –АЙНАЛМАЛЫ МЕХАНИЗМДІ КҮН БАТАРЕЯСЫНЫҢ ЖҰМЫСЫН  
БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН HELIOSTAT\_AND\_ACTUATOR\_01 БАҒДАРЛАМАЛЫҚ  
ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІНЕ ШОЛУ ЖАСАУ**

**Аннотация** Бұл жұмыста «heliostat\_and\_actuator\_01» бағдарламасының құрылымы, құрамы, тағайындалуы және функционалды мүмкіндіктері қарастырылған. Тестілеу жүргізу өте маңызды және тіреуші айналмалы механизмнің дара анықтамалары фотovoltaic және гелиостатты орнатулардың әр түрлі типтері. Бір типті тіреуші айналмалы механизмдердің өндірілуші компаниялары өнімдерінің әр түрлі ерекшеліктері болуы мүмкін. Тіреуші айналмалы механизмдердің параметрлері және сипаттамаларының айырмашылықтары көп емес, фотovoltaic, гелиостат қондырғы қателіктері орнату кезінде орын алса, іздеу дәлдігі, бағыттандыру және орнықтыру. Бір типті тіреуші айналмалы механизмдердің техникалық параметрлеріне үлкен әсері: фотovoltaic, гелиостатты орнатылу жұмыстарымен байланысты, бәрінен бұрын олардың құрылымы, өлшемі, салмағы және орналасқан ауданға ауа райының әсері етеді.

**Кілттік сөздер** гелиостат қондырғы, актуатор, тіректі қозғалысты механизм, PIC микроконтроллер.

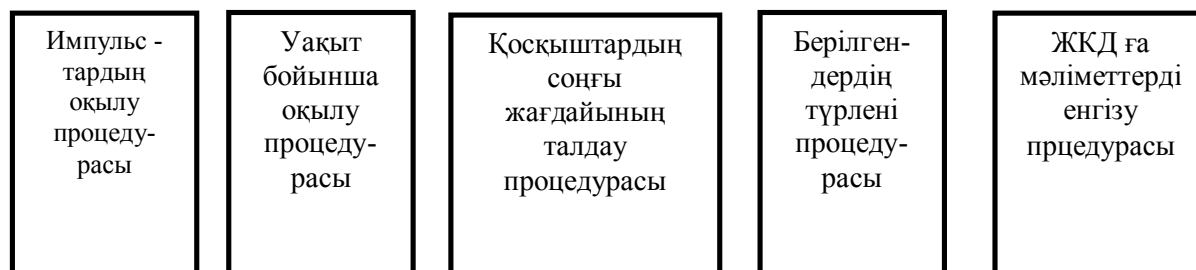
Тестілеу жүргізу өте маңызды және тіреуші айналмалы механизмнің дара анықтамалары фотovoltaic және гелиостатты орнатулардың әр түрлі типтері. Бір типті тіреуші айналмалы механизмдердің өндірілуші компаниялары өнімдерінің әр түрлі ерекшеліктері болуы мүмкін. Тіреуші айналмалы механизмдердің параметрлері және сипаттамаларының айырмашылықтары көп емес, фотovoltaic, гелиостат қондырғы қателіктері орнату кезінде орын алса, іздеу дәлдігі, бағыттандыру және орнықтыру. Бір типті тіреуші айналмалы механизмдердің техникалық параметрлеріне үлкен әсері фотovoltaic, гелиостатты орнатылу жұмыстарымен байланысты, бәрінен бұрын олардың құрылымы, өлшемі, салмағы және орналасқан ауданға ауа райының әсері. Сондықтан тіреуші айналмалы механизмнің дара техникалық параметрлерінің анықталуына және тестілеуі үшін арналған компьютерлі өлшенетін жүйені (КИС ГЕЛИОСТАТ\_01) ойлап шығардық. Мысалы: фотovoltaic және гелиостатты орнатылуда, монтаждалуында құрылымның сипатталуы, құрамы (КИС ГЕЛИОСТАТ\_01), жұмыс принципі мұнда біз жұмыста қарастырылған мәліметтерді жібереміз. Жұмыстың барысы электронды өлшеуіш құрылғыларда импульс санының есебінде және гелиостат рефлекторының немесе фотovoltaic орнатылудың тура және кері бұралысында қорытындыланады. Бұрылу бұрышын біліп тұра, уақытын, импульс санын және тікүшбұрыш импульстерінің осциллограммасы тіреуші айналмалы механизмдердің техникалық параметрлерін анықтаймыз. КИС ГЕЛИОСТАТ\_01 электронды жүйесі PIC микроконтроллерде құрастырылды, компьютерлі өлшенетін жүйенің жұмыс алгоритмінің барлық функциясын атқару үшін. heliostat\_and\_actuator\_01 бағдарламасының құрылымын, құрамын жұмыс алгоритмін, тағайындалуын қарастырайық. heliostat\_and\_actuator\_01 бағдарламасы жоғары дәрежелі mikroBasic PRO for PIC v6.4 тілінде жазылған. Интеграцияланған ортада mikroBasic IDE компания Mikroelektronika құрастырылған. Интеграцияланған ортада mikroBasic IDE құрастырылуы Windows 7 или Windows 8 жүйелерінде жұмыс жасайды. Өндірілу ортасының интерфейсі, компиляциясын құрастырылуы және тестіленуі 1 суретте көрсетілген. «heliostat\_and\_actuator\_01» бағдарламасы негізгі және қосымша модульді

құрайды. Әр модуль өзінің берілген тапсырмасын орындайды, толықтай айтқанда гелиостаттың тіреуші айныцмалы параметрлерінің анықтайды. Төменде 2 суретте бағдарламаның құрамы көрсетілген.



Сурет 1. Интерфейс ПО mikroBasic IDE

Бағдарламаның негізгі модульі



Сурет 2. «heliostat\_and\_actuator\_01» бағдарламасы құрамы

Құрастырылған «heliostat\_and\_actuator\_01» бағдарламасы үш файлы болады.:

- mbrpкеңейтілуі бар проект файлы;
- mbas кеңейтілуі бар проект файлы;
- .hex кеңейтілуі бар компиляцияланған бағдарлама.

Идентификаторлар, тұрақтылар, ауыспалалар:

- dimhundredth, seconds, minutes, hours, \_day, \_month, yearasbyte

Функция, процедура және модульдер

- procedure Read\_Time (RTC пен мәліметтердің оқылу процедурасы), мұнда RTC –шын уақыт сағаты
- procedure Transform\_Time (BCD форматының екілік кодқа түрлену процедурасы);
- procedure Display\_Time (ASCII кодта уақыт бойынша екілік кодқа түрлену процедурасы);
- procedure Init\_Main (экранға қажет пәрменді енгізу процедурсы мин., сек., и долей сек.).

Бағдарламаның құрылым организациясы mikroBasic қатал бағдарлама организация өте маңызды. Бағдарламаның негізгі модульі екі бөліктен тұрады. Олар «хабарландару» және «бағдарлама дене»

Негізгі модуль құрамы келесі жазбалардан тұрады:

**program**<program name>бағдарлама аты

**include**<include other modules>тақырып қосылуы

\*\*\*\*\*

*'\* Declarations (globals):*

\*\*\*\*\*

*' symbols declarations* *символдарды хабарландыру*

**symbol** ...

*' constants declarations* *тұрақтыларды хабарландыру*

**const**...

*' variables declarations* *ауыспалаларды хабарландыру*

**dim** ...

*' procedures declarations* *Объявление процедур*

**sub procedure** procedure\_name(...)

<local declarations>Ішкі процедураны хабарландыру

**end sub**

*' functions declarations* *Функция хабарландыру*

**sub function** function\_name(...)

<local declarations>ішкі функцияны хабарландыру

**end sub**

\*\*\*\*\*

*'\* Program body:*

\*\*\*\*\*

**main:**

*' write your code here* негізгі бағдарламаның жазылу коды

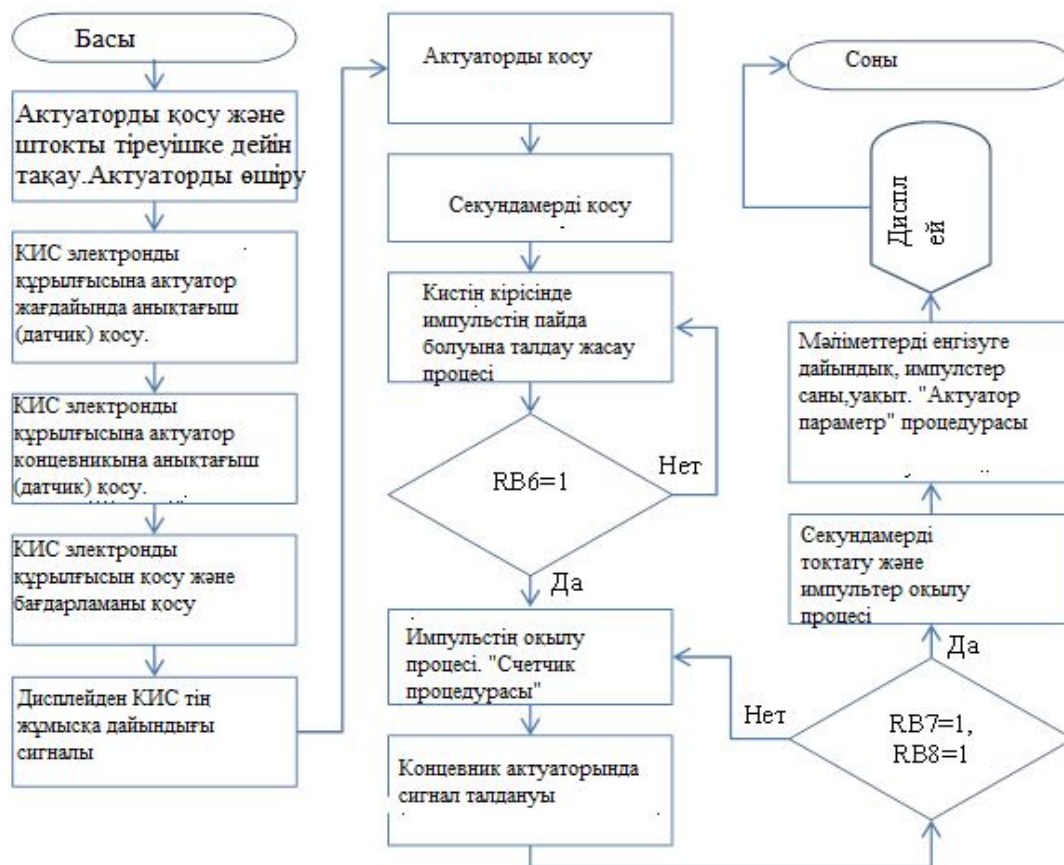
**end.**

Көмекші модуль негізгі модуль сияқты қатаң бағдарлама организациясы болады, және оның құрылымы осыған ұқсас.

Бағдарламаның кеңейтілген жұмыс алгоритмі 3 суретте көрсетілген. Бағдарламаның негізгі модульі келесі жолмен жұмыс жасайды. Алдын ала дайындықтардан кейін жүйені электронды жүйегі қоректендіреміз(қосамыз). Жүйегі қосылғаннан соң, микроконтроллердің жадына жазылған heliostat\_and\_actuator\_01 бағдарламасы қосылады. Осыдан кейін автоматты түрде актуатор қосылады және сол сәтте секундамет қосылып микроконтроллердің сандық кірісіндегі импульстер санын есептейді. Соңында қосқыш контакты ашылған соң, актуатор және секундамер тоқтайды, КИС дисплейіне соңғы нүктеге дейінгі соқтыруға кеткен импульстер саны, уақыт қорытындылары көрсетіледі. Егер КИС реверсивті қозғалтқыштың тұрақты немесе айнымалы тоғына қосылғанда, ТҚМ ның тура немесе кері айналымы толық уақыт бойынша импульстерін саналуы жүргізіледі.

«Есептегіш» модульі RB6 микроконтроллер сандық кірісіндегі актуаторға датчиктен келетін тікбұрышты импульстер санының есептелуіне және оқылуына арналған процедураны көрсетеді. Актуатор штогы соңғы нүктесіне жеткенде қосқыш контакты ашылады бірден шток қозғалысы тоқтатылады. Сонымен қатар импульстер санын есептеу және секундамер тоқтатылады. Есептегіштегі мәліметтер негізгі бағдарламаға беріледі. Секундамер модульі келесі жолдармен жұмыс жасайды. Концевник қосқышы тұйықталған кезде айнымалы J бірлігі беріледі, және ол «Секундомер» модульіне беріледі. Егер айналмалы J сарапталған кезде ол Секундомерге жіберіледі. Осы сәттен бастап секундамер heliostat\_and\_actuator\_01 бағдарламасынан тәуелсіз жұмыс жасайды. Минутты, секундты нолден бастап санайды. Осыдан кейін келесі соңғы жағында екі саны берілсе секундамер тоқтайды. Барлық мәліметтер уақыт бойынша оқытылады және ASCII кодында форматына түрленеді және алынған мәліметтер негізгі бағдарламаның модульіне беріледі. Бағдарламаның негізгі модульі бұл мәліметтерде «Актуатор параметрлері»





Сурет 3. Heliostat\_and\_actuator\_01 бағдарламасының кеңейтілген жұмыс жасау алгоритмі

Штектің қозғалысы, актуатордағы импульстер санына анықтағыш арқылы жасалған жағдайы, уақыты, ұзындығы және тік бұрышты параметрлер. ТҚМ ның әртүрлі статистикалық және динамикалық сипаттамаларын осциллограмма арқылы анықтау. Тікбұрыш осциллограммасы импульстер екіканалды National Instruments компаниясынан алынған және микроконтроллердің сандық кірісіне қосылған. Біз құрастырған КИС ГЕЛИОСТАТ\_01 бағдаламасы ТҚМ ның жеке параметрлерін анықтауға ғана емес олардың әр түрлі зерттеулерде фотовольт және гелиостатты орнатылулардың әр түрлі типтерінде қолданылады, мысалы: ТҚМ желдің әсері арқылы рефлектор гелиостатының зерттелуінде.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Исмаилов С.У., Сатыбалдиева Ф.А., Болосбеков А.А., Шеримбетова Э.Б., Исмаилова М.С. Инструментальные средства и программное обеспечение для разработки компьютерных измерительных систем для гелиоустановки с двигателем Стирлинга. / Халықаралық ҒПҚ еңбектері «Әуезов оқулары» - 11»:М.Әуезов атындағы ОҚМУ, 2012 ж., том 7, бб. 217...221 Шымкент.
2. Сарыбаев А.А., Исмаилов С.У., Мусабеков А.А., Утебаев Е.М. Расчет характеристик актуатора параболического концентратора. / Ғылыми журнал «Шәкәрім атындағы СМУ хабаршысы». 2013ж № 3. бб. 13-16. ж. Семей.
3. Сатыбалдиева Ф.А., Сарыбаев А.С., Сарыбай М., Құлтас А. Принципы управления ориентацией солнечных гелиоконцентрирующих систем/ Ғылыми журнал «ҚБТУ хабаршысы» 2014ж №3(30) бб 80-85 Алматы
4. Сатыбалдиева Ф.А. Бейсембекова Р.Н. Сарыбаев А.С. Кочерова А.Н. Разработка программного обеспечения автоматизированной системы управления экспериментальной гелиоустановки/ Ғылыми журнал «ҚР ҒҒА хабаршысы» 2014ж №5 бб 183-188 Алматы

REFERENCES

1. Ismailov S.U., Satybaldiyeva F.A., Bolosbekov A.A., Sherimbetova E.B., Tools and software for the development of computer systems for measuring solar Stirling engine. / Proceedings of the International SPC "Auezovskoe reading - 11": SKSU. M.Auezov, Shymkent, Volume 7, 2012, p. 217 ... 221. Shymkent
2. Saribaev A.A., S.U. Ismailov, Musabekov A.A., Utebaev E.M. Calculation of the characteristics actuator parabolic concentrator. / Scientific journal "Bulletin of SSU. Shakarim. 2013y." № 3. pp. 13-16. Semey,
3. Satybaldiyeva FA, Saribaev AS, Sarybai M., A. Principles Құлтас attitude control systems, solar heliostatic / scientific journal " Bulletin of KBTU» №3 (30) 2014 y.pp.80-85 Almaty
4. Satybaldiyeva F.A., Beysembekova R.N., Sarybaev A.S., Kocherova A.N., Software development of automated control system experimental solar / scientific journal Bulletin of National Academy of Sciences of Kazakhstan 2014y.№5 pp.183-188 Almaty

Исмаилов С.У., Бейсембекова Р.Н. Сатыбалдиева Ф.А. Исмаилова М.С, Култас А.

**Тіректі – айналмалы механизмді күн батареясының жұмысын басқаруға арналған Heliostat\_and\_aktuator\_01 бағдарламалық қамтамасыздандырудың мүмкіндіктеріне шолу жасау**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста «heliostat\_and\_aktuator\_01» бағдарламасының сипаттамасы, штектің қозғалысы, актуатордағы импульстер санына анықтағыш арқылы жасалған жағдайы, уақыты, ұзындығы және тік бұрышты параметрлер. ТҚМ ның әртүрлі статистикалық және динамикалық сипаттамалығын осциллограмма арқылы анықтау. Тікбұрыш осциллограммасы импульстер екіаналды National Instruments компаниясынан алынған және микроконтроллердің сандық кірісіне қосылған. Біз құрастырған КИС ГЕЛИОСТАТ\_01 бағдаламасы ТҚМ ның жеке параметрлерін анықтауға ғана емес олардың әр түрді зерттеулерде фотовольт және гелиостатты орнатылулардың әр түрлі типтерінде қолданылады, мысалы: ТҚМ желдің әсері арқылы рефлектор гелиостатының зерттелуінде.

Исмаилов С.У., Бейсембекова Р.Н. Сатыбалдиева Ф.А. Исмаилова М.С, Култас А.

**Обзор возможностей ПО «heliostat\_and\_aktuator\_01» для управления работы солнечной батареи с опорно поворотным механизмом**

**Резюме.** В работе рассмотрены структура, состав, назначение и функциональные возможности разработанной программы «heliostat\_and\_aktuator\_01». При полном выдвижении штока (полном втягивании штока) актуатора количество импульсов вырабатываемые датчиками положения, время, длину, а также параметры прямоугольных импульсов, полученных из осциллограммы, можно определить самые различные статические и динамические характеристики ОПМ при полной их нагрузке. Осциллограмма прямоугольных импульсов получена двухканальным осциллографом компании National Instruments подключенного к цифровым входам микроконтроллера.

Разработанная нами программа и КИС ГЕЛИОСТАТ\_01 может быть использована не только для определения индивидуальных параметров ОПМ при их установке, но и в различных исследованиях работы фотовольтаических и гелиостатных установок различных типов, так, например: исследование параметров ОПМ при воздействии ветра на рефлектор гелиостата.

Ismailov S.U, Beysembekova R.N., Satybaldiyeva F.A., Ismailov M.S., Kultas A.

**Overview of Software «heliostat\_and\_aktuator\_01» management work solar cell with a support rotary mechanism**

**Summary.** In this paper the structure, composition and functions of the developed program «heliostat\_and\_aktuator\_01». When rod fully extended (full retraction of the rod), the number of pulses produced by the actuator position sensors, time, length, as well as the parameters of rectangular pulses obtained from the waveform can identify the most various static and dynamic characteristics of PSO with the full load. Oscillogram rectangular pulses received a two-channel oscilloscope from National Instruments connected to the digital inputs of the microcontroller. We have developed a program and CIS GELIOSTAT\_01 can be used not only to determine the individual parameters of PSO as they are installed, but also in various studies and work photovoltaic heliostat plants of various types, for example: a study of PSO parameters under the influence of wind on the heliostat reflector.

УДК 338.45. 622.333(574)

**Сыдыканов Т.З., Тойманов Н.Т.**  
(КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ УГЛЕДОБЫЧИ В КАЗАХСТАНЕ В СФЕРЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПИИР**

**Аннотация:** Во многих странах мира уголь представляет собой основной вид сырья для производства электроэнергии. Характеристику потенциальных возможностей добычи угля дает анализ двух факторов: наличие сырьевой базы и возможности развития мощностей, необходимых для добычи угля в объеме, удовлетворяющем потребности страны.

**Ключевые слова:** Угольная отрасль, горные работы, инновационные проекты, горно-геометрический анализ, добыча угля, качества угля.

Подъем экономики любой страны сопровождается повышением потребления электроэнергии. В этой связи Правительством в 2008 году была принята "Концепция развития угольной промышленности Республики Казахстан на период до 2020 года". В ней осуществлен прогноз потребления казахстанских углей для коксования и энергетики на указанный период, оценены технические возможности развития угледобывающих предприятий, баланс потребности и ресурсов, необходимые инвестиции на поддержание, техническое перевооружение действующих строящихся предприятий. Определены современный технический и технологический уровень угледобычи, основные направления модернизации технической и технологической базы угольной отрасли [1].

Во многих странах мира уголь представляет собой основной вид сырья для производства электроэнергии. Так, например, в США, стране с наиболее либеральной рыночной экономикой, доля выработки электроэнергии на угле составляет 52 %, в Германии, стране с социально ориентированной рыночной экономикой -54 %, в Китае, стране с переходной экономикой -72 % [5].

Характеристику потенциальных возможностей добычи угля дает анализ двух факторов: наличие сырьевой базы и возможности развития мощностей, необходимых для добычи угля в объеме, удовлетворяющем потребности страны. К благоприятным факторам, способствующим развитию угольной отрасли в первую очередь следует отнести внешние экономические условия, т.к. динамика развития мирового энергетического комплекса свидетельствует, что период падения спроса на уголь и, соответственно, снижения его добычи, сменился заметным ростом того и другого, причем как по типам угля, так и по основным странам-производителям. Из многочисленных проблем, стоящих перед угольной промышленностью в своем перспективном развитии, следует обратить внимание на те проблемы, которые связаны с внешними условиями хозяйствования, так как производственные проблемы эффективного функционирования угольных шахт и разрезов решают и будут успешно решать и в дальнейшем собственники угольных компаний и акционерных обществ.

Важнейшие из проблем, которые требуют своего решения на государственном уровне можно подразделить на 5 групп:

- ликвидация диспропорции цен на уголь и газ;
- реструктуризация кредиторской задолженности по платежам в бюджет и внебюджетные фонды;
- Тарифная и транспортная политика;
- проблемы налогообложения;
- улучшение качества угольной продукции [4].

Центральной проблемой отрасли, которая в значительной степени определяет конкурентоспособность угля, а также стабильное развитие отрасли, является диспропорция в ценах на природный газ и энергетический уголь.

Новый долгосрочный прогноз развития энергетики США, опубликованный в декабре 2005 г., определяет дальнейшее увеличение доли производимой электроэнергии из угля до 57-60 % к 2030 г. По мнению европейских экспертов, мировой рынок электроэнергетики находится на пороге перехода с газа на уголь, как наиболее предпочтительного для электростанций вида топлива [4].

В Казахстане тенденция возрастания приоритета угля как первичного энергоносителя при производстве электроэнергии будет постоянно усиливаться благодаря его главному преимуществу-

преобладающим запасам по сравнению с газом, нефтью, ресурсами гидроэнергетики. Однако современное состояние энергетики характеризуется относительным сокращением потребности в энергоносителях за счет более рационального их использования, а также серьезной конкурентной борьбы за рынки сбыта между предприятиями и отраслями, производящими эти энергоносители. Поскольку разведанные геологические ресурсы и потенциал мощностей казахстанских угледобывающих предприятий огромен, то республика располагает реальной возможностью для удовлетворения потребности в энергетическом угле как на внутреннем, так и на внешнем рынке [2].

На угольных разрезах Экибастузского угольного бассейна в настоящее время добывается порядка 65-70 % энергетических углей в стране. Минерально-сырьевая база угольной промышленности республики достаточно прочная. Несмотря на большие объемы добычи углей, их запасы в недрах остаются значительными. По подтвержденным данным Казахстан занимает 8-е место в мире по запасам и содержит в недрах 4 % их общего объема. Запасы угля позволяют полностью обеспечить внутренние потребности и экспортировать значительные объемы угольной продукции. Общие геологические запасы углей Казахстана превышают 283 млрд.т. Из общего объема балансовых запасов каменные угли составляют 22,3 млрд.т, или 63,3 %, в том числе коксующиеся - 5,4 млрд.т.

Угольная промышленность обеспечивает 80 % выработки электроэнергии и тепла, а также 100 % потребности черной металлургии для производства кокса. Добыча угля в республике составит в 2010 г. 90 млн.т, а в 2015 г. - 95 млн.т [3].

Согласно экспертной оценке ожидается рост спроса на уголь в Казахстане и соседних странах в ближайшие годы. Крупнейшими производителями угля в Казахстане являются предприятия Павлодарской области: ТОО "Богатырь Комир" (37% общереспубликанской добычи и 62% - от объема угля, добываемого в Экибастузском бассейне), СП "Майкубен-Вест" (2,3% , в том числе 91,9% общереспубликанской добычи бурых углей ) и предприятия Карагандинской области: АО "Испат-Кармет" (13,1%) [3].

Экибастузский уголь обладает рядом привлекательных потребительских свойств, которые исключают шлакование котлоагрегатов при его сжигании, смерзание в железнодорожных вагонах в зимнее время.

На сегодняшний день балансовые запасы угля ТОО "Богатырь Комир" по состоянию на 01.01.2013 г. составляют 2 329,5 млн.тонн. Угли Экибастузского бассейна по ГОСТ 25543 относятся к каменным и представлены в основной своей массе технологическими марками КСН (коксовый слабоспекающийся низкометаморфизованный) (~98%), ГЖО (газовый жирный отощенный) и КО (коксовый отощенный), по технологическим свойствам пригодны для пылевидного и слоевого сжигания, бытовых нужд населения, производства строительных материалов и коксования. Зольность на сухую массу - 36-47%, средняя 42%; влага на рабочее топливо - 4,5-7%, средняя - 5%; теплота сгорания рабочего топлива - 4530-3600 ккал/кг, средняя 4042 ккал/кг. Используются в основном для пылевидного сжигания на тепловых и электростанциях, небольшая часть угля поставляется на коммунально-бытовой рынок республики [6]. ТОО "Богатырь Комир" поступательно движется вперед и об этом говорят также такие цифры: в 2010 году объемы производства по сравнению с 2009 годом выросли на 4 миллиона тонн, что составило 38,7 млн.тонн угля , в 2011 году составили 40,6 млн.тонн; 2012 год - 44 млн.тонн угля [7].

Одним из важнейших результатов структурной перестройки угольной отрасли в Казахстане явилось создание необходимых предпосылок формирования рынка угля. Сегодня можно констатировать существование достаточно развитых рыночных отношений в деятельности угольных компаний, что свидетельствует о достижении одной из основных целей первого этапа реструктуризации отрасли.

Технико-экономическая оценка условий разработки и использования углей месторождений Казахстана, анализ совокупных затрат на разработку, транспортировку и переработку энергетических углей, а также оценка экологического ущерба при их использовании на электротеплоцентралях и для коммунально-бытовых нужд показывают, что в некоторых случаях более выгодно освоение новых непромышленных угольных месторождений в регионах потребления угольной продукции.

Перестройка угольной отрасли, то есть реструктуризация с адаптацией к рыночным условиям, определила следующие основные факторы ее развития:

- отсутствие государственных дотаций угольной отрасли;

- коммерциализация угольных предприятий через их акционирование, приватизацию и создание независимых от прямого государственного контроля предприятий;
- либерализация цен на угольную продукцию;
- создание и обеспечение условий для развития конкуренции в сфере спроса и предложения на уголь;
- привлечение инвестиций в угольную отрасль;
- закрытие или объединение особо убыточных шахт;
- ускорение технического перевооружения перспективных предприятий;
- выбор рациональных схем отработки угля;
- создание комплекса установок для улучшения качества угля- ОФ, дробильно-сортировочных комплексов, строительства брикетных фабрик и т.д. [2].

Приоритетным в дальнейшем развитии энергетики Казахстана еще многие годы будет оставаться открытая разработка угольных месторождений. При этом многократно возрастают требования к надежности и стабильности поставки качественных углей без существенного снижения технико-экономических показателей работы угольных разрезов. Для дальнейшего динамичного развития угольной промышленности Казахстана, помимо разработанных Государственных программ, нужны действенные меры по созданию благоприятных условий реализации инновационных проектов, направленных на развитие производственных мощностей, внедрение передовых высокопроизводительных наукоемких и экономичных технологий и повышение качества товарной продукции, конкурентоспособной при вступлении в ВТО.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К. Ресурсосберегающие технологии на угольных разрезах: монография. Алматы: КазНТУ, 2012г. 348 стр.
2. Алиев С. Уголь Казахстана: проблемы и перспективы развития отрасли// Минеральные ресурсы Казахстана.-2001г. №14/15, стр. 62-66.
3. Муканов Д. Индустриально-инновационное развитие Казахстана: потенциал и механизмы реализации.- Алматы: Дайк-Пресс, 2004. — 274 с.
4. Воскобойник М.П. Проблемы развития угольной промышленности России // Горная промышленность. - 2006. - № 1.- С. 4-9.
5. <http://articlekz.com/article/5955>
6. В.К. Шукин . Эффективные методы управления компанией по добыче угля "Богатырь Комир"(2008-2013 годы). Экибастуз: ТОО"Вестник", типография "Primalux", 2013г. 144 стр.
7. Ахметжанов Б.А. Горный журнал Казахстана: Наш выпускник Виктор Шукин - в плеяде лучших. №1-2, 2013г. 98-101 стр.

#### REFERENCES

1. Rakishev B.R. Moldabaev S.K. Resource - saving technologies on coal mines: monograph. Almaty. KazNTU. 2012. 348p.
2. Aliyev S. Coal of Kazakhstan: problems and prospects of development of industry// Mineral recourse of Kazakhstan-2001г. №14/15, 62-66 p.
3. Mukanov D. Industrial and innovative development of Kazakhstan: potential and mechanisms of realization Almaty: Dayk-Press, 2004. — 274 p.
4. Voskoboynik M.P. Problems of development of the coal industries of Russia/ Mining industry - 2006. - № 1.- 4-9 p.
5. <http://articlekz.com/article/5955>
6. Shukin V.K. Effective methods of coal management of the company on coal mining "Bogatyr Komir"(2008-2013 years). Ekibastuz: LLP"Vestnik" "Primalux" Tipography. 2013. 144 p.8.
7. Ahmetzhanov B.A. Gornyi zhurnal Kazakhstan: Our graduate Victor Schukin - in a group of the best. №1-2. 2013. 98-101p.

Сыдыканов Т.З., Тойманов Н.Т.

**Қазақстанда көмір өндіру саласында келешекте индустриалды-инновациялық бағдарламасының дамуын жүзеге асыру**

**Аңдатпа:** Әлемнің көп елдерінде көмір электроэнергия шығаратын шикізаттың негізгі түрі болып табылады. Көмірді өндіру барысында потенциалдық мүмкіндігін екі фактор арқылы саралауға болады: шикізат базасы және еліміздің қажеттілігін қанағаттандыру үшін көмір өндіру барысында оны өндіру қуаттылығын қажет етеді.

**Кілт сөздері:** Көмір саласы, тау-кен жұмыстары, инновациялық проектері, тау-кен геометриялық анализы, көмір өндіруі, көмірдің сапасы.

Sadykanov T., Toyimanov N.

**The prospects of coal mining in kazakhstan in the sphere of realization of iipr**

**Summary:** In many countries in the world, coal is the main type of raw material for electricity generation. The analysis of two factors gives us the characteristic of potential opportunities of coal mining: existence of the source of raw materials and development of the capacities, which are necessary for coal mining in volume, in order to satisfy the needs of the country.

**Key words:** Coal industry, mining works, innovative projects, mine and geometrical analysis, coal mining, quality of coal.

УДК 664.69: 633.11

**Г.К. Исакова, А.Н. Жилкайдаров, Б.Ж. Мулдабекова**  
(Алматинский технологический университет,  
Алматы, Республика Казахстан)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА НОВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ И ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ КАЗАХСТАНА УРОЖАЯ 2014 ГОДА**

**Аннотация.** В работе исследованы качество новых сортов мягкой (Астана, Акмола 2) и твердой (Дамсинская 90, Дамсинская янтарная) пшеницы. Представленные образцы зерна мягкой и твердой пшеницы различаются по влажности и натуре зерна, массе 1000 зерен, стекловидности и засоренности, количеству и качеству клейковины, зольности, твердозерности и принадлежат к разным группам и классам.

**Ключевые слова:** макаронные изделия, пшеница, качество.

### **Введение**

Качество пищевых продуктов, и в частности макаронных изделий, обуславливается двумя основными факторами: качеством исходного сырья и спецификой технологических операций его переработки. Основными видами сырья для производства макаронных изделий служат мука, получаемая размолотом зерна пшеницы и вода. В производстве макаронных изделий используют муку из твердой пшеницы (дурум), муку из мягкой стекловидной пшеницы и пшеничную хлебопекарную муку [1, 2].

Пшеница – одна из важнейших зерновых культур. Это главная продовольственная культура для большинства населения земного шара. Известно около 20 видов пшеницы, из которых наибольшее распространение получили мягкая (*Triticum vulgare*) и твердая (*Triticum durum*) пшеницы. На долю мягкой пшеницы в нашей стране приходится более 90% посевов и сборов, твердой – около 7%.

Зерно – дорогостоящее сырье. В общих затратах на производство муки доля зерна составляет 90...95 %. Поэтому важно использовать его с наивысшей эффективностью, т.е. обеспечить максимальный выход готовой продукции, наилучшее ее качество при минимальных удельных эксплуатационных затратах.

Решение этой важной инженерной задачи возможно только на основе управления свойствами зерна в процессе его переработки. Технолог должен уметь правильно оценить технологические свойства зерна, поступающего на предприятие, и выбрать оптимальные режимы технологических операций с учетом индивидуальных особенностей партий зерна. Для этого от технолога требуется наличие твердых знаний о разнообразных свойствах зерна [3-5].

С учетом современных научных представлений при оценке свойств зерна необходимо учитывать следующие положения:

зерно представляет сложное тело, состоящее из резко отличающихся по структуре и свойствам эндосперма, зародыша и оболочек;

зерно является анизотропным телом, так как химический состав, микроструктура и свойства каждой анатомической части последнего также отличаются друг от друга;

зерно – полимерное тело, ткани которого построены из биополимеров;

зерно живой организм, поэтому все протекающие в нем процессы независимо от их природы подчиняются управляющему воздействию биологической системы зерна;

как живой организм зерно активно обменивается с окружающей средой энергией и массой, поэтому с термодинамической точки зрения оно представляет собой открытую систему.

Наиболее важные показатели качества зерна, по которым судят о степени его пригодности для производства макаронных изделий, следующие: влажность и натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность и засоренность, количество и качество клейковины, зольность, твердозерность. Изучение качества зерна позволит установить потенциальную возможность извлечения эндосперма в виде муки высших сортов с высокими хлебопекарными и макаронными свойствами.

#### **Объекты и методы исследований**

В качестве объекта исследования использованы образцы зерна мягкой (Астана, Акмола 2) и твердой (Дамсинская 90, Дамсинская янтарная) пшеницы урожая 2014 года и определены показатели, характеризующие их качество.

Влажность зерна определяли стандартным методом по ГОСТ 13586.5-93 путем высушивания навесок размолотого зерна в электрическом шкафу СЭШ-3М при температуре 130<sup>0</sup>С в течение 40 мин с последующим охлаждением и определением разницы в массе, получившейся в результате обезвоживания. Влажность выражали в процентах.

Натурную массу зерна определяли по ГОСТ 10840-64 и выражали в г/л.

Общую стекловидность определяли по ГОСТ 10987-76 и выражали в процентах.

Для определения массы 1000 зерен навеску после удаления сорной и зерновой примесей смешивали и распределяли ровным слоем в виде квадрата, который делили по диагонали на четыре треугольника и из каждых двух противоположных треугольников отсчитывали пробы по 500 целых зерен (по 250 зерен от каждого треугольника). Массу обеих проб складывали и получали массу 1000 зерен. Разница между массами двух проб не должна превышать 5 % их среднего значения (ГОСТ 10820-89).

Количество и качество клейковины зерна определяли по ГОСТ 13586.1-68. Количество клейковины определяли в тесте, полученного из 25 г размолотого зерна и 14 мл водопроводной воды, через 20 мин после замеса. Качество клейковины определяли в 4-х граммовой навеске после 15-ти минут отлежки в воде при температуре +18<sup>0</sup>С. Упругие свойства клейковины определяли на приборе ИДК-1. Результаты измерения упругих свойств клейковины выражали в условных единицах шкалы прибора, и в зависимости от этого клейковину относили к соответствующей группе качества

Определение засоренности зерна – один из важнейших приемов его технического анализа. Все примеси подразделяются на две основные фракции: сорную и зерновую. Сорная примесь является бесполезной или вредной для питания. Кроме того, в нее включают зерна других культур, которые нельзя использовать так же, как зерно основной культуры. Особенность зерновой примеси заключается в том, что она имеет пониженную ценность по сравнению с нормальными зернами основной культуры, но может быть использована по целевому назначению последних [6]. В зависимости от процентного содержания примесей в заготавливаемом зерне его делят на две группы: зерно, отвечающее базисным кондициям, и зерно, имеющее отклонения по качеству в пределах ограничительных кондиций. Засоренность определяют в навеске, величина которой различна для разных культур и указана в действующем стандарте на методы испытания зерна.

Число падения определяли на приборе Хагберга – Пертена и выражали в секундах. Способ определения числа падения – это международный метод определения а-амилазы в зерне пшеницы и ржи, в муке. Метод основан на быстрой желатинизации суспензии муки, или муки крупного помола в кипящей водяной бане с последующим изменением разжижающего действия а-амилазы на крахмал. Значения числа падения обратно пропорциональны количеству а-амилазы в образце [6].

## • Технические науки

Замеры твердозерности выполнены на инфракрасном анализаторе UK (Pacific Scientific 4250), предварительно откалиброванном с прибора SKCS 4100 (Single Kernel characteristic system) [7, 8].

### Результаты и их обсуждение

Анализ приведенных данных (таблица 1) позволяет сделать вывод, что показатели качества исследуемых образцов пшеницы колеблются в значительных пределах.

Таблица 1. Показатели качества исследуемых сортов пшеницы

Сорт пшеницы	Влажность, %	Засоренность, %		Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Твердозерность, ИТ	Клейковина		Число падения, с	Зольность, %
		сорная	зерновая					%	группа		
Астана	12,0	1,10	2,74	797	31,6	59	73	29,1	I	301	1,92
Акмола 2	12,9	1,16	2,28	780	32,4	63	69	28,6	I	372	1,80
Дамсинская 90	11,0	-	0,76	776	42,6	94	92	33,8	II	385	1,92
Дамсинская Янтарная	12,3	0,18	3,96	777	43,4	96	87	31,0	II	412	1,95

Масса 1000 зерен – один из очень важных показателей, характеризующих технологическую ценность зерна. Считается, чем выше масса 1000 зерен, тем ценнее зерно и тем оно лучше выполнено. Одновременно этот показатель характеризует плотность зерна, при равном его размере высокая масса 1000 зерен свидетельствует о большом запасе в зерне питательных веществ.

Масса отдельных зерен может быть одинаковой при различной их форме вследствие разной степени выполненности зерна. Масса 1000 зерен тесно связана с другими показателями, поэтому оказывает заметное влияние на технологические свойства зерна. С увеличением массы 1000 зерен возрастает крупность зерна и относительное содержание в нем эндосперма. Установлено, что зерно с большей массой 1000 зерен позволяет получить больший выход муки лучшего качества. Результаты оценки качества исследуемых образцов показали, что масса 1000 зерен у твердых сортов колеблется в пределах от 42,6 до 43,4 г, у мягких сортов – от 31,6 до 32,4 г. Максимальной массой 1000 зерен обладала твердая пшеница Дамсинская Янтарная, а минимальной – мягкая пшеница Астана.

Особого внимания заслуживает натура зерна, нашедшая повсеместное применение в практике внутренней и международной оценки товарного зерна. Ее издавна рассматривают как косвенный показатель выходов муки. Значение этого показателя в твердой пшенице Дамсинская 90 составил 776 г/л, Дамсинская янтарная – 777 г/л, а в мягкой пшенице Астана натура составила 797 г/л, Акмола 2 – 780 г/л.

Стекловидность характеризует консистенцию эндосперма пшеницы и оказывает основное влияние на условия подготовки и переработки зерна в муку, т.е. мукомольные свойства. Считается, что стекловидное зерно обладает наибольшей прочностью, и мука из такой пшеницы получается рассыпчатая, с хорошей севкостью. Значение стекловидности исследуемых образцов колеблется в диапазоне от 59 до 96 %. Общей стекловидностью выше 60% обладают образцы пшеницы Акмола 2, Дамсинская 90, Дамсинская янтарная.

Многочисленными исследованиями доказано, что показатель стекловидность очень лабильный и значительно изменяется под воздействием различных факторов. Установлено также, что при одинаковой стекловидности зерно пшеницы разных сортов может иметь различные технологические свойства. В связи с этим в последние годы при оценке качества пшеницы все большее признание получает такой показатель, как твердозерность. Диапазон твердозерности испытываемых образцов колеблется в пределах от 69 до 92 ИТ. Представленные сорта относятся к категории твердозерные с величиной твердозерности свыше 66 ИТ.



Содержание клейковины в пшеничном зерне и муке является очень важным показателем. Высокие пищевые достоинства пшеничной муки и зерна в значительной мере обусловлены содержанием и качеством клейковины. Установлено, что содержание сырой клейковины в твердых сортах пшеницы больше чем в мягких сортах. Так, в твердых сортах пшеницы Дамсинская 90 содержание клейковины составляет 33,8%, а в Дамсинской янтарной – 31,0%; в мягких сортах пшеницы Астана содержание клейковины составил 29,1%, а в Акмола 2 – 28,6%.

Под качеством клейковины понимают совокупность ее физических свойств : растяжимость, эластичность, связность. Эти свойства зависят от плотности «упаковок» индивидуальных белковых компонентов в единый межмолекулярный комплекс, имеющий, как известно, сложную четвертичную структуру. Структура клейковинного белка создается межмолекулярными связями, среди которых значительная роль принадлежит дисульфидным и водородным связям. Основная функция этих связей – стабилизация макромолекулярной структуры белков в пространстве. От количества этих связей в структуре клейковинного белка зависит качество клейковины. Поэтому учет в зерне наряду с количеством клейковины и ее качества является обязательным, этот признак считается менее стабильным, в некоторых случаях наблюдается переход клейковины из одной группы в другую, когда ее исходное качество находилось на границе двух групп. В наших случаях исследуемые сорта пшеницы по качеству клейковины относятся к двум группам: первой и второй.

Зольность зерна изменяется в довольно широких пределах и зависит как от сортовых особенностей, так и от почвенно-климатических условий выращивания. Зольность зерна влияет на содержание балластной группы муки и на ее цвет. Известно, чем больше зольность зерна, тем меньше выход сортовой муки определенного качества. По данным таблицы 1 видно, что зольность в твердой пшенице Дамсинская 90 составил 1,92, Дамсинской янтарной – 1,95, Астане – 1,92, Акмола 2 -1,80 %.

По величине числа падения сорта пшеницы можно отнести к зерну с оптимальной амилазной активностью, отличного качества с величиной числа падения от 200 до 300 с.

#### **Выводы**

На основании проведенных исследований представленные образцы зерна мягкой (Астана, Акмола 2) и твердой (Дамсинская 90, Дамсинская янтарная) пшеницы различаются по влажности и натуре зерна, массе 1000 зерен, стекловидности и засоренности, количеству и качеству клейковины, зольности, твердозерности и принадлежат к разным группам и классам.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Медведев Г.М. Технология макаронных изделий. – СПб: ГИОРД, 2005. - 312 с.
- 2 Исакова Г.К. Технология макаронного производства: Сырье и материалы. Учебное пособие. – Алматы: Полиграфия-сервис и К°, 2014. – 208 с.: -ил.
- 3 Баранова Н. Регулирование рынка зерна: зарубежный опыт // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2008. - № 6. – С. 32-37.
- 4 Юкиш А., Ильина О. Пшеница – главный хлеб России // Хлебопродукты. – 2007. - №11. – С. 6-7.
- 5 Омаров Т.Е. Научно-технологические принципы формирования экспортных партий зерна пшеницы: монография. – Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2009. - 184с.
- 6 Устименко Т.В. Практикум оценки качества зерна и зернопродуктов. Методические указания. – СПб: ГИОРД, 2007.- 176 с.
- 7 Abugaliev A.J., Srokbayev S., Dracheva L., Savin V.N. Spring wheat in Kazakhstan. Current status and Future Directions. – Proceedings of the Kazakhstan. – CIMMYT Conference. – Shortandy, Akmola, September 22-24, 1997. – P. 49-56.
- 8 Abugaliev A.J., Dracheva L.M., Fursov O.V., Esimbekova M.A. Common wheat hardness in Kazakhstan: NIRS, varieties and grain quality breeding strategy. – Jn 16<sup>th</sup> JCC conference «Cereal Science – its contribution to health and well being», May 9-12, 1998, Vienna, Austria, P.56.

Исакова Г.К., Жилкайдаров А., Мулдабекова Б.Ж.

#### **2014 жаңа қазақстанның жұмсақ және қатты бидай өнімдерінің жаңа сорттарының сапасын зерттеу.**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста жұмсақ (Астана, Акмола 2) және қатты (Дамсинская 90, Дамсинская янтарная) бидай жаңа сорттарының сапасын зерттеу. Жұмсақ және қатты бидайдың берілген үлгілері дәннің ылғалдылығы және натурасы, 1000 дән массасы, шынылығы және зақымдалуы, желімше сапасы және мөлшері, күлділігі, қаттылығы бойынша ерекшеленеді және әртүрлі топтар мен кластарға жатады.

**Негізгі сөздер:** макарон өнімдері, бидай, сапа.

Iskakova G.K., Zhilkaidarov A., Muldabekova B.Zh

**Study on the quality of new varieties of soft and durum wheat crop year 2014 kazakhstan**

**Summary.** In the researched quality new varieties of soft (Astana-Akmola 2) and solid (Damsinskaâ 90, Damsinskaâ Amber) wheat. Submitted samples of soft and hard wheat grains vary in humidity and kind of grain weight of 1000 grains, debris and glassiness, quantity and quality gluten, ash, tverdozernosti and belong to different groups and classes.

**Key words:** pasta, wheat, quality.

УДК 669.35.074.669.539.5

**С.А. Машеков, А.Б. Алимбетов**

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

**ПРОИЗВОДСТВО ТОНКИХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПОЛОС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО  
ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОГО СТАНА И ОТВОДЯЩЕГО РОЛЬГАНГА**

**Аннотация.** В статье предложен новый агрегат непрерывной разливки и прокатки тонких полос. Используя программный продукт конечно-элементного (КЭ) анализа специализированных для расчета процессов обработки металлов давлением MSC.visualNastran 4D и Autodesk Inventor рассчитана напряженно-деформированное состояние (НДС) тяжело нагруженных элементов предлагаемого агрегата. Доказано, что при прокатке в новом агрегате величина упругой деформации и перемещения элементов валков и роликов невелика. Так же доказана достаточно высокая жесткость узла валков рабочей клетки стана и роликов рольганга, при этом возникающие в тяжело нагруженных элементах эквивалентные напряжения не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности.

**Ключевые слова:** агрегат, стан, кристаллизатор, рольганг, валок, ролик, клеть.

**Введение**

В настоящее время для производства тонких листов из стали используют сложную, энергоемкую технологию, состоящую из разливки сляба – горячей прокатки – принудительного охлаждения на отводящем рольганге - очистки от окалины – холодной прокатки – дрессировки – отделки [1]. Каждый этап технологического процесса прокатки тонких листов осуществляется в отдельном цехе крупного металлургического предприятия.

Необходимо отметить, что большинство тонких листов из стали и сплавов прокатываются на широкополосных станах листовой прокатки металлургических комбинатов [2]. Строительство таких станов приводит к большим производственным площадям, удельным капитальным и эксплуатационным расходам, увеличению расхода металла, энергии, топлива, снижению производительность труда.

Одним из важнейших и перспективных направлений изготовления тонких листов из сталей и сплавов является создание литейно-прокатных комплексов (ЛПК), включающих в свой состав машины непрерывного литья полос и агрегаты для прокатки непрерывно-литых полос [3,4]. Низкие удельные капиталовложения и короткий строительный цикл; простая и компактная технология; региональное сырье в виде металлического лома; специализированный сортамент продукции, ориентированный на конкретного потребителя; высокая производительность труда при оптимизации производственных издержек; появление новых технологий; а также создание нового технологического оборудования - весь этот комплекс объективных предпосылок сделал ЛПК одним из наиболее динамично развивающихся и эффективных направлений в металлургии [5].

По мнению авторов [6], изготовление тонких листов в ЛПА позволяет получать горячей прокаткой полосы толщиной 0,6 – 2,0 мм с металлургическими свойствами, конкурирующими со свойствами холоднокатаных полос. Такие свойства тонких горячекатаных полос позволяют производителю предлагать их потребителю близкой цене холоднокатаных, получая дополнительную экономию.

В работе [7] отмечено, что в действительности горячая прокатка не обеспечивает должного качества поверхности, но стоимость тонны горячекатаных полос ниже как минимум на 20 долл США,

чем себестоимость холоднокатаных аналогичного типоразмера и имеет повышенную коррозионную стойкость. Также сила при горячей прокатки меньше, чем сила при холодной прокатке, а значит меньше будут деформации клетки и составных элементов, что влечет за собой меньшую продольную разнотолщинность.

На традиционных ЛПК получают, как правило, слябы толщиной около 250 мм, которые в горячем состоянии прокатывают до толщины 1,5 – 20 мм [5]. Такая высокая степень деформации заготовки требует использования мощного прокатного оборудования и больших производственных расходов. Поэтому усовершенствование технологии литья в первую очередь было направлено на уменьшение толщины заготовки с целью исключения из производственной цепочки наиболее энергоемких процессов – прокатки и нагрева заготовки.

Следующим этапом производства стальной полосы стало литье тонкого сляба толщиной до 50 мм [7]. Первый ЛПК по производству тонкого сляба был построен в г. Кроуфордсвилл компаниями Nucor (США) и SMS Demag (Германия).

Более тесное соединение двух этапов процесса удалось реализовать именно в совмещенных тонкослябовых литейно-прокатных агрегатах (ЛПА), что позволило получить следующие экономические преимущества [8]: снизить капиталовложения; сократить время прохождения металла в цикле производства; увеличить оборачиваемость капитала и снизить складские издержки; обеспечить экономичное производство партий малого размера; снизить расход энергии, повысить качество горячекатаной полосы.

В последнем этапе развития ЛПК для производства тонких полос методом совмещенного литья и прокатки начали использовать способ литья полос непосредственно в валковые кристаллизаторы [9,10].

Если проанализировать технологию прокатки тонких горячекатаных полос [1,2,3,8], то можно сделать вывод, что вследствие высоких технико-экономических показателей с точки зрения удельной производительности, качества и себестоимости готовой металлопродукции основной технологической схемой промышленного производства листов в существующих предприятиях является процесс порулонной прокатки относительно тонких лент и полос на непрерывных или реверсивных станах с последующим их раскроем по длине и ширине на разном агрегате продольной и поперечной резки.

По мере освоения производства тонких полос из сталей и сплавов на существующих станах специалисты по управлению качеством все чаще стали обращать внимание на дефекты поверхности изделий и наличие дефектов по разнотолщинности и планшетности [3,6,8]. Наличие дефектов снижает производительность труда, КИМ, качество изделий, увеличивает трудоемкость производства, т.е. ухудшает технико-экономические показатели производства. Кроме того, снижает ее конкурентные преимущества, ограничивает динамику экспансии на внешнем рынке и снижает международный рейтинг производителей тонких полос.

По мнению авторов [11], причиной появления дефектов в горячекатанных тонких полосах является отсутствие опорных валков в клетях дуо или подпора рабочих валков вдоль оси прокатки в клетях кварто существующих станов. Такая конструкция существующих станов приводит к изгибу валков в горизонтальной плоскости, что отрицательно влияет на качество готовой продукции.

Наиболее простой способ повышения качества металлопроката – уменьшение диаметра рабочих валков [11]. Это ведет к снижению силы прокатки, что благоприятно сказывается на конечном продукте. Но, зачастую, снижение диаметров рабочих валков невозможно или ограничено вследствие конструктивных особенностей станины прокатного стана, а также с тем, что при уменьшении диаметра валков увеличивается прогиб валка и уменьшается прочность валкового узла. Для уменьшения прогиба и повышения прочности таких валков конструкторы использовали опорные валки большого диаметра, например, в клетях кварто и многовалковых клетях станов холодной прокатки [1]. При этом, учитывая, что уменьшения размеров рабочих валков до величин, которые не позволяют использовать рабочие валки в качестве приводных, привод организовывали на опорные валки. Однако, при организации привода на опорные валки происходит изгиб рабочих валков в горизонтальной плоскости, что отрицательно влияет на качество готовой продукции.

В связи с вышесказанным и предпочтением машиностроительных предприятий и строительной индустрии использовать более дешевые горячекатаные полосы с механическими характеристиками и

качеством поверхности, соответствующих требованиям стандарта, а также отсутствием собственного производства горячекатаных тонких полос в Казахстане, потребность которых достаточно велика, важным вопросом для Казахстана, а также для ближнего и дальнего зарубежья является разработка энергосберегающей инновационной технологии прокатки тонких полос.

**Целью данной работы** является разработка энергосберегающей, конкурентоспособной технологий прокатки и охлаждения тонких полос на новых оборудовании.

**Оборудования и методика исследования**

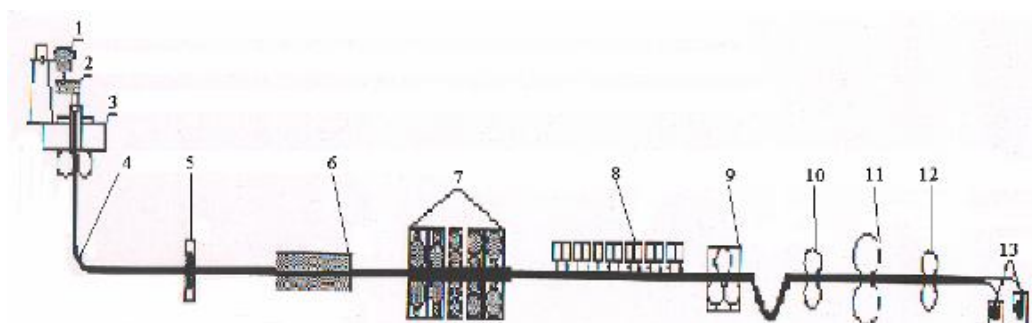
С целью прокатки качественных листов из металлов и сплавов нами предлагается новый агрегата непрерывной разливки и прокатки тонких полос [12,13,14]. Данный агрегат содержит сталеразливочный ковш 1, промежуточный ковш 2, валковый кристаллизатор 3, погружной стакан, отверстие для подачи инертного газа, тянущие ролики 4, индукционный подогреватель 6, продольно-клиновыи стан 7, участок охлаждения 8, правильно-тянущее устройство 9, тянущие ролики 10, летучие ножницы 11, моталки 12 (рисунок 1).

Валковый кристаллизатор данного агрегата, выполнен в виде вогнутого ползуна, сделан передвигающимся горизонтально по поверхности разливочных валков и крышки кристаллизатора. Максимальный скорость перемещение ползуна валкового кристаллизатора определяется по формуле:

$$v_{\max,л} = \frac{D_{в.к} \cdot H \cdot B \cdot v_{\max,л}}{2V_{мет}}$$

где  $D_{в.к}$  – диаметр валка кристаллизатора;  $H$  – толщина литой полосы;  $B$  – ширина литой полосы;  $v_{\max,л}$  - скорость литья.

Продольно-клиновыи стан данного агрегата содержит рабочие клетки, электродвигатели 1, редукторы 2, муфты 3, шестеренные клетки 4, универсальные шпиндели 5, рабочие 6 и опорные 7 валки, станину 9, опорную плиту 10, нажимные механизмы 11 (рисунок 2).



**Рис. 1.** Схема расположения оборудования двухвалкового литейно-прокатного агрегата для производства тонкой жести

В предлагаемом стане последовательно расположенных рабочих клетях диаметры рабочих валков уменьшаются в направлении прокатки, при этом горизонтальные оси верхних и нижних валков первых трех клетей без нажимного механизма смещаются от оси прокатки в вертикальном направлении.

Имеющимся от трех двигателей 1, редукторов 2, муфт 3, шестеренных клетей 4 и шпинделей 5 приводе вращение валков рабочих клетей осуществляют через две валковые и одну двух валковую шестеренные клеть, при этом первые три клетки стана изготовляют с двумя опорными валками 7, а последние две клетки стана – с четырьмя опорными валками 8 диаметром

$$D_4 = \frac{h_3 \cdot R_3 \cdot n_3 (1+s_3)}{h_4 \cdot n_4 (1+s_4)}; \quad D_5 = \frac{h_4 \cdot D_4 \cdot n_4 (1+s_4)}{h_5 \cdot n_5 (1+s_5)}$$

где  $h_3, h_4$  и  $h_5$  – толщина прокатываемой полосы в 3, 4 и 5 клетки;  $n_3, n_4$  и  $n_5$  – частота вращение валков 3, 4 и 5 клетки;  $s_3, s_4$  и  $s_5$  – опережение на выходе из валков 3, 4 и 5 клетки.

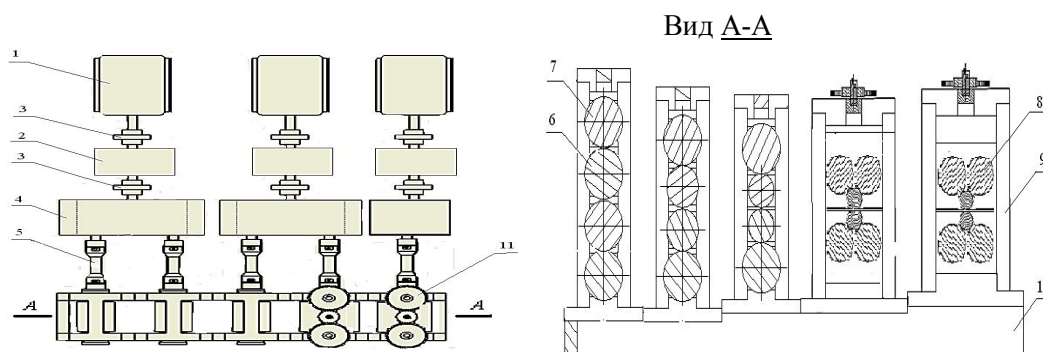


Рис. 2. Продольно-клиновый стан

Необходимо отметить, что при разработке конструкции клетей стана с рабочими валками малого диаметра смогли создать две клетки имеющие высокую жесткость при более простой валковой системе. В данных клетях для предотвращения прогиба рабочих валков малого диаметра в горизонтальной плоскости использовали с 2-х сторон расположенные опорные ролики. Приводным являются опорные валки.

Отливку тонких полос из сталей и сплавов и их прокатку на двухвалковом литейнопрокатном агрегате осуществляют следующим образом. Из разливочного и промежуточного ковша жидкий металл поступает в валковый кристаллизатор. Проходя между горизонтально двигающимся вогнутым валковым кристаллизатором (ползуны) жидкий металл деформируется и поступает в створ разливочного валка, где в жидком виде далее деформируясь, принимая форму тонкой полосы, проходит между тянущими роликами. Далее непрерывно разлитые тонкие полосы через индукционный подогреватель, устройства для измерения толщины поступают в входную часть прокатного стана. При прокатке в данном стане тонких полос, через последовательно расположенные в направлении прокатки клетях, у которых расстояние между рабочими валками от одной клетки к другой увеличиваются на величину опережения в данной клетки, происходит уменьшение высоты и достижение требуемой толщины полосы.

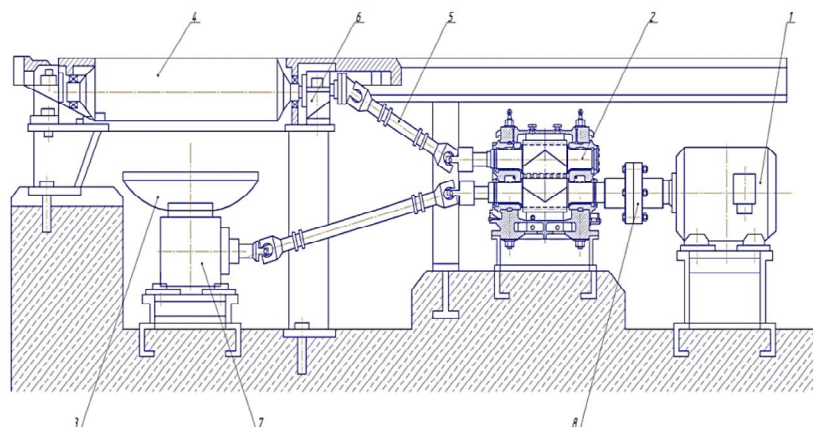
Отводящий рольганг вышеуказанного агрегата, содержит непрерывные ряды секций с пустотелыми роликами 4 и индивидуальные приводы (рисунок 3). Каждая секция отводящего рольганга снабжен электродвигателем 1, шестеренной клетью 2, вентилятором 3, пустотелым роликом 4, шпинделем 5, подшипниковой опорой 6, индивидуальным вентилятором 7. При этом корпус вентилятора сделан в виде лопастей с углом атаки  $35 - 40^\circ$ , а лопатки – с изменяющимся поперечным сечением и углом атаки  $10 - 12^\circ$ .

Транспортирование горячекатаных полос осуществляют следующим образом. Из трансформатора в электродвигатели 1 поступает постоянный или переменный ток. Электродвигатели вращают валы шестеренной клетки 2, а валы шестеренных клетки вращают пустотелые ролики 5, а также лопатки вентилятора 3. Лопатки вентилятора вращаясь подсасывают воздух и направляют воздух с большим давлением на транспортируемую полосу.

Все это приводит к подъему листового проката в вертикальном направлении и снижению трения между полосой и роликами, а также передвижению полосы от последней клетки стана до маталки.

При угле атаки  $35 - 40^\circ$  корпуса вентилятора и  $10 - 12^\circ$  лопатки обеспечиваются наибольшие подъемные силы, действующие на прокатуемую полосу, а силы сопротивления воздуха будут наименьшим. При угле атаки меньше  $35^\circ$  корпуса вентилятора и меньше  $10^\circ$  лопатки подъемные силы, действующие на прокатуемую полосу будет наименьшим, а при угле атаки больше  $40^\circ$  корпуса вентилятора и больше  $12^\circ$  лопатки увеличиваются силы сопротивления воздуха и тем самым уменьшается подъемная сила, действующая на полосу.

С целью проведения комплексных исследований нами проведено компьютерное моделирование прокатки и транспортировки на оборудовании предлагаемой конструкции.



**Рис. 3.** Отводящий рольганг

Рабочая клеть предлагаемого прокатного стана представляет собой многокомпонентную машину, включающую вращающиеся прокатные валки, подшипники, станину, установочные механизмы валков, устройства крепления и другие узлы и детали. Конструирование такой машины является весьма сложным и трудоемким процессом, требующим проведения большого объема расчетных и графических работ.

Учитывая вышесказанное, методику расчета напряженно-деформируемого состояния (НДС) тяжелонагруженных элементов продольно-клинового стана реализовали с использованием программы конечно-элементного анализа MSC.visualNastran 4D. Система компьютерного моделирования MSC.visualNastran 4D позволяет исследовать кинематику, динамику механизмов с возможностью расчета напряженно-деформированного и теплового состояния, как отдельных звеньев, так и механизма в целом.

При конструировании рабочих клетей в среде MSC.visualNastran 4D нами было выполнено следующие операции:

- создание геометрической модели каждой детали и сборка узлов рабочей клетки;
- выбор материалов деталей, их механические и физические свойства (модуль упругости, массовую плотность, коэффициент Пуассона, предел прочности и т.п.);
- формирование кинематических и статических граничных условий;
- создание сетку конечных элементов детали;
- определение напряженно-деформированного состояния;
- оценка уровня полученных упругих деформаций и напряжений в объеме каждой детали относительно требуемых критериев жесткости и прочности и введение соответствующих изменений в конструкцию стана (твердотельную модель машины).

Исходными данными для расчета являются твердотельная геометрическая форма конструкции стана, силы и условия закрепления, приложенные к ним, а также условия сопряжения кинематических пар конструкции клетей.

Сборочная трехмерная геометрическая модель стана, была построена в CAD программе Inventor, и посредством встроенного транслятора импортирована в среду MSC.visualNastran 4D с принятыми кинематическими связями. Данный подход позволяет улучшить связь этапов автоматизированного проектирования сложных механизмов.

Для возможности автоматической коррекции геометрии модели валка, был использован метод параметризации геометрических размеров конструкции. Данный метод позволяет по результатам расчета на упругое сплющивание и изгиб валков, вносить соответствующие изменения в конструкцию инструмента.

В ходе предварительного анализа работы стана, исходя из условия симметрии работы элементов конструкции, а также для упрощения расчетной схемы, были приняты к расчету наиболее нагруженные силовые элементы конструкции, такие как валки, нажимные механизмы, клетки и шейка валков. При расчете учитывались соударения и трение в валках, клетях и т. д.

Методика расчета НДС тяжелонагруженных элементов отводящего рольганга реализована с использованием программы конечно–элементного анализа Autodesk Inventor. Система компьютерного моделирования Autodesk Inventor позволяет исследовать кинематику, динамику механизмов с возможностью расчета НДС как отдельных элементов, так и конструкции в целом.

Исходными данными для расчета являются твердотельная геометрическая форма конструкции секции отводящего рольганга, условия закрепления и силы, приложенные к транспортируемому листу и роликам отводящего рольганга.

При расчете выполняется построение геометрической и конечно–элементной модели рассчитываемой секции, прилагаются силы на транспортируемый лист и расчет НДС тяжелонагруженных элементов и оценка прочности данных элементов отводящего рольганга.

Сборочная трехмерная геометрическая модель отводящего рольганга, была построена в САД программе Inventor. Для возможности автоматической коррекции геометрии модели отводящего рольганга, был использован метод параметризации геометрических размеров конструкции. Данный метод позволяет по результатам расчета на прочность, вносить соответствующие изменения в конструкцию отводящего рольганга.

Ролики – самые ответственные детали отводящего рольганга. Давление, возникаемая при транспортировке листов на отводящем рольганге, воспринимается роликами. Поэтому при конструировании и изготовлении роликов особое внимание уделяется их прочности и жесткости. Поэтому был принят к расчету наиболее нагруженный силовой элемент отводящего рольганга, как ролик.

Со стороны нижней части отводящего рольганга на транспортируемую полосу действует воздух с большим давлением направляемый от вентилятора. В связи с этим произвели уменьшение величин вертикальных сил, которые действуют на полосу при их движение по отводящему рольгангу.

В качестве материала для роликов был выбран из базы данных материалов Autodesk Inventor сталь марки – 35 с механическими свойствами: модуль Юнга 200 ГПа, предел прочности 420 МПа, коэффициент Пуансона 0,3.

### **Результаты и обсуждение**

На рисунке 4 представлены картина распределения суммарного перемещения (упругое сплющивание и изгиб валков) валков при прокатке заготовки с вышеприведенным неравномерным температурным полем на новом стане.

Проведенные на конечно–элементных моделях расчеты показали, что:

- картина распределения суммарных перемещений в трех направлениях согласуется с деформированной формой валков. Максимальное значение перемещения 0,0178 мм наблюдается в срединной части валков;

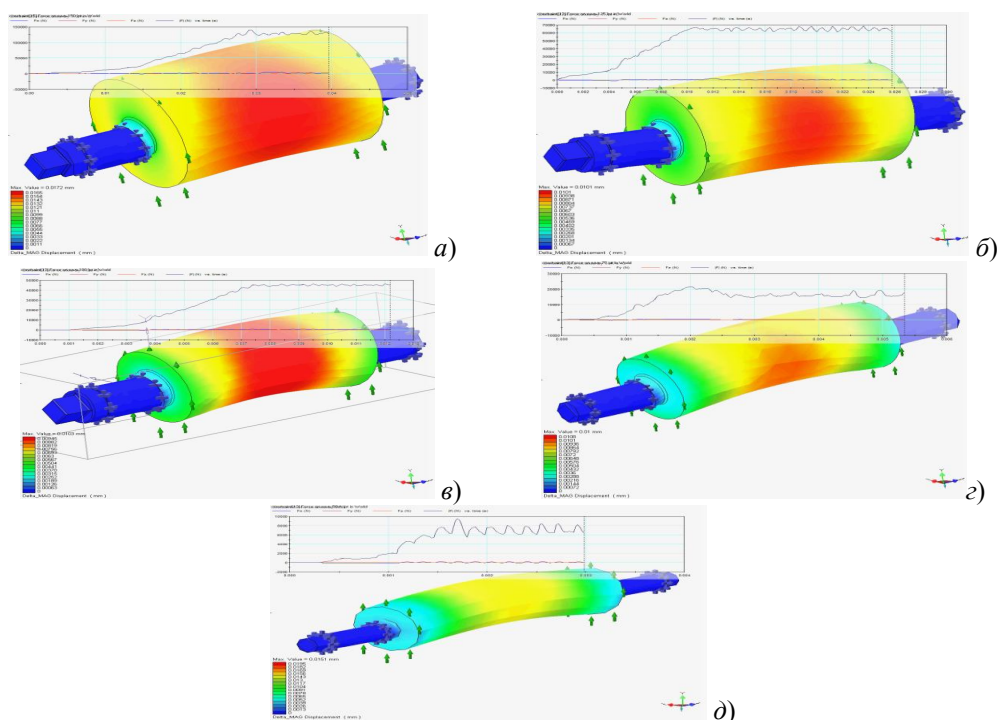
- под действием приложенных вертикальных сил валки прогибаются в направлении действия силы, а шейки валков упруго деформируются в этом же направлении, причем максимальное значение упругой деформации составляет для бочки валков 0,00008, для шейки валков – 0,00044;

- напряжения в теле валков изменяются в пределах от 0 до  $1,38 \cdot 10^8$  МПа, причем максимальное напряжение возникает в шейке валков. Полученные максимальные значения эффективного напряжения  $1,1 \cdot 10^8$  Па, не превышают максимально допустимое для данного материала значение предела прочности  $1,380 \cdot 10^9$  Па;

- при прокатке в последних клетях предлагаемого стана, особенно нестационарном стадии прокатки, увеличивается резонансное вибрация, что сопровождается колебаниями прокатываемой полосы в последних межклетевых промежутках. Время роста амплитуды вибрации в нестационарной стадии равняется 1 – 2 с. Однако, в установившейся стадии, процесс прокатки стабилизируется, что исключает обрыв полосы и увеличивает точность получаемой полосы.

В целом величина упругой деформации и перемещения элементов валков невелика, что свидетельствует о достаточно высокой жесткости узла валков рабочей клетки. Это гарантирует получение поперечной разнотолщинности и планшетности прокатываемых полос в пределах требуемых допускаемых отклонений.

По нашему мнению, компенсацию перемещения рабочих валков последних клеток нового стана можно осуществлять за счет увеличения выпуклости рабочих валков при каждой новой завалке. При этом, рабочие валки необходимо готовить с профилировками 0,03 – 0,05 мм.



**Рис. 4.** Картина распределения суммарных перемещений валков первой (а), второй (б), третьей (в), четвертой (г) и пятой (д) клетки нового стана

Результаты исследования распределение НДС при транспортировке полосы на отводящем рольганге с нижним воздушным давлением и без воздушного давления представлено на рисунках 5 и 6. Из данных рисунков видно, что величины эквивалентных напряжений, суммарных перемещений и эквивалентных деформаций при транспортировке полосы в отводящем рольганге с нижним воздушным давлением значительно падает. Снижение величины эквивалентных напряжений и деформаций приводит к значительному уменьшению износа и поломок роликов, при этом отказ рольгангов будет наблюдаться очень редко.

На рисунке 7 представлены результаты расчета в виде картины распределения эквивалентных напряжений и деформаций, суммарных перемещений в роликах отводящего рольганга с нижним воздушным давлением.

Проведенные на конечно–элементных моделях расчеты показали, что:

- максимальное эквивалентное напряжения в бочке роликов равняется 27,5 Па, а для шейки роликов – 24,4 Па предлагаемого отводящего рольганга. Причем максимальное эквивалентное напряжение возникает в бочке роликов. Полученные максимальные значения эквивалентных напряжений (27,5 Па) не превышают максимально допустимое для материала роликов значение предела прочности 420 МПа;

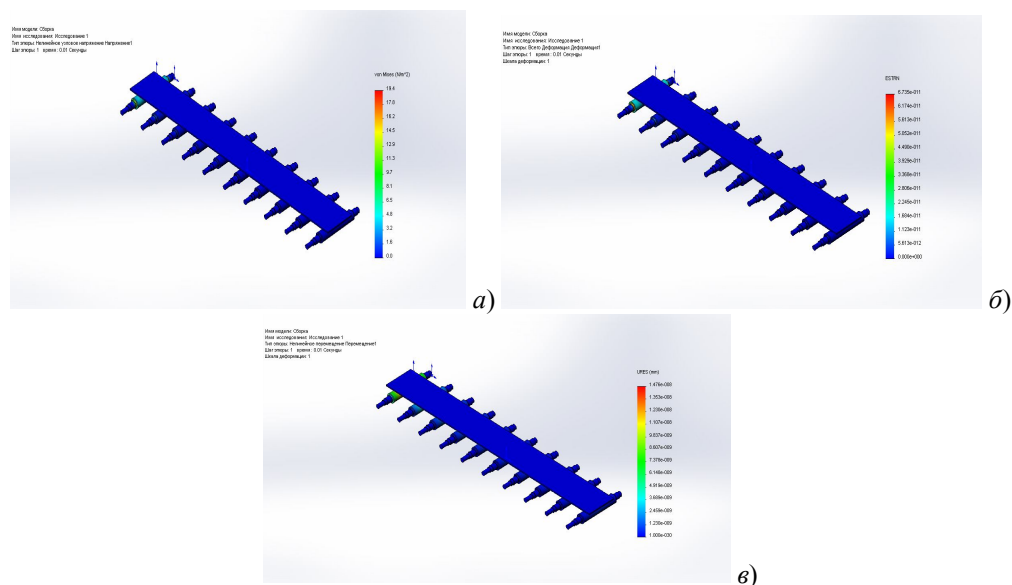
- под действием приложенных вертикальных сил ролики упруго прогибаются в направлении действия силы, а шейка роликов упруго деформируются в этом же направлении, причем максимальное значение эквивалентной деформации составляет для бочки роликов  $8,217E-011$ , а для шейки роликов –  $7,061E-011$  предлагаемого отводящего рольганга;

- наибольшие значения суммарных перемещений сосредотачиваются в неприводной стороне располагающем шейке роликов отводящего рольганга. Максимальное значение перемещения равняется  $1,49159E-006$  мм;

- в целом величина упругой деформации элементов роликов невелика, что свидетельствует о уменьшение усилия возникаемой на роликах предлагаемого отводящего рольганга. Это гарантирует



возможность уменьшение износа и поломок, а также отказа роликов предлагаемого отводящего рольганга.



**Рис. 5.** Картина распределения эквивалентных напряжений (а) и деформаций (б), а также суммарных перемещений (в) в роликах при транспортировке полос в рольганге с нижним воздушным давлением

Преимущество прокатки на новом агрегате: высокая точность геометрических размеров, лучшая качество поверхности, уменьшение энергосиловых параметров, динамической нагрузки, межклетевых натяжений и вибрация стана.

В предварительных исследованиях определены рациональные размеры клеток, валков лабораторного стана и роликов отводящего рольганга, обеспечивающие получение тонких полос высокого качества. Изучены закономерностей распределения НДС при прокатке и формирование структур при охлаждении тонких полос и за счет вариации деформационных режимов прокатки и режимов охлаждения разработаны новые технологий, обеспечивающих улучшение качества тонких полос из сталей и сплавов. Изучены закономерности влияния технологических режимов прокатки на изменение поперечной разнотолщинности, а также планшетной формы полосы.

С целью опробования новой технологии и совершенствование конструкции был изготовлен новый лабораторный продольно-клиновый стан и отводящий рольганг. Путем опробования новой технологии устранили недостатки лабораторного стана и отводящего рольганга. Полученные результаты позволяют спроектировать новый промышленные агрегат для прокатки тонких полос из сталей и сплавов.

Применение нового агрегата и разработанной технологии при прокатке сталей и сплавов позволят повысить точность геометрических размеров полос, получить полосу с рациональной микроструктурой, при этом уменьшаются динамические нагрузки, межклетевые натяжения и вибрации, что даст большой экономический эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мазур В. Л., А. В. Ноговицын. Теория и технология тонколистовой прокатки (Численный анализ и технические приложения) /— Днепропетровск : РВА «Дніпро-VAL», 2010. – 500 с.
2. Федонин О. В., Я. Унру, М. В. Немкин, Д. Н. Даниленко, Е. Л. Кондауров С. Перспективы развития производства холоднокатаного проката на мировом и российском рынках// *Металлург.* № 5. 2011. – С. 9-17.
3. Иванченко В.Г., В.Т. Тилик, О.Н. Штехно, Г.Н. Голубых, С.Н. Коваль, В.С. Панченко Современные тенденции развития технологии производства горячекатаных особо тонких полос // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр. — Дніпропетровськ.: ІЧМ НАН України, 2004. — Вип. 8. — С. 232-238.*
4. Зиновьев А.В. Технология прокатки и смотки тонких полос на литейнопрокатном агрегате / *Новости черной металлургии за рубежом.* 2006. № 2. С. 49-52.

5. В.М. Салганик, И.Г. Гун, А.С. Карандаев, А.А. Радионов. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. – 506 с.: ил.
6. Ефименко С.П., Тарасевич Ю.Ф. Перспектива производства особотонкого горячекатаного листа // Тр. Третьего конгр. прокатчиков. - М.: АО "Черметинформация", 2008. - С. 60-65.
7. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты: развитие технологии, компоновок и оборудования / И.Г. Гун, В.М. Салганик, Ф.В. Пивоваров и др. // Черная металлургия: Бюл. НТ и ИЭ - М.: Черметинформация, 2000. - Вып. 3-4. - С. 23-25.
8. Антипин В.Г. Прогресс в производстве тонких стальных полос // М.: АО «Черметинформация». Бюллетень «Черная металлургия», 2002, №8. – С. 3 – 9.
9. Рудой Л.С. Двухвалковая установка непрерывной разливки стали (ДВ УНРС) // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2010. – №7. – С.244-246.
10. Grydin O., Battyshina E., Bach Fr.W. Mathematische Modellierung des Giebens von dunnen Blechen nach dem Zwei-Rollen-Verfahren // Proc. of ANSYS Conference, 27th CADFEM Users' Meeting, Leipzig. – 2009. – 2.11.15.– S. 1-9.
11. Бобих П., Бореи Р., Ротта М. Тенденции развития технологии и оборудования для производства высококачественной полосовой стали: Тр. Четвертого конгресса прокатчиков. Магнитогорск. 16-19 октября 2001 г. М.: АО "Черметинформация". 2002. С. 54-57.
12. Инновационный патент №26446/С.А. Машеков, Г.Ж. Нуржанова, А.Б. Абильмажинова//Литейно-прокатный агрегат продольно-клиновой прокатки. Оpubл. В Б.И. №12, 14.02.2012. 5 с с ил.
13. Машеков С.А Нуртазаев А.Е., Нугман Е.З. и др. Непрерывный стан для прокатки тонких полос из стали и сплавов Патент РК № 24533 . Оpubл. 15.09.2011, бюл. №9. 3 с.: ил.
14. Машеков С.А., Курмангалиева Л.А., Алимбетов А., Машекова А.С. / Отводящий рольганг широкополосных прокатных станов // Патент РК № 27722 . Оpubл. 18.12.2013, бюл. №12. 3 с.: ил.

#### REFERENCES

1. Mazur VL, Nogovitsyn AB Neoriya i tekhnologiya tonrolistovoi prokatki (chislennyi analiz i tekhnicheskie prilozheniya). – Dnepropetrovsk: RVA «Dnipro-VAL», 2010. – 500 s.
2. Fedonin OV, SYA Unru, MV Nemkin, DN Danilenko, EL Kandaurov Perspektivy razbitiya proizvodstva kholodnokatannogo prokata na mirovom i rossiyskom rynkakh // Metallurg. № 5. 2011. – S. 9-17.
3. Ivanshenko VG, VG Ivanshenko, VT Tilik, ON Shtekho, GN Golubykh, SN Koval, VS Panshenko Sovremennyye tendentsii razvitiya tekhnologii proizvodstva goryachekatannukh osobo tonkikh polos // Fundamentalnyei prikladnyye problemy chernoy metallurgii: Sb. naychn. tr. — Dnepropetrovsk: ICHM NAN Ukraina, 2004. — Bip. 8. — S. 232-238.
4. Zinovev A.V. Tekhnologiya prokatki i smotki tonkikh polos na liteinoprokatnom agregate // Novosti chernoi metallurgii za rubezhom. 2006. № 2. S. 49-52.
5. Salganik VM, IG Gun, AS Karandaev, AA Radionov Tonkoslyabovye leiteino-prokatnye agregata dlya proizvodstva stalnykh polos – М.: МГТУ им. Н.Э. Ваумана. 2003. – 506 с.: ил.
6. Efimenko SP, Tarasevich YuF Perspektiva proizvodstva osobotonkogo goryachekatannogo lista // Tretego kongr.prokatchikov - М.: АО "Chermetinformatsiya", 2008. - S. 60-65.
7. Tonkoslyabovye liteino-prokatnoe agregaty: razvitie tekhnologii. komponovok i oborudovanie / IG Gun, B.M. Salganik, F.B. Pivovarov i dr. // Shernaya metallurgiya: Byal. NT i IE - М.: Черметинформация, 2000. - Vyp. 3-4. - S. 23-25.
8. Antipin VG Progress v proizvodstva tonkikh stalnay polos // М.: АО «Chermetinformatsiya». Byulleten «Shernaya metallurgiya», 2002, №8. – S. 3 – 9.
9. Rudoi LS Dvukhvalkovaya ustanovka nepreryvnoi razlivki stali (DV UNRS) // Metallurzheskaya i gornorudnaya promyshelennost. – 2010. – №7. – S.244-246.
10. Grydin O., Battyshina E., Bach Fr.W. Mathematische Modellierung des Giebens von dunnen Blechen nach dem Zwei-Rollen-Verfahren // Proc. of ANSYS Conference, 27th CADFEM Users' Meeting, Leipzig. – 2009. – 2.11.15.– S. 1-9.
11. Bobikh P, Borei R, Rotta M. Tendentsii razvitiya tekhnologii i ovorudovaniya dlya proizvodstva vysokokachestvennoi polosovoi stali: Tr. Chervertogo kongressa prokatchkov. Magnitogorsk. 16-19 oktyavrya 2001 g. М.: АО "Chermetinformatsiya ". 2002. S. 54-57.
12. Innovatsionnyi patent №26446/ SA Mashekov, G.Zh. Nurzhanova, A.B. Abilmazhinova // Liteino-prokatnyi agregat prodolno-klinovoi prokatki. Opubl. BI №12, 14.02.2012. 5 s il.
13. Mashekov SA, Nurtazaev AE, Nugman EZ i dr Nepreryvnyi stan dlya prokatki tonkikh polos iz stali i splavov Patent RK № 24533 Opubl. 15.09.2011, bual. №9. 3 с.: il.

14. Mashekov SA, Kurmangalieva LA, Alimbetov A, Mashekov AS / *Otvodyashchii rolgang širokopolosnykh prokatnykh stanov* / Patent RK № 27722. opubl. 18.12.2013, byul. №12. 3 s.: il.

Машеков С.А., Алимбетов А.Б.

**Жаңа бойлық-сынамалы станды және бағыттаушы рольганганы қолдана отырып ыстықтай илемдеумен жұқа жолақтарды өндіру**

**Түйіндеме.** Жұқа жолақтарды үздіксіз құю мен илемдеудің жаңа агрегаты ұсынылуда. Металдарды қысыммен өңдеу үдерістерін есептеуге арналған мамандандырылған соңғы-элементтік сараптау бағдарламалық өнімдері MSC.visualNastran 4D және Autodesk пайдала отырып, ұсынылған агрегаттың ауыр жүктелген элементтерінің кернеулі-деформациялық күйі есептелді. Жаңа агрегатта илемдеу кезінде серпімді деформацияның шамасы және біліктер мен аунақша элементтерінің орын ауысуы өте аз екендігі дәлелденді. Жүргізілген зерттеулер бойынша рольганганың аунақшалары мен станның жұмыс қапасының білік тораптарының қатандығы жоғары екендігі дәлелденді. Сонымен қатар ауыр жүктелген элементтерде туындайтын кернеу осы материалдың беріктік шегінің ең жоғарғы мүмкін мәнінен аспайды.

**Түйін сөздер:** агрегат, стан, кристаллизатор, рольганг, білік, аунақша, қапас.

Mashekov S.A., Alymbetov A.B.

**Production of thin hot-rolled strips with a new longitudinal-wedge mill and outlet roller conveyor**

**Summary.** The article describes a new configuration mill. Using software of Finite Element Analysis (FEA), dedicated to calculate pressure metal process operations MSC.SuperForge и MSC.visualNastran 4D, stress and strain state (SSS) of the billet rolled and heavy loaded elements of the mill proposed have been engineered. It is proved that when rolling of a thin strip at a new mill straining effects are decreased, elastic strain and shifts of roll parts are not great. Held research also proves that rolls of working stand with sufficiently high joint hardness and arising equivalent strains in heavy loaded elements do not exceed strength limit maximum admissible for this material values.

**Key words:** machine, stand, mold, roller, roll, roller, cage.

УДК: 538.945(043)

**Д.Д. Ким, Б.М. Искаков**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, kim.dmitriy.w@gmail.com)

## **СТРУКТУРА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СВЕРХПРОВОДНИКА, ОБЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОНАМИ**

**Аннотация.** В современной науке наблюдается повышенный интерес к изучению явления сверхпроводимости в силу огромных перспектив использования высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) в самых различных сферах жизнедеятельности человечества: энергетика, медицина, электроника, транспорт и т.д.

Данная работа посвящена изучению влияния электронного облучения на свойства ВТСП (Bi-2212 и Bi-2223).

**Ключевые слова:** сверхпроводник, сверхпроводимость, критическая температура, электронное облучение, критический ток.

В настоящее время во всем мире идет активная работа по изучению свойств высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) и разработке новых материалов с главной целью: приближение критической температуры к комнатной. Критические температуры некоторых сверхпроводящих материалов, приведенные в таблице 1, показывают перспективность сложных оксидов. Среди этих соединений Bi-2212 и Bi-2223 входят в число веществ, обладающих наиболее высокими показателями по критическим температурам. К тому же, синтез таких материалов достаточно прост, скорость синтеза – сравнительно высока. Этими обстоятельствами и был обусловлен выбор соединений Bi-2212 и Bi-2223 в качестве объектов изучения.

Таблица 1. Критические температуры некоторых сверхпроводящих материалов [1-13]

Сверхпроводящий материал		Т <sub>кр</sub> , К.
Металлы	Al	1,175
	Be	2,026
	Hg (α)	4,15
	Hg (β)	3,95
	Nb	9,25
	Pb	7,23
	Ta	4,47
	Tc	7,78
	V	5,43
Твердые растворы	Nb <sub>0,75</sub> Zr <sub>0,25</sub>	11,0
	Nb <sub>0,75</sub> Ti <sub>0,25</sub>	10,0
Интерметаллиды	Nb <sub>3</sub> Ge	23,2
	Nb <sub>3</sub> Sn	18,3
	Nb <sub>3</sub> Al	18,9
	Nb <sub>3</sub> Tc <sub>3</sub>	10,5
	Mo <sub>0,38</sub> Re <sub>0,62</sub>	14,6
	BiNi	4,25
	GeIn	4,7
	Pb <sub>3</sub> Zr <sub>5</sub>	4,6
Химические соединения	NbN	17,3
	(Y <sub>0,7</sub> Th <sub>0,3</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>3,1</sub>	17,0
	MoN	13,0-14,8
	PbMo <sub>6</sub> S <sub>8</sub>	15,0
	Pb <sub>0,02</sub> Mo <sub>6</sub> S <sub>7</sub>	15,2
	B <sub>5</sub> Mo <sub>1,6</sub> Zr <sub>0,31</sub>	11,2
	SnTe	0,02-1,1
	La <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>	1,0
	InTl	1,0-3,5
	NbSe <sub>2</sub>	7,0
	TaS <sub>2</sub>	5,0
	Оксиды	Li <sub>1+x</sub> Ti <sub>2-x</sub> O <sub>4</sub>
SrTiO <sub>3-x</sub>		1,0
BaPb <sub>1-x</sub> Bi <sub>x</sub> O <sub>3</sub>		14,0
TlBa <sub>2</sub> CuO <sub>5</sub>		4,2
Bi <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> CuO <sub>6</sub>		12
Сложные оксиды	La <sub>2-x</sub> M <sub>5</sub> CuO <sub>4</sub>	38
	MBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-δ</sub>	93
	Bi <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> CuO <sub>6</sub>	70
	Bi <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> Cu <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	90
	Bi <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	110
	TlBa <sub>2</sub> CaCu <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	91
	TlBa <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	116
	TlBa <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> Cu <sub>4</sub> O <sub>11</sub>	122
	TlBa <sub>2</sub> Ca <sub>4</sub> Cu <sub>5</sub> O <sub>13</sub>	120
	Tl <sub>2</sub> Ba <sub>2</sub> CuO <sub>6</sub>	80
	Tl <sub>2</sub> Ba <sub>2</sub> CaCu <sub>3</sub> O <sub>6</sub>	110
	Tl <sub>2</sub> Ba <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	128
	Tl <sub>2</sub> Ba <sub>2</sub> Ca <sub>3</sub> Cu <sub>4</sub> O <sub>12</sub>	102
	YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-δ</sub>	90
	HgBa <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>8+δ</sub>	134

При всей доступности этих соединений не проводились исследования влияния радиации на их свойства. Поэтому данная работа посвящена изучению влияния электронного облучения на структуру и свойства ВТСП – Bi-2212 и Bi-2223.

**Методология проведения эксперимента.**

**Синтез ВСП.** Существует масса методов синтеза ВТСП, среди которых был выбран один из наиболее простых – твердотельная реакция, так как сам процесс изготовления не сказывается на результатах данной работы.

Согласно выбранному методу, исходные порошки ацетатов Bi, Sr, Ca и Cu чистотой в 99.99% были перемешаны и растворены в 500 мл. уксусной кислоты в лабораторной мешалке при температуре 80°C (выход Bi-2212 или Bi-2223 зависит от пропорций исходных компонентов).

Расчет пропорций исходных порошков:

а) Расчет молярной массы:

- Ацетат висмута:  $M((CH_3CO_2)_3Bi) = 386,11$  г/моль;
- Полугидрат ацетата стронция:  $M(C_4H_6CaO_4 \cdot H_2O(CH_3CO_2)_2Ca) = 214,72$  г/моль;
- Гидрат ацетата кальция:  $M((C_4H_6CaO_4 \cdot H_2O)(CH_3CO_2)_2Ca) = 158,17$  г/моль;
- Моногидрат ацетата меди (II):  $M((C_4H_6CaO_4 \cdot H_2O)(CH_3CO_2)_2) = 199,65$  г/моль.

б) В соответствии с химической формулой целевого состава  $Bi_{2212}$ , умножаем полученные значения в соответствующем порядке, после чего делим на наименьший член ( $M((C_4H_6CaO_4 \cdot H_2O)(CH_3CO_2)_2Ca)$ ), приводя пропорцию к виду:

$$4,8822 : 2,7151 : 1 : 2,524 \quad (1)$$

Таким образом, получаем общую массу сплава  $m_0 = 11,1218$  г.

в) Для получения целевых  $m = 20$  г. конечного порошка (для 10 образцов) произведем следующие преобразования:

$$\frac{1}{11,1218} * 20 = 1,7983 \quad (2)$$

г) Перемножив (1) и (2), получим:

$$8,7797 : 4,8826 : 1,7983 : 4,5398 \quad (3)$$

Аналогичные подсчеты были произведены и для ВТСП состава  $Bi_{2223}$ :

В соответствии с химической формулой целевого состава  $Bi_{2223}$ , умножаем полученные значения в соответствующем порядке, после чего делим на наименьший член ( $M((C_4H_6CaO_4 \cdot H_2O)(CH_3CO_2)_2Ca)$ ), приводя пропорцию к виду:

$$2,4411 : 1,3575 : 1 : 1,8934 \quad (4)$$

Таким образом, получаем общую массу сплава  $m_0 = 6,692$  г.

Для получения целевых  $m = 20$  г. конечного порошка (для 10 образцов) произведем следующие преобразования:

$$\frac{1}{6,692} * 20 = 2,9886 \quad (5)$$

Перемножив (17) и (18), получим:

$$7,2955 : 4,0570 : 2,9886 : 5,6586 \quad (6)$$

Параллельно был подготовлен второй раствор: 300 мл. пропанола и 200 мл. дистиллированной воды, 400 мл. из которой было перемешано с 25 гр. щавелевой кислоты.

После чего оба раствора были помещены в ледяную ванну до момента кристаллизации, затем растворы были перемешаны между собой.

Полученный раствор был процежен через бумажные кассеты на протяжении 5 часов. Образовавшаяся на кассетах густая масса была помещена в керамические емкости для первичного обжига при температуре 80<sup>0</sup>С на протяжении 8 часов.

Полученная масса была размолота в ступе и подвержена кальцинированию в печи при температуре 900<sup>0</sup>с на протяжении 12 часов.

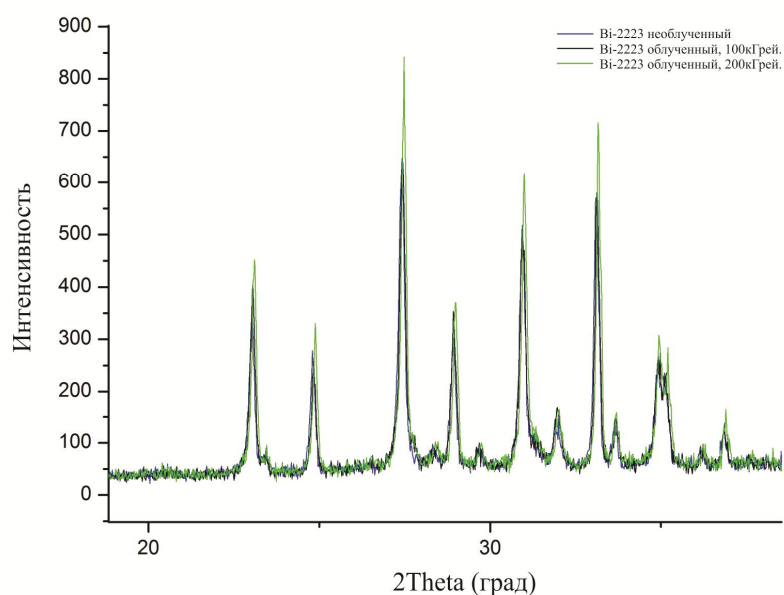
Затем порошок был в очередной раз перемолот и спрессован в таблетки весом 2гр. каждая, после чего образцы были помещены в печь для конечного обжига при температуре 800<sup>0</sup>С на протяжении 24 часов.

Полученные таблетки были разделены на три группы, первая из которых не подвергалась облучению, вторая – подверглась облучению потоком электронов интенсивностью 100кГр., третья – 200 кГр. для проведения дальнейшего сравнительного анализа.

**Структурно-фазовые исследования.** Для установления структуры и фазовой диаграммы образцов был произведен рентгеноструктурный анализ всех групп образцов ВТСП (Bi-2212 и Bi-2223) до и после облучения электронами, обработка результатов была выполнена с помощью программного обеспечения OriginPro. Параметры рентгеноструктурного анализа: U = 30.0кВ., I = 20.0 мА., диапазон сканирования: 2.0 – 60.0 град., скорость сканирования: 3.0 град./сек.

Облучение образцов потоком электронов проводилось в Ядерном Центре Малайзии (Malaysia Nuclear Agency). Так как доступ и время, выделенное руководством центра на проведение исследований было ограничено, было принято решение произвести облучение образцов потоком электронов дозой в 100 и 200 кГрей, что обеспечивает глубокое проникновение в структуру образцов (т.к. сверхпроводимость – это структурный процесс, поверхностные преобразования не повлияют на свойства сверхпроводника) и не вызывает фазовых преобразований, не разрушая тем самым структуру сверхпроводника.

Сравнивая полученные рентгенограммы всех групп образцов Bi-2212 и Bi-2223, удалось выявить любопытный эффект (Рисунок 1).

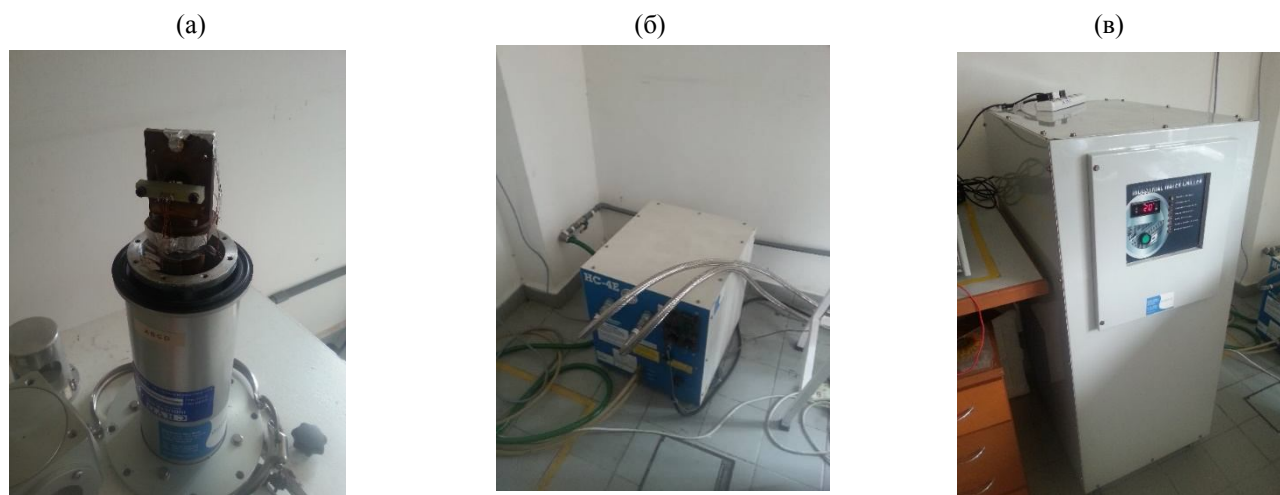


**Рис. 1.** Наложение рентгенограмм образца Bi-2223 до и после облучения потоком электронов интенсивностью 100/200 кГр.

При детальном рассмотрении спектра (Рисунок 1) можно заметить значительные изменения в структуре образца, облученного потоком электронов интенсивностью 200 кГр., а именно – улучшение симметрии/упорядоченности кристаллической решетки, о чем говорит удлинение спектральных пиков. Так как положение пиков не меняется, фазовая структура остается без изменений.

В остальных случаях электронное облучение не повлияло на структуру образцов.

**Измерение критических температур.** Измерение критических температур было произведено на 4-х контактной криогенной установке в лаборатории Университета ЮНИТЕН (Малайзия). Образец, помещенный в рабочую камеру постепенно охлаждался с 295 К до 25 К, на протяжении всего процесса охлаждения снимались показания по изменению сопротивления образца.



(а) рабочий узел, где посредством 4-х игл, припаянных к образцу жидким серебром пропускаются токи; (б) емкость с жидким гелием, пары которого нагнетаются в камеру (а) с образцом; (в) холодильная установка, поддерживающая постоянную температуру в емкости (б).

**Рис. 2.** Главные узлы криогенной установки по измерению критических температур сверхпроводников

Значения критических температур облученных и необлученных образцов Vi-2212 и Vi-2223 приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Критические температуры образцов Vi-2212 и Vi-2223 сверхпроводников**

Образец	Доза облучения, кГр.	Критическая температура, К.
Vi-2212	0	71,949
	100	69,884
	200	70,868
Vi-2223	0	70,902
	100	70,897
	200	70,952

Анализируя полученные значения, можно заключить, что электронное облучение не влияет на критическую температуру образцов Vi-2212 и Vi-2223.

**Заключение.** Анализ экспериментальных результатов, полученных при исследовании воздействия мощных потоков электронов на критические параметры и структуру ВТСП Vi-2212 и Vi-2223, позволяет сделать следующие выводы:

1. Электронное облучение ВТСП Vi-2212 и Vi-2223 до доз 200 кГр не приводит к изменению температуры перехода в сверхпроводящее состояние у облученных образцов.

2. Рентгеноструктурный анализ образцов ВТСП Bi-2223 показал некоторое доупорядочение их структуры после электронного облучения до доз 200 кГр.

3. ВТСП Bi-2212 и Bi-2223 являются достаточно радиационно-стойкими и могут быть использованы при изготовлении радиоэлектронных устройств, работающих в условиях открытого космоса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кресин В.Л. «Сверхтекучесть и сверхпроводимость». - издательство «Мир», 1989. - 214 с.
2. Тилле Дж. «Сверхпроводимость и сверхтекучесть». - издательство «Москва», 1986. - 302 с.
3. Ландау Л.Д. «Физика». - издательство «Физмат», 1993. - 540 с.
4. Регалин С.М. «Введение в теорию сверхпроводимости». – 1981. - 156 с.
5. Эдельман К.М. «Физика низких температур». – 1992. - 230 с.
6. Гинзбург В.Л., Андрюшин Е.А. Сверхпроводимость. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Альфа-М, 2006. - 112 с.
7. Мнейян. М.Г. Сверхпроводники в современном мире. – М.: Наука, 1991. - 159 с.
8. A. N. Jannah, R. Abd-Shukor, and H. Abdullah. Effect of Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Addition on (Bi,Pb)-2223 Superconductor // World Academy of Science, Engineering and Technology, 2013. - P. 367-370.
9. S.-Y. Oh, S.-J. Kim\* and G.-S. Kim, M. Nagao and T. Hatano. Superconducting Properties of Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub> (Bi-2212) Single-Crystal Whiskers Grown by Using Te-Doping Methods // Journal of the Korean Physical Society, 2006. - P. 1070-1072.
10. O. Bilgili, Y. Selamet, K. Kocabas. Effects of Li Substitution in Bi-2223 Superconductors // J Supercond Nov Magn, 2008. - P. 439-449.
11. X. Y. Lu, A. Nagata, K. Sugawara<sup>1</sup>, K. Watanabe, T. Nojima. Microstructure and superconducting properties of Bi- 2223/Ag tapes fabricated in high magnetic fields // IOPScience, 2006. - P. 287-290.
12. N. H. Mohammed, R. Awad\*, A. I. Abou-Aly, I. H. Ibrahim, M. S. Hassan. Optimizing the Preparation Conditions of Bi-2223 Superconducting Phase Using PbO and PbO<sub>2</sub> // Materials Sciences and Applications, 2012. - P. 224-233
13. A. Maljuk, B. Liang, G.A. Emelchenko. On the growth of overdoped Bi-2212 single crystals under high oxygen pressure // PhysicaC, 2001. - P. 140-146.

#### REFERENCES

1. Kresin V.L. «Sverhtekuchest i sverhprovodimost», izdatelstvo «Mir», 1989. - 214 s.
2. Tille Dzh. «Sverhprovodimost i sverhtekuchest», izdatelstvo «Moskva», 1986. - 302 s.
3. Landau L.D. «Fizika», izdatelstvo «Fizmat», 1993. - 540 s.
4. Regalin S.M. «Vvedenie v teoriyu sverhprovodimosti», 1981. - 156 s.
5. Edelman K.M. «Fizika nizkih temperatur», 1992. - 230 s.
6. Ginzburg V.L., Andryushin E.A. Sverhprovodimost, 2-e izd., ispr. i dop. - M.: Alfa-M, 2006. - 112 s.
7. Mneyan. M.G. Sverhprovodniki v sovremennom mire. – M.: Nauka. – 1991. - 159 s.
8. A. N. Jannah, R. Abd-Shukor, and H. Abdullah. Effect of Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Addition on (Bi,Pb)-2223 Superconductor // World Academy of Science, Engineering and Technology, 2013. - P. 367-370.
9. S.-Y. Oh, S.-J. Kim\* and G.-S. Kim, M. Nagao and T. Hatano. Superconducting Properties of Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub> (Bi-2212) Single-Crystal Whiskers Grown by Using Te-Doping Methods // Journal of the Korean Physical Society, 2006. - P. 1070-1072.
10. O. Bilgili, Y. Selamet, K. Kocabas. Effects of Li Substitution in Bi-2223 Superconductors // J Supercond Nov Magn, 2008. - P. 439-449.
11. X. Y. Lu, A. Nagata, K. Sugawara<sup>1</sup>, K. Watanabe, T. Nojima. Microstructure and superconducting properties of Bi- 2223/Ag tapes fabricated in high magnetic fields // IOPScience, 2006. - P. 287-290.
12. N. H. Mohammed, R. Awad\*, A. I. Abou-Aly, I. H. Ibrahim, M. S. Hassan. Optimizing the Preparation Conditions of Bi-2223 Superconducting Phase Using PbO and PbO<sub>2</sub> // Materials Sciences and Applications, 2012. - P. 224-233
13. A. Maljuk, B. Liang, G.A. Emelchenko. On the growth of overdoped Bi-2212 single crystals under high oxygen pressure // PhysicaC, 2001. - P. 140-146.

Ким Д.Д., Исаков Б.М.

#### **Электрондармен сәулеленген жоғары температуралы аса өткізгіштің құрылымы**

**Түйіндеме.** Мақалада асқын өткізгіш материалдардың (Bi-2212, Bi-2223) қасиетін электрондық сәулелену кезінде құрылымы мен заттың аумалы күйіндегі температурасына әсерін айқындауға тәжірибелік жұмысы баяндалған. Тәжірибе өткізу кезінде жоғары температуралы асқын өткізгіштердің синтезі әдісі игерілді, үлгілер жасалынды. Үлгілерді электрондармен сәулелендіру Малайзияның Ядролық Орталығында



жүргізілді. Үлгілердің құрылымының өзгерісі рентгенқұрылымды анализ және аумалы күйіндегі температурасын өлшеу 4-түйіспелі криогендік қондырғыда зерттелді. Тәжірибе нәтижесінде электрондық сәулелену кезінде жоғары температуралы асқын өткізгіштердің реттелген кристалдық тор құрылымына әсерін тигізгендігі анықталды, ал Bi-2212/Bi-2223 жоғары температуралы асқын өткізгіштерді радиоэлектрондық құрылғыларды жасауда қолдануға болады, себебі жұмыс барысында ашық космос жағдайында олардың радиациялық сәулеленуге беріктігі айқындалды.

**Негізгі сөздер:** асқын өткізгіш, асқын өткізгіштік, аумалы күйіндегі температура, электрондық сәулелену, аумалы күйіндегі ток.

Ким Д.Д., Искаков Б.М.

#### **Структура высокотемпературного сверхпроводника, облученного электронами**

**Резюме.** В статье описана экспериментальная работа по выявлению влияния электронного облучения на свойства высокотемпературных сверхпроводников (Bi-2212, Bi-2223) – их структуру и критические температуры. В ходе выполнения эксперимента была освоена методика синтеза ВТСП материалов (твердотельный синтез), изготовлены образцы. Облучение образцов электронами производилось в Ядерном Центре Малайзии. Наблюдения за изменениями свойств образцов производились посредством рентгеноструктурного анализа и измерения критических токов на 4-контактной криогенной установке. В результате эксперимента удалось установить, что облучение электронами может вызвать доупорядочение структуры ВТСП, а Bi-2212/Bi-2223 ВТСП можно использовать при изготовлении радиоэлектронных устройств, работающих в условиях открытого космоса, так как в ходе работы была выявлена их стойкость к радиационным облучениям.

**Ключевые слова:** сверхпроводник, сверхпроводимость, критическая температура, электронное облучение, критический ток.

Kim D.D., Iskakov B.M.

#### **The structure of high temperature superconductor irradiated by electrons**

**Summary.** This paper describes the experimental work aimed to identify the influence of electron irradiation on the properties of high temperature superconductors (Bi-2212, Bi-2223) - their structure and critical temperatures. In the framework of the experiment a technique of HTSC materials synthesis (solid state synthesis) was mastered, samples were synthesized. The irradiation of samples by electrons was carried out in Nuclear Agency of Malaysia. Monitoring properties' changes was performed by X-ray analysis and critical currents measurement on the 4-contact cryogenic machine. During the experiment, it was found that electron irradiation can cause some development of crystallographic structure and Bi-2212/Bi-2223 HTSC can be used in manufacturing electronic devices operating in the open space, as it was found that they are stable to radiation exposure.

**Key words:** superconductor, superconductivity, critical temperature, electron beam irradiation, critical current.

УДК 537.62

**С.Е. Кумеков<sup>1</sup>, А.А. Саухимов<sup>1,2\*</sup>, К.С. Мартиросян<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан,

<sup>2</sup>Департамент физики и астрономии Техасского университета в Браунсвилле  
Штат Техас, г. Браунсвилл 78520 ул. Форт Браун 80,

\*- sauchimov@gmail.com)

#### **ИССЛЕДОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРРИТА ИТТРИЯ, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ SOLUTION COMBUSTION SYNTHESIS**

**Аннотация.** Одним из перспективных направлений материаловедения является создание эффективных магнитоэлектрических (МЭ) ферритов с использованием новых методов. Ферриты демонстрируют одновременное наличие диэлектрических и магнитных свойств. В этих материалах наблюдается магнитоэлектрический эффект, обусловленный взаимодействием магнитной и электрической подсистем. Очевидно, что такие материалы отличаются большим многообразием свойств и служат в частности основой для разработки многофункциональных приборов в СВЧ-технике. При этом основной проблемой в использовании магнитных ферритов является изменение магнитных и диэлектрических свойств в зависимости от температуры и частоты приложенного напряжения, что может отрицательно сказываться на надежности работы

оборудования. В данной работе описываются исследования диэлектрических характеристик  $Y_3Fe_5O_{12}$ , полученного методом Solution Combustion Synthesis (SCS) на основе нитрата иттрия, нитрата железа и глицина в виде горючего вещества. Диэлектрические свойства изучали с помощью прецизионного измерителя типа LCR E4980A. Измерения выполнялись в условиях изменения частоты от 100 кГц до 2 МГц и при увеличении температуры от 300 до 550 К. Полученные значения находятся в диапазоне предъявляемых требований к ферритам для СВЧ и могут быть полезны при использовании в высокочастотных радиоустройствах.

**Ключевые слова:** феррит иттрия, solution combustion synthesis (SCS), диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери.

Одним из основных достоинств ферритов является высокое удельное электрическое сопротивление в сочетании с достаточно высоким значением магнитной проницаемости, что определяет все больший интерес в научной среде к данным материалам. Магнитное насыщения ферритов несколько меньше по сравнению с металлическими магнитными материалами, что дает возможность их применения на высоких частотах при малых индукциях. Результаты современных исследований ряда ферритов указывают на перспективность таких материалов для создания сенсоров магнитного поля, устройств записи/считывания информации, устройств спинтроники, СВЧ - и других приборов [1-3,13]. К числу таких композитов относится феррит иттрия -  $Y_3Fe_5O_{12}$ . Иттрий это активный элемент, проявляющий физические и химические свойства подобные группе семейства лантаноидов [4]. Ферриты иттрия представляют собой сложные оксидные соединения, обладающие диэлектрическими свойствами, проводимость которых зависит от температуры и частоты [8, 9], что является предметом исследования в широком частотном и температурном диапазонах, которое принципиально увеличивают возможности выявления природы наблюдаемых явлений.

В настоящее время все большее внимание уделяется к поиску новых, эффективных, экономичных методов по изготовлению ферритов отвечающих требованиям СВЧ в промышленности. Известные методы по изготовлению ферритов подразделяются на два типа: промышленные и лабораторные. К первому методу относятся: смешение оксидов, термическое разложение солей, соосаждение солей или гидроокисей. К второму методу относятся: шенитный, сжигание растворов в высокотемпературном потоке, плазмохимический, осаждение 8-оксихинолином с прокалкой, электролитический, распылительная сушка, криохимический, жидкая сушка, биохимический и самораспространяющийся высокотемпературный синтез [5].

В данной работе рассматривается новый подход по получению феррита  $Y_3Fe_5O_{12}$  методом Solution Combustion Synthesis (SCS) [6, 7]. Это такой метод горения, который синтезирует химические элементы при температурах до 600 К и является эффективным, быстрым, экономичным способом для изготовления различных материалов, в том числе и ферритов.

Образцы феррита иттрия получали механическим перемешиванием водной (диситилированной) смеси с добавлением необходимого количества иттрий пентагидрат нитрата (99,9 %), феррум (III) нонагидрат нитрата (98 %), и глицина (99 %) в виде горючего вещества. В соответствии с методом SCS раствор нагревали до температуры 600 К. В результате был получен порошок светло коричневого цвета, частицы которого имеют размерность от 22 до 70 нм [11]. Используя ручной гидравлический пресс с силой давления до 15 тонн, были подготовлены образцы правильной геометрической формы в виде круга площадью  $11,304 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$  и толщиной  $0,76 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ . Полученные пластины подвергли отжигу в печи GSL – 1100 X RTP с увеличением температуры до 1273 К. Далее для измерения диэлектрических свойств на поверхность пластин нанесли тонкий слой серебряной пасты **Silver Paste DGP80 TESM8020**. Изучение диэлектрических свойств выполняли с помощью прецизионного измерителя LCR E4980A, имеющий рабочий диапазон частот (f) от 20 Гц до 2 МГц с погрешностью измерения 0,05%.

Исследуемый материал имеет форму плоского конденсатора, поэтому значения диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_r$ ) определяли по следующей формуле:

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d}, \quad (1)$$

где  $\epsilon_r$ -диэлектрическая проницаемость;

$\epsilon_0$ - диэлектрическая постоянная;

S - площадь обкладок конденсатора;

d - расстояние между обкладками.

Результаты вычисленных значений  $\epsilon_r$  в зависимости от температур (Т) при разных частотах (f) приведены на рисунке 1.

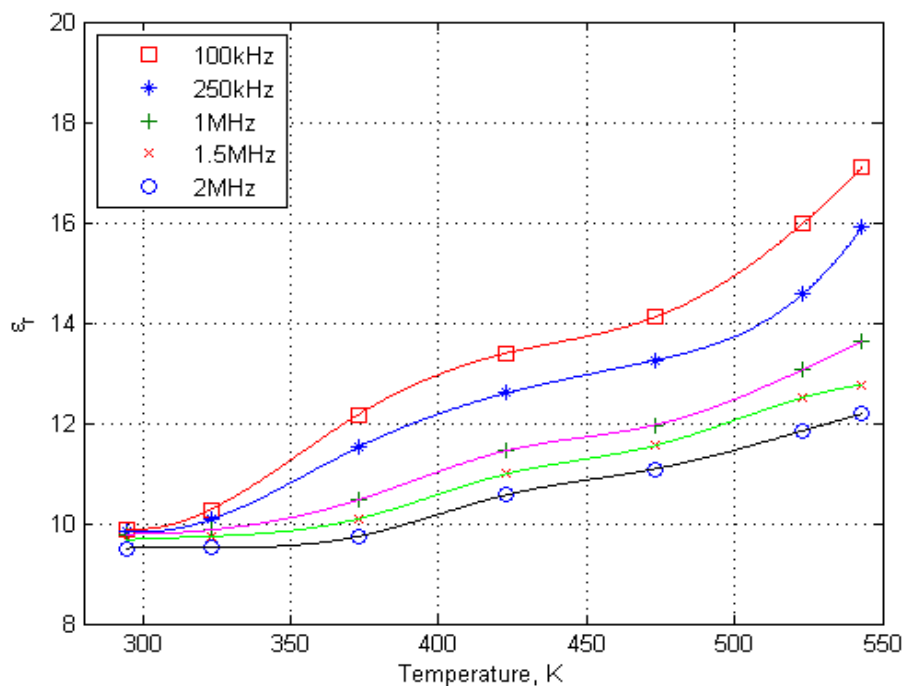


Рис. 1. Изменение диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_r$ )  $Y_3Fe_5O_{12}$  в зависимости от температуры (Т) на разных частотах (f).

Значение диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_r$ )  $Y_3Fe_5O_{12}$  увеличивается с возрастанием температуры (Т) и уменьшением частоты (f) от 10 до 18. Такой характер поведения кривых можно объяснить следующими факторами: при повышении температуры снижается вязкость материала, что облегчает ориентации диполей при наложении переменного напряжения, в результате наблюдается усиление поляризации диэлектрика.

С увеличением частоты (f) время полупериода становится меньше времени релаксации ( $\tau \ll 1/2f$ ) т. е. за это время диполи не успевают полностью упорядочиться в направлении приложенного поля, поэтому диэлектрическая проницаемость ( $\epsilon_r$ ) начинает уменьшаться вплоть до значений, определяемых электронной поляризацией [2], которая наблюдается у всех видов диэлектриков и не связана с потерей энергии [10].

Полученные результаты согласовываются с работой [12], где были проведены аналогичные исследования для шпинели  $YFe_2O_4$  в температурном интервале от 50 до 300 К, величины  $\epsilon_r$  изменяют свое значение от 4 до 7 при 300 К в интервале частоты 100-1000 кГц. Данный факт дает основание полагать, что физические процессы поляризации шпинелей и гранатов системы Y-Fe-O имеют схожее поведение в указанном интервале частоты. При сопоставлении результатов работы [12] со значениями приведенными на рисунке 1, можно сделать вывод, что выход из низкотемпературной области системы феррит иттрия происходит при температуре 150 К. После которой наблюдается ускорение ориентации диполей по направлению приложенного поля.

Приведенные результаты работ находятся в диапазоне предъявляемых требований для ферритов в промышленности: ферро шпинелей ( $\epsilon_r$ ) 8 ~12 и ферро гранатов ( $\epsilon_r$ ) 13 ~15 [3,14]. Незначительные отклонения могут быть связаны с неоднородностью шихты обусловленной примесями и полидисперсностью наночастиц, полученных в результате измельчение материала. Дальнейшие исследования показывают, что изменение диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_r$ ) от частоты (f) и температуры (Т) сопровождается изменением и потерь ( $tg \delta$ ) в диэлектрике (рисунок 2).

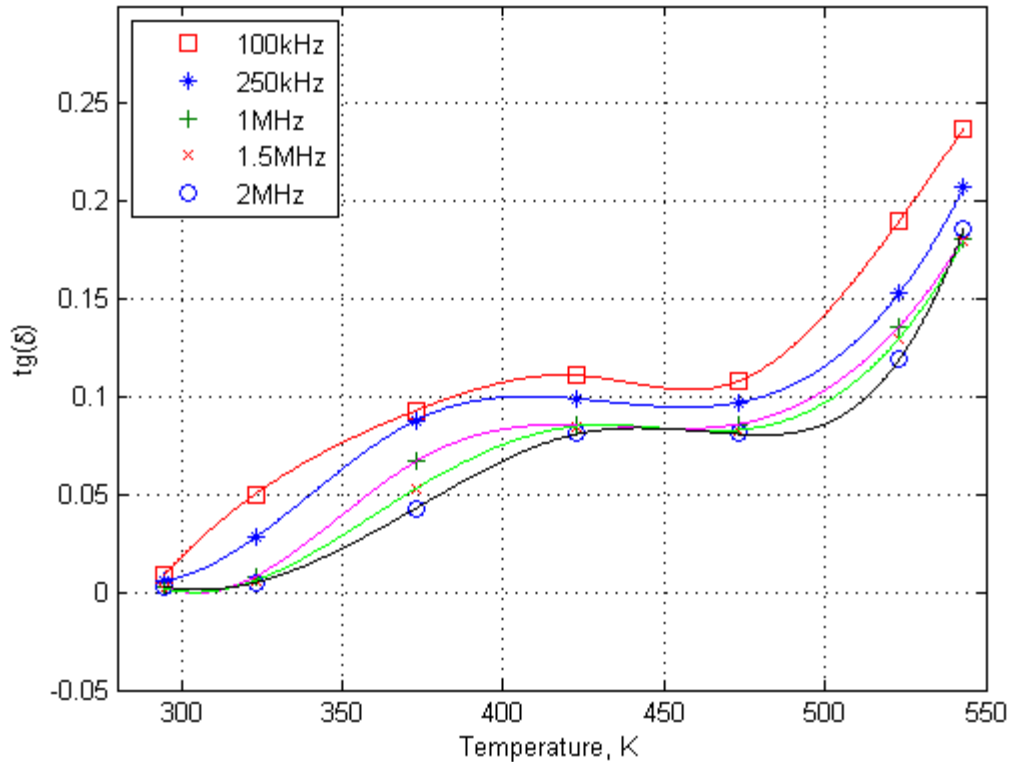


Рис. 2. Изменение угла диэлектрических потерь ( $\text{tg } \delta$ )  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  в зависимости от температуры ( $T$ ) на разных частотах ( $f$ ).

Кривые зависимостей  $\text{tg } \delta$  от ( $f$ ) и ( $T$ ) проявляют волновой характер изменения с явно выраженными «пиками» по оси ординат при температуре 423 К и 550 К. Такой характер поведения кривых объясняется тем, что структура феррита иттрия  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  обладает двумя видами потерь: дипольные и электрические. Первый пик связан с достижением максимального значения диэлектрических потерь, обусловленных дипольным механизмом поляризации при определенной температуре  $T_k$ . Повышение температуры и, связанное с ним снижение вязкости как было отмечено выше, приводит к возникновению трения поворачивающихся диполей. В результате чего наблюдается двойной эффект: увеличивается степень ориентации диполей, которая приводит к росту  $\text{tg } \delta$  и уменьшаются затраты энергии на преодоление сопротивления вязкой среды при повороте диполя, что обуславливает снижение значения  $\text{tg } \delta$ . Второй пик характеризуется ростом потерь от электропроводности связанный с дальнейшим возрастанием температуры.

Измеренные значения  $\text{tg } \delta$  находятся в диапазоне предъявляемых требований для ферритов в промышленности:  $10^{-3} \sim 10^{-5}$  [3].

### Заключение

Таким образом, в настоящей работе исследованы диэлектрические характеристики граната  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ , полученного методом Solution Combustion Synthesis в зависимости от температуры ( $T$ ) и частоты ( $f$ ). Полученные величины находятся в диапазоне предъявляемых требований для СВЧ ферритов в промышленности:  $\epsilon_r = 13 \sim 15$ ,  $\text{tg } \delta = 10^{-3} \sim 10^{-5}$ . Снижение  $\epsilon_r$  относительно ( $f$ ) свидетельствует о релаксационных процессах в исследуемых композитах, поэтому значения  $\epsilon_r$  температурном ходе смещаются в сторону увеличения. Представленные результаты могут быть полезны при конструировании высокочастотных радиоустройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. С.Н. Каллаев, З.М. Омаров, Р.Г. Митаров, А.Р. Билалов, Г.Г. Гаджиев, Л.А. Резниченко, Р.М. Ферзилаев, С.А. Садыков /Теплоемкость и диэлектрические свойства мультиферроиков  $\text{Bi}_{1-x}\text{GdxFeO}_3$  ( $x = 0-0.20$ )/ Физика твердого тела, 2014, том 56, вып. 7/;
2. В. С. Бушкова, А. В. Копаев /Исследование электрических свойств композитов системы  $(1-x)\text{NiAl}_0.5\text{Fe}_1.5\text{O}_4 - x\text{BaTiO}_3$  / Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 4/5 (52) 2011 г/;
3. М. Харинская /Микроволновые ферритовые материалы / ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес 1/2000/;
4. M.I. Yanovskaya, T.V. Rogova, S.A. Ivanov, N.V. Kolganova, N.Ya. Turova, J//Mater. Sci. Lett. 6, 274, 1987/;
5. K.S. Martirosyan, P.B. Avakyan and M.D. Nersesyan / Phase-formation during self-propagating high-temperature synthesis of ferrites, Inorgan/ Mater, 38, 4, 489-492, 2002/;
6. K. Suresh, N. R. S. Kumar, K. C. Patil /A novel combustion synthesis of spinel ferrites, orthoferrites and garnets/ Advanced Materials 3, 3, 148-150, 1991/;
7. K.S. Martirosyan and A.S. Mukasyan /Combustion Synthesis of Nanomaterials/ In Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, Third Edition. CRC Press: New York, 983-1001, 2014/;
8. Б.М. Тареев /Физика диэлектрических материалов / г.Москва Энергоиздат 1982 год/;
9. С. Крупичка/Физика ферритов и родственных им магнитных окислов/ Том-2 / Издательство Мир Москва 1976/;
10. Н.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев /«Электротехнические материалы» г.Ленинград 1977г/;
11. С.Е. Кумеков, К.С. Мартиросян, А.А. Саухимов /Получение наночастиц  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  методом solution combustion synthesis и изучение их магнитных свойств /Известия Академии Наук РК 2014 год/;
12. C. R. Serrao, J. R. Sahu, K. Ramesha, and C. N. R. Rao /Magnetoelectric effect in rare earth ferrites,  $\text{LnFe}_2\text{O}_4$ / JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 104, 016102 2008/;
13. Ying Linn, Haibo Yang, Jianfeng Zhu, Fen Wang. / $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}/\text{BaFe}_2\text{O}_9$  composite with giant dielectric constant and high magnetization/ Materials Letters 93 (2013) 230-232/;
14. YTTRIUM IRON GARNET /Deltronic Crystal Industries, Inc./.

REFERENCES

1. S.N. Kallaev, Z.M. Omarov, R.G. Mittarov, A.R. Billalov, G.G. Gadziev, L.A. Reznichenko, R.M. Ferzillae, S.A. Sadykov /Heat capacity and dielectric properties of multiferroic  $\text{Bi}_{1-x}\text{GdxFeO}_3$  ( $x = 0-0.20$ )/ Solid State Physics , 2014, volume 56, edition 7/;
2. V. S. Bushkova, A. V. Kopaev / Investigation of electrical properties composite systems  $(1-x)\text{NiAl}_0.5\text{Fe}_1.5\text{O}_4 - x\text{BaTiO}_3$  / East-European jornal of advance technology 4/5 (52) 2011 г/;
3. M. Charinskaya /Materials of microwave ferrite / Electronic: Science, Technology, Business 1/2000/;
4. M.I. Yanovskaya, T.V. Rogova, S.A. Ivanov, N.V. Kolganova, N.Ya. Turova, J//Mater. Sci. Lett. 6, 274, 1987/;
5. K.S. Martirosyan, P.B. Avakyan and M.D. Nersesyan / Phase-formation during self-propagating high-temperature synthesis of ferrites, Inorgan/ Mater, 38, 4, 489-492, 2002/;
6. K. Suresh, N. R. S. Kumar, K. C. Patil /A novel combustion synthesis of spinel ferrites, orthoferrites and garnets/ Advanced Materials 3, 3, 148-150, 1991/;
7. K.S. Martirosyan and A.S. Mukasyan /Combustion Synthesis of Nanomaterials/ In Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, Third Edition. CRC Press: New York, 983-1001, 2014/;
8. В.М. Тареев /Physics of dielectric materials / Moscow Energoizdat 1982 год/;
9. S. Krupichka/ Physics of ferrite and related magnetic oxide / Volume-2 / Publisher Mir Moscow 1976/;
10. N.P. Bogorodickiy, V.V. Pasinkov, B.M. Tareev /«Electrotechnical materials» г.Ленинград 1977г/;
11. S.E. Kumekov, K.S. Martirosyan, A.A. Saukhimov /Fabricate nanoparticle of  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  by solution combustion synthesis and study magnetic properties /News of Science Academy RK 2014 год/;
12. C. R. Serrao, J. R. Sahu, K. Ramesha, and C. N. R. Rao /Magnetoelectric effect in rare earth ferrites,  $\text{LnFe}_2\text{O}_4$ / JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 104, 016102 2008/;
13. Ying Linn, Haibo Yang, Jianfeng Zhu, Fen Wang. / $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}/\text{BaFe}_2\text{O}_9$  composite with giant dielectric constant and high magnetization/ Materials Letters 93 (2013) 230-232/;
14. YTTRIUM IRON GARNET /Deltronic Crystal Industries, Inc./.

Көмеков С.Е., Саухимов А.А., Мартиросян К.С.

**Solution combustion synthesis (SCS) әдісімен алынған иттриум ферритің диэлектрикалық қасиеттерін зерттеу**

**Түйіндемe:** Осы жұмыста solution combustion synthesis (SCS) әдісімен алынған иттриум ферритің температура (Т) мен жиілікке (f) тәуелділігінің диэлектрикалық қасиеттері ( $\epsilon_r$ , tg  $\delta$ ) зерттелеген. Алынған шамалар мәндері:  $\epsilon_r = 13 \sim 15$ , tg  $\delta = 10^{-3} \sim 10^{-5}$  өнеркәсіптің талабына сәйкес келеді, сондай-ақ solution combustion synthesis әдісін қолдану тиімді екенін көрсетеді.

**Тірек сөздер:** иттрий ферриті, solution combustion synthesis (SCS), диэлектриялық өткізгіштік, диэлектриялық шығындар.

Kumekov S.E., Saukhimov A.A., Martirosyan K.S.

**Исследования диэлектрических свойств феррита иттрия полученного методом solution combustion synthesis**

**Резюме:** В работе приводятся исследования диэлектрических свойств ( $\epsilon_r$ , tg  $\delta$ ) феррита иттрия полученного методом solution combustion synthesis (SCS) в зависимости от температуры (Т) и частоты (f). Полученные величины находятся в диапазоне предъявляемых требований для СВЧ ферритов в промышленности:  $\epsilon_r = 13 \sim 15$ , tg  $\delta = 10^{-3} \sim 10^{-5}$ , что свидетельствует об эффективности применения метода solution combustion synthesis.

**Ключевые слова:** феррит иттрия, solution combustion synthesis (SCS), диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери.

Kumekov S.E., Saukhimov A.A., Martirosyan K.S.

**Investigation of dielectric properties of yttrium ferrite fabricated by solution combustion synthesis (SCS)**

**Summary:** The paper presents an investigation of dielectric properties ( $\epsilon_r$ , tg  $\delta$ ) of yttrium ferrite fabricated by solution combustion synthesis depend from temperature (Т) and frequency (f).

The values obtained correspond to the requirements for microwave ferrites in the industry:  $\epsilon_r = 13 \sim 15$ , tg  $\delta = 10^{-3} \sim 10^{-5}$ , which indicates the effectiveness of the method of solution combustion synthesis.

**Key words:** yttrium ferrite, solution combustion synthesis (SCS), the dielectric constant and dielectric loss.

УДК 621.315.175

**М.А. Джаманбаев, Н. П. Токенов, Б. А. Имангалиев**  
(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ПРИ ПЛЯСКЕ РАСЩЕПЛЕННОЙ ФАЗЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ**

**Аннотация.** На основе линеаризованного уравнение движения рассматривается вопросы об аэродинамической устойчивости расщепленной фазы с двумя степенями свободы с учетом рассеивания энергии в колебательной системе. Для определения критической скорости ветрового потока, при котором наступает потеря устойчивости расщепленной фазы, применяется критерий устойчивости Гурвица. Анализируется зависимость критической скорости от параметров линий, натяжения провода и декремента затухания.

**Ключевые слова:** линия электропередачи, расщепленная фаза, пляска проводов, критерий устойчивости, критическая скорость ветра.

Как известно, предельные мощности, которые можно передать по линиям переменного тока, могут быть сильно увеличены не только за счет роста напряжения передачи, но и за счет расщепления провода фазы электропередачи на несколько проводов. Это улучшает электрические характеристики электропередачи. Однако, как показывает опыт эксплуатации, расщепленная фаза (РФ) наиболее подвержены к пляске, приводящие к снижению надежности транспортировки электроэнергии. Поэтому, исследование реакций расщепленной фазы линий электропередачи на ветровые воздействия в условиях гололеда и разработка мер борьбы с явлениями пляски являются одним из актуальных проблем сегодняшнего дня.

Работы [2, 4, 6, 7] посвящены изучению явлений пляски. В них в основном рассматриваются теоретические вопросы пляски, заключающиеся в составлении общей математической модели, позволяющей при заданных условиях определить главные характеристики колебательного процесса – интенсивности пляски. Кроме того, в работах [2, 4] большое внимание уделено мерам борьбы с явлениями пляски. Однако вопросы, связанные с потерями устойчивости проводов с гололедными осадками в ветровом потоке, не рассматриваются.

Задача аэродинамической неустойчивости упруго закрепленной пластины или профиля на пружинной подвеске в ветровом потоке рассматриваются в работах [1] и [10]. Однако, упруго закрепленная пластина или профиль не адекватно описывают поведение полномасштабных воздушных линий электропередачи.

Работе последних лет, посвященное определению критической скорости ветра, возбуждающих пляски одиночных проводов ВЛ можно отнести [5]. Такого рода работы, выполненные относительно РФ в настоящее время не встречается. В связи с этим, ниже рассматриваются вопросы аэродинамической неустойчивости РФ воздушной линии электропередачи. Данная исследования нацелены на определение критической скорости ветрового потока, при котором наступает потеря устойчивости РФ ВЛ.

РФ представляет собой пучок, состоящих из нескольких проводов. На рисунке 1 приведены наиболее часто встречающиеся конфигурация РФ.

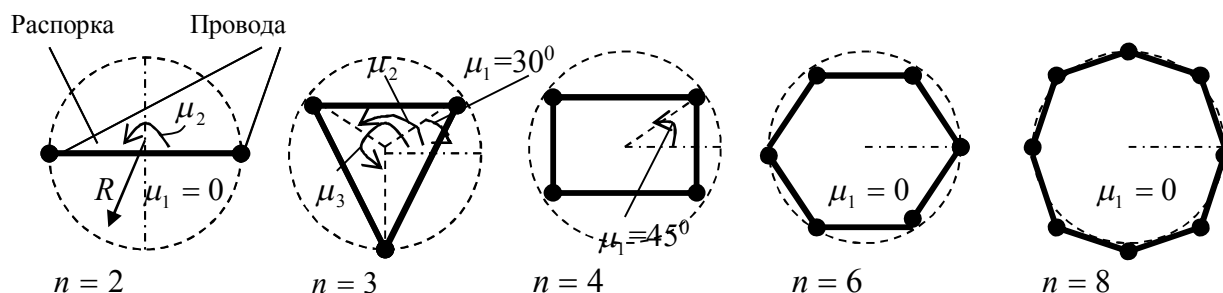


Рис. 1. Конфигурация расщепленных фаз.  $n$  – число проводов в фазе (число расщепления),  $R$  – радиус расщепления,  $\mu_i$  – угол, определяющие расположение  $i$ -го провода РФ в выбранной системе координат.

Если через  $\mu_1$  обозначить начальную угловую координату одного из проводов, условно принимаемого за первый, то угловые координаты остальных проводов РФ  $\mu_i$  определяются по формуле

$$\mu_i = \mu_1 + \frac{2\pi(i-1)}{n}; \quad i = 1 \div n$$

Если известно расстояния между соседними проводами в пучке  $h_{\Pi}$  (обычно составляет 0,4 м), то радиус расщепления  $R$  – определяется следующим образом

$$R = \frac{h_{\Pi}}{2 \sin(\pi/n)} = \frac{0,2}{\sin(\pi/n)}$$

В работе [8] выведена математическая модель пляски РФ с двумя степенями свободы. Движение РФ покрытым гололедом в ветровом потоке описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений 2-го порядка. Для исследования аэродинамической неустойчивости РФ нелинейные дифференциальные уравнения линеаризованы в окрестности начало координат. Результаты линеаризации приведены ниже (уравнение 1)

$$\left\{ \begin{array}{l} \ddot{a}(t) + \left( \frac{\delta_{\Lambda} \omega_{\Lambda}}{\pi} - k_1 V \right) \dot{a}(t) + \omega_{\Lambda}^2 a(t) + k_7 V^2 \varphi(t) = -k_9 V^4 \\ \ddot{\varphi}(t) + \frac{\delta_k \omega_{\Lambda}}{\pi} \dot{\varphi}(t) + (s_1 \omega_{\Lambda}^2 + k_{10} V^2) \varphi(t) - k_{10} V \dot{a}(t) = 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\text{где } \xi = \xi_0 V^2; \quad \xi_0 = \frac{\rho d_{\Gamma} C_{D0}}{2P_{\text{веп}}}; \quad b_2 = \frac{g \rho d_{\Gamma}}{P_p};$$

$$b_3 = \frac{b_2 d_{\Gamma}}{R^2}; \quad k_1 = \frac{2b_2}{\pi} (C_{D0} + C_{L0}); \quad k_7 = \frac{2b_2}{\pi} C_{L0}; \quad k_9 = b_2 C_{D0} \xi_0;$$

$$k_{10} = \frac{2b_3}{\pi} C_{M0}; \quad s_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos^2(\mu_i - \xi); \quad \omega_{\Lambda}^2 = \frac{\pi^2 g T}{P_p \ell^2} \left( 1 + \frac{8 E F P_p^2 \ell^2}{\pi^4 T^3} \right);$$

Здесь:  $a(t)$  и  $\varphi(t)$  - обобщенные координаты линейных и угловых перемещений,  $\xi$  - угол отклонения РФ под воздействием ветрового потока,  $\rho$  - плотность воздуха,  $d_{\Gamma}$  - характерный размер сечения гололедного осадка,  $\ell$  - длина пролета,  $T$  - натяжения отклоненного провода,  $E$  - модуль Юнга,  $F$  - площадь поперечного сечения провода,  $P_p$  - удельный вес провода при наличии гололеда,  $C_{L0}, C_{D0}$  и  $C_{M0}$  - постоянные аэродинамические коэффициенты (подъемной силы, лобового давления и аэродинамического момента),  $V$  - скорость ветрового потока,  $\omega_{\Lambda}$  - частота поперечного колебания линеаризованной системы,  $\delta_{\Lambda}$  и  $\delta_k$  - значение декремента линейного и крутильного движения

Решение систему уравнения (1) ищем в виде /1/

$$a(t) = A_0 e^{\lambda t} \quad \text{и} \quad \varphi(t) = \varphi_0 e^{\lambda t} \quad (2)$$

где  $A_0$ ,  $\varphi_0$  и  $\lambda$  - постоянные, которые следует подобрать так, чтобы система (1) обратилась в тождества.

Для получения нетривиальных решений необходимо  $\lambda$  выбрать так, чтобы определитель системы обратился в нуль

$$\left| \begin{array}{cc} \lambda^2 + \left( \frac{\delta \omega_{\Lambda}}{\pi} - k_1 V \right) \lambda + \omega_{\Lambda}^2 & k_7 V^2 \\ -k_{10} V \lambda & \lambda^2 + \frac{\delta \omega_{\Lambda}}{\pi} \lambda + (s_1 \omega_{\Lambda}^2 + k_{10} V^2) \end{array} \right| = 0$$

Раскрывая определитель, получим характеристическое уравнение 4 - го порядка

$$\lambda^4 + d_1 \lambda^3 + d_2 \lambda^2 + d_3 \lambda + d_4 = 0 \quad (3)$$



где

$$d_1 = \left( \frac{2\delta\omega_\Lambda}{\pi} - k_1 V \right);$$

$$d_2 = \left[ k_{10} V^2 - \frac{k_1 \delta\omega_\Lambda}{\pi} V + \omega_\Lambda^2 \left( 1 + \frac{\delta^2}{\pi^2} + s_1 \right) \right];$$

$$d_3 = \left[ k_{10} (k_7 - k_1) V^3 + \frac{k_{10} \delta\omega_\Lambda}{\pi} V^2 - k_1 s_1 \omega_\Lambda^2 V + \frac{\delta\omega_\Lambda^3}{\pi} (1 + s_1) \right];$$

$$d_4 = k_{10} \omega_\Lambda^2 V^2 + s_1 \omega_\Lambda^4;$$

Как известно, от знака вещественной части характеристического показателя  $\lambda$  зависит характер изучаемого движения. Поскольку постановка задачи заключается в установлении факта устойчивости или неустойчивости системы (без предварительного вычисления корней характеристического уравнения), то для анализа может быть применена критерий Гурвица /3/.

Главный определитель Гурвица

$$\Delta_4 = \begin{vmatrix} d_1 & d_3 & 0 & 0 \\ 1 & d_2 & d_4 & 0 \\ 0 & d_1 & d_3 & 0 \\ 0 & 1 & d_2 & d_4 \end{vmatrix}$$

Согласно Гурвицу, для того чтобы все корни полинома (3) имели отрицательные действительные части, достаточно, чтобы были положительными все диагональные миноры  $\Delta_4$ , т.е.

$$\Delta_1 = d_1 > 0; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} d_1 & d_3 \\ 1 & d_2 \end{vmatrix} > 0; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} d_1 & d_3 & 0 \\ 1 & d_2 & d_4 \\ 0 & d_1 & d_3 \end{vmatrix} > 0; \quad \Delta_4 = d_4 \Delta_3 > 0;$$

### Критическая скорость

В условий  $\Delta_1 = d_1 > 0$ , положив  $d_1 = 0$ , находим значение критической скорости ветра

$$V_{kp1} = \frac{2\delta\omega_\Lambda}{\pi k_1} = \frac{2P_P \delta\omega_\Lambda}{2g\rho d_\Gamma (C_{D0} + C_{L0})} \quad (4)$$

Следующее значение критической скорости ветра находится из условия

$$\Delta_2 = d_1 d_2 - d_3 = 0 \quad (5)$$

Подставляя числовые значения, получим кубическое уравнение относительно скорости ветра

$$V^3 + q_1 V^2 + q_2 V + q_3 = 0 \quad (6)$$

$$\text{где } q_1 = -\frac{\delta\omega_\Lambda}{\pi k_7 k_{10}} (k_1^2 + k_{10}); \quad q_2 = \frac{k_1 \omega_\Lambda^2}{k_7 k_{10}}; \quad q_3 = -\frac{(1+s_1)\delta\omega_\Lambda^3}{\pi k_7 k_{10}};$$

Для решения уравнений может быть использован итерационный метод определения корней характеристического уравнения [9]. Расчет по этому методу производится с помощью ряда последовательных приближений. Процесс расчета достаточно быстро сходится. В результате применения этого метода удается разложить уравнений 3-го порядка в виде (в предположении, что наименьший по модулю корень - действительный)

$$(V + \alpha)[V^2 + (q_1 - \alpha)V + (q_2 - \beta)] = 0 \quad (7)$$

$$\text{где } \alpha = \frac{q_3}{q_2 - \beta}; \quad \beta = \alpha(q_1 - \alpha);$$

Начальное (первое) приближение определяется при  $\beta = 0$ .

$$\alpha = \frac{q_3}{q_2} = -\frac{(1+s_1)\delta\omega_\Lambda}{\pi k_1};$$

Подставляя в уравнение (7), находим нижнюю границу значение критической скорости в первом приближении

$$V_{kp2} = \frac{(1+s_1)\delta\omega_\Lambda}{\pi k_1} = \frac{(1+s_1)P_p \delta\omega_\Lambda}{2g\rho d_\Gamma (C_{D0} + C_{L0})} \quad (8)$$

Корни второй скобки уравнение (7) – комплексные сопряженные.

Второе приближение не дает существенную поправку, поэтому в дальнейшем ограничимся начальными приближениями.

Из условия

$$\Delta_3 = d_1 d_2 d_3 - d_1^2 d_4 - d_3^2 = 0 \quad (9)$$

получим очередное уравнение для критической скорости ветрового потока (в процессе преобразования пренебрегли членами, несущественно влияющие на конечный результат)

$$V^6 + q_1 V^5 + q_2 V^4 + q_3 V^3 + q_4 V^2 + q_5 V + q_6 = 0 \quad (10)$$

где

$$q_1 = -\frac{k_1 \delta\omega_\Lambda}{\pi k_7 (k_1 - k_7)} \left[ 1 + \frac{2k_1 (k_1 - k_7)}{k_{10}} \right]; \quad q_2 = -\frac{k_1 (1-s_1) \omega_\Lambda^2}{k_{10} (k_1 - k_7)};$$

$$q_3 = -\frac{k_1^3 s_1 \delta\omega_\Lambda^3}{\pi k_7 k_{10}^2 (k_1 - k_7)} \left[ 1 - \frac{2k_{10} (1-s_1)}{k_1^2 s_1} \right]; \quad q_4 = -\frac{2(1+s_1) \delta^2 \omega_\Lambda^4}{\pi^2 k_7 k_{10} (k_1 - k_7)};$$

$$q_5 = -\frac{k_1 (1-s_1)^2 \delta\omega_\Lambda^5}{\pi k_7 k_{10}^2 (k_1 - k_7)}; \quad q_6 = \frac{(1+s_1)^2 \delta^2 \omega_\Lambda^6}{\pi^2 k_7 k_{10}^2 (k_1 - k_7)};$$

Аналогично, разложив левой части (10) на множители, получим

$$(V + \alpha)[V^5 + (q_1 - \alpha)V^4 + (q_2 - \beta)V^3 + (q_3 - \gamma)V^2 + (q_4 - \psi)V + (q_5 - \theta)] > 0 \quad (11)$$

где значения  $\alpha$ ;  $\beta$ ;  $\gamma$ ;  $\psi$ ;  $\theta$ ; определяется согласно выражениям

$$\alpha = \frac{q_6}{q_5 - \theta}; \quad \beta = \alpha(q_1 - \alpha); \quad \gamma = \alpha(q_2 - \beta); \quad \psi = \alpha(q_3 - \gamma); \quad \theta = \alpha(q_4 - \psi);$$

Первое приближение определяется при  $\theta = 0$ .

$$\alpha = \frac{q_6}{q_5} = - \frac{(1 + s_1)^2 \delta \omega_\Lambda}{\pi k_1 (1 - s_1)^2}$$

Из первой скобки уравнение (11) находим значение критической скорости в первом приближении

$$V_{kp3} = \frac{(1 + s_1)^2 \delta \omega_\Lambda}{\pi k_1 (1 - s_1)^2} = \frac{(1 + s_1)^2 P_P \delta \omega_\Lambda}{2g(1 - s_1)^2 \rho d_\Gamma (C_{D0} + C_{L0})} \quad (12)$$

Вторая скобка уравнение (11) дает два корня с отрицательным знаком, одна пара комплексных корней и один корень положительный. При положительном корне модуль скорости ветра получается более 40 м/сек, что колебания РФ практический невозможно. Поэтому, вторую скобку уравнение (11) исключаем из анализа.

Условие  $\Delta_4 = d_4 \Delta_3 > 0$  выполняется при  $\Delta_3 > 0$ , поскольку коэффициент  $d_4 > 0$  при любых скоростях ветра.

Критические скорости ветра, определяющие границы устойчивости РФ располагается в порядке возрастания следующим образом

$$V_{kp2} < V_{kp1} < V_{kp3} \quad (13)$$

Следует отметить, что из условий Гурвица самым жестким оказывается условие  $\Delta_2 > 0$ , которое приводит к критической скорости

$$V_{kp2} = \frac{(1 + s_1) P_P \delta \omega_\Lambda}{2g \rho d_\Gamma (C_{D0} + C_{L0})} = \frac{\pi (1 + s_1) P_P \delta}{2g \rho d_\Gamma \ell (C_{D0} + C_{L0})} \sqrt{\frac{gT}{P_P} \left( 1 + \frac{8EFP_P^2 \ell^2}{\pi^4 T^3} \right)} \quad (14)$$

При условии  $V \geq V_{kp2}$  устойчивость расщепленной фазы нарушается, то есть колебательное движение с течением времени нарастает.

Как следует из формулы (14), критическая скорость зависит от параметров самой линии и аэродинамической характеристики осадка. В качестве примера, на рисунке 2 приведены изменение критической скорости пляски РФ в зависимости от различных параметров. Расчет выполнен для провода марки АС-300/39 со следующими характеристиками:  $E = 7700$  ДаН/мм<sup>2</sup>;  $F = 339,6$  мм<sup>2</sup>; удельная результирующая нагрузка на провод принять равным  $P_P \approx 1,32$  ДаН/м; Для  $n = 2$ :  $R = 0,2$  м и  $s_1 = 1$ ; Для  $n = 3$ :  $R = 0,23$  м и  $s_1 = 0,5$ ; При расчетах приняты  $\delta_\Lambda \approx \delta_k = \delta$ . Результаты расчетов приведены на рисунках 2 – 5.

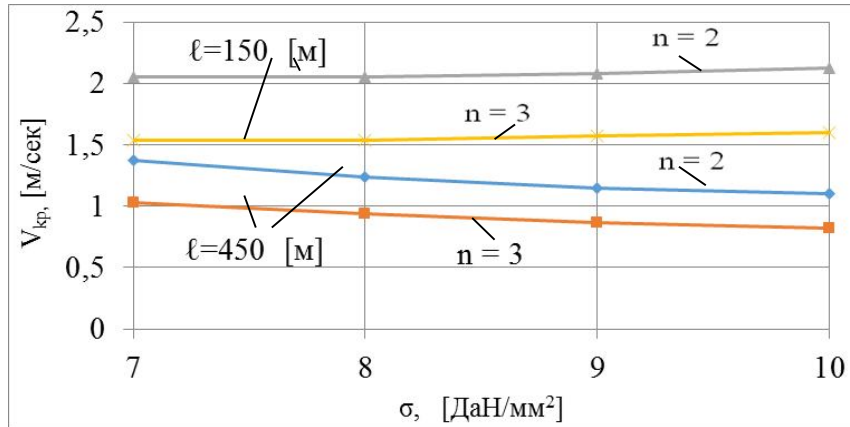


Рис. 2. Зависимость критической скорости от механического напряжения провода.

Расчеты выполнены при:  $\rho = 0,12$  Дан  $c^2/m^4$ ;

$d_{\Gamma} = 0,04$  м;  $\delta = 0,1$ ;  $C_{D0} = 0,87$ ;  $C_{L0} = 4$ ;

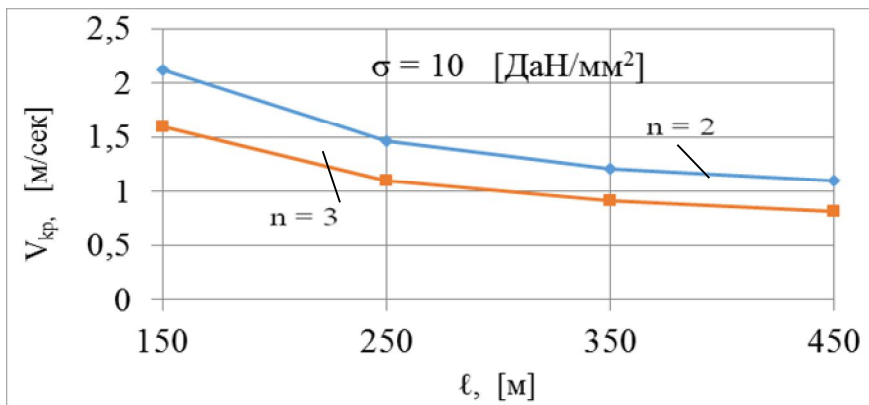


Рис. 3. Зависимость критической скорости от длины пролета. Расчеты выполнены при:

$\rho = 0,12$  Дан  $c^2/m^4$ ;  $b_{\Gamma} = 0,04$  м;  $\delta = 0,1$ ;  $C_{D0} = 0,87$ ;  $C_{L0} = 4$ ;  $\sigma = 10$  [Дан/мм<sup>2</sup>];

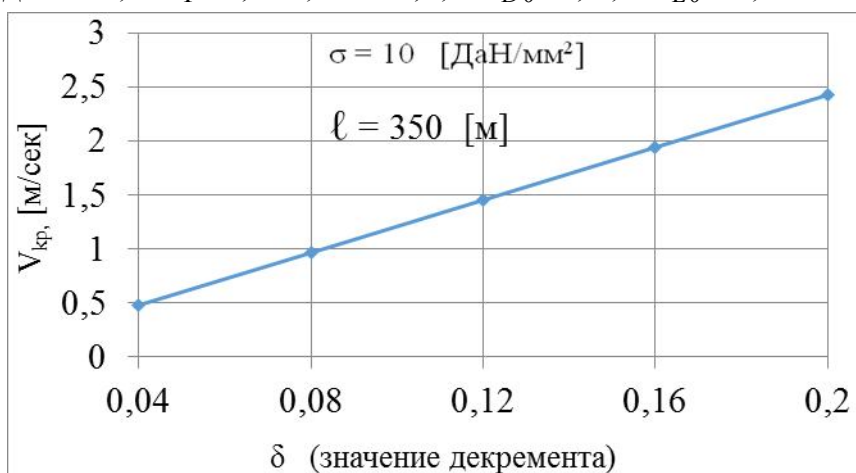


Рис. 4. Зависимость критической скорости от декремента затухания

Расчеты выполнены при:  $\rho = 0,12$  Дан  $c^2/m^4$ ;  $b_{\Gamma} = 0,04$  м;  $n=2$ ;  $C_{D0} = 0,87$ ;  $C_{L0} = 4$ ;  $\sigma = 10$  [Дан/мм<sup>2</sup>];

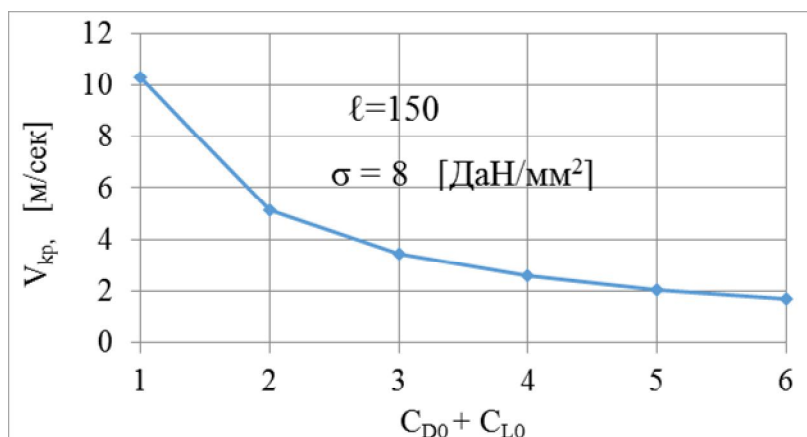


Рис. 5. Зависимость критической скорости от аэродинамических коэффициентов. Расчеты выполнены при:

$$\rho = 0,12 \text{ ДаН } c^2/m^4; \quad b_{\Gamma} = 0,04 \text{ м}; \quad \text{и} \\ n = 2;$$

### Основные выводы

1 Выполненные расчеты показывает (рисунки 2 и 3), что теоретический РФ состоящая из двух проводов более устойчив к возникновению пляски по сравнению РФ состоящей из трех проводов. Однако, на практике при одних и тех же условиях они подвержены к пляске равновероятно, поскольку отличие модуля критической скорости для этих конструкции РФ ничтожны малы.

2 Увеличение длины пролета уменьшает величину критической скорости ветра, следовательно, с увеличением длины пролета уменьшается аэродинамическая устойчивость РФ.

3 Влияние механического напряжения на величину критической скорости неоднозначно. Для небольших длин пролетов увеличение напряжения сопровождается увеличением модуля критической скорости, а с увеличением длины пролета это закономерность выполняется наоборот. Это связано со сложной зависимостью между частотой колебания, длиной пролета и механического напряжения провода.

4 С увеличением декремента колебания модуль критической скорости увеличивается. Это обстоятельство может быть использовано при разработке меры борьбы с явлениями пляски проводов.

5 Для повышения аэродинамической устойчивости РФ, необходимо уменьшить величину коэффициентов аэродинамической характеристики гололедного осадка. Этому можно достигнуть, например, путем установки таких гасителей, аэродинамические характеристики которых противоположные по знаку аэродинамической характеристике гололедного осадка.

6 Линейная постановка задач позволяет определить условия возникновения колебательного процесса, но не дает возможности предсказать последующее развитие колебаний, поскольку не учтены нелинейные составляющие колебательного процесса. Тем не менее, линейная постановка дает возможность качественно оценить влияние того или иного параметра на критическую скорость ветрового потока, следовательно на аэродинамическую устойчивость РФ.

### ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем.-М.: «Наука», 1979. 384 стр.
- 2 Бекметьев Р.М., Жакаев А.Ш., Ширинских Н.В. Пляска проводов воздушных линий электропередачи.- Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1979. 152 стр.
- 3 Гуляев В.И., Баженов В.А., Попов С.Л. Прикладные задачи теории нелинейных колебаний механических систем.-М.: «Высшая школа», 1989. стр. 384
- 4 Яковлев Л.В. Пляска проводов на воздушных линиях электропередачи и способы борьбы с нею.- М.: НТФ «Энергопрогресс», «Энергетик», 2002.стр 101
- 5 Горин В.Я., Давидсон Н.Н., Марасина Е.А. Методика определения критической скорости ветра при пляске проводов воздушных ЛЭП. – Наукові праці ДонНТУ, серія «Електротехніка і енергетика», вип. 9(158).- Донецьк, 2009. 6 стр. /gorin@elf.dgtu.donetsk.ua/

6 Murat A. DJAMANBAYEV, (Kazakh National Techn. University – Almaty, Kazakhstan), Alexander A. VINOGRADOV (JSC “Elektrosetjstroyproekt” - Moscow, Russia) OBSERVATIONS OF GALLOPING IN THE NORTHERN PART OF KAZAKHSTAN. – Seventh International Symposium on CABLE DYNAMICS, Vienna (Austria), December 10-13, 2007

7 Fedor N.SHKLYARCHUK, Alexander N. DANILIN, Jean-Louis LILIEN, Dmitry V. SNEGOVSKIY, Alexander A. VINOGRADOV, Murat A. DJAMANBAYEV Nonlinear aeroelastic vibrations and galloping of iced conductor lines under wind.- Seventh International Symposium CABLE DYNAMICS Vienna (Austria), December 10-13, 2007

8 Джаманбаев М.А., Токенов Н. Математическая модель пляски расщепленной фазы воздушных линий электропередачи (анкерный пролет) /труды II – международной научной конференции «высокие технологии – залог устойчивого развития», 23-24 мая, 2013 /.- Алматы, КазНТУ им. К.И. Сатбаева, 2003, II том, 5 стр.

9 Агейкин Д.И., Балашов М.А., и др. Руководство по проектированию элементов и систем автоматики.- М.: «Оборонная промышленность», 1959. 248 стр.

10 Марчевский Л.К. Математическое моделирование обтекания профиля и исследования его устойчивости в потоке по Ляпунову /автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук/.-М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008

Джаманбаев М.А., Токенов Н. П., Имангалиев Б. А.

**Мұз қатқан тарамдалған фазаның жел өтіндегі билеуін тудыратын желдің жылдамдығын анықтау**

**Андатпа.** Мақалада мұз қатқан тарамдалған фазаның жел өтіндегі аэродинамикалық орнықтылығы қарастырылған. Орнықтылықты айқындауда Гурвиц критерийі қолданылды. Нәтижесінде тарамдалған фазаның жел өтіндегі билеуін тудыратын желдің критикалық жылдамдығы анықталды. Жел жылдамдығына әсер етуші факторлар талданып, мақала соңында сәйкесінше қорытындылар жасалған.

**Кілттік сөздер:** әуе желісі, тармақталған фаза, сымдардың билеуі, орнықтылық критерийі, желдің критикалық жылдамдығы

Jamanbayev M. A. , Tokenov N.P., Imangaliev B.A.

**Determination of the critical speed of the wind flow at Dances splitting PHASE AIR LINES**

**Summary:** On the basis of the linearized equation of motion, shall consider the aerodynamic stability of the split phase with two degrees of freedom with the power dissipation in the oscillatory system. To determine the critical speed of the wind flow in which occurs the loss of stability of the split phase, Hurwitz stability criterion is applied. The dependence of the critical speed of the line parameters, tension wires and the damping rate. At the end of draw appropriate conclusions.

**Key words:** power line, split phase wires dance, stability criterion, the critical wind speed

УДК: 04.58: 04.07.05

<sup>1</sup>Г.А. Шангытбаева, <sup>2</sup>Н.П. Карпинский, <sup>3</sup>Ж. Жумагалиева

<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Бельско-Бияльская техническо-гуманитарная академия, Бельско – Бияла, Польша

<sup>3</sup>Актюбинский региональный государственный университет имени К.Жубанова,

Актобе, Казахстан, [gul\\_janet@mail.ru](mailto:gul_janet@mail.ru)

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ ОТ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

**Аннотация.** Освещены особенности построения и моделирования методов защиты технических каналов во взаимосвязи с разработкой и исследованием эффективных методов, алгоритмов отслеживания источника атаки на отказ в обслуживании, в частности, методов вероятностной маркировки пакетов, а также с учетом способности инициатором атак обрабатывать маркированные пакеты, осуществляя атаки типа DoS / DDoS / DRDoS. Получено, что фальсификация пакетов в компьютерных сетях (КС) затрудняет отслеживание источника атаки для пользователя и вызывает определенную энтропию относительно узлов. Проведен анализ моделирования системы защиты КС, который показал необходимость исследования фактора неопределенности трафика с использованием метода вероятностной маркировки пакетов на маршрутизаторах.

**Ключевые слова:** компьютерные сети, распределенные сетевые атаки, DoS – атаки, DDoS – атаки, DRDoS – атаки, устойчивость к атакам, маршрутизаторы.

**Введение**

Уровень устойчивости КС к атакам типа DoS / DDoS / DRDoS обеспечивается на основании способности обеспечить возможность ее функционирования в зависимости от количества отказов и услуг, доступных после отказа. Компьютерно исследование метода вероятностной маркировки пакетов для отслеживания источника атаки на отказ в обслуживании с применением схемы аутентификации словаря, который состоит из проверенного источника и многих ненадежных каталогов. Рассматриваемая схема подлинности словаря обеспечивает строгую аутентификацию маршрутизаторов, не требуя от них подписи для любого сообщения. Для предотвращения атак типа DoS / DDoS / DRDoS эффективно подход вероятностной маркировки пакетов с использованием процедуры TTL, применение которой позволяет выявлять и воспроизводить схему организации атаки в самом способе. Используя предложенный метод, пользователь может восстановить граф атаки и отследить источник атаки за короткий промежуток времени [1].

**Анализ отслеживания атак на отказ в обслуживании в компьютерной сети**

Относительно пользователя в КС каждый ее узел имеет одинаковую неопределенность. Поэтому основной задачей для отслеживания источника атаки является определение фактора неопределенности  $m$ . Для того, чтобы усложнить обработку данных и отслеживания, при реализации

атак на отказ в обслуживании, инициатор атак пытается увеличить значение  $m = \sum_{i=1}^M m_i$  для

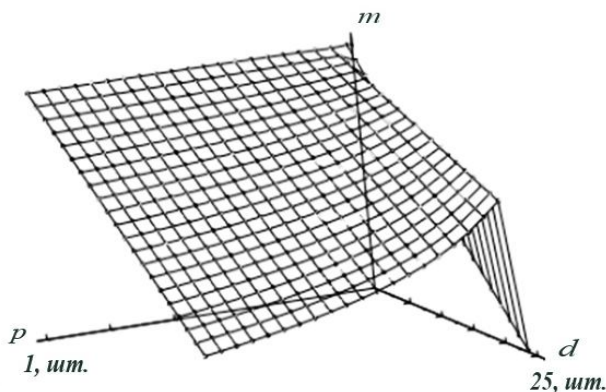
сообщения  $M$  отдельно для каждого скомпрометированного узла.

В реализации атаки могут участвовать совместно несколько хостов, затрудняющие отслеживание основного источника атаки для пользователя. Поэтому, возникает необходимость в исследовании фактора неопределенности для ресурса КС с использованием метода вероятностной маркировки пакетов на маршрутизаторах.

А фактор неопределенности для ресурса КС можно смоделировать так:

$$\sum_{i=1}^M m_i = \sum_{i=1}^M \frac{\alpha_{i,0}(p)}{\alpha_{i,1}(p)} = \sum_{i=1}^M \frac{(1-p)^{d_i}}{p(1-p)^{d_i-1}} = \sum_{i=1}^M \frac{1}{p} = M \left( \frac{1}{p} - 1 \right). \quad (1)$$

Проведем модельный эксперимент согласно эмпирической моделью ресурса компьютерной сети (1), результаты которой обобщены на рисунке 1.



**Рис. 1.** Результаты моделирования атаки типа DoS / DDoS / DRDoS в КС:  $m$  – фактор неопределенности;  $p$  – вероятность изменения маркировки пакета инициатором атак;  $d$  – количество узлов на пути атаки DoS / DDoS.

Результаты смоделированного эксперимента показали, что во время атаки типа DoS / DDoS / DRDoS, при росте количества скомпрометированных узлов в КС увеличивается фактор неопределенности  $m$  и затрат на обработку данных, понесенных пользователем для отслеживания атак.

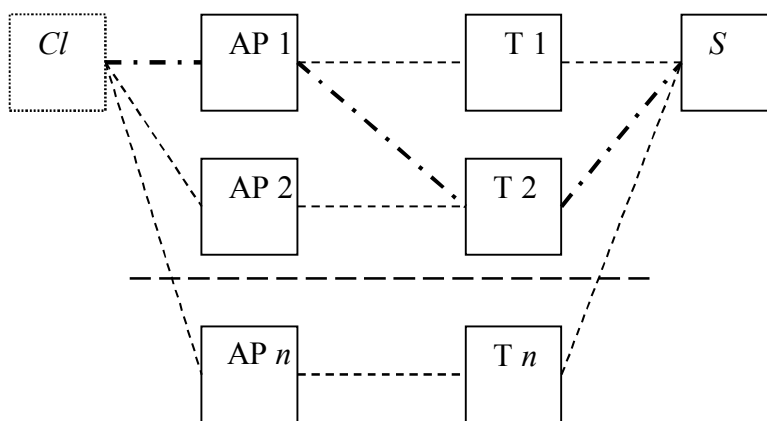
Хотя всегда есть возможность у инициатора атак препятствовать отслеживанию основного источника атаки, пользователь может уменьшить фактор неопределенности, используя различную вероятность маркировки пакетов на маршрутизаторах.

Для отслеживания одного источника атаки эффективным представляется метод вероятностной маркировки пакетов, но для атак типа DoS / DDoS / DRDoS коэффициент неопределенности может значительно превышать коэффициент распределения  $M$ . В таком случае для пользователя сложно будет отследить основной источник атаки [2-3].

**Устойчивость к атакам на отказ в обслуживании архитектура компьютерной сети**

Обычно, структура компьютерной сети состоит из двух основных типов узлов, точек входа и точек назначения, взаимосвязи между ними (рисунок 2). Здесь обозначено:  $Cl$  – клиент,  $AP 1, AP 2, \dots, AP n$  – точки доступа,  $T 1, T 2, \dots, T n$  – точки назначения,  $S$  – сервер. Точки доступа служат точками входа сети; все клиенты получают услуги через точки входа. В точках назначения происходит конечная стадия коммуникации с сервером в сети.

Это может быть установлено или физическим связью, или пакетными фильтрами серверов, которые позволяют только движение пакетов к точкам назначения и в обратном направлении. Если точки входа обычно публично известные, то точки назначения целом конфиденциальные. Однако, только точки входа и точки назначения знают пути друг к другу и способны осуществить безопасную связь.



**Рис. 2.** Архитектура сети устойчивой к атакам на отказ в обслуживании

Задачей устойчивой к атакам КС является обеспечение безопасной коммуникации между клиентом и сервером. Наша модель защиты от нападения заключается в следующем:

- Только точки входа знают путь к точкам назначения;
- Точки входа является публично известными и доступными;
- Злоумышленник попытается разрушить коммуникацию сначала с помощью компрометации точек входа, а затем – начиная DoS атаку для блокирования точек назначения;
- Точки входа или точки назначения будут блокированы, если они не будут обслуживать клиента.

Устойчивость к отказам гарантирует доступность информационных ресурсов КС после отказа ее компонента. Уровень устойчивости КС к атакам на отказ в обслуживании обеспечивается на основании способности обеспечить возможность ее функционирования в зависимости от количества отказов и услуг, доступных после отказа. Большое количество нерабочих компонентов КС приводит к снижению характеристик обслуживания или недоступности услуги в целом. Отказ одного защищенного компонента не должен приводить к недоступности всех услуг, в худшем случае может проявляться в снижении характеристик качества обслуживания.

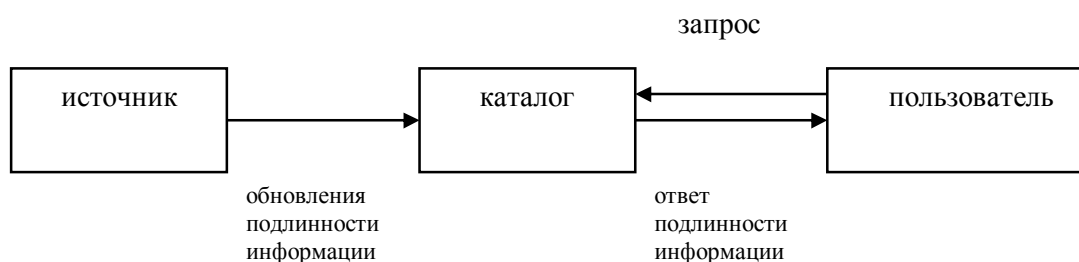
Поэтому, чтобы обеспечить соответствующий уровень обслуживания, целесообразно воспользоваться представленной на рисунке 2 архитектурой сети, устойчивой к DoS / DDoS / DRDoS атак [4-5].



### Идентификация и аутентификация маршрутизатора

Целесообразно рассмотреть случай, когда пользователь, не зная универсального дерева  $U$ , отслеживает инициатора атак, применяя случайно ссылки. Этот подход основан на использовании сообщения  $M_X$ . То есть,  $M_X$  содержит  $X$  на 32-битный IP-адрес.

Одним из методов аутентификации маршрутизатора является схема аутентификации словаря, который состоит из проверенного источника и многих ненадежных каталогов (рисунок 3). Проверенный источник создает и поддерживает базу данных словаря  $D$ , объектов, которые хранятся в виде пары значение ключа  $(k, o)$ . Каталоги отвечают на запросы от клиента-пользователя значением ключа для  $D$ .



**Рис. 3.** Схема аутентификации словаря

В ответ на запрос значения ключа клиент дает ключ  $k$  и посылает запрос каталога, чтобы вернуть объект  $o$  в  $D$ , для которого  $k$  является ключом. Если существует такой объект, то каталог возвращает его. Если нет, то каталог возвращает специальное иное значение. В любом случае каталог проверяет, в зависимости от стандартных криптографических предположений, или ответ, который бы должен был поступить от источника, является текущей и истинной. Кроме того, за счет развертывания многих каталогов, которые есть в сети, используется проверка подлинности словаря, что позволяет уменьшить время ожидания ответа и является эффективным способом против атаки на отказ в обслуживании. Целесообразно проверить словаря для различных схем трассировки, обеспечение строгой аутентификации маршрутизаторов, не требуя от них подписи для любого сообщения [6-7].

### Метод хэш-кода аутентификации сообщения с индивидуальным ключом экспозиции и его моделирование

Один из способов аутентификации маршрутизаторов состоит в определении для каждого маршрутизатора  $X$  последовательности тайных ключей  $K_{X,0}, K_{X,1}, \dots$ . Тогда, для пользователя  $V$  нужно определить сообщением  $M_X$ . Маршрутизатор  $X$  включает в себя значение кода  $HMAC$  (Hash-based message authentication code) с  $h(V \| K_{X,t})$ , где  $h$  является односторонней криптографической хэш-функцией, а  $t$  – квантовый время счетчика, при котором можно считать, что является синхронизация между маршрутизаторами и пользователем. Для уменьшения вероятности повторения атаки, целесообразно внести значение  $V$  в  $HMAC$ . То есть, найти ключ  $K_{X,t}$  для маршрутизатора  $X$  в квантовом времени  $(t + 2)$ . Для этого нужно осуществить проверку подлинности словаря для каждой автономной системы ( $AC$ ), источником которого является администратор  $AC$ . Целесообразно предположить, что этот администратор распределяет тайные ключи для маршрутизаторов. Следовательно, нет никакого риска атаки на хэш-функцию  $h$ , а данные фиксируются для пользователя  $V$  с текущим квантовым время  $t$ . В таком подходе добавляются, например 32, 48 или 64 бит сообщению  $M_X$  в зависимости от аутентификации маршрутизатора  $X$ .

$HMAC$  сообщения ключа экспозиции: альтернативная схема с применением последовательности тайных ключей  $K_{X,0}, K_{X,1}, \dots$ , но включая  $K_{X,t-2}$  в сообщении  $M_X$  течение квантового времени  $t$ . Таким образом, маршрутизатор  $X$  раскрывает тайный ключ, использованный в  $HMAC$ . В этом случае целесообразно создать последовательность ключей как хэш-цепочка с

помощью односторонней криптографической хэш-функции  $g$  так, чтобы  $K_{X,i} = g(K_{X,i+1})$ . Затем нужно хранить только  $K_{X,0}$  в аутентификации словаря для  $X$ -го маршрутизатора автономной системы. Для любого  $K_{X,t}$  пользователь может определить ключ, используя значение  $t$  из функции  $g$ . Таким образом, этот подход позволяет уменьшить объем работы для администратора АС. Администратор вместо обнаружения ключей с каждым квантовым временем, раскрывает базы хэш-цепочки каждого маршрутизатора. Поскольку ключи определяются с помощью хэш-цепочки, то для пользователя требуется выполнить  $t$  хэш вычислений для каждого маршрутизатора в дереве атаки. Для пользователя такой объем работы может быть незначительным, если количество маршрутизаторов в дереве атаки  $T$  является меньше, чем 1000 [8-9].

**Маркировка пакетов и восстановление графа**

При отслеживании IP адреса инициатора атаки используется пространство заголовка пакета для записи пути, пройденного пакетом. Целесообразно рассмотреть процесс, где каждый маршрутизатор пересылает пакеты, выполняя функции маршрутизации, и вписывает собственно ID в выделенном пространстве заголовка пакета. Поэтому пользователь получает маркированный пакет, который дает возможность исследовать путь, пройденный этим пакетом.

Данной схеме присущ ряд недостатков:

- Отсутствует фиксированная длина пакета, не позволяющая сделать предварительное распределение пространства в предыдущем заголовке пакета;
- Инициатор атак может повлиять на информацию о пути следования пакета по сети;
- Маршрутизатор может внести ложные изменения в заголовок пакета.

Согласно алгоритму вероятностной маркировки пакетов записывается пройденный путь вероятностным образом с атакующего узла к пользователю, вместо записи полной информации о пути пакета. Информация о пакете с атаки с помощью маршрутизаторов кодируется в трех маркировочных полях, а именно начало, конец и расстояние. Начальная и конечная точки используются для накопления IP-адреса маршрутизатора, которые присутствуют в маркированных крайних конечных точках. Такой подход применяется для того, чтобы проследить за работой пользователя, чтобы пакет прошел через маркированный путь с помощью алгоритма вероятностной маркировки пакетов маршрутизатором  $R$  (рисунок 4).

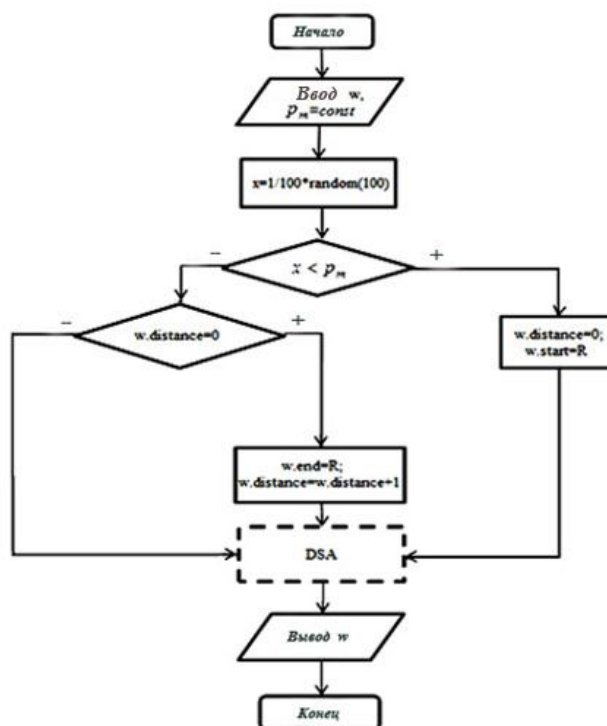


Рис. 4. Алгоритм маркировки пакетов на 'R' маршрутизаторе

Пользователь  $V$  после получения пакета отфильтровывает немаркированные пакеты. Затем, с помощью алгоритма восстановления графа собирает все полученные пакеты и восстанавливает граф атаки (рисунок 5).

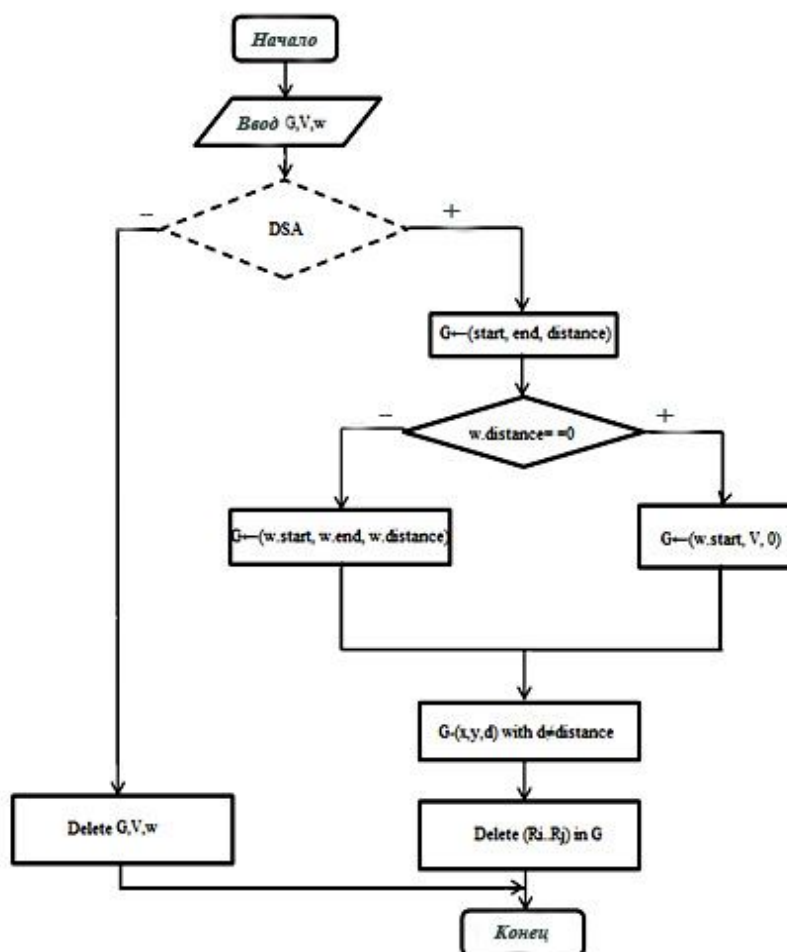


Рис. 5. Алгоритм восстановления графа атаки

Отфильтровав все немаркированные пакеты и восстановив граф атаки, пользователь отслеживает источник атаки [10-12].

### Выводы и рекомендации

1. В статье модельно исследовано влияние атак на отказ в обслуживании на фактор неопределенности. Получено, что при увеличении количества скомпрометированных узлов в КС растет фактор неопределенности, что затрудняет отслеживание источника атаки. Показано, что для ограничения влияния атак DoS / DDoS / DRDoS на фактор неопределенности следует применять метод вероятностной маркировки пакетов с разной вероятностью.

2. Предложена архитектура устойчивой сети к атакам на отказ в обслуживании, где точки назначения соединены с несколькими точками входа, и проведено моделирование ее функционирования с учетом атак DoS / DDoS / DRDoS, благодаря чему при компрометации одной из точек доступа инициатором атак информационные данные передаются к точкам назначения через другие доступные точки доступа.

3. Показано, что предложенный метод вероятностной маркировки пакетов зависит от процедуры  $TTL$ , что позволяет на практике правильно восстановить граф атаки и предотвратить подделки значений вероятности маркировки инициатором атак по сравнению с алгоритмом  $PPM$ . Используя данный метод, пользователь восстановит граф атаки за короткий промежуток времени. Доказано, что для предотвращения атак типа DoS / DDoS / DRDoS эффективно подход вероятностной маркировки пакетов с использованием процедуры  $TTL$ , применение которого позволяет выявлять и

воспроизводить схему организации атаки в самом способе и является особенно важным и целесообразным на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Korkiszko T., Wasylcow I., Dubczak L., U. Jacykowska Types of attacks on transmission systems and information security. // Safety Information / M. Karpinski. – Warsaw: Publishing Measurement Control Automation. – ISBN 978–83–930505–3–6. – Раздел в монографии. – Rozd. 1. – pp. 21–81. 2012.
2. Aleksander M. Features of Denial of Service Attacks in Information Systems. // Информатика и математические методы в моделировании. – Том 2, № 2. –129–133 с. 2012.
3. Karpinski M. Badania realizacji rozproszonych ataków w sieci komputerowej. // Wiedza w Technologii Telekomunikacyjnych i Optyka KTTO 2011 / red. M. Voznak, J. Skapa, I. P. Kurytnik, B. Borowik. – Szczyrk, Polska: Wydawca VSB–Uniwersytet Techniczny w Ostrawie, Czechy, 2011. – P. 226–228. – ISBN 978–80–248–2399–7. – Раздел в монографии.
4. Karpinski M.P. Modeling network traffic computer network in implementation attacks such as DOS / DDOS. // Information Security, American Psychological Association. Ethical standards of psychologists. Washington, DC: American Psychological Association. №1 (5), pp. 143 – 146, 2011.
5. Shangybaeva G., Karpinski M. Architecture and Program Realization of System of Detection of Network Attacks to Denial of Service. // International Conference on “Global Issues in Multidisciplinary Academic Research” GIMAR–2015, Dubai, UAE, 05–06 January, 2015.
6. Wu T., Zhang H., Ma J. Zhang, S. Intelligent DDoS attack defence model. // Lecture Notes in Electrical Engineering, 2014.
7. Karpinsky M., Kinakh Y. Reliability of RSA Algorithm and its Computational Complexity // Computing. – Vol. 2. –Issue 3. –pp. 119–122, –2003.
8. Shyrochyn V., Karpinsky M., Vasytsov I., Karpinsky B. Information flow model to realize differential fault analysis // Scientific Journal of the Bielsko–Biala University. – 2004. – No 17. – Issue 6. – S. 117–121.
9. Wang J. and Chien A.A. Using overlay networks to resist denial of service attacks. //Submitted to ACM Conf. on Computer and Comm. Security, October, 2003.
10. Michael T. Goodrich. Probabilistic Packet Marking for Large–Scale IP Traceback. // IEEE / ACM Transactions on networking, vol.10, no. 10, January, 2007.
11. Ioannidis J. and Bellovin S.M. Implementing pushback: Router–based defense against DDoS attacks. // In Proceedings of Network and Distributed System Security Symposium. The Internet Society, 2002.
12. Stone R. Center Track: An IP overlay network for tracking DoS floods. // In Proc. of 9th USENIX Security Symposium, August, 2000.

Шанғытбаева Г.А., карпинский Н.П., Жұмағалиева Ж.

**Ақпаратты жариялауда техникалық арналарды қорғаудың математикалық модельдеуі**

**Түйіндеме.** Мақалада “қызмет көрсетуден бас тарту” шабуыл көздерін бақылау алгоритмі мен әдістерін тиімді зерттеу және құрумен байланысты техникалық арналардың қауіпсіздік әдістерін үлгілеу және тұрғызу мәселелері қарастырылған. Соның ішінде пакеттерді маркерлеу мүмкіндік әдісі қарастырылады. Жұмысты жүргізу нәтижесінде компьютерлік желілердегі пакеттерді бұрмалау қолданушылар үшін шабуылдар көздерін анықтауды қиындата түсетіндігін және түйіндерде белгілі бір кедергілердің болатындығын көрсетті. Компьютерлік желілерді қорғау жүйелерін үлгілеу есептері келтірілді. Ол есептер маршрутизаторларда пакеттерді маркерлеу мүмкіндік әдісін қоладнудың тиімділін нақтылай түсті.

**Түйін сөздер:** компьютерлік желілер, бөлісті желілік шабуылдар, DoS – шабуылдар, DDoS – шабуылдар, DRDoS – шабуылдар, шабуылдарға қарсы тұрақтылық, маршрутизаторлар.

Shangybaeva G.A., Karpinski M.K., Zhumagalieva Z.

**Mathematical modeling of technical channels from information leakage**

**Abstract.** The article highlights the features of construction and modeling methods for protecting industrial channels in conjunction with the research and development of effective methods, algorithms for tracking the source of attacks against denial of service, in particular, the methods of probabilistic packet marking, as well as the ability to initiate attacks handle labeled packets carrying attack type of DoS / DDoS / DRDoS. It was found that the falsification of packets in computer networks difficult to track the source of attack for the user and is the definition of entropy relative to the nodes. The analysis of the simulation system for computer networks, which showed the need for the study of uncertainty traffic with the use of probabilistic packet marking on the router.

**Key words:** computer networks, distributed network attacks, DoS – attacks, DDoS – attacks, DRDoS – attack, attack resistance, routers.

УДК 681.587.5

**К.С. Шоланов, Ж.С. Бигалиева**

(Казахский национальный технический университет им.К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, email: zhanka\_s\_81@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ СОСТАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ НОВОГО ПЛАТФОРМЕННОГО РОБОТА НА ЕГО БЫСТРОДЕЙСТВИЕ**

**Аннотация:** Объектом исследования являются платформенный робот Sholkor. Цель работы обеспечение системы управления робота аппаратно-программными средствами и исследовать влиянию выбора аппаратных средств робота на его быстродействие. В работе сконструирована принципиальная схема системы управления и собран шкаф управления. В системе SCAD получены результаты экспериментальных исследований быстродействия приводов платформенного робота.

**Ключевые слова:** Параллельный манипулятор, робот платформенного типа, аппаратно-программные средства управления, контроллер, информационно-измерительная система, исполнительные устройства.

### **1 Аппаратные и программные средства платформенного робота SHOLKOR**

Объектом исследования в работе являются новый шести подвижный робот с параллельной структурой - платформенный робот SHOLKOR [1], подобный известным платформам Гоф-Стюарта (Gough-Stewart) [2,3].

На рисунке 1.1 представлен действующий макет робота SHOLKOR, оснащенный датчиками давления 3, магнитострикционными датчиками перемещения 2, тензометрическими датчиками 1. Исполнительными устройствами данной системы являются нагнетательные 4 и сливные 5 управляемые электромагнитные клапана. Гидросистема питается от гидронасоса 6.



**Рис. 1.1.** Действующая модель робота SHOLKOR

В зависимости от внешней нагрузки, определяемой тензометрическим датчиком 8 и от положения верхней платформы, определяемой датчиком перемещения 9, определяется требуемое давление жидкости в надштоковой области. Действительное давление, определяется датчиком 3. Таким образом, входными сигналами для срабатывания системы является сигнал рассогласования по датчику перемещения и давления. С помощью нагнетательного 4 и сливного 5 клапанов устанавливается необходимое давление в полости.

В результате проведения экспериментов планировалось исследовать зависимости между перемещениями штоков гидродвигателей от давления РЖ в напорной магистрали. Эти зависимости отражают двигательные реакции соответствующих гидроприводов.

Для экспериментальной установки была использована действующая модель робота SHOLKOR. Эта часть экспериментов проводилась непосредственно на платформенном роботе.

Исследуемый платформенный робот SHOLKOR отличается от шести подвижных роботов с параллельной структурой приведенных в работах [4,7]. Принципиальное отличие платформенного

робота, рассматриваемого в работе, заключается в том, что для этого робота имеется аналитическое решение прямой задачи кинематики [8,9], в то время как для других шести подвижных роботов применяются только итерационные способы, например, приведенные в работах [10,4,5]. Другим, из доказанных на действующей модели существенных преимуществ платформенного робота нового типа является то, что каждый из его приводов может выполнять управляемые движения по отдельности независимо от других приводов.

В данной статье исследуется возможность использования платформенного робота в качестве адаптивной опоры. При этом ставится задача: сохранить положение платформы при изменении внешней нагрузки или при кинематическом воздействии извне.

Для автоматизации функционирования робота SHOLKOR спроектирована система управления, функциональная схема которой представлена на рис.1.2

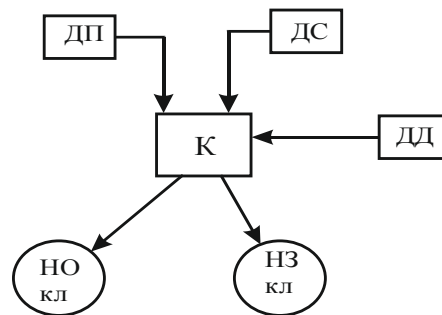


Рис.1.2. Функциональная схема СУ

Здесь приняты следующие обозначения: К- контроллер; ДП – датчик перемещения; ДС – датчик силы; ДД – датчик давления; НО- нагнетательный клапан (нормально открытый), НЗ – сливной клапан(нормально закрытый).

Действует СУ следующим образом: сигнал от ДП и от ДС в реальном масштабе времени поступает на К. Контроллер по имеющемуся алгоритму определяет необходимые давления в полостях цилиндров  $P_n$ , сравнивает  $P_n$  с действительным давлением  $P_d$ , по данным от датчика ДД. В результате, подается бинарный сигнал на один из клапанов, если  $P_d > P_n$ , то открывается сливной клапан НЗ, а нагнетательный - закрывается; если наоборот  $P_d < P_n$ , то открывается нагнетательный клапан НО, а сливной закрывается. В случае, когда давления равны, то состояние клапанов не изменяется. В случае, когда шток находится в крайнем верхнем положении или в крайнем нижнем положении состояние клапанов может изменяться только определенным образом или не меняются.

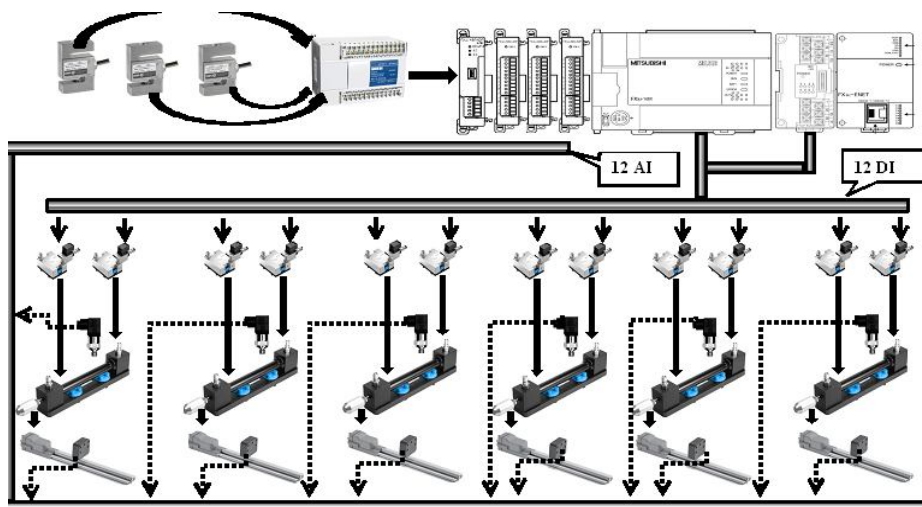


Рис. 1.3. Упрощенная схема взаимосоединения аппаратной части СУ

Например, шток достиг верхнего крайнего положения при  $P_d > P_n$  сливной клапан включать бессмысленно – следовательно, состояние этого клапана не должно меняться. Наоборот, при  $P_d < P_n$  необходимо включить нагнетательный клапан, но чтобы давление  $P_d$  не превосходило максимального значения, установленного возможностью насосной станции. В этой связи сигналы о перемещениях, соответствующих крайним положениям должны дополнительно поступать в ПК, чтобы были приняты решения по другому алгоритму.

На рис.1.3 представлена упрощенная схема аппаратного обеспечения СУ робота, на котором изображен контроллер FX3U - 16MR/ES, слоты, шины, гидроприводы, датчики и исполнительные устройства.

## 2 Аппаратная часть системы управления, применение SCADA системы

В работе сконструирована принципиальная схема системы управления и собран шкаф управления. Контроллер FX3U - 16MR/ES осуществляет опрос сигналов датчиков давления, датчиков перемещения и датчиков усилия. По результатам опроса формируются управляющие воздействия на клапана гидроцилиндров.

Сигналы датчиков давления, по количеству цилиндров 6 – шт. и сигналы датчиков перемещения, также 6 – шт. представлены в виде аналогового сигнала 4 ... 20 мА.

Считывание аналоговых сигналов контроллером осуществляется посредством 3-х модулей аналогового ввода FX3U – 4AD – ADP. Каждый обеспечивает ввод до 4-х аналоговых сигналов.

В качестве датчиков усилия, используются тензодатчики Zemic НЗ. Блок согласования MB110–4ТД, расположенный непосредственно возле стенда передаёт сигналы с трёх тензодатчиков в контроллер по двухпроводной линии связи RS485 протоколом ModbusRTU. Интерфейс RS485 контроллера реализован через модуль FX3U-485-ADP.

Считывание дискретных сигналов осуществляется непосредственно самим контроллером FX3U - 16MR/ES, входами: X0 и X1. Дискретными сигналами, в данном случае являются команды: «Ручной» и «Автомат», выбирающими соответственно ручной или автоматический режим работы. Данные команды вводятся посредством переключателя SA1, расположенного на лицевой панели шкафа. Индикация о выбранном режиме работы выполняют диоды HL2 и HL3 (жёлтого цвета), расположенные на лицевой панели шкафа управления.

Вывод управляющих воздействий на клапана осуществляется дискретными выходами контроллера.

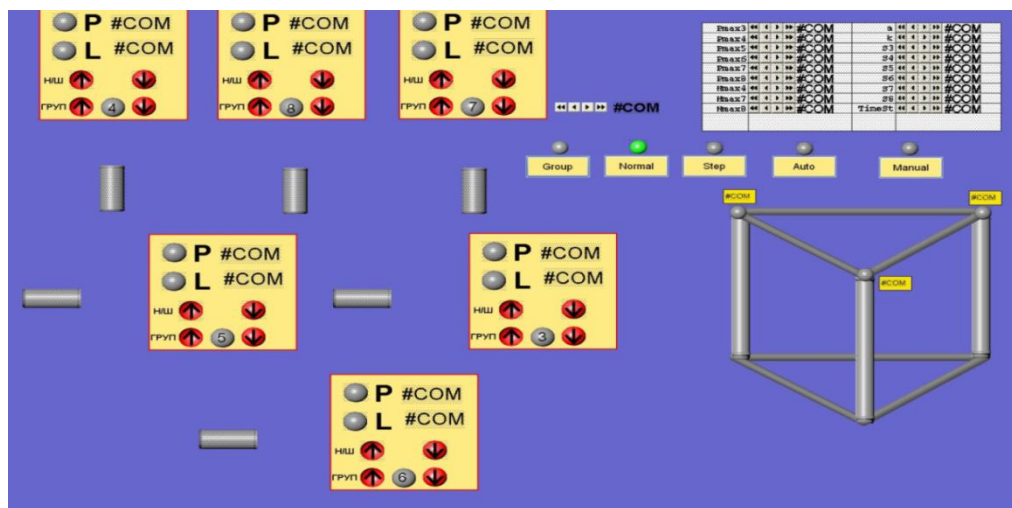


Рис. 2.1. Экран программы в SCADA- системе

Отображение текущих параметров системы и режимы работы клапанов отображаются системой SCADA визуализации на экране компьютера.

Связь контроллера с компьютером и SCADA-системой по сети Ethernet осуществляется посредством модуля FX3U – ENET. На рис.2.1 показан экран, применяемый при отладке и проведении эксперимента в SCADA – системе.

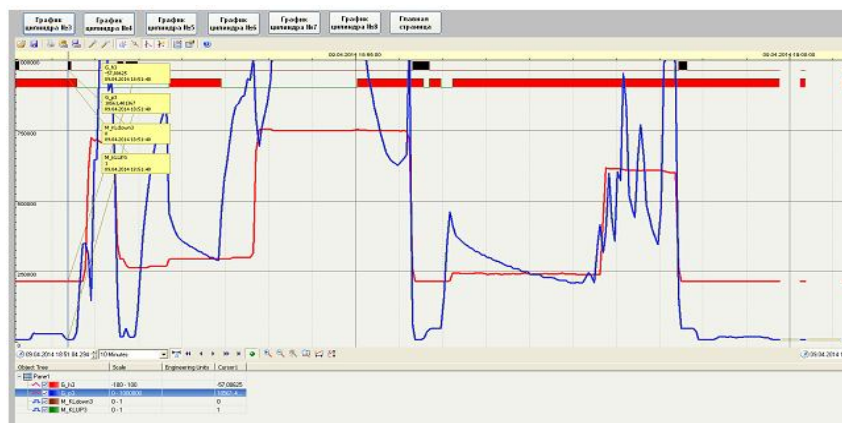
В схеме управления гидроцилиндрами используются 3 клапана FESTO с напряжением включения 24V и током 1,2A и 9 клапанов EMDV-10 с напряжением включения 12V и током 2,8A. Для питания катушек клапанов применены 3 блока питания POWER 42Вт напряжением 24V(A3...A5) и POWER 240Вт напряжением 12V(A6...A8).

Так как ток коммутации выходных реле контроллера FX3U - 16MR/ES и модуля расширения FX3U – 8EYR-ES/ULсоставляет 2A коммутация производится через промежуточные реле RSZE 1S35M 24V с током коммутации 12A. Для питания катушек реле используется дополнительный блок питания POWER 42Вт напряжением 24V.

### 3Экспериментальное исследование двигательной реакции робота SHOLKOR

Для проведения экспериментов на верхней платформе робота располагался груз заданной массы 15 кг. Датчики перемещения на «НОЛЬ» устанавливались в среднем положении штоков, когда они выдвинуты на половину рабочего хода. С помощью тензометрических датчиков и датчиков давления определялись значения усилий действующих на шток и давлений в рабочих полостях гидроцилиндров. Эти значения обрабатывались в контроллере и использовались программой управляющей роботом.

Затем, в соответствии с заданной последовательностью, блок управления осуществлял управление движением платформы робота. Данные полученные от информационно-измерительной системы обрабатывались контроллером по заданной программе и на экран монитора выводились графики зависимости перемещения штока (определяемого по датчикам перемещения штока) и давления в гидроцилиндре. Некоторые из полученных экспериментальных данных приведены на рисунке 3.1 (a-f).



a)



b)

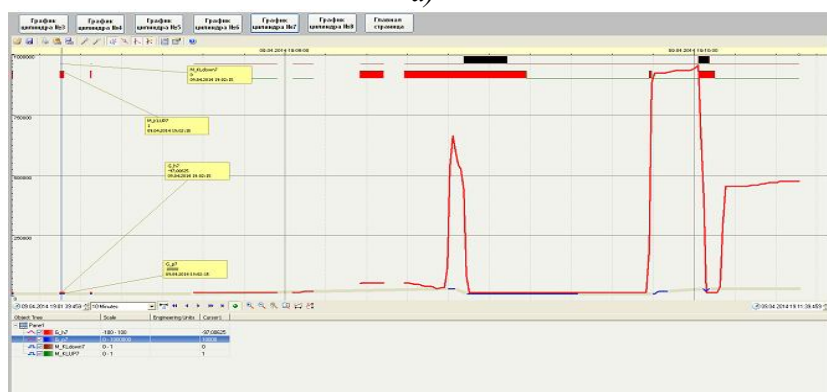




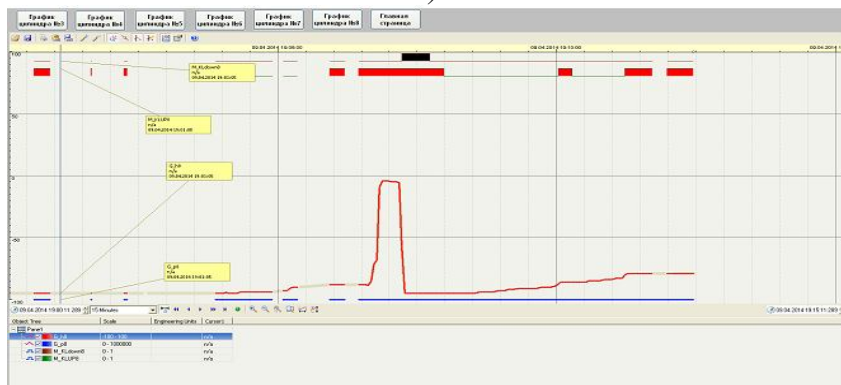
c)



d)



e)



ж)

Рис. 3.1. Графики экспериментальных исследований, полученных для всех 6 приводов платформенного робота SHOLKOR, а именно для гидропривода: 3- a); 4-b); 5-c); 6-d); 7-e); 8-ж).

На рисунке 3.1 приведены графики экспериментальных исследований, полученных для всех 6 приводов платформенного робота SHOLKOR, а именно для гидропривода: 3- *a*); 4-*b*); 5-*c*); 6-*d*); 7-*e*); 8-*f*). На графиках, полученных в системе SCADA, показаны некоторые из зависимостей давления (красной линией) и перемещения (синей линией) от времени. При этом показаны соответствующие фазы открытия нагнетательного клапана и сливного клапана. Следует отметить, боковые гидроприводы 4, 7, 8 имеют дросселирующие отверстия в поршнях, гидроприводы 5, 6, 7 являются односторонними с возвратной пружиной, но без дросселирующих отверстий. Этим и объясняется, что на графиках в определенный момент давление в надштоковой области изменяется, в то время как отсутствуют перемещения штока- это связано с истечением РЖ через каналы в поршне. Естественно, что в этих условиях двигательная реакция этих гидроприводов большая. С другой стороны, графики экспериментальных исследований для гидроприводов 3, 5, 6 показывает, что после того, как давление РЖ в напорной линии увеличивается, определенное время шток гидропривода остается неподвижным. В данном случае, также наблюдается повышенная двигательная реакция, но она меньше, чем в предыдущих случаях. Отсюда следует: если робот не используется в качестве адаптивной опоры, то не следует применять методы дросселирования, или, как получено в результате предшествующих экспериментов необходимо управлять процессом дросселирования.

Следует отметить, что исследования проводились на модели, поэтому наблюдались погрешности в измерениях из-за неточности изготовления узлов, не герметичности гидросистемы, неравномерности функционирования гидронасоса, местных сопротивлений в магистрали.

Тем не менее в статье отработаны методики экспериментальных исследований и программ, которые могут быть применены в дальнейшем на изготовленных промышленных образцах платформенного робота.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований показали, что сконструированный в проекте платформенный робот имеет большую величину двигательной реакции, причиной которого являются как конструкция гидродвигателя, так и выбранные гидро распределительные устройства.

#### **4 Заключение**

Проведен экспериментальный анализ двигательной реакции платформенного робота для исследования возможности его применения в качестве адаптивной опоры. При этом установлено, что использованная конструкция не позволяет получить в полной мере требуемого малого значения двигательной конструкции. Анализ причин показал, что для платформенного робота возможно применение односторонних приводов с дросселирующими отверстиями, если использовать управляемое дросселирование. Для уменьшения двигательной реакции робота более целесообразным является применение двухсторонних приводов с управляемыми пропорциональными гидро распределителями. Применение дросселирующих устройств увеличивает управляемую двигательную реакцию и уменьшает естественную двигательную реакцию.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шоланов К.С. Манипулятор SHOLKOR платформенного робота. Патент на полезную модель пол.решение от 7.2.2014, №3882.
2. Gough V.E. Contribution to discussion of papers on research in Automobile Stability, Control and Tyre performance // Proc. Auto Div. Inst. Mech. Eng. 1956. P.392–394.
3. Stewart D. A platform with six degrees of freedom // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. London. 1965. Vol.180. \No15. P.371-385.
4. J. P. Merlet, Parallel Robots, Springer, Dordrecht, 2006.
5. Angeles J. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods and Algorithms (Second Ed.). Springer, 2002. 520 p.
6. Gosselin C.M., Kong X., Foucault S. A fully decoupled 3-dof translational parallel mechanism//Parallel Kinematic Machines International Conference. Chemnitz. Germany. 2004. P. 595-610.
7. Глазунов В.А., Брио С., Аракелян В., Грунтович М.М., Нгуен М.Т. Разработка манипуляционных механизмов параллельно-перекрестной структуры. Проблемы машиностроения и надежности машин. 2008. № 2. С. 90-100.
8. Sholanov K.S. Manipulator of a Platform Type Robot Sholkor. Advanced Materials Research Vol.930 (2014) pp321-326.

9. Шоланов К.С. Синтез схемы строения и решение задачи позиционирования параллельного манипулятора платформенного типа. Мехатроника, автоматизация и управление, М.2014, № 11.
10. Nanua P., Waldron K.J., Murthy V. Direct Kinematic Solution of a Stewart platform // IEEE Trans. On Robotics and Automation. 1990. Vol.6. P. 438-444.

REFERENCES

1. Sholanov K.S. SHOLKORS platform manipulator robot. Utility model patent floor. decision of 7.2.2014, №3882.
2. Gough V.E. Contribution to discussion of papers on research in Automobile Stability, Control and Tyre performance // Proc. Auto Div. Inst. Mech. Eng. 1956. P.392-394.
3. Stewart D. A platform with six degrees of freedom // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. London. 1965. Vol.180. \ No15. P.371-385.
4. JP Merlet, Parallel Robots, Springer, Dordrecht, 2006.
5. Angeles J. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods and Algorithms (Second Ed.). Springer, 2002. 520 p.
6. Gosselin SM, Kong X., Foucault S. A fully decoupled 3-dof translational parallel mechanism // Parallel Kinematic Machines International Conference. Chemnitz. Germany. 2004. P. 595-610.
7. Glazunov VA, S. Briot, V. Arakelian, Gruntovich MM, Nguyen M.T. Razrabotka positioning mechanisms in parallel-cross structure. Problems of mechanical engineering and machine reliability. 2008. № 2. S. 90-100.
8. Sholanov K.S. Manipulator of a Platform Type Robot Sholkor. Advanced Materials Research Vol.930 (2014) pp321-326.
9. Sholanov K.S. Synthesis scheme of the structure and solution of the problem of positioning the parallel manipulator platform type. Mechatronics, automation and control, M.2014, № 11.
10. Nanua P., Waldron KJ, Murthy V. Direct Kinematic Solution of a Stewart platform // IEEE Trans. On Robotics and Automation. 1990. Vol.6. P. 438-444.

Шоланов К.С., Ж.С. Бигалиева

**Жаңа платформалық роботтың аппараттық құралдары мен кейбір құрамдас элементтерін тез әрекеттілікке әсерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Жұмыста жазбаланған SHOLKOR типті платформалық манипулятор бірқатар әмбебап қасиеттерге ие болып табылады. Жұмыстың мақсаты роботтың басқару жүйесін аппаратты-бағдарламалық құралдармен қамтамасыз етіп және роботтың аппараттық құралдарын тез әрекеттілікке таңдап әсерін зерттеу. Жұмыста басқару жүйесінің принципіалды сұлбасы құрылып, басқару шкафы жинастырылды. SCAD жүйесінде платформалық роботтың барлық 6 жетектері үшін алынған графиктер келтірілді.

**Түйін сөздері:** параллельді манипулятор, платформалық типті робот, басқарудың аппаратты-бағдарламалық жабдықтары, өнеркәсіптік контроллер, аппаратты-өлшеу жүйесі, орындаушы құрылалдар.

Sholanov K.S., Zh.S. Bigalieva

**Study the effect of certain components and hardware platform of the new robot on its performance**

**Summary.** The study is a robot platform Sholkor. The aim of the work of a control system of the robot hardware and software and to investigate the influence of the choice of hardware robot performance. In this paper we designed a circuit diagram of the system management and control cabinet is assembled. Are graphs obtained in the SCAD, for all six drives the robot platform.

**Key words:** Parallel manipulator robot platform type, hardware and software management, industrial controller, information-measuring system actuators.

УДК 338.45:656.073

**Г.С. Муханова, К.С. Чакеева, М.Б. Тышканбаева**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

### **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СКЛАДЕ В СРЕДЕ GPSS**

**Аннотация.** Рассматривается моделирование деятельности компании в сфере услуг с применением аппарата математического моделирования, особое место в котором занимает теория массового обслуживания и имитационное моделирование. Теория массового обслуживания нашла широкое применение именно в сфере услуг.

В работе проводится моделирование практических задач системы массового обслуживания с очередями. Для имитационного моделирования использованы реальные исходные данные с деятельности компании в сфере услуг. Расчеты проводились в среде имитационного моделирования GPSS.

**Ключевые слова.** Логистика в сфере услуг, система массового обслуживания, имитационное моделирование, пакет GPSS.

В современном мире отводится большая роль сфере услуг на всех уровнях управления экономикой. В свою очередь логистическое представление потока в сфере услуг является основанием для утверждения того, что логистика в сфере услуг является важнейшим фактором определения конкурентного превосходства большинства хозяйствующих субъектов. [1]

Совершенствование эффективности деятельности хозяйствующих субъектов сферы услуг обеспечивается логистической координацией взаимодействий субъектов в рамках цепей предоставления тех или иных услуг. В свою очередь применение экономико-математического моделирования является важным шагом для достижения целей логистики в сфере услуг. Методы теории массового обслуживания могут широко применяться для исследования деятельности компании в сфере услуг, определения показателей функционирования и совершенствования системы. В настоящее время широкое применение находит имитационное моделирование. [2-3] Изучение же реальных систем проводится путем имитации, или моделирования их работы на ЭВМ.

В данной статье для имитационного моделирования системы управления запасами на складе выбрана среда GPSSW.[4] Это программный продукт, на базе которой проводится имитационное моделирование различных задач. Для проведения имитации модели по управлению запасами разработана модели и программа на языке GPSSW. После трансляции программы проведен имитационный эксперимент. В результате исполнения программы получены численные результаты с показателями системы, графики и гистограммы имитационной модели управления запасами. В программу легко внести изменения как в исходных данных так и в самой программе. В результате имитации можно совершенствовать логистику в сфере управления запасами для своевременного удовлетворения запросов на поставку материалов.

Компания располагает складом композитных материалов в г.Алматы. Задача имитационного моделирования заключается в том, чтобы промоделировать работу склада композитных материалов. Вместимость склада составляет 10000 единиц материала. Возможна поставка на склад с периодичностью 5 дней в размере 1000 единиц материала. Начальный запас материалов на складе составляет 1000 единиц. Ежедневный спрос материала изменяется в пределах от 35 до 50 единиц с равной вероятностью. Если текущий запас равен или больше 800, то никакой поставки материалов на склад в течение недели не производят. Требуется смоделировать работу склада материалов в течение 200 дней.

Для моделирования выбран программный продукт GPSS. С помощью этой системы, например, можно эффективно моделировать как производственные, так и непроизводственные процессы: функционирование ссфеоы услуг, портов, уличное движение, проведение военных действий, работу редакций, учреждений и сети Internet, различных систем массового обслуживания и т.д. Система имеет большой набор команд для управления процессом моделирования, которые можно как использовать в интерактивном режиме, так и включать в модель. Обеспечена возможность

проведения экспериментов, сгенерированных системой, пользовательских и оптимизационных. В системе GPSSW реализована процедура визуализации процесса функционирования модели с использованием методов мультипликации.

Для моделирования работы склада необходимо сформировать входные потоки заказов материала на склад, определить спрос материалов со склада и временной интервал моделирования работы склада. Но перед этим необходимо выбрать единицу измерения времени. Для моделирования работы склада можно взять в качестве единицы измерения времени день.

Создание имитационной модели начнем с построения заголовка модели, который представлен на рисунке 1.

```

;GPSSW Uprav_zapasom.GPS
*****
**                УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ                **
*                НА СКЛАДЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТОО "ВАСТЕ"                *
*****
    
```

**Рис. 1.** Заголовок модели

В имитационной модели создадим четыре сектора:

- 1) сектор определения входных данных;
- 2) моделирование поставки материалов на склад;
- 3) моделирование текущего запаса с учетом спроса;
- 4) установление начального размера запаса.

Окно имитационной модели представлена на рисунке 2.

Опишем некоторые важные операторы.

Оператор STORAGE (Накопитель) с меткой Zapas определяет вместимость склада – 2000 единиц.

Оператор VARIABLE с меткой Spros\_m характеризует ежедневный спрос, который изменяется от 35 до 50 единиц с равной вероятностью. Ежедневный спрос определяется так. Датчик случайных чисел, а точнее датчик псевдослучайных чисел, определяет, используя равномерное распределение вероятностей, значение вероятностей в интервале [0–1]. Допустим, это значение равно 0,150. Тогда величина спроса будет определяться так:

$$35 + (50 - 35) \times 0,15 = 37,25.$$

Оператор EQU с меткой Nach\_иг определяет начальный уровень запасов, который в нашей задаче установлен в размере 1500 единиц.

Оператор EQU с меткой Postavka определяет тот критический уровень материалов на складе, который обуславливает необходимость очередного заказа материалов. Этот размер в нашей задаче составляет 1200 единиц.

Опишем назначение операторов второго сектор модели, который обеспечивает моделирование процесса поставки материала на склад.

Оператор GENERATE генерирует очередной момент времени, когда возможна поставка материала на склад. Этот интервал времени составляет, например, 5 дней, обеспечивая еженедельную поставку материала на склад при пятидневной рабочей неделе. Этот интервал времени представляется в операнде A. В операнде E определен уровень приоритетности поставки материала на склад. Он в нашей задаче равен 1. По умолчанию уровень приоритетности для всех требований (транзактов) равен 0. Чем больше число в поле операнда E, тем выше уровень требования.

Оператор TEST L определяет необходимость очередной поставки материала на склад. Очередная поставка материалов на склад производится тогда, когда текущий запас, который определяется с помощью стандартного числового атрибута SSZapas, меньше размера поставки, определенного оператором EQU с меткой Postavka в предыдущем секторе. В противном случае поставка отменяется – требование (транзакт) направляется к оператору TERMINATE с меткой Out.

```

;GPSSW Uprav_zapasom.GPS
*****
**          УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ          **
*      НА СКЛАДЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ТОО "ВАСТЕ"      *
*****
* определение исходных данных
      RMULT      413
Zapas      STORAGE      2000      ; Вместимость склада.
Zapas      TABLE      S$Zapas,100,100,20      ; Гистограмма запаса.
Material    VARIABLE    Nach_ur-S$Zapas      ; Размер заказа.
Spros_m     VARIABLE    RN1@15+35      ; Размер ежедневного спроса.
Nach_ur     EQU         1500      ; Начальный уровень запаса.
Postavka    EQU         1200      ; Размер поставки.
*****
* Моделирование процесса поставки материала на склад
      GENERATE    5,,,1      ; Поставка через 5 дней.
      TEST L      S$Zapas,Postavka,Out      ; Нужна ли поставка.
      ASSIGN     2,V$material      ; Размер заказа в P2.
      ADVANCE    5      ; Интервал поставки.
      ENTER      Zapas,P2      ; Увеличить запас на P2.
Out         TERMINATE      ; Завершение заказа.
*****
* Моделирование текущего запаса с учетом ежедневного спроса на материал
      GENERATE    1      ; Генерирование дня.
      ASSIGN     1,V$Spros_m      ; Размер спроса в P1.
      TABULATE   Zapas      ; Запас тек. запаса.
      TEST GE    S$Zapas,P1,Zapasout      ; Можно ли заказать.
      LEAVE      Zapas,P1      ; Уменьшить запас на P1.
      TERMINATE  1      ; Завершение дня.
Zapasout    TERMINATE  1      ; Завершение дня.
*****
* Установление начального размера запаса
      GENERATE    ,,,1,10      ; Начальный запас
      ENTER      Zapas,Nach_ur      ; Установка нач. запаса.
      TERMINATE      ; Завершение установки.
*****

```

Рис. 2. Листинг имитационной модели управления запасами

Если текущий запас меньше размера поставки, то требование переходит к следующему оператору – ASSIGN (Присвоить). В операторе ASSIGN в параметре требования под номером 2 записывается размер заказа, который определяется переменной под именем Material.

Оператор ADVANCE моделирует время ожидания требования (поставки) в течение 5 дней.

Далее оператор ENTER моделирует поставку после истечения 5\_дневного срока и увеличивает текущее содержание склада – S\$Zapas – на величину, содержащуюся в параметре требования под номером 2.

Оператор TERMINATE с меткой Out удаляет требование из системы. Этот оператор используется, чтобы определить окончание моделирования состояния.

Опишем теперь третий сектор модели, который обеспечивает моделирование текущего запаса с учетом ежедневного спроса на материал.

Оператор GENERATE генерирует очередной день работы склада.

Оператор ASSIGN присваивает параметру требования (очередному дню) под номером 1 размер спроса.

Оператор TABULATE с меткой Zapas собирает информацию для создания таблицы и

гистограммы ежедневных уровней запасов.

Оператор TEST GE проверяет возможность удовлетворения спроса. Если текущий запас – S\$Zapas – больше или равен величине спроса, то процесс моделирования переходит к следующему оператору – LEAVE (Оставить):

LEAVE Zapas,P1

Если такой возможности нет, то требование направляется к оператору с меткой Zapasout.

Оператор LEAVE уменьшает текущий запас – S\$Zapas – на величину спроса в данный день. Это делается так: требование (очередной день), входя в блок LEAVE, несет в параметре требования под номером 1 величину спроса (операнд B). Эта величина спроса и вычитается из величины текущего запаса S\$Zapas.

Опишем четвертый сектор модели, который обеспечивает установление начального размера запаса

Оператор GENERATE генерирует одно требование (транзакт) с приоритетом, равным 10. Оно имеет наибольший приоритет среди всех требований, генерируемых оператором GENERATE, и поэтому становится первым активным требованием в системе.

Оператор ENTER определяет величину начального запаса, чтобы установить величину S\$Zapas в начале моделирования.

Оператор TERMINATE уничтожает начальное требование без уменьшения индекса завершения.

GPSS позволяет многим требованиям одновременно существовать в различных местах в модели. В этой модели требования создаются в трех секторах.

После разработки программы моделирования необходимо трансляцию программы и команду запуска программы на выполнение. После этих действий появится окно отчета по имитационной модели управления запасами на складе, которое показано на рисунке 3.

В верхней строке окна REPORT указывается:

- START TIME (Начальное время) – 0.000;
- END TIME (Время окончания) – 200.000;
- BLOCKS (Число блоков) – 16;
- FACILITIES (Число каналов обслуживания) – 0;
- STORAGES (Число накопителей) – 1.

Ниже указываются результаты моделирования накопителя (STORAGE) под назначенным именем ZAPAS:

- CAP. (Вместимость) – 2000;
- REM. – 750;
- MIN. (Минимальное содержимое) – 0;
- MAX. (Максимальное содержимое) – 1972;
- ENTRIES (Число входов) – 9725;
- AVL. (Доступность) – 1;
- AVE.C. (Среднее содержимое) – 1282.935;
- UTIL. (Коэффициент использования) – 0.641;
- RETRY (Повтор) – 0;
- DELAY (Отказ) – 0.

Еще ниже указываются результаты моделирования для построения по табличным данным соответствующей гистограммы функционирования склада по имени ZAPAS:

- MEAN (Средняя) – 1324.060;
- STD.DEV. (Среднее квадратическое отклонение) – 273.629;
- RANGE (Область);
- RETRY – 0;
- FREQUENCY (Частота);
- CUM.% (Суммарный процент).

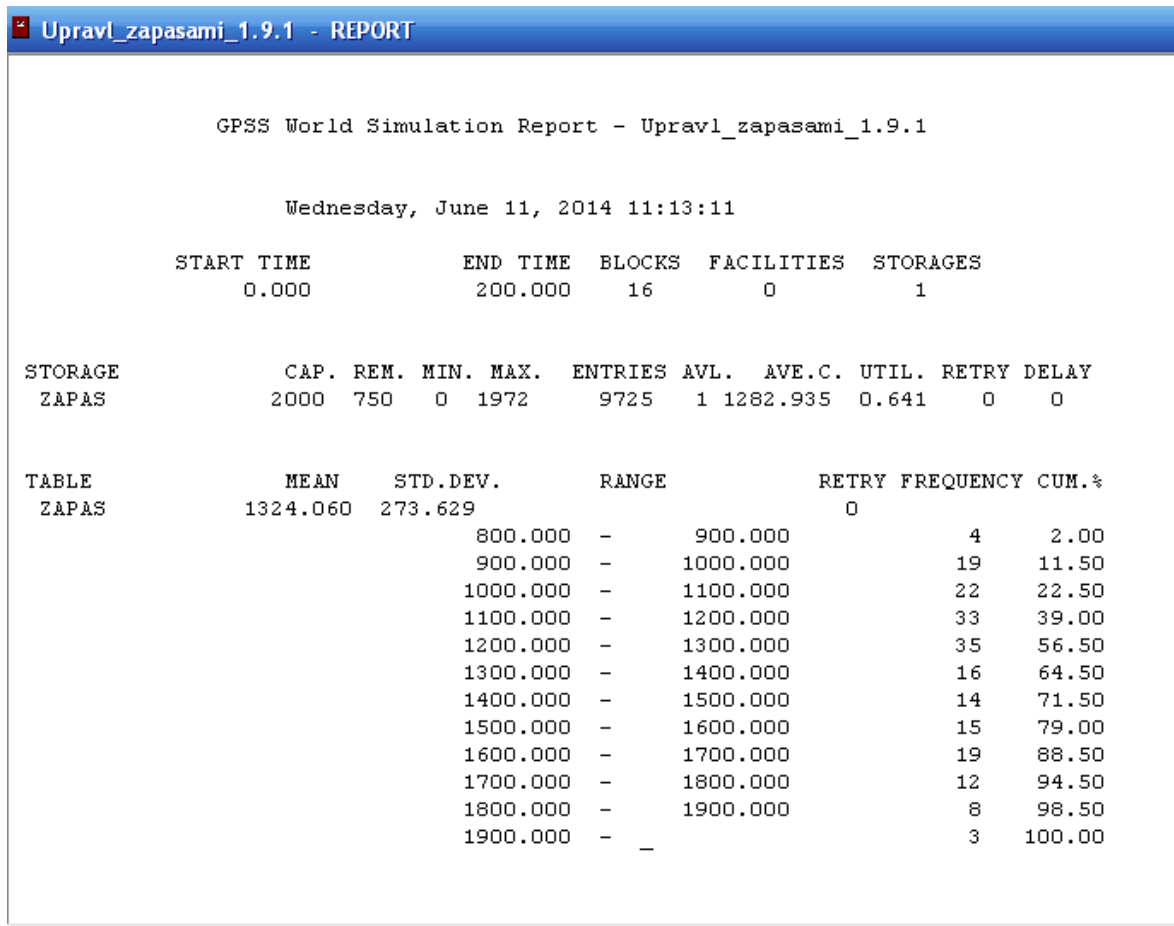


Рис. 3. Окно REPORT для имитационной модели управления запасами

Построим графики отдельных параметров функционирования системы.

Допустим, мы хотим графически представить на всем периоде моделирования, как меняется размер запаса.

Фрагмент графика изображения текущего запаса на складе для нашего примера представлен на рисунке 4.

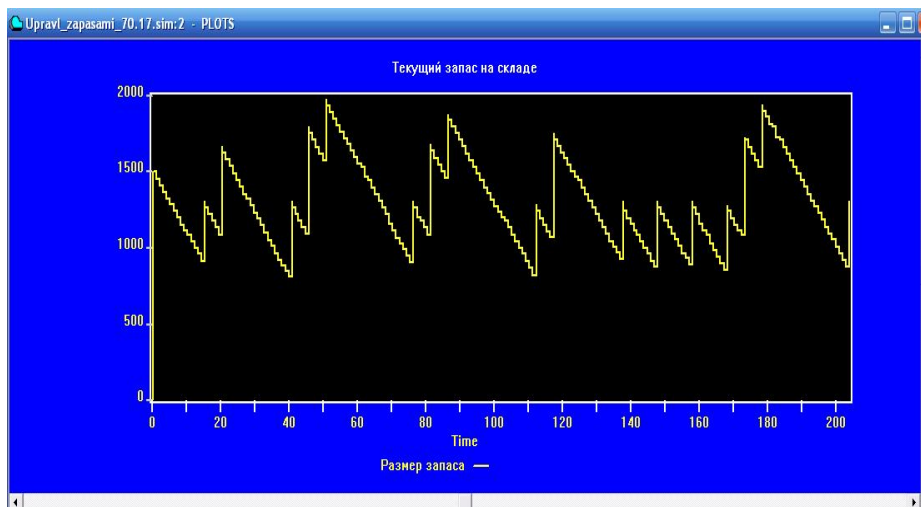


Рис. 4. Фрагмент изображения текущего запаса на складе в имитационной модели управления запасами



Окно гистограммы имитационной модели управления запасами представлена на рисунке 5.

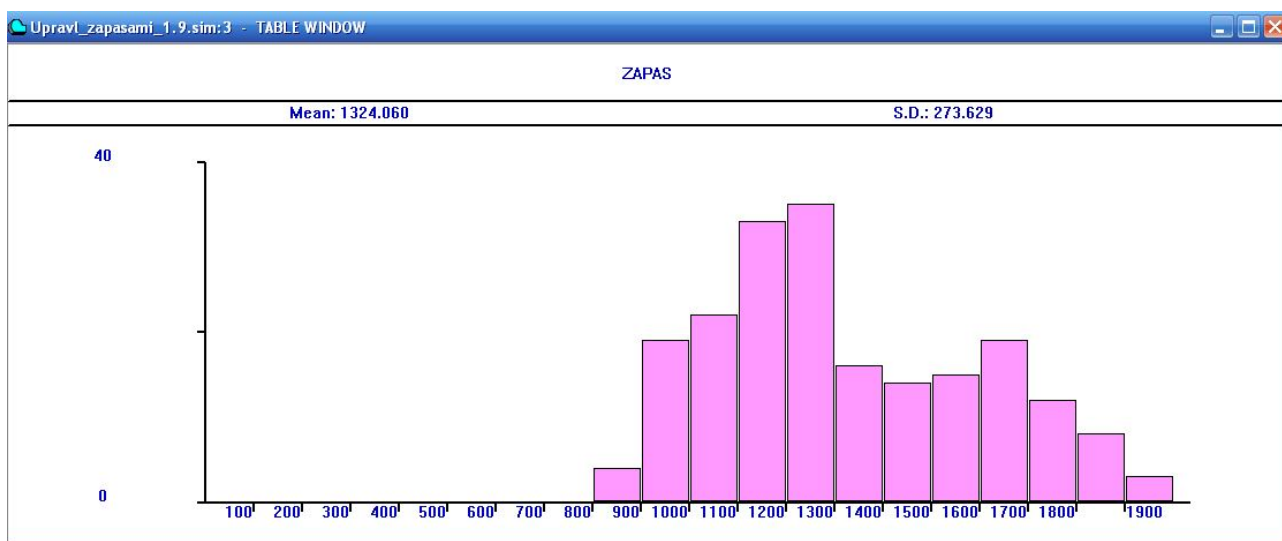


Рис. 5. Окно гистограммы имитационной модели управления запасами

Проведем имитацию модели при различных исходных данных и анализ результатов моделирования.

На рисунке 6 заданы значения искомым выражений задачи управления запасами.

Label	Expression	Value
День	AC1	200.000
Номер поставки	N\$Out	40.000
Текущая вместимость склада	S\$Zapas	1250.000
Максимальное содержимое склада	SM\$Zapas	1972.000

Рис. 6. Окно EXPRESSIONS

После изменения размеров получим другие результаты моделирования, представленные на рисунке 7.

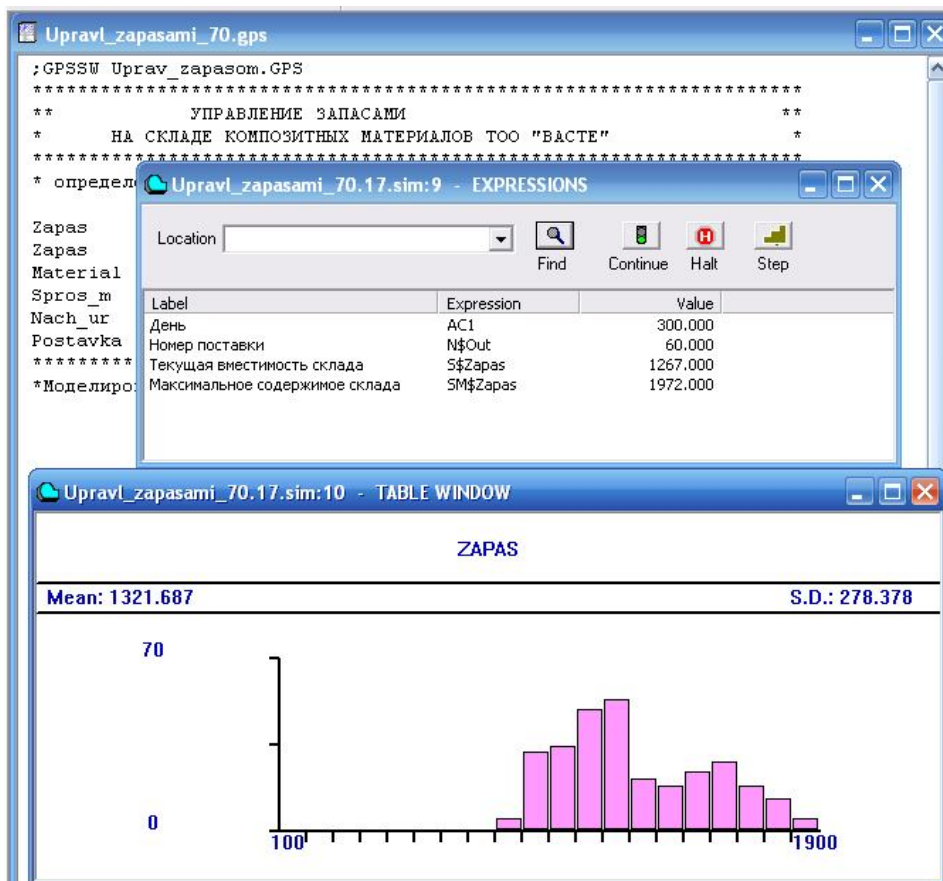


Рис. 7. Окно гистограммы и EXPRESSIONS для задачи управления запасами

Процесс функционирования данной системы управления запасами весьма прост. Сначала в системе активизируются требования, имеющие наибольший приоритет. В нашей задаче таким является одно требование в четвертом секторе, имеющее приоритет, равный 10. Это наибольший приоритет для всех требований, генерируемых оператором GENERATE. Поэтому данное требование становится первым активным требованием в системе. Оно входит в накопитель STORAGE под именем Zapas с вместимостью 2000 единиц. Во время входа в накопитель в нем устанавливается начальный уровень запаса, величина которого определяется с помощью оператора EQU. В нашей задаче он равен 1500 единицам.

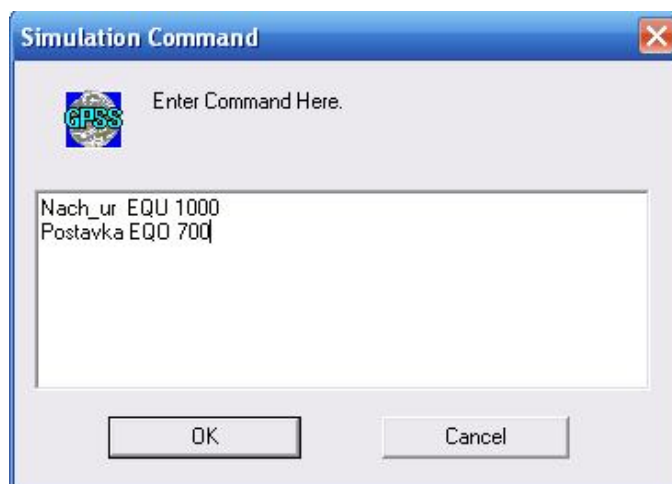
Далее активизируются требования (недели), генерируемые оператором

GENERATE во втором секторе, так как на данный момент они имеют наибольший приоритет, равный 1. В этом секторе определяется время поставки материалов на склад. Если нет поставки, то активное требование второго сектора задерживается в операторе ADVANCE на пять дней. В это время активизируются требования, генерируемые оператором GENERATE в третьем секторе, которые поступают в систему каждый день. Они имеют нулевой приоритет – самый низкий в системе.

Теперь попробуем изменить некоторые входные данные в первом секторе программы. Для этого:

- щелкните по пункту Window главного меню системы. Появится выпадающее меню;
- щелкните по пункту Simulation Window выпадающего меню. Появится всплывающее меню;
- щелкните по пункту Table Window (Окно гистограммы) во всплывающем меню. Появится диалоговое окно Open Table Window (Открыть окно гистограммы), в текстовом поле которого будет имя Zapas;
- щелкните по кнопке ОК. Появится соответствующая гистограмма;
- щелкните по пункту Command главного меню системы. Появится выпадающее меню;

• щелкните по пункту Custom (Заказать) выпадающего меню. Появится диалоговое окно Simulation Command (Команда моделирования), в которое введем записи по установлению начального уровня запаса и размерам поставки. Данное окно выглядит так, как показано на рисунке 8.

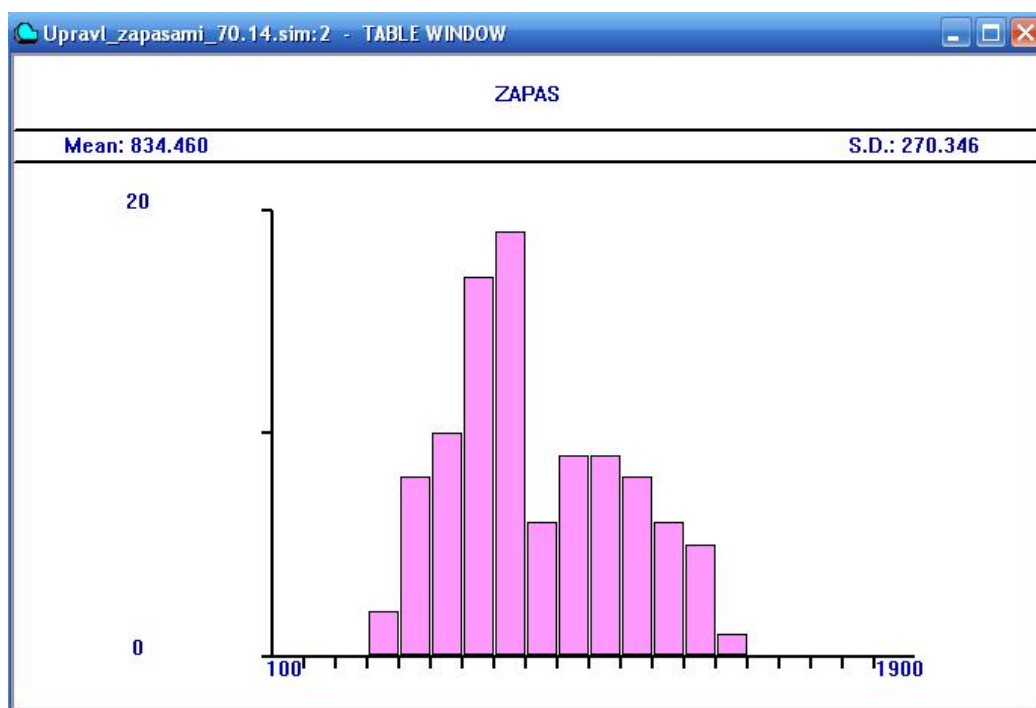


**Рис. 8.** Диалоговое окно SIMULATION COMMAND для ввода измененных данных в модели управления запасами

Результаты работы модели представлены на рисунке 9.

Проведем анализ результатов моделирования при измененных исходных данных. Как видим из рисунка гистограммы средний уровень запаса равен 834 единицам материала и изменения колеблются в пределах 270 единиц.

Таким образом, получена имитационная модель управления запасами композитных материалов на складе, которая позволит запланировать требуемый уровень запаса для удовлетворения спроса потребителей.



**Рис. 9.** Окно гистограммы имитационной модели управления запасами

В целом, применение теории массового обслуживания и имитационного моделирования для решения задач и проблем в логистике сферы услуг позволяет определить оптимальную логистическую систему. Результаты исследования, проведенные в данной работе, могут быть использованы для совершенствования деятельности отрасли и компании в сфере услуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.М.Хайкин. Логистика в сфере услуг: Учебное пособие. –СПб.:Изд-во СПбГУЭФ, 2012. – 112 с.
2. Муханова Г.С. Классификация моделей и методов в логистике. //Вестник КазНТУ. – Алматы, КазНТУ. -2014. №3(103), стр. 268-271.
3. Кулжабай Н.М., Тышканбаева М.Б., Чакеева К.С. Математическая модель транспортной деятельности координационного центра. //Вестник КазНТУ. – Алматы, КазНТУ. -2014. №3(103), стр. 283-288.
4. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.

REFERENCES

1. M.M.Kkaikin. Logistics v sphere uslug. Uchebnoe posobie. –SPb.: Izdat-vo SPbGUEF,2012. -112 s.
2. Mukhanova G.S. Klassifikatsiya modelei i metodov v logistike. //Vestnik KazNTU. -2014. №3(103), str. 268-271.
3. Kulzhabai N.M., Tyshkanbayeva M.B., Chakeeva K.S. Matematicheskaya model transportnoi deyatelnosti koordinatsionnogo tsentra. //Vestnik KazNTU. -2014. №3(103), str. 283-288.
4. Kudryavtsev E.M. GPSS World. Osnovy imitatsionnogo modelirovaniya razlichnykh sistem. – M.:DMK Press, 2004. – 320 s.

Мұханова Г.С., Чакеева К.С., Тышқанбаева М.Б.

**GPSS бағдарлама ортасында қоймадағы композиттік жүктер қорын басқару жүйесін имитациялық моделдеу**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада қызмет көрсету саласындағы нақты есетпер қарастырылған. Оларды шешуде имитациялық моделдеу қолданылады. Есептеу GPSS бағдарлама ортасында жүргізілген. Тиімді нәтижелер табылған.

**Негізгі сөздер.** Қызмет көрсету саласындағы логистика, имитациялық моделдеу, GPSS бағдарлама.

Муханова Г.С. , Чакеева К.С., Тышканбаева М.Б.

**Имитационное моделирование системы управления запасами композитных материалов на складе в среде GPSS**

**Резюме.** В данной работе проводится моделирование практических задач системы массового обслуживания с очередями. Для имитационного моделирования использованы реальные исходные данные с деятельности компании в сфере услуг. Расчеты проводились в среде имитационного моделирования GPSS.

**Ключевые слова.** Логистика в сфере услуг, система массового обслуживания, имитационное моделирование, пакет GPSS.

Mukhanova G.S. , Chakeeva K.C., Tyshkanbayeva M.B.

**Simulating modelling of composite materials management system in warehouse by GPSS.**

**Summary.** In an article is described services sector with applying of the tools of mathematical modeling, particularly the theory of mass service and simulating modeling is conducted. The theory of mass service found broad application in a services sector.

Modeling of practical problems of system of mass service is carried out to theses with the queues. For simulating modeling real data from company services sector are used. Calculations were carried out in the imitating modeling of GPSS. As a result of imitating modeling of various problems of system of mass service indicators of efficiency of activity of the company are calculated and optimum indicators of work of system are defined.

**Key words.** Logistics in services sector, queuing system, simulating modelling, GPSS.

УДК.669.054.82

**С.М. Тлеугабулов, Д.Х. Алтыбаева, Н.Е. Мырзахметов, Н.Б. Асабаев**  
 (Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
 Алматы, Республика Казахстан, [suleiman\\_70@mail.ru](mailto:suleiman_70@mail.ru))

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАКОВ И СОЗДАНИЕ БЕСШЛАКОВОГО ПРОЦЕССА**

**Аннотация.** Выполнены экспериментальные исследования восстановительной переработки ванадий – содержащих конвертерных шлаков. Содержание в шлаке таких вредных примесей, как сера и фосфор, ограничено на уровне 0,03% а оксидов железа 22,0 - 25,0 %;  $V_2O_5=5.0-7.0\%$ . Для восстановительной плавки шлака предварительно подготовлен гранулированный железоуглеродистый материал с возможностью регулирования стехиометрического количества углерода на восстановление оксидов в шлаке. После расплавления конвертерного шлака на поверхность расплава загружали железо- углеродсодержащие гранулы и обдували горячим пламенем с температурой 1800 – 1900 °С. Расплавленный железоуглеродистый материал проникал в слой шлака и при такой высокой температуре интенсивно происходило прямое восстановление металлов: железа на – 95%, ванадия на – 85%, кремния на – 65%.

В результате полного расплавления и прямого восстановления ванадиевый конвертерный шлак практически полностью переведен в металлическое состояние и получено легированная ванадием сталь. Использование технологии обеспечивает бесшлаковый процесс конвертерной плавки ванадиевого чугуна.

**Ключевые слова:** переработка, конвертер, железа, шлак, ванади, оксид, чугун, плавка, углерод.

Проблема образования и переработки конвертерного шлака заложена в основу традиционной технологии производства чугуна и стали. Доменный процесс основан на восстановительной плавке подготовленного железорудного сырья [1]. Источником тепловой энергии и восстановительных реагентов  $CO$ ,  $H_2$ ,  $C$  является кокс [2]. Поэтому обычно шихту составляют при массовом соотношении железорудного сырья к единице массы кокса, т.е. рудной нагрузке в пределах 3,5÷3,8 [3] и регулируется в зависимости от концентрации железа в шихте. В пересчете на объемное соотношение рудной и коксовой частей шихты, объемная доля насыпной массы кокса в столбе шихты составляет более половины рабочего пространства печи. В нижней высокотемпературной зоне печи восстановленная железорудная часть шихты расплавляется и фильтруется через слой коксовой насадки. При этом довосстанавливаются металлы и одновременно происходит науглероживание железа до концентрации 4,0-4,6 %  $C$ , что приводит к образованию расплава чугуна. Температурно-тепловой режим процесса обеспечивает полное восстановление железа и довольно высокую степень восстановления полезных сопутствующих металлов, таких как марганца, хрома, ванадия и частично кремния и титана, которые являются легирующими металлами. Содержание побочных сопутствующих металлов в чугуне зависит от состава подготовленного железорудного сырья-агломерата и окатышей. При переработке агломерата Качканарского ГОКа с содержанием  $V_2O_5=0,50-0,6\%$  и Казахстанского марганцовистого агломерата с содержанием  $MnO - 0,8-1,2\%$  получают соответственно ванадийсодержащие и марганецсодержащие чугуны следующих составов.

Таблица 1. Составы легированных ванадием и марганцем чугунов

Наименование чугуна	Химический состав, %							
	C	Si	Mn	Cr	Ti	V	S	P
Ванадиевый чугун	4,5	0,18	0,25	0,21	0,22	0,95	0,015	0,006
Марганцовистый чугун	4,6	0,6	0,8	0,32	-	-	0,025	0,028

Вторая стадия технологического процесса заключается в окислительной плавке расплава чугуна в кислородных конвертерах продувкой техническим кислородом [4]. Цель кислородной продувки заключается в интенсивном выжигании углерода из чугуна до уровня необходимого содержания его в стали  $[C]=0,1-0,5\%$ . Парадокс комплекса заключен между восстановительной плавкой чугуна и окислительной плавкой стали. При кислородной продувке слоя чугуна выгорает не только углерод, но и все полезные легирующие элементы -  $Mn$ ,  $V$ ,  $Cr$ ,  $Ti$ ,  $Si$ . В результате таких операций получаем

обезуглероженную сырую сталь, которую необходимо далее подвергать выпечной обработке с целью восстановления её качества.

Поскольку ванадий является ценным легирующим металлом, придающим стали особые свойства, в настоящее время на практике выделяют и получают ванадиевые конвертерные шлаки как побочную продукцию [5]. Другие конвертерные шлаки практически на всех металлургических комбинатах выбрасывают на отвалы, что создает нарушение экологического равновесия в регионах.

Интенсивный рост производства стали по традиционной технологии сегодня привело нас к такой экологической катастрофе, что разработка новых технологий переработки и использования конвертерного шлака стала приоритетным направлением в металлургии.

Переработка и использование конвертерного шлака предусматривают, прежде всего, оценку его состава и качества. По составу исходного чугуна могут быть оценены состав и количество образующегося оксидного шлака по уравнению.

$$\ell_{\text{шл}}=(2,14[\text{Si}]+1,29[\text{Mn}]+1,78[\text{V}]+1,46[\text{Cr}]+2[\text{Ti}]+1,35\Delta[\text{Fe}])\cdot 10, \text{ т/т чугуна} \quad (1)$$

Подставляя численные значения концентраций из таблица 1 можно оценить количество образующихся оксидов при кислородной продувке ванадиевого и марганцовистого чугунов из 1т чугуна.

1.  $\ell'_{\text{шл}}=2,14\cdot 1,8+1,29\cdot 2,50+1,46\cdot 2,1+2\cdot 2,2+1,78\cdot 5,6+1,32\cdot 9,0=36,39 \text{ кг/т}$
2.  $\ell'_{\text{шл}}=2,14\cdot 6,0+1,29\cdot 8,0+1,46\cdot 3,2+1,35\cdot 9,0=39,98 \text{ кг/т}$

Окисление углерода и металлических элементов при продувке расплава чугуна кислородом сопровождается экзотермическим эффектом, значения которого в пересчета на 1 кг вещества распределяется в следующем порядке.

Таблица 2. Экзотермические тепловые эффекты реакций окисления растворенных в чугуне элементов

Реакций окисления	Тепловой эффект, кДж/кг
$[\text{C}]+\text{O}_2=2\text{CO}$	+10500
$2[\text{Fe}]+\text{O}_2=2\text{FeO}$	+2835
$[\text{Si}]+\text{O}_2=\text{SiO}_2$	+22116,0
$2[\text{Mn}]+\text{O}_2=2\text{MnO}$	+5081,0
$2[\text{V}]+\text{O}_2=\text{V}_2\text{O}_5$	+15187,0
$2[\text{Cr}]+\text{O}_2=\text{Cr}_2\text{O}_3$	+5055,0
$[\text{Ti}]+\text{O}_2=\text{TiO}_2$	21696,0

Суммарный экзотермический эффект создает перегрев рабочего пространства конвертера, в связи с этим в конвертер дополнительно загружают охладитель в виде металлолома и прокатной окалины, а также шлакообразующие флюсы, для регулирования шлакового режима процесса.

В целях совершенствования окислительной плавки авторами предложено ограничить завалки исключительно охладителями. В этом случае избыток тепловой энергии расходуется на расплавление металлолома и восстановление железа из прокатной окалины по эндотермической реакции



Как видно, часть растворенного в чугуне углерода расходуется на прямое восстановление железа по реакции (2).

Расход углерода определяется по уравнению

$$\Delta g_{[\text{C}]}=0,2857\cdot 10^{-2}\text{Fe}\cdot g_{\text{па}}, \text{ кг/кг п.о.} \quad (3)$$

где Fe-содержание железа в прокатной окалине, %;

$g_{\text{п.о}}$ -количество загружаемой на 1т чугуна прокаткой окалины, кг.  
Из 1т чугуна свободным кислородом окисляется остальная часть углерода.

$$\Delta G_{[C]} = [C] \cdot 10 \cdot 0,2857 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Fe} \cdot g_{\text{п.о.}} \quad (4)$$

При условии  $g_{\text{п.о.}} = 60,0$  кг/т;  $\text{Fe} = 70\%$ . и  $[C] = 4,5\%$  по уравнению (4) получим.

$$\Delta G_{[C]} = 45 \cdot 0,2857 \cdot 10^{-2} \cdot 70 \cdot 60 = 45 \cdot 12,0 = 33,0 \text{ кг/т чугуна.}$$

Учитывая приведенные в таблице 2 значения экзотермических тепловых эффектов реакций, суммарный тепловой эффект может быть определен по уравнению.

$$Q_{\text{ЭКЗ}} = 10500 \cdot \Delta G_{[C]} + 22116 \cdot g_{\text{Si}} + 5081 \cdot g_{\text{Mn}} + 15187 \cdot g_{\text{V}} + 5055 \cdot g_{\text{Cr}} + 21696 \cdot g_{\text{Ti}} + 2835 \cdot g_{\text{Fe}} \quad (5)$$

Количество растворенного в чугуне углерода газифицируется как свободным кислородом, так и кислородом оксидов железа в газ CO и покидает рабочее пространство печи.

Количество образующегося газа в целом может быть определено по уравнению

$$V_{\text{CO}} = 1,866 \cdot 10 \cdot \eta_{\text{C}} \cdot [C], \text{ м}^3/\text{т. чугуна}, \quad (6)$$

где  $\eta_{\text{C}}$ -степень окисления углерода  $\approx \eta_{\text{C}} \approx 0,96$ ;

$[C]$ -содержание углерода в чугуне  $[C] = 4,5$ .

Теплосодержание этого количество газа может быть определено по уравнению

$$I_{\text{CO}} = C_{\text{CO}} \cdot t_{\text{r}} \cdot V_{\text{CO}}, \text{ кДж/т чугуна.} \quad (7)$$

Эндотермический тепловой эффект прямого восстановления железа из прокатной окалины расходует следующее количество тепла

$$\Delta Q_{\text{ЭНД}} = 2835 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Fe} \cdot g_{\text{п.о.}}, \text{ кДж/т чугуна.} \quad (8)$$

Теплосодержание газа и эндотермический тепловой эффект, определяемые по уравнениям (7) и (8), а также тепло на расплавление железа из прокатной окалины, образуют расходную часть избытка тепла. Тогда фактический избыток тепла, на который надо подавать охладитель определяем по уравнению.

$$\Delta Q_{\text{ЭКЗ}} = Q_{\text{ЭКЗ}} - I_{\text{CO}} - \Delta Q_{\text{ЭНД}} - 10^{-2} \cdot \text{Fe} \cdot g_{\text{п.о.}}, \text{ т.е.}$$

$$\Delta Q_{\text{ЭКЗ}} = 10500 \cdot \Delta G_{[C]} + 22116 \cdot g_{\text{Si}} + 5081 \cdot g_{\text{Mn}} + 15187 \cdot g_{\text{V}} + 5055 \cdot g_{\text{Cr}} + 21696 \cdot g_{\text{Ti}} + 2835 \cdot g_{\text{Fe}} - C_{\text{CO}} \cdot t_{\text{r}} \cdot 1,866 \cdot 10 \cdot \eta_{\text{C}} \cdot [C] - (2835 + c_{\text{Fe}} \cdot t_{\text{пл}}) \cdot 10^{-2} \cdot \text{Fe} \cdot g_{\text{п.о.}}, \text{ кДж/т чугуна.}$$

Подставляя соответствующие значения величин, получим

$$\Delta Q_{\text{ЭКЗ}} = 10500 \cdot 0,96 \cdot 33,0 + 22116 \cdot 1,8 + 5081 \cdot 2,5 + 15187 \cdot 5,6 + 5055 \cdot 2,1 + 21696 \cdot 2,2 + 2835 \cdot 9 - 1,75 \cdot 1550 \cdot 1,866 \cdot 0,96 \cdot 45 - (2835 + 0,92 \cdot 1600) \cdot 10^{-2} \cdot 70 \cdot 60 = 302400 + 39808 + 12702 + 85047 + 10615 + 47731 + 25515 - 218658 - 180894 = 523818 - 399552 = 124266 \text{ кДж/т.}$$

Полученному избытку тепла соответствует расход охладителя – металлолома в следующем количестве

$$g_{\text{мл}} = \eta_{\text{r}} \cdot \Delta Q_{\text{ЭКЗ}} / (C_{\text{мл}} \cdot t_{\text{пл}} + 325) = 0,95 \cdot 124266 / (0,84 \cdot 1600 + 325) = 118052 / 1669 = 70,7 \text{ кг/т чугуна,}$$

где 325-скрытая теплота плавления металла, кДж/кг.

Аналогичный расчет избытка тепловой энергии при плавке марганцовистого чугуна показал соответственно  $\Delta Q_{\text{ЭКЗ}} = 100327$  кДж/т и  $g_{\text{мл}} = 58,0$  кг/т чугуна, что вполне приемлемо.

Суммарный расход охладителей - прокатной окалины и металлолома составил 130,7 кг/т и 128,0 кг/т соответственно при переработке ванадийсодержащего и марганецсодержащего чугунов.

Завалка в конвертер еще шлакообразующих добавок обычно предназначена для регулирования жидкоподвижности и физико-химической активности образующегося шлака, что сопровождается

## • Технические науки

неизбежным увеличением выхода шлака. Чаще всего в качестве шлакообразующих в конвертер вводят известь и доломит до основности шлака  $(CaO)(SiO_2)=2,0-2,5$ . Увеличение основности шлака приводит к снижению концентрации полезных металлических оксидов, с чем связано накопление конвертерных шлаков на отвалах и снижение эффективности их переработки.

Суммарное содержание оксидов железа и полезных металлов в отвальных шлаках колеблется в пределах 30-35%. Этой концентрации недостаточно, чтобы экономически эффективно перерабатывать конвертерные шлаки. Облагораживание конвертерного шлака может быть до определенной степени достигнуто, как предлагалось в нашей предыдущей работе, методом гравитационной сепарации, при которой балластные шлакообразующие оксиды отсеваются. Экспериментальными исследованиями установлено, что в зависимости от степени сепараций, концентрация оксидов полезных металлов повышается в следующем порядке.

Степень отсева балластных оксидов	0	0,2	0,3	0,4	0,45
Концентрация оксидов полезных металлов, %	30	37,5	42,85	50,0	54,5

Метод гравитационной сепараций обеспечивает отсев балластных оксидов до 0,4-0,45. При этом повышение суммарной концентраций оксидов полезных металлов до 50-55% создает необходимые условия экономической целесообразности переработки отвальных конвертерных шлаков.

Возвращаясь состоянию образования шлакового расплава в конвертере из окисленных металлов можно прогнозировать более прогрессивный способ его переработки. В момент образования шлакового расплава над обезуглероженной металлической ванной температурно-тепловой режим системы шлак-металл находится в максимально удобном состоянии для прямого восстановления всех окисленных металлов не выпуская их из конвертера. Использование этого состояния системы для организации процесса прямого восстановления металлов открывает наиболее короткий и экономичный путь к решению проблемы с конвертерным шлаком.

Процесс прямого восстановления металлов реализуется при выполнении двух важных операций: 1) создание эффективного углеродсодержащего восстановительного реагента и покрытие им поверхности шлакового расплава; 2) компенсация эндотермических эффектов прямого восстановления металлов продувкой поверхности слоев горячим факелом. Процесс схематически изображен на рисунок 1.

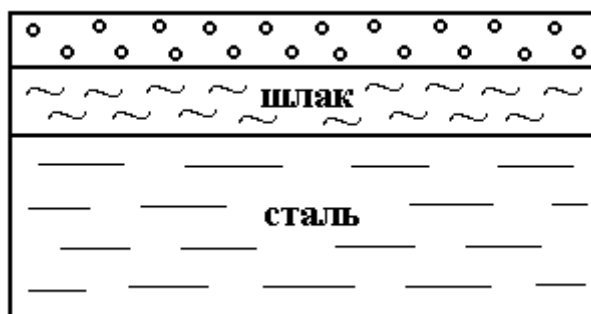
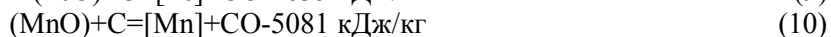
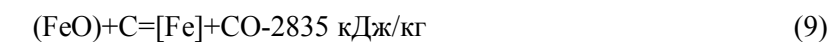
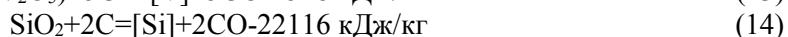
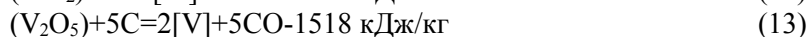
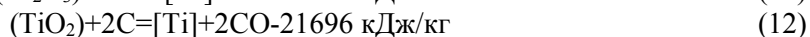


Рис. 1. Расположение слоев стали (1), шлака (2) и углеродсодержащего реагента (3).

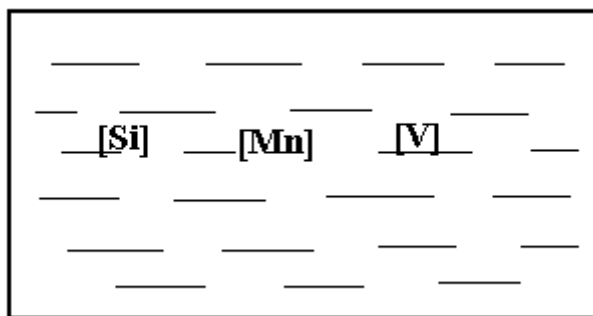
При высокой температуре 1450-1550°C интенсивно протекает прямое восстановление оксидов из шлакового расплава по реакциям.







В процессе прямого восстановления оксиды металлов переходят в металлическое состояние и растворяются в расплаве металла. Возобновляется бесшлаковый процесс и ванна расплава состоит только из расплава легированной стали, как это показано на рисунок 2. Слой оксидного шлака превращается в металлы и газообразные продукты по реакциям (9)-(14) и исчезает.



**Рис. 2.** Бесшлаковый процесс образования сплошной ванны расплава легированной стали

**Заключение.** Исследованы возможности эффективной переработки конвертерных шлаков, включающие контроль качества заливаемого чугуна, ограничения завалки флюсов и охладителей. Предложен новый подход к конвертерной плавке стали без завалки шлакообразующих добавок для регулирования вязкости и активности шлака, ограничением завалки только охладителями и организации прямого восстановления окисленных металлов загрузкой на слой оксидного шлака углеросодержащих восстановительных реагентов. Эндотермический тепловой эффект прямого восстановления металлов обеспечивается нагревом и перемешиванием слоев горячим пламенем. В условиях температурно-теплого состояния конвертерного процесса восстановление всех металлов из шлака позволит выплавку легированной стали. Перевод всех легирующих металлов из оксидного состояния в металлическое состояние создает бесшлаковый процесс выплавки легированной стали непосредственно в конвертере.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воскобойников В.Г, Кудрин В.А, Якушев А.М. Общая металлургия. М: ИКЦ, Академкнига, 2005.–768с.
2. Тлеугабулов С.М, Носов К.Г, Урюпим С.Д. Управление процессом смешанного восстановления железа в шахте доменной печи. Алматы. 1992.–190с.
3. Тлеугабулов С.М, Жолдыбаев Т.А. Информационные технологии в металлургии. Алматы: РИК. 2003.–145с.
4. Шишкин Ю.И, Торговец А.К. Современный кислородно-конвертерный процесс. Алматы: НИЦ «Гылым».-2007.–145с.
5. Гавримок Г.Г, Леконцев Ю.А, Абрамов С.Д. Доменная плавка титаномагнетитов. Тула: АССОД. 1997.–216с.

#### LITIRATURY

1. Voskoboinicov V.G, Kudrin V.A, Yakushev A.M. Obshshaya metallurgiya. M: IKS, Akademkniga, 2005.- 768s.
2. Tleugabulov S.M, Nosov K.G, Uriupim S.D. Upravlenie protsessom smeshannogo vosstonovleniya jeleza v shahte domennoi pechi. Almaty. 1992.-190s.
3. Tleugabulov S.M, Joldybaev T.A. Informatsionnye tehnologii v metallurgii. Almaty: RIK. 2003.- 145s.
4. Shishkin Yu.I, Torgovets A.K. Sovremennyy kislородno-konverternyy protsess. Almaty: NIS «Gylym».-2007.–145s.
5. Gavrimok G.G, Lekontsev Yu.A, Abramov S.D. Domennaya plavka titanomagnetitov. Tula: ASSOD. 1997.-216s.

С.М.Тлеугабулов, Д.Х.Алтыбаева, Н.Б.Асабаев, Н.Е.Мырзахметов

**Конвертерлік шлақты өңдеу мүмкіндіктерін зерттеу және шлаксыз процесті құру**

**Түйіндеме.** Құрамында жаңғыртылатын қоқысы бар ванадийді қайта өңдеуге эксперименталды зерттеулері орындалды. Күкірт пен фосфор сияқты зиянды қоспалары бар қоқыстар 0,03% деңгейде шектелген, ал темір оксидтері 22,0 - 25,0 %;  $V_2O_5=5.0-7.0\%$ . Қоқысты ерітіп қалпына келтіру үшін стехиометриялық көміртегінің көлемін реттеу мүмкіндігімен қоқыстың оксидтерін қалпына келтіруге түйіршіктелген теміркөміртекті материал алдын ала дайындалады. Өңделетін қоқыс ерітілгеннен кейін ерітіндінің бетіне темір көміртекті түйіршіктерді салып 1800 – 1900 °С қызудағы ыстық жалынды үрлейді. Ерітілген темір көміртекті материал қоқыстың қабаттарына кіреді және жоғарғы қызумен металдар тікелей өз қалпына келеді: темір – 95%, ванадий – 85%, кремний – 65%.

Толық ерігеннің қорытындысында және тікелей қалпына келтірілген ванадийдің жаңғыртылған қоқысы толық металлға айналдырылып, ванадиймен қосындыланған болат алынды. Технологияны қолдану ванадийлі шойынның ерітіндісін жаңғырту үдерісінің қоқыссыз болуын қамтамасыз етеді.

**Кілтті сөздер:** өңдеу, конвертер, темір, шлак, ванади, оксид, шойын, балқыма, көміртегі.

S.M.Tleugabulov, D.Kh.Altymbaeva, N.B.Assabaev, N.Y.Myrzakhmetov

**Research of possibility of processing of converter slags and creation is a demon of slag process**

**Summary.** Executed experimental researches of the restoration processing vanadium of containing converter slags. Table of contents in the slag of such harmful admixtures as sulphur and phosphorus it restrictedly at the level of 0,03% and oxides of iron 22,0 - 25,0 %;  $V_2O_5=5.0-7.0\%$ . For restoration fusible slag preliminary prepared granular iron-carbon material with possibility adjusting of stoichiometrical amount of carbon on renewal of oxides in a slag. After melting of converter slag on the surface of fusion углеродсодержащие granules loaded iron and blew hot flame with температурый 1800 - 1900 0C. Molten iron-carbon material got to the layer of slag and at such high temperature the intensive took place direct renewal of metals : gland on - 95%, vanadium on - 85%, silicon on - 65%.

As a result of complete melting and direct renewal a vanadium converter slag practically is fully translated in metallic the state and it is got alloyed

**Keywords:** processing, convertor, recovery, carbon monoxide, iron, coal, smelting.

УДК.669.1

**С.М. Тлеугабулов, Е.Б. Тажиев, А.М. Нурпеисова, О. Мейрамхан**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, [suleiman\\_70@mail.ru](mailto:suleiman_70@mail.ru))

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
КОМПЛЕКСНЫХ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Аннотация.** Производство металлизированных материалов в области бескоксовой металлургии основано на процессе металлизации железорудных окатышей обычно горячими восстановителями газовыми (ГВГ). Такой способ получения металлизированных материалов ограничен металлизацией только железа. Существующие в составе окатышей, кроме железа, ценные оксиды легирующих металлов – марганцы, хрома, ванадия до конца не металлизуются. Твердый углерод обладает сильным восстановительным потенциалом. Нормированное введение его в состав шихты при подготовке шихты позволяет получить комплексный металлизированный материал, содержащий не только металлическое железо, но и металлизацию прочных, трудновосстановливых металлов. Получены результаты исследования процесса прямого восстановления металла углеродом. Для реализации процесса использован новый способ, состоящий из двух стадий: 1) осаждение углерода в слое дисперсного железорудного концентрата; 2) нагрев углеродсодержащего слоя и прямое восстановление железа и легирующих металлов из их оксидов до металла. Организован высокотехнологический процесс в лабораторных последовательно расположенных трубчатых и плавильных печах. Лабораторные образцы комплексных металлизированных продуктов и выплавленных из них слитков соответствуют составу стандартного качества стали.

Технология обеспечивает высокую технико-экономическую эффективность, повышение качества металла и снижение выхода шлака на единицу продукции.

**Ключевые слова:** марганец, хром, углерод, оксид, железа, уголь, плавка.

В традиционной металлургии на процессах восстановления металлов основаны такие крупные производственные комплексы, как «доменное», «ферросплавное» производства, а также производство металлизированных полупродуктов на основе плавки в жидкой ванне (ПЖВ)[1]. Во всех перечисленных производственных комплексах основным восстановительным реагентом является твердый углерод. Поскольку твердый углерод в чистом виде в природе не встречается и тем более не может обеспечивать такие крупные производственные комплексы на практике, в качестве восстановительного реагента обычно используют углеродсодержащие компоненты - уголь, кокс и коксовые отсеvy. Вместе с тем использование перечисленных углеродсодержащих реагентов усложняется с решением ряда проблем. Это в первую очередь связано с зольностью угля и кокса, которая повышает выход шлака за счет снижения выхода металла. Во-вторых, высокое содержание серы в коксе и угле, которая вызывает разработку дополнительных технологических операций, связанных с десульфурацией расплава металла.

В ранее выполненных исследованиях [2-4] получены результаты высокотехнологических процессов осаждения чистого углерода из газовой фазы в слое оксидов железа на основе апробации и организации процесса по известным реакциям Белла и Будуара.

Регулирование параметров процесса – температуры, давления газовой фазы с одной стороны и дисперсности и степени восстановления металлов в слое – с другой, позволили получить повышенную концентрацию чистого осажденного углерода в дисперсном слое до 15-30%.

Концентрация чистого углерода в слое дисперсных железооксидных материалов в пределах 15-30% обеспечивает полное восстановление железа в концентрате и позволяет вводить в состав дополнительное количество оксидов ряда легирующих металлов – марганца, хрома, ванадия и др. и получить комплексный металлизированный материал. Взаимодействие твердого углерода с оксидами металлов во всех случаях является эндотермичными. Поэтому, прежде всего, необходимо решить вопрос о том, как и каким образом подводить тепло в плотные слои углеродсодержащей шихты и обеспечить нагрев ее в шахтной печи.

Наиболее дешевым и эффективным теплоносителем является горячий газ-теплоноситель, который получается за счет сжигания топлива и выхода газообразных продуктов восстановления металлов.

Получение металлизированного материала способом осаждения чистого углерода разложением газа СО положено в основу технологии подготовки комплексных металлоуглеродсодержащих материалов. Для полной металлизации чистого оксида железа достаточно расход углерода на уровне 14-15 гр на 100 гр оксида. Поскольку в получаемом железо-углероде содержание чистого углерода можно регулировать до 20-30 %, избыток последнего можно использовать для восстановления дополнительно вводимых в систему оксидов легирующих металлов на примере оксидов марганца, хрома, ванадия. Осаждаемое количество углерода не ограничивает количественное соотношение добавляемых оксидов. Тем не менее с позиции технологии получения качественного металлопродукта количество каждого рода вводимого в состав шихты оксида должно быть нормировано с целью получения на выходе стандартных образцов металлопродукции.

На экспериментальных установках получены углеродсодержащие материалы, химические составы которых представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Химические составы науглероженных концентратов**

Наименование материала	Химический состав, %										
	Fe	FeO	MnO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	P	C	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Оксид железа + C	54,88	-	-	0,12	0,04	-	-	0,016	0,024	20,0	-
Прокатная окалина + C	52,00	23,51	0,18	0,18	0,06	-	-	0,023	0,01	22,0	-
Качканарский концентрат + C	51,00	6,97	0,21	4,75	0,31	1,03	0,72	0,05	0,025	15,0	0,24

Для получения комплексных металлизированных материалов к науглероженным оксидам железа и прокатной окалины дополнительно вводили марганцевые и хромитовые отходы соответственно в массовых долях по 20%. Состав полученных смесей представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Химический состав смесей комплексных материалов**

Наименование материала	Химический состав, %								
	Fe	Mn	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P	C
Смесь оксидов железа и марганца	43,53	5,25	-	-	6,77	2,50	0,088	0,066	16,0
Смесь прокатной окалины с хромитом	43,66	0,18	10,47	-	1,33	1,636	0,026	0,01	17,6
Качканарский концентрат + С	51,00	0,16	-	0,24	4,75	0,31	0,05	0,025	15,0

Полученные образцы смесей по 200 гр. загружали в герметические ячейки и нагревали с выдержкой при температуре 1100-1150<sup>0</sup>С. Обжиг смеси шихты сопровождается выделением газов СО<sub>2</sub> и СО, начиная при температуре 600<sup>0</sup>С. С повышением температуры увеличивалось выделение газов, первоначально с повышенной концентрацией СО<sub>2</sub>. Взаимодействие твердого углерода с высшими оксидами Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до FeO, MnO<sub>2</sub> до Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> до V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> практически сопровождалось выделением СО<sub>2</sub>. Низшие оксиды этих же металлов взаимодействовали с углеродом при более высокой температуре и постепенным увеличением концентрации СО до 75-90 %. Завершение прямого восстановления металлов до соответствующих степеней характеризовалось снижением выхода газа практически до нуля.

При прекращении выделения газа реакционную ячейку извлекали из печи и во избежание вторичного окисления охлаждали до комнатной температуры.

После обжига в герметической реакционной ячейке получены комплексные металлизированные углеродсодержащие материалы, составы которых представлены в таблице 3.

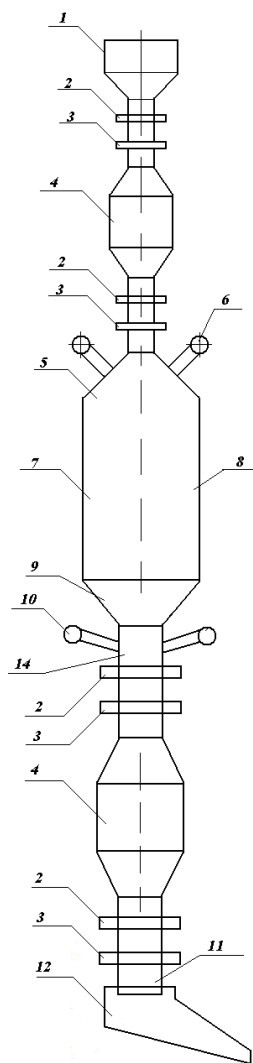
Таблица 3. **Химические составы комплексных углеродсодержащих материалов**

Наименование компонентов	Химический состав, %										
	Fe	Fe <sub>мет</sub>	Mn <sub>мет</sub>	MnO	Cr <sub>мет</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	V <sub>мет</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	P	C
На основе оксида железа	60,70	59,5	4,2	3,6	-	-	-	7,50	0,09	0,07	2,3
На основе прокатной окалины	55,97	54,8	0,16	0,08	5,67	5,67	-	-	0,03	0,012	3,5
На основе Качканарского концентрата	63,75	62,5	0,2	-	-	-	0,15	0,04	0,03	0,03	0,82

Полученные комплексные углеродсодержащие материалы обладают достаточно высокой степенью металлизации. Железо практически полностью металлизировано, марганец, хром и ванадий металлизированы со степенью 0,60; 0,65; 0,8 соответственно.

На довосстановление оксидов марганца, хрома и ванадия в составе шихты имеются остаточные концентрации углерода соответственно 2,3; 3,5; и 0,82%, которые будут взаимодействовать с оксидами соответствующих металлов при нагреве системы до более высокой температуры выше 1250 <sup>0</sup>С. Металлизированные гранулы в конечном счете используются для выплавки металла обычно при 1550-1650 <sup>0</sup>С, избыток углерода при такой температуре неизбежно взаимодействует с остаточными оксидами металлов MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В этом случае в выплавленном металле ожидаемая остаточная концентрация углерода составит в пределах 0,2-0,5%, что вполне соответствует стандартным составам сталей.

Предлагаемая технология предусматривает подготовку шихты и реализацию технологии по технологической схеме, представленной на рис.1.



**Рис. 1.** Конструкция шахтного агрегата для производства металлизированных продуктов

Железосодержащие окисленные дисперсные материалы (или железорудный концентрат) и углеродсодержащий восстановительный реагент перемешивают, измельчают до фр. < 0,5 мм, увлажняют раствором связующих (меласса), получают и подготавливают углеродсодержащие гранулы известным способом.

Технология производства металлизированных продуктов может быть реализована при создании шахтного агрегата следующей конструкции, где 1 – приемный бункер; 2 – шихтовый затвор; 3 – газовый затвор; 4 – шлюзовая камера; 5 - купол шахтной печи; 6 – кольцевой газоотвод; 7 – шахта; 8 – столб шихты; 9 – заплечики; 10 – кольцевой газопровод горячего газа; 11 – выпускное устройство; 12 – выгрузочный лоток.

**Работа осуществляется следующим образом.** Посредством конвейерной или скиповой подачи углеродсодержащие гранулы загружают в приемный бункер. Открывают сначала газовый затвор 3, затем шихтовый затвор 2. Материал опускается в шлюзовую камеру. По мере заполнения шлюзовой камеры, материал периодически загружают в шахту 7. Периодически повторяя загрузку, заполняют полностью рабочее пространство шахтной печи до верхнего уровня шахты – купола 5. Далее поверхность засыпи столба шихты возобновляется по мере опускания столба шихты за счет выпуска губчатого железа снизу печи, также через нижнюю шлюзовую камеру 4.

При заполненной емкости шахтной печи 7 шихтой 8 через кольцевой газопровод 10 в области заплечиков 9 подают горячий газ – энергоноситель с температурой 1100°C, который распределяется по сечению печи и фильтруется снизу вверх, выходит из печи через газоотвод 6. Температуру горячего газа – теплоносителя повышают постепенно, начиная с 500 °C до 1100°C. В течении 2-3 часа устанавливается температурный режим теплообмена между горячим газовым потоком и шихтой.

Нагрев углеродсодержащих гранул по мере повышения температуры выше 600°C приводит к протеканию реакции прямого восстановления металлов.

Взаимодействие высших оксидов с твердым углеродом начинается при 600°C и развивается с повышением температуры по следующим реакциям



В области температуры 1000<sup>0</sup> ÷ 1100°C успешно взаимодействуют низшие оксиды с твердым углеродом по реакциям



Как видно, в роли восстановительного реагента выступает твердый углерод. Горячий газовый поток выполняет роль теплоносителя, обеспечивающего нагрев шихты до соответствующей температуры слоя и компенсацию затрат тепловой энергии на эндотермические реакции прямого восстановления. В связи с тем, что высшие оксиды оксидов железа, марганца и ванадия имеют более высокие значения упругостей диссоциации, они по реакциям (1)-(3) практически восстанавливаются параллельно в области температуры 600-900°C. По мере перехода их в низшие оксиды упругости диссоциации резко снижаются и зависит от природы оксидов. Поэтому они восстанавливаются по реакциям (4)-(8) последовательно в области температуры 1000-1100°C в зависимости от прочности оксида. Углерод, как универсальный восстановительный реагент эффективно восстанавливает не только железо, но и такие тугоплавкие металлы как марганец, хром, ванадий [5, 6]. В интервале температуры 600-1100°C и времени выдержке 2-3 ч. получены металлизированные продукты с степенью металлизации 0,90-0,95, что обеспечивает достаточно высокое качество комплексного губчатого железа и выплавку из него качественных марок легированных сталей.

**Заключение.** Получены результаты теоретических и экспериментальных исследований прямого восстановления железа и легирующих металлов Cr, V, твердым углеродом. На основе оксидных железорудных материалов получены углеродсодержащие оксидные материалы, в которые последовательно вводились оксиды легирующих металлов. Установлена закономерность прямого восстановления металлов по последовательно фазовому превращению оксидов с возможностью регулирования концентрации углерода в смеси шихты и выплавляемом металле. Представлена технологическая схема и аппаратные оформления процесса с возможностью получения комплексного металлизированного продукта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вегман Е.Ф. Краткий справочник доменщика. М.: металлургия, 1981.-248с.
2. Коротич В.И., Набойченко С.С. и др. Начало металлургии. Екатеринбург: УГТУ, 2000.-392с.
3. Юсфин Ю.С., Пашков Н.С., Металлургия железа.: Учебник для вузов.-М.:ИКЦ «Академкнига», 2007.-464с.:ил.
4. Глеугабулов С.М., Жабалова Г.Г., Набоко Е.П. Исследование возможности получения железоуглеродистого полупродукта путем регенерации углерода шлама //РНЖ «Технология производства металлов и вторичных материалов» 2003, №2. с, 10-15.
5. Елютин В.П., Павлов Ю.А., Поляков В.П., Шеболдаев С.Б. Исследование взаимодействия оксидов тугоплавких металлов с углеродом // Физическая химия оксидов. М.: Наука 1971. С. 66-76.
6. Елютин В.П., Павлов Ю.А. и 2едр. Взаимодействие окислов металлов с углеродом. М.: Металлургия, 1976.-360с.

#### LITIRATURY

1. Vegman E.F. Kratkii spravochnik domenshika. M.: metallurgiya, 1981.-248s.
2. Korotich V.I., Naboishenko S.S. i dr. Nachalo metallurgii. Ekaterinburg: UGTU, 2000.-392s.
3. Yusfin Yu.S., Pashkov N.S., Metallurgiya jeleza.: Uchebnik dliy vuzov.-M.:IKS «Akademkniga», 2007.-464s.:il.
4. Pleugabulov S.M., Jabalova G.G., Naboko E.P. Issledovanie vazmojnosti polucheniya jelezouglerodistogo poluprodukta putem regeneratsii ugleroda shlama //RNJ«Technologia proizvodstva metallov i vtorichnyh materiallov» 2003, №2. s, 10-15.
5. Elyutin V.P., Pavlov Yu.A., Poliakov V.P., Sheboldaev S.B. Issledovanie vzaimodeistviya oksidov tugoplavki metallov s uglerodom // Fizicheskaya himiya oksidov. M.: Nauka 1971. S. 66-76.
6. Elyutin V.P., Pavlov Yu.A. i 2edr. Vzaimodeistvie okislov metallov s uglerodom. M.: Metallurgiya, 1976.-360s.

Глеугабулов С.М., Тажиев Е.Б., Нурпеисова А.М., Мейрамхан О.

#### **Кешенді металданған материалдарды алу жоғары технологиясын зерттеу және жасақтау**

**Түйіндеме.** Әдеттегідей ыстық газды қалпына келтіргіштермен (ЫГҚК) кокоссыз металлургия облысында металдандырылған материалдардың өндірісі темір кенді құйындыларды металдандыру үдерісіне негізделген. Металдандырылған материалдарды алу бұл тәсілі тек темірді металдандырумен ғана шектелген. Құйындылардың құрамындағы темірден басқа қосындыланған металдардың бағалы оксидтері – марганецтер, хром, ванадия соңына дейін металдандырылмайды. Қатты көміртектің қалпына келтіру аса зор әлуеттілігі бар. Шихтаны дайындағанда оны мөлшерленген шихтаның құрамына енгізу құрамында металды темір ғана емес, қалпына қиын келтірілетін қатты металдарды металдандырып жиынтықты материал алуға мүмкіндік береді.

Көміртегімен металды тікелей қалпына келтіру үдерістерінің зерттеулерінің қорытындылары алынды. Үдерісті іске асыру үшін жағдайы екі кезеңнен тұратын жаңа тәсіл пайдаланылды : 1) темір кенді дисперсиялық концентраттың қабатындағы көміртегінің шөгуді; 2) құрамында көміртегі бар қабатты қыздыру және қосындыланған металдардың оксидтерінен металға дейін және темірді тікелей қалпына келтіру. Ретті түрде орналасқан зертханалық түтік тәрізді және балқытатын пештерінде жоғарғы технологиялық үдерісі ұйымдастырылды. Металдандырылған өнімдердің кешенді зертханалық сұлбалары және олардың ерітілген кесектері және болат сапасының стандартының құрамына сәйкес.

Жоғарғы техникалық-экономикалық тиімділікті, қалдықтардың шығуы бір өнім бірлігіне азаюын және металл сапасының жоғарлауын технология қамтамасыз етеді.

**Кілтгі сөздер:** марганец, хром, көміртегі, оксид, темір, көмір, балқыту.

Teugabulov S.M., Tajiev Y.B., Nurpeisova A.M., Meiramkhan O.

#### **Research and development high technology of receipt of complex metal – backer materials**

**Summary.** Production of металлизированных materials in area of demon of coke metallurgy it is based on the process of metallization of iron-ore pellets usually by hot gas repairers (ГВГ). Such method of receipt of металлизированных materials is limited to metallization only gland. Existing in composition pellets except iron valuable oxides of alloying metals are manganese, chrome, vanadium to the end not металлизуются. Hard a carbon possesses strong restoration potential. Rationed introduction it in the complement of charge at preparation of charge allows to get complex металлизированный material, containing not only metallic iron but also metallization of durable, difficult recovered metals. The results of research of process of direct renewal of metal are got a carbon. For realization of process a new method is used, states from two stages: a 1) besieging of carbon in the layer of dispersible iron-ore concentrate; 2) heating of углеродсодержащего layer and direct renewal of iron and alloying

**Key words:** manganese, chromium, carbon monoxide, iron, fermium, coal, smelting.

УДК 621.63

**Б.Ж. Баймуханбетов, С.А. Юсупова**

(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, b.b.k.kaz@mail.ru)

#### **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

**Аннотация.** Дан анализ систем энергосбережения в системах вентиляции. Рассмотрены системы автоматизированного электропривода с учетом их использования в системах вентиляции. С учетом требований к электроприводу вентиляторных установок выбрана система АВК, рассчитаны и выбраны ее элементы.

**Ключевые слова:** системы вентиляции, электропривод, системы регулирования.

Вентиляторные установки главного проветривания (ВУГП) на рудниках и шахтах являются наиболее емкими потребителями электрической энергии. В классе механизмов с близким характером нагрузок (насосы, компрессоры), потребляющих около 25% всей вырабатываемой энергии, вентиляторные установки являются одними из основных потребителей.

Требуемое количество свежего воздуха, подаваемого в пахту посредством (ВУГП), зависит от многих факторов: количества людей, находящихся на подземных работах, содержания в рудничной атмосфере углекислоты, ядовитых и взрывоопасных газов, газов от взрывных работ. Очевидна необходимость применения нескольких вариантов проветривания. Обычно, выделяют четыре варианта проветривания подземных горных выработок:

- постоянно только нормальный режим проветривания
- нормальное проветривание с периодическим усиленным после массовых взрывов на рудниках и с возможными внезапными выбросами метана на угольных шахтах;
- нормальное проветривание с периодическим пониженным на время ремонтных, работ в выходные дни;
- нормальное проветривание с периодическим переходом на усиленное и пониженное проветривание.

## • Технические науки

---

Для регулирования количества воздуха, подаваемого в шахту, посредством ВУГП, применяются несколько способов:

- изменением угла поворота лопаток направляющих аппаратов (для центробежных и осевых вентиляторов);
- изменением угла установки лопаток рабочего колеса (для осевых вентиляторов);
- изменением частоты вращения двигателя рабочего колеса вентилятора.

Исследованиями, проведенными многими авторами, [1,2,3] установлено, что регулирование режимов работы ВУГП с помощью регулировочных элементов вентилятора не обеспечиваются высокие энергетические и другие показатели.

Наиболее эффективным средством, обеспечивающим высокие эксплуатационные и энергетические показатели систем вентиляции, является автоматизированный электропривод.

Система регулируемого электропривода вентиляторных установок должна отвечать как общим требованиям, предъявляемым к всем системам привода (высокие энергетические показатели системы: КПД и cosφ; надежность и простота эксплуатации; относительно небольшая стоимость, так и специальным требованиям, определяемым, условиями эксплуатации и характеристиками вентиляторов (спокойный характер нагрузок, диапазон регулирования не менее 2:1).

В настоящее время указанным требованиям отвечают несколько систем автоматизированного электропривода:

- электропривод с вентильным двигателем;
- электропривод по системе ТПЧ-АД;
- электропривод по системе АВК.

Каждая из указанных систем электропривода имеет свои достоинства и недостатки.

Электропривод с вентильным двигателем имеет высокие регулировочные свойства и энергетические показатели:

- *высокий КПД, обусловленный малыми потерями в роторной цепи;*
- *высокий коэффициент мощности;*
- *изменением магнитного потока можно регулировать потребление и передачу реактивной мощности, т. е. влиять на качество напряжения в питающей сети. Недостатками этой системы применительно к вентиляторным установкам можно отнести относительно высокую стоимость, сложную систему управления и эксплуатации.*

Электропривод по системе ТПЧ-АД является эффективным средством повышения технологичности многих производств. Использование таких приводов позволяет:

- значительно (до 40%) снизить энергопотребление, что особенно актуально при постоянно растущих тарифах на энергоносители.
- осуществить разгон и торможение двигателя плавно, по желаемому закону от времени, при варьировании временем разгона и торможения от долей секунды до десятков минут.
- повысить комфортные показатели при работе и долговечность механического оборудования благодаря плавности переходных процессов.
- защитить двигатель от перегрузок по току, перегрева, утечек на землю и от обрывов в цепях питания двигателей.
- снизить эксплуатационные расходы на капитальный ремонт оборудования за счет значительного снижения динамических нагрузок в элементах кинематической цепи.

Большинство из этих свойств не могут быть реализованы при применении в вентиляторных установках.

Электропривод по системе АВК имеет следующие достоинства:

- наличие обширной области экономичной работы;
- возможность применения вентилятора простейшей конструкции с упрощенным направляющим аппаратом и без устройств поворота закрылков;
- возможность изменения режима работы без остановки вентилятора.

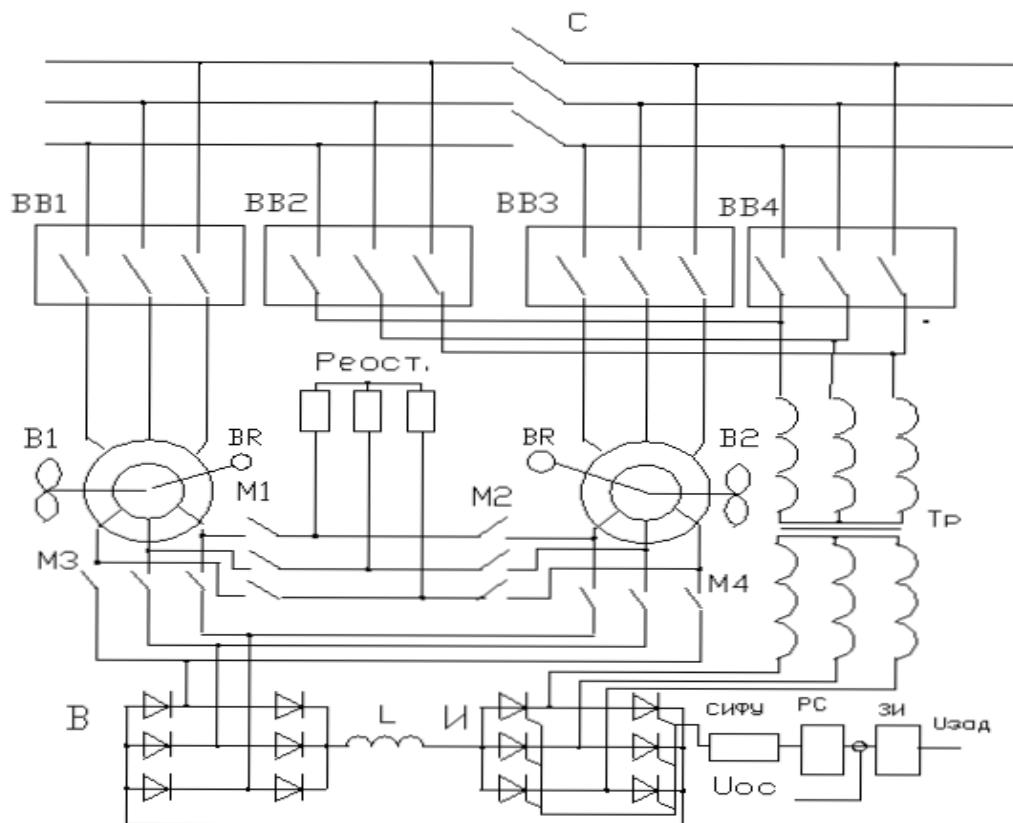
Недостатки:

- снижение коэффициента мощности при увеличении регулирования и, следовательно, необходимость установки статических конденсаторов;
- максимальная скорость асинхронного электродвигателя меньше номинальной.



В диапазоне регулирования 2:1 указанные недостатки привода по системе АВК не оказывают существенного влияния на энергетические и эксплуатационные показатели.

Схема электропривода по системе АВК, разработанная для рудничной вентиляционной установки приведена на рис.1



**Рис. 1.** Электропривод по системе АВК

*С* - секционный высоковольтный выключатель; *BB1; BB2; BB3; BB4* - высоковольтные выключатели; *B1, B2* - вентиляторы; *BR* - тахогенератор; *M1; M2; M3; M4* - контакторы; *Тр* - согласующий трансформатор; *В* - выпрямитель; *И* - инвертор; *L* - сглаживающий дроссель;

Схема обеспечивает разгон двигателя на реостатной характеристики до скорости, равной  $0,5n_n$ ; плавное регулирование скорости в диапазоне 2:1, возможность перехода работы двигателя на естественную характеристику при повреждении преобразовательного агрегата.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тимухин С.А. Обоснование и обеспечение рациональных режимов эксплуатации шахтных главных вентиляторных установок: Дис. доктора техн. наук: 05.05.06. Екатеринбург, 1988. - 246 с.
2. Упоров С.А. Оптимизация режимов работы эксплуатации вентиляторов главного проветривания метрополитенов: Екатеринбург, 2004-244 с
3. Захарова А.Г., Разгильдеев Г.И. Структура энергопотребления и ресурсы энергосбережения на шахтах Кузбасса // Уголь. 2000. - №7. - С. 48 -50.

#### REFERENCES

1. Timuhin SA Rationale and ensuring rational modes of operation of the mine main fan installations: Dis. doctor tehn. Sciences: 05.05.06. Ekaterinburg, 1988. - 246 p.
2. Uporov SA Optimization of conditions rabotyekspluatatsii main fans subways: Ekaterinburg, 2004-244 p.
3. Zakharov AG, Razgildeev GI The structure of energy consumption and energy saving resources in Kuzbass mines // Coal. 2000. - №7. - S. 48 -50.

Баймұханбетов Б.Ж., Юсупова С.А.

**Электр жетегі құралдарымен желдету жүйесіндегі энергияны үнемдеу**

**Түйіндеме.** Шахталар мен кеніштерін желдету үшін қажет ауаның шамасы көптеген факторларға байланысты: шахтадағы адамдар саны, жарылыс жұмыстары салдарынан шыққан газдар көлемі және т.б.. Желдету қондырғыларының өнімділігін реттеу үшін бірнеше тәсілдер қолданылады. Едәуір әсерлі жұмыс, жетек қозғалтқышының айналу жиілігін өзгертумен өнімділікті реттеу кезінде іске асырылады. Мақалада шахталар мен кеніштердің желдеткіш қондырғыларының жұмыс режимдерінің анализі орындалған.

**Негізгі сөздер:** желдету жүйесі, электр жетегі, реттеу жүйесі.

Баймұханбетов Б.Ж., Юсупова С.А.

**Энергосбережение в системах вентиляции средствами электропривода**

**Резюме.** Требуемое количество воздуха для проветривания рудников и шахт зависит от множества факторов: количества людей, находящихся в шахте, загазованности от взрывных работ и др. Для регулирования производительности вентиляторных установок применяются несколько способов. Наибольшая эффективность достигается при регулировании производительности изменением частоты вращения приводного двигателя. В статье сделан анализ режимов работы вентиляторных установок шахт и рудников.

**Ключевые слова:** системы вентиляции, электропривод, системы регулирования.

Baimukhanbetov B.J., Yusupova S.A.

**Energy saving in ventilation systems means of electric drive**

**Summary.** The required amount of air to ventilate mines, and depends on many factors: the number of people in the mine, gassed from blasting, etc. To control the performance of fan installations used several ways. The highest efficiency is achieved when the change in the regulation of performance speed of the drive motor. The article provides an analysis of the modes of fan installations and mines.

**Key words:** system of ventilation, electric drive, regulatory system.

УДК539.23:621.793

<sup>1</sup>Х.А. Абдуллин, <sup>2</sup>Л.В. Гриценко, <sup>1</sup>Ж.К. Калкозова, <sup>2</sup>С.Е.Кумеков, <sup>2</sup>Ж.О. Мукаш,  
<sup>2</sup>Н.К. Саитова, <sup>2</sup>А.С. Султамуратова

(<sup>1</sup>Национальная нанолaborатория открытого типа, при КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,  
[magic-cool@mail.ru](mailto:magic-cool@mail.ru))

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЁНОК ZnO-Al,  
СИНТЕЗИРОВАННЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДОМ**

**Аннотация.** Отработан гидротермальный метод получения тонких плёнок оксида цинка, легированных алюминием, с контролируемой морфологией. В работе исследованы оптические свойства образцов ZnO, синтезированных гидротермальным методом, такие, как спектры поглощения и пропускания, спектры рамановского рассеяния и спектры фотолюминесценции.

**Ключевые слова:** тонкие плёнки оксида цинка, гидротермальный синтез, спектры пропускания и поглощения, фотолюминесценция.

**Введение**

Оксид цинка (ZnO) является хорошо изученным широкозонным полупроводником ( $E_g = 3.37\text{eV}$ ) с большой энергией связи экситона (60 мэВ) при комнатной температуре, который обладает эффективной ультрафиолетовой люминесценцией [1, 2]. Благодаря своим уникальным свойствам ZnO притягивает большой интерес исследователей. Массивы наностержней ZnO перспективны в связи с их применением в сенсорных датчиках [3], кантилеверах, в оптоэлектронных приборах, таких как светоизлучающие диоды и экситонные солнечные элементы [4, 5]. Вертикально ориентированные наностержни ZnO применяются в солнечных элементах на красителях [6], при изготовлении фотоэлектрических устройств [7]. Оксид цинка нашёл применение в устройствах на поверхностно-акустических волнах [8], в устройствах отображения информации, а также в пьезоэлектрических преобразователях [9].

Для получения наноструктурированных слоёв ZnO применяют различные методы осаждения, такие, как импульсное лазерное осаждение [10], электрохимическое осаждение в пористых мембранах [11], газотранспортный синтез [12], металлоорганическое химическое осаждение из паровой фазы (MOCVD) с помощью диэтилцинка и O<sub>2</sub> или N<sub>2</sub>O в качестве прекурсоров [13] и другие методы.

Поскольку оксид цинка является перспективным материалом для оптоэлектроники и создания проводящих прозрачных покрытий, его оптические свойства весьма важны. В настоящей работе приведены результаты по исследованию оптических и люминесцентных свойств тонких плёнок ZnO, которые были синтезированы низкотратным методом гидротермального синтеза, согласно технологии, описанной в работах [14, 15].

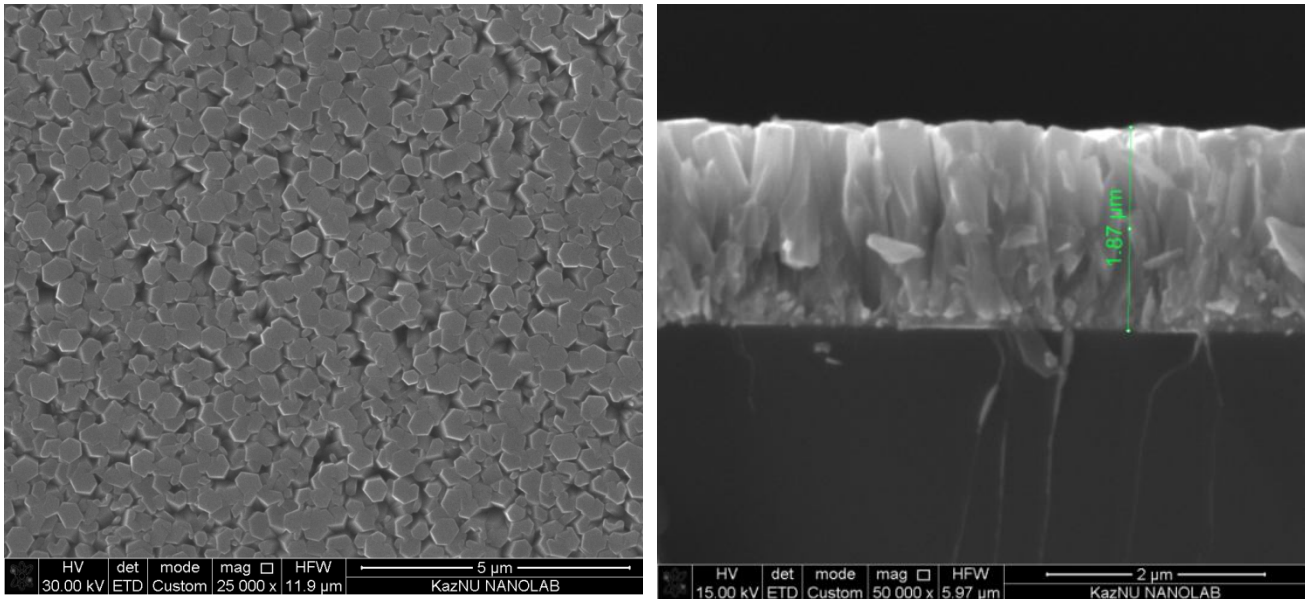
### **Экспериментальная часть**

Массивы наностержней ZnO выращивались двухэтапным методом золь-гель и гидротермального синтеза на стеклянных или полированных кремниевых пластинах. Перед проведением синтеза все подложки были тщательно очищены. На первом этапе с целью получения упорядоченных массивов наностержней оксида цинка на подложки наносился затравочный слой ZnO золь-гель методом. После равномерного распределения золя на поверхности подложек и высушивания при температуре 130°C следовал финишный отжиг при температуре 450°C в течение 60 минут в муфельной печи. Типичная толщина одного затравочного слоя по данным электронной микроскопии составляла порядка 30 нм. На втором этапе слой наноструктурированного оксида цинка выращивался гидротермальным методом при низкой температуре 90-96°C. Для получения однородных тонких плёнок ZnO, легированных алюминием, использовались два раствора, один из которых содержал 0.3М нитрата цинка гексагидрата Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.3М НМТА, нитрат алюминия Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O и дистиллированную воду. Второй раствор состоял из нитрата цинка гексагидрата Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.3М НМТА, хлорида алюминия AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O и бидистиллированной воды. Массовая доля нитрата и хлорида алюминия для различных образцов варьировалась в пределах от 0.6 ат.% до 2 ат.%. Уровень pH всех растворов синтеза был равен 6.

Синтез проводился во фторопластовом стакане с плотно закручивающейся крышкой. Подложки с затравочным слоем располагались практически вертикально, лицевой стороной к стенкам стакана. Синтез производился в течение 2-х часов на магнитной мешалке с подогревом при температуре 90°C. По окончании синтеза образцы вынимались, промывались бидистиллированной водой в ультразвуковой ванне в течение 10 минут и затем высушивались в духовом шкафу при температуре 115°C.

Морфология полученных образцов исследована растровым электронным микроскопом Quanta 200i 3D (FEI), с получением разрешения до 2.5 нм. Микроскоп оснащён ренгенфлуоресцентной приставкой определения элементного состава. Спектры рамановского отражения исследованы на спектрометре NTEGRA SPECTRA (NT-MDT). Спектры оптического пропускания в диапазоне 190-1100 нм измерены на спектрофотометре Lambda 35 (Perkin Elmer). Спектры фотолюминесценции исследованы на установке Cary Eclipse (Agilent) в диапазоне длин волн 300-850 нм при возбуждении спектров ФЛ импульсной ксеноновой лампой через полосовой фильтр FF01-292/27-25 (Semrock) с полосой пропускания 27 нм вокруг центральной длины волны 292 нм.

Первостепенной задачей было получение плёнок ZnO низкотратным и эффективным гидротермальным методом. На рис. 1 показана морфология плёнок из нелегированного ZnO на стеклянной подложке, полученного из раствора с концентрацией по цинку 300 мМ. Основной трудностью было получение качественного, без преципитатов, рабочего раствора с высокой концентрацией прекурсоров.

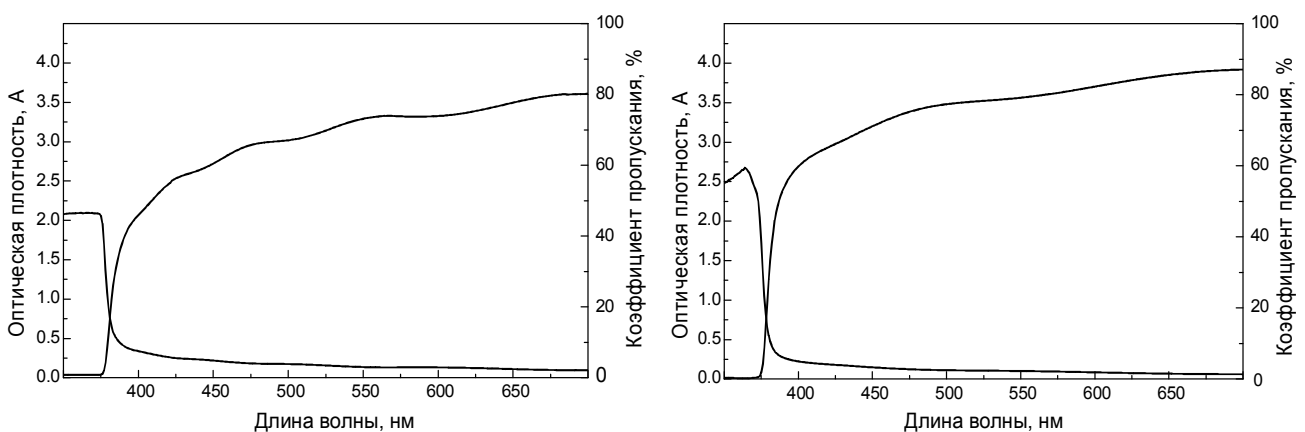


**Рис. 1.** SEM снимки поверхности (слева) и бокового склола (справа) образцов, выращенных из раствора с концентрацией по цинку 300 мМ, температура синтеза 90°C, время синтеза 2 часа.

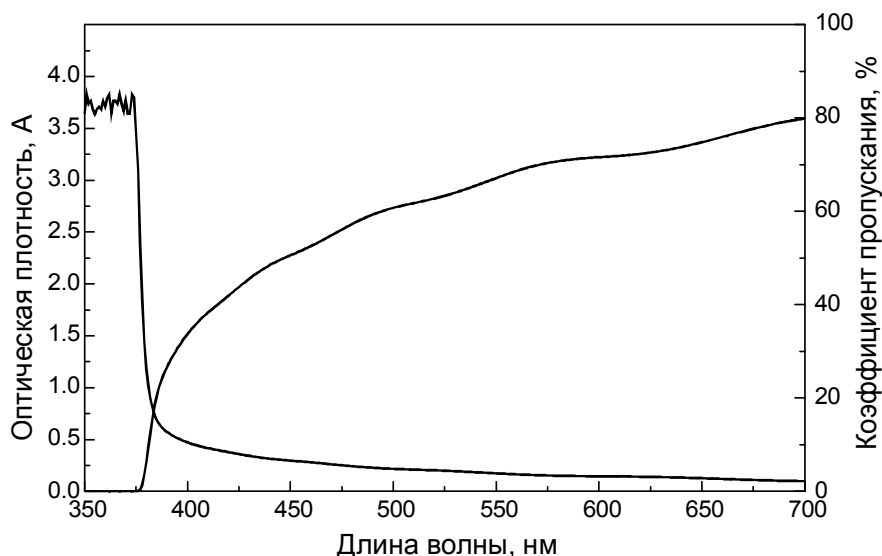
Выращенные плёнки представляли собой сросшиеся стержни, в нижней части без пустот, толщина плёнок составляла 1.8-2.5 мкм. Для достижения низкого сопротивления растекания таких плёнок применяют метод легирования [16] во время синтеза из раствора.

На рисунке 2 показаны спектры оптической плотности и пропускания образцов ZnO, легированный в процессе роста алюминием с концентрацией в растворе 0.6 ат % Al. Как видно из рисунка, спектры обоих образцов, выращенных при разных синтезах, весьма схожие. На спектрах пропускания видны интерференционные колебания, что свидетельствует о высокой однородности толщины полученных плёнок.

При увеличении концентрации алюминия и сохранении других параметров роста фиксированными при синтезе пленки наблюдается рост поглощения в собственной области и возрастание неселективного рассеяния в видимой области спектра (рис. 3), по-видимому, из-за большой толщины плёнки, достигающей около 1 мкм. Однако общее пропускание остаётся высоким.

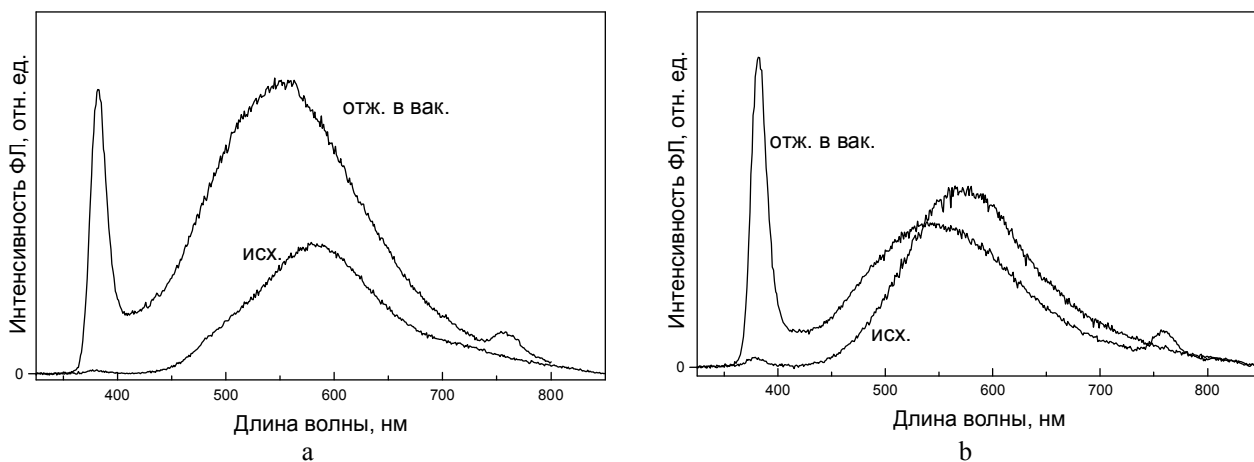


**Рис. 2.** Спектр оптической плотности и коэффициент пропускания двух образцов ZnO, легированных в процессе гидротермального синтеза алюминием с концентрацией 0.6 ат. %.



**Рис. 3.** Спектр оптической плотности и коэффициент пропускания образца ZnO, легированного в процессе гидротермального синтеза алюминием с концентрацией 1 ат. %.

Исследованы спектры фотолюминесценции образцов ZnO, легированных алюминием, сразу после роста и после отжига при 500°C в вакууме (рис. 4).



**Рис. 4.** Спектр фотолюминесценции образцов ZnO, легированных в процессе гидротермального синтеза алюминием с концентрацией 0.6 и 1 ат. % (а и б соответственно), сразу после синтеза и после отжига в вакууме при 500°C 1 час.

Спектры фотолюминесценции сняты при комнатной температуре при возбуждении светом с длиной волны 300 нм. Как видно из рис. 4, сразу после синтеза данной партии образцов в спектрах ФЛ наблюдается в основном примесная полоса с максимумом при ~550 нм, собственная полоса ФЛ почти не проявляется. Однако после отжига в вакууме при 500°C в течение часа интенсивность примесной полосы ФЛ несколько падает, а интенсивность собственной ФЛ значительно возрастает (рис. 4а) и даже становится доминирующей (рис. 4б), что говорит об уменьшении концентрации центров безизлучательной рекомбинации.

Исследованы спектры рамановского рассеяния (рис. 5). Здесь приведены рамановские спектры образца ZnO, выращенного гидротермальным методом, а также после отжига при 320 и 600°C.

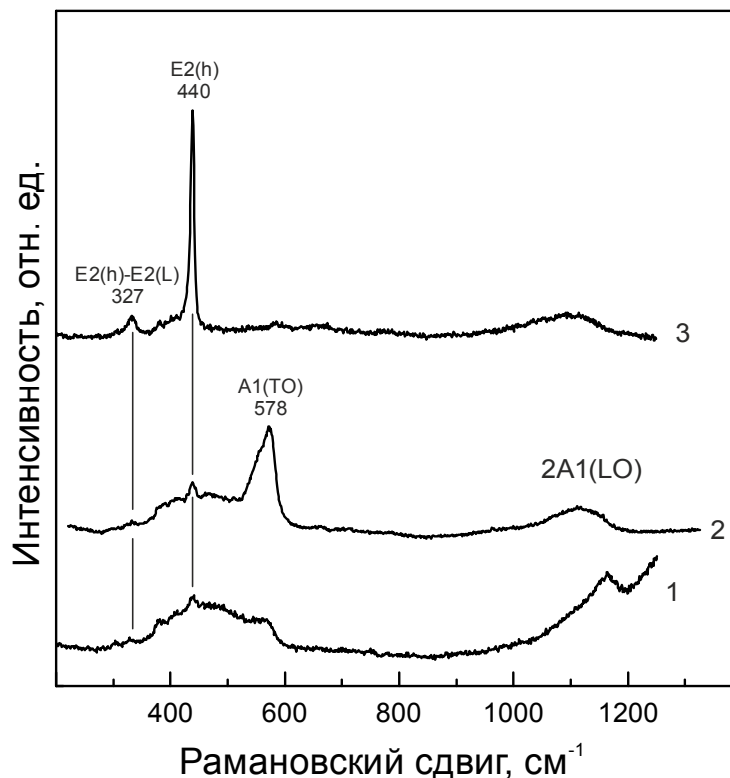


Рис. 5. Рамановские спектры образцов ZnO, выращенных гидротермальным методом: 1 - исходный, 2 - после отжига 320°C, 3 - отжиг 600°C.

Основная рамановская полоса при 440  $\text{см}^{-1}$  в исходных образцах и после отжига при 320°C соответствует колебательной моде E2(high) оксида цинка, с низкоэнергетической стороны спектра присутствуют две полосы: при  $\sim 385 \text{ см}^{-1}$  и  $\sim 327 \text{ см}^{-1}$ , которым можно сопоставить колебания A1(TO) и E2(high)-E2(low). С высокоэнергетической стороны наблюдаются полосы при 590, 670 и 998  $\text{см}^{-1}$ , которым можно сопоставить колебания E1(LO), TA+LO и 2TO. Широкой и интенсивной полосе с максимумом при 1166  $\text{см}^{-1}$  можно сопоставить близко лежащие линии 2A1(LO), 2E1(LO) и 2LO. Полуширина линий в спектре высока, что обусловлено как перекрытием полос колебательных мод A1 и E1 с основной полосой E2, так и большой полушириной полосы E2. Это говорит о мелкокристаллическом строении исследуемых плёнок.

После отжига 600°C рамановский спектр изменяется и приближается к спектру, соответствующему ZnO по литературным данным. Спектры рамановского рассеяния (рисунок 5) демонстрировали два основных пика с максимумами при 440 и  $\sim 1100 \text{ см}^{-1}$ , которые принадлежат модам E2 (high), и акустической комбинации A1 и E2. Полуширина линии E2 high приближается к полуширине соответствующей линии в кристаллическом ZnO (12  $\text{см}^{-1}$ ).

**Выводы:** Исследованы оптические свойства образцов ZnO, синтезированных гидротермальным методом, спектры фотолюминесценции и рамановского рассеяния, найдена корреляция между оптическими свойствами и структурой синтезированных образцов. Показана возможность получения качественных слоев оксида цинка с высоким коэффициентом пропускания. Термический отжиг вызывает появление собственной фотолюминесценции и формирование колебательных мод оксида цинка.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] He Yong-ning, Shang Shi-guang, Cui Wuyuan, Li Xin, Zhu Chang-chun, Hou Xun, Investigation of luminescence properties of ZnO nanowires at room temperature, *Microelectronics Journal*, 40, 2009, pp. 517–51
- [2] M. A. Mastro, J. A. Freitas, C. R. Eddy, F. Kub, J. Ahn, H.-Y. Kim, J. Kim, Luminescence characteristics of zinc oxide nanocrystals deposited on glass via a solution method, *Physica E*, 41, 2009, pp. 487–489.
- [3] Ma Y., Wang W.L., Liao K.J., Kong C.Y. Study on sensitivity of nanograin ZnO gas sensors // *Journal of Wide Bandgap Materials*, 2002, Vol. 10, № 2, P. 113 - 120.

- [4] Zhong Lin Wang, Mater. Today 7 (6) (2004) 26.  
 [5] Lukas Schmidt-Mende, Judith L. MacManus-Driscoll, Mater. Today 10 (5) (2007) 40.  
 [6] M. Law, L.E. Green, J.C. Johnson, R. Saykally, P. Yang, Nat. Mater. 4 (2005) 455  
 [7] P. Ravirajan, A.M. Peiro', M.K. Nazeeruddin, M. Graetzel, D.D.C. Bradley, J.R. Durrant, J. Nelson, J. Phys. Chem. B 110(2005)7635.  
 [8] Анисимкин В. И., Котелянский И.М., Верона Э. Анализ газов и индуцируемых ими поверхностных процессов с помощью поверхностных акустических волн //ЖТФ, 1998, Т. 68, № 2, С. 73 - 81.  
 [9] De Sousa V. C., Morelli M. R., Kiminami G. A., Castro M. S. Electrical properties of ZnO-based varistors prepared by combustion synthesis // Journal of materials science: Materials in electronics, 13, 2002, P. 319 - 325.  
 [10] J.H. Choi, H. Tabata, T. Kawai, J. Cryst. Growth 226 (2001) 493.  
 [11] C. Liu, J.A. Zapfen, Y. Yao, X. Meng, C.S. Lee, S. Fan, Y. Lifshitz, S.T. Lee, Adv. Mater. 15 (2003) 838.  
 [12] S.C. Lyu, Y. Zhang, H. Ruh, H.J. Lee, H.W. Shim, E.K. Suh, C.J. Lee, Chem. Phys. Lett. 363 (2002) 134.  
 [12] B.D. Yao, Y.F. Chen, N. Wang, Appl. Phys. Lett. 81 (2002) 757.  
 [13] S.W. Kim, Sz. Fujita, Sg. Fujita, Appl. Phys. Lett. 81 (2003) 5036.  
 [14] L.V. Podrezova, V. Cauda, S. Stassi, G. Cicero, B.E. Alpysbaeva, Kh.A. Abdullin, Fabrication of zinc oxide nanorods via solution method on conductive substrates, Crystal Research and Technology. – 2014, -Vol., No 49, issue 7. - p.1–7.  
 [15] Podrezova L.V., Cauda V., Cicero G., Abdullin Kh.A. Influence of aqueous solutions on morphology and properties of zinc oxide nanowires// Вестник КазНТУ. – 2013.– №5, вып.99. – С. 249–254.  
 [16] Q.X. Xia, K.S. Hui, K.N. Hui, D.H. Hwang, Jai Singh, Y.R. Cho, S.K. Lee, W. Zhou, Z.P. Wan, Chi-Nhan Ha Thuc, Y.G. Son, High quality p-type N-doped AZO nanorod arrays by an ammonia-assisted hydrothermal method // Materials Letters, 2012, V. 78 P. 180–183.

Абдуллин Х.А., Гриценко Л.В., Калкозова Ж.К., Кумеков С.Е., Мукаш Ж.О., Сайтова Н.К., Султамуратова А.С.

**Гидротермалды әдіспен синтезделген ZnO-Al жұқа плёнкаларының оптикалық қасиеттерін зерттеу**

**Аннотация.** морфологиясы бақыланатын, алюминимен легирленген цинк оксидінің жұқа пленкаларын алудың гидротермалды әдісі өнделді. Жұмыста гидротермалды әдіспен синтезделген ZnO үлгілерінің жұтылу және өткізу спектрлері, раман шашырауының спектрі және фотолуминесценция спектрлері сияқты оптикалық қасиеттері зерттелді.

**Өзекті сөздер:** цинк оксидінің жұқа пленкалары, гидротермалды синтез, фотолуминесценция, жұтылу және өткізу спектрлері.

Abdullin Kh.A., Gritsenko L.V., Kalkozova J.K., Kumekov S.E., Mukash J.O., Saitova N.K., Sultamuratova A.S.

**Optical properties of ZnO-Al thin films, synthesized by hydrothermal synthesis**

**Summary.** The hydrothermal synthesis of aluminum doped zinc oxide thin films with controlled morphology was developed. The optical properties of ZnO samples, synthesized by the hydrothermal method, such as absorption and transmission spectra, spectra of Raman scattering and photoluminescence spectra were studied.

**Key words:** zinc oxide thin films, hydrothermal synthesis, absorption and transmission spectra, photoluminescence.

ӘӨЖ. 628.517:669

**Е.Б. Өтепов, Т.Е. Өтепов, А.С. Беркинбаева, А.К. Нұрғалиев**  
 (Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
 Алматы, Қазақстан Республикасы)

**ТЕРМОӨНДЕУ МЕН НОНОҚҰРЫЛЫМДЫ ЖАБЫНДЫЛАРДЫҢ ТӨМЕНЛЕГІРЛЕНГЕН БОЛАТТАРДЫҢ ДЫБЫСТЫҚСӘУЛЕЛЕНУІНЕ ЫҚПАЛЫ**

**Андатпа:** Жоғарғы демпферлік қасиетімен жаңа металдық материалдарды жасау үшін жаңа қорытпалар балқытылды, олар акустикалық қасиеті зерттелен наноқұрылымды жабындылармен қорытпалар соғудан кейінгі екпін, нормалдаудан соң күйдіру арқылы алынды: төмендетілген дыбыстықсәулелену соғудан кейін байқалып отыр.

**Түйін сөздер:** қорытпалар мен болаттардың демпферлік қасиеті, наноқұрылымды жабындылар мен қорытпалар.

Соққылы шу өнеркәсіптің өндірістегі ең көп тараған зиянды факторлардың бірі болып табылады.

Шуды төмендетудің бір тиімді әдісі оны пайда болу көзінде сөндіру болып табылады. Берілген әдіске екпінді тетіктерді екпінсізге, тісті берілістерді клиноремнді және т.б. алмастыруды жатқызуға болады. Шуды пайда болу көзінде азайтудың қолайлы әдісі демпферлік материалдарды қолдану болып табылады. Металл еместер қолданылуы мүмкін (пластмасса, ағаш, полиэтилен), түсті металдар.

Алайда өндірістегі шуды пайда болу көзінде азайтудың өзектілігі темір негізіндегі демпферлік металдық материалдарды қолдану болып табылады.

Жұмыстың мақсаты демпферлік қорытпалар арқасында, екпін кезінде пайда болатын өндірістік шуды төмендету болып табылады.

Жұмыста [1] өлшенген акустикалық және дірілдік үлгілер спектрін екпіндері соққыдан кейін біруақытта салыстыру өткізген. Үлгідегі дірілді жоғарлатқанда одан шыққан дыбыстың жоғарлауын, ал төмендеткенде- төмендеуін күтуге болады, өйткені қисықтардың өзгеріс заңдылықтары ДҮД және ДҚД (дыбыс қысымдар деңгейі) ұқсас болуы тиіс. Алайда легірленген қорытпа маркаларын 11-53 эксперименталды зерттеу кезінде кейбір жиіліктерде қалыпсыздық айқындалды – бірін төмендеткенде мінеземелерің бірі жоғарлауы, сонымен бірге көрінетін өзгерісте басқа мінездеме мәндерінің өзгеріссіздігі – теңбе-теңсіздік әсері (ТЭ) байқалды. Біруақытта өлшенген спектрлер ДҮД пен ДҚД 11 қорытпасында соққы екпінінен кейін  $d=9,5$  мм,  $d=12,7$  мм,  $d=15,85$  мм және  $d=18,25$  мм келтірілген. Көріп тұрғанымыздай, екпіннен кейін алғашқы үш соққыда жиілік диапазоны 1–4 кГц және 16–31,5 кГц спектр мінеземесі өзгерісі бірдей – бірінші диапазонда ДҮД пен ДҚД көрсеткіштер мәндері өседі ал екіншісінде төмендейді. 4–8 кГц диапазонда дірілді өсірсе дыбыстық сәулелену (ТЭ) теңбе-теңсіз төмендейді.

$d=9,5$  мм –  $\Delta ДҮД = 7,1$  дБ,  $\Delta ДҚД = -1,6$  дБ;

$d=12,7$  мм –  $\Delta ДҮД = 7,1$  дБ,  $\Delta ДҚД = -10,8$  дБ;

$d=15,85$  мм –  $\Delta ДҮД = 1,3$  дБ,  $\Delta ДҚД = -2,9$  дБ.

Ең массивті соққы екпінінен кейін ( $d=18,25$  мм) теңбе-теңсіз әсері (ТЭ) 1–4 кГц және 16 – 31,5 кГц жиіліктерде байқалады. Бірінші жағдайда діріл деңгейінің төмендеуінен ( $\Delta ДҮД = -2,6$  дБ) дыбыстық сәулелену жоғарлайды ( $\Delta ДҚД = 12,8$  дБ), екінші жағдайды өзгеріссіз діріл әсерінен ( $\Delta ДҮД = 0$ ) дыбыстық сәулелену төмендейді ( $\Delta ДҚД = -10$  дБ). Жоғарғы демпферлік қасиетімен жаңа металдық материалдарды жасау үшін, нанокұрылымды жабындысы бар жаңа қорытпалар балқытылды.

Тәжірибиелі болаттарды сиымдылығы 12 кг негізгі футерлеумен қыш тостаған индукциялық пештерде балқытты. Бастапқы қызмет материалы ретінде армоко - темір көрсетті. Легірлеуді 77,5%-ті FeSi және 99,98%-ті металдық никелмен, 97,6%-ті металдық мырышпен (мырыш) жүргізді. Көміртегі бар қосымшасы болып 3,9% көміртегі құрамымен синтетикалық шойын қызмет етті. Болаттарды өлшемдері 210×115×115 мм металдық қышада құйды. Термиялық өңдеу келесі тәртіпте жүргізілді. Нормалдау:  $Ac_3 + 50^0$  С дейін қыздыру, ауада суыту, соғу қыздыруы  $Ac_3 + 50^0$  С дейін, пеште суыту. Қыздырып соғу (ыстық пластикалық деформация) келесі тәртіп бойынша өткізілді: болатты 1100 – 1150 $^0$  С дейін қыздырып ыстық пластикалық деформацияны гидравликалық преста 1100 – 1150 $^0$  С дейін аралық қыздыру арқылы. Нанокұрылымды жабындыны (Ti-Al-N) ионды-плазмалық әдіспен жүргізді. Қалыңдығы 200-300 нм құрады. Қорытпалардың акустикалық (дыбыс деңгейі, дыбыс қысым деңгейі) және дірілдік (дірілжылдамдық деңгейі, дірілқшаулау деңгейі) қасиетін зерттеуді құрылымда жүргізді (сур.1) [2].

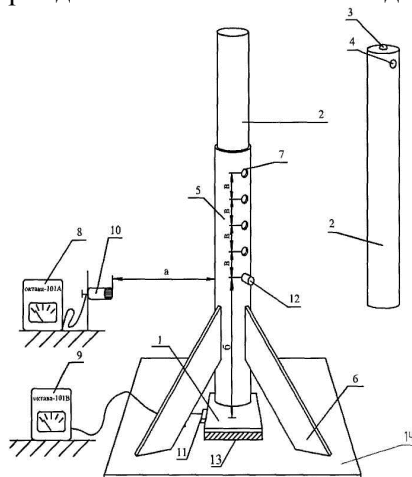
Моделдердің екпіндерін зерттеу құрылымы «пуансон» -«матрица» 1 суретте көрсетілген және 14 негізден құралған, орнатылған 3 үш қатты қабырғадан 6, 14 негізді бекіткіш және корпус 5 тұрады. Корпустың 5 ішінде пуансонды еске түсіретін цилиндрлік формасы бар ұрғыш 2 орналасқан. Корпус 5 те 7 диаметрлі 5 мм бес саңылаулар бар.

Осы саңылауларға 12 фиксатор орнатылады, ол белгілі биіктікте соққыны бекітіп отырады. Соққышта бір саңылау бар, соққыш 2-де ШХ-15 шарикподшибникті болат пісірілген шар 3 бар. Зерттеу үлгісін 1 корпус 5 тің астына орналастырады. Үлгі 1 мен 14 негіз арасында дірілқшаулағыш қабат 13 бар. Құрылғының жанында микрофон 10 шу өлшегіш «Октава-101А» бар.



Микрофон штативке бекітіледі сондықтан микрофон арақшықтығын екпін орнына дейін өзгерту мүмкіндігі бар. Дірілді үлгіде 1 өлшеу үшін вибродатчик 11 орнатылады.

Құрылым келесідей үлгімен жұмыс жасайды. Соққы 2 корпус 5 ішіне орнығалыды және бекіткіш 12 бекітіледі. Үлгі 1 корпус 5 тің астына дірілөкшаулағыш 13 қабатқа орнатылады. Бекіткіш 12 саңылаудан алып, соққыш 2 еркін құлауын қамтамасыз етеді. Соққыш 2 үлгі 1 екпінделеді, екпіннің шуы мен дірілін жасайды, ол «Октава-101А» шу өлшегіш және «Октава-101В» діріл өлшегішпен бекітіледі. Екпінді қайталау үшін соққыш 2 белгілі биіктікке көтеріледі және бекіткіш 12 бекітіледі.



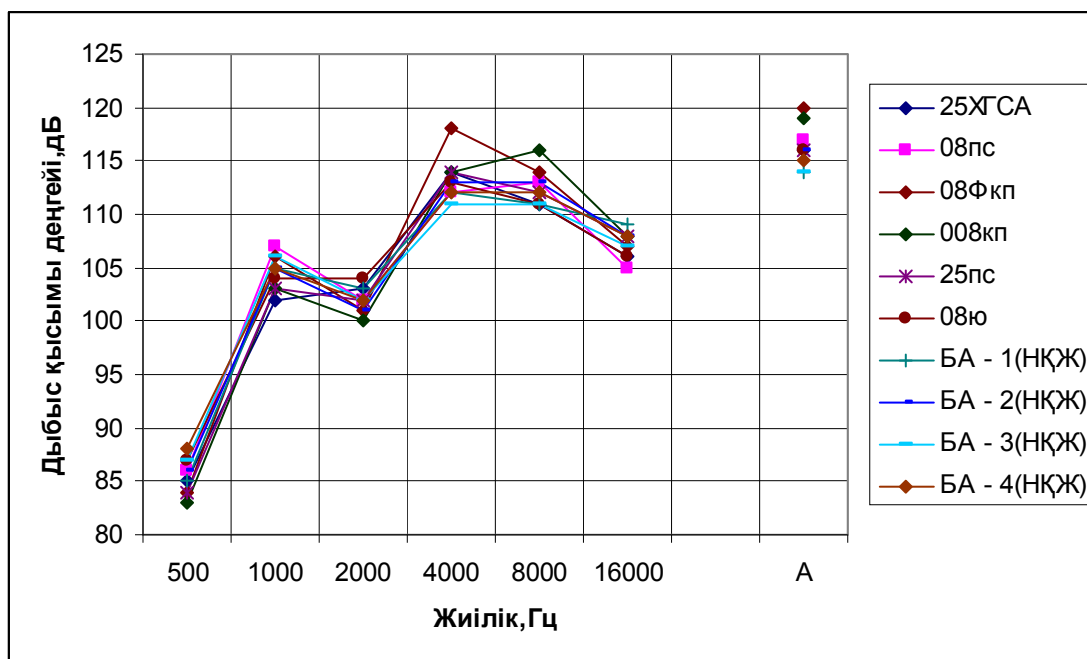
1-үлгі; 2-соққыш; 3-соққыштың ұшы; 4-соққыдағы бекіту саңылаулары; 5-корпус; 6-қатты қабырғалар; 7-корпустағы саңылаулар бекіткіші; 8-шу өлшегіш «Октава-101А»; 9-дірілөлшегіш құрылғы «Октава-101В»; 10-микрофон; 11-вибродатчик; 12-бекіткіш; 13-дірілөкшаулағыш қабат; а-микрофоннан корпусқа дейінгі қашықтық; б-соққыштың құлау биіктігі; в-бекіткішті орнату саңылаулары арасындағы қашықтық; 14-негіз  
**1-сурет.** «Пуансон» және «матрица» моделдер екпіндерін зерттеу қондырғысы [2]

Эсперименталды әдіспен анықталғандай, пуансонның құлауы салмағы  $2,5m_3$  биіктігі  $2,2 h$  (мұнда  $m_3$  – дайындама салмағы;  $h$  – пуансон моделі биіктігі) өлшеудің жоғарғы дәлдігін қамтамасыз етеді.

Соққылы шудың пайда болуы штампылау өндірісі үшін тән және дыбыс қысымы деңгейінің жоғарғы мәндеріне себепші болады. Соққылы үрдістерді оқудың көкейкесті мәселесінің бірі, көптеген заманауи машиналар мен тетіктерді эксплуатациялау мен қарқынды импульсты жүктемелер әсер жағдайында пайда болуымен байланысты. Осыған дейінгі уақытқа зерттеушілер жоғарғы демпферлік қасиетімен материалдар мен конструкцияларды өңдеу үшін тәжірибиелік жағдайда екпінді үрдістердің моделдеу артықшылықтарына көңіл бөлді. Қорытпалар мен болаттардың демпферлік қасиетін бағалаудағы дыбыстықсәулелену сапасы белгісі ретінде қолданылатын әдіс, шудың пайда болу суретін өте барабар құруға мүмкіндік беріп, екпіндік өзара әрекеттесулердің нақты шарттарында орын алып отыр.

1-кесте. Зерттелген болаттардың соғудан кейінгі дыбыс деңгейі мен дыбыс қысымы деңгейінің орташа мәндері

	500	1000	2000	4000	8000	16000	A
25ХГСА	85	102	103	114	111	106	116
08пс	86	107	102	112	113	105	117
08Фкп	84	106	101	118	114	107	120
008кп	83	103	100	114	116	108	119
25пс	84	103	102	114	112	108	116
08ю	87	104	104	113	111	106	116
БА - 1(НҚЖ)	85	105	103	112	111	109	114
БА - 2(НҚЖ)	86	105	101	113	113	108	116
БА - 3(НҚЖ)	87	106	102	111	111	107	114
БА - 4(НҚЖ)	88	105	102	112	112	108	115

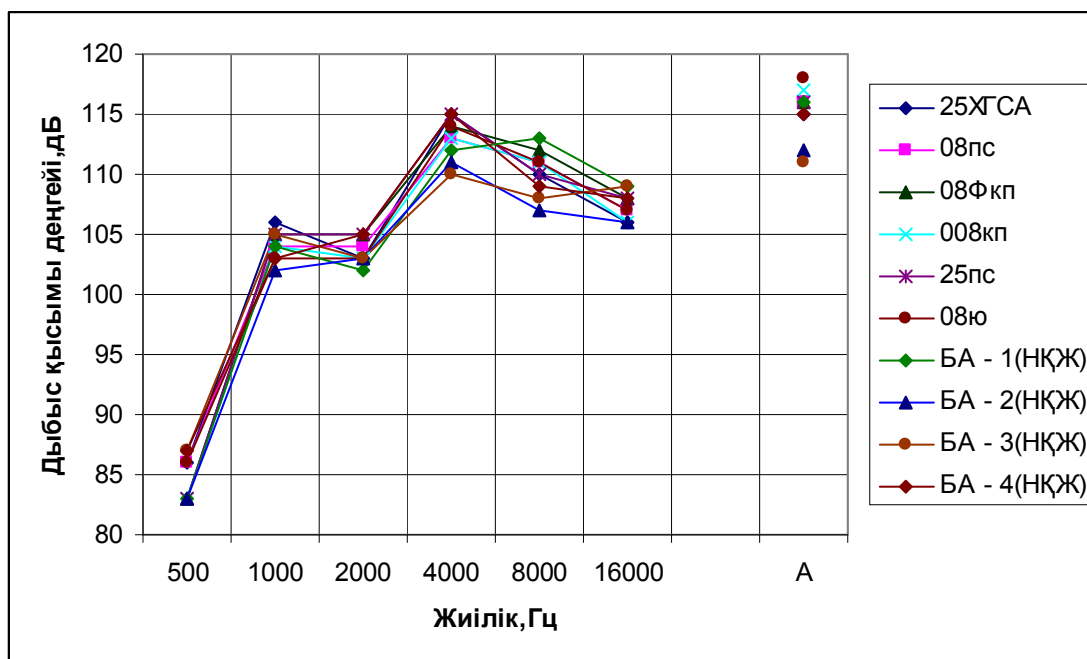


**2-сурет.** Зерттелген болаттардың соғудан (отжиг) кейінгі дыбыс деңгейі мен дыбыс қысымы деңгейі

1 кесте - көріп отырғандай стандартты болаттарға қарағанда, БА-1, БА-3, БА-4 соғудан (ковка) кейінгі балқытылған қорытпалардың дыбыстықсәуле мінездемесі 4-6 дБА тең болады.

2-кесте. Зерттелген болаттардың соғудан кейінгі дыбыс деңгейі мен дыбыс қысымы деңгейінің орташа мәндері

	500	1000	2000	4000	8000	16000	А
25ХГСА	88	106	103	115	110	106	115
08ПС	86	104	104	113	111	107	116
08Фкп	83	105	105	114	112	108	116
08кп	83	104	103	113	111	106	117
25пс	83	105	105	115	110	108	116
08ю	86	103	103	114	111	107	118
БА-1(НҚЖ)	83	104	102	112	113	109	116
БА-2(НҚЖ)	83	102	103	111	107	106	112
БА-3(НҚЖ)	87	105	103	110	108	109	111
БА-4(НҚЖ)	87	103	105	115	109	108	115

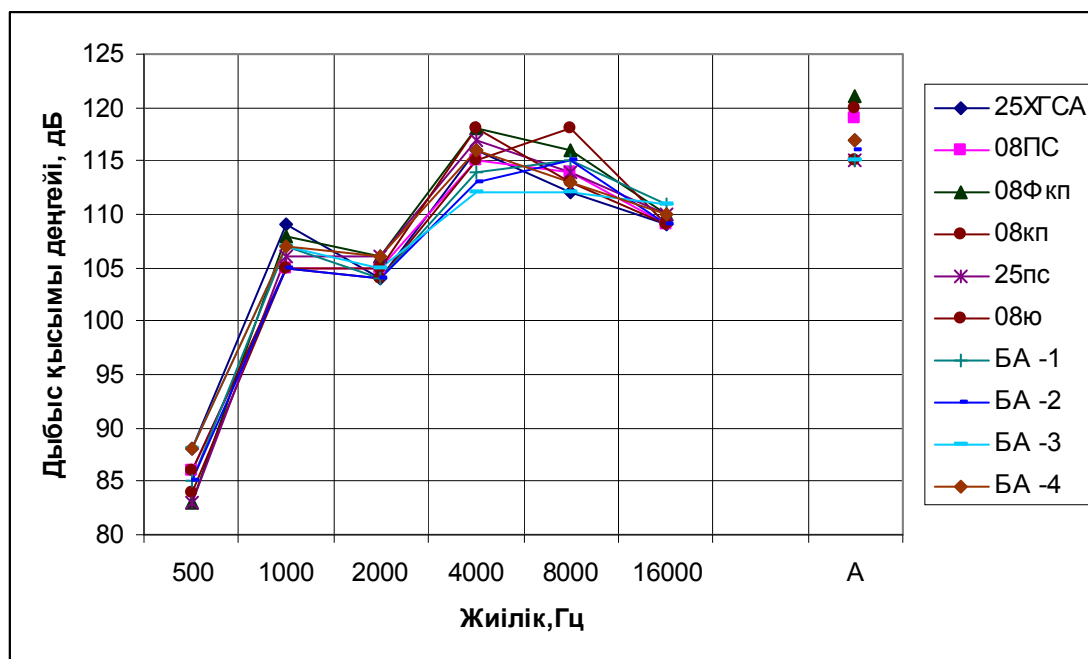


3-сурет. Зерттелген болаттардың соғудан кейінгі дыбыс деңгейі мен дыбыс қысымы деңгейі

Кесте-2 көріп отырғандай, балқытылған болаттардың дыбыстық сәулесі құюдан және ыстықтай соғудан кейін стандартты болаттарға қарағанда 5-6 дБа төмен. Соғу балқымалардың құрылымындағы дислокациялардың жоғарғы тығыздығын қамтамасыз етіп, летирулеуші элементтерді (құрамында көміртегінің 0,20% бар хром -0,22%, мырыш – 0,72%, лантан – 0,24, демпферлік қасиетін маңызды жоғарлататын, ұсақ дәнмен феррит- перлитті құрылымды жасауға мүмкіндік туғызады.

3-кесте. Зерттелген болаттардың нормалдаудан кейінгі ДД мен ДҚД

	500	1000	2000	4000	8000	16000	А
25ХГСА	88	109	104	116	112	109	117
08ПС	86	105	105	115	114	109	119
08Фкп	83	108	106	118	116	110	121
08кп	84	105	104	115	118	109	120
25пс	83	106	106	117	114	110	115
08ю	86	105	105	118	113	109	115
БА -1	85	107	104	114	115	111	115
БА -2	85	105	104	113	115	109	116
БА -3	88	107	105	112	112	111	115
БА -4	88	107	106	116	113	110	117



**4-сурет.** Зерттелген болаттардың нормалдаудан кейінгі дыбыс деңгейі мен дыбыс қысымы деңгейі

Нормализациялау күйдіру дыбыстықсәуелену сияқтыға ықпалын тигізді. Ыстықтай соғудан кейін нормализациялау дислокацияларды аннитирлендірді, осылайша дыбыстық толқын жолдарынан бөгеттерді алып тастайды.

Зерттеулерді жүргізгенде алынған негізгі ғылыми нәтижелер, қорытындылар мен тәжірибиелік кепілдемелер, келесіде көрсетілген:

- суықтай жаймалауға арналған, стандартты болат маркаларының (25пс, 08кп, 08Ю) акустикалық және демпферлік қасиеттеріне баға берілді;

- дайындама мен пуансон екпіні үрдісін моделдейтін, негізден құралған, корпус, соққыш (пуансон), үлгі (дайындама) аналогтерден айырмашылығы конструкциясының қарапайымдығымен, өлшемдері үлкен дәлдікпен, әмбебаптықпен, дыбыстықсәуеленуді зерттеуге арналған қондырғы қолданылды.

- соққылы шудың физикалық моделі пуансонда және матрицада жұмысы түзу, егер пуансонның еркін құлау биіктікті 2,15h (h –пуансон моделі ұзындығы) қамтамасыз етілсе және сонымен бірге пуансон мен дайындама салмағы қатынасы 1:22 болуы тиіс.

- бөлшектерді беттік штампылау әдісімен дайындауға ұсынылған, құрамында (0,22%) төмен көміртегімен, хроммен (0,22%), мырышпен (0,72%), лантанмен (0,24 %) легіріленген, жоғарғы демпферлік қасиетімен БА-1(НҚЖ) нанокұрылымды жабындылар өңделді;

- өңделген БА-3(НҚЖ) қорытпасы, соққылы режимде жұмыс істейтін (рихталық құрылымның дұрыс тақтасы, галттық барабанның тақтасы, токарлық автоматтардағы бағыттаушы құбырлары) бөлшектерге арналған;

- өңделген болаттардағы негізгі демпферлеу механизмі болып, шудың төмендеуін 7-9 дБА азайтатын, магнитомеханикалық гистерезис болып табылады, оның негізгі мәні, механикалық жүктемелердің (соққылар) әсерінен домендер балқымаға ферромагнитті етекте бағытты өзгертіп, энергияның (сөнуін) жоғалуын шақырады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Акустическая экология: демпфирующие материалы и конструкции Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Бисакаев С.Г. және т.б. – Алматы, 2001. – 330 с.
2. Устройство для исследования материалов по звукоизлучению. Патент РК № 2198, COIN 29/00 Сулеев Д.К., Утепов Е.Б., Утепов Т.Е. Бюллетень №1 , 15.01.2010
3. Внутреннее трения и структура металлов Криштал М.А., Головин С.А.- М.: Металлургия , 1976-376 с.

4. Научные основы создания "тихих" сплавов с проблемы акустической экологии. Утепов Е.Б., Сулеев Д.К., Бижанов М.К. и др. / - Алматы : ТОО „Припт“, 2000-332 с.

REFERENCES

1. The Acoustic Ecology : damping materials and konstrkutsii Uteпов E.B., Suleev D.K, Bisakaev S.G zhane t.b .. - Almaty , 2001. - 330 p.
2. Ustroystvo for the study materials on the sound radiation . RK patent number 2198 , COIN 29/00 Suleev D.K.Uteпов E.B, Uteпов T.E. Bulletin №1, 15.01.2010
3. Internal friction and structure of metals Krishtal M .A , S.A Golovin ..- M .: Metallurgy, 1976-376 with .
4. Scientific basis for the creation of a "silent " alloys with the problem of acoustic ecology. Uteпов E.B, Suleev D.K, Bijanov et al . / . - Almaty LLP " Pript " 2000-332 with .

Утепов Е.Б., Утепов Т.Е., Беркинбаева А.С., Нұрғалиев А.К.

**Термоөңдеу мен ноноқұрылымды жабындылардың төменлегіріленген болаттардың дыбыстықсәуеленуіне ықпалы**

**Түйіндеме:** Мақалада ноноқұрылымды жабындысымен машина және тетік бөлшектерін жасауға арналған, құрамында (0,20%) төменгі көміртегісі бар, (0,22%) хроммен, (0,72%) мырышпен, (0,24 %) лантанмен легіріленген, (НҚЖ) жоғарғы демпферлік қасиеті бар қорытпа өңделді.

**Түйіндеме сөздер:** қорытпалар мен болаттардың демпферлік қасиеті, ноноқұрылымды жабындылармен қорытпалар

Утепова Е.Б., Утепова Т.Е., Беркинбаевой А.С., Нурғалиева А.К.

**Влияние термической обработки и наноструктурного покрытия на звукоизлучение низкоуглеродистых сталей**

**Резюме.** В данной статье разработан сплав с повышенными демпфирующими свойствами (НСП), легированный хромом (0,22%), марганцем (0,72%), лантаном (0,24 %), при низком содержании углерода (0,20%), с наноструктурным покрытием рекомендуемый для изготовления деталей машин и механизмов.

**Ключевые слова:** демпфирующих свойств сталей и сплавов, наноструктурное покрытие свойства сплавов

Uteпов EB, Uteпов TE, Berkinbaevoy AS, AK Nurgaliyev

**Effect of heat treatment and coating on the acoustic behavior of the nanostructured carbon steels**

**Summary.** This article is designed alloy with high damping properties (NSP), doped with chromium (0.22%), manganese (0.72%), lanthanum (0.24%), a low carbon content (0.20%), with nanostructured coatings recommended for the manufacture of machinery parts.

**Key words:** damping properties of steels and alloys, nanostructured coatings properties of alloys

УДК 539.3

**Е.Т. Божанов, Г.А. Тулешева, Н.А. Бажаев**

(Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан  
E-mail: nurzhan\_nfs@hotmail.com)

**АНАЛИТИКО-РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ  
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОСЕВОЙ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ N-KP,  
ПО ПОПЕРЕЧНОМУ СЕЧЕНИЮ ОВАЛЬНОГО ТИПА**

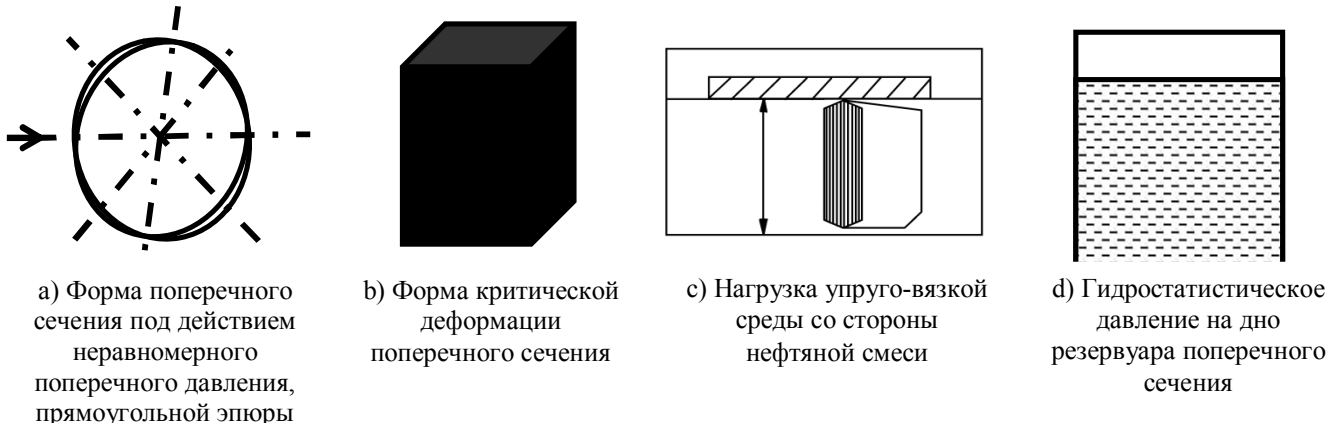
**Аннотация:** В работе разработана аналитико-расчетная модель движения тяжелой нефти при добыче и транспортировке. Изучены вопросы влияния возмущения нефтяной смеси на динамику резервуара с учетом внутреннего трения поперечного сечения изогнутой оси за пределом упругости.

**Ключевые слова:** резервуар, газовая шапка

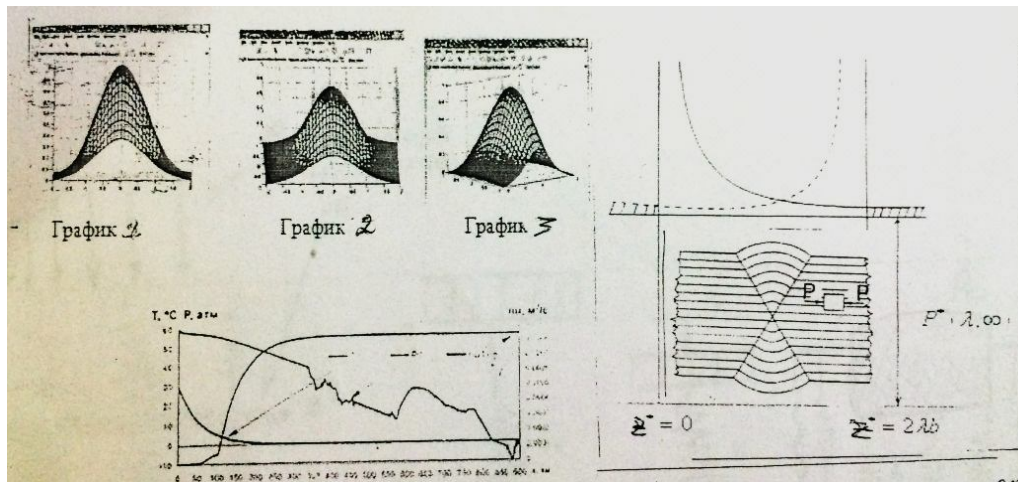
**Постановка задачи**

Пусть локальная поперечная импульсивная неравномерная нагрузка возбуждает в резервуаре возмущение в виде модели В.И.Королева [1]-[7] (рис 1.1 случай а) и форма критической деформации поперечного сечения пропорциональна эпюре неравномерного поперечного давления [1]-[2] (рис 1.1 случай б).

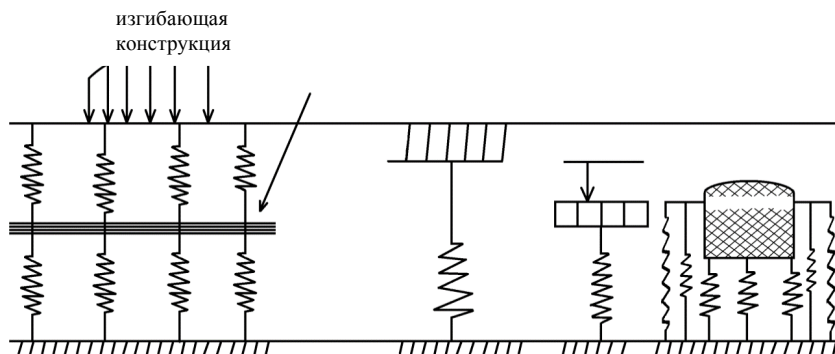
Взаимно-вынужденные выпучивания механических систем определяются из моделей упруго-вязких тел при динамическом нагружении с учетом вынужденного трения из-за проблем взаимодействия резервуара с нефтяной жидкостью [5]-[7] (рис. 1, случай с):



**Рис. 1.** Схема функционирования поперечного сечения заполнителя симуляционной модели резервуара



**Рис.2.** Схема функционирования физико-технических и химико-технологических характеристик пласта большой мощности



**Рис. 3.** Модель реакции типа Винклера

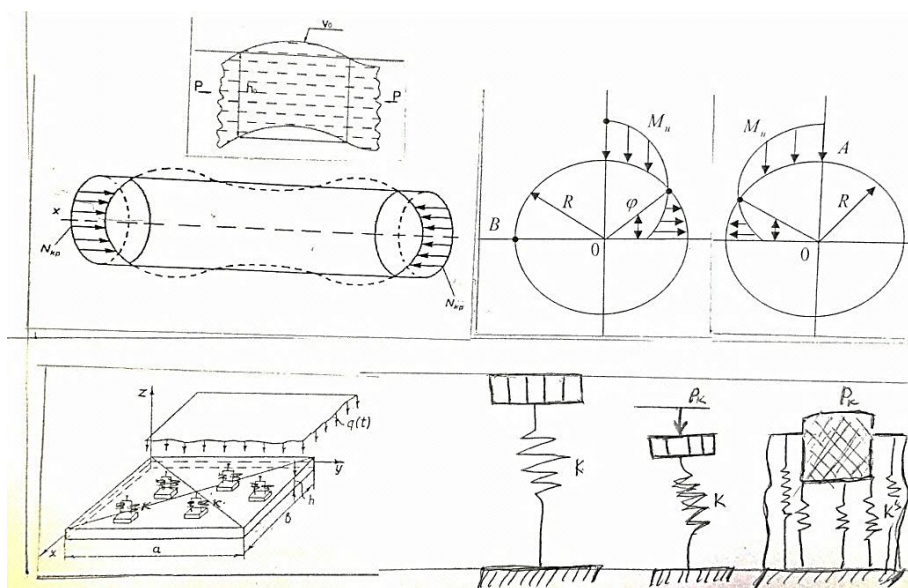


Рис. 4. Модель функционирования продольной критической нагрузки  $N_{кр}$  и модель реакции типа Винклера

Поперечное сечение резервуара представимо в виде овальной формы при критической нагрузке, распределенной в ряд Фурье вдоль параллели как функцию  $\varepsilon = \varepsilon(\xi)$  по толщине  $z$  переменного сечения, при выравнивании одного из днщ поперечное сечение «складывается». При этом давление на внутренние глинистые стены примем:

$$P_{z^3} = (1 - \alpha) p(z) \cos Kz, \quad p(z) = \gamma(\ell - s); \quad r = \frac{a}{b} \sqrt{b^2 - z^2};$$

где  $a$  и  $b$  - параметры гиперболы,  $\alpha$  - координата, определяющая параллельные круги,  $\gamma$  - плотность жидкости,  $\ell$  - высота резервуара,  $s$  - длина дуги мердианы,  $z$  - толщина гидростатического давления на дно (подошва или шапка) как на рис 1.1 случай d, длина резервуара почти не влияет на величину критического импульса внешней критической динамической нагрузки, которая существенным образом зависит от выбора функции  $f(\xi) = e^{-\xi}$ . В нашем

случае:  $\varepsilon(\xi) = \frac{D}{\xi}$ ,  $p(\xi) = e^{-C_1 \frac{\xi^2}{2} + C_2}$ . где  $D$  - жесткость однородного твердого тела аморфного вида.

Плотность жидкости в поперечном сечении симуляционной модели резервуара определяется по формуле [4]-[6].

$$\rho = \frac{\rho_0}{2\pi\sigma} e^{\frac{(\xi-\alpha)^2}{2\sigma^2}}, \quad \sigma = 0,4; \quad a = 0,2; \quad 0,6 \leq \xi \leq 1; \quad \rho = \rho_0(1).$$

здесь  $\alpha$  - математическое ожидание,  $\sigma^2$  - дисперсия,  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение на отрезке активной части движения перемещения  $[0,6; 1]$ .

Схема функционирования физико-технических и химико-технологических характеристик резервуара пласта большой мощности приведена в работах [1],[2],[3],[4],[5],[6].

Для толстых вязко-упругих приведенных слоев при большом количестве чередующих слоев нефтяного горизонта возьмем нефтяной пласт без шапки с подошвой типа основания Винклера (рис.3), проблему взаимодействия основания с жидкостью решаем при действии критического осевого внутреннего давления  $N_{кр}$ . (рис.4)

При этом между опорой и резервуаром имеется упругая прокладка или сама опора представляет деформируемое упругое основание. Контактное давление примем в виде:

$$p_{reak} = kw, \int_{\theta_0}^{\theta_i} q_0(\theta)R \cos \theta d\theta = p_{кр}, q_0(\theta) = \lambda_k \frac{N}{Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda'_k \gamma^2} \cos \frac{\pi\theta}{2\theta_0}.$$

где  $\theta_i$  - угол охвата опоры,  $R$  - радиус поперечного сечения резервуара

При движении нефтегазовой смеси резервуара, когда форма поперечного сечения имеет овальный вид, лежащего на основании типа Винклера, под действием неравномерного поперечного давления прямоугольной эпюры и осевого критического давления –  $N_k$  уравнение движение заполнителя резервуара возьмем в виде:

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left[ \varepsilon(\xi)x \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} \right] - N^* 1 \frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2} + k^* w = \frac{8N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda'_k \gamma^2} \left(\frac{h}{R}\right)^{5/2} \cdot p(t) \sin \omega \xi,$$

$$w(t) = \frac{1}{\eta} \frac{1}{\left(\frac{k}{\eta}\right)^2 + \omega_n^2} \left( \frac{k}{\eta} \sin \omega_n t - \omega_n \cos \omega_n t \right) + C e^{-\frac{k}{\eta} t}, \quad p = kw + \eta \frac{dw}{dt}$$

$$\rho(\xi) = \frac{\rho_0}{2\pi\sigma} e^{-\frac{(\xi-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad a=0,2; \sigma=0,4; \rho_0 = \rho(1); 0,6 < \xi < 1 \quad (I)$$

$$N^* 1 = \frac{N_1}{D} \varepsilon(\xi), \quad k^* = \frac{k}{D} \varepsilon(\xi).$$

или после разделения переменных

$$\frac{1}{\xi} \frac{d^4 w}{d\xi^4} - \frac{2}{\xi^2} \frac{d^3 w}{d\xi^3} + \frac{2}{\xi^3} \frac{d^2 w}{d\xi^2} - N_1 \frac{1}{\xi} \frac{d^2 w}{d\xi^2} + \frac{1}{\xi} KW = \frac{8N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda'_k \gamma^2} \left(\frac{h}{R}\right)^{5/2} \cdot \frac{1}{D} \sin \omega \xi,$$

$$C e^{-\frac{k}{\eta} t} - \frac{\omega_n}{\eta} \frac{1}{\left(\frac{k}{\eta}\right)^2 + \omega_n^2} (\cos \omega_n t) + \left[ \frac{k}{\eta^2} \frac{1}{\left(\frac{k}{\eta}\right)^2 + \omega_n^2} - 1 \right] \sin \omega_n t = 0 \quad (I_a)$$

Здесь  $N, Q$  - анизотропные характеристики приведенного слоя поперечного сечения симуляционной модели резервуара,  $\gamma_j = 1/2 \frac{\pi h}{L}$  или  $\gamma_j = \frac{2\pi}{L}$  - число полуволн в поперечном направлении,  $\omega$  - число полуволн в продольном направлении, определяется из граничных условий на поверхности при  $\xi = 0, \xi = 1, \omega_n^2 = m^2 \omega^2, m = 1, 2, 3 \dots n$  - частота по временным координатам колебательного процесса;

$$\lambda'_k = \{1(\text{В.В. Новожилов}); 2/3(\text{А.Н. Гузь}); 1/3(\text{М.А. Био}); 1+1/3(1-4 \frac{N}{Q}) (\text{А.С. Лейбензон} - \text{А.Ю.}$$

Ишлинский)} - по нелинейным деформационным процессам; где  $h$  - толщина,  $L$  - длина,  $R$  - внутренний радиус резервуара.



Граничные и начальные условия:  $w|_{\xi=0} = 0; \frac{dw}{d\xi}|_{\xi=0} = 0; \frac{d^2w}{d\xi^2}|_{\xi=1} = 0; \frac{d^3w}{d\xi^3}|_{\xi=1} = 0;$

$$w(\tau)|_{\tau=0} = 0; \frac{dw}{d\tau}|_{\tau=0} = 0; w|_{\tau=1} = 0; \frac{dw}{d\tau}|_{\tau=1} = 0; \quad (1)$$

здесь  $\tau$  - вариации амплитуды, являющиеся функциями времени при  $P_{крум}(t)$   
Решение:

При предположении:  $\varepsilon(\xi) = \frac{D}{\xi}$ ,  $M_u = m_u - \Delta m_u$ ,  $\Delta m_u = C\xi$ . где  $m_u = D \frac{d^2w}{d\xi^2}$  -

изгибающий момент в пределах теории упругости,  $\Delta m_u$  - изменение изгибающего момента изогнутой оси поперечного сечения резервуара за пределом упругости

Тогда первое уравнение системы (1а) имеет вид:

$$D \frac{d^4w}{d\xi^4} - N_1 \frac{d^2w}{d\xi^2} + kw = \lambda_k \frac{N}{Q} \gamma^2 \cdot \frac{1}{1 + \lambda_k \gamma^2} \xi \left( \frac{h}{R} \right)^{5/2} \quad (1.1)$$

Рассмотрим общее решение однородной части дифференциального уравнения (1.1)

$$\frac{d^4w_0}{d\xi^4} - \frac{N_1}{D} \frac{d^2w_0}{d\xi^2} + \frac{k}{D} w_0(\xi) = 0 \quad (1.2)$$

Характеристическое уравнение:

$$\lambda^4 - \frac{N_1}{D} \lambda^2 + \frac{k}{D} = 0 \text{ или } \left( \lambda^2 - \frac{N_1}{2D} \right)^2 = \frac{N_1 - 4kD}{4D^2} \quad (1.3)$$

При решении характеристического уравнения (3) возможны следующие случаи: а) все корни действительные: два корня различные и кратные.

т.е.  $N_1^2 - 4kD = 0 \Rightarrow \left( \lambda^2 - \frac{N_1}{2D} \right) \left( \lambda^2 - \frac{N_1}{2D} \right) = 0 \Rightarrow \lambda_{1,2} = e^\alpha, \lambda_{3,4} = e^{-\alpha}; \alpha = \sqrt{\frac{N_1}{2D}}; k = 12D;$

в) Все корни действительные и различные т.е.  $N_1^2 - 4kD > 0$ ,

$$\left( \lambda^2 - \frac{N_1}{2D} \right) = \pm \frac{\sqrt{N_1^2 - 4KD}}{2D} \Rightarrow \lambda_{1,2,3,4} = \pm \sqrt{\alpha + \beta}; \alpha = \sqrt{\frac{N_1}{2D}}; \beta = \frac{\sqrt{N_1^2 - 4KD}}{2D}, k > 12D$$

с) Все корни комплексно-сопряженные

$$N_1^2 - 4kD < 0; \lambda^2 - \frac{N_1}{2D} = \pm \frac{\sqrt{4kD - N_1^2}}{2D} i; \lambda_{1,2} = \sqrt{r} \left( \cos \frac{\varphi}{2} \pm i \sin \frac{\varphi}{2} \right);$$

$$\lambda_{3,4} = \sqrt{r} \left( \cos \frac{\varphi}{2} \pm i \sin \frac{\varphi}{2} \right); \sqrt{a^2 + \beta^2} = r; \varphi = \arctg \frac{\beta}{\alpha}; \alpha = \sqrt{\frac{k}{D}}; \beta = \sqrt{\frac{4kD}{N_1^2} - 1}, k < 12D$$

Числовые расчеты

Случай А. Если рассмотрим решение системы (1а) при заданных граничных условиях (I) в

предположении:  $2\varepsilon'(\xi) \frac{d^3w}{d\xi^3} + \varepsilon''(\xi) \frac{d^2w}{d\xi^2} = 0, \quad \frac{d^3w}{d\xi^3} = \frac{1}{\xi} \frac{d^2w}{d\xi^2}.$

то

$$w(\xi) = \frac{2N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda' k \gamma^2} \frac{1}{k} \frac{\alpha}{\Delta} \{ (9 + \alpha - \alpha^2 - (7 - 3\alpha - \alpha^2)ch2\alpha + (1 + \alpha + \alpha^2)sh2\alpha + 2\alpha [(4 - \alpha)ch\alpha - (1 - \alpha sh\alpha)](ch\alpha - sh\alpha)\xi e^{\alpha\xi} + \{1 - 2\alpha - 3\alpha^2 + (1 + \alpha)ch2\alpha + sh2\alpha\} + 2\alpha[1 + \alpha + sh\alpha ch\alpha + ch^2\alpha]\xi\} e^{-\alpha\xi} + \frac{2N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda' k \gamma^2} \frac{1}{k} \quad (1.4)$$

$$\Delta = 4\alpha \left[ \alpha e^{-\alpha} (ch\alpha + sh\alpha - 2\alpha sh\alpha) + 2ch^2\alpha - \alpha sh^2\alpha + (\alpha - 3)sh\alpha ch\alpha \right] \quad (1.5)$$

На графиках 1-4 приведены числовые расчеты выпучивания нефтегазовой смеси при следующих данных:

$$K = \{3; 10,9; 27\}; \quad \eta = 3,6; \quad \alpha = \sqrt{2\sqrt{3}}; \quad \lambda' k = \left\{ \frac{1}{3}; \frac{2}{3}; 1 + \frac{1}{3} \left(1 - \frac{4N}{Q}\right); \right\}, \quad \frac{N}{Q} = \{0,5; 1,5; 3\};$$

$$\gamma^2 = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5\}; \quad \xi = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0\} \quad (1.6)$$

Случай В. Если рассмотрим решение системы (Ia) при граничных условиях (1) при тех же предположениях, что

$$w(\xi) = \frac{2N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda' k \gamma^2} \frac{1}{k} \frac{1}{\Delta} \{ (\sqrt{3} - 1)ch[\alpha\xi - (\alpha + \beta)] + (3 - \sqrt{3})ch[\alpha\xi - (\alpha - \beta)] - \alpha(7 - 4\sqrt{3})ch\xi - (1 + \sqrt{3})ch[\beta\xi - (\alpha + \beta)] + (3 + \sqrt{3})ch[\beta\xi + (\alpha - \beta)] - 2(7 + 4\sqrt{3})sh\beta\xi \} + \frac{1}{k} \frac{2N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda' k \gamma^2} \quad (1.7)$$

$$\alpha = 14 + ch(\alpha + \beta) - 3ch(\alpha - \beta) \quad (1.8)$$

На графиках 5-9 приведены числовые расчеты выпучивания нефтегазовой смеси при следующих данных:

$$\alpha = 2; \quad \beta = \sqrt{3}; \quad k = \{3; 13,8; 27\}; \quad \eta = 9,2$$

$$\frac{N}{Q} = \{0,5; 1,5; 3\}; \quad \gamma^2 = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5\}; \quad \lambda' k = \left\{ \frac{1}{3}; \frac{2}{3}; 1 + \frac{1}{3} \left(1 - \frac{4N}{Q}\right); \right\};$$

$$\left(\frac{h}{k}\right)^{\frac{5}{2}} = const \text{ для тонкостенных конструкций}$$

$$\xi = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0\} \quad (1.9)$$

Случай С. Если рассмотрим решение системы (Ia) при граничных условиях (1) при тех же предположениях, то

$$w(\xi) = \frac{2N}{3Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda' k \gamma^2} \frac{1}{k} \frac{\alpha^2 + \beta^2}{\Delta} e^{-\alpha} \{ \alpha^2 (\alpha^2 \sin^2 \beta - \beta^2 \cos^2 \beta) + \alpha \beta (\alpha^2 + \beta^2) \sin \beta \cos \beta (ch\alpha + sh\alpha) + \beta^2 (\beta^2 - 2\alpha^2) sh\alpha - 3\alpha^2 \beta^2 ch\alpha \} (\beta \cos \beta \xi sh \alpha \xi - \alpha \sin \beta \xi e^{-\alpha \xi}) + [2\alpha \beta^2 (\alpha^2 ch\alpha - \beta^2 sh\alpha + \alpha^2 e^{-\alpha}) \cos \beta + \alpha (\alpha^2 - \beta^2) [\beta^2 ch\alpha - (\alpha^2 + \beta^2) e^{-\alpha}]] \sin^2 \beta - \beta [(\alpha^2 + \beta^2) \alpha^2 ch\alpha - \beta^2 (\alpha^2 + \beta^2) sh\alpha - \alpha^2 (\alpha^2 + 3\beta^2) e^{-\alpha}] \sin \beta \cos \beta \} \sin \beta \xi sh \alpha \xi - \frac{1}{k} \frac{2}{3} \frac{N}{Q} \gamma^2 \frac{1}{1 + \lambda' k \gamma^2} \frac{1}{\beta} (\beta \cos \beta \xi + \alpha \sin \beta \xi) e^{-\alpha \xi} \quad (1.10)$$

Здесь:

$$\Delta = \beta^2 \{ 2\alpha^2 \beta^2 ch \alpha - \beta^2 \{ 3\alpha^2 - \beta^2 \} sh^2 \alpha + \alpha^2 (\alpha^2 - \beta^2) sh \alpha ch \alpha + \alpha^2 [(3\alpha^2 + \beta^2) sh \alpha + 4\alpha^2 ch \alpha] e^{-\alpha} \} \cos^2 \beta - \{ \alpha^2 \beta^2 (3\alpha^2 + \beta^2) ch^2 \alpha + \beta^4 (\alpha^2 - \beta^2) sh^2 \alpha - 3\alpha^2 \beta^2 (\alpha^2 - \beta^2) sh \alpha ch \alpha + \alpha^2 [\alpha^2 (\alpha^2 - \beta^2) sh \alpha - (\alpha^2 - \beta^2) (\alpha^2 + \beta^2) ch \alpha] e^{-\alpha} \} \sin^2 \beta - \alpha \beta [ 2\alpha^2 \beta^2 ch \alpha + \alpha^2 (\alpha^2 - \beta^2) sh \alpha - (5\alpha^4 - \beta^4) e^{-\alpha} ] \sin \beta \cos \beta sh \alpha + \alpha \beta [ \alpha^2 (\alpha^2 + 3\beta^2) ch \alpha - \beta^2 (\alpha^2 - \beta^2) sh \alpha - \alpha^2 (\alpha^2 + 3\beta^2) e^{-\alpha} ] \sin \beta \cos \beta ch \alpha + \beta [ \alpha^2 (\alpha^2 + \beta^2) ch \alpha - \beta^2 (\alpha^2 - \beta^2) sh \alpha - \alpha^2 (\alpha^2 + 3\beta^2) e^{-\alpha} ] \sin \beta \cos \beta sh \alpha \quad (1.11)$$

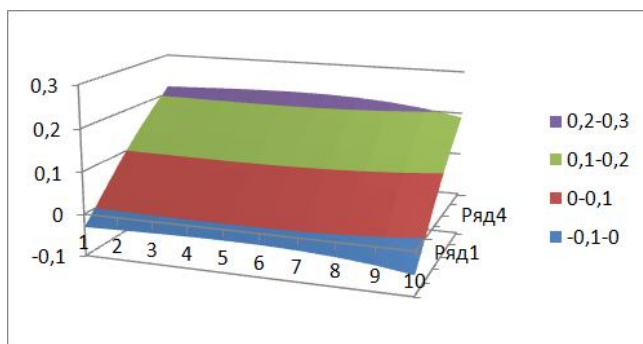


График №1. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(\xi, \gamma^2)$ , когда  $N_1^2 - 4kD = 0$ , т.е. случай А,  $N/Q = 1,5; k = 27$

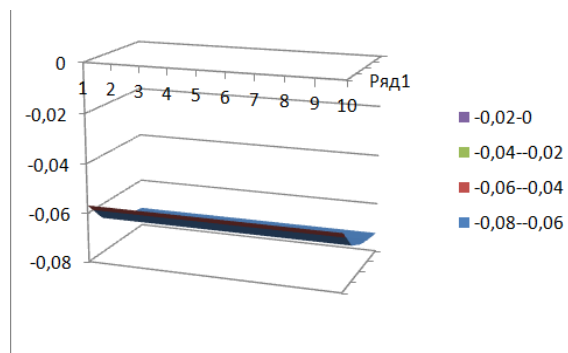


График №2. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(\xi, \gamma^2)$ , когда  $N_1^2 - 4kD > 0$ , т.е. случай В,  $N/Q = 1,5; k = 27$

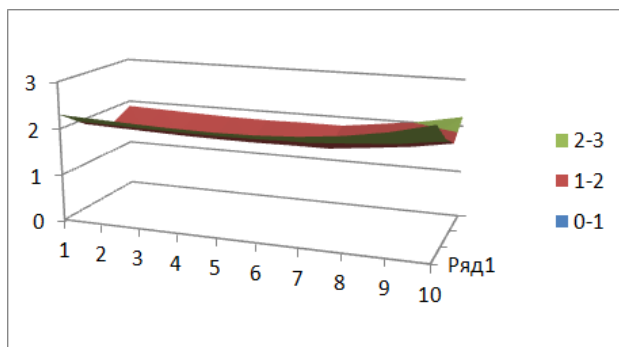


График №3. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(\xi, \gamma^2)$ , когда  $N_1^2 - 4kD < 0$ , т.е. случай С,  $N/Q = 1,5; k = 27$

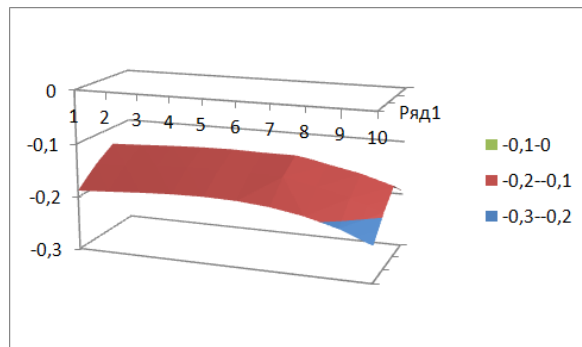


График №4. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(\xi, \lambda_k)$ , когда  $N_1^2 - 4kD = 0$ , т.е. случай А,  $N/Q = 0,5; k = 3$

На графиках 10-12 приведены числовые расчеты выпучивания нефтегазовой смеси при следующих данных:

$$\alpha = \sqrt[4]{3}; \beta = \arctg \sqrt{3\sqrt{3} - 1}; k = \{3; 9; 9; 27\}; \eta = 3,3; \frac{N}{Q} = \{0,5; 1,5; 3\}; \gamma^2 = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5\};$$

$$\lambda' k = \left\{ \frac{1}{3}; \frac{2}{3}; 1; 1 + \frac{1}{3} \left( 1 - \frac{4N}{Q} \right); \right\}; \left( \frac{h}{k} \right)^{\frac{5}{2}} = const$$

для тонкостенных конструкций

$$\xi = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0\}$$

(1.12)

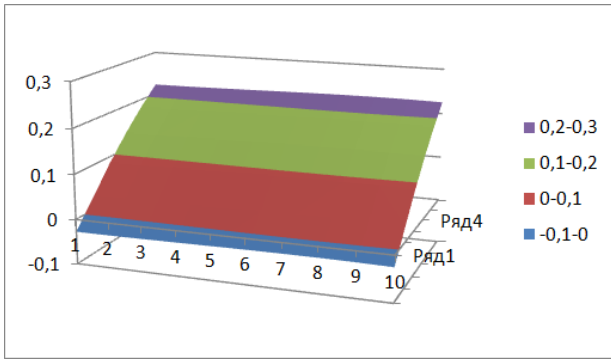


График №5. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции

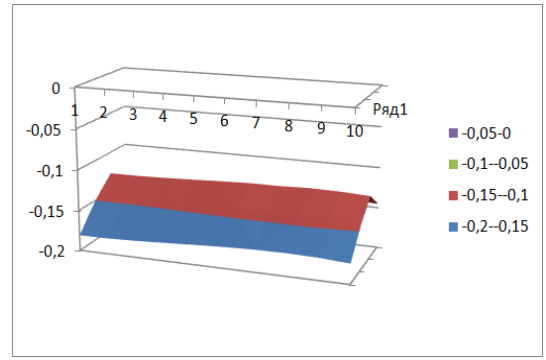


График №6. Возмущение смеси резервуара в зависимости

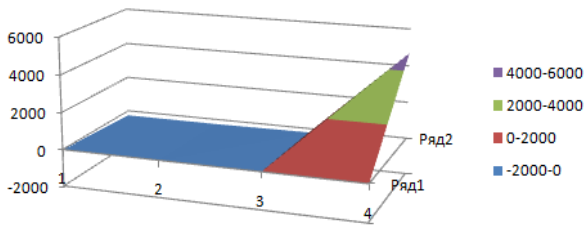


График №7. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(\xi, \gamma^2)_{k=3}$

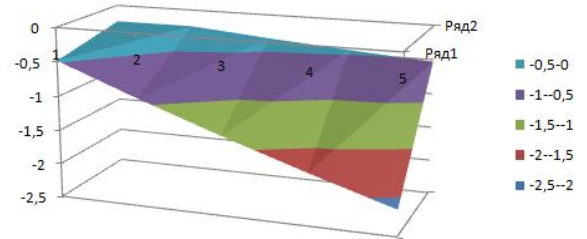


График №8. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(\gamma^2, \lambda_k)$

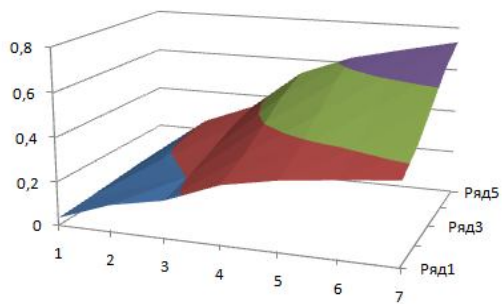


График №9. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(\lambda_k, \omega)$

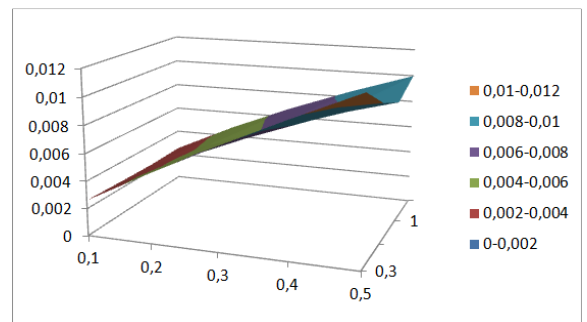


График №10. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(N/Q, \omega)$

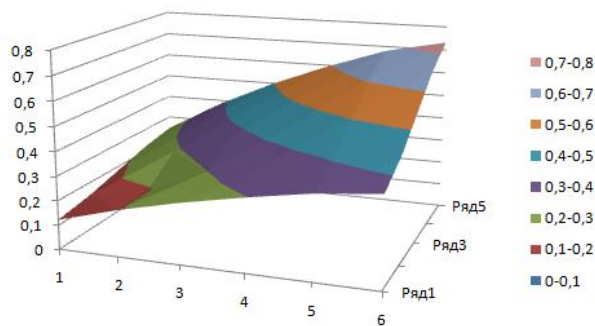


График №11. Возмущение смеси резервуара в зависимости функции  $w = w(N/Q, \omega)$

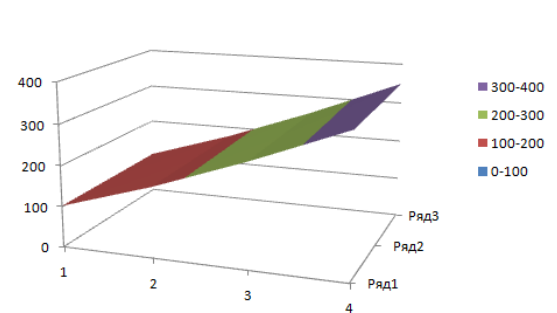


График №12. Изменение времени вязко-упругого сопротивления в зависимости функции  $t = f(k_1, k_2, \eta_1, \eta_2, \omega_n)$

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Выводы из анализа графиков, призванные обеспечить надежность технологического процесса для короткого резервуара с учетом и без учета критической силы –  $N_{кр}$**

1) В случае динамического осевого сжатия в отличие от модели движения нефтегазовой смеси внутри резервуара, лежащего на основании типа Винклера, эффект динамичности менее ощутим, чем в случае внешнего неравномерного давления.

2) Предварительное нагружение поперечного сечения внешним активным критическим давлением уменьшает коэффициент динамичности, а внутреннее нагружение критической силой наоборот повышает коэффициент динамичности.

3) На участке  $0 < \tau \leq \alpha$  силы инерции работают в противоположных направлениях с внешними силами, а на отрезке  $\alpha < \tau \leq 1$  пройдя через нуль и сменив свой знак, начинают действовать в одном направлении с ними. Здесь наблюдается резкое возрастание прогиба. Однако из-за учета динамического осевого сжатия поперечное сечение теряет устойчивость при изменении

$\gamma_j = 1/2 \frac{n\pi h}{L}$  и поперечное сечение «складывается».

4) Приведенный расчет показал, что граничное условие относительно прогиба  $w = w(\xi)$  выполняется частично, резервуар стремится с опор в радиальном направлении. Но так как в действительности опорные диафрагмы не дают возможности резервуару прогибаться на контуре, то происходит изгибание у опоры заполнителя резервуара в поперечном сечении, имеющий местный характер.

**ЛИТЕРАТУРА**

1 Кильчевский Н.А. «Теория нестандартных динамических процессов оболочках», Прикладная математика, 1968 том 4, вып 8.

2 Григолюк Э.И «Проблемы взаимодействия оболочек с жидкостью», Сборник трудов Всесоюзной конференции по теории оболочек и пластинок, М. Наука, 1970.

3 Божанов Е.Т., Ержанов Ж.С «Исследование проблем устойчивости упругих тел, гибких пластин и оболочек и их приложения», Казахстан жоғарғы мектебі, Алматы 2001, 323 стр.

4 Рахимбекова З.М «Нелинейные стержневые системы за пределом упругости», Алматы, 2002, 218 стр.

5 Божанов Е.Т., Ибраимкулов А.М., Скакова А.Б. «Об одной математической модели технологии разработки нефтяных месторождений из N-ного горизонта из N-x чередующих приведенных слоев», труды II международной научной конференции «Высокие технологии – залог устойчивого развития», КазНТУ, Алматы, том II, 2013.

6 Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Акимжанова Ш.А., Касымбекова М.Т. «Неустойчивость поверхностного раздела многослойного пласта большой мощности», труды II-международной научной конференции «Высокие технологии - залог устойчивого развития», КазНТУ, Алматы, том II, 2013.

7 Божанов Е.Т., Хайруллин Е.М., Тулешева Г.А., «Об одной механико-математической модели контакта магистральной трубы с упругим заполнителем», Материалы III международной научной конференции «Актуальные проблемы механики и машиностроении», КазНТУ, Алматы, Том I, 2009, стр 176-180.

**REFERENCES**

1. Kilchevsky N.A "The theory of non-standard processes dynamics shells", Applied Mathematics, 1968 Volume 4, Issue 8.

2. Grigolyuk E.I "Problems of interaction with liquid membranes", Proceedings of the All-Union Conference on the Theory of Shells and Plates, M. Nauka, 1970.

3. Bozhanov E.T, Erzhanov Z.S "Investigation of the stability problems of elastic bodies, flexible plates and shells and their applications", Kazakhstan zhogary mektebi, Almaty, 2001, 323 p.

4. Rakhimbekova Z.M "Nonlinear bar systems beyond the elastic limit", Almaty, 2002, 218 p.

5. Bozhanov E.T, Ibraimkulov A.M, Skakova A.B "On a mathematical model of technology development of oil fields from the N-th horizon of N-x alternating layers above", Proceedings of the II International Conference "High-Tech Security deposit of sustainable development", KazNTU, Almaty, Volume II, 2013.

6. Bozhanov E.T, Khayrullin E.M, Akimzhanova S.A., Kasymbekova M.T "Instability surface section multilayered reservoir high-power", Proceedings of II-international scientific conference "High technology - key to sustainable development", KazNTU, Almaty, Volume II, 2013.

7. Bozhanov E.T, Khayrullin E.M, Tulesheva G.A., " On a mechanical-mathematical model of contact of the main pipe with elastic filler ", Proceedings of III-international scientific conference " Problems in Mechanics and Mechanical Engineering ", KazNTU, Almaty, Volume I, 2009, 176-180 p.

Божанов Е.Т., Тулешева Г.А., Бажаев Н.А.

**Остік критикалық күш N-кр әсереткендегің ауыр мұнайды өндіру және тасу қозғалысының аналитикалық есеп моделі.**

**Түйіндеме:** Жұмыста ауыр мұнайды өндіру және тасу қозғалысының аналитикалық есеп моделі жасалынды. Мұнай қоспасының ішкі қажалысының көлденең қимасының иілген өсіне серпінділік шегінен тыс ықпалының резервуар динамикасына ауытқу әсері зерттелген.

**Түйінді сөздер:** резервуар, газды бөрік

Божанов Е.Т., Тулешева Г.А., Бажаев Н.А.

**Аналитико-расчетная модель движения тяжелой нефти под действием осевой критической силы N-кр, когда форма поперечного сечения овального типа.**

**Резюме:** В работе разработана аналитико-расчетная модель движения тяжелой нефти при добыче и транспортировке. Изучены вопросы влияния возмущения нефтяной смеси на динамику резервуара с учетом внутреннего трения поперечного сечения изогнутой оси за пределом упругости.

**Ключевые слова:** резервуар, газовая шапка

Bozhanov E.T., Tulesheva G.A., Bazhayev N.A.

**Analytical and computational model of motion of heavy oil under axial critical force N-cr, when cross-sectional shape of an oval type.**

**Summary:** In this paper we developed analytical and computational model of motion of heavy oil production and transportation. Studied the influence of the disturbance issues of oil mixture on the dynamics of the tank with the internal friction of the cross section of the curved axis beyond the elastic limit.

**Key words:** Tank, Gas cap

УДК 621.771.068

**К.К. Елемесов, Г.Г. Курапов, Р.В. Даурова, Т.А. Куандыков, С.М. Токтамисова**  
(Казахский национальный технический университет им.К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, elemesov\_75@mail.ru)

### **МОТАЛКА С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ФОРМИРОВАНИЕМ РУЛОНА**

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы работы линии стана НШПС-1700 АлселорМиттал Темиртау, а именно процесс смотки горячекатаных полос. Приведен существующий метод смотки полос, который не обеспечивает необходимое качество поверхности стальных полос. Анализ надежности работы моталок на основании статистических данных подтвердил их весьма малую работоспособность. Достоверно подтверждено, что самыми ненадежными узлами моталок являются формирующие устройства, на которые приходится 57% аварийных остановок. В результате изучения работы моталок на действующем стане мы пришли к выводу о необходимости коренного изменения конструкции формирующего устройства.

Предложено заменить традиционную систему роликового формирования рулонов гидравлическим формированием. Для проверки идеи гидравлического формирования рулонов изготовлена модель моталки. Исследования, проведенные сотрудниками КазНТУ им. К.И. Сатпаева подтвердили работоспособность данного предложения и позволили сделать ряд наработок и рекомендаций для создания промышленной моталки.

**Ключевые слова:** Прокатный широкополосный стан, моталка, формирующие ролики, гидравлическое формирование, качество, горячекатаная полоса.

Обзор технической литературы по производству широкого листа и конструкции широкополосных станов горячей прокатки свидетельствует о достижении максимальных характеристик по мощности оборудования и по производительности. В настоящее время на первое место вышли проблемы снижения себестоимости проката при одновременном расширении сортамента и высоких требований к качеству металла и его поверхности.

Высокое качество проката на современных прокатных станах можно получить только при согласованной работе всего комплекса оборудования. В этой связи особое место занимает работа уборочной линии станов, которую входят ролганги и моталки. От надежности работы последних зависит качество готового металла, форма рулонов, их товарный вид. Это относится ко всем типам листовых станов холодной и горячей прокатки. Поэтому ниже рассмотрим некоторые типы моталок, применяемых в листопрокатном производстве.

На НШПС-1700 АлселорМиттал Темиртау в линии стана установлены три барабанные моталки, предназначенные для смотки полос толщиной до 4 мм и две моталки для работы с полосами толщиной до 12 мм. Практически на первых трех моталках производят смотку металла толщиной вплоть до 6 мм. Именно на эти три моталки приходится более 90% всей загрузки, так как заказы на толстые листы крайне редки.

При помощи существующих моталок не удастся осуществлять уверенный захват полос со скоростями прокатки выше 10 м/с. По этой причине скорость прокатки на стане, перед захватом полосы моталкой, снижается с 20 до 8 м/с. После захвата переднего конца полосы и образования нескольких витков рулона скорость прокатки и смотки повышается до требуемой синхронным увеличением числа оборотов всех агрегатов чистой линии. Таким образом, моталки работают в непрерывном режиме разгона – торможения.

Моталка (рисунок 1) состоит из барабана 1 диаметром 850 мм и двух кассет 2 и 3, каждая из которых содержит по два формирующих ролика (4;5;6;7) с проводками 8 и 9 между ними. Прокатываемый металл приходит между тянущими роликами 10, 11 и попадает к барабану 1 моталки. В этот момент кассеты 2 и 3 при помощи пневматических цилиндров 12, 13 поджаты в исходное рабочее положение. Передний конец полосы перемещается под формирующими роликами и проводками, огибая барабан, и, пройдя полную окружность, попадает под набегающий металл. Передний конец полосы зажимается новым образуемым витком и таким образом осуществляется захват.

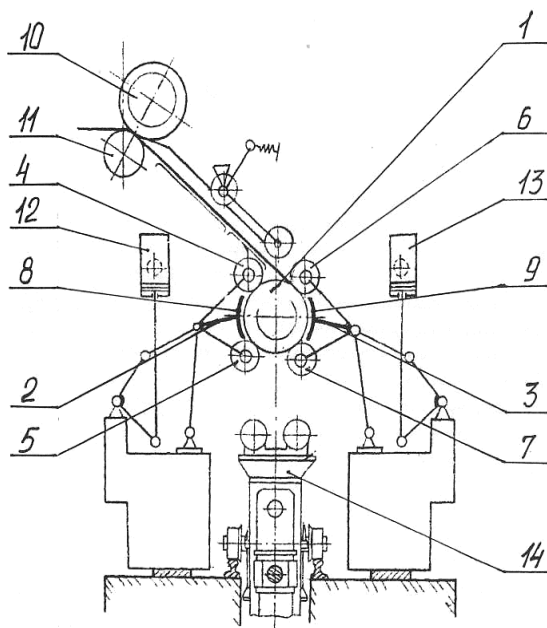


Рис. 1. Схема моталки НШПС с механическим формированием рулона

При поджатых кассетах проводится намотка несколькими начальными витками рулона. По мере увеличения диаметра рулона кассеты постепенно отжимаются от барабана металлом, что происходит за счет сжатия пружин в кассетах и воздуха в пневматических цилиндрах. После намотки нескольких витков и убедительного захвата полосы барабаном моталки, кассеты отводятся от поверхности рулона, и основная смотка ведется без их участия.

Кассеты вновь подводят к рулону на конечном этапе смотки для исключения ударов конца полосы об оборудование. Намотанный рулон снимают с барабана моталки при помощи тележки -

съемника 14.

Настройка элементов моталок заключается в выставлении следующих зазоров и соотношений скоростей:

- зазор между верхним и нижним тянущими роликами устанавливается на 0,5 мм меньше толщины сматываемой полосы;

- зазор между барабаном моталки (в разжатом состоянии) и формирующими роликами составляют «улитку»: между первым роликом и барабаном от 1 до 3 мм больше толщины сматываемой полосы; между вторым роликом и барабаном - на 1 мм больше толщины полосы; между третьим, четвертым роликами и барабаном устанавливается равным половине толщины сматываемой полосы;

- зазор между средней частью проводки и барабаном не должен превышать 25 мм. Перекос между рабочей поверхностью проводки и образующей барабана допускается не более 0,5 мм по длине проводки;

- соотношения линейных скоростей устанавливают при холостом ходе моталки с учетом фактических диаметров барабана и формирующих роликов; скорость тянущих роликов устанавливают выше скорости прокатки в последней клетки чистовой группы на 10-20%; скорость барабана устанавливают на 15-20% больше скорости прокатки в последней клетки; скорость первого и второго формирующих роликов устанавливают выше скорости барабана на 5-10%; скорость третьего и четвертого роликов устанавливается равной скорости барабана

Настройка моталок решающим образом отражается на качестве рулонов и на выходе готового металла, Отклонение формирующих роликов от правильного положения по окружности, перекас осей относительно барабана, несоответствие скоростей вращения приводит к таким дефектам смотки, как телескопичность рулона, распушенность (низкую плотность смотки витков рулона), смятие кромок.

Следует отметить, что предлагаемая в технологических инструкциях методика настройки моталок не является единственно признанной. В технической литературе имеются предложения о других параметрах устанавливаемых зазоров и соотношения скоростей барабана, полосы и формирующих роликов.

Первоначальную настройку моталок с установкой необходимых зазоров между барабаном и формирующими роликами проводят, как правило, после ремонта. Зазоры выставляют при помощи прокладок. Все работы, по условиям техники безопасности, ведут при отключенной пневматике при помощи тросов и мостового крана, используемого вместо лебедки. Для перенастройки зазоров при прокатке полос различной толщины на моталках имеется специальный клиновой механизм с электрическим приводом, связанный с системой автоматики.

Предлагаемые в цеховых технологических инструкциях параметры настройки моталок даны с точностью в одном (первом) знаке и не позволяют оценить действительные пределы установки линейных параметров при наладке. Проверка работы моталок непосредственно в цехе показала, что результаты настройки при помощи клинового механизма не соответствуют показаниям сельсин - датчика и сельсин - приемника (продуктиметра). В результате автоматическая перестройка моталок в процессе эксплуатации с одного размера полос на другие приводила к разладке механизма формирования. Непосредственными замерами было выявлено, что один из основных рычагов системы не соответствует по длине чертежам. По этой причине нами предпринята попытка геометрического определения необходимых размеров длины рычага поворота кассет моталок и определения клина для автоматической перенастройки моталок при изменении толщины прокатываемой стали.

Экспериментальные работы, проведенные сотрудниками КазНТУ им. К.И. Сатпаева на моталках, позволили оценить точность настройки скоростей вращения формирующих роликов относительно барабанов. Выявлено, что порядок изменения скоростей вращения формирующих роликов был обратным, по сравнению с рекомендуемым. Это приводило к торможению переднего конца полос по отношению к барабану моталок и к образованию складок металла. Было предложено узаконить один приемлемый способ настройки моталок и закрепить его в автоматизированной



системе управления таким образом, чтобы операторы не могли бы индивидуально перестраивать соотношения скоростей.

Действительное расположение формирующих роликов относительно барабана моталки сложно выявить, так как условия при настройке и работе совершенно различны. Поджатие кассет пневматическими цилиндрами во время работы моталок и подтягивание кассет тросами при настройке во время проведения ремонта дает разные результаты. Неопределенность в действительном пространственном расположении формирующих роликов относительно барабана возникает из-за большого количества шарниров в конструкции моталок с неизвестной выработкой на момент настройки и в процессе работы. Практически смотка всегда производится с перекошенными роликами. Исправление перекосов производится только в том случае, когда появляются удары формирующего ролика о барабан моталки, что, как показывает опыт эксплуатации, соответствует перекосу около 20 мм на длине формирующего ролика.

Для того, чтобы разобраться с работой моталок и их влиянием на выход годного, были проанализированы имеющиеся в цехе статистические сведения по выходу годного, телескопичности рулонов и другим характеристикам, зарегистрированным при прокатке экспортных партий металла за 10 лет, начиная с 2004 года. Основная характеристика качества - выход годного - изменялась от 64% до 85%, брак по телескопичности рулонов - от 2% до 5%. В среднем выход годного находится около 80% с колебаниями в 5% в обе стороны. Следует отметить, что по официальным сведениям планового отдела цеха для массовых партий проката выход годного гораздо выше и в среднем находится около 98%.

Анализ надежности работы моталок на основании статистических данных, имеющихся в цехе ЛПЦ-1 АлселорМиттал, подтвердил их весьма малую работоспособность. Достоверно подтверждено, что самыми ненадежными узлами моталок являются формирующие устройства, на которые приходится 57% аварийных остановок. В результате изучения работы моталок на действующем стане мы пришли к выводу о необходимости коренного изменения конструкции формирующего устройства.

Было предложено формирование первых витков рулонов стальной горячекатаной полосы проводить струями воды высокого давления. Был проведен расчет гидравлического формирующего устройства для лабораторной модели моталки, изготовлена модель и исследована работоспособность конструкции на свинцовых образцах. Основные параметры лабораторной модели моталки приняты конструктивно из соображений совместной установки модели с лабораторным прокатным станом «Дуо-100».

Гидравлическое формирующее устройство смонтировано независимо от барабана с не приводной стороны. Основой его является герметичный стальной бак емкостью 0,002 м<sup>3</sup> литров. На нем имеются два штуцера для подвода воды и установки манометра. На боковой стенке бака, перпендикулярной оси барабана, закреплены коллекторы подачи воды на сматываемую полосу.

Коллекторы представляют собой медные трубки наружным диаметром 10 мм и внутренним - 8 мм: Один торец трубок заглушен. В каждом коллекторе по одной продольной линии просверлены по пять отверстий, предназначенных для ввертывания в них калиброванных сопел. Коллекторы крепятся к баку резьбой, нарезанной на их не заглушенном конце и в стенке бака. Такое крепление позволяет, путем поворота коллекторов в резьбе, менять угол наклона сопел относительно поверхности барабана. Отверстия для крепления коллекторов расположены радиально относительно оси барабана моталки.

Диаметр центров крепежных отверстий определяет расстояние от среза рабочих сопел до поверхности барабана и сматываемой полосы. Отверстия для ввертывания в коллекторы калиброванных сопел расположены таким образом, что перекрывают равномерно всю ширину наматываемой на барабан полосы.

Корпусы подшипников барабана и бак для подачи воды в коллекторы закреплены сваркой на раме, устанавливаемой на полу. Высота рамы такова, чтобы верхний уровень барабана находился на 5 мм выше приемного стола прокатного стана и примерно на верхнем уровне нижнего валка. На раме закреплены водозащитные кожухи, ограждающие барабан. Кожухи выполнены с разрезом в верхней части, предназначенным для подачи сматываемой полосы со стола прокатного стана к барабану. Воду к модели моталки в процессе проведения экспериментов подают из водопроводной сети шлангом.

Давление в баке моталки изменяют путем регулирования вентилем на входе в бак по показаниям манометра. Под моделью моталки находится бак сбора воды на 40 литров со сливным вентилем.

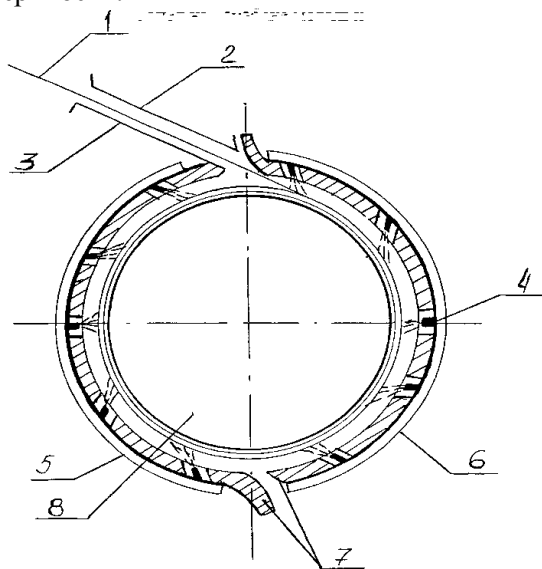
Исследования, проведенные на модели моталки с гидравлическим формированием рулона, подтвердили принципиальную возможность применения предлагаемого способа смотки для работы с различными материалами. Результаты лабораторных работ свидетельствуют о достаточной сходимости расчетов с экспериментальными данными, что позволяет использовать полученные результаты в качестве рекомендаций для создания промышленных установок. Использование для формирования первых витков рулона гидравлического принципа позволяет избежать контакта между сматываемым металлом и полосой, расширяет пределы настройки и снижает требования к ее точности.

Опыт работы с моделью моталки показал, что применение системы гидравлического формирования рулонов делает процесс смотки более независимым от точности установки как самих сопел подачи воды, так и проводок. В условиях цеха все эти выводы должны быть экспериментально подтверждены при смотке рулонов различной ширины и толщины. Поскольку все приведенные выше результаты расчетов сделаны с достаточно большим запасом, то данные рекомендации не вызывают сомнения для их применения непосредственно в действующем цехе.

Затем провели расчет промышленной моталки для полос шириной 0,8 м; 1,2 м и 1,5 м и толщиной 1,8 мм; 3,0 мм и 6,0 мм. Для определения расходов воды произвольно задались прямоугольным сечением сопел – ширина 10 мм, длина 100 мм. Количество сопел по ширине сматываемой полосы от 3 до 7 в зависимости от ширины. Для указанного сечения сопел необходимое давление в системе должно быть 2,7 МПа, а максимальный расход воды – 570 м<sup>3</sup> в час.

Приведенные выше результаты расчетов необходимого давления и расхода воды дают значения этих характеристик вполне достижимые для технических устройств, используемых в действующем прокатном цехе. Такое давление и расход воды можно обеспечить, привязав гидравлическую систему моталки к чистовому окалиноломателю, либо поставив независимый гидравлический насос.

Основные изменения конструкции необходимо внести в систему формирования рулонов (рисунок 2). Следует удалить все формирующие ролики и заменить существующие проводки на удлиненные. Коллекторы подачи воды должны быть размещены с внешней стороны проводок и жестко закреплены на их поверхности.



**Рис. 2.** Рекомендуемое расположение проводок и сопел при гидравлическом формировании рулонов  
1-сматываемая полоса; 2,3-подвижные проводки; 4-сопла; 5,6- кассета (роликдержатель); 7-удлиненные проводки; 8-барабан моталки.

Струи воды попадают к поверхности барабана и сматываемой полосы через отверстия в проводке. Сопла закреплены на коллекторах с внутренней стороны (со стороны отверстий в проводках). Расстояние от барабана до поверхности проводок на первом этапе настройки установки

можно оставить прежним, равным 20 мм. Поскольку толщина металла проволок равна 30 мм, то расстояние от среза отверстия сопла до поверхности барабана будет равным около 50 мм. На основании опыта смотки полос из различных материалов на лабораторной моталке, рекомендуем устанавливать оси сопел под углом около  $10\div 15^\circ$  к нормали барабана по ходу движения полосы.

По данным АлселорМиттал Темиртау, брак холодной смотки составляет 0,8%-1,5% от общей производительности прокатного стана, что при производительности 2 млн. т в год равно 30 000 т. В данном случае в расчет не входят такие виды брака смотки, как телескопичность рулонов, недокаты и т.д. Внедрение данного предложения, оформленного нами в виде патента Республики Казахстан /1/, даст предприятию значительную экономию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РК №6363 Давильбеков Н.Х., Курапов Г.Г., Пепеляев И.В., Ескулов С.С., Клементьев В.А., Мизюрин В.В., Колынюк Е.П., Елемесов К.К. Способ смотки на барабан моталки полосового стана.
2. Патент РК №7989. Способ охлаждения горячекатаной полосы при транспортировании от стана к моталке. Давильбеков Н.Х., Курапов Г.Г., Елемесов К.К., Ескулов С.С., Клементьев В.А.
3. Патент РК №8918. Способ подачи полосы рольгангом в тянущие ролики моталки и устройство для его осуществления. Давильбеков Н.Х., Курапов Г.Г., Елемесов К.К., Ескулов С.С., Клементьев В.А.
4. Елемесов К. К., Бейсенов Б. С., Сариев Б. Е., Тагауова Р. З., Ескулов С. С. Тенденция развития широкополосных станов горячей прокатки стального листа. Труды международной конференции «Форсированное индустриально-инновационное развитие в металлургии». – Алматы, 2010 г. - С. 49-52

#### REFERENCES

1. Patent RK №6363 Davilbekov N.H., Kurapov G.G., Pepelyaev I.V., Eskulov S.S., Klementyev V.A., Mizyurin V.V., Kolynyuk E.P., Elemesov K.K. Sposob smotki na baraban motalki polosovogo stana.
2. Patent RK №7989. Sposob ohlazhdeniya goryachekatanoi polosity pri transportirovani ot stana k motalke . Davilbekov N. H., Kurapov G.G., Elemesov K.K., Eskulov S.S., Klementyev V.A.
3. Patent RK №8918.Sposob podochi polosity rolgangom v tianushie roliki motalki i ustroistvo dlya ego osushestvleniya. Davilbekov N.H., Kurapov G.G., Elemesov K.K., Eskulov S.S., Klementyev V.A.
4. Elemesov K. K., Beysenov B. S., Sariyev B. E., Tagauova R. Z., Eskulov S. S. Tendencya razvitya shirokopolosnyh stanov goriachey prokatki stalnogo lista. Trudy mezhdunarodnoy konferency "Forsirovanoe industrialno-innovatsionnoe razvitie v metallurgyy". – Almaty, 2010 g. -S. 49-52

Елемесов К.К., Курапов Г.Г., Даурова Р.В., Куандыков Т.А., Токтамисова С.М.

#### **Гидравликалық реттелетін орамның орағыштары**

**Түйіндеме.** Мақалада АлселорМиттал Темиртау жағдайындағы ҰКЖО-1700 орнақтың ыстық күйінде илемдеуі, нақты орау қағидасы қарастырылған. Болаттың бетінің сапалы болуы үшін қазіргі уақытта қолданылатын барлық орау әдісі келтірілген. Қазіргі дәстүрлі қолданылатын аунақшалы орау әдісін гидравликалық орау әдісіне алмастыру ұсынылған.

**Негізгі сөздер:** Кең ауқымды илемдеу орнағы, орағы, реттеуші аунағы, гидравликалық реттегіш, сапа, ыстық түрдегі жолақ.

Елемесов К.К., Курапов Г.Г., Даурова Р.В., Куандыков Т.А., Токтамисова С.М.

#### **Моталка с гидравлическим формированием рулона**

**Резюме.** В статье рассматриваются вопросы работы линии стана НШПС-1700 АлселорМиттал Темиртау, а именно процесс смотки горячекатаных полос. Приведен существующий метод смотки полос, который не обеспечивает необходимое качество поверхности стальных полос. Предложено заменить традиционную систему роликового формирования рулонов гидравлическим формированием.

**Ключевые слова:** Прокатный широкополосный стан, моталка, формирующие ролики, гидравлическое формирование, качество, горячекатаная полоса.

Elemesov K.K., Kurapov G.G., Daurova R. V., Kuandykov T.A., Toktamisova S. M.

#### **Motalka with hydraulic formation of a roll**

**Summary.** In article questions of work of the line of a camp of CBC (continuous broadband camp)-1700 Alselor - mittal Temirtau, namely process of reeling of hot-rolled strips are considered. The existing method of reeling of strips which doesn't provide necessary quality of a surface of steel strips is given. It is offered to replace traditional system roller a formation of rolls with hydraulic formation.

**Key words:** The rolling broadband camp, a winder forming rollers, hydraulic formation, quality, a hot-rolled strip.

**Н.А. Сейлова, А. Оған**  
(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы, [atkeldi@mail.ru](mailto:atkeldi@mail.ru))

### **СЫМСЫЗ ЖЕЛІНІ ЖОБАЛАУ КЕЗЕҢДЕРІ**

**Аңдатпа.** Сымсыз технологиялар біздің күнделікті өмірімізге күннен-күнге тереңдей еніп келе жатыр. Бүгінгі күні компьютерлері, жергілікті желілері жоқ кеңселерді көз алдына елестету мүмкін емес. Тіпті үйдегі компьютерлер Интернетке қосылмаса, олардың ешқандай қажеті де жоқ. Ал сымсыз технологиялар, қайда жүрсенде желіге қосылуға, деректер алмасуға, Интернетке қосылуға мүмкіндік береді. Осындай қызметтерді көрсететін сымсыз технологиялардың бірі WiFi технологиясы.

**Негізгі сөздер:** сымсыз желі, ақпарат, желіні жобалау, дестелерді тасымалдау.

Радиотехника жаңадан дами бастағанда «сымсыз» (wireless) термині кең мағынада радиобайланысты түсіндіру үшін қолданылған, яғни деректерді тасымалдау сымсыз жүзеге асырылған барлық жағдайларға қатысты айтылған. Сымсыз желілер, кәбілді желілер құруға келмейтін жерлерде, мысалы ескі ғимараттарда құрылады. Уақытша желілер ретінде, көрмелер ұйымдастырғанда, конференциялар болғанда т. б. жағдайларда қолданылады [1]. Әсіресе көпшілік орындарда, кафе, мейманханаларда, әуежайларда хот-споттар орнату арқылы келіп-кетушілерге Интернетке қатынас құруға мүмкіндік береді. Тек клиенттерде сымсыз технологияны қолдайтын ноутбугі немесе қалталы дербес компьютері болса болғаны. Осындай қызметтер көрсету арқылы мейманхана, кафе т.б. қожайындары сымсыз желіні пайда көзі ретінде қарайды.

Сымсыз желілердің тағы бір артықшылығы, құрылуының өте қарапайымдылығы, болашақта кеңейту қажет болса ешқандай шығынсыз қатынас құру нүктелерін көбейту арқылы желінің көлемін ұлғайтуға болады

WiFi технологиясы бүгінгі күнгі компьютерлік байланыс саласындағы болашағы зор технологиялардың бірі болып есептеледі. WiFi (Wireless Fidelity) – ағылшын тілінен аударғанда – “сымсыз дәлдік” деген мағына береді. Алғашында WiFi құрылғысы дәстүрлі кәбілдік желілердің орнын басу үшін корпоративтік желілерге арналған. Кәбілдік желілерді құру үшін желінің топологиясын үлкен ұқыптылықпен анықтап, жүздеген метр кәбілді қолмен орнату қажет. Міне осындай кемшіліктерді жою үшін WiFi технологиясын қолданған жөн.

WLAN (Wireless Local Area Network – сымсыз жергілікті желі) – бұл түйіндер арасында байланысу үшін және деректерді тасымалдау үшін, кәбілмен қосылудың орнына, жоғарғы жиілікті радиотолқындарды қолданатын жергілікті есептеу желісінің түрі. Бұл бір кеңсенің, ғимараттың ішінде немесе белгілі бір аймақ аралығында кәбілді желінің кеңейтілуі немесе альтернативі ретінде қолданылатын, икемді жүйе. Желіні кеңейтіп, қайта құру WLAN үшін қиын мәселе емес.

Алдын ала жоспарлаудың арқасында көптеген қателіктерден құтылуға болады. Ең алдымен бұрын болған желінің құрылымын жетік білген дұрыс. Сымсыз желінің құрылымы қарапайым болуы керек.

Желіге қатынас құратын адамдарды (кәсіпорынның барлық қызметкерлері немесе таңдаулы топтар), әрбір пайдаланушыға рұқсат етілген желілік қорларды анықтап алған өте маңызды. Сымсыз желіні бір уақытта пайдаланушылардың санын және олардың байланыс арнасының өткізу қабілеттігіне талаптарын бағалаған жөн [2]. Егер пайдаланушылар саны көп болса және қарқынды қолданбалы трафик болжанса, онда қатынас құру түйіндерінің саны пайдаланушыларды тек желімен байластыру үшін қажетті минимумнан көп болу керек.

Қазіргі кез келген компанияларда өзінің жұмыс орнынан директордың, содан кейін тапсырыс берушілермен сөйлесуге, одан кейін басқа кеңсеге әріптестерімен «жұмысты талдау» үшін «ұшып қонып» жүретін, бір орыннан екінші орынға көшіп жүретін жылжымалы пайдаланушылар бар. Және оларға барлық жерде ноутбуктарынан корпоративтік және сыртқы желілердің қорларына, сонымен қоса Интернетке тез қол жеткізу қажет. Әрі нақ осындай жылжымалы пайдаланушылар – ең бағалы қызметкерлер – бөлімдердің басқарушылары, сату бойынша менеджерлер және т.б. Олардың тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету – сымсыз желінің ең маңызды есептерінің бірі. Одан басқа, сымсыз желі компанияға келетін жабдықтаушытарға, серіктестерге және тапсырыс берушілерге қажетті

ақпараттарға өздерінің ноутбуктарынан қол жеткізуіне мүмкіндік береді. Сымды қосылуды ұйымдастыру өте қымбатқа соғатын (немесе тіпті мүмкін емес) немесе қызметкерлердің орын ауыстыру динамикасы жоғары болатын жерде сымсыз желі қажет.

Сымсыз желіні құру мысалы әуежайлар, көрме залдары сияқты объектерде деректерді тез тарату және Интернетке шығуды қамтамасыз етудің жалғыз әдісі болып табылады. Бүгінгі күні шетелде кез келген мейманханаларда сымсыз желі құрылған. Менеджерлер Интернетке сымсыз қатынас құруды қамтамасыз ету – бұл қажеткерлерді тартуға және қосымша пайда түсіруге көмектесетін қызмет көрсету екенін жақсы біледі. Корпоративтік сымсыз желіні құрудың стимулы жылжымалы қолданулардың тартымдылығы ғана емес, сонымен бірге қажеткерлерік Wi-Fi құрылғыларының кең тарауы болып табылады. Көптеген компанияларда столдағы ДК ноутбуктармен алмастырылуда, ал қазіргі көптеген ноутбуктарда қондырылған Wi-Fi интерфейс бар. Нәтижесінде қызметкерлер кеңседе де (Wi-Fi корпоративтік желі арқылы), іс-сапарда да (әуежайлардағы, мейманханалардағы, кофейня және басқа жерлердегі хот-споттар арқылы), үйде де (арзан қатынас құру нүктелері үйде және пәтерлерде қондыру үшін белсенді пайдаланылуда) бір компьютерді пайдалануға мүмкіндігі бар.

Сымсыз желіні жобалауда негізгі кезеңдері.

1. Ең маңызды және басты шешім – стандартты таңдау: 802.11a, 802.11b, 802.11g немесе олардың бірлескені.

Ең кең таралған стандарт *802.11g* негізіндегі шешімдер, алдында шығарылған өнім *802.11b* сияқты 2,4-ГГц диапазонда жұмыс істейді, деректер тасымалдау жылдамдығы - 54 Мбит/с («b» өнімдерінде 11 Мбит/с) дейін.

Үшінші технология *802.11a*. 802.11g құрылғыларының жұмыс істеу ұзақтылығы 802.11a стандартына қарағанда үлкен, бірақ олар 2,4-ГГц диапазонда тек үш қайта жабылмайтын арналармен орналастырады [1,3].

2. Желіні құру үшін алаңды зерттеу. Әртүлі технологиялар және пайдаланушылардың қажеттіліктері зерттелгеннен кейін, жұмыс кеңістігінің физикалық сипаттамаларын бағалаған жөн.

Бөлменің жоспарымен танысып және желі қамтитын кеңістікті талдап шығу керек. Потенциалды пайдаланушылардың жұмыс орнына және оларға сымсыз желі керек кезде күні бойы мүмкін болатын ауысу жолдарына көңіл бөліңіз. Пайдаланушылар этаждар немесе ғимараттар арасында орын ауыстырама?

Әрбір қатынас құру түйіні сымды желіге немесе электр қоректендіру көзіне қосылу керек. Көптеген әзірлеушілер *Power over Ethernet (PoE) технологиясын* қолданады – 5 категориялы Ethernet кәбілі қоректендіруді жеткізу үшін қос сыммен толықтандырылады. Бұл электрлік жеткізуге және розеткаға шығынданудан сақтайды.

3. Құрылатын сымсыз желінің сәулетін таңдау. Тармақталған немесе орталықтандырылған? Олардың әрқайсысының ерекшеліктері, жетістіктері және кемшіліктері бар. Мысалы, тармақталған сәулет (distributed access point architecture) негізінде желіні құру үшін қатынас құру нүктесін орнатса болды. Бұл оның артықшылығы. 802.11 стандарты басынан-ақ бір құрылғыда желілік контроллердің және радиотранссивердің қызметін біріктірген, сондықтан желіні қатынас құру нүктелерін коммутатордың бос портына және сымсыз бейімдеуіштерді қажеткерлік дербес компьютерге орнату арқылы құруға болады. Көп жағдайларда қатынас құру нүктелерін және қажеткерлік компьютерлерді пішінүйлестіріп қажеті жоқ, сондықтан сымсыз сегмент барлық желінің әдеттегі бөлігі болады.

Осындай желінің кемшілігі – жалғыз басқару элементінің жоқтығы. Сондықтан осындай құру әдісін пайдалану көбінесе шектеулі.

Желіні тармақтай құрудың мәселесін сымсыз коммутаторларды пайдалану арқылы шешуге болады, алайда оларды қолдану орталықтандырылған сәулет негізінде сымсыз желіні ұйымдастыруды көрсетеді [4]. Сымды коммута- торлардың сымсыздан негізгі айырмашылығы, соңғысы пайдаланушыға белгіленген өткізу жолағын көрсете алмайды. Ортақ қасиеттері де бар. Сымсыз коммутатор орнатылатын желілерде, шифрлау және аутентификациялау қызметі қатынас құру нүктесінен коммутаторға өтеді және ортақ басқарылады [5,6]. Нәтижесінде қатынас құру нүктесінің жұмысы пайдаланушыларға деректерді тасымалдаумен шектеледі.

Сымсыз коммутатор негізіндегі желінің басқа артықшылығы пайдаланушы бір қатынас құру нүктесінен екіншісіне өткенде желімен қосылуын жоғалтпайды, және оған аутентификацияны

қайтадан өтуге тура келмейді. Сымсыз коммутатор, сымсыз желінің өзгеше орталығы, байланыс сеансы үшін автоматты түрде және зиянсыз қажеткердің орын ауыстыруын байқап отырады. Одан басқа, қатынас құру нүктелерінің көбі PoE (Power over Ethernet) қоректену режимін қолданғандықтан, сымсыз коммутатор олар үшін тек қоректену көзі ғана емес, сонымен бірге желінің бас тартқан бөліктерін байқау қызметінде орындайды. Олай болса, ол істен шығып кеткен қатынас құру нүктелерімен көршілес қатынас құру нүктелерінің пайдаланушылар санын көбейтумен қатысты желінің бөліктеріндегі ақаулықты, қатынас құру нүктелерінің қуаттарын арттыру жолымен толтыра алады. Пайдаланушылар санынан қарай отырып, сымсыз коммутатор белгілі мезетте пайдаланушылар саны көп, желінің сегменттеріне кең өткізу қабілеттігін ұсына отырып, арналарды тиімді түрде жүктемелей алады. Бүгінгі күні сымсыз коммутаторларды әзірлеушілер, өнімдерінің құрамында жоғарыда келтірілген қызметтерді қолдайтын арнайы бағдарламалық қамтамасыз етулерді ұсынууда.

Сымсыз желіні құруды қалай таңдасаңыз да, аппараттық құралдар мен бағдарламалық қамтамасыз етудің арасында дұрыс үйлесімділікті табу қажет. Бұл үшін компанияның алғашында орнатылып қойған нақты қаржы мүмкіншілігінің, өлшемінің және сымсыз желінің болашақта өсуінің және қауіпсіздікке жалпы талаптарының алғашқы нақты бағасы талап етіледі. Сымсыз желінің аудиті және қатынас құру түйіндерінде басқарудың қарапайым операцияларын орындау үшін ыңғайлы өнімдерді таңдау керек.

Сымсыз желілердің даму тенденциясы телекоммуникацияның болашағына күдік қалдырмайды. Сымсыз желі қолданысқа берік түрде кірді, алайда олар сапаның, жылдамдықтың, қабылдау радиусының, қорғалудың талаптарын қанағаттандыруы керек. Соңғысы, айқын болып көрінбегенмен, ең маңызды фактор болып табылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Таненбаум Э. Компьютерные сети. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 960с.
- 2 Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
- 3 Тұрым А.Ш. Есептеу жүйелері және желілері: Оқулық. – Алматы, ҚазҰТУ, 2006. – 331 бет.
- 4 Гургенидзе А. Современные технологии беспроводных сетей // Мобильные телекоммуникации. – Вып. 62. - № 4. – 2006. – С. 21-27.
- 5 Рахманов С. Особенности развития современных технологий беспроводного доступа Wi-Fi и WiMAX в России и во всем мире // Мобильные телекоммуникации. – Т.62. - № 4. - 2006.- С. 33-36.
- 6 Тұрым А.Ш., Оған А. Сымсыз желілердің әрекет ету радиусы және тасымалдау жылдамдығы. Международной научной конференции "Высокие технологии -залог устойчивого развития" Алматы, 25-27 мая 2011 КазНТУ. - С. 315-319.

#### REFERENCES

- 1 Tanenbaum E. Kompyuternye seti. 5-e izd. – SPb.: Piter, 2012. – 960s.
- 2 Olifer V.G., Olifer N.A. Kompyuternye seti. Principy, texnologii, protokoly: Uchebnik dlya vuzov. 3-e izd. – SPb.: Piter, 2006. – 958 s.
- 3 Turym A.Sh. Esepteu zhuieleri zhane zhelileri: Okulyk. – Almaty, KazNTU, 2006. – 331 bet.
- 4 Gurgenidze A. Sovremennye texnologii besprovodnyx setei // Mobilnye telekommunikacii. – Vyp. 62. - № 4. – 2006. – S. 21-27.
- 5 raxmanov s. osobennosti razvitiya sovremennyx texnologij besprovodnogo dostupa wi-fi i wimax v rossii i vo vsem mire // mobilnye telekommunikacii. – T.62. - № 4. - 2006.- S. 33-36.
- 6 Turym A.Sh., Ogan A. Symsyz zhelilerdin areket etu radiusy zhane tasyaldau zhyldamdygy. Mezhdunarodnoi nauchnoi konferencii "Vysokie texnologii -zalog ustoichivogo razvitiya" Almaty, 25-27 may 2011 KazNTU. - S. 315-319.

Сейлова Н.А., Оған А.

#### **Сымсыз желіні жобалау кезңдері**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада сымсыз желінің сипаттамалары, жобалауда негізгі кезңдері, сонымен қатар сымсыз желіні құрудың проблемасын шешу мәселелері қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** сымсыз желі, ақпарат, желіні жобалау, дестелерді тасымалдау.

Сейлова Н.А., Оган А.

**Этапы проектирование беспроводной сети**

**Резюме.** В данной статье рассматриваются характеристики, основные вопросы проектирования беспроводных сетей и вопросы, возникающие при проектировании беспроводной сети.

**Ключевые слова:** беспроводная сеть, информации, проектирование сети, передача пакетов.

Seilova N.A., Ogan A.

**Stages of designing a wireless network**

**Summary.** This article discusses the characteristics of the major issues of wireless networks and design issues that arise when designing a wireless network.

**Key words:** wireless network information, network design, packet transmission.

УДК 004.522

**Е.Н. Амиргалиев<sup>1</sup>, Р.Р. Мусабаев<sup>1</sup>, Т.Р. Мусабаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК, Казахстан, Алматы

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. ал-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Email: [timamus@gmail.com](mailto:timamus@gmail.com)

**ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ КРАТКОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ С ЧАСТОТОЙ ОСНОВНОГО ТОНА**

**Аннотация.** В статье описана параметризация речевого сигнала с помощью алгоритмов анализа синхронизированных с частотой основного тона. Результаты параметризации могут быть использованы для формирования цифрового голосового образа личности или применены в системе автоматического распознавания речи. Описаны этапы для достижения параметризации слитной речи. Параметризация речи осуществлена на основе функции среднего числа переходов через ноль, а также функции энергии сигнала.

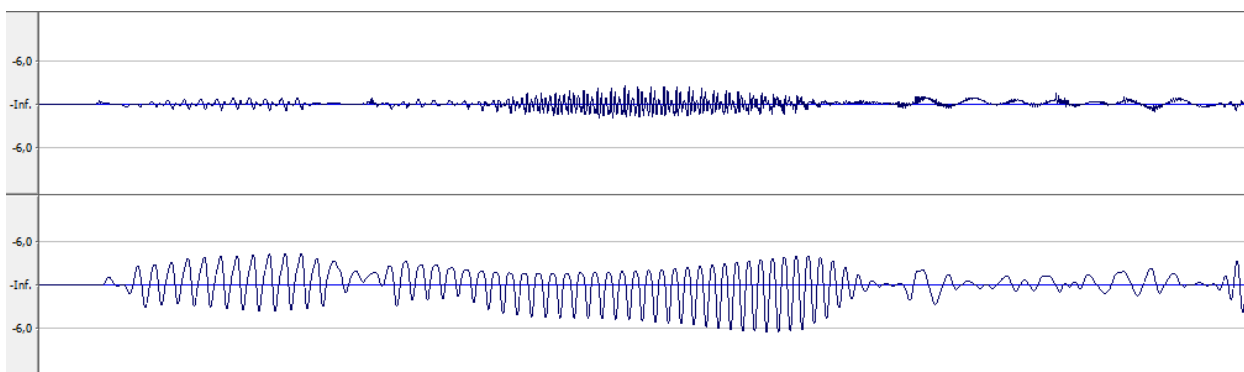
**Ключевые слова:** речевой сигнал, частота основного тона, параметризация речи, сглаживание сигнала, КИХ-фильтр.

На сегодняшний день в области распознавания слитной речи существует несколько проблем. Одна из таких, научить ЭВМ распознавать в слитной речи гласные и согласные фонемы. Для решения этой проблемы авторами было предложено использовать кратковременные алгоритмы анализа, синхронизированные с частотой основного тона. В статье будет рассмотрен именно данный подход, для создания оптимальной параметризации речевого сигнала. В дальнейшем, синхронизированная с частотой основного тона параметризация сигнала может помочь в формировании и анализе цифрового голосового образа личности.

Сформулированная авторами задача параметризации речевого сигнала относится к основным проблемам анализа, распознавания и интерпретации речевых сигналов, т.к. подчинена проблеме распознавания слитной речи, имеющей большую практическую значимость. Это – распознавание и смысловая интерпретация слитной речи для устного диалога человека и ЭВМ на естественном языке.[1] В практическом плане решение этой задачи может явиться ключом к достижению полной эффективности речевого ввода информации в ЭВМ.

В настоящее время общие математические модели речевого сигнала еще не найдены. Формулируются лишь частные модели, ориентированные на постановку и решение частных задач распознавания речи. Примерами таких задач являются распознавание отдельно произносимых слов для одного диктора, распознавание диктора по парольной фразе, определение функционального состояния одного данного человека по его голосу.[1]

**Получение речевого сигнала и его декомпозиция.** В первую очередь авторами был записан эталон речи женского типа голоса, дискретизированный с частотой 44 КГц и с разрядностью 16 бит. Запись эталона осуществлялась посредством применения микрофона и ларингофона позволяющего получать звук непосредственно от вибраций голосовых связок.



**Рис. 1.** Агрегированный речевой сигнал и сигнал основного тона

Для начала необходимо синхронизировать по времени речевой сигнал с частотой основного тона. Акустическим коррелятом тона является так называемая частота основного тона (ЧОТ), определяемая как частота вибрации голосовых связок. С акустической точки зрения ЧОТ — это первая гармоника речевого сигнала.[2] Частота колебаний голосовых связок, от которой зависит высота тона (чем чаще колеблются связки, тем выше частота основного тона голоса), определяется напряженностью, длиной и общей массой голосовых связок.[3] Для синхронизации речевого сигнала с сигналом основного тона можно использовать технику одновременной записи сигналов с микрофона и ларингофона. В нашем случае частота основного тона задаёт период повторения звуковых колебаний, что может существенно помочь при классификации речевого сигнала.

В следующем шаге производится декомпозиция записанных сигналов с целью последующей обработки и применения различных фильтров к каждому из сигналов. Фактически, в любом речевом сигнале, записанном в рабочем помещении, может содержаться много мешающей информации: различный шум, присутствие высоких и низких частот, имеющих высокую частоту колебания и т.д. Стоит обратить внимание на то, что у каждого говорящего базовая частота основного тона индивидуальна и обусловлена особенностями строения гортани. В среднем для мужского голоса она составляет от 80 до 210 Гц, для женского — от 150 до 320 Гц.[4] Поэтому частоты выше или ниже этого диапазона считаются излишними для решения задачи выделения ЧОТ. Присутствие этой избыточной информации может исказить классифицирование исходного речевого сигнала. Избавиться от этой информации можно применением фильтра с конечной импульсной характеристикой (не рекурсивный фильтр, КИХ-фильтр).

**Сглаживание речевых сигналов.** Если мы хотим увидеть приблизительную динамику изменения сигнала, необходимо сделать его «гладким», удалив незначительный шум, входящий в сигнал, и устранив мелкие колебания сигнала. Этот вид обработки называется сглаживанием сигнала. В этот вид обработки может входить операция, которая называется скользящим усреднением, являющаяся элементарной формой КИХ-фильтра. То есть, берем некоторую область до и после рассматриваемой точки и, учитывая численные значения измерений, входящих в эту область, вычисляем среднее значение.

Это определяется соотношением:

$$g_i = \frac{1}{K+1} (f_{i-K} + f_{i-K+1} + \dots + f_i), \quad (1)$$

где  $N$  точек измерений цифрового сигнала  $\{f_1, f_2, \dots, f_N\}$ :  $f_i; i = 1, 2, 3, \dots, N$ .

Для нахождения скользящего среднего в окрестности рассматриваемой точки  $i$  берем среднее арифметическое от  $K$  предыдущих и последующих точек, включая точку  $i$ . Кстати, обратим внимание на то, что на первых и на последних точках  $i$  оси абсцисс невозможно вычислить значение сглаживания. Область, где это возможно сделать, определяется следующим образом:

$$i = 1 + K, 2 + K, \dots, N - K. \quad (2)$$

С использованием знака суммы соотношение (1) записывается в виде:

$$g_i = \frac{1}{K+1} \sum_{j=-K}^0 f_{i+j} \quad (i = 1 + K, 2 + K, \dots, N) \quad (3)$$



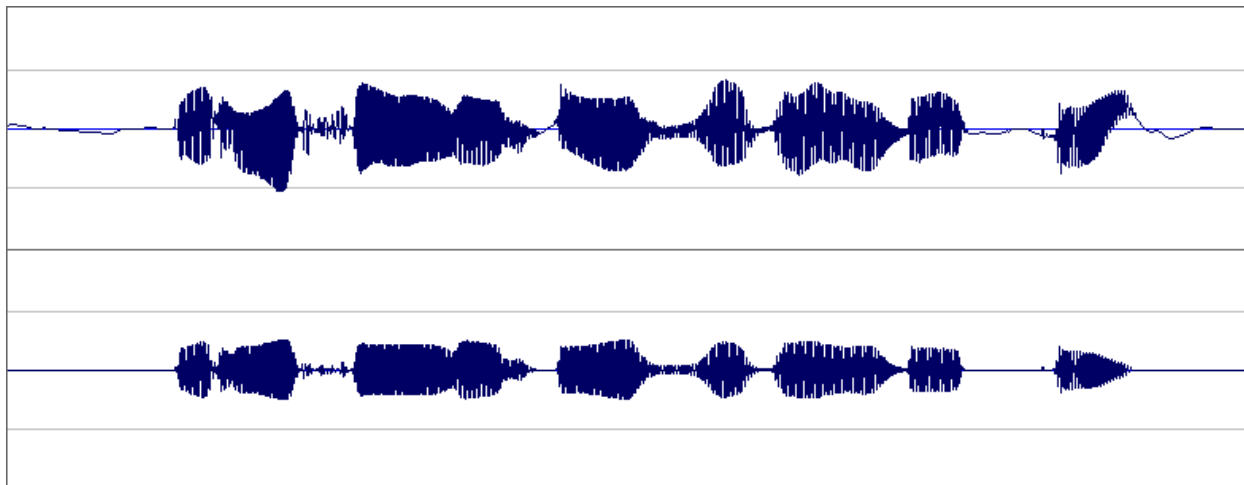
Когда мы производим сглаживание, нужно определить *вес* каждой точки в соответствии с ее значимостью. Это можно записать следующим выражением:

$$g_i = \sum_{j=-K}^K w_i f_{i+j} \quad (i = 1 + K, 2 + K, 3 + K, \dots, N - K) \quad (4)$$

Чтобы не исказить величину усредняемой функции, примем следующее условие:

$$\sum_{j=-K}^K w_i = 1 \quad (5)$$

где  $w_i$  – функция, дающая вес точкам. В качестве весовой функции обычно используется функция распределения Гаусса.[5] На рисунке 2 продемонстрированы результаты обработки исходного сигнала основного тона КИХ-фильтром.



**Рис. 2.** Исходный сигнал основного тона (вверху), тот же сигнал обработанный КИХ-фильтром (внизу)

Надо упомянуть, что применение КИХ-фильтра для сглаживания полученных сигналов было выбрано не случайно. На самом деле существует два основных типа цифровых фильтров: фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ) и фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Если речь идет об обработке речевого сигнала, то эта классификация относится к импульсным характеристикам фильтров. Изменяя веса коэффициентов и число звеньев КИХ-фильтра, можно реализовать практически любую частотную характеристику.[6] КИХ-фильтры обладают рядом полезных свойств:

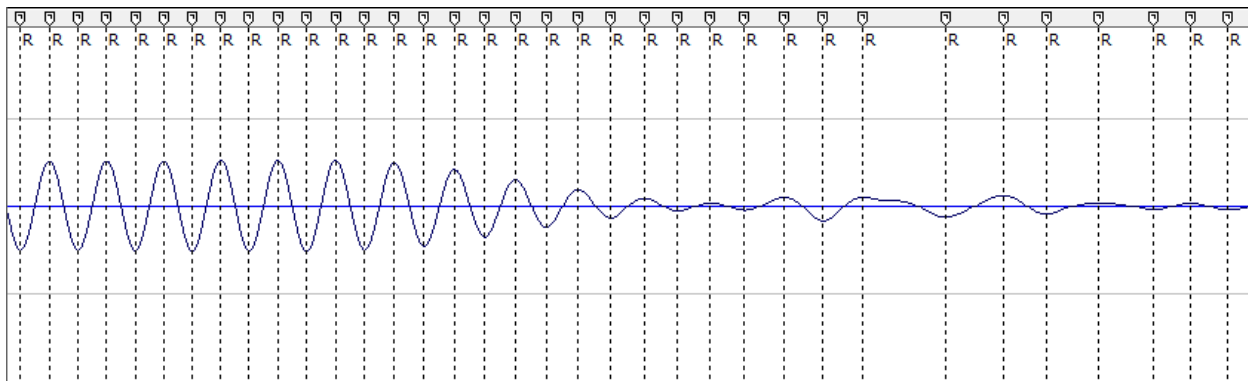
- КИХ-фильтры устойчивы;
- КИХ-фильтры при реализации не требуют наличия обратной связи;
- Фаза КИХ-фильтров может быть сделана линейной.[7]

После того как исходный звуковой сигнал и частота основного тона сглажены, необходимо предварительно обработать речевой сигнал для получения множества спектральных векторов, характеризующих этот сигнал. Для чего это делается? Поскольку речь является нестационарным процессом (т.е. его спектральные характеристики относительно непостоянные), то ее принято анализировать на коротких участках (10 — 30 мс), где спектрально-корреляционные характеристики остаются примерно постоянными. Принципиальное предположение, которое делается в современных программах речевого распознавания, что речевой сигнал рассматривается как стационарный, а размеры сегмента берутся случайно и одной величины. Типичная величина одного сегмента — 25 мс.

Автором статьи, было предложено формировать эти сегменты посредством выделения в сигнале основного тона положительных экстремальных значений и проведения через них границы сегментов. А затем синхронизировать выделенные сегменты по времени с речевым сигналом. Данный прием сможет обеспечить увеличение точности при параметризации речевого сигнала и выбрать оптимальное значение размера сегмента. Нахождение экстремальных значений является простой математической задачей и в данной статье рассматриваться не будет. Сообщим только, что

поиск экстремальных значений осуществлялось простым перебором с помощью сравнительного метода ближайшего соседа по значениям оси ординат.

При помощи описанного выше метода были получены сформированные оптимальные сегменты речевого сигнала со средним значением сегмента по времени в 9 мс, которая зависит от частоты дискретизации сигнала основного тона. Результат можно увидеть на рисунке 3.



**Рис. 3.** Выделенные полусегменты сигнала основного тона по его частоте дискретизации.

**Параметризация речевого сигнала.** В основе большинства методов обработки речи лежит предположение о том, что свойства речевого сигнала с течением времени медленно изменяются. Это предположение приводит к методам кратковременного анализа, в которых сегменты речевого сигнала выделяются и обрабатываются так, как если бы они были короткими участками отдельных звуков с отличающимися свойствами. Процедура повторяется так часто, как это требуется. Результатом обработки на каждом сегменте является число или совокупность чисел.[8] Для классификации речевого сигнала на гласные и согласные могут быть использованы методы обработки во временной области. Под областью здесь подразумевается ранее выделенные сегменты речевого сигнала, синхронизированные с частотой дискретизации основного тона. Для обработки временного сегмента речевого сигнала были использованы кратковременные функции среднего числа переходов через ноль и энергии сигнала. Эти методы являются наиболее важными параметрами для голосовой классификации и очень часто используются в автоматических системах распознавания речи.

**Функция среднего числа переходов через ноль.** При обработке сигналов в дискретном времени считают, что если два последовательных отсчета имеют различные знаки, то произошел переход через ноль. Частота появления нулей в сигнале может служить простейшей характеристикой его спектральных свойств. Рассмотрим способ вычисления этой величины. Определим среднее число переходов через ноль:

$$Z_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} |\text{sgn}[x(m)] - \text{sgn}[x(m-1)]| w(n-m), \quad (6)$$

где

$$\text{sgn}[x(n)] = \begin{cases} 1, & x(n) \geq 0, \\ -1, & x(n) < 0 \end{cases} \quad (7)$$

и

$$w(n) = \begin{cases} \frac{1}{2N}, & 0 \leq n \leq N-1, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (8)$$

Модель речевого образования предполагает, что энергия вокализованных сегментов речевого сигнала концентрируется на частотах ниже 3 кГц, что обусловлено убывающим спектром сигнала возбуждения, тогда, как для невокализованных сегментов большая часть энергии лежит в области высоких частот. Поскольку высокие частоты приводят к большему числу переходов через ноль, а низкие – к малому, то существует жесткая связь между числом нулевых пересечений и распределением энергии по частотам.[8] Надо заметить, что число нулевых пересечений для временных сегментов характеризующих гласные и согласные звуки, также различен. Согласные – это звуки, при произнесении которых воздух встречает на своем пути преграду. Щель и смычка – это два основных способа образования согласных. Вид преграды определяет характер согласного звука.

Наличие шума – также один из отличительных признаков согласных. Поэтому согласные по своей природе относятся к высоким частотам, имеющим большее число переходов через ноль. В то же время гласные звуки, при произношении которых воздух свободно проходит через ротовую полость, не встречая на своем пути преграды, можно отнести к низким частотам с меньшим числом переходов через ноль.[9] На рисунке 4, можем наблюдать, что гласные имеют «сглаженную» и относительно низкую амплитуду на графике, реализующего функцию среднего числа перехода через ноль. А согласные в противоположность гласным имеют «неровную» и относительно высокую амплитуду колебания.

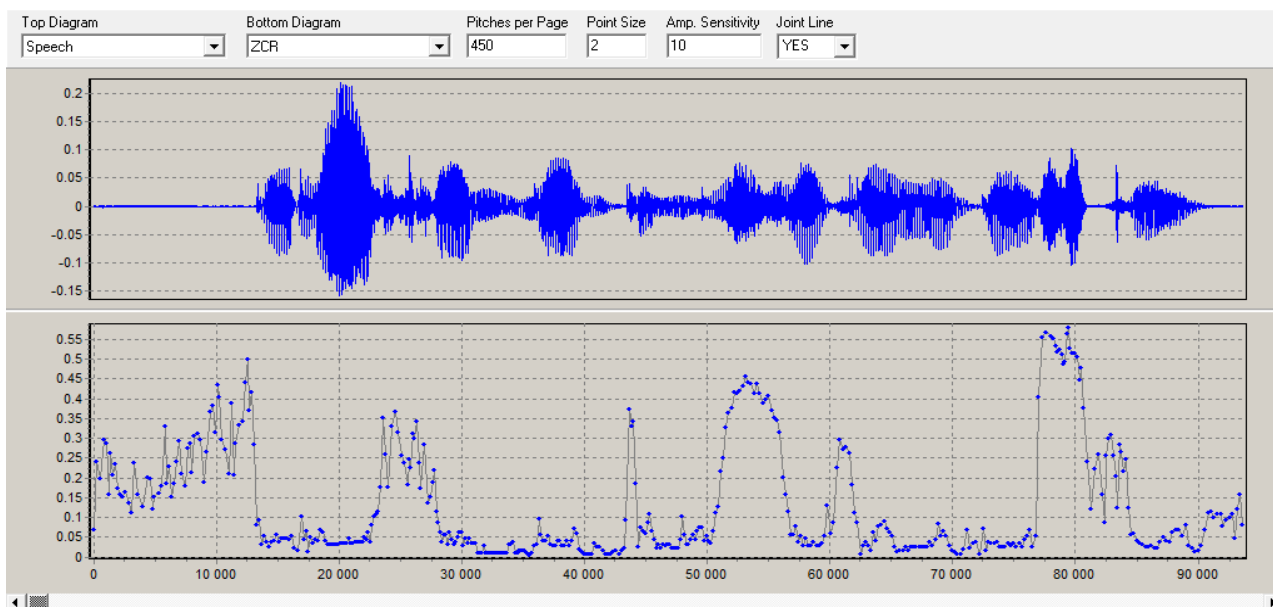


Рис. 4. Параметризованный речевой сигнал с помощью функции среднего числа переходов через ноль

**Кратковременная энергия сигнала.** Как отмечалось выше, амплитуда речевого сигнала существенно изменяется во времени. В частности, амплитуда невокализованных сегментов речевого сигнала значительно меньше амплитуды вокализованных сегментов. Подобные изменения амплитуды хорошо описываются с помощью функции кратковременной энергии сигнала. В общем случае определить функцию энергии можно как

$$E_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [x(m)w(n-m)]^2, \quad (9)$$

Это выражение может быть переписано в виде

$$E_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x^2(m)h(n-m), \quad (10)$$

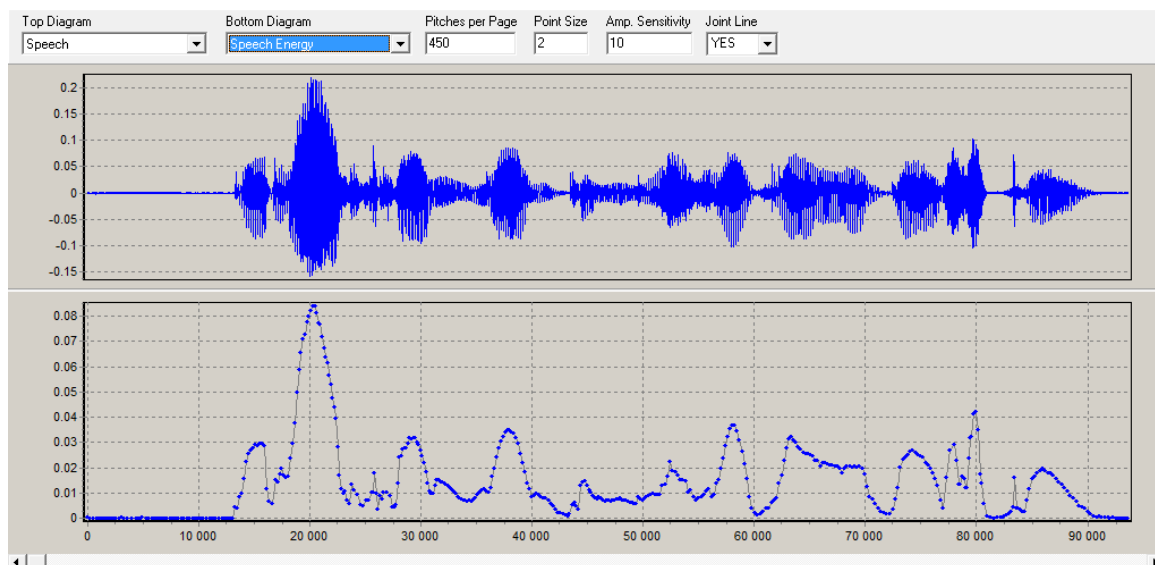
где

$$h(n) = w^2(n). \quad (11)$$

Сигнал  $x^2(n)$  в этом случае фильтруется с помощью линейной системы с импульсной характеристикой  $h(n)$ .

Для описания быстрых изменений амплитуды желательно иметь узкое окно (короткую импульсную характеристику), однако слишком малая ширина окна может привести к недостаточному усреднению и, следовательно, к недостаточному сглаживанию функции энергии.[8] Поэтому размер речевого сегмента для обработки этой функцией был выбран не случайно, а синхронизирован с частотой основного тона. На рисунке 5 изображен результат использования функции

кратковременной энергии сигнала. В противоположность функции среднего числа переходов через ноль, гласные на графике функции энергии сигнала будут иметь высокую амплитуду.



**Рис. 5.** Параметризованный речевой сигнал с помощью функции энергии.

В дальнейшем, на основании результатов параметризации речевого сигнала можно сегментировать исходный речевой сигнал и классифицировать его на гласные и согласные фонемы с помощью применения кластерного анализа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Винцок Т.К., Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов. – Киев: Наук, думка, 1987. – 13–22 с.
- [2] Кодзасов, С. В., Кривнова, О. Ф. Общая фонетика. М., РГГУ: 2001, стр. 106.
- [3] <http://fonetica.philol.msu.ru/nn/n15.htm>
- [4] Ashby, Michael, & John Maidment. Introducing Phonetic Science. Cambridge: CUP, 2005
- [5] Юкио Сато, Обработка сигналов. Первое знакомство. – Додэка, 2002. – 29–32 с.
- [6] Уолт Кестер, Цифровая обработка сигналов, Глава 6. – 6 с.
- [7] Шишков А.Н., Цифровые сигнальные процессоры. – 24 с.
- [8] Рабинер Л.Р., Шафер Р.В., Цифровая обработка сигналов. – М.: Радио и связь, 1981. – 112–121.
- [9] <http://ruskiy-na-5.ru/articles/157>

#### REFERENCE

- [1] Vintsyuk T.K., Speech analysis, recognition and interpretation. – Kiyv: Naukova Dumka, 1987. – p.13–22.
- [2] Kodzasov S.V., O.F. Krivnova O.F. General phonetics. M., RGGU: 2001, p. 106.
- [3] <http://fonetica.philol.msu.ru/nn/n15.htm>
- [4] Ashby, Michael, & John Maidment. Introducing Phonetic Science. Cambridge: CUP, 2005
- [5] Sato Yukio, Signal processing. Getting started. – Dodeka, 2002. – p. 29–32.
- [6] Kester Walt, Digital signal processing, Chapter 6. – p. 6.
- [7] Shipkov A.N., Digital signal processors. – p. 24.
- [8] Rabiner L.R., Shafer R.V., Digital signal processing. – M.: Radio and Communication, 1981. – p. 112–121.
- [9] <http://ruskiy-na-5.ru/articles/157>

Амиргалиев Е.Н., Мусабаев Р.Р., Мусабаев Т.Р.

**Басты сарынның жиілігінде үйлестірілген қысқа мерзімді алгоритм анализі негізіндегі сөйлеу дабылын параметрлеу**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада басты сарынның жиілігімен үйлестірілген алгоритм анализінің көмегімен сөйлеу дабылын параметрлеу сипатталған. Параметрлеу нәтижелерін тұлғаның сандық дауыстық бейнесін қалыптастыру үшін немесе сөзді автоматты айқындау жүйесінде қолдануға болады. Сондай-ақ тоқтаусыз

айтылған сөздерді параметрлеу кезеңдері де сипатталған. Сөзді параметрлеу нөл арқылы ауысатын орташа сан қызметі арқылы және дабыл қуаты қызметінің көмегімен жүзеге асқан.

**Негізгі сөздер:** сөйлеу дабылы, басты сарынның жиілігі, сөзді (сөйлеуді) параметрлеу, дабылды тегістеу, СИС-сүзгі.

Амиргалиев Е.Н., Мусабаев Р.Р., Мусабаев Т.Р.

**Параметризация речевого сигнала на основе кратковременных алгоритмов анализа синхронизированных с частотой основного тона**

**Резюме.** В статье описана параметризация речевого сигнала с помощью алгоритмов анализа синхронизированных с частотой основного тона. Результаты параметризации могут быть использованы для формирования цифрового голосового образа личности или применены в системе автоматического распознавания речи. Описаны этапы для достижения параметризации слитной речи. Параметризация речи осуществлена на основе функции среднего числа переходов через ноль, а также функции энергии сигнала.

**Ключевые слова:** речевой сигнал, частота основного тона, параметризация речи, сглаживание сигнала, КИХ-фильтр.

Amirgaliyev Ye.N., Mussabayev R.R., Mussabayev T.R.

**Speech parametrization based on short-term analysis algorithms synchronized with voice pitch frequency**

**Summary.** This article deals with speech parametrization using analysis algorithms synchronized with voice pitch frequency. The results of parametrization may be used to form a personal digital voice image, or be used in automatic speech recognition system. Stages of achievement of parametrization of continuous speech are described. Speech parametrization is performed based on the function of average number of zero crossings, and signal energy function.

**Key words:** speech; voice pitch frequency; speech parametrization; signal smoothing; FIR filter.

УДК 004.4

<sup>2</sup>Т.З. Ловазов, <sup>1</sup>С.К. Джолдасбаев, <sup>1</sup>С.А. Мустафин

(<sup>1</sup>Институт информационных и вычислительных технологий МОН РК,

<sup>2</sup>Международный университет информационных технологий,

Алматы, Республика Казахстан,

email:lovazov.tahir@gmail.com)

## **О РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена задача, исследование которой направлено на решение задачи по увеличению дальности приема сигналов. Предложено для управления роботизированными системами использовать технологию беспроводной передачи данных, и технологию «облачного» вычисления, при которой все задачи по управлению мобильным роботом выполняются непосредственно на сервере. Такая технология обеспечивает сохранность данных и доступность, в любом месте и в любое время.

**Ключевые слова:** Мобильный робот, облако, Windows Azure, многозвенная архитектура.

По целям использования большинство роботов являются неподвижными, или стационарными, и место их установки определяется заранее. Благодаря снижению цен и повышению надежности электронных компонентов сегодня стало возможно разрабатывать мобильные роботы, что расширило области их применения. Свобода передвижения обеспечивает мобильному роботу возможность независимого взаимодействия [2].

Подвижный робот представляет собой, прежде всего, мобильную базу, и в этом качестве он может быть использован как транспортное средство. Если снабдить такого робота манипулятором или камерой, то область его применения значительно расширится.

Мобильные роботы могут быть *неавтономными* – передвигаться в пределах максимальной длины кабеля питания или сигнального кабеля, или *автономными* – со встроенным питанием и управлением [2].

**Актуальность.** С каждым днем разработчики большое внимание уделяют мобильным роботам, которые помогают справляться с разного рода трудоемкими задачами.

## • Технические науки

Основная проблема заключается в том, что для управления роботами используется ресурсоемкое оборудование, которое накладывает ограничения в развертывании и управлении. В частности, ограничивается дальность приема сигнала. В данном проекте, для управления робототехническими системами используется технология беспроводной передачи данных.

**Основная задача.** Разработать единую информационную систему, работающую на всех программных платформах, для управления мобильными роботами.

**Проблемы и их решения.** Для решения проблемы управления системами, в качестве вспомогательного элемента, будет использована технология «Облачного» вычисления, где все ресурсоемкие задачи будут выполняться на сервере. Также в процессе работы будут создано универсальное ПО, которое будет доступно на всех мобильных платформах (смартфоны, планшеты, ноутбуки), что позволит перейти от больших систем управления к более компактным. В свою очередь, это снизит расходы на приобретение оборудования и сделает управление робототехническими системами более мобильным.

**Схема реализации.** Управление роботизированной системой осуществляется в два этапа, каждый из которых имеет существенное значение.

На первом этапе (1) критичным является скорость передачи данных на роботизированную систему. В этом случае можно снизить скорость обмена данными посредством применения простой архитектуры. Этот метод дает большую скорость по сравнению со вторым методом основанном на многозвенной архитектуре с выделенным облачным сервером. [7] Следует заметить, что в первом этапе расстояние управление роботом будет осуществляться в пределах менее 1-го километра по беспроводному радио каналу. Этот способ предлагает меньше затрат на развитие технической и сетевой инфраструктуры, большей скоростью передачи, применение типичных и повседневных технологий радиопередачи, например, используя точку доступа Wi-Fi. Однако этот метод имеет и существенные недостатки. Во-первых, сравнительно маленький диапазон управления роботизированной системой, во-вторых, нет дополнительных управляющих серверов, а значит нет защиты от сбоев базового сервера, в-третьих, практически полное отсутствие возможности масштабирования управляющего сервера.

На втором этапе (2) после процесса передачи роботизированной системой вызова о достижении границы действия беспроводной сети сервера, процесс передачи контроля над роботизированной системой будет передан облачному серверу с выделенным интернет каналом, посредством сотового канала связи [7].

В качестве аппаратной платформы был выбран физически выделенный сервер, с выделенным каналом для прямого доступа в интернет. В качестве сервера приложений может выступать не только сугубо физически выделенный сервер, но также и облачные сервисы, например, Windows Azure. Windows Azure позволяет сконцентрироваться фактически только на разработке и отладке нужных приложений, не заботясь об администрировании платформы на котором находится бизнес-логика. [4]

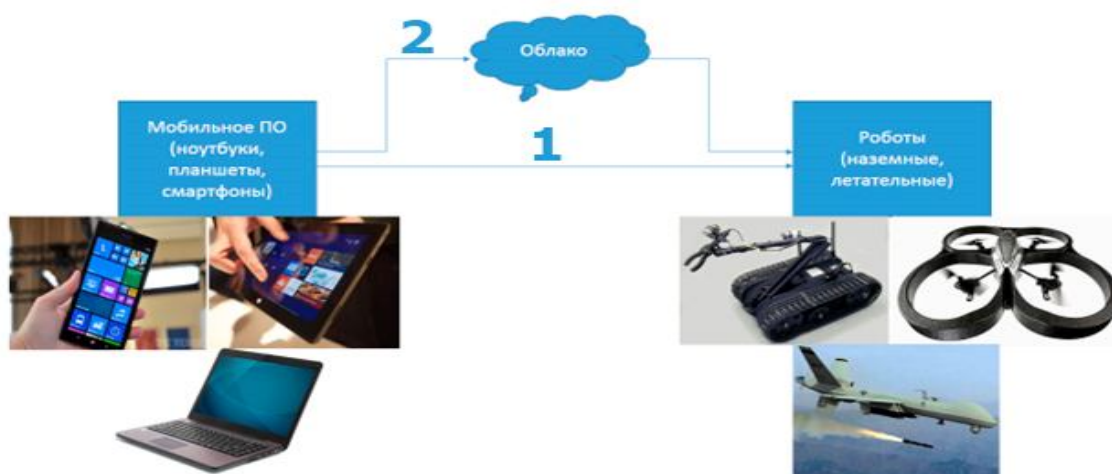


Рис. 1. Схема реализации управления

Windows Azure — это открытая и гибкая облачная платформа, позволяющая быстро создавать, развертывать и управлять приложениями в глобальной сети центров обработки данных под управлением Майкрософт. Приложения можно разрабатывать с помощью любого языка, инструмента или платформы. Кроме того, приложения в общедоступном облаке можно интегрировать с имеющейся ИТ-средой. Из этого определения следует, что Windows Azure является облачной платформой и позволяет работать с приложениями, службами и задачами в облаке. На рисунке 2 изображена инфраструктурная схема облачной платформы Windows Azure.

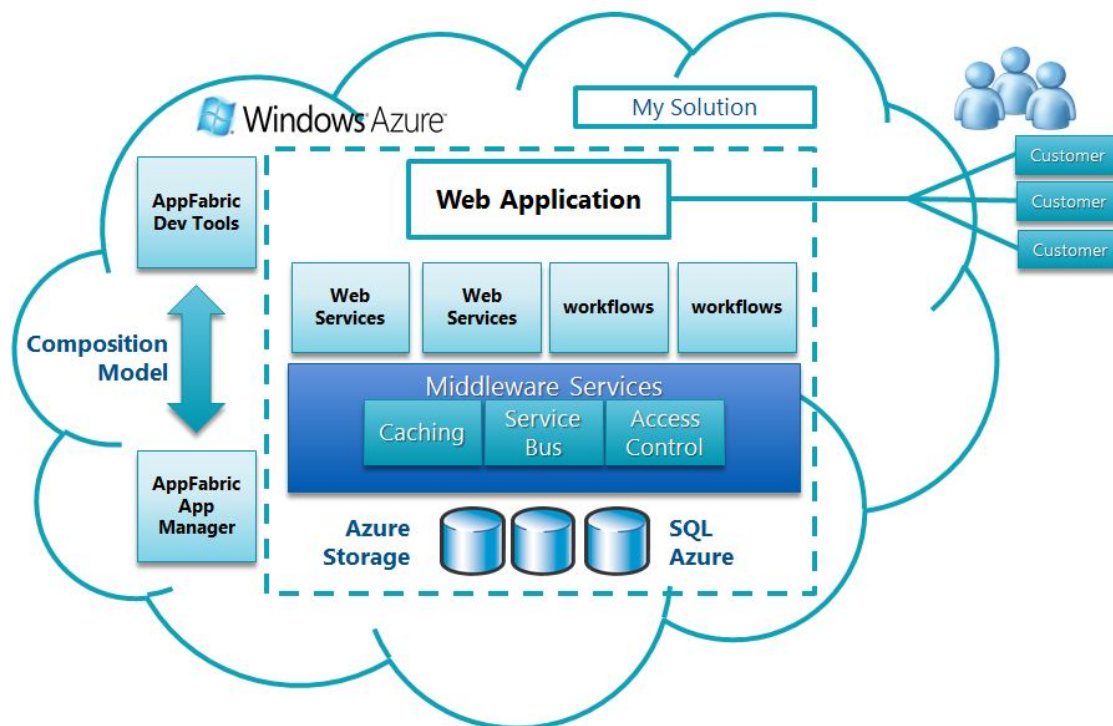


Рис. 2. Инфраструктурная схема облачной платформы Windows Azure.

Windows Azure имеет ряд особенностей:

–Открытость. Windows Azure предоставляет ряд облачных служб, с помощью которых можно создавать и развертывать облачные приложения средствами практически любого языка программирования, структуры или инструмента.

–Гибкость. Windows Azure включает в себя множество облачных служб для любых задач — от хостинга веб-сайта компании до работы с большими базами данных SQL в облаке. Кроме того, в этой платформе есть функции, которые обеспечивают высокую производительность и низкую задержку в сети для облачных приложений.

–Повышенный комфорт для пользователей, географически удаленных от источника данных.

–Более высокая производительность приложений, которым для работы необходимо загружать много данных с различных источников

–Более высокая устойчивость в случае резкого роста объемов трафика, например при выходе нового продукта.

Вычислительные службы Windows Azure предоставляют компьютерные ресурсы, на которых работают облачные приложения. Актуальная версия Windows Azure поддерживает четыре вычислительные службы.

–Виртуальные машины. Предоставляет универсальную вычислительную среду, в которой можно создавать, развертывать и управлять виртуальными машинами в облаке Windows Azure.

–Веб-сайты. Предоставляет управляемую облачную веб-среду, в которой можно как создавать новые веб-сайты, так и переносить в нее существующие.

–Облачные службы. Позволяет создавать и развертывать почти неограниченно масштабируемые приложения высокой доступности практически на любом языке программирования и с минимальными расходами на администрирование.

–Мобильные службы. Является готовым к использованию решением для создания и развертывания приложений, а также для хранения данных для мобильных устройств. [4]

**Практическое применение.** Разрабатываемая система имеет большую область применения и может быть применена для роботизированных систем, используемые в медицине, при оказании социальных услуг, в спасательных операциях, в военных целях и т.д.

Робототехника находится в постоянном развитии, поэтому внедрение управления через облачные вычисления представляется перспективным направлением развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Макаров И. М., Топчеев Ю. И. Робототехника: История и перспективы. — М.: Наука; Изд-во МАИ, 2003. — 349 с. — (Информатика: неограниченные возможности и возможные ограничения).
- [2] Жимарши Ф. Сборка и программирование мобильных роботов в домашних условиях/ НТ Пресс, 2007. — 288 с. : ил.
- [3] Юревич Е. И. Основы робототехники. – 2-е издание, – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 416 с.
- [4] Знакомство с Windows Azure. Для ИТ-специалистов/ Таллоч М.; М.: ЭКОМ Паблишерз, 2014. — 154 с.: ил.
- [5] Daniel Vaughan / Windows Phone 8 Unleashed, Pearson Education, 2013.
- [6] Разработка приложений для Windows 8 на языке C# / С. В. Пугачев, А. М. Шериев, К. А. Кичинский. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 416 с.: ил. — (Профессиональное программирование)
- [7] Стив Резник, Ричард Крейн, Крис Боуэн. Основы Windows Communication Foundation для .NET Framework 3.5: - М.: ДМК Пресс, 2008, - 408 с.: ил.

#### REFERENCE

- [1] Makarov I.M., Topcheyev Yu.I. Robotics: History and prospects. — M.: Science; MAI Publishing Office, 2003. — p. 349. — (Informatics: unlimited opportunities and possible limits).
- [2] Zhimarshi F. Assembling and programming mobile robots at home/ NT Press, 2007. –p. 288: il.
- [3] Yurevich Ye.I. Principles of robotics – 2nd edition, – S. Petersburg: BHV-Peterburg, 2005. – p. 416.
- [4] Getting to know Windows Azure. For IT Specialists/ Talloch M.; M.: ECOM Publishers, 2014. — p. 154: il.
- [5] Daniel Vaughan / Windows Phone 8 Unleashed, Pearson Education, 2013.
- [6] Development of C# applications for Windows 8 / Pugachov S.V., Sheriyev A.M., Kichinskiy K.A. — S. Petersburg: BHV-Peterburg, 2013. — p. 416: il. — (Professional programming)
- [7] Resnick Steve, Crane Richard, Bowen Chris. Essential Windows Communication Foundation for .NET Framework 3.5: - M.: DMK Press, 2008, - p. 408: il.

Ловазов Т.З., Жолдасбаев С.К., Мұстафин С.А.

#### **Мобильді роботты басқару үшін қосымша дайындау туралы**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада дабыл қабылдау қашықтығын ұзартуға қатысты міндеттерді шешуді зерттеуге бағытталған тапсырмалар қарастырылған. Роботтандырылған жүйелерді басқару үшін мәліметтерді сымсыз тарату және «бұлтты» есептеу технологияларын пайдалану ұсынылды, мұндайда мобильді роботты басқарудың барлық тапсырмалары тікелей серверде орындалатын болады. Бұл технология мәліметтердің толық сақталуын және кез келген уақытта, кез келген жерде қол жетімді болуын қамтамасыз етеді.

**Негізгі сөздер:** Мобильді робот, бұлт, WindowsAzure, көп бөлімді архитектура.

Ловазов Т.З., Джолдасбаев С.К., Мустафин С.А.

#### **О разработке приложения для управления мобильным роботом**

**Резюме.** В данной статье рассмотрена задача, исследование которой направлено на решение задачи по увеличению дальности приема сигналов. Предложено для управления роботизированными системами использовать технологию беспроводной передачи данных, и технологию «облачного» вычисления, при которой все задачи по управлению мобильным роботом выполняются непосредственно на сервере. Такая технология обеспечивает сохранность данных и доступность, в любом месте и в любое время.

**Ключевые слова:** Мобильный робот, облако, Windows Azure, многозвенная архитектура.



Lovazov T.Z., Joldasbayev S.K., Mustafin S. A.

**On the development of applications for mobile robot control**

**Summary.** This article deals with the research of extension of signal range. It is proposed to use wireless data transfer and cloud computing to control robot systems, and that said, all the control over a mobile robot is performed immediately on the server. Such technology ensures data safety, and anytime and anywhere access.

**Key words:** Mobile robot; cloud; Windows Azure; multi-tier architecture.

ӘОЖ 515.2

**Ж.М. Есмұхан, Қ.Ә. Құспеков**

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы, [kuspekov\\_k@mail.ru](mailto:kuspekov_k@mail.ru))

**КОМПЛАНАНАР НҮКТЕЛЕРДІ ЖАЛҒАСТЫРАТЫН МИНИМАЛ СЫЗЫҚТЫ САЛУ**

**Аңдатпа.** Компланар нүктелерді жалғастыратын минимал сызықтардың конфигурациялары зерттелген. Қолданбалы геометрияда минимал сызық қысқа сызыққа қарағанда жиірек қолданылатыны ескеріліп, оны салу алгоритмі тұжырымдалған

**Түйін сөздер:** компланар нүктелер, «сыбағалы салмақ», қысқа сызық, минимал сызық, скалярлық өріс, деңгейлік сызық.

Айталық, үш қаланы жылумен және электр энергиясымен қамтамасыз ететін жылу электр орталығын тұрғызу керек болсын. Сол орталықтан қалаларға дейін электр жүйелері мен құбырлар жүргізу керек. Сонда құбырлар мен электр жүйелерін тұрғызуға және пайдалануға жұмсалатын қаржы мүмкіншілігінше аз болатындай етіп, орталықты қай жерге тұрғызу керек? Енді осы айтылғандардың геометриялық моделін құралық. Қалаларды  $M_1, M_2, M_3$ , және орталықты  $N$  әріпімен белгілесек, онда  $N$  нүктесін  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелерімен жалғастыратын сызық шығады. Құбырлар мен электр жүйелерін тұрғызуға және пайдалануға кететін қаржы олардың ұзындықтарына тәуелді екені түсінікті. Бұдан мынадай геометриялық есеп пайда болады: бір түзудің бойында жатпайтын үш нүктені жалғастыратын ең қысқа сызықты табу керек. Бұл есепті Э. Торричелли, П. Ферма, Я.Штейнер және басқалар зерттеп, оны шешудің түрлі тәсілдерін тапқан [1,2]. Ең басты нәтиже:  $N$  нүктесінен басталып  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелері арқылы өтетін сәулелердің арасындағы бұрыштар өзара тең болады екен. Компланар  $M_1, M_2, \dots, M_m$  нүктелерін жалғастыратын қысқа сызықты салу туралы есепті Я. Штейнердің проблемасы деп атап кеткен. Штейнер проблемасының қолданбалы алгоритмдерін тауып ұсынғанбыз [3,4].

Бірақ егер қарастырылып отырған қалалар үлкенді-кішілі болса (мысалы: біреуінде 10 млн. екіншісінде 6 млн. және үшіншісінде 5 млн. халық тұрса), онда оларды жалғастыратын қысқа сызық тиімді болмай қалады. Орталықты үлкен қалаға жақынырақ орналастырып салу керек. Осы айтылғанды ескеру үшін  $M_i$  нүктесінен шығатын сызықтың «сыбағалы салмағы»  $p_i$  белгілі екен делік.

**Есеп.** Сыбағалы салмақтары  $p_i$  болатын, компланалар орналасқан  $M_i (i=1,2, \dots, m)$  нүктелерін жалғастыратын және мына 
$$\sum_{i=1}^{i=m_1} p_i l_i$$
 қосындының минимуміне сәйкес болатын сызықты салу керек. Бұл сызықты қысқа сызықтан ажырату үшін оны минимал сызық деп аталық.

Есептің шешімі түзу кесінділерінен тұратын тұйықталмаған сызық, ал  $l_i$  бір ұшы  $M_i$  нүктесі болатын кесіндінің ұзындығы. Жалғастыру сызығының «ұзындығын» қысқартуға мүмкіндік беретін қосымша нүктелерді  $N_i (i=1,2, \dots, n)$  енгізуге болады. Қарастырылып отырған есептің Штейнер проблемасының жалпыланған түрі екеніне көз жеткізу қиын емес. Жалғастыру сызығының ұзындығын (салмағын) азайтуға мүмкіндік беретін нүктелердің саны  $n \leq m-2$  болатыны Я. Штейнер проблемасынан белгілі.

Алдымен үш нүктені жалғастыратын минимал сызықты салуды қарастыралық. Сыбағалы салмақтары сәйкесінше  $p_1, p_2$  және  $p_3$  болатын  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелері беріліп

$$f = p_1 l_1 + p_2 l_2 + p_3 l_3, \quad (l_i = |M_i N|) \quad (1)$$

қосындысының минимумына сәйкес  $N$  нүктесін тауып, минимал сызықты салу керек. Сыбағалы салмақтарды кесінділер түрінде бейнелеуге болады.

**Теорема.** Изделінді  $N$  нүктесі  $M_1 M_2 M_3$  үшбұрышының ішінде жатса, онда сыбағалы салмақтарды анықтайтын кесінділер  $p_1, p_2$  және  $p_3$  үшбұрыштың қабырғалары болады.

**Дәлелдеу.** Бізге  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелері берілген, ал  $N$  нүктесі  $M_1 M_2 M_3$  үшбұрышының ішінде орналасқан деп жорылық (1 а - сурет).  $N$  нүктесін  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелерімен қосатын кесінділер арасындағы бұрыштарды сәйкесінше  $\alpha, \beta$  және  $\gamma$  деп белгілеп. Теореманы дәлелдеу үшін өрістер теориясына жүгінелік. Берілген үш нүкте анықтайтын жазықтықтың әрбір нүктесіне (1) қосындысының белгілі бір мәні сәйкес келеді, яғни олардың төңірегінде кернеулігі  $f$  болатын скалярлық өріс пайда болады. Ал  $f$  функциясының әрбір қосылғышын екі вектордың скалярлық көбейтіндісі ретінде көрсетуге болады. Ол үшін  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелерінен  $N$  нүктесіне дейінгі арақашықтықты  $N$  нүктесінен басталып, аталған нүктелерде аяқталатын векторлар деп қарастырамыз. Сондай ақ, шартты түрде «сыбағалы салмақ» векторларын енгіземіз. Оларды сыбағалы салмақтар мен бірлік векторларының көбейтіндісі деп қарастырып, сәйкесінше арақашықтық векторларымен бағыттас деп есептеуге болады (1а - сурет). Сонда (1) теңдігін былай жазуға болады:

$$f = \vec{p}_1 \cdot \vec{l}_1 + \vec{p}_2 \cdot \vec{l}_2 + \vec{p}_3 \cdot \vec{l}_3. \quad (2)$$

Енді  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелері анықтайтын жазықтықта жататын қандайда – бір  $O$  нүктесін алып  $\vec{l}_{01}, \vec{l}_{02}, \vec{l}_{03}$  және  $\vec{l}_{00}$  векторларын енгізсек, төмендегі теңдіктер шығады:

$$\vec{l}_1 = \vec{l}_{01} - \vec{l}_{00}; \quad \vec{l}_2 = \vec{l}_{02} - \vec{l}_{00}; \quad \vec{l}_3 = \vec{l}_{03} - \vec{l}_{00}.$$

Оларды (2) теңдігіне апарып қоялық. Сонда

$$f = \vec{p}_1 \cdot \vec{l}_{01} + \vec{p}_2 \cdot \vec{l}_{02} + \vec{p}_3 \cdot \vec{l}_{03} - \vec{l}_{00} (\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3). \quad (3)$$

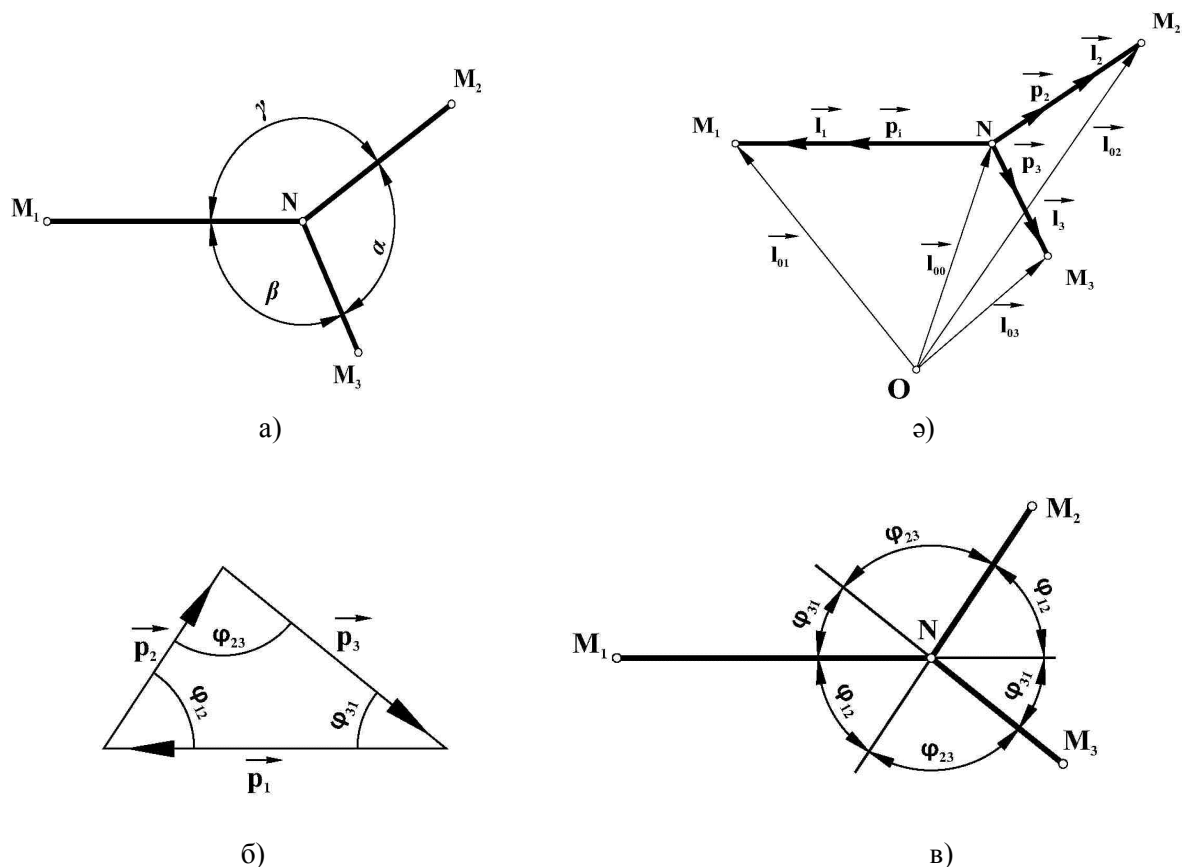
Сыбағалы салмақ векторы  $\vec{p}_i$  оған сәйкес арақашықтық векторымен бағыттас, ал оның модулі  $N$  нүктесінің орнына тәуелді емес, яғни тұрақты шама. Сондықтан қарастырылып отырған скалярлық өріс кернеулігінің градиентін анықтауға болады:

$$\text{grad} f = \frac{df}{dl} = -(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3). \quad (4)$$

Скалярлық өріс кернеулігінің  $f$  функциясының минимумына сәйкес экстремумы  $N$  нүктесі үшін  $\text{grad} f = 0$  болғанда ғана табылады. Сондықтан

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 = 0. \quad (5)$$

Олай болса сыбағалы салмақтарды анықтайтын кесінділер (векторлар) үшбұрыш құрайды (1б - сурет). Теорема дәлелденді.



1-сурет. Үш нүктені жалғастыратын минимал сызықтардың модельдері

Сыбағалы салмақтар үшбұрышының төбелеріндегі бұрыштарды косинустар теоремасын пайдаланып анықтауға болады.

$$\varphi_{12} = \arcsin \frac{\sqrt{4p_1^2 p_2^2 - (p_1^2 + p_2^2 - p_3^2)^2}}{2p_1 p_2};$$

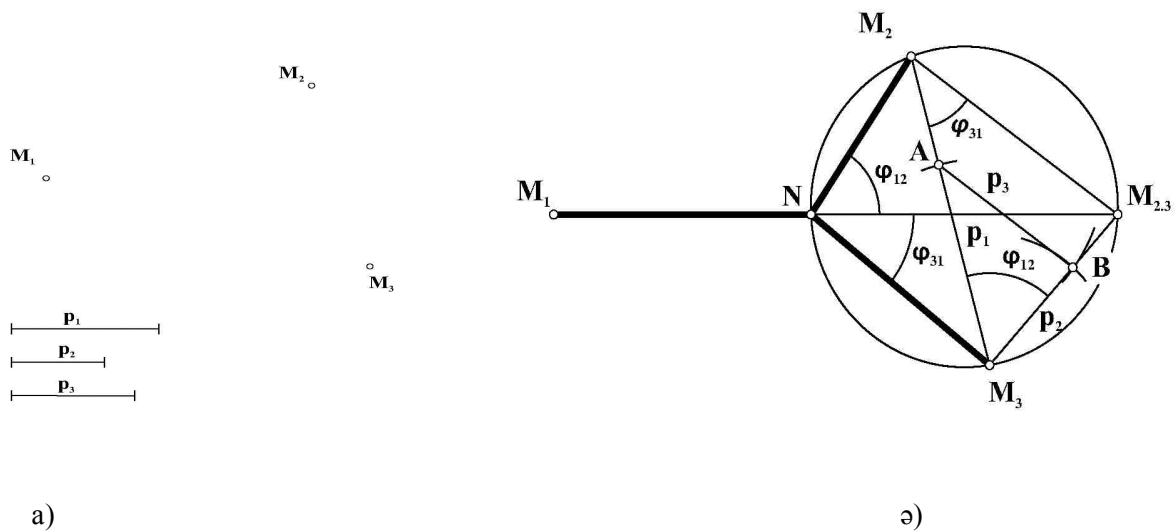
$$\varphi_{23} = \arcsin \frac{\sqrt{4p_2^2 p_3^2 - (p_2^2 + p_3^2 - p_1^2)^2}}{2p_2 p_3};$$

$$\varphi_{31} = \arcsin \frac{\sqrt{4p_1^2 p_3^2 - (p_1^2 + p_3^2 - p_2^2)^2}}{2p_1 p_3}.$$
(6)

1в-суретті пайдаланып  $N$  нүктесінің  $f$  қосындысының минимуміне сәйкес орнын анықтауға, яғни берілген  $M_1$ ,  $M_2$  және  $M_3$  нүктелерін жалғастыратын минимал сызықты салуға мүмкіндік беретін бұрыштар анықталады:

$$\alpha = \varphi_{12} + \varphi_{31}; \quad \beta = \varphi_{12} + \varphi_{23}; \quad \gamma = \varphi_{31} + \varphi_{23} \quad (7)$$

Сыбағалы салмақтары  $p_1$ ,  $p_2$  және  $p_3$  болатын, берілген  $M_1$ ,  $M_2$  және  $M_3$  нүктелерін жалғастыратын минимал сызықты салып көрсетелік (2а - сурет). Ол үшін  $M_2M_3$  түзуіне  $M_3$  нүктесінен бастап  $p_1$  кесіндісіне тең кесінді салып  $A$  нүктесін анықтаймыз (2ә-сурет). Центрі  $M_3$  нүктесі болатын және радиусы  $p_2$  - ге тең шеңбер, центрі  $A$  нүктесі болатын және радиусы  $p_3$ -ке тең екінші шеңбер жүргізсек, онда бұл екі шеңбер  $B$  нүктесінде қиылысады.



2-сурет. Үш нүктені жалғастыратын минимал сызықты салу

Сонда сыбағалы салмақтар үшбұрышы  $ABM_3$  шығады. Оған ұқсас  $M_2M_{2,3}M_3$  үшбұрышын тұрғызу оңай.  $M_2$  нүктесі арқылы  $AB$  түзуіне параллель түзу жүргізіп, оның  $M_3B$  түзуімен қиылысу нүктесі  $M_{2,3}$  анықталады. Табылған  $M_{2,3}$  нүктесін  $M_2$  және  $M_3$  нүктелеріне эквивалент нүкте деп аталық. Сонда  $M_2M_3M_{2,3}$  үшбұрышына сырттай сызылған шеңбер  $M_1 M_{2,3}$  түзуімен ізделінді  $N$  нүктесінде қиылысады.  $N$  нүктесін  $M_2$  және  $M_3$  нүктелерімен қосатын кесінділер жүргізіп, минимал сызықты шығарып аламыз. Есептің дұрыс шешілгеніне көз жеткізу үшін 2ә-суреттегі  $M_2\tilde{M}_3M_{2,3}$  және  $M_2\tilde{N}M_{2,3}$  бұрыштарының, сондай-ақ  $M_3\tilde{M}_2M_{2,3}$  және  $M_3\tilde{N}M_{2,3}$  бұрыштарының өзара тең екеніне көңіл аударалық. Өйткені олар шеңбердің сәйкес доғаларымен өлшенеді. Осыдан  $M_2\tilde{N}M_3$  бұрышы  $\alpha$  бұрышына тең екені анықталады (7). 1в-суреттен  $M_1\tilde{N}M_2$  бұрышының  $\gamma$ -ға, ал  $M_1\tilde{N}M_3$  бұрышы  $\beta$ -ға тең екенін көреміз.

Шеңберге іштей сызылған төртбұрыш диагоналдарының көбейтіндісі қарама-қарсы қабырғалардың көбейтінділерінің қосындысына тең болатыны белгілі.  $M_2NM_3M_{2,3}$  төртбұрышы үшін

$$|NM_{2,3}| \cdot |M_2M_3| = |M_2N| \cdot |M_3M_{2,3}| + |M_3N| \cdot |M_2M_{2,3}|;$$

$$|NM_{2,3}| = |M_2N| \cdot \frac{|M_3M_{2,3}|}{|M_2M_3|} + |M_3N| \cdot \frac{|M_2M_{2,3}|}{|M_2M_3|}.$$

$M_2M_{2,3}M_3$  және  $ABM_3$  үшбұрыштарының ұқсастығынан

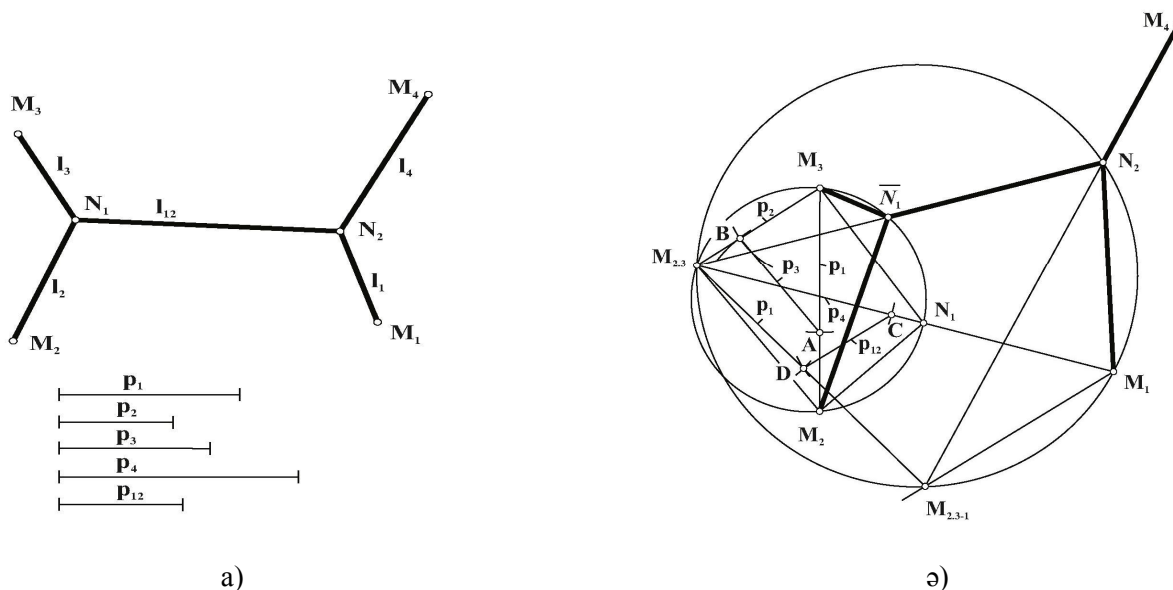
$$\frac{|M_3M_{2,3}|}{|M_2M_3|} = \frac{p_2}{p_1}, \quad \frac{|M_2M_{2,3}|}{|M_2M_3|} = \frac{p_3}{p_1}, \quad p_1 \cdot |NM_{2,3}| = p_2 \cdot |M_2N| + p_3 \cdot |M_3N|.$$

Ал  $f$  қосындысының минимал мәні

$$f_{min} = p_1 \cdot l_1 + p_2 \cdot l_2 + p_3 \cdot l_3 = p_1 \cdot |M_1M_{2,3}|. \quad (8)$$

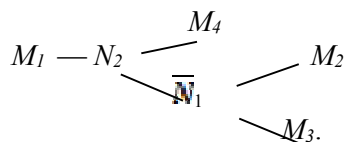
Соңғы (8) теңдігінен минимал сызықтың сыбағалы салмақ  $p_1$ -ге пропорционал екенін көреміз. Жоғарыда орындалған тұрғызуларды басқа нүктелер үшін қайталап, оның  $p_2$ -ге немесе  $p_3$ -ке пропорционал болатынында көрсетуге болады.

Бір жазықтықта жатқан төрт нүктені жалғастыратын минимал сызықты салуға көшелік.  $M_1, M_2, M_3$  және  $M_4$  нүктелері және оларды жалғастыратын қысқа сызық белгілі болсын (3а - сурет). Егер қысқа сызық белгісіз болса, онда оны салып алуға болады.



3-сурет. Бір жазықтықта жатқан төрт нүктені минимал сызықпен жалғау

Қысқа сызықтан  $f = p_1 \cdot l_1 + p_2 \cdot l_2 + p_3 l_3 + p_4 l_4 + p_{12} l_{12}$  функциясының ең кіші мәніне сәйкес минимал сызыққа көшу керек. Алдымен  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелерін жалғастыратын минимал сызықты (алдыңғы суреттегідей) салып аламыз (3ә-сурет). Содан соң  $M_1, M_2, M_3$  және  $M_4$  нүктелерін жалғастыратын минимал сызық салынады. Ол үшін  $M_1, M_2, M_3$  түзуіне  $M_{2,3}$  нүктесінен басталатын  $p_{2,3}$  –ке тең кесінді салсақ  $C$  нүктесі шығады. Центрі  $C$  нүктесі, радиусы  $p_{12}$  болатын шеңбер центрі  $M_{2,3}$  нүктесі, радиусы  $p_1$  болатын шеңбермен  $D$  нүктесінде қиылысады.  $M_1$  нүктесі арқылы өтетін,  $CD$  түзуіне параллель түзу  $M_{2,3}D$  түзуімен  $M_{2,3-1}$  нүктесінде қиылысады.  $M_{2,3-1}$  нүктесі  $M_1, M_2$  және  $M_3$  нүктелеріне эквивалент нүкте екеніне көңіл аударуға кетелік.  $M_4 M_{2,3-1}$  түзуі  $M_1 M_{2,3} M_{2,3-1}$  үшбұрышына сырттай сызылған шеңбермен  $N_2$  нүктесінде қиылысады.  $N_2$  нүктесін  $M_{2,3}$  нүктесімен қосатын түзу  $M_2 M_3 M_{2,3}$  үшбұрышына сырттай сызылған шеңбермен  $\bar{N}_1$  нүктесінде қиылысады.  $\bar{N}_1$  нүктесін  $M_2$  және  $M_3$  нүктелерімен қоссақ (3ә - сурет) берілген төрт нүктені жалғастыратын минимал сызық шығады:



Оның минимал шамасы  $M_4$  нүктесінің сыбағалы салмағы мен  $M_4 M_{2,3-1}$  кесіндісі ұзындығының көбейтіндісіне тең:  $f_{min} = P_4 \cdot |M_4 M_{2,3-1}|$ .

Егер  $m$  компланар нүктелер және сыбағалы салмақтар берілсе, онда алдымен екі нүктені, одан соң үш нүктені, одан кейін төрт нүктені, ... , соңында  $m$  нүктені жалғастыратын минимал сызықтар салынады. Сонда  $m-1$  амал орындалады екен. Берілген  $m$  компланар нүктелерді жалғастыратын минимал сызықты салу алгоритмін тұжырымдалық:

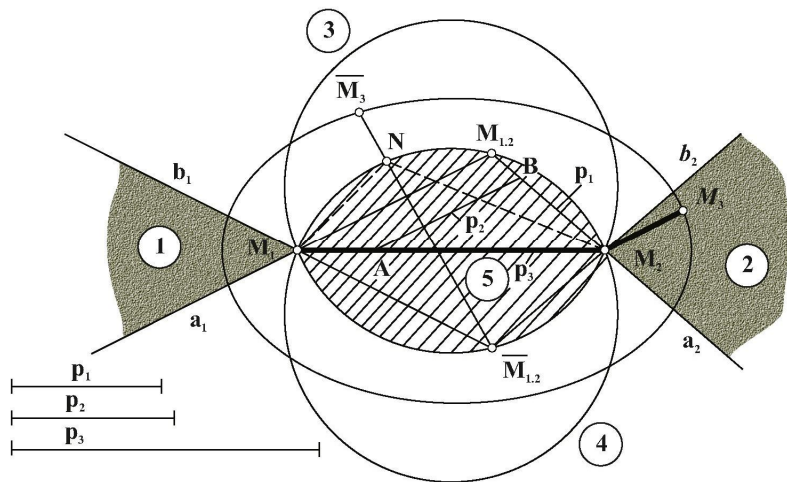
— Бірінші амалда арақашықтықтарының сәйкес сыбағалы салмаққа көбейтіндісі басқа нүктелер жұбына қарағанда аз болатын екі нүкте  $M_i$  және  $M_j$  анықталып, оларды жалғастыратын минимал сызық (яғни  $M_i M_j$  кесіндісі) жүргізіледі;

— Әрбір келесі амалда  $x$  нүктені жалғастыратын минимал сызықтан  $x-1$  нүктені жалғастыратын минимал сызыққа көшу керек. Ол үшін келесі  $(x+1)$ -ші нүкте анықталады және  $x+1$  нүктені жалғастыратын жаңа минимал сызық тұрғызылады. Жаңа минимал сызықты салу кезінде  $x$  нүктелер үшін тұрғызылған минимал сызықтың конфигурациясы өзгеруі мүмкін;

— Келесі амалда одан бұрын салынған,  $x$  нүктені жалғастыратын минимал сызықта жоқ екі нүктені жалғастыруға тура келуі мүмкін. Сүйтіп тағы бір минимал сызық пайда болады. Минимал

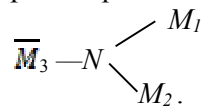
сызықтарды біріктіру кезінде жаңа минимал сызықтың салмағы мүмкіншілігінше аз шамаға арту принципі пайдаланылады [5,6].

Енді  $(x+1)$ -ші нүктенің қалай анықталатынына тоқтала кетелік. Ол үшін  $x$  нүктені жалғастыратын минимал сызықтың төңірегінде пайда болатын скалярлық өрістің деңгейлік сызықтықтарын пайдалануға болады. Деңгейлік сызық деп кернеуліктері бірдей нүктелердің жиынын (геометриялық орнын) айтады. Деңгейлік сызыққа тиісті кез келген нүктені минимал сызықпен жалғастырғанда оның салмағы бірдей шамаға артады.  $M_1$  және  $M_2$  нүктелерінің төңірегінде пайда болған скалярлық өрістің кернеулігі  $f_{min}$  болатын деңгейлік сызығын салалық (4-сурет). Ол үшін аталған нүктелердің және олар мен жалғастырылатын  $M_3$  нүктесінің сыбағалы салмақтары  $p_1$ ,  $p_2$  және  $p_3$  белгілі болулары керек.  $M_1$  және  $M_2$  нүктелеріне эквивалент екі нүкте  $M_{1,2}$  және  $\overline{M}_{1,2}$  табылады.  $M_1$ ,  $M_2$  және  $M_{1,2}$  нүктелері арқылы бір шеңбер, ал  $M_1$ ,  $M_2$  және  $\overline{M}_{1,2}$  нүктелері арқылы екінші шеңбер жүргізіледі.  $M_1$  мен  $M_{1,2}$  нүктелері  $a_1$ ,  $M_2$  мен  $M_{1,2}$  нүктелері  $a_2$ ,  $M_1$  мен  $\overline{M}_{1,2}$  нүктелері  $b_1$ ,  $M_2$  мен  $\overline{M}_{1,2}$  нүктелері  $b_2$  түзуін анықтайды. Сонда  $M_1$  және  $M_2$  нүктелері төңірегіндегі өріс бес аймаққа бөлінеді.



4-сурет.  $M_1$  және  $M_2$  нүктелерінің төңірегіндегі деңгейлік сызық

Қоңыр түсті 1 және 2 аймақта орналасқан нүкте  $M_1$  немесе  $M_2$  нүктесімен жалғастырылады:  $M_1 - M_2 - M_3$ . Сондықтан 1 және 2 магистралдық аймақ деп аталады. 3 және 4 аймақта орналасқан нүкте  $M_1$  және  $M_2$  нүктелері мен  $N$  нүктесі арқылы жалғастырылады:



Бұл аймақты үш сәулелі аймақ деп атаған дұрыс. Екі шеңбердің ортақ бөлігі (4-суретте сызықталған) радиал аймақты 5 анықтайды. Бірақ алгоритм бұл аймақты қарастырмайды. 4-суретте деңгейлік сызықтардың біреуі  $f_{min}$  көрсетілген. Ол центрлері  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_{1,2}$  және  $\overline{M}_{1,2}$  нүктелері болатын шеңберлердің доғаларынан тұратын сопақша (овал) екенін байқау қиын емес. Берілген нүктелер саны көбейген сайын деңгейлік сызықты салу қиындай түседі. Сондықтан нүктелерді жалғастыру реттілігі ретінде оларды қысқа сызықта жалғастыру реттілігін пайдалануға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Каялов Г. М., Каждан А. Э. Построение конфигурации воздушной электрической сети на основе геометрического решения общей проблемы Штейнера // Известия вузов. Электромеханика. - 1967. - № 1. - С. 34-41.
2. Есмұханов Ж. М. Методы отыскания оптимальных решений некоторых конструктивных задач и их технические применения. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / - М.: МПИ, 1969.

3. Куспеков К. А., Есмухан Ж. М. Проблемы Я.Штейнера и ее прикладной алгоритм // Поиск, серия естественных и технических наук. – Алматы: 2006. №1. – с.227 – 231.
4. Есмухан Ж. М., Куспеков К. А. Прикладная геометрия инженерных сетей. Монография. – Алматы: Ғылым, 2012. – 132 с.
5. Yesmukan Z. M. Graphic and geometrical modeling in applied geometry //The applied geometry and engendering graphics. -Kiev:2002. - p.137-142.
6. Есмухан Ж. М., Куспеков К. А. Эквидистанционные линии кратчайших деревьев // Международная научная конференция: Актуальные проблемы механики и машиностроения. – Алматы, КазНТУ, 2005. - Т3. - с. 235-238.

#### REFERENCES

1. Kaiylov G. M., Kazdan A. Construction of air electric network configuration on the basis of geometrical decision of general issue of Steiner // of Information of institutions of higher learning.Electromechanics.-1967.-№1.-p.34-41.
2. Yesmukanov Z. M. Methods of searching for of optimal decisions of some structural tasks and their technical applications. Diss. ... cand. of technicfl. sciences: 05.01.01-M.:MPI,1969.-17p.
3. Kuspekov K. A., Yesmukan Z. M. Problems of Я.Штейнера and her applied algorithm // are Search, series of natural and technical sciences. Almaty: 2006. №1.-p.227-231.
4. Yesmukan Z. M., Kuspekov K. A. Applied geometry of engineering networks. Monograph. Almaty: Ғылым, 2012.-13p.
5. Yesmukan Z. M. Graphic and geometrical modeling in applied geometry //The applied geometry and engineering graphics.-Kiev: 2002.- p.137-142.
6. Yesmukan Z. M., Kuspekov K. A. Edueidistance tenches of the shortest trees // the International scientific conference: Actual problems of mechanics and engineering. Almaty, KazNTU, 2005. –V.3 p.235-238.

Есмухан Ж. М., Куспеков К. А.

#### **Построение минимальной линии, связывающей компланарное множество точек**

**Аннотация.** Исследована конфигурация минимальных линий, связывающих компланарное множество точек. Установлено, что в прикладной геометрии минимальные линии встречаются чаще, чем кратчайшие линии. Сформулирован алгоритм построения минимальных линий.

**Ключевые слова:** компланарные точки, «вес», кратчайшая линия, минимальная линия, скалярное поле, линий

Yesmukan Z. M., Kuspekov K. A.

#### **Construction of a minimal lines connecting plurality of coplanar points**

**Annotation.** The configuration of the minimal lines which are connecting multiple complimentary points was studied. It was found that the minimal lines occur more frequently than the shortest lines in applied geometry. The algorithm of the formation of minimal lines was formula red.

**Key words:** coplanar points, "weight", the shortest line, the minimum line, scalar field level lines.

УДК 661.63.18+661.2

**Ж.И. Серикова, Р.А. Исакова, Д. Қылыш, Р.А. Казова**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, jadiga-1992@mail.ru)

#### **ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА**

**Аннотация.** В статье применен метод множественной корреляции для математического описания процесса термохимической обработки сырья (шлака). Изучено влияние независимых факторов на степень реагирования при нагревании. На основе частных зависимостей получена обобщенная модели процесса, описывающая влияние изучаемых факторов на степень превращения вещества. По обобщенному уравнению определены оптимальные условия термохимической обработки шлака.

**Ключевые слова:** шлак, математическое моделирование, множественная корреляция, коэффициент корреляции, обобщенное уравнение.

При разработке технологических основ обезвреживания и утилизации техногенных материалов (в частности, шлаков, нефтешлаков, загрязненного нефтью грунта и др.) в геоэкологии применяют многофакторное многоуровневое математическое моделирование процессов термических превращений в сложных минеральных системах. В данном исследовании применен метод множественной корреляции с получением обобщенной модели процесса, описывающей влияние совокупности факторов на степень превращения вещества [1]. Фосфатшлак содержит в основном псевдоволластонит  $\alpha\text{-CaSiO}_3$ , свойства его улучшаются при переводе альфа-формы в  $\beta\text{-CaSiO}_3$ . Изучен процесс обжига фосфорного шлака с целью перевода альфа-формы волластонита в бета-форму. Эксперименты проводили по методу многофакторного планирования химико-технологического эксперимента [2]. Составлена четырехфакторная матрица планирования экспериментов на пяти уровнях. Структура матрицы такова, что при проведении всех экспериментов по плану  $n = r^2$ , где  $n$  – число экспериментов,  $r$  – число уровней (обычно выбирается 5, т.е.  $n = 5^2$ ), число экспериментов составит 25. уровень любого фактора встречается один раз с каждым уровнем всех остальных факторов. Этим обеспечивается усреднение действия изучаемого фактора при выборке результатов экспериментов на любой уровень любого фактора.

В таблице 1 даны уровни факторов. При подготовке технологических экспериментов уровни факторов задают в соответствии с интервалом реального изменения каждого фактора.

Критерием полноты протекания процесса обжига является степень реагирования, т.е. содержание  $\beta\text{-CaSiO}_3$ . По результатам экспериментов находят зависимость степени реагирования (функцию) от отдельных изучаемых факторов (температуры, продолжительности, расхода воздуха и класса материала).

Выполняется выборка на точечные графики. Построение графиков частных зависимостей необходимо для определения характера закономерностей и подбора аналитической формы частной функции (аппроксимации). Наиболее распространенный прием подбора аппроксимирующей функции – метод наименьших квадратов. После нахождения аналитических форм частных зависимостей, которые могут быть и нелинейными (парабола), находим расчетные значения частных функций.

Далее частные зависимости анализировали на значимость с помощью коэффициента нелинейной множественной корреляции:

$$R = \sqrt{1 - \left[ \frac{(N-1) \sum_1^N (Y_{y_j} - Y_T)^2}{(N-K-1) \sum_1^N (Y_{y_j} - Y_{\bar{y}\delta})^2} \right]}, \quad (1)$$

где  $N$  - число описываемых точек,  $K$  - число действующих факторов,  $Y_{y_j}$  - экспериментальный результат,  $Y_T$  - теоретический (расчетный результат),  $Y_{\bar{y}\delta}$  - среднее экспериментальное значение (генеральное среднее).

Для технологических экспериментов величина коэффициента определяет значимость функции. Функция значима, если выполняется условие:

$$t_R = R \sqrt{(N-K-1)/(1-R^2)} > 2. \quad (2)$$

После выявления значимости частных функций на основании полученных результатов выводится обобщенное уравнение:

$$Y_{об.} = (Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \dots Y_n) / Y_{cp}^{n-1}, \quad (3)$$

где  $Y_{об.}$  – обобщенная функция,  $(Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_3 \dots Y_n)$  – частные функции,  $Y_{cp}$  - общее среднее всех учитываемых значений обобщенной функции в степени, на единицу меньшей числа частной функции.

Обобщенное уравнение анализируют на адекватность по величине коэффициентов корреляции  $R$  и значимости  $t_R$ . Далее выполняют проверочный теоретический расчет степени реагирования, сопоставляя его с экспериментальной для всех 25-ти опытов [2].

По обобщенному уравнению находят оптимальные условия реагирования.

В опытах использовали гранулированный шлак состава (мас.%):  $\text{SiO}_2$  – 44,8;  $\text{CaO}$  - 46,2;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1,12;  $\text{MgO}$  – 2,8;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,17;  $\text{F}$  – 2,1;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 2,0.



Для изучения степени реагирования компонентов шлака с образованием  $\beta$ -метасиликата была составлена матрица планирования экспериментов на пяти уровнях (таблица 1).

Таблица 1. Матрица четырехфакторного эксперимента на пяти уровнях

фактор	Уровни				
	1	2	3	4	5
X <sub>1</sub> - температура, °С	600	700	900	1000	1010
X <sub>2</sub> - продолжительность, мин	2	5	5	30	60
X <sub>3</sub> – расход воздуха, л/мин	0	1	2	3	4
X <sub>4</sub> - класс гранул, мм	15	25	30	35	40

Получены частные уравнения, описывающие влияние отдельных факторов на степень реагирования (Y, доли):

$$Y_1 = 0,0019X_1 - 0,62, \quad (4)$$

$$Y_2 = 1 - e^{-0,560X_2^{0,230}}, \quad (5)$$

$$Y_3 = 0,71 + 0,0089X_3, \quad (6)$$

$$Y_4 = 0,540 + 0,005X_4. \quad (7)$$

Пользуясь коэффициентом нелинейной множественной корреляции R для каждого частного уравнения (1-4) и его значимостью t<sub>g</sub>, выявили значимые функции (таблица 2). На основании частных функций найдено обобщенное уравнение, описывающее влияние всех факторов на степень реагирования:  $Y_{об} = (0,0019X_1 - 0,62)(1 - e^{-0,560X_2^{0,230}})(0,71 + 0,0089X_3)(0,540 + 0,005X_4)/0,63^3$ ; (8)

Таблица 2. Коэффициент корреляции R и его значимость t<sub>g</sub> для частных функций

Функции	R	t <sub>g</sub>	значимость функции
Y <sub>1</sub>	0,87	32,2 > 2	значима
Y <sub>2</sub>	0,78	5,07 > 2	значима
Y <sub>3</sub>	0	0 < 2	незначима
Y <sub>4</sub>	0,70	1,26 > 2	значима

Коэффициент корреляции обобщенного уравнения при N=25 и K=4 равен 0,95 со значимостью t<sub>g</sub> 84.76 > 2. Абсолютная ошибка уравнения вычислена по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i y_i - Y_0)^2}{(N - K - 1)}}. \quad (9)$$

Она составила 1,9 абсолютного процента. Ошибка эксперимента при проведении пяти повторных опытов составила 1,5%.

Анализ частных зависимостей показал, что наиболее сильнодействующими (значимыми) факторами оказались температура и продолжительность обжига. С увеличением температуры возрастает интенсивность декарбонизации (от 19,04% при 600 °С до 96% при 1010 °С). при увеличении продолжительности обжига заметно возрастает полнота реакции (от 45,96% при 2 минутах до 80% при 60 мин). С увеличением температуры процесса возрастает интенсивность взаимодействия в твердофазных компонентах техногенного сырья, улучшение условий взаимодействия происходит за счет образования не только дефектов на кристаллической решетке компонентов, но и за счет образования низкоплавких эвтектик. Все это приводит к возрастанию полноты реагирования.

Увеличение продолжительности контакта реагирующих веществ позволяет улучшить условия для протекания диффузионных процессов, интенсификации взаимодействий на межповерхности, что приводит к более глубокому превращению исходных компонентов.

Расход воздуха и крупность материала слабо влияют на степень образования бета-воластонита. Это можно объяснить тем, что увеличение расхода воздуха ухудшает условия протекания внешней диффузии, приводит к некоторому снижению температуры на поверхности образца и снижению степени реагирования. Увеличение размеров образцов приводит к усилению

сопротивления диффузионным процессам, градиенту температур в центре и на периферии окускованного материала.

По обобщенному уравнению (8) определены оптимальные условия термообработки шлака: температура 1010<sup>0</sup>С, продолжительность 1 час, скорость воздуха 0,3 м/сек, класс кусков 25 мм. В этих условиях степень реагирования составила 96-97%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Малышев В.П. Вероятностно-детерминированное планирование металлургического эксперимента. Алма-Ата.Наука. 1981.- 47с.
2. Бержанов Д.С., ДжусипбековУ.Ж., Казова А.М. Химическая и термохимическая подготовка фосфатного сырья для электротермии. Алматы. Гылым. 1999.-175с.
3. Казова Р.А. Моделирование обезвреживания техногенных материалов.// Материалы XI-ой международной научной-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности. Экология».Алматы: Изд-во КазНТУ имени К.И.Сатпаева. 2008. С.56-59.
4. Казова Р.А.,Нурмакова С.М., Кадирбекова А.А. Экосистемный анализ состояния урбанизированной территории.// Международная видеоконференция КазНТУ, Алматы-МИСиС, Москва «Безопасность техносферы». Алматы-Москва. 2012. С. 94-97.
5. Казова Р.А., Кадирбекова А.А., Толепбаева А.К., Кульбалаева А.Д., Жанабаев Е.С. Воздействие техногенеза на устойчивость экосистемы урбанизированной территории.// Сборник трудов II Международной научной конференции «Высокие технологии-залог устойчивого развития». Алматы. 2013.С.40-45.
6. Казова Р.А.Техносфера металлургических производств и экологическая безопасность.// Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы». Алматы. 2013. С.257-259.

#### REFERENCES

1. Malishev V.P. Veroyatnostno- determinirovannoe planirovaniye metallurgicheskogo eksperimenta. Alma-Ata.Nauka.1981.-47s.
2. Berzhanov D.S., Dzhusipbekov U.Zh., Kazova A.M. Himicheskaya i termohimicheskaya podgotovka fosfotnogo sirya dlya elektrotermiy. Almaty. Gilim.1999.-175s.
3. Kazova R.A. Modelirovaniye obezvrezhivaniya tehnogennih materialov.// Materiali XI-oi mezhdunarodnoi nauchnoi-tehnicheskoi konferentsiy «Novoe v bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti. Ekologiya». Almaty: Izd-vo KazNTU imeni K.I.Satpaeva.2008.S.56-59.
4. Kazova R.A., Nurmakova S.M., Kadirbekova A.A. Ekosistemny analiz sostoyaniya urbanizirovannoi territorii.//Mezhdunarodnaya videokonferentsiya KazNTU, Almaty-Moskva.2012.S.94-97.
5. Kazova R.A., Kadirbekova A.A., Tolepbaeva A.K., Kulbalaeva A.D., Zhanabaev E.S. Vozeistviye tehno geneza na ustoychivost ekosistemy urbanizirovannoi territorii.//Sbornik truov II Mezhdunaronoi nauchnoi konferentsii «Vysokie tehnologii-zalog ustoichivogo razvivtya». Almaty.2013.S.40-45.
6. Kazova R.A. Tehnosfera metallurgicheskikh nauchno-prakticheskoi konferentsii «Gornoe delo i metallurgiya v Kazakhstane.Sostoyanie i perspektivy». Almaty.2013.S.257-259.

Серікова Ж.И., Искакова Р.А., Қылыш Д., Казова Р.А.

#### **Көптік корреляциялау әдісімен шикізатты термохимиялық өндеу процессін зерттеу**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада шикізатты термохимиялық өндеу жұмыстарын математикалық өрнектеу үшін көптік корреляция тәсілі қолданылған. Қыздыру процесі кезінде тәуелсіз факторлардың жүйедегі әрекеттесу дәрежесіне әсері зерттелді. Жеке тәуелділіктерді негізге ала отырып, заттық өзгеру кезеңдерінде зерттелген факторлардың әсері сипатталып, жалпылама теңдеуі алынды. Жалпылама теңдеулердің негізінде шикізатты термохимиялық өндеудің оңтайлы шарттары анықталды.

**Кілт сөздер:** шлак, математикалық модельдеу, көптік корреляция, корреляция коэффициенті, жалпылама теңдеу.

Serikova Zh.I., Iskakova R.A., Kilish D., Kazova R.A.

#### **Study of process of thermochemical treatment of raw material by the method of the correlation analysis**

**Summary.** It's used method of multitude correlation for mathematical describing of the thermochemical treatment of the raw material (slag). It's studied influence of the independent factors on degree of reaction, when raw material was heated. On the basis of the private regularity obtained general function which described influence of all learning factors on degree of transformation of substance. On the basis of general equation was found of the optimal conditions of process of the thermochemical treatment of slag.

**Key words:** slag, mathematical modeling, multitude correlation, coefficient of correlation, general equation

УДК 629.7.064.56

<sup>1</sup>Аманжолова Н.И., <sup>1</sup>Катаев Н.С., <sup>1</sup>Ахсүтова А.А. <sup>2</sup>Кунелбаев М.М.  
 (<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева  
<sup>2</sup>Казахский государственный женский педагогический университет  
 Алматы, Республика Казахстан, [ahsutova\\_a@mail.ru](mailto:ahsutova_a@mail.ru))

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПЛОСКИХ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРОВ

**Аннотация.** Определены тепловые потери плоских гелиоколлекторов. Рассчитан стационарный тепловой поток от нагретой поверхности в сторону термоизоляционных ограждений. Приведены зависимости общей тепловой потери  $q_n$  как функции температуры тепловоспринимающей поверхности  $T_k$ . Рассчитаны количество тепла ( $q_{\lambda 1}$ ) переданное лучеиспусканием на внутреннюю поверхность стекла гелиоколлектора.

**Ключевые слова:** плоский гелиоколлектор, тепловые потери, количество теплоты, коэффициент теплопроводности, общие тепловые потери.

Задачу вычисления теплотерь солнечного гелиоводонагревателя сведем к самому простейшему случаю – определению стационарного теплового потока от нагретой поверхности в сторону термоизоляционных ограждений. Под этим состоянием мы понимаем такое состояние, при котором разность температур между поглощающей панелью и атмосферным воздухом поддерживается постоянной, что может быть достигнуто путем регулирования впуска в теплоприемник гелиоколлектора холодной и отвода из него нагретой воды.

Постоянство указанной разности температур при постоянной скорости ветра обуславливает неизменность теплотерь гелиоколлектора. При этих условиях температура отводимой воды меняется в зависимости от интенсивности солнечной радиации, поглощаемой теплоприемником. Предлагается, что при практическом использовании рассматриваемого нами солнечного гелиоколлектора придется отводить воду, нагретую до 60°C, в некоторых случаях – до 80°C. При стационарном состоянии солнечного колелектора поток тепла предполагается непрерывные, постоянные по величине и направлению, а также постоянны теплотери от теплоприемника к ограждающей его конструкции.

Тепло, теряемое наружной поверхностью прозрачного перекрытия гелиоколлектора, складывается из теплотерь путем лучеиспускания ( $q_{\lambda}$ ) и конвекции ( $q_k$ ).

При установившемся режиме оно равно количеству гелиоокллектора, которое в свою очередь, воспринимается внутренней поверхностью прозрачного перекрытия путем лучеиспускания и конвекции (открытой части теплоприемника, поверхности каналов и воздуха в гелиоколлекторе) (рис. 1). Расчетные формулы имеют вид:

$$q_{n2} = q_{\lambda 2} + q_{k2} \quad (1)$$

$$q_{k2} = \alpha_2 (T_{c2} - T_0) \quad (2)$$

$$q_{k2} = \alpha_1 (T_k - T_{c1}) \quad (3)$$

$$q_{n1} = q_{\lambda 1} + q_{k1} \quad (4)$$

$$q_{n1} = \frac{\lambda_c}{\delta_c} (T_{c2} - T_0) \quad (5)$$

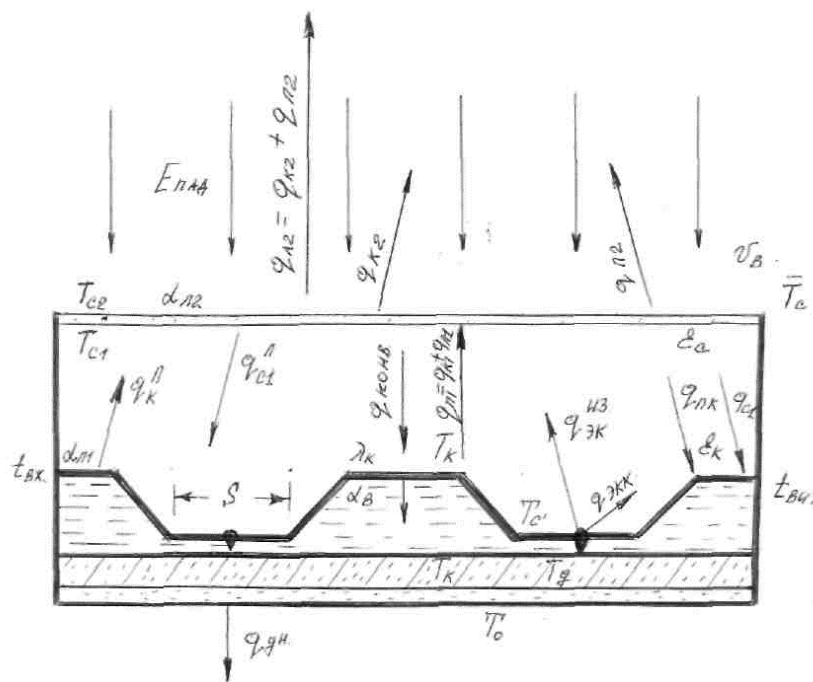
где  $q_{\lambda 2}$  – тепло, излучаемое наружной поверхностью гелиоколлектора в окружающее пространство, Вт/м<sup>2</sup>;

$q_{\lambda 1}$  – тепло, излучаемое поверхностью труб и экранов на внутреннюю поверхность стекла Вт/м<sup>2</sup>;

$\alpha_1$  – коэффициент теплоотдачи воздуха внутри гелиоколлектора внутренней поверхности стекла Вт/м<sup>2</sup>;

$\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности в окружающее пространство Вт/м<sup>2</sup>;

- $\lambda_c$  – коэффициент теплопроводности стекла, Вт/м К;
- $\delta_c$  – толщина стекла, м;
- $T_{c2}$  – температура наружной поверхности стекла, К;
- $T_{c1}$  – температура внутренней поверхности в гелиоколлекторе, К;
- $T_k$  – средняя температура поглощающей поверхности, К;
- $T_0$  – температура окружающего воздуха, К.



**Рис. 1.** Модель солнечного гелиоколлектора

После суммирования (3), (4), (5) предварительно решенных относительно температурной разности, получаем

$$\frac{q_n}{\lambda_c / \delta_c} + \frac{q_{k1}}{\alpha_1} + \frac{q_{k2}}{\alpha_2} = T_k - T_0 \quad (6)$$

Подставляя (1.8) соответственно (1.14) и (1.15)  $q_{k1}$  и  $q_{k2}$  из имеем

$$q_n \left( \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_2} \right) - \frac{q_{k1}}{\alpha_1} - \frac{q_{k2}}{\alpha_2} = T_k - T_0 \quad (7)$$

Во втором множителе первого слагаемого левой части (1.19) сумма термических сопротивлений представляет собой обратную величину коэффициенту теплопередачи конвекцией и теплопроводностью через поверхность стекла:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_2}$$

Поэтому, заменяя сумму термических сопротивлений второго множителя левой части (1.19) первого слагаемого величиной и решая это соотношение относительно получим:

$$q_n = K(T_k - T_0) + \frac{K}{\alpha_1} q_{\lambda 1} + \frac{K}{\lambda_c} q_{\lambda 2} \quad (8)$$

Если поверхность стекла равна  $1\text{ м}^2$ , а  $F_c \text{ м}^2$ , то можно записать так:

$$q_n F_c = k F_c (T_k - T_0) + \frac{k F_c}{\alpha_1} q_{\lambda 1} + \frac{k F_c}{\lambda_c} q_{\lambda 2} \quad (9)$$

Температуры, входящие в формулу, нам известны. Таким образом, задача сводится к определению общего термического сопротивления: во-первых, застекления, во-вторых, дна и, наконец, боковых стенок коробки гелиоколлектора.

*Потери в сторону застекления.* Тепловой поток, идущий от теплоприемника в сторону застекления, преодолевает термическое сопротивление прослоек воздуха и стекол.

При стационарном состоянии один и тот же тепловой поток проходит через слой воздуха между теплоприемником и стеклом, встречает термическое сопротивление при переходе к атмосферному воздуху. Ввиду малости влияния термического сопротивления стекол на величину теплового потока от теплоприемника к атмосферному воздуху в дальнейших расчетах не учитывается.

Таким образом, тепловое сопротивление в сторону стекол складывается из следующих величин: термического сопротивления воздушной прослойки между лучепоглощающей поверхностью теплоприемника и обращенной к ней поверхностью стекла.

$$\frac{1}{K_1} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{8c}{\lambda_c} \quad (10)$$

Коэффициент теплоотдачи от воздуха внутри гелио коллектора к внутренней плоской поверхностью стекла, обращенной вниз, определяется по формуле, заимствованной из работы [1].

Для угла наклона  $+45^\circ$   $Nu_m = 0,60 (GrPr)^{0,25}$

для угла наклона  $30^\circ$   $Nu_m = 0,56 (GrPr)^{0,25}$

или для упрощенных случаев

$$\alpha_1 = 200^4 \sqrt{T_k - T_{c1}} \quad (11)$$

Принимая во внимание, что формула  $T_{c1} = C_1 T_k + (1 - C_1) T_0$  (1.23) может быть переписана так:

$$\alpha_1 = 2(1 - C_1)^{1/4} (T_k - T_0)^{1/4} \quad (12)$$

где  $C_1$  – некоторые функции от  $T_k$ ,  $T_0$ ,  $V_v$  скорости ветра,  $\varphi$  – расположения труб  $d_{3\varphi}$  и их диаметры, величины термического сопротивления стекла гелиоколлектора и пр.

Зависимость  $C_1$  от указанных параметров раскрывается ниже.

В случае, когда угол наклона теплоприемника составляет  $30^\circ$ , теплоотдачу можно рассчитывать следующим образом:

$$Nu_m = 0,60 (GrPr)^{0,25}, \quad \alpha^1 = Nu \frac{\lambda_m}{d} \quad \alpha \approx 1,3 \alpha^1$$

При угле наклона теплоприемника  $45^\circ$  по формуле, откуда

$$Nu_m = 0,56 (GrPr)^{0,25}$$

Термическое сопротивление атмосферного воздуха, прилегающего к наружному стеклу гелиоколлектора, определяется равенством:

$$\frac{1}{K_2} = \frac{1}{\alpha_2} + \frac{8c}{\lambda_c}$$

где  $\alpha_2$  вычисляется по формуле  $Nu=0,56 Re^{0,76}$  (критериальные обработки исследований теплообмена плоского теплоприемника) или для упрощенных случаев

$$\alpha_2 = a + b \left( V_B \frac{239}{T} \right)^n \quad (13)$$

Значения коэффициентов  $a, b, n$  рассмотрены в таблице 1.

Таблица 1. Значения коэффициентов  $a, b, n$  от скорости ветра

Скорость ветра	$a$	$b$	$n$
$V_B > 5$ м/сек	4,8	3,4	1,00
$5 < V_B < 30$ м/сек	0,0	6,2	0,78

По закону Стефана – Больцмана и формуле Нуссельта

$$\alpha_\lambda = a(\mathcal{G})$$

$$\text{где } a = \frac{\left[ \frac{T_{c2}}{100} - \frac{T_6}{100} \right]^4}{T_{c2} - T_0} \text{ температурный фактор излучения и}$$

$$\mathcal{G} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} + \frac{1}{\varepsilon_3}} \text{ приведенный коэффициент лучеиспускания паралельных поверхностей.}$$

Принимаем следующие значения коэффициентов лучеиспускания: для поверхности теплоприемника – 4,46, для стекол – 4,40 для абсолютного черного тела – 4,90. В целях упрощения нахождения коэффициента теплопередачи лучеиспускания ( $\alpha_\lambda$ ) в зависимости от температур поверхностей удобно пользоваться специальными таблицами и диаграммами [2].

Количество тепла ( $q_{\lambda 1}$ ) переданное лучеиспусканием на внутреннюю поверхность стекла гелиоколлектора, складывается из:

1) тепла, излучаемого поверхностью канала стекла солнечного гелиоколлектора:

$$q_{\lambda 1} = 4,9\varepsilon\psi\pi\varphi \left( \frac{T}{100} \right)^4 \quad (14)$$

где

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_T} + \varphi \left( \frac{1}{\varepsilon_c} - 1 \right)} \text{ – приведенный коэффициент излучения.}$$

$\Psi$  – коэффициент сравнения с теплообменом двух паралельных плоскостей, полученный в результате обработки данных – работы [3].

Так как в являются функциями от, то принимая уравнение может быть записано так:

$$\Psi = \varphi(3,26 - 3,92\varphi + 2,06\varphi^2 - 0,40\varphi^3)$$

Так как в (1.26)  $\epsilon$  и  $\Psi$  являются функциями от  $\varphi$ , то, принимая  $\epsilon_{\Gamma} = \epsilon_c \approx 0,94$  [4] уравнение (1.26) может быть записано так:

$$q_c = A \left( \frac{T_c}{100} \right)^4 \quad (15)$$

где  $A$  есть функция от  $\varphi$ . Численное значение коэффициента в зависимости от приведено в таблице 2

Таблица 2. Зависимость коэффициента  $A$  от  $\varphi$

$\varphi$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
$A$	0,00	0,111	0,419	0,274	1,47	2,10	2,38	0,54	6,10

2) Тепло, излучаемое открытой частью теплоприемника на стекло  $q_{ок}$  гелиоколлектора:

$$q_{ок} = 4,9\epsilon_c(1-\varphi)\left(\frac{T_k}{100}\right)^4 \quad (16)$$

где  $(1-\varphi)$  – доля свободной поверхности теплоприемника.

3) Тепло, излучаемое внутренней поверхностью стекла на каналы и открытые части теплоприемника

$$q_{c1} = -4,9\epsilon_c(1-\varphi)\left(\frac{T_{c1}}{100}\right)^4 \quad (17)$$

Также  $q_{\lambda1} = q_c + q_{ок} + q_{c1}$ , то суммируя (16), (17) и (18) получаем:

$$q_{\lambda1} = A \left( \frac{T_c}{100} \right)^4 + 4,9\epsilon_c \left[ (1-\varphi) \left( \frac{T_k}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{c1}}{100} \right)^4 \right] \quad (18)$$

Тепло  $q_{\lambda1}$ , излучаемое наружной поверхностью гелиоколлектора в окружающее пространство, определяется по обычной формуле и равно:

$$q_{\lambda2} = 4,9\epsilon_c \left[ \left( \frac{T_{c2}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] \quad (19)$$

Подставляя значения  $q_{\lambda1}$  и  $q_{\lambda2}$  соответственно из (1.30) и (1.31) в (1.20) в получим

$$q_n = k(T_k - T_0) + \frac{k}{\alpha_1} \left\{ A \left( \frac{T_c}{100} \right)^4 + 4,9\epsilon_c \left[ (1-\varphi) \left( \frac{T_k}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_{c1}}{100} \right)^4 \right] \right\} + \frac{k}{\alpha_2} 4,9\epsilon_c \left[ \left( \frac{T_{c2}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T}{100} \right)^4 \right] \quad (20)$$

Ниже приведены зависимости  $q_n$  общей тепловой потери как функции температуры теплоприемника ( $T_k$ ) при  $V_b = 300$  К,  $\alpha_n = 6,2$  Вт/м<sup>2</sup> час °С,  $E_{пад} = 700$  Вт/ м<sup>2</sup> час,  $V_l = 0,96$ ,  $\alpha_{ст} = 0,87$ ,  $\delta_{из} = 0,08$  мм,  $\lambda_c = 0,04$  Вт/ м<sup>2</sup> час °С.

Таблица 3. Зависимость общей тепловой потери  $q_n$  как функции температуры тепловоспринимающей поверхности  $T_k$

Теплопотери Вт/м <sup>2</sup>	Температура, °С					
	50	60	70	80	90	100
	323	333	343	353	363	375
Теплопотери через прозрачное покрытие в окружающее пространство	<u>100,5</u> 80,42	<u>168,0</u> 125,6	<u>228,7</u> 176	<u>281,0</u> 226	<u>352</u> 283	<u>449</u> 361
Теплопотери через дно установки	6,5	11	15,5	20	24,5	29
Теплопотери через боковые стенки установки	1,56	2,64	3,72	4,8	5,9	6,9
$\sum q_n$ теплопотери	<u>108,56</u> 80,42	<u>168,0</u> 125,6	<u>228,7</u> 176	<u>281,0</u> 226	<u>352</u> 283	<u>449</u> 361

Примечание: В суммарной теплопотери  $\sum q_n$  в числителе подсчитана по формуле  $Nu=0,32 Re^{0,8}$  (а), а в знаменателе  $\sum q_n$  посчитана по формуле  $Nu=0,32 Re^{0,76}$  (б). При подсчете суммарной теплопотери по двум формулам (а) и (б) доля погрешности составляет 30%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бояринцев Д.М. Теплопередача через жидкостные и газовые прослойки. Ж.Т.Ф., т.ХХ, вып. 9, 1950.
2. Klein S.A. Calculation of Flat-Plane-Plate Collectors loss Coefficients Solar Energy, 1975, vol. 17, No 1,9-80.
3. Ozoc H., Sayama H., Churehille S.W. "Natural convection in an Inclined Rectangular Chanal at Various Aspect Ratios and Angles Experimental Measurements". International of Heat and Mass Transfer in Press.
4. Михеев М.А. Основы теплопередачи. М., Мир, 1983, 512 с.

REFERENCES

1. Boyarintsev DM Heat transfer through the liquid and gas layer. Zh.T.F., t.HH, vol. 9, 1950.
2. Klein S.A. Calculation of Flat-Plane-Plate Collectors loss Coefficients Solar Energy, 1975, vol. 17, No 1,9-80.
3. Ozoc H., Sayama H., Churehille S.W. "Natural convection in an Inclined Rectangular Chanal at Various Aspect Ratios and Angles Experimental Measurements". International of Heat and Mass Transfer in Press.
4. MA Mikheev Fundamentals of heat transfer. M., Mir, 1983, 512 p.

Аманжолова Н.И., Катаев Н.С., Ахсүтова А.А., Кунелбаев М.М.

**Жазық гелиоколлектордың жылу шығынын анықтау**

**Түйіндеме.** Қарастырылған мақалада жазық гелиоколлектордың жылу шығындары анықталған. Термоизоляция қоршау жағындағы жылынған беттен стационарлық жылу ағыны есептелген.  $T_k$  жылу қабылдағыш бетінің температура функциясы ретінде  $q_n$  жалпы жылылық шығындарының тәуелділігі келтірілген. Гелиоколлектор шынысының ішкі бетіне сәуле шашыратумен берілген жылу мөлшері ( $q_{\lambda i}$ ) есептелген.

**Кілттік сөздер:** жазық гелиоколлектор, жылылық шығындар, жылу саны, жылуөткізгіштік коэффициент, жалпы жылылық шығындар.

Amanzholova N., Katayev N., Ahsutova A., Kunelbaev M.

**This article identifies the heat loss of flat helio-correctors.**

**Summary.** This article identifies the heat loss of flat helio-correctors. Calculated stationary heat flux, from the heated surface to the side thermal insulation barriers. Shows the dependence of the total heat loss  $q_n$ , as a function of the temperature of the heat receiving surface  $T_k$ . Calculate the amount of heat ( $q_{\lambda i}$ ) transferred by radiation to the internal surface of the glass heloi-collector.

**Key words:** Flat heloi-collector, heat losses, amount of heat, the thermal conductivity coefficient, common heat losses.



УДК 696.2

К.М. Касенов, О.Ю. Пяк, Т.О. Сейдалиев  
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, [Stalgat73@mail.ru](mailto:Stalgat73@mail.ru))

### ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЗАПОРНЫХ ШИБЕРНЫХ ЗАДВИЖЕК

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы оптимизации запорных шиберных задвижек за счет перемещения зоны кавитации с помощью стабилизатора.

**Ключевые слова:** Задвижка, шибер, кавитация, зона, характеристика, поверхность, канал, расход, узел, параметры.

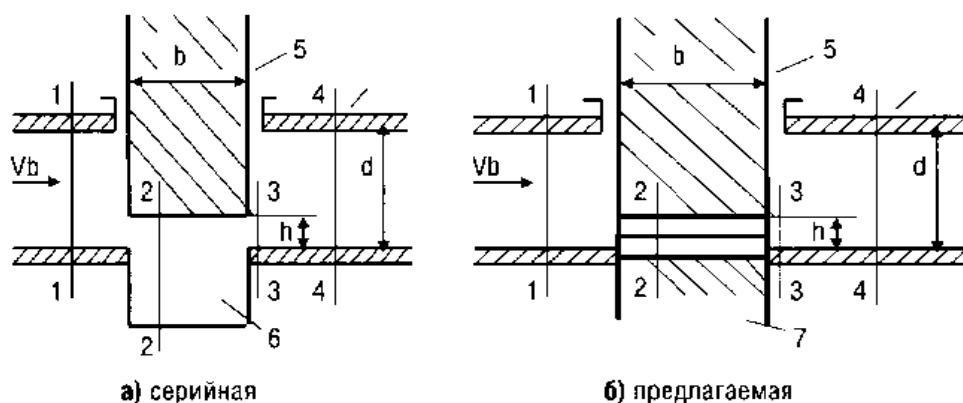
Основное преимущество применяемых в настоящее время запорных шиберных задвижек - малое сопротивление при полном открытии прохода. Поэтому они нашли широкое применение в системах подачи воды для поддержания пластового давления при добыче углеводородного сырья. При этом режим течения воды в трубах - в зоне турбулентной автомодельности при числах Рейнольдса  $Re > 13800$ .

Применение запорных задвижек для регулирования потока рабочей среды (не по назначению) не обеспечивает требуемой точности регулирования и приводит к разрушению деталей узла затвора. В связи с этим вопросы исследования и установления закономерностей движения жидкости в шиберных задвижках и взаимодействия жидкости с затворным узлом с целью определения рациональных значений конструктивных параметров задвижек для повышения точности регулирования потоков жидкости и исключения повреждения затворного узла во всём диапазоне хода шибера являются актуальными [1].

Большинство научных исследований, посвященных процессу регулирования потоков жидкости, направлено на повышение точности регулирования расхода проводимой среды и увеличение срока службы трубопроводной арматуры.

С учётом изложенного были определены следующие задачи исследования: установить закономерности движения жидкости в шиберных задвижках; разработать методики использования программного комплекса ANSYS для моделирования процесса прохождения воды через шиберную задвижку и экспериментальных исследований; определить закономерности изменения параметров потоков жидкости в зависимости от хода шибера и обосновать конструктивные параметры шиберных запорно-регулирующих задвижек; выработать рекомендации по использованию шиберных запорно-регулирующих задвижек.

Разработаны расчетные схемы (рис. 1) и методики расчёта шиберных задвижек.



1-1 - Сечение трубы перед шибером; 2-2 – сечение под шибером; 3-3 – выходное сечение из-за зазора;  
1-2 4-4 – сечение трубы после шибера на расстоянии  $5d$  от шибера; 5 – шибер; 6 – подшиберное пространство;  
7 – стабилизатор;  $d$  – диаметр трубы, м;  $b$  и  $h$  – толщина и ход шибера, м;  $V_b$  – скорость жидкости, м/с.

Рис. 1. Расчётные схемы шиберных задвижек

Принятые допущения. При  $b/h > 2$  зазор между шибером и стенкой трубы рассматриваем как насадок. При  $b/h < 2$  течение в зазоре рассматриваем как через отверстие. Коэффициент, учитывающий неравномерность распределения скоростей в сечении потока (коэффициент Кориолиса),  $\alpha = 1$ . В дальнейших исследованиях коэффициент Кориолиса будет уточняться.

Запишем уравнение Бернулли для выбранных сечений, опустив коэффициент Кориолиса  $\alpha = 1$ :

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h_{1-2} = \frac{P_3}{\rho \cdot g} + \frac{V_3^2}{2 \cdot g} + h_{1-3} = \frac{P_4}{\rho \cdot g} + \frac{V_4^2}{2 \cdot g} + h_{1-4} \quad (1)$$

где: P-давление, Па;

$\rho$  - плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

g - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

V - скорость жидкости, м/с;

$h_{1-3} = h_{1-2} + h_{2-3}$ ,  $h_{1-4} = h_{1-2} + h_{2-3} + h_{3-4}$  - потери напора на соответствующих участках задвижки, м.

Значение коэффициента сжатия струи  $\epsilon$  при несовершенном сжатии зависит от соотношения площадей зазора и трубы и может быть определено [1]:

$$\epsilon = 0,62 + 0,38 \cdot \left(\frac{S_3}{S_4}\right)^2 \quad (2)$$

После преобразований определяем коэффициент сопротивления задвижки:

$$\zeta = \left(\frac{S_4}{S_3}\right)^2 \cdot \frac{\zeta_{вх}}{\epsilon^2} + \left(\frac{S_4}{S_3}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{\epsilon} - 1\right)^2 + \left(\frac{S_4}{S_3} - 1\right)^2 \quad (3)$$

где:  $S_4 / S_3 = f(h)$ , отношение площади трубы к площади проходного сечения задвижки, является функцией хода шибера;

- коэффициент гидравлического сопротивления входа в зазор.

В зависимости от площади проходного сечения задвижки определяем расход жидкости через проходное сечение проточной части Q, м<sup>3</sup>/с:

$$Q = \mu \cdot S_2 \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P}{\rho}} \quad (4)$$

где:  $\Delta P$  - перепад давления на задвижке, Па;

$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta}}$ , - коэффициента расхода.

Зная расход, определяем среднюю скорость потока в зазоре  $V_2$ , м/с. Числа Рейнольдса потока жидкости в зазоре между шибером и стабилизатором в зависимости от хода шибера определяем по выражению:

$$Re = V_2 \cdot \frac{h}{\nu} \quad (5)$$

где:  $\nu$ - кинематическая вязкость жидкости, м<sup>2</sup>/с;

h - ход шибера, м.

Расчёт чисел Рейнольдса свидетельствует о течении воды в зоне турбулентной автомодельности во всех четырёх рассматриваемых сечениях (рис. 1).

Из уравнения Бернулли (1) определим абсолютное давление в сечении 2-2 под шибером (рисунок 1).

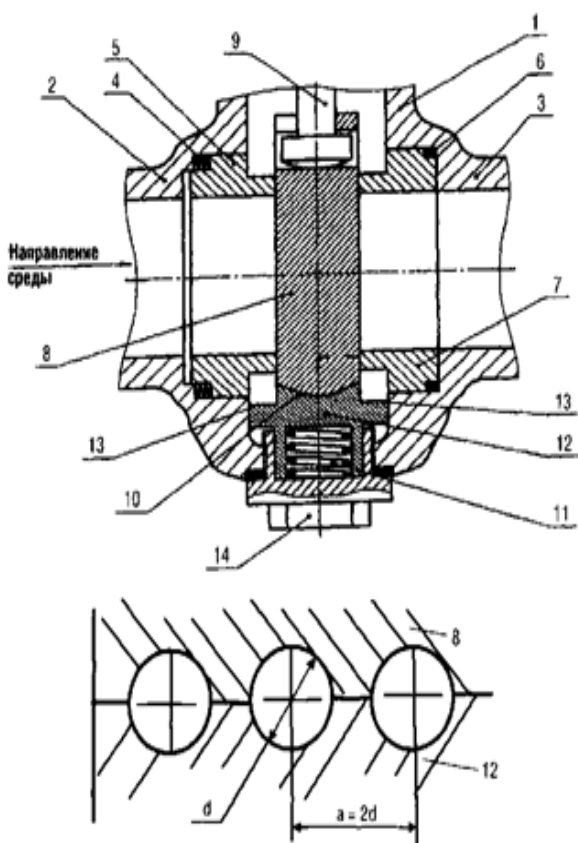
Расчеты проводились при температуре воды 20<sup>0</sup>С. Расчёты по формуле показали, что при перепаде давления на задвижке 450 кПа, давление в сечении 2-2 составит 1,8 кПа. Это означает, что давление приближается к давлению насыщенного пара, и при таких условиях появляется кавитация.

Использование уравнений (1)...(6) позволяет получить информацию о прохождении жидкости через задвижку с минимальными затратами времени и корректно подготовить исходные данные для расчёта в ANSYS.

Использование программного комплекса ANSYS для моделирования прохождения жидкости через задвижку позволяет визуализировать процесс дросселирования жидкости в проходном сечении задвижки.

Большие скорости, 25...26 м/с, проводимой среды т>д шибером и за шибером являются причиной кавитации, износа и разрушений в запорной задвижке. Расчёты в программе ANSYS показали, что при перепаде давления р< задвижке 450 кПа в зонах под шибером и за шибером давление приближается к давлению насыщенного пара, а значит, появится кавитация.

На основании проведённых расчётных исследований движения жидкости в задвижках предложена конструкция запорно-регулирующей задвижки [2, 3, 4] (рис.2).



**Рис.2.** Схема запорно-регулирующей задвижки

1 – корпус задвижки; 2 и 3 – подводящий и отводящий патрубки; 4 – пружины седла; 5 и 7 – седла; 6 – уплотнение; 8 – шибер; 9 – шпindelь; 10 – поверхность стабилизатора, сопрягаемая с рабочей поверхностью шибера (как вариант поверхности профилированные); 11 – пружина стабилизатора; 12 – стабилизатор; 13-плечики стабилизатора; 14-пробка.

Идея базируется на анализе перемещения зоны кавитации от тыльной стороны шибера. При подъёме шибера стабилизатор занимает пространство под шибером и закрывает уплотнительные поля седла от воздействия проводимой среды. Стабилизатор уменьшает турбулизацию потока жидкости за шибером, направляет поток жидкости вдоль нижней стенки корпуса задвижки. Меняя конструкцию стабилизатора, можно управлять местами расположения зон образования и схлопывания кавитационных пузырьков. Нижняя торцевая радиусная поверхность шибера и ответная поверхность стабилизатора снабжены рядом выборок (каналов). Каналы выполняют роль разделителей потока в начальной стадии открытия, что обеспечивает проход через эти каналы проводимой среды.

Расчёты позволили оценить влияние числа и размера канавок на расходную характеристику задвижки. Размер  $a = 2d$  выбран из конструктивных и технологических условий. При этом размер отверстий не существенно влияет на расход. В предлагаемой задвижке за шибером скорость движения жидкости около 1 м/с.

В зонах, где абсолютное давление достигнет давления насыщенного пара, начинается процесс кавитации, но схлопывание пузырьков в запорной задвижке происходит сразу за шибером, а в предлагаемой задвижке в выходном патрубке в районе фланцев, и это особенно важно в начальной стадии открытия.

Проведено сравнение результатов экспериментов с результатами расчётного исследования гидравлических и кавитационных характеристик шиберных задвижек с использованием

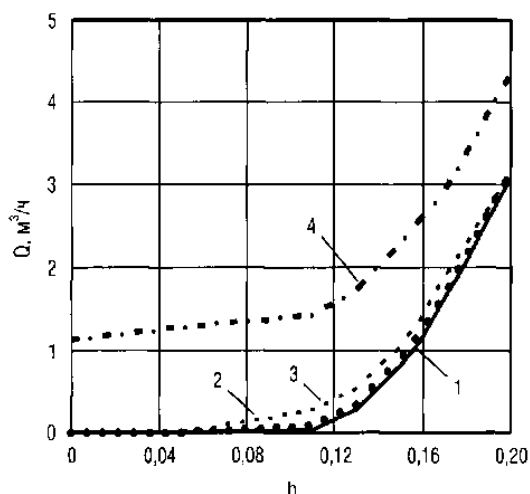
программного комплекса ANSYS и по методике, разработанной на основе уравнения Бернулли. Оба подхода дали близкие показатели.

Выполненные расчеты позволили провести изменения в конструкции: увеличить толщину стенок выходного патрубка в месте, куда выведена зона кавитации (за запорно-регулирующий узел).

Нижняя торцевая поверхность шиберов, взаимодействующая с ответной поверхностью стабилизатора, выполнена по радиусу, равному радиусу внутреннего проходного канала седла, что обеспечивает при открытии проходного канала закрытие «мёртвой» зоны в нижней части корпуса между седлами, чем исключаются завихрения проводимой среды.

Испытания задвижки DN 100 предлагаемой конструкции проведены в производственных условиях при давлении 18 МПа. После восемнадцати месяцев эксплуатации шибер, седло, стабилизатор, герметичность и функция регулирования задвижки сохранились.

Запорная задвижка DN 100 в таких условиях эксплуатации теряет герметичность через три месяца, через шесть месяцев работы через неё при шибере в нижнем положении проходит более 10 м<sup>3</sup>/ч воды, кривая 4 (рис.3). Разделение потока под шибером предлагаемой задвижки на несколько струй улучшает регулирование малых расходов и отодвигает зону кавитации от тыльной стороны шиберов, чем уменьшает ее разрушение, кривая 2.



**Рис. 3.** Пропускные характеристики задвижек

h — ход шиберов в долях; 1 — новая предлагаемая задвижка; 2 — предлагаемая задвижка через 18 месяцев работы; 3 — новая запорная задвижка; 4 — запорная задвижка через 6 месяцев работы.

На основании исследований разработана методика расчёта чисел Рейнольдса, коэффициентов сжатия струи, сопротивления, скорости и расхода жидкости через запорно-регулирующую задвижку в зависимости от хода шиберов при использовании стабилизатора; предложен метод регулирования параметров потока жидкости, влияющих на расположение зоны кавитации; доказана взаимосвязь конструктивных параметров затворного узла и расположения зоны кавитации; введён новый термин - шиберная запорно-регулирующая задвижка со стабилизатором; доказаны закономерности изменения пропускных характеристик шиберных запорно-регулирующих задвижек со стабилизатором в зависимости от хода шиберов и технического состояния затворного узла; изложены доказательства влияния наличия и геометрических параметров каналов, выполненных на нижней торцевой поверхности шиберов и ответной поверхности стабилизатора, на расположение зоны схлопывания кавитационных пузырьков [5].

Предлагаемая шиберная запорно-регулирующая задвижка со стабилизатором обеспечивает диапазон регулирования расхода воды до 70% хода шиберов и может использоваться в качестве запорно-регулирующей в различных технологических системах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 .Лепешкин А. В., Михайлин А. А., Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник, ч.2. Гидравлические машины и гидропневмопривод. / под ред. А. А. Шейпака. — М.: МГИУ, 2003. — С. 352.

2. Схиртладзе А. Г., Иванов В. И., Кареев В. Н. Гидравлические и пневматические системы. — Издание 2-е, дополненное. М.: ИЦ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2003 г. — С. 544.
3. Гидравлика гидромашины и гидроприводы. / Т.М. Башта, Б.Б. Некрасов и др. - 2-е изд. М.: Машиностроение, 1982. — С. 423.
4. Чиняев И.Р. Кавитация в шиберных задвижках [Текст] / И.Р. Чиняев, А.В. Фоминых, В.С. Ерошкин // Территория «Нефтегаз. 2013, № 5. С. 48 - 49.
5. Чиняев И.Р. Повышение надёжности и эффективности работы шиберной запорно-регулирующей задвижки [Текст] / А.В. Фоминых, С.А. Сухов, И.Р. Чиняев // Экспозиция. Нефть. Газ, 2013, № 5. С. 80-82.

#### REFERENCES

1. Lepeshkin A. V., Mihailin A. A., Sheipak A. A. Gidravlika i gidropnevmoпривод: Uchebник, ch.2. Gidravlicheskie mashini i gidropnevmoпривод. / pod red. A. A. Sheipaka. — М.: MGIU, 2003. — S. 352.
2. Shprtladze A. G., Ivanov V. I., Kareev V. N. Gidravlicheskie i pnevmaticheskie sistemi. — Izdanie 2-е, dopolnennoe. М.: IZH MGTU «Stankin», «Janus-K», 2003 г. — S. 544.
3. Gidravlika gidromashini i gidроприводи. / Т.М. Bashta, B.B. Nekrasov i dr. - 2-е изд. М.: Mashinostroenie, 1982. — S. 423.
4. Chiniaev I.R. Kavitazhia v shibernih zadvizhkah [Tekst] / I.R. Chiniaev, A.V. Fominih, V.S. Eroshkin // Territoria «Neftegaz. 2013, № 5. S. 48 - 49.
5. Chiniaev I.R. Povishenie nadezhnosti i ayffektivnosti raboti shiberoi zaporno-reguliraushei zadvizhki [Tekst] / A.V. Fominih, S.A. Suhov, I.R. Chiniaev // Aykspozizhia. Neft. Gaz, 2013, № 5. S. 80-82.

Касенов К.М. Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

#### **Жабушы шиберлі ысырмалардың жұмысын оңтайландыру**

**Түйіндеме.** Зерттеулер нәтижесінде шиберлі жаппалардың жаңа конструкциясы жасалуы есесіне сұйықтық ағындарын реттеу процессінде тиімділікке қол жеткен.

**Негізгі сөздер:** Ысырма, шибер, кавитация, аймақ, сипаттама, бет, канал, шығын, түйін, параметрлер.

Касенов К.М. Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.

#### **Оптимизация работы запорных шиберных задвижек**

**Резюме.** В результате исследований достигнута эффективность процесса регулирования потоков жидкости за счет создания новой конструкции шиберных задвижек.

**Ключевые слова:** Задвижка, шибер, кавитация, зона, характеристика, поверхность, канал, расход, узел, параметры.

Kasenov K.M. Pyak O.U. Seydaliev T.O.

#### **Optimization of the locking slide valves**

**Summary.** As a result of researches efficiency of process of adjusting of streams of liquid is attained due to creation of new construction of shiber bolts.

**Key words:** Bolt, shiber, kavitaichin, zone, description, surface, channel, expense, knot, parameters.

УДК 004.4

**Г.И. Хасенова<sup>1</sup>, Е.А. Дайнеко<sup>1,2</sup>, Д. Едилхан<sup>1</sup>, К.М. Куспанов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Institute of applied science and information technologies, Almaty, Kazakhstan,

\*E-mail: [yevgeniya2001@gmail.com](mailto:yevgeniya2001@gmail.com))

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В АПТЕКЕ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕСА**

**Аннотация.** В статье рассматривается система управления процессами для повышения эффективности взаимодействия дистрибуции и розницы. Описывается общий алгоритм работы, который включает различные модули. В качестве модулей представлены получение данных от розницы, связка товаров клиента и поставщика, создание заказа.

**Ключевые слова:** бизнес-процессы, система управления бизнес процессами, автоматизация.

### Введение

В последнее время большинство организаций, вне зависимости от масштабов, задумываются над оптимизацией своих бизнес процессов с целью повышения эффективности бизнеса. В связи с этим большую популярность получила концепция процессного управления организацией, называемая управление бизнес процессами, которая рассматривает бизнес-процессы как отдельные компоненты предприятия, готовые к постоянным изменениям, и основывающиеся на таких принципах, как понятность и доступность бизнес-процессов в организации за счёт моделирования бизнес-процессов, использования программного обеспечения моделирования, симуляции, мониторинга и анализа бизнес-процессов, возможность динамического перестроения моделей бизнес-процессов силами участников и средствами программных систем. Для поддержки концепции управления бизнес процессами используются технологические программные обеспечения, называемые система управления бизнес процессами. Разработка или внедрение подобных систем управления бизнес процессами позволит организациям эффективно распределить ресурсы между всеми отделами, и позволит выявить сильные или слабые стороны как отделов, так и отдельно сотрудников.

### Результаты и обсуждение

Система, рассматриваемая в данной статье, служит для автоматизации ежедневных заказов розничных магазинов, аптек и т.д., с целью повышения эффективности ведения бизнеса. Для большего понимания вводятся следующие понятие и определения:

- Клиент – пользователь системы, представитель компании, осуществляющий заказ;
- Оператор – пользователь системы, представитель компании-дистрибьютора;
- Администратор – пользователь системы, осуществляющий контроль и обслуживание системы, представитель владельца системы;
- Торговая точка (ТТ) – магазин, бутик, аптека и т.д., продающая товар в розницу и формирующая заказ;
- Менеджер – пользователь системы, отвечающий за осуществление закупки товара, производит подтверждение заказа в системе от имени клиента;
- Оператор ТТ – пользователь, который опционально может подтверждать предварительный заказ ТТ;
- Модуль – функционально законченный фрагмент программы, оформленный в виде отдельного файла с исходным кодом или поименованной непрерывной её части и предназначенный для использования в других программах;

Система предназначена для повышения эффективности взаимодействия дистрибуции и розницы за счет автоматизации и получения следующих выгод для участников процесса. Участниками процесса выступают розница и поставщик. Основная задача участника «розница» это продажи различных товаров в торговых точках. За счет автоматизации процесса закупок планируется снижение оборотного капитала и повышение прибыльности торговых точек. Основная задача «поставщика» - общее увеличение продаж.

Основные функции розницы:

- повышение прибыльности торговых точек и сокращение отсутствия товаров на витринах;
- ускорение пополнения отсутствующих товаров;
- автоматизация заказов;
- облегчение работы провизоров;

Основные функции поставщика:

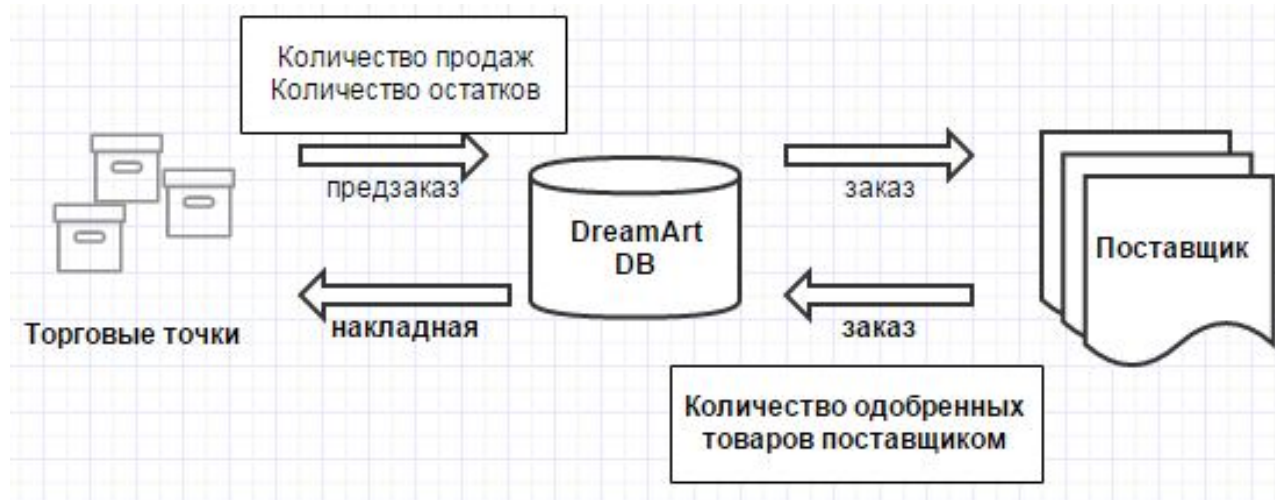
- повышение продаж;
- формирование списка требуемых товаров;
- автоматизация процесса продажи;

Для описания алгоритма работы системы, необходимо выделить следующие функции подсистемы:

1. ControlService (CS) - выполняет координационную функцию подсистем;
2. AccessPointService (APS) - служба взаимодействия с внешними источниками по протоколу SOAP;
3. PlanningService (PS) - предварительная подготовка и анализ данных;

4. ExportService (ES) - оформление и отправка заказов;
5. EmailNotificationService (NS) - отправка уведомлений пользователям;
6. Web UI операторов и клиентов системы;
7. Консоль администратора;
8. LoggingService (LS) - журналирование событий системы (действия пользователей, события служб, ошибки и т.д.).

Общая схема работы системы показана, которая отражает взаимодействие «поставщика» и «розницы», показана на рисунке 1.



**Рис.1.** Схема взаимодействий «поставщика» и «розницы»

Общий алгоритм системы включает в себя набор из небольших модулей:

- получение данных от розницы;
- связка товаров поставщика и торговых точек;
- создание промежуточного заказа;
- одобрение менеджера;
- отправка заказа

*Модуль - получение данных от розницы предполагает следующее:*

клиенты, предоставляют информацию о текущих продажах и остатках.

Данные обрабатываются и сохраняются в базу данных. Подсистема APS реализована в формате веб-службы и предоставляет необходимые инструменты для взаимодействия с внешними системами по протоколу SOAP (приём данных из торговых точек о продажах и остатках, выдача данных о проведённых заказах).

Поступающие в APS запросы должны содержать ключ доступа, который представляет собой массив данных о пользователе системы в зашифрованном виде. Ключ содержит номер клиента (customer\_id), даты начала и окончания действия ключа, а также флаг - является ли ключ бессрочным. Ключ должен быть зашифрован паролем, указанным в параметрах клиента (поле "pass" таблицы "Customers"). При несоответствии данных ключа и клиента, либо при истечении срока действия, в доступе будет отказано.

*Модуль получение данных от дистрибуции осуществляет следующие функции:*

поставщики периодически передают справочную информацию по товарам для предварительного заказа.

*Модуль Связки товаров* осуществляет связку поступивших от торговых точек данных и формирует предзаказ.

Данные о продажах и об остатках, после загрузки из источников, требуют приведения в соответствие с единым справочником товаров. Для этой цели, в системе ведётся список соответствий

идентификаторов товаров клиента и глобальных идентификаторов. После нахождения всех соответствий, модуль связи товаров клиента и поставщика обновит исходные данные в БД и завершит свою работу.

*Модуль планирования осуществляет* формирование промежуточного заказа (предзаказа) для дальнейшей передачи в учетную систему поставщика.

После того как предзаказ готов, оператор торговой точки и/или Менеджер розницы получают возможность просмотреть и отредактировать его через Веб-интерфейс системы. Дальнейшая обработка предзаказа системой продолжится после подтверждения Менеджером, которая может происходить как после обработки оператором торговой точки, так и без нее.

Для доступа к веб-интерфейсу системы, пользователь должен войти на сайт системы введя свой логин и пароль. На главном окне будет выведена информация о текущих предзаказах, ожидающих подтверждения. Для просмотра и редактирования позиций, необходимо выбрать интересующий заказ из списка. Пользователь может изменить количество по любой позиции, добавить новую позицию, либо исключить позицию из заказа целиком, отдельной колонкой будут отображены текущий остаток товара в в торговой точке и продажи за предшествующий период.

Также, на главном окне размещена ссылка на раздел “История заказов”. В данном разделе можно просмотреть историю заказов клиентов и детализацию по ним.

*Отправка заказа* осуществляется путем обработки подтвержденных предзаказов и отправки их поставщику.

*Общие требования к функционированию системы:*

- Система должна быть централизованной, все данные должны храниться в системе DreamArt;
- Система должна иметь многозвенную архитектуру, имеющую несколько уровней: источники данных (системы учета на торговых точках), База данных (БД MS SQL), веб-интерфейсы пользователей (UI).

*Требования к программному обеспечению:*

– СУБД MS SQL;

– IIS.

### **Заключение**

Система разработана на платформе ASP.NET и удовлетворяет всем современным требованиям, указанных в приложениях данного типа. Она имеет простой, но эффективный дизайн, удобный интерфейс и возможность реализации большого количества сложных процессов.

### ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ускенбаева Р.К. Принципы оперативного управления. Научный журнал МОН РК «Поиск», № 1 (2)/2004. – С. 17-24.

2. Куандыков А.А. Новые концепции управления сложными объектами. Материалы VI Казахстанско-Российской международной научно-практической конференции «Математическое моделирование научно-технических и экологических проблем в нефтегазодобывающей промышленности», Астана, 2007. – С. 182-185.

Хасенова Г.И., Дайнеко Е.А., Едилхан Д., Куспанов К.М.

**Бизнес көрсеткіштерін жақсарту мақсатында дәріханаға арналған процесі басқару автоматтандырылған жүйесі.**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада бөлу және бөлшек өзара іс-қимыл тиімділігін арттыру үрдісін басқару жүйесін талқылайды. Түрлі модульдерін қамтитын жалпы алгоритм жұмыстарды, сипаттайды. Модульдер бөлшек сауда, тапсырыс берушінің байламы мен тауарларды, тапсырыс құру дәлелдемелер берді.

**Түйін сөздер:** бизнес-процестер, бизнес-процестерді басқару жүйесі, автоматтандыру.

Хасенова Г.И., Дайнеко Е.А., Едилхан Д., Куспанов К.М.

**Автоматизированная система управления процессами в аптеке с целью повышения эффективности бизнеса.**

**Резюме.** В данной статье рассматривается система управления процессами для повышения эффективности взаимодействия дистрибуции и розницы. Описывается общий алгоритм работы, который включает различные модули. В качестве модулей представлены получение данных от розницы, связь товаров клиента и поставщика, создание заказа.

**Ключевые слова:** бизнес-процессы, система управления бизнес процессами, автоматизация.



УДК 621.391

**В.В. Золотарёв<sup>1</sup>, Д.Ж. Сатыбалдина<sup>2</sup>, Н.Н.Ташатов<sup>2</sup>, А.Д. Адамова<sup>2</sup>**

(<sup>1</sup>Институт космических исследований РАН, Москва, РФ

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана, РК)

## **ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕКОДЕРОВ СВЕРТОЧНЫХ КОДОВ**

**Аннотация.** Описаны устройства, реализующие сверточный кодер, декодер Витерби многопороговый декодер (МПД), и исследованы вопросы сложности их практической реализации. Проводится сопоставление корректирующих способностей декодеров сверточных кодов: МПД, декодера Витерби, декодера низкоплотных кодов, каскадных схем. Показано, что МПД позволяют почти оптимально декодировать даже очень длинные коды с линейной сложностью исполнения.

**Ключевые слова:** сверточный код, кодер, декодер, алгоритм Витерби, многопороговый декодер, программная реализация, аппаратная реализация, программируемая логическая интегральная схема.

### **Введение**

Сверточные коды получили широкое распространение во многих радиосистемах передачи информации, таких как системы спутниковой и сотовой связи, системы цифрового телевидения и радиовещания (в том числе и спутниковые), системы радиосвязи с подвижными объектами и другие системы, основной особенностью которых является работа в каналах связи с низкими энергетическими характеристиками и энергетическими характеристиками, непостоянными во времени [1].

Большое многообразие систем передачи информации, использующих сверточные коды и методы их декодирования, ставит вопрос о разработке методик сравнительной оценки их помехоустойчивости, быстродействия и сложности реализации.

В настоящей работе представлены принципы построения, формирования и обработки помехоустойчивых сверточных кодов, а также исследованы вопросы практической реализации кодирующих и декодирующих устройств для этих кодов.

### **Сверточный кодер и его сложность**

Сверточный кодер представляет собой устройство, воспринимающий каждый такт работы в обще случае  $k$  входных информационных символов, и выдающее на выход за тот же такт  $n$  выходных символов, подлежащих передаче по каналу связи [2]. Отношение  $R=k/n$  называют относительной скоростью кода. Выходные символы, создаваемые кодером на данном такте, зависят от  $m$  информационных символов, поступивших на этом и предыдущим тактах.

Сверточный кодер состоит из регистра сдвига, нескольких сумматоров по модулю 2 и коммутатора. Регистр сдвига – регистр, обеспечивающий помимо хранения информации, сдвиг влево или вправо всех разрядов одновременно на одинаковое число позиций. При этом выдвигаемые за пределы регистра разряды поступают на дальнейшую обработку, а в освобождающиеся разряды заносится информация, поступающая по входу регистра сдвига (см. рисунок 1).



**Рис.1.** Схематичное изображение регистра сдвига

Сумматор по модулю 2 осуществляет сложение поступающих на его входы символов 0 и 1. Операция сложения по модулю 2 обозначается символом  $\oplus$  и осуществляется по правилу: сумма битов равна 0, если количество единиц среди суммируемых битов четно, и равна 1, если это число нечетно.

Коммутатор осуществляет последовательное считывание поступающих на его входы символов и устанавливает на выходе очередность посылки кодовых символов в канал связи. Число контактов коммутатора (см. рисунок 2) и тактовая частота переключения в сверточных кодерах определяется относительной скоростью кода  $R = k/n$ , где  $k$  – число информационных символов,  $n$  – число передаваемых в канал связи символов за такт. В соответствии с этим число контактов (ячеек регистра сдвига коммутатора) должно быть равным  $n$ , а частота переключения должна быть в  $n$  раз больше входной тактовой частоты [2].

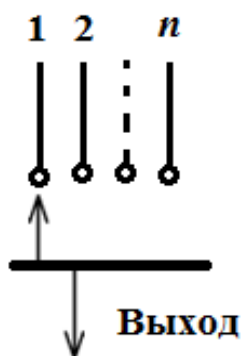


Рис. 2. Схематичное изображение коммутатора

В общем случае сдвигающий регистр кодера содержит  $m$  ячеек, а коммутатор делает один цикл опроса при проходе  $1 \leq k < m$  очередных информационных символов, где  $m$  кратно  $k$ , опрашивая за один цикл  $n \geq 2$  выходов кодера (см. рисунок 3).

Каждый кодовый символ выходной последовательности сверточного кода определяется сверткой информационной и порождающей последовательностей, что и обуславливает название сверточных кодов. Влияние любого входного информационного символа будет распространяться на  $l_{\Pi} = mn/k$  выходных кодовых символов. Эта величина называется полной длиной кодового ограничения. Длина кодового ограничения и конкретный выбор связей с ячейками сдвигающего регистра на сумматоры по модулю 2 определяют корректирующие свойства получаемого сверточного кода.

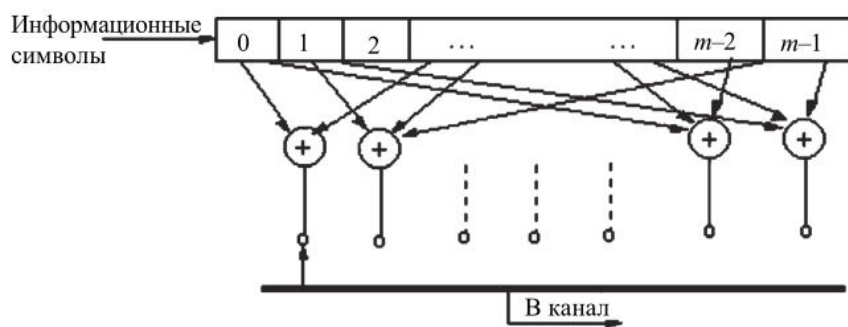


Рис. 3. Общий вид двоичного сверточного кодера

Сложность сверточного кодера определяется числом его простейших элементов: разряды в регистре сдвига, сумматоры по модулю 2 и связи сумматоров с разрядами сдвигов. В большинстве случаев длина регистра сдвига имеет порядок не более нескольких десятков единиц, а каждый сумматор связывается с половиной разрядов регистра [2]. Поэтому можно считать, что сложность сверточного кодера линейно зависит от длины регистра  $m$  или от длины кодового ограничения  $l_{\Pi}$ . Таким образом, практическая (программная или аппаратная) реализация устройства, состоящего из нескольких десятков или сотен простейших элементов, не представляет сложной задачи. В качестве примера ниже приведен фрагмент исходного кода для программной реализации сдвигового регистра на языке высокого уровня C# (платформа .NET Framework, Microsoft Visual Studio Professional 2012).

```

public class Register {
    private bool _modified;
    private string _cached;
    private bool[] _data;
    public Register(int length) {
        _data = new bool[length];
        _modified = true; }
    public Register(bool[] initialData)
        : this(initialData.Length) {
        Array.Copy(initialData, _data,
initialData.Length); }
    public int Length { get { return _data.Length; }
}
    public override string ToString() {
        if (!_modified)
            return _cached;
        var sb = new StringBuilder(_data.Length);
        foreach (bool t in _data) {
            sb.Append(t ? "1" : "0"); }
        _cached = sb.ToString();
        _modified = false;
        return _cached; }
    public void Insert(bool input) {
        for (int j = _data.Length - 1; j > 0; j--) {
            _data[j] = _data[j - 1];
                _data[0] = input;
                _modified = true; }
        public void Invert(int[] indexes) {
            foreach (int index in indexes) {
                _data[index] = !_data[index]; }
            _modified = true; }
        public bool this[int i] {
            get { return _data[i]; }
            set {
                _data[i] = value;
                _modified = true; } }
        public bool Xor(int[] places) {
            var xorResult = _data[places[0]];
            for (int j = 1; j < places.Length; j++) {
                var place = places[j];
                xorResult ^= _data[place]; }
            return xorResult; }
        public void ClearState() {
            _data = new bool[Length];
            _modified = true; }
        public void CyclicShift() {
            this.Insert(_data[Length - 1]); } }
}

```

#### **Алгоритм Витерби для декодирования сверточного кода и сложность его реализации**

Идея алгоритма Витерби (AB) состоит в том, что в декодере воспроизводят все возможные пути последовательных изменений состояний сигнала, сопоставляя получаемые при этом кодовые символы с принятыми аналогами по каналу связи и на основе анализа ошибок между принятыми и требуемыми символами, определяют оптимальный путь [3]. Оптимальной считается та последовательность, расстояние Хемминга которой от принятой последовательности минимально. Обобщенная структурная схема декодера, работающего по АВ, представлена на рисунке 4 [2].

Для каждого такта работы приема кодовых символов, которые были получены в результате одного цикла опроса коммутатора кодера, вычислитель метрики ребер (ВМР) вычисляет правдоподобие ребер, сливающихся в каждом узле. Вычислитель метрики путей (ВМП), для каждого из путей уцелевших на предыдущем такте декодирования и хранящиеся в запоминающем устройстве путей осуществляет операции: каждый путь вводится в аналог кодера, где проходит генерация  $2^q$  его возможных продолжений; вычисляется правдоподобие каждого из этих продолжений, для этого суммируются метрики уцелевших путей, которые хранятся в запоминающем устройстве путей, с учетом новых вычисленных значений метрики ребер; заносит новые полученные пути в запоминающее устройство путей, метрики в запоминающее устройство метрики путей соответственно, далее проходит отбор максимального правдоподобного пути для одного из узлов и сохраняет его в запоминающее устройство путей, а его метрику - в запоминающее устройство метрики путей. Затем эта последовательность операций повторяется для следующего такта работы и т.д.

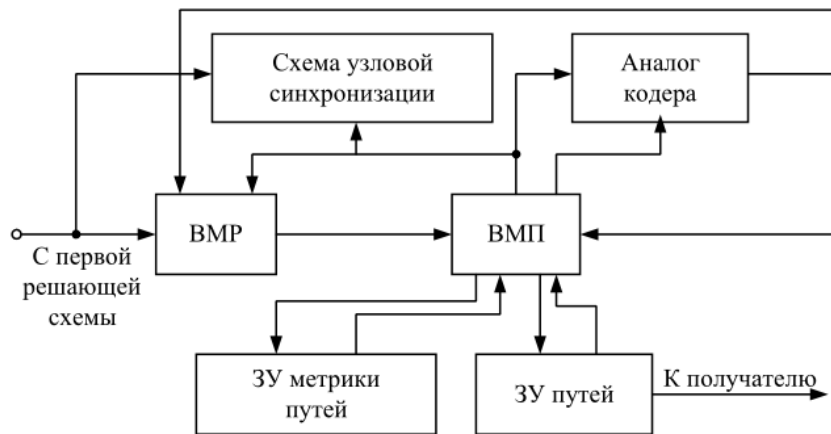


Рис. 4. Структурная схема декодера Витерби

Основным недостатком АВ является экспоненциальный рост числа просматриваемых путей с ростом конструктивной длины кода  $K$ . АВ требует вычисления  $2^{kK}$  метрик каждого узла решётки и хранения  $2^{k(K-1)}$  метрик и  $2^{k(K-1)}$  выживших последовательностей, каждая из них имеет длину около  $5kK$  бит. Вычислительное время и память для хранения, требуемого для реализации АВ, делают его практически неприемлемым для свёрточных кодов с большим кодовым ограничением.

#### Многопороговый декодер сверточного кода и оценка сложности его реализации

Многопороговый декодер (МПД) для сверточного кода [4] является развитием простейшего порогового декодера Мессе [5]. В основе работы МПД лежит итеративное декодирование, что позволяет вплотную приблизиться к решению оптимального декодера в достаточно широком диапазоне кодовых скоростей и уровней шума в канале.

Пример схемы МПД многопорогового декодера для рассматриваемого кода представлен на рисунке 5. Устройство кодирования на основании информационного блока  $u$  получает проверочный блок  $v$  и формирует кодовое слово  $c=(u,v)$ . После кодирования общее число кодовых символов равно  $n$ ,  $n>k$ . После передачи декодер получает вместо кодового слова с искаженными шумами сообщение  $y=(u',v')$  длины  $n$ . Сначала, как и в обычном пороговом декодере, вычисляется синдром  $s=Hy$  (здесь  $H$  – проверочная матрица сверточного кода) принятого сообщения, и для каждого информационного символа  $u_j$ ,  $1 \leq j \leq k$ , выделяется множество  $\{s_p\}$  элементов синдрома с номерами  $\{p\}$ , называемых проверками относительно символа  $u_j$  и содержащих в качестве слагаемого ошибку  $e_j$  в этом символе.

Дополнительно к пороговому декодеру в МПД вводится двоичный вектор  $d$  длиной  $k$ , называемый разностным, первоначально заполненный нулями. Основной шаг декодирования заключается в том, что для произвольно взятого символа  $u_j$  вычисляется функция правдоподобия  $L_j$ , зависящая от относящихся к нему проверок и  $j$ -го элемента вектора  $d$ :

$$L_j = \sum_{p \in \Theta_j} S_p + d_j \quad (1)$$

где  $d_j$  – символ разностного вектора, относящийся к декодируемому символу  $u_j$  (равный 0 или 1);  $S_p$  –  $p$ -й элемент вектора синдрома, входящий во множество проверок относительно декодируемого символа  $u_j$ ;  $\Theta_j$  – множество номеров проверок, контролирующих  $j$ -й информационный символ.

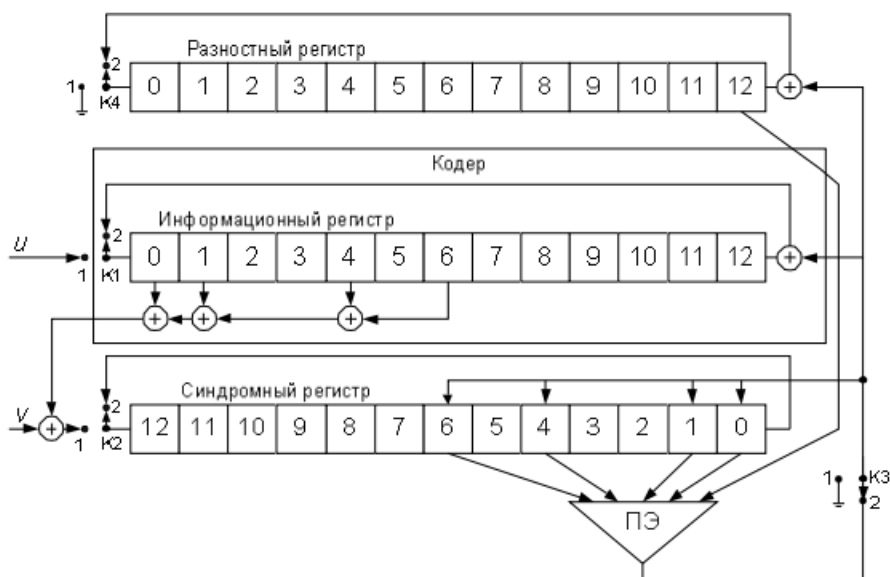


Рис. 5. Схема многопорогового декодера сверточного кода с  $R=1/2$ ,  $d=5$  и  $n=26$  [4].

Главным достоинством МПД является очень низкая сложность декодирования. Как и в случае обычного ПД, процедура декодирования состоит в суммировании проверок на входе порогового элемента (ПЭ), сравнении с порогом и изменении декодируемого символа и проверок, если этот порог превышен [6]. Число итераций декодирования  $I$  в этом случае обычно равно  $I = 3-50$ , а общая сложность декодирования с помощью МПД для кода с выбранным кодовым расстоянием  $d$  оценивается для  $d < 25$  как  $N_1 \sim (d + 2)(I + 4)$  на каждый информационный бит кода.

Сложностью аппаратной реализации МПД являются затраты, связанные с реализацией пороговых элементов. При многократном распараллеливании можно заметить ускорение работы в 20-50 раз аппаратного МПД. Вместе с распараллеливанием пороговых элементов МПД допускает еще одну, не менее эффективную возможность ускорения вычислений за счет подсчитывания суммы проверок. Это суммы не очень большого количества малоразрядных целых чисел. Поэтому если сформулировать условия на элементы декодера, на параметры используемых кодов, модема и величины порогов в пороговых элементах, то можно реализовать функции суммирования и сравнения в пороговом элементе максимально простыми и быстрыми средствами даже при большом уровне шума. В настоящее время эта проблема решена и реализована в виде пороговых элементов, которые на каждом такте сдвига регистров сверточного кода МПД будут выдавать решения.

В результате такого двойного распараллеливания операций, МПД декодер превращается в сверхбыстрое устройство, в котором на каждом такте сдвига данных в регистрах сдвига МПД одновременно формируются решения всех пороговых элементов о предстоящих изменениях декодируемых символов. На основе сказанного, можно утверждать, что в таком МПД не производится никаких вычислений, и все ограничения на производительность декодера связаны с предельной скоростью продвижения данных по регистрам сдвига и с количеством параллельно работающих регистров. Тем самым производительность аппаратно реализованного МПД сверточного кода при описанном подходе оказывается на три десятичных порядка выше, чем у других алгоритмов при высоком уровне шума, так же может варьироваться в широких пределах без ограничений на длину сверточного кода.

### Характеристики декодеров сверточных кодов

В данном разделе представлены характеристики МПД декодеров и других основных алгоритмов декодирования для сверточных кодов с кодовой скоростью  $R \sim 1/2$  в виде зависимостей вероятностей ошибок -  $P_b(e)$  и от значения соотношения сигнал/шум-  $E_b/N_0$  в гауссовском канале (Рисунок 6). Вертикальная линия соответствует пропускной способности канала  $C = 1/2$ .

Кривая *VA* получена для классического алгоритма Витерби (AB) с длиной кода  $K = 7$ . Кривая *CC* показывает возможности каскадной схемы *AB* для этого же кода и кода Рида-Соломона (РС) с длиной 255 при кодовой скорости  $R = 7/8$ . Кривая *LDPC* показывает характеристики низкоплотного кода длины  $n=64800$  стандарта *DVB-S2*, реализованного на программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) Xilinx с архитектурой Virtex5 [7]. Из-за необходимых упрощений метода по сравнению с точным алгоритмом декодирования характеристики декодера оказались более чем на 0,5 дБ хуже, чем у точного метода. Это снижение эффективности аппаратных декодеров характерно и для многих других алгоритмов декодирования.

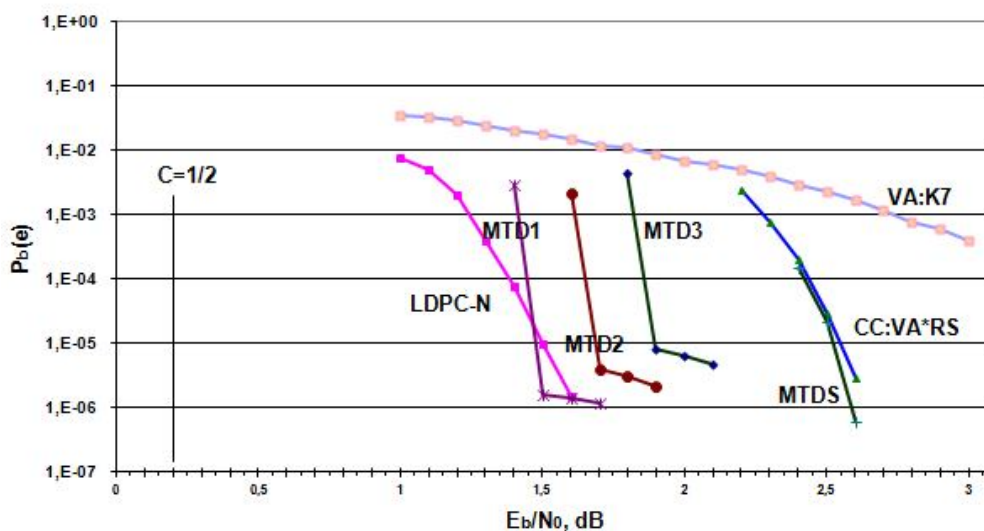


Рис. 6. Эффективность декодеров для кодов с кодовой скоростью  $R \sim 1/2$

График *MTD1* показан для двоичного свёрточного кода с характеристиками:  $R = k_0/n_0 = 32/64$ ,  $d = 17$ , длины  $nA = 65792$  для  $i = 96$  итераций и задержки решения менее  $L = 1600000$  кодовых символов. Он эффективно работает в гауссовском канале с модемом, квантующим свои решения на 4 бита (16 уровней) при весьма низком отношении  $E_b/N_0 = 1,5\text{дБ}$ . Его схема полностью удовлетворяет требованиям, необходимым для реализации такого МПД на теоретически наивысших скоростях для выбранной элементной базы (ПЛИС Altera Cyclone III). Декодер в аппаратном исполнении содержит, в основном, на 99% память в регистрах сдвига, т.е. менее 7,5 Мбит. В данной реализации согласно патенту [8] общая скорость продвижения данных по декодеру будет вычисляться следующим образом  $V_d = k_0 \cdot V_r$ , т.е. при  $k_0 = 32$  скорость продвижения данных будет равна  $V_d = 6,4$  Гбит/с.

Из рисунка 6 видно, что МПД оказывается сопоставимым с LDPC по эффективности, но всегда многократно выигрывает у него одновременно по скорости и сложности. Остальные методы при большом уровне шума проигрывают МПД ещё больше и по скорости, и по эффективности работы.

Кривая *MTD2* (рисунок 6) представляет возможности МПД, который иллюстрирует значительное уменьшение размеров декодера даже при совсем небольшом увеличении энергетики канала связи до  $E_b/N_0 = 1,3\text{дБ}$ . Он имеет  $R = 16/32$ ,  $nA = 42464$ ,  $i < 45$ , задержку принятия решения  $L = 272000$  и общую память регистров сдвига не более 1,4 Мбит. Он также обеспечивает предельно возможное быстрдействие для выбранной элементной базы [9].

Кривая *MTD3* демонстрирует поведение МПД декодера в высокоскоростном варианте реализации для энергетики гауссовского канала  $E_b/N_0 = 1,1\text{дБ}$ . Он имеет  $R = 16/32$ ,  $nA = 32464$ ,  $i < 40$ , задержку принятия решения  $L = 142000$  и общую память регистров сдвига не более 800 Кбит. Из сравнения всех трёх кривых для МПД и представленных параметров декодирования видно,

что при повышении качества канала МПД декодеры быстро уменьшаются по размерам и задержке решения, но остаются самыми быстрыми методами коррекции ошибок в выбранной элементной базе.

Ещё один важнейший пример, хорошо подчёркивающий полезные свойства и реальные возможности МПД, связан с кривой  $CC:VA*RS$ . Это единственный график для каскадного кода с  $R = 0,4375$  на этом рисунке. Рядом с ним расположенный график MTDS, которые демонстрирует возможности простейшего МПД алгоритма для обычного кода со скоростью  $R = 4/9 \sim 0,444$ , очень близкой к каскадному коду. Как видно, эта очень простая мажоритарная некаскадная схема более эффективна, чем хорошо известная каскадная система с традиционными характеристиками. Предлагаемый МПД реализует не более  $i = 15$  итераций коррекции и имеет задержку решения, несколько меньшую, чем у каскадной схемы.

### Заключение

Анализ методов декодирования сверточных кодов по критерию «эффективность-сложность реализации» показал, что наибольшую сложность реализации имеют декодеры, работающие по АВ, объем вычислений в которых возрастает экспоненциально с ростом длины кодового ограничения. Сложность мажоритарных алгоритмов, которым относятся методы многопорогового декодирования, может быть формально оценена как линейно растущая с увеличением длины декодируемого кодового блока и кодового ограничения свёрточного кода.

Показано, что принципиально новый уровень эффективности и скорости обработки по сравнению с известными методами коррекции ошибок, достигается с помощью аппаратной реализации МПД декодеров сверточного кода.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки МОН Республики Казахстан, приоритет «Информационные и телекоммуникационные технологии».

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: Справочник.-М.: Горячая линия – Телком, 2014.-126с.
- 2 Никитин Г.И. Сверточные коды: Учеб. Пособие/СПбГУАП. СПб., 2001. 80 с.
- 3 Berrou C., Glavieux A., Thitimajshima P. Near Shannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes. ICC'93, Geneva, 1993, pp. 1064-1070.
- 4 Золотарёв В.В. Теория и алгоритмы многопорогового декодирования // Под научной редакцией члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева. М.: «Радио и связь», «Горячая линия – Телеком», 2006. 276 с.
- 5 Месси Дж. Пороговое декодирование / Пер.с англ., под ред. Э.Л. Блоха.-М.:Мир, 1966.
- 6 Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Сложность реализации эффективных методов помехоустойчивого кодирования // VI Международ. конф.-выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение». Доклады-1. Тр. НТОРЭС им. А.С. Попова. Вып. VI-I. М., 2004. С. 220–222.
- 7 Овечкин Г.В., Чикин А.В. Архитектура и реализация декодера LDPC кодов для демодулятора DVB-S2 // Труды НИИР, 2008, №3, с. 58–66.
- 8 Золотарёв В.В. Способ декодирования помехоустойчивого кода. Патент РФ на изобретение №2377722 с приоритетом от 21.06.2007, БИ №36, 2009.
- 9 M.A. Ullah, R. Omura, T. Sato, H. Ogivara. “Multi-Stage Threshold Decoding for High Rate Convolutional Codes for Optical Communications (Published Conference Proceedings style),” In Proc. AICT 2011: 7-th Advanced international Conference on Telecommunications, pp. 87-93.

### REFERENCES

- 1 Zolotarev V.V., Ovechkin G.V. Pomehoustoichivoe codirovanie. Metody I algoritmy: Spravochnik.-M.: Goryachaya liniya – Telkom, 2014.-126s.
- 2 Nikitin G.I. Svertochnye cody: Ucheb. Posobie/SPbGUAP. SPb., 2001. 80 s.
- 3 Berrou C., Glavieux A., Thitimajshima P. Near Shannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding: Turbo-Codes. ICC'93, Geneva, 1993, pp. 1064-1070.
- 4 Zolotarev V.V. Teoriya I algoritmy mnogoporogovogo dekodirovaniya // Pod nauchnoi redakciei chlena-correspondenta RAN U.B. Zubareva. M.: «Radio i svyaz», «Goryachaya liniya – Telekom», 2006. 276 s.
- 5 Messi Dzh. Porogovoe decodirovanie / Per. s angl., pod red. E.L. Bloha.-M.:Mir, 1966.

6 Zolotarev V.V., Ovechkin G.V. slozhnost realizacii effektivnykh metodov pomehoustoichivogo kodirovaniya // VI Mezhdunarod. conf.-vystavka «Cifrovaya obrabotka signalov I ee primeneniye». Doklady-1. Tr. NTOPEs im. A.S. Popova. Vyp. VI-I. M., 2004. S. 220–222.

7 Ovechkin G.V., Chikin A.V. Architectura I realizaciya decoder LDPC codov dlya demodulyatora DVB-S2 // Trudy NIIR, 2008, №3, s. 58–66.

8 Zolotarev V.V. Sposob decodirovaniya pomehoustoichivogo koda. Patent RF na izobreneniye №2377722 s prioritetoм ot 21.06.2007, BI №36, 2009.

9 M.A. Ullah, R. Omura, T. Sato, H. Ogivara. “Multi-Stage Threshold Decoding for High Rate Convolutional Codes for Optical Communications (Published Conference Proceedings style),” In Proc. AICT 2011: 7-th Advanced international Conference on Telecommunications, pp. 87-93.

Золотарев В.В., Сатыбалдина Д.Ж., Ташатов Н.Н., Адамова А.Д.

**Үздіксіз кодалар декодерін іске асырылу күрделігін бағалау.**

**Түйіндеме.** Үзіліссіз кодер, Витерби декодері, көпдеңгейлі декодерларды іс жүзіне асыратын құрылғылар сипатталған және олардың тәжірибелік жағынан іс жүзіне асыру күрделілігінің сұрақтары зерттелген. Көпдеңгейлі декодер, Витерби декодері, төмен жиілікті кодалар декодері, каскадты сұлбалар сияқты үзіліссіз кода декодерінің түзету қабілеттіктері салыстырылады. Көпдеңгейлі декодер орындау барысында сызықтық күрделілігі бар аса ұзын кодаларды оңтайлы декодтауға мүмкін екендігі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** үзіліссіз код, кодер, декодер, Витерби алгоритмі, көпдеңгейлі декодер, бағдаламалық іске асырылуы, аппараттық іске асырылуы, бағдарламаланатын логикалық интегралды сұлба.

Zolotarev V.V., Satybalдина D. Zh., Tashatov N.N., Adamova A.D.

**Evaluating the implementation complexity of decoders for convolutional codes.**

**Summary.** A device for the convolutive encoding, the Viterbi decoder and a multithreshold decoder (MTD) are described. An implementation complexity of the encoder and decoders are considered. A comparison of corrective abilities of multithreshold decoder and other decoders (the Viterbi decoder, the decoders for low-density codes and for concatenated codes) is presented. It's shown MTD provides near optimum decoding of very long codes with linear complexity of the decoder's implementation.

**Key words:** convolutional code, encoder, decoder, the Viterbi algorithm, multithreshold decoder, software implementation, hardware implementation, programmable logic integrated circuits.

УДК621.318.3

**Кругликов А.П., Шаполатов Д.Ш.**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан)

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ПЕРЕНОСНОЙ УДАРНЫЙ МЕХАНИЗМ**

**Аннотация.** Сделан анализ работы различных механизмов ударного действия. Рассмотрены требования к малогабаритным механизмам ударного действия. Приведена упрощенная схема электромагнитного механизма ударного действия, реализованного на современной базе силовой электроники, а также результаты лабораторных испытаний электромагнитной системы.

**Ключевые слова:** тиристоры SCR, биполярные транзисторы с изолированным затвором, электромагниты, конденсаторы.

Существует множество технологических процессов в различных областях производства, связанных с необходимостью ведения работ с помощью импульсных систем ударного действия.

В горной промышленности механизмы ударного действия используются для разрушения негабаритов и мерзлых грунтов, При строительстве ударные механизмы используются для разрушения дорожных покрытий, бетонных и кирпичных кладок.

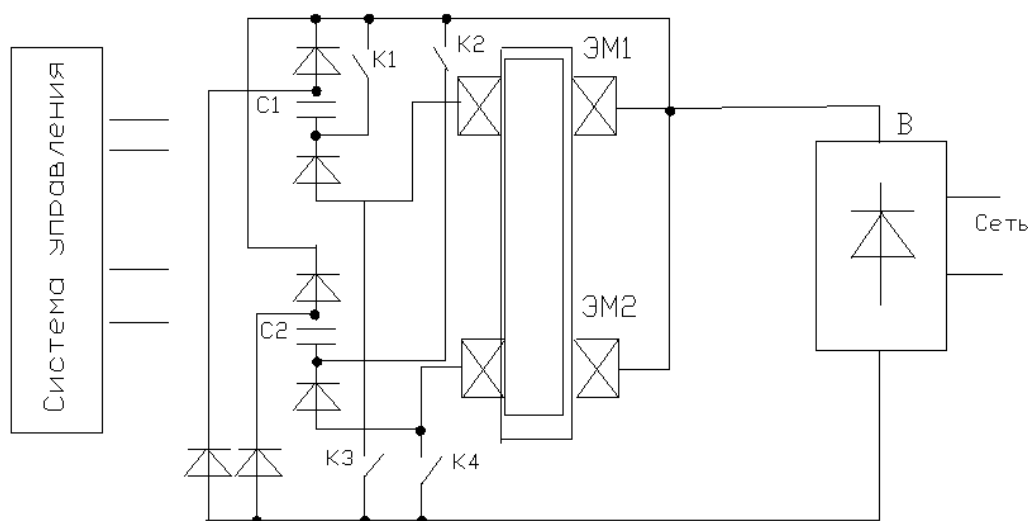
В настоящее время для выполнения указанных работ, в основном, используются электромеханические пневматические, гидравлические и другие машины ударного действия. Эти машины, как правило, представляют собой стационарные установки с большими габаритами. Разрушающее оборудование имеет навесное исполнение или доставляемые к месту работы транспортными средствами. В этой связи задача разработки и реализации малогабаритных, компактных, относительно легких механизмов ударного действия является актуальной.



Переносные механизмы ударного действия должны отвечать определенным требованиям:

- обладать компактностью, простотой обслуживания и надежностью в работе;
- иметь высокую энергию единичного удара;
- иметь надежную работоспособность при работе в различных климатических условиях;
- конструкция механизма должна быть безопасной для обслуживающего персонала.

Технологический прорыв в области силовой преобразовательной техники, заключающийся в создании полностью управляемых полупроводниковых элементов: полевых и биполярных транзисторов с изолированным затвором, существенно упростило решение технологических задач при создании малогабаритных механизмов ударного действия. На их основе в Казахском национальном техническом университете разработано несколько вариантов механизмов ударного действия. Электрическая схема одного из вариантов таких систем приведена на рис. 1.



**Рис.1.** Упрощенная схема механизма ударного действия

Схема состоит из источника постоянного тока В, двух электромагнитов ЭМ1, ЭМ2, двух узлов приема энергии от электромагнитов (конденсаторы С1, С2, диоды) и системы управления ключами К1, К2 (тиристоры SCR), и К3, К4 (биполярные транзисторы с изолированным затвором).

Управляющими сигналами, поступающими от системы управления, периодически замыкаются ключи К3, К4. После каждого включения электромагнит с рабочим инструментом перемещается внутри катушек, совершая ударное действие (при перемещении в низ) и возвращение в исходное состояние (при перемещении в верхнее положение). В моменты отключения катушек ЭМ1 и ЭМ2 от источника постоянного тока, запасенная в них электромагнитная энергия, передается конденсаторам С1 и С2. Сигналами управления ключами К1, К2, поступающими от системы управления, энергия от конденсаторов передается к соответствующим КМ для повторного использования.

Конструктивно электромагнитный механизм ударного действия состоит из двух частей: электромагнитов с рабочим инструментом и блока, включающего источник питания, систему управления и элементы приема электромагнитной энергии (конденсаторы С1 и С2).

Рассмотренный механизм ударного действия испытан в лабораторных условиях и условиях, близких к производственным. Испытания показали: Электромагнитный механизм ударного действия работает надежно, массогабаритные показатели зависят от мощности механизма, и может обслуживаться без применения технических средств; возможность повторного использования энергии разряда электромагнитов позволяет получить механизм ударного действия с малыми габаритами и относительно высоким КПД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кожевников С.Н., Есипенко Я.И.: Механизмы.
2. Раскин Я.М. 4-е издание переработка и дополнение: Машиностроение, 1976 год.
3. Колебательные системы с динамическим направленным вибровозбудителем. Л.К. Рагульскис, К.М. Рагульскис: Машиностроение. 1987 год.
4. Проектирование оптимальных линейных импульсных электродинамических двигателей возвратно-поступательного движения. Ю.Г. Ямпольский: Электротехника. -1990 год.
5. Исследование и создание электромагнитных ударных узлов. Н.П. Ряшенцев, Б.Ф. Симонов, Н.К. Ильинский: Газовая промышленность. 2004 год.
6. Исследование и создание ручных машин ударного действия с электромагнитным приводом. А.П. Тронов. Томск, 1994 год.

REFERENCES

1. SN Kozhevnikov, YesipenkoYA .I : Mechanisms.
2. YM Raskin 4th edition processing and addition: Mechanical Engineering, 1976.
3. The vibrational system with dynamic directional exciter. LK Ragulskis, KM Ragulskis: Mechanical Engineering. 1987.
4. Designing optimal linear pulse motor electrodynamic reciprocating motion. YG Yampolsky: Electrical. -1990.
5. Research and creation of electromagnetic shock nodes. NP Ryashentsev, BF Simonov, NK Il'inskii: Gas industry. 2004.
6. Research and creation of hand-held machines percussion with an electromagnetic drive. AP Thrones. Tomsk, 1994.

Кругликов А.П., Шаполатов Д.Ш.

**Портативті електромагніттік балға механизмі**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста соққылы әсері бар әр түрлі механизмдерге талдау жүргізілген. Шағын соққылы әсері бар механизмдерге талаптар қарастырылған. Электромагнитті соққылы әсері бар механизмдердің қысқартылған схема келтірілген, күштік электрониканың жаңа заманғы базада ұйымдастырылған. Электромагниттік жүйенің зертханалық сынақтар нәтижелері келтірілген.

**Түйінді сөздер:** КСР Тиристорлық, окшауланған-Gate биполярлық транзисторлар, электромагниттер, конденсаторлар.

Кругликов А.П., Шаполатов Д.Ш.

**Электромагнитный переносной ударный механизм**

**Резюме.** Сделан анализ работы различных механизмов ударного действия. Рассмотрены требования к малогабаритным механизмам ударного действия. Приведена упрощенная схема электромагнитного механизма ударного действия, реализованного на современной базе силовой электроники. Приведены результаты лабораторных испытаний электромагнитной системы.

**Ключевые слова:** тиристоры SCR, биполярные транзисторы с изолированным затвором, электромагниты, конденсаторы.

Kruglikov A.P., Shapolatov D.Sh.

**Portable electromagnetic hammer mechanism**

**Summary.** The analysis of the various mechanisms of shock action. The requirements for small-sized mechanisms percussion. Shows a simplified diagram of the electromagnetic mechanism of percussion realized on the basis of modern power electronics. The result of laboratory tests of the electromagnetic system.

**Key words:** SCR thyristor insulated-gate bipolar transistor, electromagnets and capacitors.

**А.Д. Абилдаева, М. Асет, А.Т. Абдуллаев**  
 (Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,  
 Алматы, Қазақстан Республикасы, [ainel\\_1991@mail.ru](mailto:ainel_1991@mail.ru))

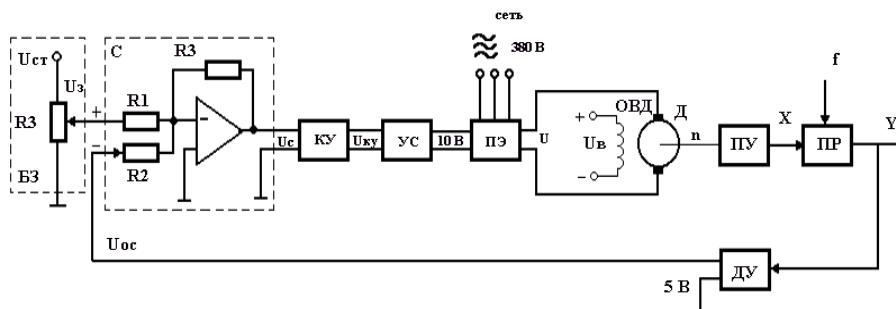
## КЕСУ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН МАТЛАВ КӨМЕГІМЕН МОДЕЛЬДЕУ

**Түйіндеме.** Мақалада кесу жылдамдығының автоматты басқару жүйесі қарастырылған. Басқару объектісі ретінде станоктың тұйықталған технологиялық жүйесіндегі кесу жылдамдығын басқару жүйесі таңдалынған. Автоматты басқару жүйесінің логарифмдік амплитудалы және фазалы жиіліктік сипаттамасы, импульстік сипаттамасы анықталынған.

**Түйін сөздер.** Импульстік сипаттама, амплитуда фазалы жиіліктік сипаттама, кесу жылдамдығы, координата, автоматты басқару жүйесі.

Автоматты басқару жүйесі (АБЖ) – басқару процестерін, оны зерттеу әдістерін, кез-келген техника облысында тұйық циклмен жұмыс істейтін автоматтық жүйелердің жобалау негіздерін зерттейтін ғылым. Мақаланың мақсаты – кесу жылдамдығын автоматты басқару жүйесін (АБЖ) Matlab көмегімен сипаттау. Берілген АБЖ берілген деңгейде белгілі дәлдікпен кесу жылдамдығын ұстап тұру және дәлдік пен тез әрекеттілік талаптарына сәйкесі керек. Бұл мақалада АБЖ талдау мен синтездеу мәселесін шешу үшін логарифмдік жиіліктік сипаттама әдісі қолданылады. ЛЖС әдісі қарапайымдылығы мен дәлдігімен сипатталатын өңделген инженерлік әдіс болып табылады.

Төмендегі суретте электржетектің және кесу үрдісінің өзара әсері келтірілген:



**1-сурет .** Электржетектің және кесу үрдісінің өзара әсері

АБЖ кесу үрдісінің шығыс координатын берілген дәлдікпен реттейді. Кесу үрдісі сұлбада функционалдық блокпен ФБ, басқарушы координата X, әсер етуші күш f деп белгіленген. Беріліс құрылғысы – бұл қозғалтқыш білігінің механикалық энергиясын басқарушы әсердің механикалық энергиясына кесу үрдісімен түрлендіретін механикалық жүйе. ПУ сызықтық түйін болып табылады. Динамика тұрғысынан, уақыт тұрақтысы  $T_{ПУ}$  бар бірінші реттік апериодтық түйін болып табылады.

$T_{ПУ}$ . Қозғалтқыш Д электр энергиясын білік айналуының механикалық энергиясына түрлендіреді. Қозғалтқыш тәуелсіз қозатын тұрақты ток машинасы болып табылады. Машинаның қозуы ҚБА орамдарымен жүзеге асады. Реттеу үрдісінде қозу ағымы өзгермейді және оның номинал мәніне тең болып қалады. Қозғалтқыштың жылдамдығын реттеу якірдің кернеуінің өзгеруімен U орындалады.

Электр энергиясын түрлендіргіш (ЭТ) үш фазалық айнымалы өндірістік ток желісінің электр энергиясын электрлік тұрақты ток энергиясына түрлендіреді және қозғалтқыш Д якірінің тізбегін қоректендіретін шығыс кернеу шамасы реттеледі. Энергия түрлендіргіш сызықтық түйін болып табылады. Шығыс кернеу U басқару кернеуі 10В болғанда номинал мәнге тең болады. Динамика тұрғысынан, ЭТ үрдісі  $T_1$  және  $T_2$  уақыт тұрақтылары бар екінші реттік апериодтық түйін болып есептеледі.

УС – күшейткіш инерциясыз түйін, түзетуші құрылғыдан түсетін кернеуді күшейтеді.

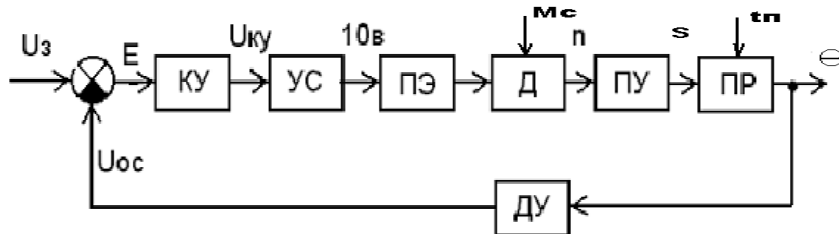
КУ – түзетуші құрылғы. Түзетуші құрылғы АБЖ динамикалық қасиеттерін түзетеді. КУ статикалық беру коэффициенті 1-ге тең.

• **Технические науки**

БЗ – тұрақтандырылған кернеу көзі мен резистордан тұратын тапсырма блогы, АРЖ шығыс координатын анықтайтын  $U_3$  кернеу шамасын анықтайды.

ДУ – кесу үрдісінің шығыс координатын өлшеу жүйесі. Динамика тұрғысынан  $T_{ду}$  уақыт тұрақтысы бар бірінші реттік апериодтық түйін. Шығыс координатаның номинал мәнінде  $U_{ос}=5$  В кернеу береді.

С – операциялық күшейткіш базасындағы сумматор, беріліс коэффициенті 1-ге тең инерциясыз түйін. Қосындылау  $U_c=U_3-U_{ос}$  алгоритмі бойынша жүреді.



2-сурет. Автоматты басқару жүйесінің функционалдық сұлбасы

Мұнда шығыс шама – кесу жылдамдығы – кіріс кернеуінің өзгеруімен берілген дәлдікте реттеледі, яғни жүйе шығыс координатаны басқарады.

Электрондық күшейткіш үшін динамика параметрлері:

- уақыт тұрақтысы  $T_{ЭУ}=0,03с$ ;
- күшейту коэффициенті  $K_{ЭУ}=180$ ;

Тиристорлік күшейткіш-түрлендіргіш үшін динамика параметрлері:

- шығыс тұрақтысы  $T_{ТП}=0с$ ;
- беріліс коэффициенті  $K_{ТП}=60$ ;

Электрлік тұрақты ток қозғалтқышы үшін динамика параметрлері:

- электромагниттік уақыт тұрақтысы  $T_я=0с$ ;
- электромеханикалық қозғалтқыш тұрақтысы  $T_М=0,11с$ ;
- қозғалтқыш коэффициенті  $K_Д=2с^{-1}$ ;

Редуктор үшін динамика параметрлері:

- беріліс коэффициенті  $K_р=0,5$ .

АБЖ басқару объектісі ретінде тұйық технологиялық жүйесінде кесу үрдісіне станокты алады.

АБЖ элементтерін өзара байланыстырып, олардың функционалдық белгіленуі мен АБЖ сұлбасына сәйкес 3-суретте көрсетілген функционалдық сұлба аламыз.

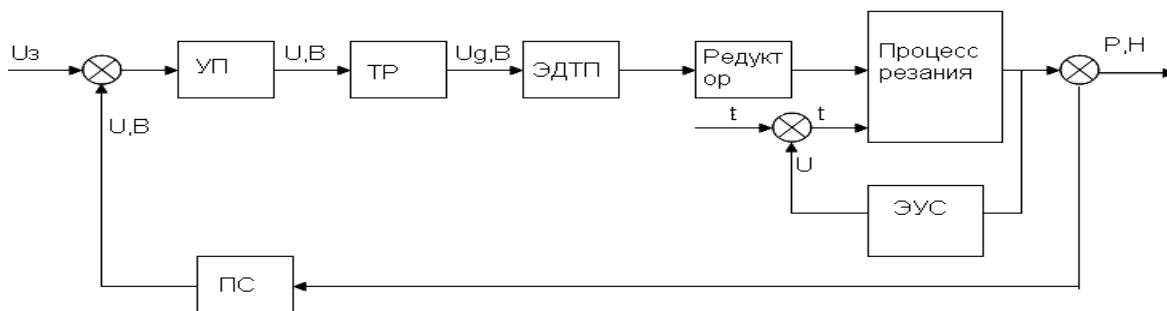
УП – күшейткіш-түрлендіргіш;

ТП – тиристорлік күшейткіш-түрлендіргіш;

ЭДТП – электрлік тұрақты ток қозғалтқышы;

ЭУС – станоктың эквивалентті серпімді жүйесі;

ПС – күш түрлендіргіші.



3-сурет. АБЖ функционалдық сұлбасы

Келесі сатыда АБЖ барлық түйіндерінің беріліс функцияларын анықтаймыз.

1. Электрондық күшейткіштің дифференциалдық теңдеуі

$$T_{эу} \times \frac{dU_{ВЫХ}}{dt} + U_{ВЫХ} = K_{эу} U_{ВХ} \quad (1)$$

мұнда,  $T_{эу}$  – электрондық күшейткіштің уақыт тұрақтысы;  $U_{ВЫХ}$  – шығыс кернеу, В;  $U_{ВХ}$  – кіріс кернеу, В;  $K_{эу}$  – күшейту коэффициенті.

Осыдан беріліс функциясы:

$$W(p) = \frac{U_{ВЫХ}(p)}{U_{ВХ}(p)} = \frac{K_{эу}}{T_{эу}p + 1} = \frac{180}{0,03p + 1}$$

Бұл түйін бірінші реттік апериодтық түйінге сәйкес келеді.

2. Тиристорлік күшейткіш-түрлендіргіш теңдеумен сипатталады:

$$T_{ТП} \frac{dU_{ВЫХ}}{dt} + U_{ВЫХ} = K_{ТП} U_{ВХ} \quad (2)$$

мұнда,  $T_{ТП}$  – тиристорлік түрлендіргіштің шығыс тұрақтысы;  $U_{ВЫХ}$  – шығыс кернеу;  $U_{ВХ}$  – кіріс кернеу;  $K_{ТП}$  – беріліс коэффициенті (күшейту).

Осыдан беріліс функциясы:

$$W(p) = \frac{U_{ВЫХ}(p)}{U_{ВХ}(p)} = \frac{K_{ТП}}{T_{ТП}p + 1} = \frac{60}{0p + 1} = 60.$$

Бұл түйін бірінші реттік апериодтық түйінге сәйкес келеді.

3. Электрондық тұрақты ток қозғалтқышы мына теңдеумен сипатталады:

$$T_{я} T_{М} \frac{d^2 \omega}{dt^2} + T_{М} \frac{d\omega}{dt} + \omega = K_{д} U_{д} \quad (3)$$

мұнда,  $T_{я}$  – электромагниттік уақыт тұрақтысы;  $T_{М}$  – электромеханикалық қозғалтқыш тұрақтысы;  $K_{д} = \frac{1}{Ch}$ ,  $Ch$  – кері ЭҚК пен бұрыштық жылдамдық арасындағы пропорционалдық коэффициенті;  $U_{д}$  – якір кернеуі.

Осыдан беріліс функциясы:

$$W(p) = \frac{K_{д}}{T_{я} T_{М} p^2 + 2T_{М} p + 1} = \frac{2}{0,22p + 1}.$$

4. Редуктор мына теңдеумен сипатталады:

$$\omega_{ВЫХ} = K_{Р} \omega_{ВХ} \quad (4)$$

мұнда,  $\omega_{ВЫХ}$  – редуктордың шығыс түйінінің бұрыштық жылдамдығы;  $\omega_{ВХ}$  – редуктордың кіріс түйінінің бұрыштық жылдамдығы;  $K_{Р}$  – беріліс коэффициенті.

Осыдан беріліс функциясы:

$$W(p) = K_{Р} = 0,5$$

5. Станоктың эквивалентті серпімді жүйесі екінші реттік дифференциалдық теңдеумен сипатталады:

$$\frac{1}{\omega^2} \times \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{d\xi}{\omega_0} \times \frac{dy}{dt} + y = \frac{1}{C} P_{BX} \quad (5)$$

мұнда,  $\omega_0$ - өзіндік тербеліс жиілігі;  $\xi$  – тербелістің өшу коэффициенті;  $y$ – станоктың серпімді жүйесінің деформациясы;  $C$  – серпімді станок жүйесінің қаттылығы;  $P_{BX}$  – кіріс күштік параметр. Осыдан беріліс функциясы:

$$W(p) = \frac{y(p)}{P_{BX}(p)} = \frac{\frac{1}{C}}{\frac{p^2}{\omega_0^2} + 2\frac{\xi}{\omega_0}p + 1} = \frac{4 \times 10^{-4}}{\frac{p^2}{230400} + 0,0017p + 1}$$

6. Күш түрлендіргіші теңдеумен сипатталады:

$$U_{ВЫХ} = K_{П} * P_{ВХ} \quad (6)$$

мұнда,  $U_{ВЫХ}$  – шығыс кернеу;  $K_{П}$  – беріліс коэффициенті;  $P_{ВХ}$  – кіріс күштік параметр. Осыдан беріліс функциясы:

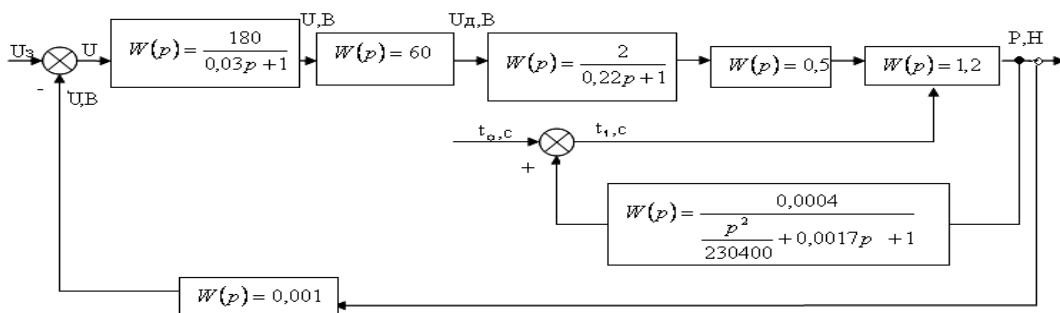
$$W(p) = \frac{U_{ВЫХ}}{U_{ВХ}} = K_{П} = 10^{-3}$$

7. Кесу үрдісі келесі теңдеумен сипатталады:

$$P_{Y} = C_{PYT} X_{PY} S^{Y_{PY}} V^n K$$

Осыдан беріліс функциясы:

$$W_{ПР} = \frac{p}{TpP + 1} = \frac{K}{0p + 1} = K = 1,2 \quad (7)$$



4-сурет. АБЖ құрылымдық сұлбасы

Автоматты басқару жүйесінің барлық түйіндерінің беріліс функциялары мен олардың арасындағы байланысты біле отырып 4-суретте көрсетілген құрылымдық сұлбасын құрамыз. Өтпелі функцияны құру үшін тұйық АБЖ беріліс функциясын анықтаймыз.

$$W_{3c}(p) = \frac{W_{ш}(p)}{1 + W_{ш}W_{oc}(p)}$$

$$W_{3c}(p) = \frac{\frac{180}{0,03p+1} \times 60 \times \frac{2}{0,22p+1} \times 0,5 \times \frac{1,2}{1 - \left( \frac{0,0004 \times 1,2}{\frac{p^2}{230400} + 0,0017p + 1} \right)}}{1 + \frac{180}{0,03p+1} \times 60 \times \frac{2}{0,22p+1} \times 0,5 \times \frac{1,2}{1 - \left( \frac{0,0004 * 1,2}{\frac{p^2}{230400} + 0,0017p + 1} \right)}} \times 0,001$$

Бастапқы мәндерді қойып, қажетті алгебралық түрлендірулерді орындап, сонда алатынымыз:

$$W_{3c}(p) = \frac{2985984000}{p^2 + 391,68p + 2110464} \quad \text{жалпы жүйенің беріліс функциясы}$$

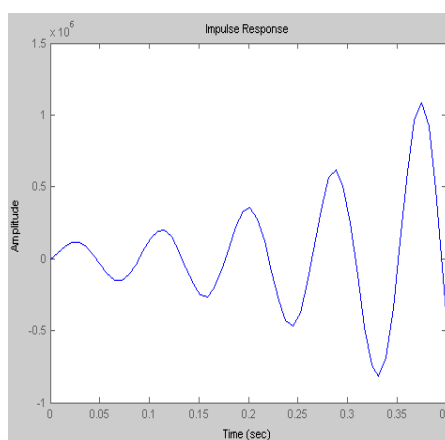
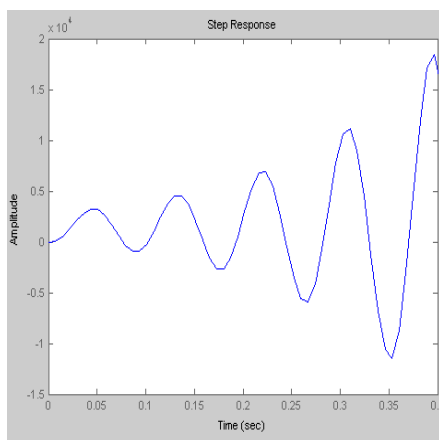
*Автоматты реттеу жүйесін Matlab бағдарламалық құралындағы Control System пакет көмегімен талдау*

Control System пакет көмегімен уақыт сипаттамаларын алуымыз қажет. Ол үшін *step* және *impulse* функцияларын қолданамыз:

1) Беріліс функциясын жазамыз  
*Tf* команда көмегін қолданамыз:  
`>> sys = tf ([2985984000], [1 391,68 2110464])`  
*Transfer function:*

2.986e009 .....  
 -----  
 $s^3 + 391 s^2 + 68 s + 2.11e006$

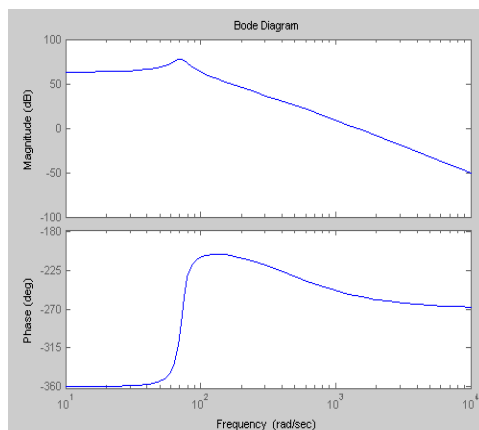
2) Уақыт сипаттамасын саламыз  
 - өтпелі – *step* команда көмегімен:  
`>> step (sys)`  
 - импульстік – *impulse* команда көмегімен:  
`>> impulse (sys)`



5-сурет. а) өтпелі сипаттамасы, ә) импульстік сипаттама

Логарифмдік амплитудалы және фазалы жиіліктік сипаттама *Control System* пакетінде *bode* функция көмегімен орындалады:

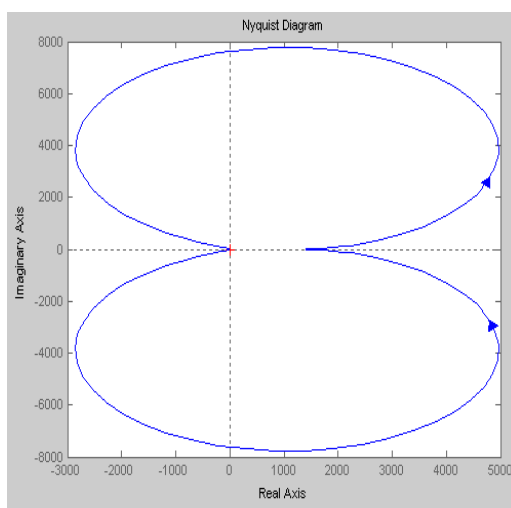
>> *bode (sys)*



7-сурет. Логарифмдік амплитудалы және фазалы жиіліктік сипаттама

Амплитуда фазалы жиіліктік сипаттама *nyquist* функция көмегімен алынады:

>> *nyquist (sys)*



8-сурет. Амплитуда фазалы жиіліктік сипаттама

Мақаланы қорытындылай келе Matlab бағдарламасы арқылы автоматты басқару жүйесінің логарифмдік амплитудалы және фазалы жиіліктік сипаттамасы, импульстік сипаттамасын анықтау арқылы АБЖ талдау мен синтездеу мәселесі шешілді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Бесекерский В.А. Теория автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. М.: «Профессия», 2007.
2. Власов К.П. Теория автоматического управления. Учебное пособие. Х.: Изд-во Гуманитарный центр, 2007.
3. Ричард К. Дорф, Роберт К. Бишоп Современные системы управления / Пер. с англ.-М.: Лаборатория базовых знаний. 2004.
4. Загинайлов В.И., Шеповалова Л.Н. О. Основы автоматизации. – М.: Колос, 2001.
5. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления. – М.: Изд. Центр «Академия», 2004.



REFERENCES

1. Besekerskiy V.A. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya / V.A. Besekerskiy, Ye.P. Popov. M.: «Professiya», 2007.
2. Vlasov K.P. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Uchebnoye posobiye. Kh.: Izd-vo Gumanitarnyy tsentr, 2007.
3. Richard K. Dorf, Robert K. Bishop Sovremennyye sistemy upravleniya / Per. s angl.-M.: Laboratoriya bazovyykh znaniy. 2004.
4. Zaginaylov V.I., Shepvalova L.N. O. Osnovy avtomatiki. – M.: Kolos, 2001.
5. Shishmarev V.Yu. Tipovyye elementy sistem avtomaticheskogo upravleniya. – M.: Izd. Tsentr «Akademiya», 2004.

Абилдаева А.Д., Асет М., Абдуллаев А.Т.

**Моделирование систем автоматического управления скорости резания с помощью Matlab**

**Резюме.** В статье рассмотрена система автоматического управления скоростью резания. В качестве объекта управления САУ выбран процесс резания в замкнутой технологической системы станка. В САУ определены логарифмо-амплитудная, фазо-частотная и импульсная характеристика.

**Ключевые слова.** Импульсная характеристика, амплитудно фазо-частотная характеристика, скорость резания, координата, система автоматического управления.

Abildaeva A.D., Aset M., Abdullaev A.T.

**Simulation of automatic control of the cutting speed by using Matlab**

**Summary.** The article examined by the automatic control system of cutting speed. As the object of management of ACS selected cutting process in a closed technological system of the machine. In ACS-defined logarithm of the amplitude, phase-frequency and impulse response.

**Key words.** Impulse response, the amplitude of the phase-frequency response, the cutting speed, the coordinate system of automatic control.

УДК 621.2.082.18

<sup>1</sup>М.К. Скаков, <sup>1</sup>Э.Г. Батырбеков, <sup>2</sup>Л.Г. Журерова

<sup>(1)</sup> РГП «Национальный Ядерный центр Республики Казахстан», Казахстан, г Курчатов

<sup>(2)</sup> Восточно-Казахстанский государственный технический университет  
им. Д. Серикбаева, Казахстан, г. Усть-Каменогорск)

**ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО БОРИРОВАНИЯ  
ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ 30ХГСА**

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию технологических параметров и вольт-амперных характеристик поверхностного плазменно-электролитического борирования образцов стали 30ХГСА. В работе приведены результаты плазменно-электролитического борирования поверхности конструкционной стали 30ХГСА при разных режимах обработки. С использованием металлографических методов и рентгенодифракционного анализа установлено, что применение технологии плазменно-электролитического модифицирования за счет локального нагрева и диффузионного насыщения обрабатываемой поверхности деталей атомами химических соединений приводит к образованию новых структур:  $\gamma^1$ -фазы, боридных (FeB, Fe<sub>2</sub>B) – фаз, а также частиц других упрочняющих фаз в поверхностных диффузионных слоях. Определен оптимальный режим плазменно-электролитического борирования образцов стали 30ХГСА.

**Ключевые слова:** плазменно-электролитическое борирование, вольт-амперная характеристика, модифицированный поверхностный слой, микротвердость.

Известно [1-2], что внедрение новых инновационных прогрессивных решений в промышленности в ряде случаев тормозится отсутствием материалов с заданными параметрами, способных работать в экстремальных условиях. Разработка новых технологических возможностей и изменение комплекса физико-механических свойств материалов в машиностроительной отрасли является актуальной задачей современного материаловедения, что требует усовершенствования известных и создания новых технологий обработки материалов. Согласно проведенным материаловедческим исследованиям, одним из наиболее эффективных и распространенных способов

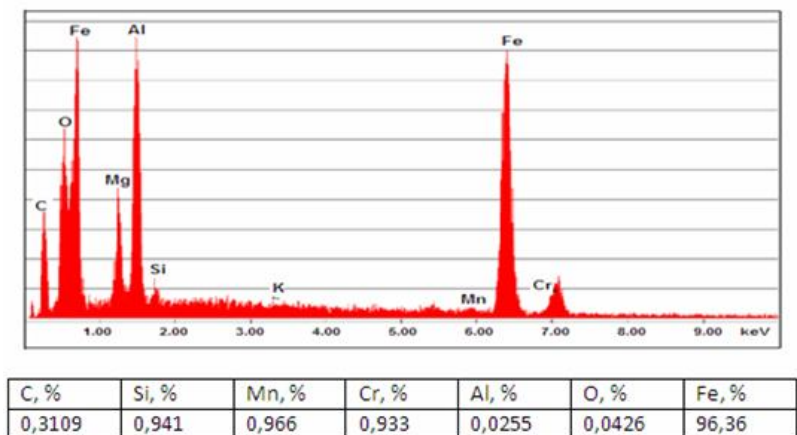
поверхностного упрочнения металлов металлопродукции является химико-термическая и комбинированная обработка.

Использование на практике технологии химико-термической обработки в плазме электролита для получения модифицированных поверхностных слоев позволяет объединить преимущества уже известных упрочняющих технологий. Как известно, поверхностный модифицированный слой достигается за счет использования электрических разрядов в электролитной плазме, которые приводят к локальному нагреву микронных детали и диффузионному насыщению обрабатываемой поверхности атомами химических соединений. При повышении температуры поверхности с помощью электролитного нагрева становится возможным создание модифицированных слоев за счет диффузии элементов, содержащихся в составе электролита, а также за счет термической обработки поверхности. В результате образуется плавный переход от материала детали к модифицированным поверхностным слоям [3-4].

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы является разработка оптимального режима и технологических параметров плазменно-электролитического борирования, а также исследование изменений микроструктуры и определение микротвердости модифицированных поверхностных слоев стали 30ХГСА.

В качестве материала исследования использовали образцы стали 30ХГСА размером 30x30x8 мм<sup>3</sup> в состоянии поставки (закалка при 880°C и отпуск при 540°C в масле в соответствии с ГОСТ 4543-71) и обработанном состоянии при разных режимах плазменно-электролитического борирования. Механические характеристики исследуемой стали после традиционной закалки и отпуска:  $\sigma_{0,2}$ =830 МПа,  $\sigma_b$ =1080 МПа, НВ=2290 МПа,  $\rho$ =7850 кг/м<sup>3</sup>. Химический состав стали: 0,28-0,35 % С; 0,8-1,1 % Cr; 0,8-1,1 % Mn; 0,9-1, % Si; 0,025 % P; 0,025 % S, остальное Fe по ГОСТу 4543-71.

На рисунке 1 приведен химический состав, и распределение элементов в образце исследуемой стали, полученный экспериментально в лабораториях Университета им. Отто-фон-Гуерике (г. Магдебург, Германия, ноябрь 2011 г.)



**Рис.1.** Химический состав и распределение элементов в образце стали 30ХГСА.

Структурные исследования образцов стали 30ХГСА проводили в НИИ Нанотехнологий и новых материалов ВКГТУ им Д. Серикбаева и в научных лабораториях Института материаловедения и соединительных технологий Университета им. Отто фон Гуерике (г. Магдебург, Германия) методами рентгеноструктурного анализа на рентгеновском дифрактометре XRD-3000 в монохроматизированном  $\text{CuK}\alpha$ -излучении ( $\lambda=2,2897 \text{ \AA}$ ), оптической микроскопии на Altami-MET. Механические испытания на микротвердость проводили на установке ПМТ-3М по ГОСТ 9450-76 после электролитно-плазменного борирования образцов стали 30ХГСА. Образцы после механической шлифовки и полировки с использованием алмазных паст, подвергали химическому избирательному травлению для выявления микроструктуры поверхности стали согласно [5].

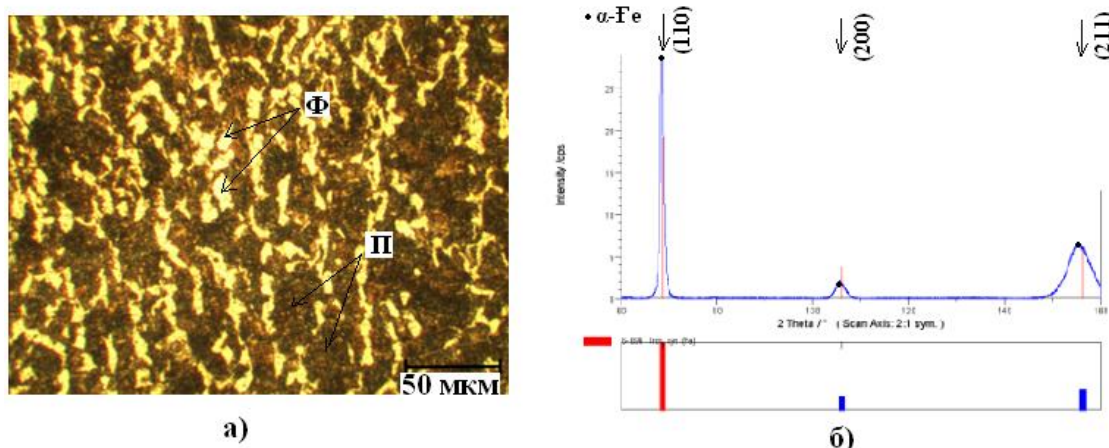


Рис.2. Микроструктура (а) и рентгеновская дифрактограмма стали 30ХГСА в состоянии поставки.

Проведенные металлографические исследования стали 30ХГСА в состояние поставки показали, что поверхность исследуемых образцов стали 30ХГСА имеет ферритно-перлитную структуру. Как видно из рисунка 2 (а), зерна перлита и феррита располагаются друг относительно друга случайным образом. Приблизительно 60% основного объема исследуемой стали занимают зерна перлита. Средние размеры зерен перлита составляют около 12.7 мкм, а средние размеры зерен феррита оказались несколько меньше и составили 9.4 мкм. На рисунке 2 (б) приведен фрагмент рентгеновской дифрактограммы и штрих-рентгенограмма. Пики дифрактограммы соответствуют α-Fe фазе.

На рисунке 3 схематически изображена установка плазменно-электролитической обработки, где позиция 1 – упрочняемая деталь из стали 30ХГСА (катод), 2 – анод из нержавеющей стали, 3 – поддон, 4 – насос, 5 – теплообменник, 6 – источник питания, 7 – управляемый персональный компьютер, 8- дополнительный держатель-редуктор для длинномерных образцов [6]. Стрелками показано направление движения электролита и воды в теплообменнике. Через дно анода сделан ввод для подачи охлажденного электролита диаметром 15 мм. После рабочей камеры электролит поступает в поддон, представлявший собой наружную камеру, окружающую анод, диаметром 200 мм и высотой 100 мм. Подача детали-катода в рабочую камеру осуществлялась с помощью шестеренчатой передачи. Скорость подачи электролита (расход) составляла 6 л/мин. Скорости подачи охлаждающей воды в теплообменник составляла 7 л/мин. Принятые параметры охлаждения электролита позволяют ограничить температуру его разогрева величиной 30-40°C при нагреве образцов до температур 900-1000 °С. Рабочая камера представляет цилиндрический сосуд с переливом электролита через край, внутри которой размещается анод диаметром 100 мм и высотой 120 мм.

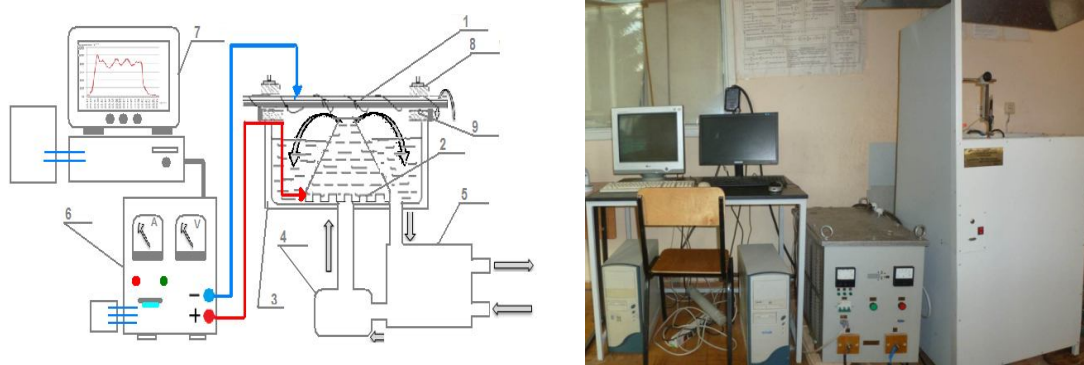


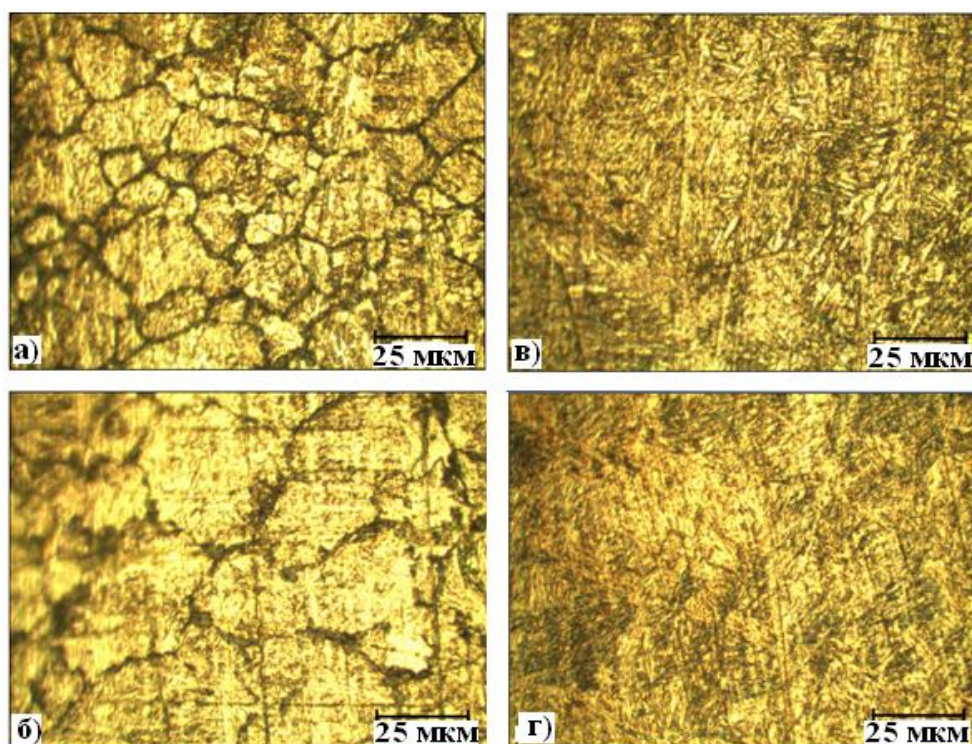
Рис.3. Схематическое изображение и общий вид установки плазменно-электролитической обработки.

## • Технические науки

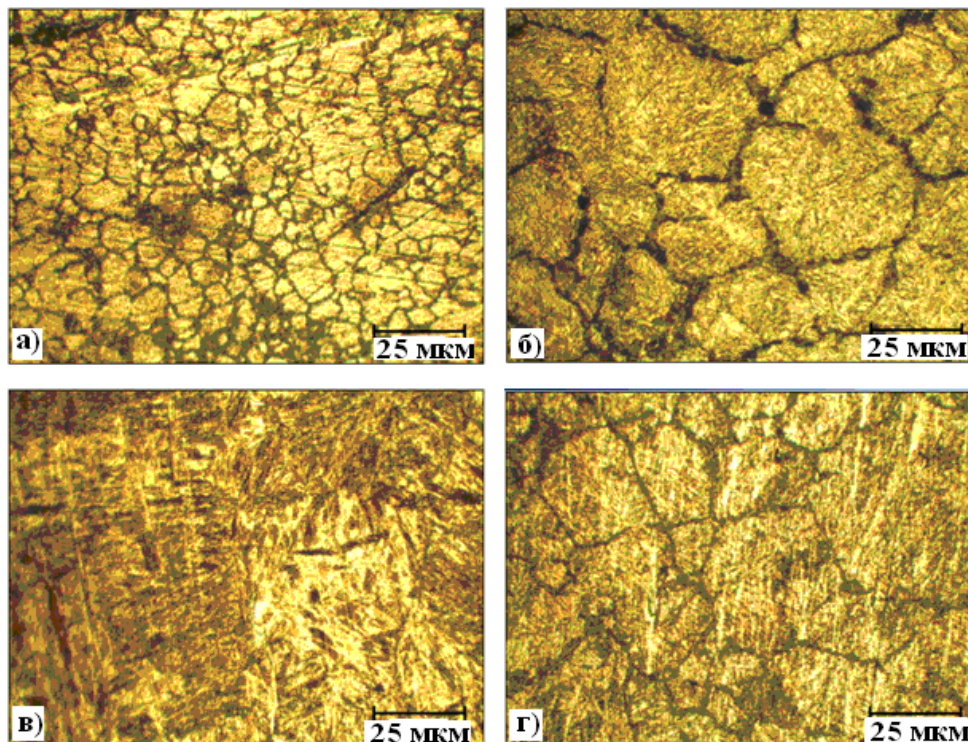
Процесс плазменно-электролитического упрочнения включает проведение обработки в дуговом разряде при температуре 900-1000°C в течение 1-7 мин с различными содержаниями активных веществ в водном растворе в зависимости от химического состава обрабатываемой детали и вида предполагаемой химико-термической обработки (борирования). Как было показано ранее в работе [7], электролитно-плазменная обработка позволяет получить на обрабатываемой поверхности детали, модифицированные слои, обеспечивающие повышение износостойкости и микротвердости, а также позволяет равномерно распределить в тонком поверхностном слое все структурные фазообразования и за счет этого улучшить эксплуатационные характеристики обрабатываемой поверхности детали.

Таблица . 1. Технологические параметры плазменно-электролитического борирования

Образец стали 30ХГСА	Температура, t, °C	Время, τ, мин	Напряжение, U, В
Режим 1	900	1	320/200/180
		3	320/280/160
		5	320/280/140
		7	320/280/138
Режим 2	950	1	320/200/180
		3	320/280/180
		5	320/280/140
		7	320/280/138
Состав электролита: водный раствор 10% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (натрий углекислый)+10% Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> *10H <sub>2</sub> O (натрий тетраборат)			



**Рис. 4.** Фрагменты микроструктуры модифицированного поверхностного слоя образцов стали 30ХГСА после плазменно-электролитического борирования при температуре 900 °C с продолжительностью 1 мин (а), 3 мин (б), 5 мин (в), 7 мин (г).



**Рис. 5.** Фрагменты микроструктуры модифицированного поверхностного слоя образцов стали 30XГСА после плазменно-электролитического борирования следующих режимов: при температуре 950 °С с продолжительностью обработки 1 мин (а), 3 мин (б), 5 мин (в), 7 мин (г).

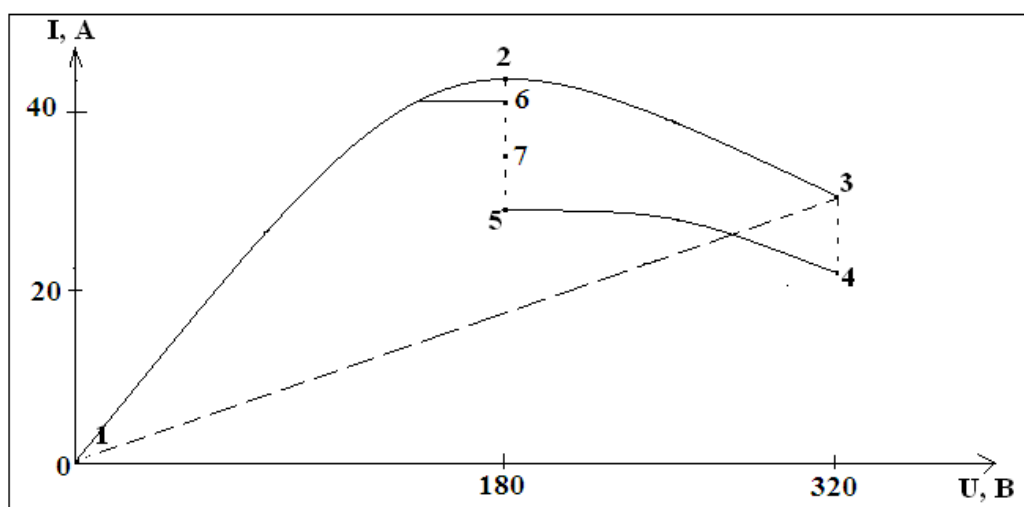
На рисунках 4-5 приведены фрагменты микроструктуры поверхности образцов стали 30XГСА, обработанных по режимам 1-2 указанных в таблице 1. Модифицированный поверхностный диффузионный слой, вероятнее всего состоит из боридов FeB (на поверхности) и Fe<sub>2</sub>B. Сравнивая фрагменты полученных микроструктур с атласом можно предположить, что также присутствуют фазы мартенсита и цементита. Однако, для установления точного состава структурно-фазового состояния поверхностного слоя необходимо провести дополнительные исследования. Следует отметить, что электролитно-плазменные процессы изучаются сравнительно недавно, поэтому пока не существует ни физической, ни химической теорий этих процессов. Вместе с этим показывает, что полное описание электролитно-плазменного процесса не может базироваться на чисто физических или чисто химических представлениях [8].

Устойчивое получение плазмы достигается при разной площади положительного и отрицательного электродов. При погружении образца (катода) в электролит более чем на (2-4) мм и подаче напряжения от 0 до 320 В плазма не загорается. На электродах с повышением напряжения увеличивается газовыделение и растет сила тока. В случае, когда катод опущен в электролит больше чем на половину, то при напряжении на электродах (160-180)В начинаются искровые пробои в области газовыделения. При повышении значения напряжения, растет характерный гул, искровые пробои переходят в стационарное горение плазмы. Концентрацию активных веществ в электролитах и температуру процесса обработки приходится менять в зависимости от вида геометрических размеров обрабатываемой детали.

Характерная закономерность изменения силы тока при повышении напряжения схематически показана на рисунке 6.

Согласно проведенным экспериментальным исследованиям было установлено, что вначале процесса, при повышении напряжения линейно растет сила тока. Затем, при напряжении более 180 В появляется нелинейность при напряжении около 320 В (точки 3 - 4) сила тока уменьшается резко, и у катода появляется яркое свечение (плазма). Дальнейшее уменьшение напряжения незначительно изменяет силу тока (точки 4 - 5). При напряжении около 180 В (точки 5 - 7) свечение у катода исчезает, сила тока скачкообразно увеличивается почти до прежней величины. Свечение в

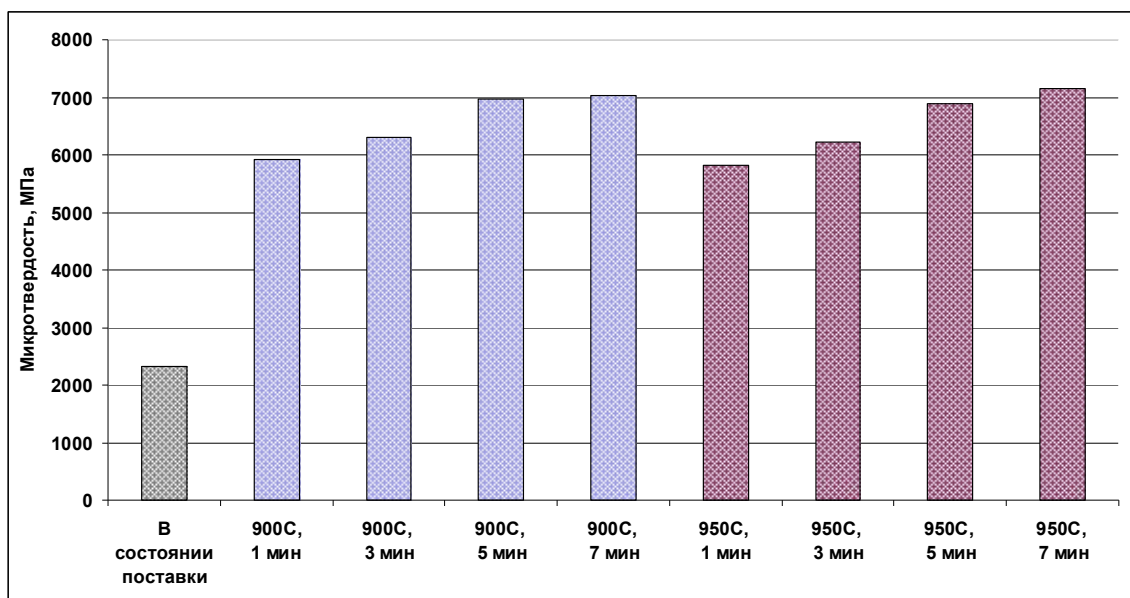
электролите, содержащем водный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – оранжевое. При устойчивой парогазовой оболочке и меньшей площади соприкосновения плазмы с электролитом, свечение переходит в фиолетовый цвет.



**Рис.6.** Схематическое изображение Вольт-Амперной характеристики установки плазменно-электролитической обработки

Однако, на основе ранее проведенных авторами [9,10] аналогичных исследований по определению энергетических параметров плазменно-электролитического процесса можно предположить, что для получения стабильного разряда при более низких напряжениях необходимо либо, чтобы электролит был нагрет от  $70^\circ\text{C}$ , либо был нагрет активный электрод (катод) до  $500^\circ\text{C}$ , что является трудоемким и снижает производительность процесса обработки.

Из рисунка 7 видно, что значение микротвердости повысилось в 3-3,5 раза и составляет 7100 МПа. Проведенные исследования показали, что для получения модифицированных поверхностных слоев стали 30ХГСА плазменно-электролитическим борированием оптимальным является режим при температуре  $900-950^\circ\text{C}$  с продолжительностью обработки 5-7 мин.



**Рис.7.** Распределение микротвердости образцов стали 30ХГСА при разных режимах плазменно-электролитического борирования.

Таким образом, на основании анализа полученных результатов исследований модифицированных поверхностных слоев стали 30ХГСА при плазменно-электролитическом борировании, можно сделать следующие выводы:

- оптимальным режимом получения повышенных значений микротвердости, является обработка борированием в плазме электролита при температуре 900-950°C, с продолжительностью 5-7 мин;
- установлены технологические параметры и Вольт-Амперная характеристика процесса борирования образцов стали 30ХГСА в плазме электролита;
- установлено, что значение микротвердости поверхности модифицированного слоя стали 30ХГСА после обработки борированием составляет 7100 МПа.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке АО «НАТР» РК в соответствии с договором №475/189-209-11 на 2011-2014 годы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А.П. Хрищанович. Плазменный способ генерации тепла. Лаборатория плазменной электрохимии. г.Запорожье, -2009г. -С.10.
2. Е.И. Суминов, П.Н. Белкин, А.В. Эпельфельд, В.Б. Людин, Б.Л. Крит, А.М. Борисов Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов, Москва: Техносфер, 2011.- 464 с.
3. И.В. Фомихина, Ю.О. Лисовская, Ю.Г. Алексеев, А.Ю. Королев, В.С. Нисс. Влияние плазменно-электролитической обработки на структуру и свойства поверхности. // Сборник докладов международного симпозиума «Инженерия поверхности. Новые порошковые композиционные материалы. Сварка», Минск, -2009 г., -С.158-165.
4. В.С. Нисс, А.А. Кособуцкий, Ю.Г. Алексеев, А.Э. Паршута, А.Ю. Королев Устройство осаждения и очистки парожидкостных аэрозолей для ресурсосберегающей и экологически безопасной плазменно-электролитической обработки. Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: Материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, -2010 г.Ч.2. – С. 218 – 221.
5. M. Skakov, L. Zhureroва, M. Scheffler. «Way of Hardening Surface Coating of Details from Steel 30CrMnSi in Electrolytic Plasma» 2012 International Conference on Materials Science and Nanotechnology (ICMSN 2012 ) , Guangzhou, China, "Key Engineering Materials", Vols. 531-532 (2013) pp 178-181.
6. М.К. Скаков, Л.Г. Журерова. Инновационный патент №26920 на изобретение «Способ обработки деталей из легированной стали»от 15.05.2013г бюллетень №5.
7. M. Skakov, L. Zhureroва, M. Scheffler. Influence of Regimes Electrolyte-Plasma Processing on Phase Structure, Mechanical Properties and Wear Resistance of Steel 30CrMnSi, The 32<sup>th</sup> All-Polish Tribology conference Autumnal school of Tribology 2012 Wroclaw University of Technology Institute of Machine Design and Operation, Wroclaw, Poland, 2012, pp. 178-182.
8. А.М. Гурьев Физические основы термоциклического борирования / А.М. Гурьев, Э.В. Козлов, Л.Н. Игнатенко, Н.А. Попова. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. 2008. с15-16.
9. С.Д. Терентьев, Г.В. Плеханов Исследование вольт-амперной характеристики электролитно-плазменного разряда // Вузовская наука в современном мире: Тезисы докладов международной научно-технической конференции. Рубцовск, 1999. –с 118-119
10. Б.К. Рахадиллов, М.К. Скаков Оборудование и технология электролитно-плазменного азотирования режущего инструмента // Материалы X Международной конференции «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалы», г.Алматы, 2013.-С. 291-297

#### REFERENCES

1. A.P. Hrishanovich. Plazmenniy sposob generacij tepla. Laboratoriya plazmennoi elektrohimiij. Zaporoje, -2009. -P.10.
2. E.I. Suminov, P.N. Belkin, A.V. Epelpheld, V.B. Liudin, B.L. Krit, A.M. Borisov Plazmenno-elektroliticheskoe modifitsirovanie poverhnosti metallov i splavov.-M: Technosfer, 2011. – Vol.1. 464.
3. I.B. Phomihina, U.O. Lisovskaya, U.G. Alekseev, A.U. Korolev, B.S. Niss. Vliyanie elektrolitno-plazmennoi obrabotki na strukturu i svoystva poverhnosti // Collection of reports of the international Symposium «Injenerija poverhnosti. Novye poroshkovye kompozicionnye materially. Svarka», Minsk: -2009. –P.P.158-165.
4. B.S. Niss, A.A. Kosobuckij, U.G. Alekseev, A.E. Parshuto, A.U. Korolov Resurso- I energosberegaiushie tehnologii i oborudovanie, ekologicheski bezopasnye tehnologii // Materials of the International scientific and technical conference. Minsk: -2010. -Vol.2. – P.P. 218 – 221.

5. M. Skakov, L. Zhurerova, M. Scheffler. Way of Hardening Surface Coating of Details from Steel 30CrMnSi in Electrolytic Plasma // Key Engineering Materials. -2013. - Vol.531-532 (2013). P.P. 178-181.
6. M.K. Skakov, L.G. Zhurerova. Innovative patent #26920 for the invention "Processing means for parts of alloyed steel" at 15.05.2013 bulletin #5.
7. M. Skakov, L. Zhurerova, M. Scheffler. Influence of Regimes Electrolyte-Plasma Processing on Phase Structure, Mechanical Properties and Wear Resistance of Steel 30CrMnSi // The 32<sup>th</sup> All-Polish Tribology conference Autumnal school of Tribology 2012 Wroclaw University of Technology Institute of Machine Design and Operation, Wroclaw. Poland. -2012, P.P.178-182.
8. Gurev A.M. Fizicheskie osnovy termociklicheskogo borirovaniya // A.M. Gurev, E.V. Kozlov, L.N. Ignatenko, N.A. Popova. — Barnaul: AltGTU, -2000. P.15-16.
9. Terentyev S.D., Plehanov G.V. Issledovanie volt-ampernoj harakteristiki elektrolitno-plazmennogo razryada. Vuzovskaya nauka v sovremennom mire: Tezisy dokladov mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferencij. Rubtsovsk, 1999. P.118-119.
10. Rahadilov B.K., Skakov M.K. Oborudovanie i technologyja elektrolitno-plazmennogo azotirovaniya rezhushchego instrumenta//Materials X of the International conference «Perspective technologies, the equipment and analytical systems for materials technology and nanomaterials», Almaty, 2013. P. 291-297.

Скаков М.К., Батырбеков Э.Г., Журерова Л.Г.

**30ХГСА болатын плазмалық электролиттік борлау технологиясы.**

**Түйіндемe:** 30ХГСА болатының үлгілерін беттік плазмалық электролиттік борлаудың Вольт-Амперлік сипаттамасы мен технологиялық параметрлері зерттелді. 30ХГСА болатының үлгілерін борлау арқылы модификациялаудың тиімді режимі анықталды. Диффузияланған беттік модификацияланған қабат анықталды. Ол қабатта боридтық фазалар (FeB, Fe<sub>2</sub>B) және беттік модификацияланған қабаттарда өзге беріктендіргіш фазалардың бөлшектері де түзіледі.

**Түйін сөздер:** электролиттік плазмалық борлау, Вольт-Амперлік сипаттама, модификацияланған беттік қабат, микроқаттылық.

Skakov M., Bатыrbekov E., Zhurerova L.

**Electrolyte plasma borating technology of 30CrMnSiA steel.**

**Summary.** Technological parameters and the volt-ampere characteristic of the surface of electrolyte plasma borating samples of 30CrMnSiA steel is studied. Optimum mode of modification of the 30CrMnSiA steel samples by borating was defined. Identified modified surface diffusion layer, which probably consists of boride phases (FeB, Fe<sub>2</sub>B), as well as other particles hardening phases on the surface of modified layers.

**Key words:** electrolyte plasma borating, volt-ampere characteristics, modified surface layer, microhardness.

УДК 621.2.082.18

<sup>1</sup>Скаков М.К., <sup>2</sup>Журерова Л.Г.

<sup>(1)</sup> РГП «Национальный Ядерный центр Республики Казахстан», Курчатова, Казахстан,

<sup>(2)</sup> Восточно-Казахстанский государственный технический университет

им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

[skakov@mnc.kz](mailto:skakov@mnc.kz)

[leila\\_uka@mail.ru](mailto:leila_uka@mail.ru)

**ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВО-СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 30ХГСА ПРИ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ**

**Аннотация.** Настоящая работа посвящена образованию модифицированных поверхностных слоев в стали 30ХГСА и исследованию влияния параметров плазменно-электролитической обработки на особенности изменения структурно-фазового состояния, а также повышению механических свойств конструкционной стали 30ХГСА. Процесс плазменно-электролитического модифицирования осуществляли в водном растворе 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и 10% C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(ОН) при температуре 750-950 °С с продолжительностью обработки 3-7 мин.

**Ключевые слова:** плазменно-электролитическое модифицирование, цементация, модифицированный поверхностный слой, микротвердость, износостойкость.

Известно, что получение модифицированных поверхностных слоев, обладающих повышенными защитными, упрочняющими и трибологическими свойствами является на сегодняшний день весьма актуальной задачей. Использование на практике технологий



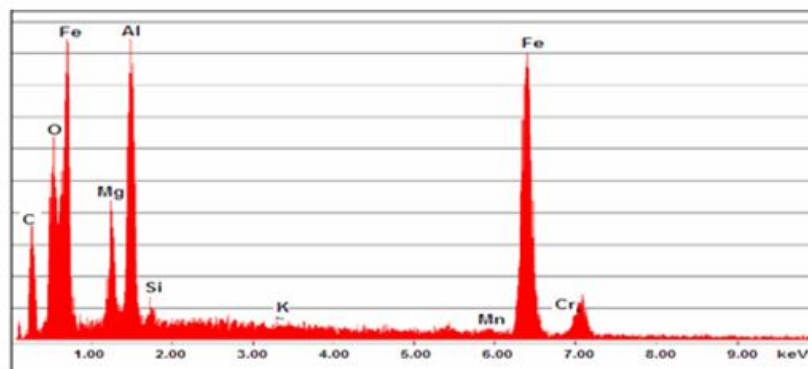
высокоэнергетического воздействия для получения модифицированных поверхностных слоев позволяет объединить преимущества уже известных упрочняющих технологий. Так, поверхностный модифицированный слой достигается за счет использования электрических разрядов в электролитной плазме, которые приводят к локальному нагреву микронной детали и диффузионному насыщению обрабатываемой поверхности атомами химических соединений. При повышении температуры поверхности с помощью электролитного нагрева становится возможным создание модифицированных слоев за счет диффузии элементов, содержащихся в составе электролита, а также за счет термической обработки поверхности. В результате образуется плавный переход от материала детали к модифицированным поверхностным слоям [1-3].

Применение процесса плазменно-электролитического модифицирования (ПЭМ) в качестве высокоэнергетического воздействия, за счет создания локальных мощных потоков энергии для инициирования высокоинтенсивного процесса, позволяет получить модифицированные поверхностные слои, насыщенные углеродом до необходимой толщины в ходе электрохимического или комбинированного с электролитно-плазменной обработкой процесса. Технологическими параметрами процесса ПЭМ, которые влияют на качество и производительность обработки, являются продолжительность обработки, температура и состава электролита [4]. Одним из основных путей повышения эксплуатационных характеристик деталей машин является применение технологии, способствующей повышению производительности и работоспособности рабочей поверхности детали. В связи с этим нами выбран научно обоснованный технологический процесс ПЭМ, отвечающий современным экологическим требованиям и позволяющий обрабатывать поверхности материала с достаточной производительностью. Вместе с тем, обладающим хорошим потенциалом для совершенствования энерго- и ресурсосберегающих видов обработки, которые приводят к образованию стабильных ферритно-перлитных структур, обеспечивающих более высокие механические свойства поверхностных слоев материала [5-6].

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы является исследование изменений микроструктуры, фазово-структурного состояния, микротвердости и износостойкости поверхностных слоев стали 30ХГСА при плазменно-электролитическом воздействии.

В качестве материала исследования использовали образцы стали 30ХГСА размером 30x30x8мм<sup>3</sup> в состоянии поставки (закалка при 880 °С и отпуск при 540 °С в масле в соответствии с ГОСТ 4543-71) и обработанном состоянии при разных режимах электролитно-плазменной цементации. Механические характеристики исследуемой стали после традиционной закалки и отпуска:  $\sigma_{0,2}$ =830 МПа,  $\sigma_b$ =1080 МПа, НВ=2290 МПа,  $\rho$ =7850 кг/м<sup>3</sup>. Химический состав стали: 0,28-0,35 % С; 0,8-1,1 % Сг; 0,8-1,1 % Мп; 0,9-1, % Si; 0,025 % Р; 0,025 % S, остальное Fe по ГОСТу 4543-71.

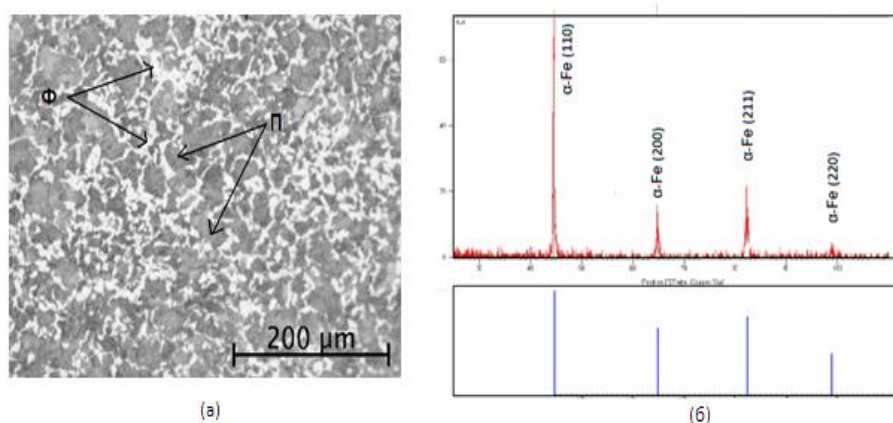
На рис.1 приведен химический состав, и распределение элементов в образце исследуемой стали, полученный экспериментально в лабораториях Университета им. Отто-фон-Гуерике (г. Магдебург, Германия, ноябрь 2011 г.)



C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Al, %	O, %	Fe, %
0,3109	0,941	0,966	0,933	0,0255	0,0426	96,36

Рис. 1. Химический состав и распределение элементов в образце стали 30ХГСА.

Структурные исследования образцов стали 30ХГСА проводили в НИИ Нанотехнологий и новых материалов ВКГТУ им Д. Серикбаева и в научных лабораториях Института материаловедения и соединительных технологий Университета им. Отто фон Гуерике (г. Магдебург, Германия) методами рентгеноструктурного анализа на рентгеновском дифрактометре XPertPRO в монохроматизированном  $\text{CuK}_\alpha$ -излучении ( $\lambda=2,2897 \text{ \AA}$ ), элементного анализа поверхности и поперечного сечения стали 30ХГСА после плазменно-электролитического модифицирования на растровом электронном микроскопе FEI XL 30 FEG, оптической микроскопии на НЕОРНОТ 21 и АХИОРНОТ-2, механические испытания на микротвердость проводили на установке ПМТ-3М по ГОСТ 9450-76 и измерения износостойкости при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы по ГОСТ 23.208-79. Образцы после механической шлифовки и полировки с использованием алмазных паст, подвергали химическому избирательному травлению для выявления микроструктуры поверхности стали в соответствии с [7].



**Рис.2.** Микроструктура (а) и рентгеновская дифрактограмма стали 30ХГСА в состоянии поставки.

Проведенные металлографические исследования стали 30ХГСА в состоянии поставки, показали, что поверхность исследуемых образцов стали 30ХГСА представляет собой ферритно-перлитную структуру (рис.2). Как видно из рисунка 2 (а), зерна перлита и феррита располагаются друг относительно друга случайным образом. Приблизительно 60% основного объема исследуемой стали занимают зерна перлита. Средние размеры зерен перлита составляют около 12.7 мкм, а средние размеры зерен феррита оказалось несколько меньше и составили 9.4 мкм. На рис. 2 (б) приведен фрагмент рентгеновской дифрактограммы и штрих-рентгенограмма. Пики дифрактограммы соответствуют  $\alpha$ -Fe - фазе.

Процесс плазменно-электролитического упрочнения включает проведение обработки в дуговом разряде при температуре 750-950°C в течение 3-7 мин с различными содержаниями реактивов в водном растворе в зависимости от химического состава обрабатываемой детали и вида предполагаемой химико-термической обработки (цементация, азотирование, нитроцементация, карбонитрация и т.д.). Как было показано ранее [8], плазменно-электролитическое модифицирование позволяет получить на поверхности детали модифицированные слои, обеспечивающие повышение износостойкости и микротвердости, а также позволяет равномерно распределить в тонком поверхностном слое все фазообразования и за счет этого улучшить эксплуатационные характеристики обрабатываемой поверхности детали [9].

**Таблица 1. Технологические параметры плазменно-электролитической цементации**

Образец стали 30ХГСА	Температура, t, °C	Время, τ, мин	Напряжение, U, В
Режим 1	850	3	320/180
		6	320/160
Режим 2	950	3	320/180
		6	320/160
Состав электролита: водный раствор 10% $\text{Na}_2\text{CO}_3$ +10% $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$			

На рис. 3(а) приведен фрагмент микроструктуры поперечного сечения образца стали 30ХГСА, обработанного по режиму 1 [10]. Металлографические исследования показали, что на фрагменте микроструктуры поперечного сечения различается несколько зон: I-зона, близкая микроструктуре матрицы; II-зона, вероятнее всего зона термического влияния; III-зона модифицированного слоя (см. рис. 3 (б)). На рис. 3 (в) показана дифрактограмма поверхности стали 30ХГСА, которая соответствует линиям  $\alpha$ -Fe и цементита.

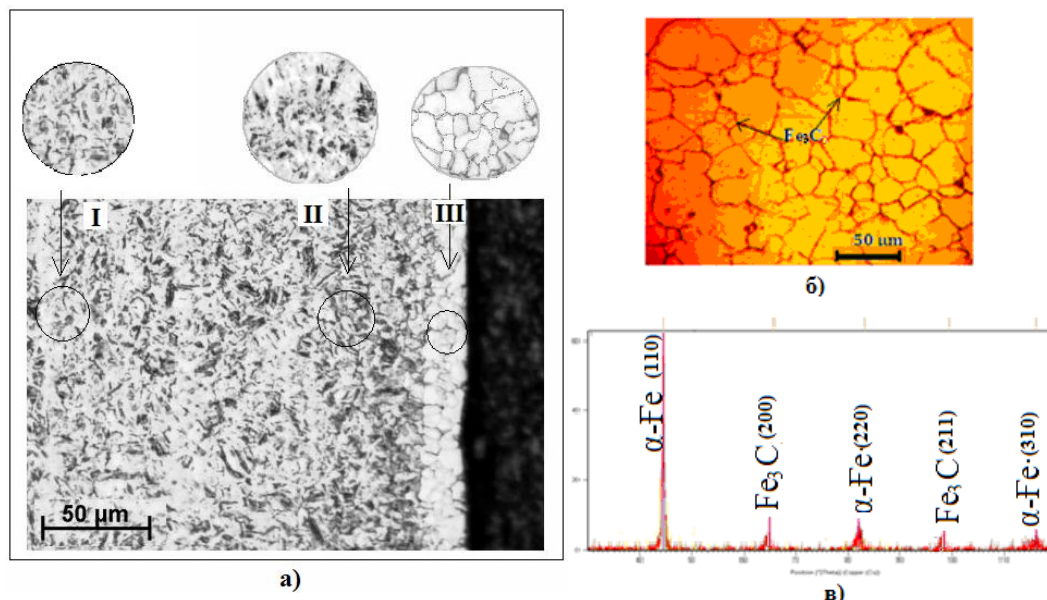


Рис.3. Микроструктура поперечного сечения (а), поверхности (б) и дифрактограмма цементованного образца стали 30ХГСА (в).

По результатам анализа поперечного сечения было установлено, что глубина насыщенного слоя полученного после цементации составляет приблизительно 40-50 мкм. Из рис.4 видно, что значение микротвердости составляет 7500 МПа. Анализ кривой показывает, что на расстоянии от поверхности свыше 40 мкм наблюдается упрочнение, которое согласно [11], по-видимому, объясняется зоной термического влияния при цементации в плазме электролита.

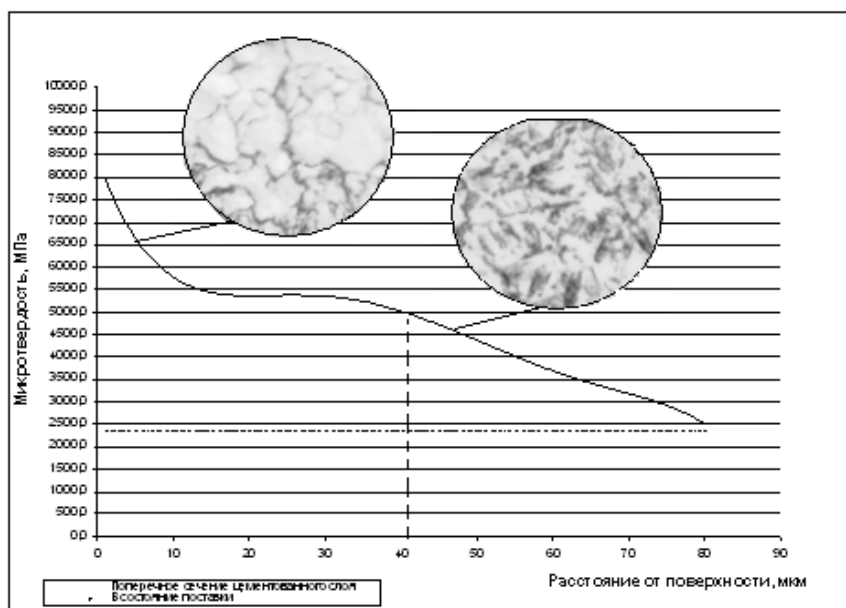
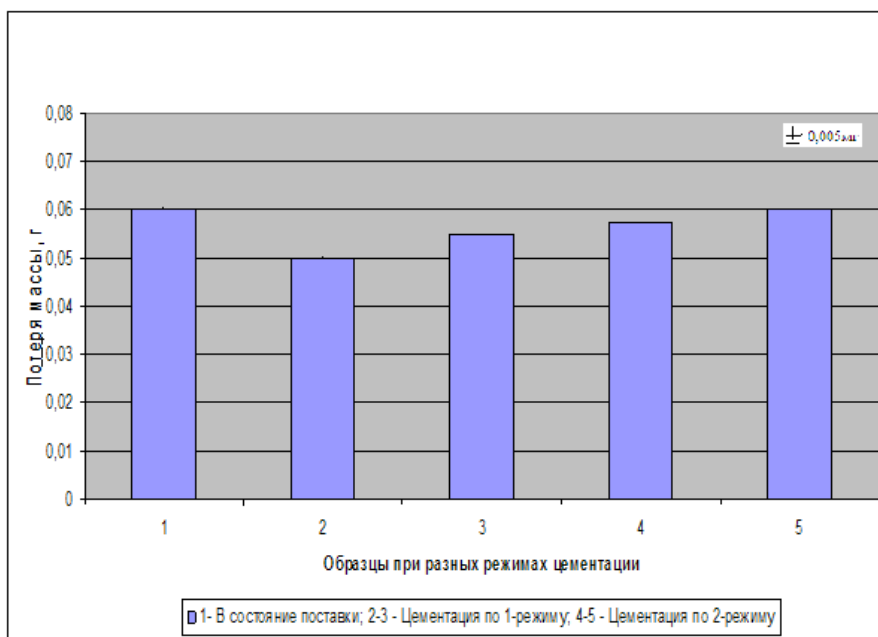


Рис.4. Распределение микротвердости модифицированного поверхностного слоя стали 30ХГСА

Абразивную износостойкость образцов оценивали путем сравнения потери массы до и после обработки. Относительную износостойкость образцов стали определяли по формуле [12]:

$$K_{II} = \frac{\bar{g}_{Э} \rho_{II} N_{II}}{\bar{g}_{II} \rho_{Э} N_{Э}}, \quad (1)$$

где  $\bar{g}_{Э}$ ,  $\bar{g}_{II}$  – средние значения потерь массы при испытаниях эталонного образца и образцов исследуемого материала, (г);  $\rho_{Э}$ ,  $\rho_{II}$  – значения плотности эталонного и исследуемого материала, (г/см)<sup>3</sup>;  $N_{Э}$ ,  $N_{II}$  – количество оборотов ролика при испытаниях эталонного и исследуемого материалов.



**Рис.5.** Износостойкость плазменно-электролитической цементации стали 30ХГСА.

Анализ результатов испытаний, приведенный на рис.5. показал, что экспериментальное значение потери массы обработанных образцов стали 30ХГСА составляет примерно (0,05-0,06) г.

**Выводы.**

Таким образом, на основании анализа полученных результатов исследований структурно-модифицированных слоев поверхности стали 30ХГСА при ПЭМ, можно сделать следующие выводы:

- при плазменно-электролитической цементации, оптимальным режимом получения повышенных значений микротвердости, является обработка при температуре 850°С, с продолжительностью 3-6 мин;
- в результате воздействия плазмы электролита, на поверхности стали 30ХГСА получен модифицированный слой с глубиной 30-40 мкм, который состоит из зерен (α-Fe)-феррита, на границах которых расположены карбиды железа (Fe<sub>3</sub>C);
- значение микротвердости поверхности модифицированного слоя стали 30ХГСА после обработки плазменно-электролитической цементацией составляет 7500 МПа.
- в результате воздействия плазмы электролита абразивная износостойкость образцов стали 30ХГСА возрастает более, чем в 1,5 раза.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке АО “НАТР” РК в соответствии с договором №475/189-209-11 на 2011-2014 годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомихина И.В., Лисовская Ю.О., Алексеев Ю.Г., Королев А.Ю., Нисс В.С. Влияние плазменно-электролитического модифицирования на структуру и свойства поверхности. Сборник докладов международного симпозиума «Инженерия поверхности. Новые порошковые композиционные материалы. Сварка», Минск, 2009 г., - стр. 158-165.
2. Нисс В.С., Кособуцкий А.А., Алексеев Ю.Г., Паршуту А.Э., Королев А.Ю. Устройство осаждения и очистки парожидкостных аэрозолей для ресурсосберегающей и экологически безопасной плазменно-электролитического модифицирования. Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: Материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 2010 г.Ч.2. – стр. 218 – 221.
3. Meletis E.I., Nie X., Wang F.L., Jiang J.C.. Electrolytic plasma processing for cleaning and metal-coating of steel surface. *Surface and Coatings Technology* 150(2002), pp.246-256.
4. Суминов Е.И., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Крит Б.Л., Борисов А.М. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов, Москва: Техносфер, 2011.- 464 с.
5. Соснин Н.А., Ермаков С.А., Тополянский П.А. Плазменные технологии. Сварка, нанесение покрытий, упрочнение: М. Машиностроение. 2008.- 406с.
6. Белкин П.Н. Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов. М.: Мир, 2005. -336с.
7. Skakov M., Zhurerova L., Scheffler M.«Way of Hardening Surface Coating of Details from Steel 30CrMnSi in Electrolytic Plasma» 2012 International Conference on Materials Science and Nanotechnology (ICMSN 2012 ) , Guangzhou, China, "Key Engineering Materials", Vols. 531-532 (2013) pp 178-181.
8. Skakov M., Scheffler M., Kurbanbekov Sh. Influence of Electrolytic Plasma Cementation on the Microhardness and Wear Resistance of Steel 12Cr18Ni10Ti, The 32<sup>th</sup> All-Polish Tribology conference Autumnal school of Tribology 2012 Wroclaw University of Technology Institute of Machine Design and Operation, Wroclaw, Poland, 2012, pp. 155-163.
9. Скаков М.К., Журерова Л.Г. «Способ электролитно-плазменного упрочнения деталей и устройство для его осуществления» Заявка № 2012/0799.1 приоритет от 09.07.2012 г., решение о выдаче положительного заключения инновационного патента на изобретение.
10. Skakov M., Zhurerova L., Scheffler M. Electrolytic-Plasma Cementation Influence of Regimes on Phase Structure and Steel 30CrMnSi Hardening, The 7th International Forum on Strategic Technology «IFOST2012», Proceedings of IFOST2012/ Tomsk Polytechnic University/VOLUME II, .September 17-21, 2012, pp.186-190.
11. Колесов С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов / М.: Высшая школа, 2004. - 518 с.
12. ГОСТ 23.20879 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы.

REFERENCES

1. I.B. Phomihina, U.O. Lisovskaya, U.G. Alekseev, A.U. Korolev, B.S. Niss. Vliyanie elektrolitno-plazmennoi obrabotki na strukturu i svoystva poverhnosti // Collection of reports of the international Symposium «Injenerija poverhnosti. Novye poroshkovye kompozicionnye materialy. Svarka», Minsk: -2009. –P.P.158-165.
2. B.S. Niss, A.A. Kosobuckij, U.G. Alekseev, A.E. Parshuto, A.U. Korolov Resurso- I energosberegaiushie tehnologii i oborudovanie, ekologicheski bezopasnye tehnologii // Materials of the International scientific and technical conference. Minsk: -2010. -Vol.2. – P.P. 218 – 221
3. Meletis E.I., Nie X., Wang F.L., Jiang J.C.. Electrolytic plasma processing for cleaning and metal-coating of steel surface. *Surface and Coatings Technology* 150(2002), -P.P.246-256.
4. E.I. Suminov, P.N. Belkin, A.B. Epelpheld, B.B. Liudin, B.L. Krit, A.M. Borisov Plazmenno-elektroliticheskoe modifitsirovanie poverhnosti metallov i splavov.-M: Technosfer, 2011. – Vol.1. p. 464.
5. N.A. Sosnin, S.A. Ermakov, P.A. Topolyanskij Plazmennye tehnologij: M. Mashinostroenie. 2008. p. 406.
6. P.N. Belkin Elektrohimiko-termicheskaya obrabotka metalov i splavov. M.: Mir, 2005. –p.336.
7. Skakov M., Zhurerova L., Scheffler M.«Way of Hardening Surface Coating of Details from Steel 30CrMnSi in Electrolytic Plasma» 2012 International Conference on Materials Science and Nanotechnology (ICMSN 2012 ) , Guangzhou, China, "Key Engineering Materials", Vols. 531-532 (2013) pp 178-181.
8. Skakov M., Scheffler M., Kurbanbekov Sh. Influence of Electrolytic Plasma Cementation on the Microhardness and Wear Resistance of Steel 12Cr18Ni10Ti, The 32<sup>th</sup> All-Polish Tribology conference Autumnal school of Tribology 2012 Wroclaw University of Technology Institute of Machine Design and Operation, Wroclaw, Poland, 2012, pp. 155-163.
9. Skakov M.K., Zhurerova L.G. Innovative patent #27501 for the invention «Way of electrolyte-plasma hardening of details and the device for realization» at 15.05.2013 bulletin #7.

10. Skakov M., Zhurerova L., Scheffler M. Electrolytic-Plasma Cementation Influence of Regimes on Phase Structure and Steel 30CrMnSi Hardening, The 7th International Forum on Strategic Technology «IFOST2012», Proceedings of IFOST2012/ Tomsk Polytechnic University/VOLUME II, .September 17-21, 2012, pp.186-190.

11. Kolesov S.N. Materialovedenie i tehnologiya konstruksionnyih materialov / M.: Vysshaya shkola, 2004. - 518 c.

12. ГОСТ 23.20879 Obespechenie iznosostoykosti izdeliy. Metod ispyitaniya materialov na iznosostoykost pri trenii o nezhestko zakreplennyye abrazivnyie chastitsyi.

Скаков М.К., Журерова Л.Г.

**Плазмалық электролиттік модификациялау кезінде 30ХГСА болатының беттік қабаттарының фазалық құрылымдық күйінің өзгеруі**

**Түйіндеме:** Плазмалық электролиттік цементациялау кезінде 30ХГСА болатының беттік қабаттарының механикалық қасиеттері мен фазалық құрылымдық күйлерінің өзгерістері зерттелген. Қалыңдығы 30-40 мкм болатын, шекараларында темір карбиді ( $Fe_3C$ ) орналасқан, құрамы ( $\alpha$ -Fe) ферит түйірлерінен тұратын модификацияланған қабат алынды. 30ХГСА болатын үлгілерін цементация арқылы плазмалық электролиттік модификациялау үдерісінің оптималды режимі анықталды. Өңдеуден кейін 30ХГСА болатының беттік қабаттарының абразивті тозуға төзімділігі 1,5 еседен артық шамаға артты, ал микроқаттылық 7500 МПа шамасын құрайды.

**Түйін сөздер:** плазмалық электролиттік модификациялау, цементтеу, модификацияланған беттік қабат, микроқаттылық, тозуға төзімділік.

Skakov M., Zhurerova L.

**Changes of phase-structural condition are surface layers of the 30CrMnSiA steel at plasma-electrolytic modification**

**Summary.** Changes of phase-structural condition and mechanical properties of the 30CrMnSiA steel surface layers by plasma-electrolytic cementations are studied. The modified layer with depth 30-40 microns consists of ferrite grains ( $\alpha$ -Fe) on which borders ferric carbides ( $Fe_3C$ ) are located is received. The optimum mode plasma-electrolytic modification by cementation of 30CrMnSiA steel samples is established. Defined after processing abrasive wear resistance of 30CrMnSiA steel surface layers increases more than in 1,5 times and value of microhardness makes 7500 MPa.

**Key words:** plasma-electrolytic modification, cementation, modified surface layers, microhardness, wear resistance.

УДК 658.382

**Ж.Д. Төрегелді, Р.С. Өмірбай, Ж. Сәуірбаева**

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, [toregeldi.jamilia@mail.ru](mailto:toregeldi.jamilia@mail.ru))

## **АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА НА ТОО «TNS-INTEC»**

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы производственного травматизма и заболеваемости на ТОО «TNS-INTEC», где аттестация рабочих мест по условиям труда на производстве проводится в целях осуществления оздоровительных мероприятий. В качестве исследовательской задачи авторами была определена оценка травмобезопасности рабочих мест и соответствие рабочих мест требованиям гигиены и охраны труда по результатам аттестации рабочих мест.

**Ключевые слова:** условия труда, производственный травматизм, аттестация рабочих мест, тяжесть и напряженность труда, травмобезопасность.

Аттестация рабочих мест (АРМ) по условиям труда на производстве проводится в целях осуществления оздоровительных мероприятий, ознакомления работающих с условиями труда, сертификации производственных объектов, а также для подтверждения или отмены права предоставления компенсаций и льгот работникам, занятым на тяжелых работах и работах с вредными и опасными условиями труда. Аттестация рабочих мест по условиям труда включает оценку существующих условий и характера труда, оценку травмобезопасности рабочих мест и учет обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты.

При аттестации рабочего места по условиям труда оценке подлежат все имеющиеся на рабочем месте опасные и вредные производственные факторы (физические, химические, биологические) [1],

тяжесть и напряженность труда. Каждое рабочее место учитывается как одно, независимо от того, как оно используется - в одну или две смены.

Занимаясь вопросом производственного травматизма, следует понимать коренные причины этого явления. Таковыми можно считать не те причины, что напрямую приводят к травматизму (например, низкое качество оборудования, отсутствие защитных средств, отсутствие контроля, низкая квалификация персонала – все они будут рассмотрены ниже), а такие, что создают условия для их возникновения.

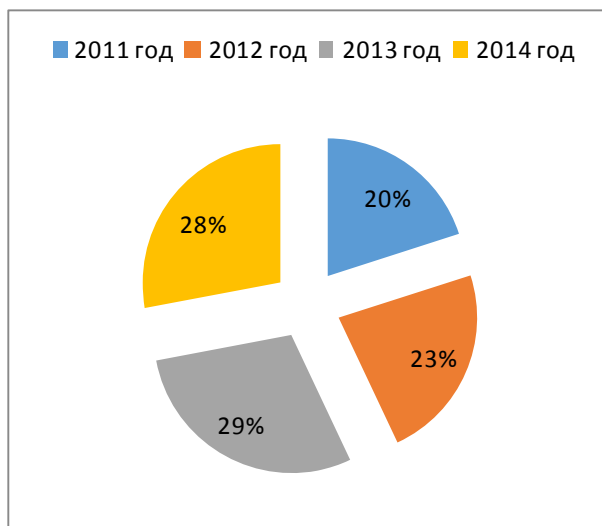
Результаты анализа травматизма зависят в значительной мере от достоверности и тщательности оформления актов о несчастных случаях на производстве.

Исходя из данных ТОО «TNS-INTEC» засчитаем потери, связанные с травматизмом и заболеваниями на предприятии за период 2011-2014гг. в таблице 1.

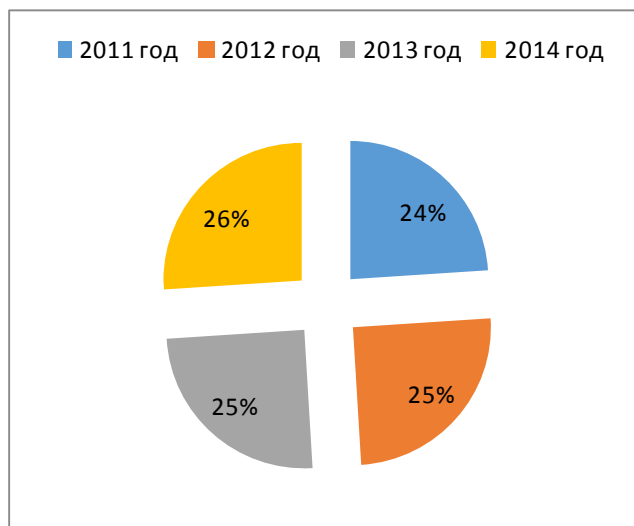
**Таблица 1. Травматизм и заболевания на предприятии**

Наименование исходных данных	Ед из.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.	Абс. измен	Темп роста
Общее списочное число работающих	чел	380	450	581	743	92	90
Годовой фонд календарного рабочего времени	дней	260	260	260	260	-	-
Потеряно всеми травмированными	дней	178	187	146	129	79	51
Потеряно всеми больными	час	3526	3652	3753	3888	135	104
Число травмированных	чел	1	2	2	3	-1	67
Число не работавших в результате заболеваний	чел	135	143	140	145	5	104
Средняя дневная фактическая выработка на 1 раб.	тг.	1985	2225	2455	3683	1228	15
Среднедневная выплата по б/л, связанная с травм.	тг.	322,1	342,2	365,2	515,4	37,2	139
Среднедневная выплата по б/л, связанная с заболеваниями	тг.	196,8	221,2	241,2	365,3	19,1	131
Израсходовано средств на улучшение условий	тг.	2314	2325	2405	2524	28	105
Продолжительность рабочего дня	час	7,9	7,9	7,9	7,93	0,03	100
Стоимость всей изготовленной продукции за год	тыс. тг.	278522	271452	286414	404862	72218	195

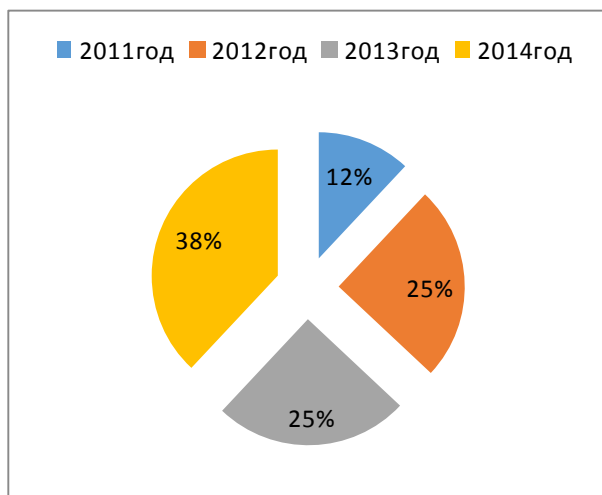
Данные в таблице 1 показывают, что число дней потерянных всеми травмированными уменьшилось на 17 дней по сравнению с 2013 годом, число травмированных в 2014 году уменьшилось на 1 человека по сравнению с прошлым годом, это связано с тем, что на предприятии уделяется большое внимание обучению по охране труда. Число не работающих в результате заболевания увеличилось на 5 человек в 2014 году по сравнению с 2013годом. И в процентном соотношении они приведены на рисунках 1 - 4. Среднедневная выплата по больничным листам, связанная с травматизмом также увеличилась в 2014 году на 150 тг., а среднедневная выплата, связанная с заболеваниями увеличилась ненамного, на 124тг.. Средства, выделяемые на улучшение условий труда невелики, но и они в 2014 году израсходованы больше на 119тг. по сравнению с 2013 г. В целом видим, что потери, связанные с травматизмом и заболеваниями на предприятии невелики, а значит предприятие в лице руководителя, выполняет требования охраны труда и безопасности [2] и следит за травматизмом и заболеванием работников. Данные взяты в бухгалтерии, отделе охраны труда, у инженеров по техники безопасности, в планово-экономическом отделе.



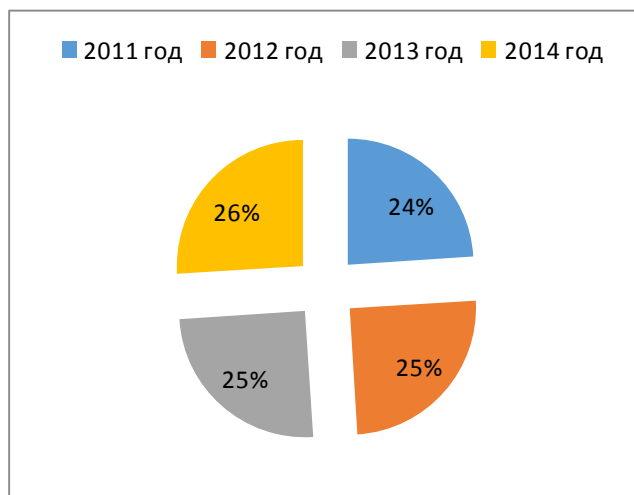
**Рис. 1.** Количество дней потерянных всеми травмированными



**Рис. 2.** Количество часов потерянных всеми больными



**Рис. 3.** Количество травмированных людей за год



**Рис. 4.** Число не работающих в результате заболеваний

Для того чтобы произвести расчет потерь, связанных с травматизмом, воспользуемся следующими документами: ведомости о зарплате, больничные листы, отчеты о несчастных случаях. Данные для расчета сводятся в таблицу 2.

На основании данных (таблица 2) видно, что травматизм в ТОО «TNS-INTEC» за последний год идет к снижению, в 2014г. на 1 случай произошел меньше, чем в 2011г., это говорит о том, что службой охраны труда уделяется особое внимание обучению по охране труда и технике безопасности, вследствие уменьшение числа несчастных случаев приводит к снижению числа нетрудоспособных дней, а значит и снижение показателя нетрудоспособности, который снизился на 293 дня на 2014 год. На 1000 человек в 2011 году пришелся 427 день, а в 2014г.-134 дня. Что можно сказать и о тяжести травматизма, которые за последние годы снизились с 64 до 39 дня. Показатель нетрудоспособности травматизма снизился за последний год втрое. Это говорит о том, что из 1000 нетрудоспособных дней в 2014 году последствия травматизма привело к потере 134 рабочих дней. В целом видим, что все показатели травматизма идут к снижению, это связано с тем, что на предприятии ведется улучшение рабочих мест, уделяется особое внимание обучению и охране труда и технике безопасности с рабочими, устраняются недостатки в оборудовании, последствия которых могли привести к травмам.



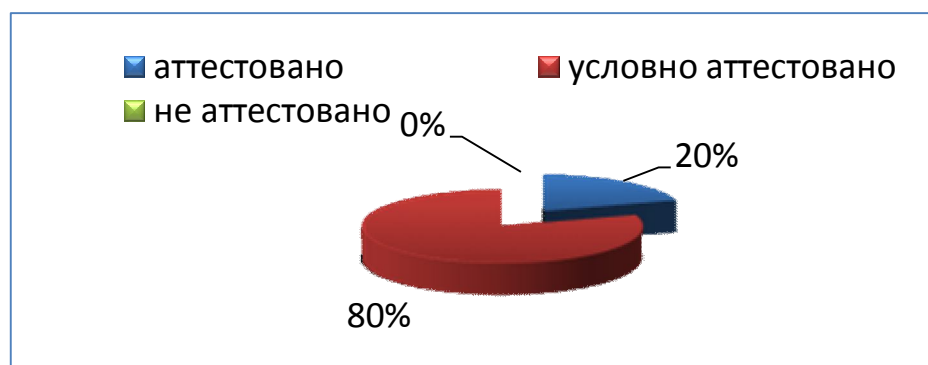
Таблица 2. Показатель травматизма

Наименование показателей	Ед. изм.	Обозначение	2011г	2012г.	2013г	2014г	Абсолют. изменение	Темп роста
Число несчастных случаев	Ед.	Нт	3	2	2	2	-1	66
Число дней нетрудоспособности	Дн.	Дт	192	172	158	78	-114	41
Показатель частоты травматизма	Ед.	$Pч=Nт/Жр*1000$	6,7	4,3	3,4	3,4	-3,3	51
Показатель нетрудоспособности	Дн. На 1000чел	$Pч=Дт/Жр*1000$	427	370	336	134	-293	31
Показатель тяжести травматизма	Дн.	$Пт=Дт/Нт$	64,0	86,0	79,0	39	-25	61
Количество профессиональных заболеваний	Ед.	-	-	-	-	-	-	-

Размеры ущерба от травматизма в 2011 году составили 930820 тг., а в 2014 году снизились до 320970 тг., снижение произошло вследствие уменьшения числа рабочих дней потерянными всеми травмированными, а также увеличения средней выработки на одного работающего.

Аттестация рабочих мест проводилась на 343 рабочих местах по графику, согласно приказу о создании постоянно действующей комиссии по аттестации рабочих мест по условиям труда в ТОО «TNS-INTEC»

По результатам аттестации 69 рабочих мест (РМ) соответствуют требованиям гигиены и охраны труда (ГиОТ) [3] относятся к 1-2 классу опасности, т.е. не опасные и умеренно опасные 280 рабочих мест являются условно аттестованными, т.е. относятся к классу 3 (опасному): к 3.1. – 98 рабочих мест, на которых работает 390 человек; к 3.2. – 89 рабочих мест, на которых работает 443 человека; к 3.3. – 61 рабочих мест, на которых работает 182 человека; к 3.4 – 32 рабочих мест, на которых работает 82 человека. Все эти выше указанные данные в процентном соотношении показано на рисунках 5 и 6.



I.

Рисунок 5. Распределение РМ по условиям труда

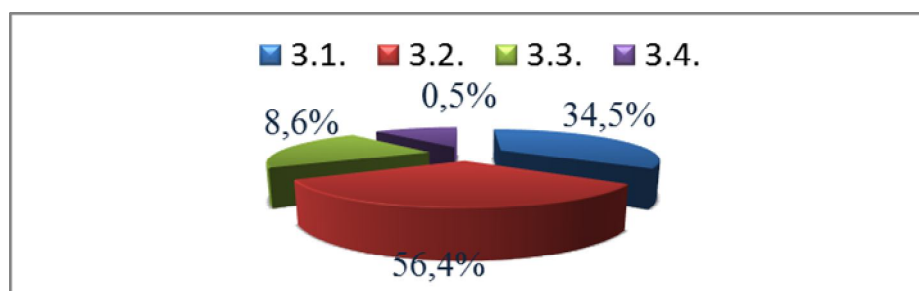


Рис. 6. Распределение РМ не соответствующих требованиям ГиОТ по степени вредности и опасности

## • Технические науки

Оценка травмобезопасности рабочих мест проводилась путем проверки соответствия производственного оборудования, приспособлений и инструмента, а также средств обучения и инструктажа требованиям нормативных правовых актов. Из 343 рабочих мест 48 рабочих относятся к 3- опасному классу (рисунок 7).



Рис. 7. Распределение травмоопасных РМ к общему количеству РМ

Обеспечение работников спецодеждой и спецобувью в компании проводится в соответствии с Типовыми нормами бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды [4], специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Обеспеченность рабочих мест средствами индивидуальной защиты соответствует требованиям охраны труда [5].

Таким образом, после проведения анализа предлагаются следующие мероприятия для снижения производственного травматизма:

- Обратить внимание на подготовку в области охраны и техники безопасности специалистов предприятия, а также направлять их на семинары и курсы повышения квалификации;
- Обеспечить плакатами, надписями, знаками безопасности и другими наглядными пособиями по охране труда и технике безопасности;
- По возможность принимать на работу специалистов с соответствующим профилю образованием;
- Обеспечивать в достаточном количестве средств защиты и правильное использование их в производстве;
- Усилить контроль за проведением инструктажей на рабочих местах;
- Своевременный контроль за исправностью оборудования;
- Контроль по использованию и обучение правильному применению средств индивидуальной защиты.

### ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Постановление Правительства РК от 05.12.2011 года № 1457 "Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда»;
- [2] Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 августа 2007 года № 721 "Об утверждении Правил принятия нормативных правовых актов в области безопасности и охраны труда соответствующими уполномоченными органами".
- [3] Трудовой Кодекс Республики Казахстан от 19.07.2013г.
- [4] Санитарные правила №1430 от 01.12.2011г. «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям работы с источниками физических факторов (компьютеры и видеотерминалы), оказывающие воздействию на человека
- [5] ГОСТ РК 12.4.233-2007 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания

### REFERENCES

- [1] Postanovlenie Pravitel'stva RK ot 05.12.2011 goda № 1457 "Ob utverzhdenii porjadka provedeniya attestacii rabochih mest po uslovijam truda»;
- [2] Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 21 avgusta 2007 goda № 721 "Ob utverzhdenii Pravil prinjatija normativnyh pravovyh aktov v oblasti bezopasnosti i ohrany truda sootvetstvujushhimi upolnomochennymi organami".

[3] Trudovoj Kodeks Respubliki Kazahstan ot 19.07.2013g.

[4] Sanitarnye pravila №1430 ot 01.12.2011g. «Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k uslovijam raboty s istochnikami fizicheskikh faktorov (komp'jutery i videoterminaly), okazyvajushhie vozdejstviyu na cheloveka

[5] GOST RK 12.4.233-2007 SSBT. Sredstva individual'noj zashhity organov dyhaniija

Төрегелді Ж.Д., Өмірбай Р.С., Сауирбаева Ж.

**«TNS-INTEC» ЖШС-гі өндірістік жарақаттар анализі және еңбек шарттары бойынша жұмыс орнын аттестаттау.**

**Түйіндеме.** Осы ғылыми мақалада сауықтыру шараларын іске асыру мақсатында өндірісте жүргізілетін еңбек шарты бойынша жұмыс жұмыс орнын аттестаттау ЖШС«TNS-INTEC-те» өндірістік жарақаттанудың және ауруға шалдығудың сұрақтары қарастырылады. Авторлардың зерттеу тапсырмалары негізінде жұмыс орындарын аттестациялау нәтижелері бойынша жұмыс орындарындағы еңбекті қорғау және гигиена талаптарына сәйкес және жұмыс орындарындағы жарақаттану қауіпсіздігін бағалау анықталды.

**Өзекті сөздер:** еңбек шарттары, өндірістік жарақат, жұмыс орнын аттестаттау, еңбек ауырлығы және жүктемесі, жарақат қауіптілігі.

Toregeldi Zh.D., Omirbai R.S., Saurbaeva Zh.

**Analysis of industrial injures and certification of work place on the working condition.**

**Summary.** In this scientific paper questions of industrial injuries and diseases on LLP «TNS-INTEC» where certification of workplaces under the working condition on the industry is carried out for implementation of improving actions are considered. As a research task authors defined an assessment of injury prevention of workplaces and compliance of workplaces to requirements of hygiene and labor protection by results of certification of workplaces.

**Key words:** working conditions, industrial injuries, certification of work places, work intensity and their weight, injuries danger.

УДК 621.771.23

**С.А. Машеков, А.А. Түкібай, А.С. Машекова, М.М. Акимбекова**  
(Казакский национальный технический университет им.К. Сатпаева  
Алматы, Республика Казакстан, [asilzat1978@mail.ru](mailto:asilzat1978@mail.ru))

### **КАЧЕСТВО ДВУХФАЗНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ПРОТЯЖКИ В ПЛОСКИХ БОЙКАХ**

**Аннотация.** Для создания рациональной технологии протяжки и определение оптимальной величины углов кантовки и единичного обжатия исследовано напряженно-деформированное состояние (НДС) заготовки при протяжке в плоских бойках. Методом конечных элементов и программой MSC.SuperForge получены количественные данные и установлены основные закономерности распределения НДС, температуры при моделировании ковки в плоских бойках с различными углами кантовки и величинами обжатий. Разработана и опробована рациональное опытно-промышленное технология ковки двухфазных титановых сплавов.

**Ключевые слова:** протяжка, плоские бойки, напряженно-деформированное состояние, интенсивность напряжения и деформации, кантовка, обжатие.

Прогресс развития авиаций, машиностроения и других отраслей промышленности в значительной степени обеспечивается разработкой новых материалов и технологией изготовления деталей и узлов [1].

Технология ковки слитков из титановых сплавов включает несколько этапов [2]. Первый нагрев слитка осуществляется до температуры  $\beta$ -области 1200–1250°C. После нагрева производят протяжку слитка в плоских бойках по схеме “круг–квадрат–круг“ с относительными подачами 0,6–0,8, углами кантовки 90° и единичными обжатиями 20–30 % до промежуточного размера. Далее осуществляют подогрев до температуры 1100–1150°C ( $\beta$ -область). Протяжку полученной заготовки на этом этапе производят по описанному выше режиму деформирования. Поковку разрезают на мерные заготовки и каждую порезанную заготовку нагревают до температуры 1100–1120°C и производят всестороннюю ковку путем двух–трехкратной осадки и протяжки. Единичное обжатие при осадке составляет 30–32%. Ковка заготовок в  $\beta$ -области плоскими бойками не обеспечивает получение

рекристаллизованной мелкозернистой структуры по всему объему заготовки из-за неравномерности распределения деформации в объеме деформируемой заготовки в данных бойках. С целью интенсификации процессов рекристаллизации первичных  $\beta$ -зерен после проведения трех первых нагревов заготовку деформируют в температурном интервале 960–980°C ( $(\alpha+\beta)$ -область) путем однократной осадки и протяжки на первоначальный размер заготовки с единичным обжатием при осадке 20–25 %. Далее производят нагрев до температуры 1100–1150°C и осуществляют всестороннюю ковку путем однократной осадки и протяжки.

Таким образом, для получения поковок с рекристаллизованным по всему сечению зерном необходимо использовать не менее пяти нагревов и подогревов с предварительной протяжкой в плоских бойках при температурах  $\beta$ -области, многократным чередованием операции осадки и протяжки в  $(\alpha+\beta)$ - и  $\beta$ -области. Единичное обжатие при многократной осадке в  $\beta$ -области не превышает 32 %, а при осадке в  $(\alpha+\beta)$ -области – 25 %.

Осадку и протяжку в плоских бойках протекают в условиях неравномерного течения металла по высоте деформируемых заготовок вследствие наличия сил трения на поверхности контакта деформируемого металла с инструментом [3]. Деформирование с малыми обжатиями способствует сохранению структуры исходного слитка в зонах затрудненной деформации, прилегающих к поверхности контакта деформируемого металла с инструментом. В связи с этим, для получения однородной структуры по всему сечению поковки требуется многократная осадка и протяжка.

Следовательно, одним из основных факторов, влияющих на уровень и анизотропию свойств материала изделий, откованных по существующей технологии с использованием многократных операций осадки и протяжки, является неравномерность накопленной деформации в разных частях заготовки. Поэтому для создания научно обоснованных режимов деформирования титановых сплавов необходимо исключить из технологического процесса трудоемкую операцию осадки и произвести расчет накопленной деформации при протяжке.

Однако, в отличие от хорошо изученных процессов обработки металлов давлением (прокатка, прессование и т.д.), при протяжке до сих пор не существует алгоритма, руководствуясь которым можно назначить оптимальные технологические параметры, обеспечивающие требуемое формоизменение и структурообразование [4,5]. В большинстве случаев разработка технологии с использованием того или иного вида протяжки представляет уникальный в своем роде процесс, результаты которого во многом зависят от квалификации технолога. Традиционные методы проектирования, отладки и освоения технологии предусматривают проверку множества вариантов с использованием метода «проб и ошибок». При этом каждый вариант требует экспериментальной проверки, а значит, изготовления инструмента, что приводит к дополнительным затратам времени и средств.

Необходимо отметить, что уровень и стабильность свойств материала поковок зависит от величины накопленной деформации, расчет которой в известных работах не приводился. Критерий оптимизации углов кантовки у разных исследователей различен [6]. В результате этого, данные величины угла кантовки заготовки в плоских бойках достаточно противоречивы и нуждаются в уточнении.

Экономическая нецелесообразность такого подхода наиболее очевидна в случае изготовления небольшой партии поковок, когда затраты на отработку технологии сделают производство нерентабельным [6]. Конкурентоспособной в современных условиях является только мобильная технология, которую можно быстро и оптимально перестроить под изменяющиеся параметры технологии, материала заготовки и т.д.

Для интенсификации процесса разработки технологических операцийковки (протяжки) необходима информация о напряженно-деформированном состоянии (НДС) материала заготовки, полуфабриката и поковки, а также сведения об откликах системы боек соответствующей конфигурации – деформируемая заготовка на изменение технологических параметров [3, 5, 6].

Целью работы является путем расчета накопленной деформации при протяжке в плоских бойках и равномерного его распределения по объему металла заготовки разработка рациональной технологииковки титановых сплавов.

### **Материалы и методика эксперимента**

Для разработки технологического процесса позволяющих равномерно распределять накопленную деформацию, т.е. получать титановую поковку высокого качества, а также для определения оптимальной величины углов кантовки, относительной подачи и единичного обжатия было исследовано НДС заготовки при протяжке в плоских бойках.

Для расчета напряженно-деформированного состояния использовали специализированную стандартную программу MSC.Super Forge [7]. Трехмерная геометрическая модель заготовки и бойка была построена в САД программе Inventor и импортирована в САЕ программу MSC.SuperForge. При создании конечно-элементной модели заготовки и бойка был использован трехмерный объемный элемент STETRA (четырёхузловой тетраэдр), применяемый для моделирования трехмерных тел. Для модели заготовки потребовалось 4146 элементов и 6360 узла. Время расчета процесса составило 20-30 мин на компьютере Pentium Duo с тактовой частотой 3,4 ГГц и оперативной памятью 2 Гбайта.

Для расчета использовали цилиндрический образец размером  $\varnothing 60 \times 300$  мм. Из базы данных материалов назначили материал протягиваемой заготовки Ti6AL-4V с температурным диапазоном деформирования 900 – 1250°C. Для моделирования пластичности материала заготовки выбрали упругопластическую модель Джонсона-Кука. В MSC.SuperForge инструменты принимаются абсолютно жесткими и принимаются во внимание только свойства теплопроводности и теплопередачи – удельная теплопроводность, удельная теплоемкость и плотность, а механические свойства игнорируются. В качестве материала бойка по умолчанию выбрана инструментальная сталь, плотность и тепловые свойства, которой назначены также по умолчанию.

Взаимодействие между жестким бойком и деформируемым материалом заготовки моделируется с помощью контактных поверхностей, которые описывают контактные условия между поверхностями бойков и поверхностью заготовки. В процессе моделирования контактные условия постоянно обновляются, отражая движение бойков и деформацию материала, что позволяет моделировать скольжение между бойком и материалом обрабатываемой заготовки. Контакт между бойком и заготовкой смоделирован трением по Кулону, коэффициент трения был принят 0,3.

Температурный режим при протяжке состоит из обмена тепла между бойком, заготовкой и окружающей средой, а также из теплового эффекта за счет деформации металла. Теплоперенос осуществляется при конвективном и лучистом обмене с окружающей средой и контакте бойка с заготовкой. Процесс протяжки проходит при комнатной температуре, поэтому начальную температуру бойка принимаем равной 20°C.

К качестве исходного материала использовали промышленные слитки сплава ВТ9 размером  $\varnothing 750 \times 1875$  мм.

Шлифы для металлографического исследования готовили по традиционной методике на шлифовальных и полировочных кругах. Для травления образцов был использован концентрированный раствор азотной кислоты в этиловом спирте. Металлографический анализ провели, используя микроскоп «МЕТАМ ЛВ-32».

### **Результаты и обсуждение**

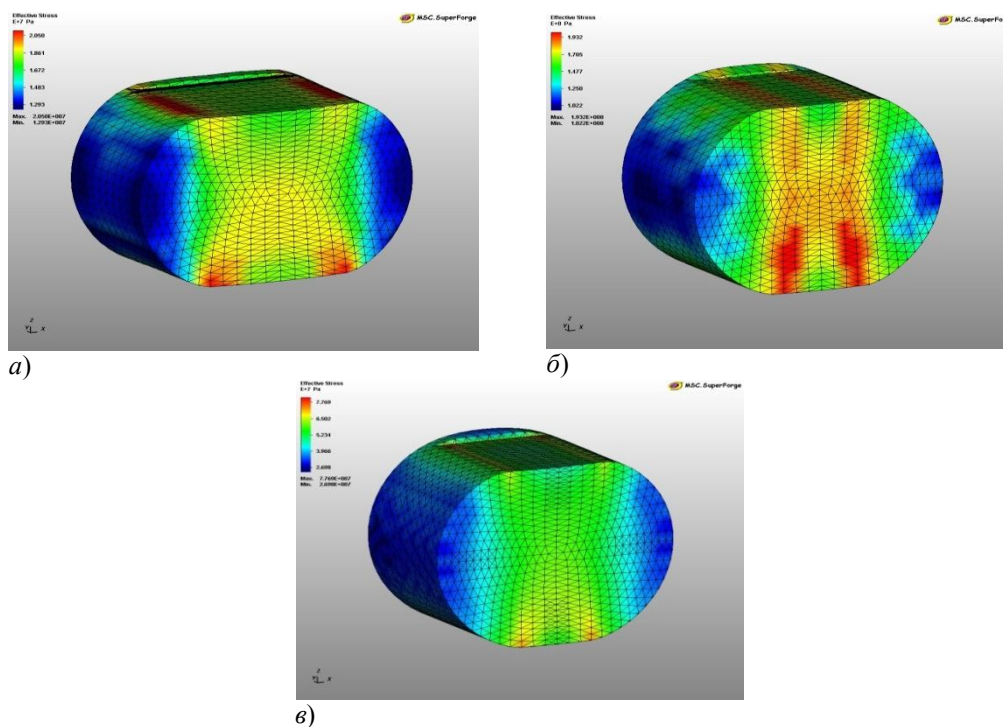
Для создания рациональной технологииковки и определение оптимальной величины углов кантовки, относительной подачи и единичного обжатия был исследован НДС заготовки при протяжке в плоских бойках.

На рисунках 1 и 2 представлены картины распределения интенсивности напряжений и деформаций по сечению заготовки при протяжке в плоских бойках в парвом обжатий (единичное обжатия были выбраны 20, 40, 60 и 80 процентов от полного времени деформирования).

На основе полученных результатов численного моделирования установлено, что

- при протяжке круглой заготовки в плоских бойках с относительной подачей  $S = l/D = 1,0$  (где  $l$  – длина очага деформации;  $D$  – диаметр заготовки, соответственно) интенсивности напряжения и деформации локализуются в начальном этапе первого обжатия в поверхностных зонах заготовки, а с увеличением обжатия из-за возникновения силы трение интенсивности напряжении и деформации локализуются по ковочному кресту (рисунки 1,а и 2,а), при этом акцент напряжении и деформации переноситься в центр заготовки;

- при первом обжатии в прилегающих к инструменту зонах поковки интенсивности напряжения и деформации по величине являются максимальной, а в центральных зонах соприкосновения плоского инструмента с заготовкой интенсивности напряжения и деформации являются, наоборот, минимальной (рисунки 1,а и 2,а);



а –  $S = 1,0$ ; б –  $S = 0,8$ ; в –  $S = 0,6$

**Рис. 1.** Картина распределения интенсивности напряжений в заготовке при протяжке в плоских бойках с единичным обжатием 80 %,  $t = 1250$  °С

- при протяжке с относительной подачей 0,8 и 0,6 интенсивности напряжения и деформации локализируются в начальном этапе первого обжатия в поверхностных зонах заготовки, а с увеличением обжатия интенсивность напряжения и деформации локализируются по ковочному кресту (рисунок 1,б,в и 2, б,в), при этом максимальное по величине интенсивности напряжения и деформации сосредотачиваются в средней ( $S = l/D = 0,8$ ) или поверхностной ( $S = l/D = 0,6$ ) части заготовки;

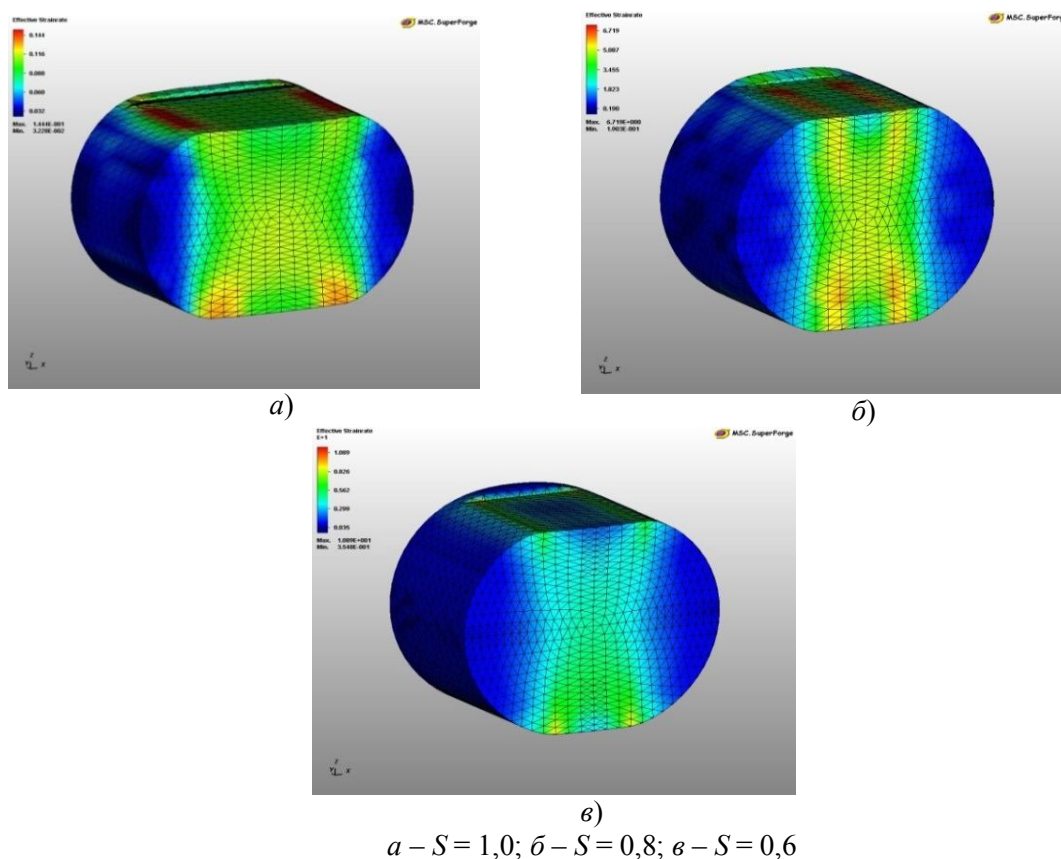
- следствием появления зон затрудненной деформации является локализация преимущественного течения металла в форме ковочного креста и интенсивности деформаций в центральной части заготовки (рисунок 2);

- локализация деформации в зоне ковочного креста приводит к повышению тепловыделения и опасности разрушения металла в этих зонах с одной стороны, и к недостаточной деформации структуры в остальном объеме заготовки и к разнородности структуры по сечению, с другой стороны;

при протяжке в первом проходе с относительной подачей 0,8, 0,6 и единичным обжатием 20, 40, 60 и 80 %, небольшая часть объема геометрического очага деформации оказывается в зонах затрудненной деформации (рисунки 2,б,в);

- при протяжке в плоских бойках с увеличением единичного обжатия интенсивности напряжений и деформаций концентрируются в местах перехода от деформируемой к недеформируемой части заготовки (рисунки 1 и 2). Такая концентрация интенсивности напряжений и деформаций так же могут привести к разнородности структуры, что ухудшает качество металла;

- в процессе протяжки в плоских бойках в зонах локализации напряжения повышается температура.



**Рис. 2.** Картина распределения интенсивности деформаций в заготовке при протяжке в плоских бойках с единичным обжатием 80%,  $t = 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$

Для создания рациональной технологии протяжки было исследовано влияние величины углов кантовки, относительной подачи и единичного обжатия на распределение напряженно-деформированное состояние (НДС) заготовки при протяжке в плоских бойках.

Протяжку в плоских бойках заготовок круглого сечения, чтобы сохранить его форму, выполняют малыми углами кантовки, непрерывно кантуя заготовки после каждого обжатия. Поэтому в работе выбрали углы кантовки равной:  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $150^{\circ}$  и  $180^{\circ}$ .

На основе полученных результатов численного моделирования установлено, что

- кантовка заготовки на  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $150^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$  и деформирование с обжатием 20, 40 процентов от полного времени деформирования независимо от величины относительной подачи приводит к локализации напряжений и деформации на поверхности заготовки, а увеличение обжатия до 60 и 80 процентов от полного времени деформирования позволяет сосредоточить интенсивности напряжений и деформации от поверхности до центра (рисунки 3 и 4), при этом с увеличением обжатия происходит разворот участка с максимальным напряжением и деформациям по сечению заготовки;

- в процессе протяжки в плоских бойках температура металла в зонах локализации напряжений повышается, а в зонах контакта инструмента с заготовкой падает до температуры  $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

- при ковке круглой заготовки в плоских бойках с кантовкой  $30^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $120^{\circ}$ ,  $150^{\circ}$  и  $180^{\circ}$  из-за разворота зон с максимальным напряжением по сечению заготовки интенсивно развиваются макросдвиговые деформации по очагу деформации, что будет вызывать глубокие изменения в структуре металла за счет измельчение исходной структуры металла;

- результатом измельчение исходной структуры металла является повышение уровня и однородности механических свойств металла, а также снижение их анизотропии свойств.

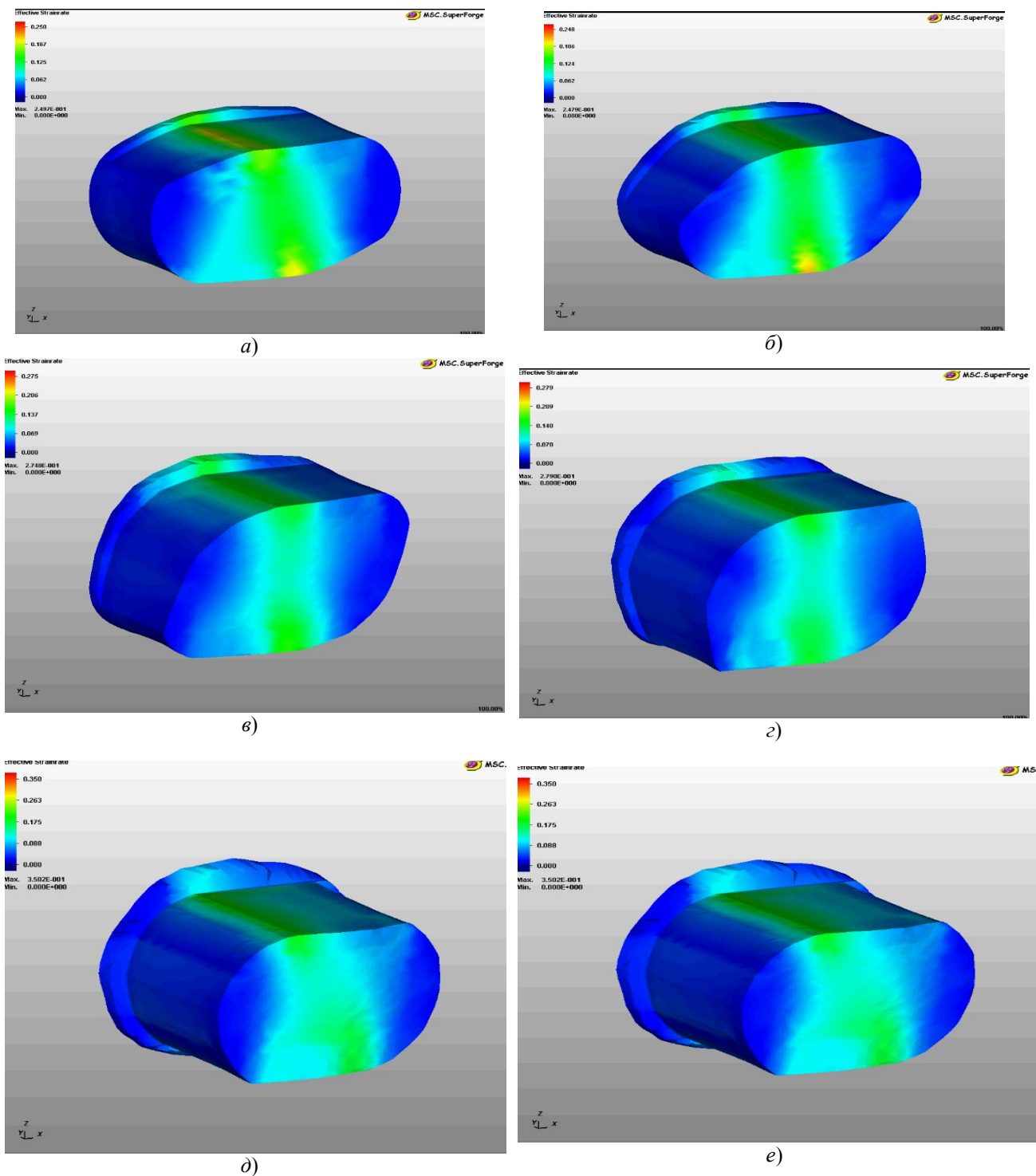


Рис. 3. Картина распределения интенсивности напряжений в заготовке при протяжке в плоских бойках с единичным обжатием 80% и с кантовкой 30° (а) и 60° (б), 90° (в) и 120° (г), 150° (д) и 180° (е),  $t = 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$



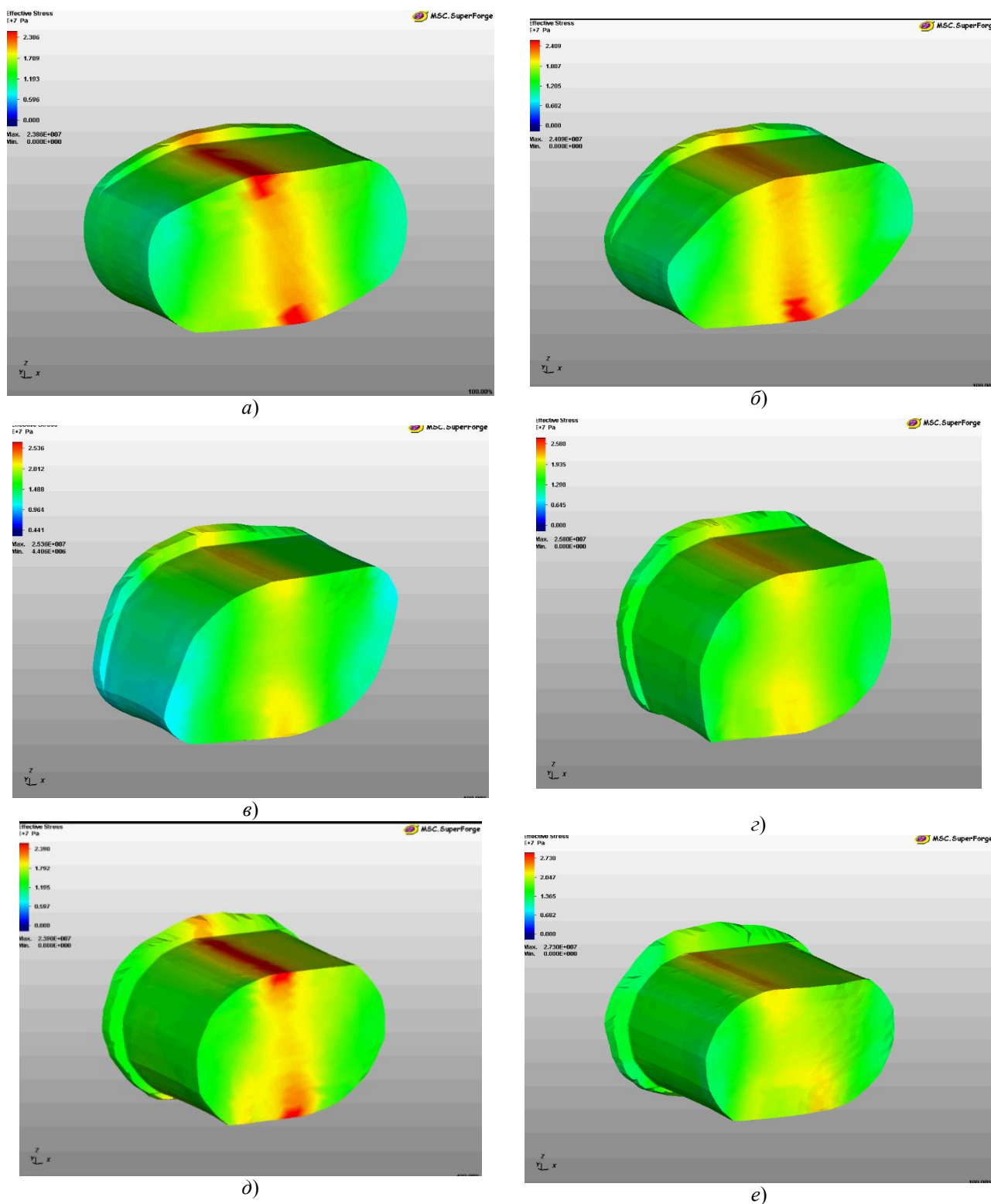


Рис. 4. Картина распределения интенсивности деформаций в заготовке при протяжке в плоских бойках с единичным обжатием 80% и с кантовкой 30° (а) и 60° (б), 90° (в) и 120° (г), 150° (д) и 180° (е),  $t = 1250^\circ\text{C}$

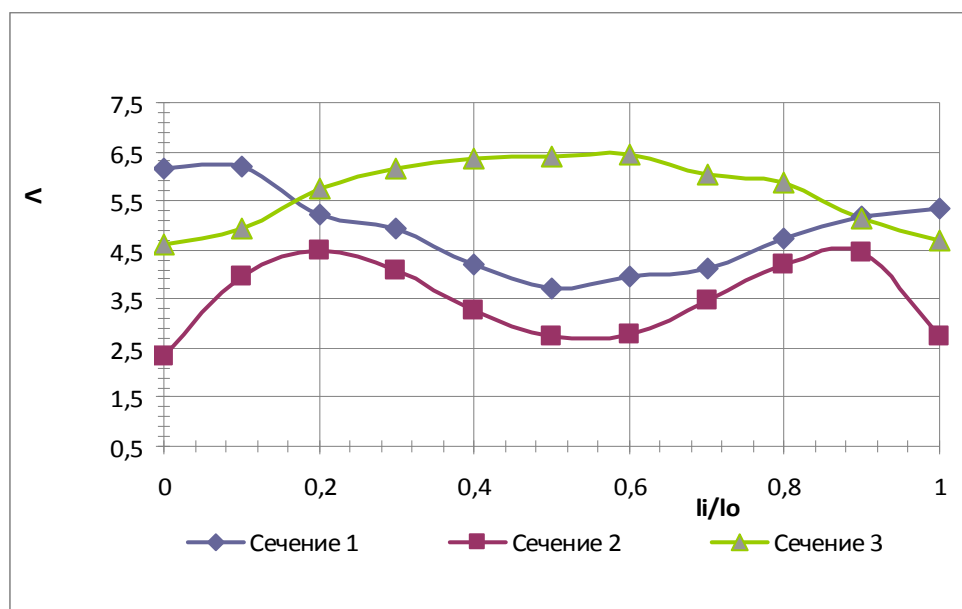
Известно, что применение макросдвиговых деформаций литого металла дает возможность при обжатиях всего на 8 – 10 % обеспечить высококачественную макроструктуру металла из сталей и сплавов [8]. Эффективность воздействия макросдвиговых деформаций на структуру металла связано с явлениями, происходящими по плоскостям (поверхностям) макросдвига на микроуровне. Линии

скольжения, находящиеся в полосах макросдвига, проникают через все зерно. Обнаружено [8], что в процессе пластического деформирования с дополнительными макросдвигами появляется трансзеренное скольжение, происходящее на поверхностях макросдвигов вытеснения. При этом микроскольжение происходит во всех зернах, находящихся на этих поверхностях, в одном направлении, не зависящем от ориентации плоскостей скольжения в зернах металла и границ зерен.

Итак, макросдвиговые деформации вызывают глубокие изменения в структуре металла за счет трансзеренного скольжения, не зависящего от кристаллической ориентации зерен; результатом этих изменений является повышение уровня и однородности механических свойств металла, а также снижение их анизотропии.

В данной работе путем суммирования интенсивности деформации произвели расчет степени деформации сдвига  $\Lambda$  (накоплений деформации) для ряда технологических режимовковки в плоских бойках.

Анализ эфир изменения  $\Lambda$  по сечению заготовки при протяжке с кантовкой  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$  и  $180^\circ$  и относительной подачей  $S = l/D = 1,0$  показывает, что степени деформации сдвига имеют наибольшее значения в прилегающих к инструменту зонах заготовки (рисунок 5), а также в центальных слоях заготовки. При этом в поверхностных участках имеют наименьшие значения.



**Рис. 5.** Распределение  $\Lambda$  по продольному сечению заготовки при протяжке в плоских бойках с относительной подачей 1,0 (сечение 1 -  $D_i/D_0 = 0,9$ ; сечение 2 -  $D_i/D_0 = 0,75$ ; сечение 3 -  $D_i/D_0 = 0,5$ ;  $l_i$  и  $D_i$  – расстояние до исследуемой точки по длине и диаметру;  $l_0$  и  $D_0$  – длина и диаметр очага деформации соответственно)

При протяжке в плоских бойках с углами кантовки  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$  и  $180^\circ$  и относительной подачей  $S = l/D = 0,8$  степень деформации сдвига имеют наибольшее значения в прилегающих к инструменту зонах заготовки (рисунок 6), а также в слоях заготовки, располагаемый между центральными и поверхностными зонами заготовки. При этом в поверхностных участках имеют наименьшие значения.

Кантовка заготовки на  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$  и  $180^\circ$  после протяжки с относительной подачей  $S = l/D = 0,6$  приводит к повышению величины степени деформации сдвига в поверхностных зонах заготовки (рисунок 7). При этом  $\Lambda$  имеет минимальную величину в центральных слоях заготовки.

Результаты расчета степени деформации сдвига показали, что равномерное распределение  $\Lambda$  по сечению деформируемой заготовки можно достичь при протяжке с углом кантовки  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $150^\circ$  и  $180^\circ$  и относительной подачей 1,0 на первом этапе, 0,8 на втором этапе и 0,6 в третьем этапе протяжки (рисунок 8).

В работе исследовалась возможность получения мелкозернистой структуры путем протяжки в плоских бойках с устранением при этом трудоемкой операции осадки (таблица 1). В качестве исходного материала служил промышленный слиток сплава ВТ9 размером  $\varnothing 750 \times 1875$  мм.

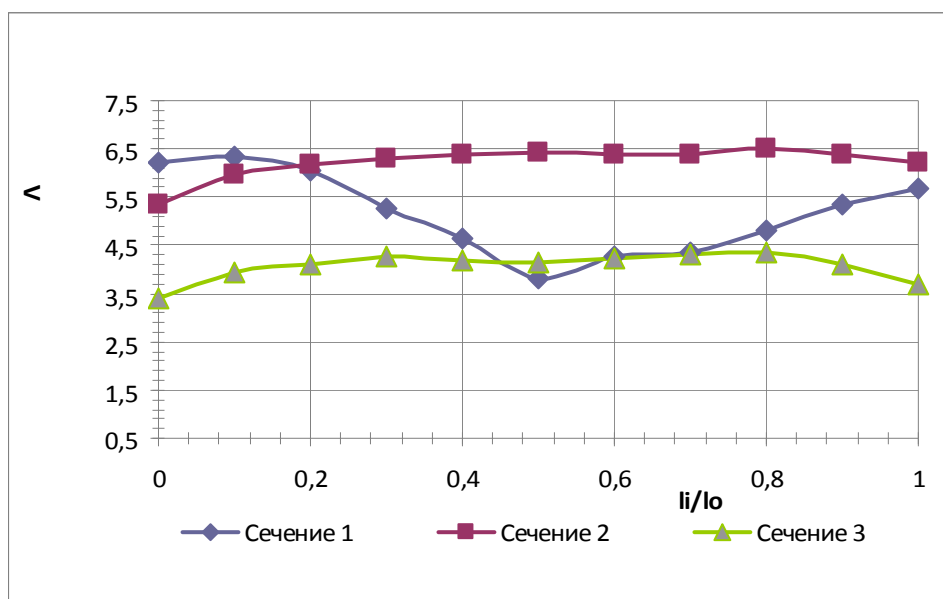


Рис. 6. Распределение  $\lambda$  по продольному сечению заготовки при протяжке в плоских бойках с относительной подачей 0,8 (сечение 1 -  $D_i/D_0 = 0,9$ ; сечение 2 -  $D_i/D_0 = 0,75$ ; сечение 3 -  $D_i/D_0 = 0,5$ ;  $l_i$  и  $D_i$  – расстояние до исследуемой точки по длине и диаметру;  $l_0$  и  $D_0$  – длина и диаметр очага деформации соответственно)

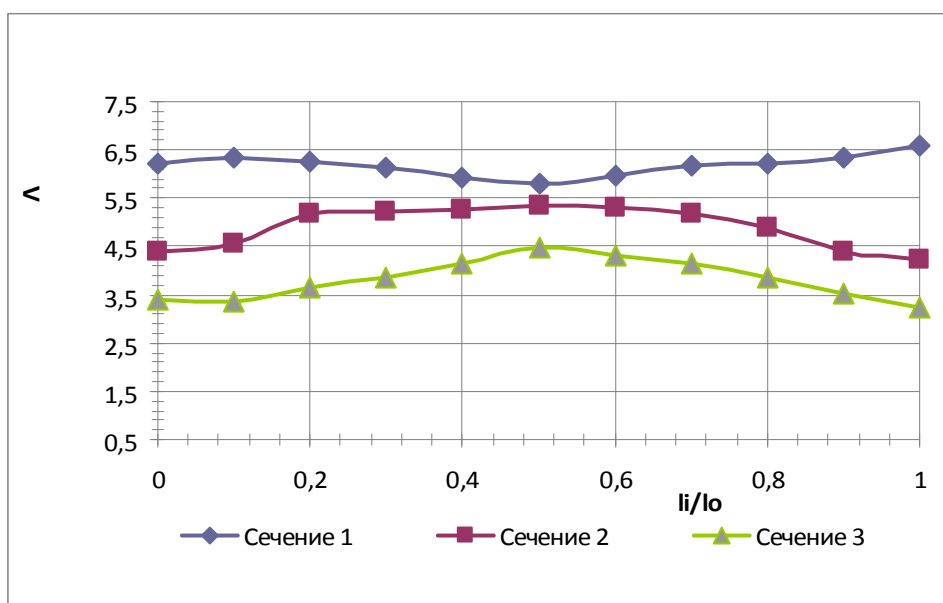
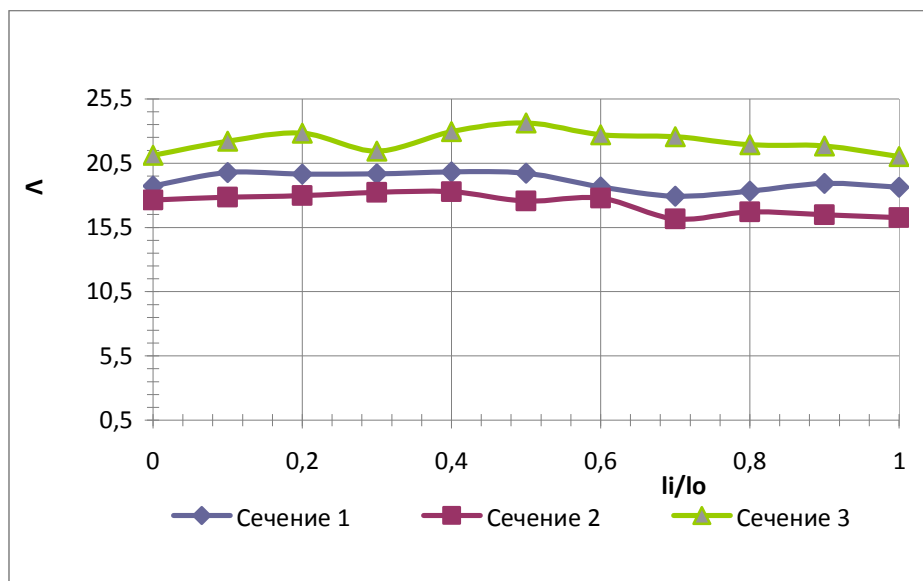


Рис. 7. Распределение  $\lambda$  по продольному сечению заготовки при протяжке в плоских бойках с относительной подачей 0,6 (сечение 1 -  $D_i/D_0 = 0,9$ ; сечение 2 -  $D_i/D_0 = 0,75$ ; сечение 3 -  $D_i/D_0 = 0,5$ ;  $l_i$  и  $D_i$  – расстояние до исследуемой точки по длине и диаметру;  $l_0$  и  $D_0$  – длина и диаметр очага деформации соответственно)



**Рис. 8.** Распределение  $\Delta$  по продольному сечению заготовки при протяжке в плоских бойках с относительной подачей 1,0 на первом этапе, 0,8 на втором этапе и 0,6 на третьем этапе протяжки (сечение 1 -  $D_i/D_0 = 0,9$ ; сечение 2 -  $D_i/D_0 = 0,75$ ; сечение 3 -  $D_i/D_0 = 0,5$ ;  $l_i$  и  $D_i$  – расстояние до исследуемой точки по длине и диаметру;  $l_0$  и  $D_0$  – длина и диаметр очага деформации соответственно)

Результаты проведенной опытнойковки показывают, что макроструктура поковок сплава ВТ9, откованных с промежуточным деформированием в  $(\alpha+\beta)$ -области в плоских бойках, мелкозернистая – балл 2-3 (рисунок 9). В поперечном темплете имеется небольшое количество зерен, которые соответствуют 3-4 баллам. Данные сравнительно крупные зерна расположены в периферийной части поковок.

Анализ микроструктуры показывает, что послековки происходят следующие структурные превращения: трансформация пластинчатой  $\alpha$ -фазы в равноосную, рекристаллизация  $\beta$ -фазы с образованием зерен размером 20 – 30 мкм (рисунок 10).

**Таблица 1. Режимы протяжки в плоских бойках**

Температура, °С	Диаметр заготовки до протяжки, мм	Диаметр заготовки после протяжки, мм	Относительная подача	Обжатие, %	Кантовка, град.
1250	750	520	0,8-1,0	10-30	30-60
1100	520	420	0,8-1,0	10-30	30-60
960	420	350	0,4-0,6	10-15	30-60
1100	350	250	0,6-0,8	10-20	30-60
1100	250	200	0,6-0,8	10-20	30-60

Таким образом, полученные результаты показали, что протяжка в плоских бойках с рациональным режимомковки, как использование предварительной деформации в  $\beta$ -области, промежуточной деформации в  $(\alpha+\beta)$ -области и окончательной деформации в  $\beta$ -области, позволяет получать рекристаллизованную структуру с мелким зерном, соответствующим 2-4 баллам по всему сечению заготовки.

Механические свойства поковок, откованных по опытной технологии, соответствуют механическим свойствам поковок, полученных всестороннейковкой (таблица 2).

Таблица 2. Сравнительные механические свойства поковок, изготовленных по опытной технологии и существующему режиму

№ режимаковки	Направление вырезки образца	$\sigma_b$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	KCV, кДж/м <sup>2</sup>
Опытная технология	Осевое	1060	9,0	24,9	3200
	Радиальное	1050	8,8	25,1	3300
	Тангенциальное	1040	8,6	21,7	3500
Существующая технология	Осевое	1050	9,0	25,0	3000
	Радиальное	1050	9,0	25,0	3400
	Тангенциальное	1030	8,8	22,0	3400

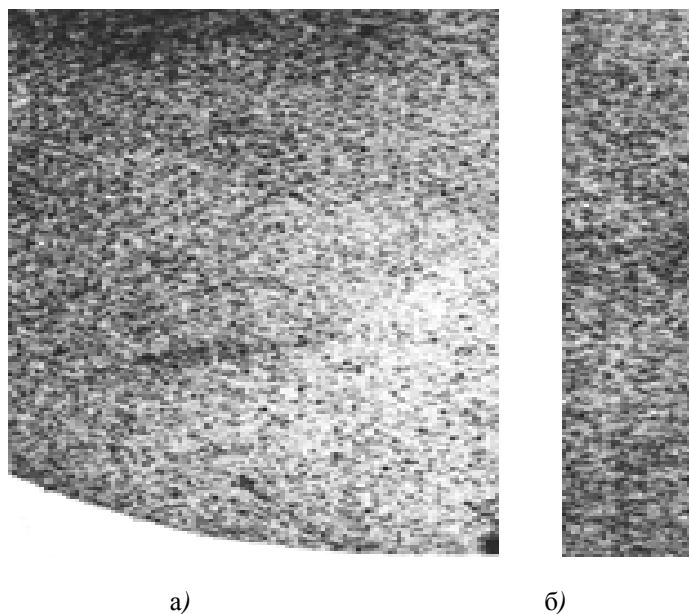
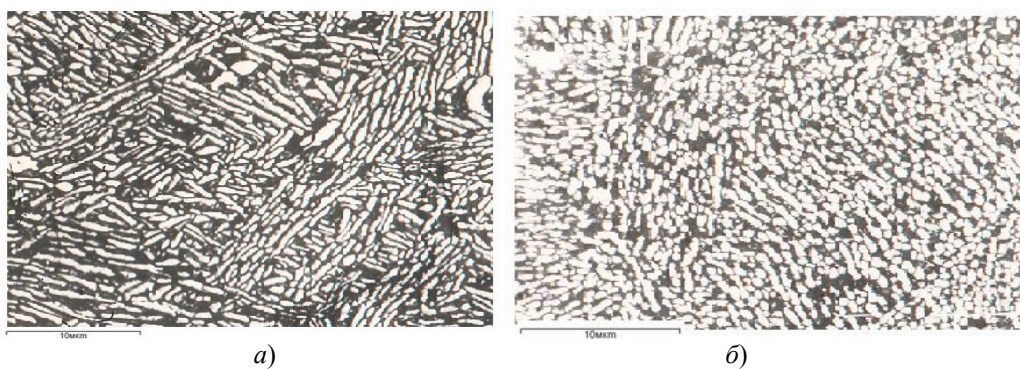


Рис. 9. Макроструктура сплава ВТ9 в поперечном (а) и продольном (б) сечениях после протяжки в плоских бойках при температурах  $\beta$  - ( $\alpha+\beta$ )- и  $\beta$  – областях



а) в поперечном сечении поковки; б) в продольном сечении поковки

Рис. 10. Микроструктура поковок из сплава ВТ9 после протяжки в  $\beta$ -, ( $\alpha + \beta$ )-,  $\beta$ -области:

ЛИТЕРАТУРА

1. Чепкин В.М. Опыт и проблемы применения титановых сплавов в авиационных двигателях // Титан. 1995. № 1-2 (5-6). С. 13-15.
2. Ковка и штамповка /справочник в 4-х томах/ Ред совет : Е.И. Семенов и др. -М. : "Машиностроение ", 1985, т.1, 568 с.
3. Машеков С.А., Биякаева Н.Т., Машекова А.С. Монография. Проблемыковки титановых сплавов и их решения. Часть 1 и 2 Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 230 с. и 251 с.
4. Антощенко Ю.М. Расчет процессовковки. - М.: Машиностроение, 2001, 240 с.
5. Машеков С.А., Биякаева Н.Т., Нуртазаев А.Е. Технологияковки в инструменте с изменяющейся формой. – Издательство «LAP Lambert Academic Publishing», 06.08.2012. – 664 с.
6. Антощенко Ю.М. Оптимизация технологических параметровковки. – «Кузнечно-штамповочное производство», 2000, №12 – с. 8-10.
7. Иванов К.М., Шевченко В.С., Юргенсон Э.Е. Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД: Учебное пособие. С-Пб: Институт Машиностроения, 2000. 217 с.
8. Тюрин В.А. Дополнительные макросдвиги при пластической деформации слитков, непрерывнолитых и прокатанных заготовок. – Металлург, 2000, №19. С.33-35.

REFERENCES

1. Chepkin V.M. Experience and problems of application of titanium alloys in aircraft engines // Titan. 1995. № 1-2 (5-6). S. 13-15.
2. Forging and stamping / directory in 4 volumes / Red Tip: EI Semenov et al. -M. "Mechanical Engineering", 1985, Vol.1, 568 p.
3. Masekov S.A, Biyakaeva N.T, A.S Mashekova Monograph. Problems forging of titanium alloys and their solutions. Part 1 and 2 Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 230 p. and 251 s.
4. Antoshenkov Y.M Calculation of the forging process. - M.: Mechanical Engineering, 2001, 240 pp.
5. Masekov S.A, Biyakaeva N.T, Nurtazaev A.E Forging technology in the tool with the changing shape. - Publishing «LAP Lambert Academic Publishing», 06.08.2012. - 664 sec.
6. Antoshenkov Y.M Optimization of technological parameters of forging. - "Forging and Stamping Production", 2000, №12 - with. 8-10.
7. Ivanov K.M, Shevchenko V.S, Jurgenson E.E The Finite Element Method in technological problems OMD: Textbook. Saint-Petersburg Institute of Mechanical Engineering, 2000. 217 p.
8. V.A Tyurin Additional Macroshift during plastic deformation of ingots, billets of continuously and rolled. - Metallurgy, 2000, №19. S.33-35.

Машеков С.А., Машекова А.С., А.А. Түкібай, Акимбекова М. М.

**Качество двухфазных титановых сплавов после протяжки в плоских бойках**

**Резюме.** Для создания рациональной технологии протяжки и определение оптимальной величины углов кантовки и единичного обжата исследовано напряженно-деформированное состояние (НДС) заготовки при протяжке в плоских бойках. Методом конечных элементов и программой MSC.SuperForge получены количественные данные и установлены основные закономерности распределения НДС, температуры при моделированииковки в плоских бойках с различными углами кантовки и величинами обжатий. Разработана и опробована рациональное опытно-промышленное технологияковки двухфазных титановых сплавов.

**Ключевые слова:** протяжка, плоские бойки, напряженно-деформированное состояние, интенсивность напряжения и деформации, кантовка, обжатие

Машеков С.А., Машекова А.С., А.А. Түкібай, Акимбекова М. М.

**Жазық соққышта ұзындатқаннан кейінгі екіфазалы титан қорытпасының сапасы**

**Түйіндеме.** Жазық соққышта ұзындатудың ұтымды технологиясын жасау үшін және бұрау бұрышы мен бірлік жаншудың жақсы мөлшерін анықтау үшін осы соққышта ұзындатқан кезде дайындамада пайда болатын кернеулі-деформациялы күй (КДК) зерттелген. Соңғы элемент тәсілімен және MSC.SuperForge бағдарламасымен жазық соққышта әр түрлі бұрау бұрыштарымен және жаншу мөлшерімен дайындаманы соғуды модельдеген кезде, КДК мен температураның мөлшерлері табылған және олардың таралуының негізгі заңдылықтары анықталған. Екіфазалы титан қорытпасын соғудың ұтымды тәжірибелі технологиясы өндірісте жасалып тексерілген.

**Түйінді сөздер:** сурет салу, жазық өліп, кернеулі-деформацияланған жағдайы, кернеулер мен деформациялардың қарқындылығы, манипуляциялар, сығымдау

Masekov S.A., Mashekova A.S., Түкібай А.А., Akimbekova M.M.

**QUALITY two-phase titanium alloy after broaching in flat die**

**Resume.** To create a rational technology of drawing and to determine the optimal values of the angles and tilting the unit investigated compression stress-strain state (SSS) in the blank with the broach flat die. Finite element method and program MSC.SuperForge quantitative data and the main regularities of distribution of VAT, the temperature in the simulation in the flat die forging with different angles and tilting amount of reduction. Developed and tested the rational development of industrial technology forging two-phase titanium alloys.

**Key words:** drawing, flat die, the stress-strain state, the intensity of the stresses and strains, manipulation, compression

УДК 621.771.23

**С.А. Машеков, Х. Дыя, А.А.Түкібай, А.С. Машекова**

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті,

Алматы, Қазақстан Республикасы, [asilzat1978@mail.ru](mailto:asilzat1978@mail.ru))

**ФИЗИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕУ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП ҮЗДІКСІЗ БОЙЛЫҚ-СЫНАЛЫ ОРНАҚТА  
ЕКІФАЗАЛЫ ТИТАННАН ЖАСАЛҒАН ҚАҢЫЛТЫРДЫ ЫСТЫҚТАЙ ЖАЙМАЛАУДЫҢ  
ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ**

**Андатпа:** Титан қорытпаларын ыстықтай деформациялаған кезде, олардың сапасы деформациялаған жағдайда жүретін беріктену және динамикалық беріксіздену процестерімен, ал деформациялаудың сатылары арасындағы тыныста – статикалық беріксіздену процестерімен байланысты болады [1,2].

Динамикалық беріктену мен беріксіздену процестерін жуықты деформация қисық сызығымен сипаттауға болады. Деформациялар арасында жүретін статикалық беріксізденуді, көп сатылы деформация қисық сызығы, кернеудің релаксациясы сияқты мәліметтерді және қаттылық, беріктік, ұзару, көлденең тарылу сияқты механикалық қасиеттерді тәжірибемен алып зерттеуге болады. Бұл процесті тағы да металлографиялық, рентгенографиялық және электронды-микроскопиялық әдістерді қолданып зерттеуге болады [3,4]. Бұйымның механикалық қасиеті деформация кезінде жүретін беріктену және беріксіздену процестерімен тікелей байланысты екендігі белгілі.

Осы процестердің кинетикасын білу, металды жаймалауға қажетті деформациялайтын күшті есептегенде, жұмыспен пен энергияны анықтағанда, деформациялайтын жабдықтың қуатын таңдағанда, керекті микроструктура мен материалдың қасиетін болжағанда маңызды рольді атқарады [5,6].

Жоғарыда айтылған процестерді белгілі бір мақсатпен қолдану жаймалау және т.б. металдарды қысыммен өңдеу процестерін жақсартуға, белгілі бір механикалық қасиеті бар аяққы өнімдерді термиялық өңдеусіз жасауға мүмкіндік береді.

Жаймалау, соғу, қалыптау сияқты деформациялау процестерін модельдеу үшін өңдеу жағдайындағы материалдардың қасиетін зерттеу және сипаттау қажет [7,8]. Бұл үшін жаймалауға, соғуға және қалыптауға тән деформацияның мөлшері мен жылдамдығы және өңдеу температурасы аралығында тәжірибелер жасап, осы параметрлердің мөлшерлеріне байланысты деформацияның кедергісін өлшеу керек. Осындай мәліметтердің негізінде алынған деформация кедергісі теңдеуі мен графиктерін ұтымды деформацияны, деформация жылдамдығын, температураны және деформацияланатын дайындаманың кез келген нүктесі үшін деформацияның өзгеруі тарихын анықтау үшін пайдалануға болады. Бұндай мәліметтер бұйым материалында жақсы микроқұрылымды және қасиетті алуға мүмкіндік беретін технологияны панықтауға мүмкіндік жасайды.

Сонымен, ыстықтай металдарды қысыммен өндегенде, соның ішінде металды ыстықтай жаймалағанда жүретін беріктену және беріксіздену процестерін зерттеуге, сонымен бірге ыстықтай жаймаланған жайманың сапасына жаймалаудың температура-деформациялық режимдерінің әсер етуін зерттеуге, деформация кедергісі графигін пайдаланып ұтымды технологияны анықтауға қазіргі уақытта үлкен көңіл бөледі.

Титандық қорытпалардан сапалы жұқа жолақтарды жасау үшін және энергиякүштік параметрді азайту үшін біз құрылымы жаңа бойлық-сынала орнақты ұсындық [9]. Бойлық-сыналы орнақтың

айырмашылығына мыналар жатады: орнақтардың қапастарына тұрақты диаметрі бар пішінбіліктер орнатылған; жаймалау бағытымен бір ізді орналасқан қапастарға диаметрі біртіндеп кішірейетін жұмысшы пішінбіліктер және диаметрі біртіндеп үлкейетін тіреу пішінбіліктері орнатылған.

Ұсынып отырған орнақта, басқыш механизмі жоқ алдыңғы үш қапаста орнатылған жоғарғы және төменгі пішінбіліктердің көлденең осі, жаймалау осіне тік бағытпен мынандай мөлшерге ығысқан:  $\Delta x_i = 0,25 \cdot k_n \cdot D_{pi} \cdot \alpha_i^2$ , мұндағы  $D_{pi}$  –  $i$ -ші қапаста орнатылған жаңа пішінбіліктің диаметрі;  $\alpha_i$  –  $i$ -ші қапастың пішінбіліктері үшін рұқсат етілетін қарпу бұрышы;  $k_n$  – қайтадан жону коэффициенті.

**Жұмыстың мақсаты.** Жаңа бойлық-сыналы орнақта екі фазалы титандық қорытпаны жаймалауды физикалық модельдеу жолымен, жоғары сапалы жолақты жасауға мүмкіндік беретін жаймалаудың ұтымды технологиялық процесін анықтау.

#### **Материалдар және зерттеу әдістемесі**

Екі фазалы ВТЗ-1 титан қорытпасынан (Al – 5,5-7,0; Mo – 2,0-3,0; Cr – 0,8-2,3; Fe – 0,2-0,7 Si – 0,15-0,4) көлденең қимасы тік бұрышты болатын, өлшемі  $20 \pm 0,1 \times 15 \pm 0,1 \times 10 \pm 0,1$  мм тең үлгіліктерді жасадық.

Механикалық сынаудың екі вариантын іске асырдық. Бірінші вариант бойынша, ВТЗ-1 титан қорытпасының реологиясын зерттеу мақсатымен дөңес соққышпен үлгілікті қысып тәжірибені жүргіздік. Тәжірибені жүргізу үшін Gleeble 3500 қондырғысын қолдандық. Бұл тәжірибелерде бойлық-сыналы орнағының жылдамдығымен белсенді жүктемені түсіріп үлгілікті циклді деформациялауды іске асырдық. Циклді деформациялаудың аралығында электржетек өшірілгеннен кейін үлгілік дөңес соққышпен қысылған күйде қалдырылды. Бұндай жағдайда белсенді жүктеме түсіру релаксация сатысымен ауыстырылды.

Екінші вариантпен сынау, физикалық модельдеу нәтижесінде алынатын металдың микроқұрылымын анықтау үшін жүргізілді. Бұндай жағдайда, барлық белсенді жүктеме түсіргеннен кейін қондырғының қарпығышын ажыратып, контейнерден үлгілікті шығардық. Осыдан кейін тәжірибе жоспарына сәйкесті үлгілікте пеште қыздырдық (кесте 1).

Gleeble 3500 қондырғысы термомеханикалық сынаудың толық цифрлы тұйық жүйесі болып саналады. Бұл қондырғыда керекті тәжірибелік мәліметтерді алуды қарапайым Windows базасындағы бағдарлама және қуатты процессорлар жиынтығы қамтамасыз етеді. Осы бөлімдер физикалық модельдеудің және термомеханикалық сынаудың жоспарын жасауға, оны өткізуге және өңдеуге қажетті интерфейсін қамтамасыз етеді.

Gleeble 3500 қондырғысының қыздыру жүйесі, токты тура өткізіп  $10000$  °C/с және одан кіші жылдамдықпен үлгілікті қыздыруға және тұрақты тепе-тең температураны ұстап тұруға мүмкіндік береді. Үлгілікті ұстап тұратын қарпығыштың жоғарғы жылу өткізгіштігінің арқасында, Gleeble 3500 қондырғысы үлгілікті жоғарғы жылдамдықпен салқындата алады. Қосымша салқындату жүйесі, үлгіліктің бет жағын  $10000$  °C/с және одан да жоғары Gleeble 3500 қондырғысының қыздыру жүйесі, токты тура өткізіп  $10000$  жылдамдықпен салқындатуды жүргізуге мүмкіндік жасайды. Термोजұптар және қосымша инфрақызыл пирометр үлгіліктің температурасын дәл бақылауға керекті дабылды компьютерге беріп тұрады.

Gleeble 3500 механикалық жүйесі бұл тұйық, толық интегралданған сервогидравликалық жүйе. Айтылған механикалық жүйеде  $100$  кН дейінгі күшті дамытуға,  $1000$  мм/с максималды жылдамдықпен маңдайшаны қозғалтуға мүмкіндік бар. LVDT- бергіші/күш бергіші (тензоөлшегіш) немесе түйіспейтін лазерлі экстензоөлшегіші механикалық сынаудың бағдарламасын дәл іске асыруға қажетті кері байланысты қамтамасыз етеді. Барлық сынау тәжірибелерін төменгі қысымда немесе қорғағыш атмосферада жүзеге асыруға болады.

Механикалық жүйе зерттеушіге кез-келген сынау процесінде әр түрлі басқару режимін қолдануға мүмкіндік береді. Бұндай икемділік көптеген термомеханикалық процестерді модельдеуге мүмкіндік жасайды. Бағдарлама басқарушы айнымалы шамаларды сынаудың кез келген сатысында ауыстыра алады.

Gleeble 3500 кешенінің негізгі бірікпесі болып 3 сериямен шығарылған цифрлы басқару жүйесі саналады. Осы бірікпе бір мезгілде, термиялық және механикалық сынаудың көрсеткіштерін басқару үшін қажетті дабылды, жабық типті цифрлы термомеханикалық жүйенің жәрдемімен жібереді. Gleeble



3500 жүйесі толық автономды немесе қолмен жасайтын режиммен жұмыс істей алады. Керек болған кезде, материалдарды сынау жағдайында максималды бейімділікке жету үшін, қиыстырылған режиммен де жұмыс жасай алады.

Компьютерлі басқару жүйесі, ОС Windows бағдарламасы бар үстелге қойатын компьютерді және басқару консолінде орнатылған қуатты өндірістік компьютерді өзінің құрамына кіргізеді. ОС Windows бар үстел компьютері, модельдеудің бағдарламасын жасауға және алынған мәліметті талдауға керекті, өндірістік стандарқа сәйкесті, икемді, көп мақсатты Графикалық Интерфейспен қамтамасыз етілген.

Зерттеуді жүргізу процесінде үлгілікті Gleeble 3500 қондырғысының контейнерінде 1150 °С температурасына дейін қыздырдық және осы температурада 30 мин ұстадық. Бұндай қыздыру ірі түйіршікті құрылымды алуды қамтамасыз етті. Қыздырылған үлгіліктерді сынау температурасына дейін салқындаттық, содан кейін 950 ÷ 1150 °С температуралар аралығында үздіксіз және 100 °С қыздыру қадамымен сынауды жүргіздік. Бөлшектеп тәжірибені жүргізген кезде жаншу режимін өзгертіп отырдық (кесте 1). Осы кезде, үздіксіз жаймалаудың негізгі заңын, яғни секундтық көлемнің тұрақтылық заңын сақтап, бес қапасты бойлық-сыналы орнақта металды жаймалағанда пайда болатын деформация аралығындағы тыныс уақыттын анықтадық. Сынаудан кейін деформацияланған үлгіліктерді 1050 °С дейін тез қыздырдық, ал кейінірек алынған құрылымды зерттеу үшін кішкентай үлгіліктерді негізгі үлгіліктен кесіп алдық.

Металлографиялық зерттеулер үшін қажетті ысылманы, әдеттегі тәсілдерді қолданып, ажарлау және әрлеу дөңгелектерінде дайындадық. Үлгіліктерді улау үшін мынандай ертіндіні қолдандық, %: азот қышқылы (меншікті массасы 1,4) 63; плавикті қышқыл (меншікті массасы 1,13) 25; барий хлориді 0,5; глицерин 5; қалғаны су.

Кесте 1. **Физикалық модельдеудің тәжірибе жүргізу жоспары**

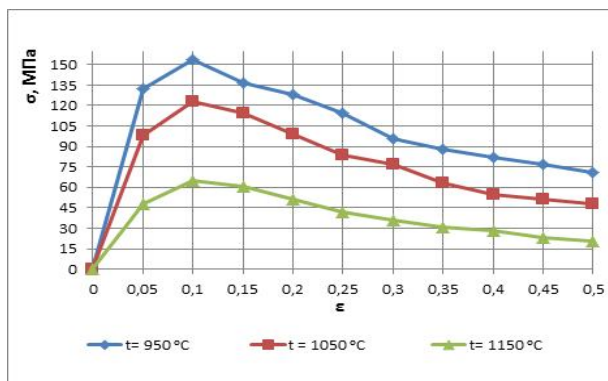
вар.№	$\varepsilon_1$ , %	$t_1$ , с	$\varepsilon_2$ , %	$t_2$ , с	$\varepsilon_3$ , %	$t_3$ , с	$\varepsilon_4$ , %	$t_4$ , с	$\varepsilon_5$ , %
Сынау температурасы – 950 °С									
1	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12
2	20	3	20	3	20	3	15	2	15
3	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9
4	23	4	23	3	17	2,4	15	2	12
Сынау температурасы – 1050 °С									
1	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12
2	20	4	20	3	20	2,4	15	2	15
3	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9
4	23	4	23	3	17	2,4	15	2	12
Сынау температурасы – 1150 °С									
1	25	4	20	3	17	2,4	15	1,8	12
2	20	4	20	3	20	2,4	15	2	15
3	30	3	22	2,6	18	2,2	11	1,9	9
4	23	4	23	3	17	2,4	15	2	12

Ескерту:  $\varepsilon_1$  – бірінші қапастағы бірлік жаншу;  $t_1$  – бірінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс;  $\varepsilon_2$  – екінші қапастағы бірлік жаншу;  $t_2$  – екінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс;  $\varepsilon_3$  – үшінші қапастағы бірлік жаншу;  $t_3$  – үшінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс;  $\varepsilon_4$  – төртінші қапастағы бірлік жаншу;  $t_4$  – төртінші қапастан кейінгі деформация аралық тыныс;  $\varepsilon_5$  – бесінші қапастағы бірлік жаншу.

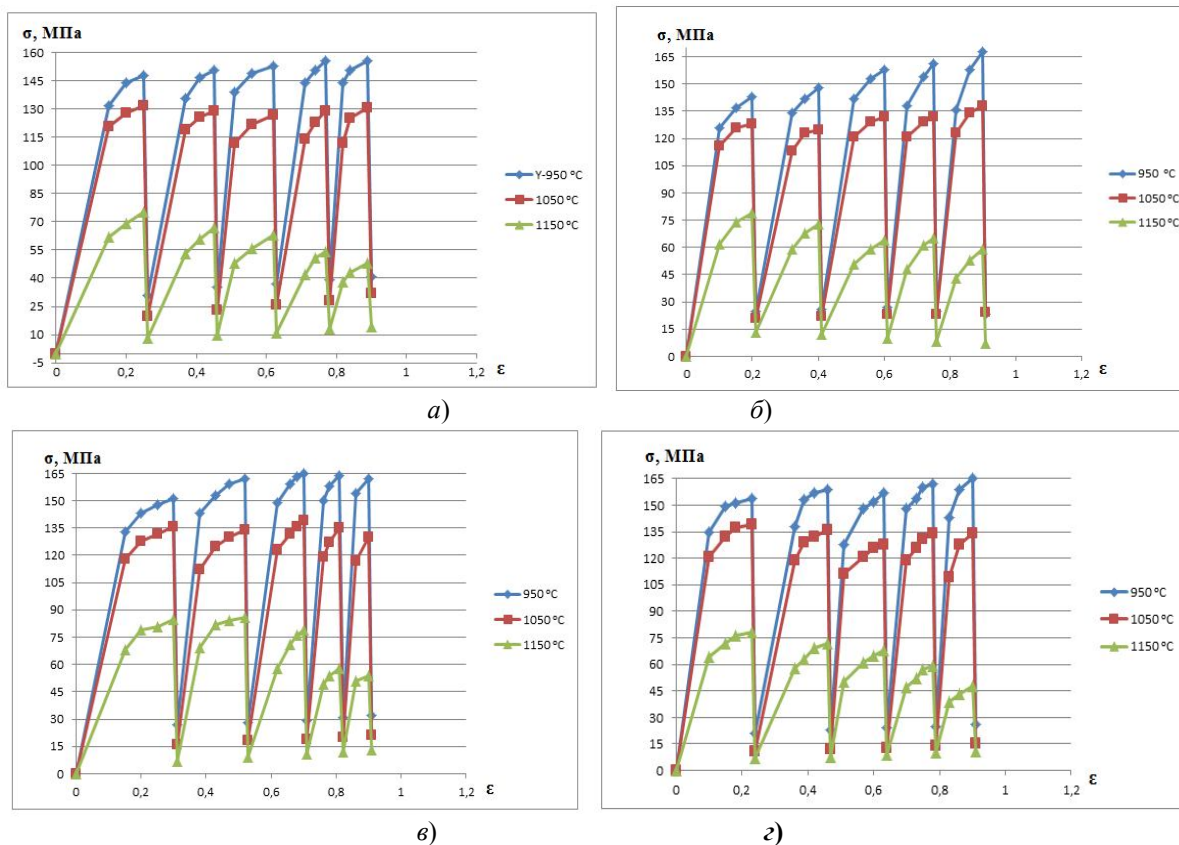
Металлографиялық зерттеуді әмбебапты NEOPHOT 32 (Karl Zeiss, Jena) (Германия) микроскопын қолданып жүргіздік. Neophot 32 микроскобы металлографиялық әдіспен микроқұрылымды зерттеу үшін және фотосуреттерді жасау үшін қолданылады. Бақылауды, үлкейтудің еселігін өзгертіп, жарық және қараңғы алаң әдісімен, поляризацияланған жарықта жүргізуге болады. Микроскопта мынандай үлкейтуді пайдаланады: 10-нан 2000 есе дейін. Микроскоп цифрлы айналы Olimpus фотоаппаратымен қамтамасыз етілген. Алынған микроқұрылымның суреттері компьютерде сақталып біртіндеп шығарып алуға болады.

**Алынған нәтижелер және оларды талқылау**

1 және 2 суреттерде ВТЗ-1 титандық қорытпасы үшін деформация кедергісінің пластикалық деформациядан тәуелділігі келтірілген. Осы суреттерде келтірілген деформациядан пайда болатын беріктенудің қисық сызықтары титандық қорытпаларға тән түрге иемденген.



**Сурет 1.** ВТЗ-1 қорытпасын шөктіріп алынған деформация кедергісінің қисық сызықтары ( $\tau_T = 0$ ;  $\varepsilon = 50\%$ ; мұндағы  $\tau_T$  – тыныс уақыты;  $\varepsilon$  – бірлік жаншу)



**Сурет 2.** ВТЗ-1 қорытпасын әр түрлі варианттармен сынап алынған деформация кедергісінің қисық сызықтары *a* – вариант 1; *б* – вариант 2; *в* – вариант 3; *г* – вариант 4

Пластикалық ағыс кезінде пайда болатын деформациялық беріксіздену,  $\beta$  -аймағында деформацияланған үлгілікте қалай жүретін болса, сондай заңдылықпен ( $\alpha + \beta$ ) –аймағында деформацияланған үлгілікте жүретіндігі (1 және 2 суреттер), көптеген тәжірибелерден байқалды.

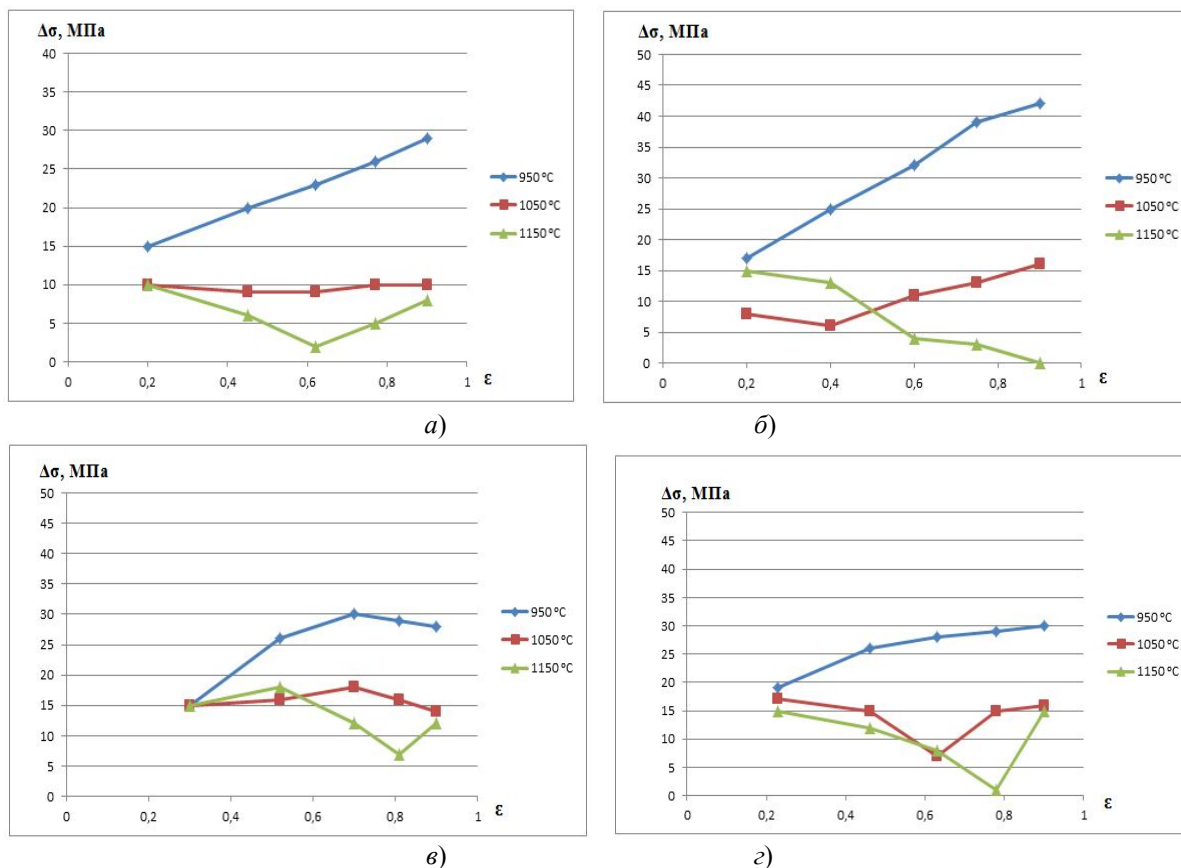
( $\alpha + \beta$ ) – аймағында деформацияланған үлгіліктер үшін деформация кедергісінің бастапқы мәні тым үлкен болатындығы 1 және 2 суреттерден көрініп тұр және пластикалық деформациялаудың соңында кернеудің мәні салыстырмалы бәсең көбейетіндігін байқауға болады.

Екі фазалы аймақта деформацияланған кезде, жүктеме астында үлгілікті ұстаудың санын көбейтсек, онда соққышқа түсегін қысым аздап көбейетіндігін тәжірибелер көрсетті. Осы себептен, деформацияның кедергісі де үлкейіп отырды. Өйткені ВТЗ-1 қорытпасында беріктену процестері жүріп өтті. Сонымен, осылай анықталған деформация кедергісі зерттеліп жатқан үлгіліктің деформациялану жағдайын қамтып көрсетеді (металдың температурасын, деформация дәрежесі мен жылдамдығын және т.б.).

ВТЗ-1 қорытпасының беріктену және беріксіздену қисық сызықтарын талдасақ, онда беріксіздену деформациялаудың бастапқы секундтарында тым қарқынды дамитындығын, ал ары қарай беріктену(950 °С) немесе беріздену (1050 °С, 1150 °С) бірқалыпты және бәсең жүретіндігін байқауға болады. Басқа сынау параметрлерін тұрақты ғып ұстап, тек сынау температурасын жоғарлататын болсақ, онда беріктенудің қалдығы азайтындығын графиктерен көруге болады. Өйткені  $\beta$  -температурасында қайту және рекристаллизация процестері металда толық жүреді.

Көптеген жағдайда деформация кедергісін тәжірибемен зерттеп алған нәтижелер, салыстыруға болатын жағдайларда алынған, әдебиеттерде [5, 6, 7] жарияланған мәліметтермен сәйкес келеді.

Деформацияның дәрежесі  $\varepsilon > 10 - 15 \%$  болған кезде 1150 °С температурасы үшін салынған бөлшектеп деформациялаудың қисық сызықтары біртіндеп төмендейтіндігі тәжірибелер көрсетті, яғни тәжірибелерде қолданылған деформация аралығындағы тыныстар, бөлшектеп деформациялаудың дәрежесі және деформация жылдамдығы динамикалық және статикалық беріксізденудің өтуіне әсер етіп, осы процестерді жылдам жүргізуге мүмкіндік берді.



Сурет 3. Әр түрлі температурада  $\Delta\sigma$  мөлшерінің жаншудан тәуелділігі  
а – вариант 1; б – вариант 2; в – вариант 3; г - вариант

3-суретте  $\Delta\sigma = \sigma_{\varepsilon=0,1} - \sigma_{\varepsilon=0,2..0,9}$  мөлшерлерінің жаншудан тәуелділігі көрсетілген. Суреттерде көрсетілген қисық сызықтарды талдайтын болсақ, онда  $(\alpha+\beta)$  – аймағында температура төмендеген сайын және  $\beta$  – аймағында температура жоғарлаған сайын  $\Delta\sigma$  мөлшері үлкейетіндігін көруге болады.

Материалдың қозғалысы дәл пластикалыққа, яғни тұрақты деформация кедергісіне, тек 1050 °С тең температурасында жетеді.

Әдетте  $\beta$  - фазасы көп болған сайын титандық қорытпаның деформациясы жеңіл іске асады.  $\beta/(\alpha+\beta)$  – айналымынан жоғары нүктеде деформация кедергісінің мөлшері кішкентай мәнге иемденеді және температурадан аз тәуелді болады.

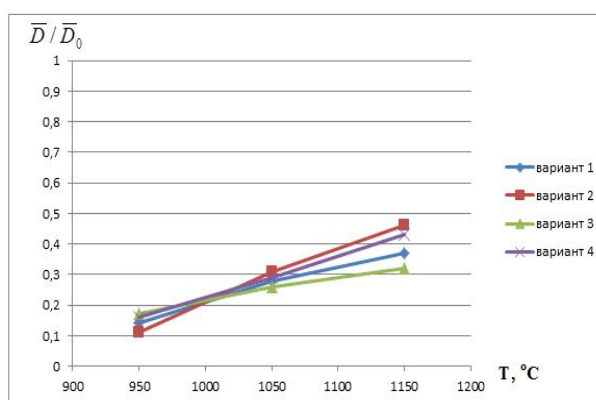
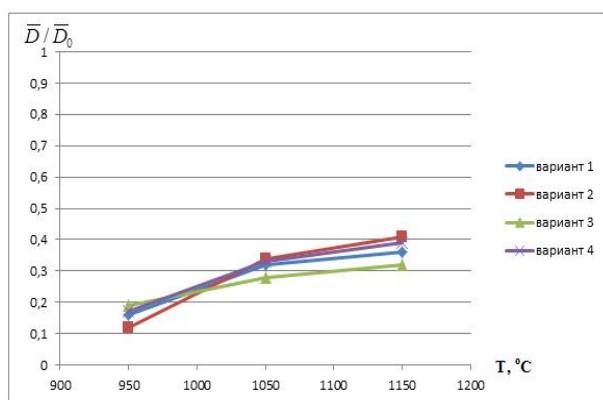
$\beta/(\alpha+\beta)$  – айналымынан төменгі нүктеде, яғни  $(\alpha+\beta)$ -аймағында, деформация кедергісінің мөлшері температура төмендеген сайын және жаншу үлкейген сайын көбейеді. Жоғарыда айтылғанды 2 және 3 суреттер жақсы бейнелейді. Осы суреттер деформация жылдамдығының деформация кедергісіне үлкен әсер ететіндігін көрсетеді. Расында да соңғы қапастарда үлкен жаншумен жаймалау, деформация жылдамдығын жоғарлатып, осыған сәйкесті деформация кедергісін үлкейтіп, үлкен энергия шығынымен жаймалауды іске асыруға алып келеді.

Бастапқы (кесте 1) және деформацияланған үлгілікті металлографиялық зерттеу, 1150 °С температурасында шөктірілген және 1050 °С температурасында қыздырылған металдың құрылымы рекристаллизацияланған екендігін көрсетті. Өйткені үлгілік түйіршіктерінің орташа өлшемі биіктік бағытында 984 мкм-ден 356 мкм дейін ( $\bar{D}/\bar{D}_0 = 0,32 - 0,41$ , мұндағы  $\bar{D}$  - деформациядан кейінгі түйіршік өлшемі;  $\bar{D}_0$  - сынауға дейінгі түйіршік өлшемі), ал радиальды бағытта 1124 мкм-ден 392 мкм дейін ( $\bar{D}/\bar{D}_0 = 0,32 - 0,46$ ) өзгереді. Сонымен бірге, соңғы қапастардағы жаншуды үлкейткен кезде түйіршіктердің өлшемдері кішірейетіндігін айта кеткен жөн (сурет 4).

1050 °С температурасында деформацияланған және 1050 °С температурасында қыздырылған үлгіліктер металының құрылымы рекристаллизацияланған. Өйткені ыстықтай деформациялау және қыздырудың нәтижесінде алынған биіктік бағытындағы түйіршіктер өлшемі ( $\bar{D}/\bar{D}_0 = 0,28-0,34$ ) және радиальды бағыттағы түйіршіктер өлшемі ( $\bar{D}/\bar{D}_0 = 0,26-0,31$ ) кішірейеді (сурет 4).

Кесте 1. Бастапқы үлгілік түйіршіктерінің өлшемі

Қыздыру температурасы, °С	Түйіршіктер өлшемі, мкм	
	Радиальды бағытта	Биіктік бағытында
1150	1124,235+27,318	984,148+26,006
1050	1098,931+24,296	1023,749+16,103
950	1259,831+12,413	992,648+1,63



Сурет 4.  $\beta$  - түйіршіктерінің өлшеміне деформация аралық тыныс уақытының әсері  
а – дайындаманың биіктік бағыты бойынша; б - дайындаманың радиальды бағыты бойынша

Мөлшері бойынша ең кішкентай түйіршіктер, 950 °С температурасында деформацияланған және 1050 °С температурасында қыздырылған үлгіліктер металында алынғанына ерекше көңіл аудару қажет. Осылай үлгілік металын ыстықтай деформациялаған да және жоғары температурада

қыздырған кезде биіктік және радиальды бағыттарда түйіршіктер өлшемі өте жақсы кішірейген, яғни түйіршіктер өлшемі биіктік және радиальды бағыттарда мынандай аралықта өзгерген (сәйкесті жазылған):  $\overline{D} / \overline{D}_0 = 0,12-0,19$ ;  $\overline{D} / \overline{D}_0 = 0,11-0,17$  (сурет 16).

Сонымен, сынау температурасы жоғарлағанда деформация кедергісінің азайатындығын және  $\Delta\sigma_s = \sigma_{\varepsilon=0,1} - \sigma_{\varepsilon=0,2\dots0,9}$  айырмасының көбейетіндігін жүргізілген зерттеулер көрсетті. Осындай жағдайда екі фазалы титандық қорытпаның  $\sigma_s - \varepsilon$  қисық сызығындағы максимумның жайы деформацияның үлкен мәні жағына ығысатындығы байқалды. Сынау температурасын жоғарлатқан жағдайда металл құрылымында динамикалық және статикалық рекристаллизациялар жүретіндігін зерттеулер көрсетті.

Металл құрылымының осындай заңдылықпен өзгеруін былай түсіндіруге болады. Деформация температурасы жоғарлап, осы температура полиморфты айналым температурасына жақындаған жағдайда, екі фазалы титандық қорытпада  $\beta$ -фазаның мөлшері үлкейеді, ал  $\alpha$ -фазаның мөлшері азайады.  $\alpha$ -фазасымен салыстырғанда  $\beta$ -фазасында беріксіздену процестері едәуір жылдам өтетіндігі белгілі [1,3].

Сол себептен титандық қорытпаларды полиморфты айналым температурасынан жоғары температураларда ішкі энергияны жинау жеткілікті қарқынмен жүрмейді. Бұндай жағдайларда, тек салыстырмалы жоғары деформациялар мөлшерімен жаймалағанда, мөлшері жеткілікті ішкі энергия жиналап, рекристаллизация процестері толық жүреді. Бірақта деформациялаудан кейін ВТЗ-1 титан қорытпасын 1050 °С температурасына дейін қыздырсақ, онда металл құрылымда екінші немесе жинау рекристаллизация жүріп, түйіршіктердің өлшемдері біраз өсетіндігін зерттеудің нәтижесі көрсетті.

Полиморфты айналым температурасынан төменгі температурада материалды қыздыру титан қорытпасындағы  $\alpha$  -фазалардың мөлшерін көбейтеді. Осындай температурада  $\alpha$  -фазасы көп қорытпаны деформациялау материалды қарқынды беріктенуге алып келеді. Қарқынды беріктенген ВТЗ-1 қорытпасын 1050 °С температурасына дейін қыздыратын болсақ, онда металл құрылымында бірінші рекристаллизация жүріп, түйіршіктердің мөлшері барлық бағытта кішірейетіндігін құрылымдық зерттеу көрсетті.

### **Қорытынды**

1. Полиморфты айналым температурасынан жоғарғы температурада титан қорытпаларын деформациялау, ал содан кейін осындай температураларда оларды қыздыру металл құрылымында салыстырмалы ірі түйіршіктердің қалыптасуына алып келеді.

2. Полиморфты айналым температурасынан төменірек температурада титан қорытпасын деформациялау, ал содан кейін оларды полиморфты айналым температурасынан жоғары температурада қыздыру металл құрылымында салыстырмалы ұсақ түйіршіктердің қалыптасуына алып келеді.

### **ӘДЕБИЕТ**

1. Полуфабрикаты титановых сплавов. /Александров В.К., Аношкин Н.Ф., Белозеров А.П. и др. М.:ВИЛС, 1996. 581 с.
2. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов [Текст] : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металловедение и терм. обраб. металлов" /. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : МИСИС, 2005. - 427, [1] с
3. Проблемыковки титановых сплавов и их решения. Машеков С.А., Смаилова Н.Т., Машекова А.С. и др. Часть 1. Монография. Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 230 с.
4. Проблемыковки титановых сплавов и их решения. Машеков С.А., Смаилова Н.Т., Машекова А.С. и др. Часть 2. Монография. Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 251 с.
5. Металловедение титана и его сплавов / Белов С.П., Брун М.Я., Глазунов С.Г. и др. М.: Металлургия, 1992. 352 с.
6. Глазунов С.Г., Моисеев В.Н. Конструкционные титановые сплавы. М.: Металлургия, 1974. 368 с.
7. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: МИСИС, 1999. 416 с.
8. Коллингз Е.В. Физическое металловедение титановых сплавов. Пер. с англ. М.: Металлургия, 1988. 224 с.
9. Патент РК № 27884 . Продольно-клиновый стан для прокатки полос из сталей и сплавов / Машекова А.С., Нугман Е.З., Машекова А.С. и др. // Опубл. 25.12.2013, бюл. №12. 3 с.: ил.

REFERENCES

1. Semi-finished titanium alloys. / Alexandrov, V.K, Anoshkin N.F, Belosero AP et al. MS: VILS, 1996. 581 p.
2. Kolachev B.A, Elagin V.I, Lebanon, V.A Metallurgy and heat treatment of non-ferrous metals and alloys [Text]: studies. for students enrolled in the specialty "Metallurgy and term. Grain. Metal" / . - Ed. 4th, Revised. and add. - M.: MISA, 2005. - 427, [1] with
3. Problems forging of titanium alloys and their solutions. Masekov S.A, Smailova N.T, A.S Mashekova and others. Part 1. Monograph. Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 230 p.
4. Problems forging of titanium alloys and their solutions. Masekov S.A, Smailova N.T, A.S Mashekova and others. Part 2. Monograph. Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. 251 p.
5. Physical metallurgy of titanium and its alloys / S.P Belov, Bruno M.J, Glazunov SG et al. M.: Metallurgy, 1992. 352 p.
6. S.G Glazunov, Moiseev V.N Structural titanium alloys. M.: Metallurgy, 1974. 368 p.
7. Kolachev B.A, Elagin V.I, Lebanon, V.A Metallurgy and heat treatment of non-ferrous metals and alloys. Textbook for high schools. 3rd ed., Rev. and add. M.: MISA, 1999. 416 p.
8. E. Collings Physical metallurgy of titanium alloys. Trans. from English. M.: Metallurgy, 1988. 224 p.
9. R.K Patent number 27884. Longitudinal V-mill bands of steels and alloys / Mashekova A.S, Nugman E.Z, Mashekova A.S et al. // Publ. 25.12.2013, Bull. №12. 3.: silt.

Машеков С.А., Дья Х., Түкібай А.А., Машекова А.С.

**Разработка технологий горячей прокатки листов из двухфазных титановых сплавов на непрерывном продольно-клиновом стане с использованием метода физического моделирования**

**Резюме.** С использованием современной высокоточной установки Gleeble 3500 исследовано закономерности изменение сопротивления деформации титанового сплава ВТЗ-1 при физическом моделировании прокатки на продольно-клиновом стане с различными режимами обработки. С единой позицией описано изменение структуры титанового сплава ВТЗ-1 при многоступенчатом обжатии при различных температурах и скоростях деформирования.

**Ключевые слова:** сжатие, сопротивление деформации, пластичность, эксперимент, упрочнение, разупрочнение, рекристаллизация.

Masekov S.A., Dyje H., Tükibay A.A., Mashekova A.S.

**Development technologies hot rolled sheet by a two-titanium alloys continuous longitudinal wedge mill with the use of physical simulation**

**Resume.** With the use of modern high-precision installation Gleeble 3500 investigated patterns change deformation resistance of titanium alloy VTZ-1 in the physical modeling of rolling on the longitudinal wedge mill with different modes of treatment. With one voice described changes in the structure of the titanium alloy VTZ-1, with a multi-stage crimp at different temperatures and strain rates.

**Key words:** compressive deformation resistance, ductility, experiment hardening softening recrystallization.

ЖОК 621.438-25

**С.Ә. Әбдікәрімов**

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

**ЖЫЛУДЫҢ ЕКІНШІЛІК ЭНЕРГИЯ ҚОРЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ ЖОЛДАРЫ**

**Андатпа.** Мақалада негізінен мұнай және газ саласындағы энергоқорларды үнемдеу технологиялары мен екіншілік энергия қор көздерін тиімді пайдалану жолдары қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Мұнай және газ саласындағы екіншілік энергия қорларын тиімді пайдалану

Екіншілік энергия қорларын пайдалану, мұнай және газ өнеркәсібінде энергия үнемділіктің ең басты бағыттарының бірі болып табылады.

ҚР Президенті мемлекет пен қоғам алдына қойған стратегиялық міндеттемесінің бірі, ол екіншілік энергетикалық және табиғи қорларды өте тиімді пайдалану жолдарын анықтау деп атап өткен, себебі ол ұлттың елдің игілігі үшін маңызды және оның дамуымен қоғамдағы материалдық шығындарды азайту арқылы халықтың өмір сүру сапасын жақсарту. [ 3 ]

Екіншілік энергия қорлары сөзінің түп мағынасын өнімнің қалдықтары деп түсінуге болады, технологиялық қондырғыларда (агрегаттарда) жасалатын немесе өндірілген өнімнің энергетикалық

потенциалын білдіреді, бірақ олар сол агрегаттың өзінен басқа қондырғылардың энергия үнемділігіне пайдаланылуы мүмкін.

Бұл жерде өндірілген өнімнің энергетикалық потенциалы дегеніміз белгілі бір анықталған энергия қоры дегенді білдіреді (химиялық жылу, физикалық жылу, артық шыққан қысымның потенциалдық энергиясы).

Энергия түрі бойынша екіншілік энергия қорлары **отындық (жанғыш), жылулық және артық қысымды** деп үш топқа бөлінеді.

**Жылулық энергия түрі ол** – технологиялық қондырғылардан шығатын газдардың және булардың физикалық жылуы, мұндай технологиялық қондырғылар мен агрегаттарға іштен жану қозғалтқыштары, газтурбинала және бутурбиналы қондырғылар жатады (ГТҚ; ДЖҚ; БКҚ), яғни агрегаттардың технологиялық процесстерінде болатын өнімдер және негізгі өндіріс қалдықтарының жылулық екіншілік энергия қорлары.

Жылулық екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ) – бұл технологиялық агрегаттардан бөлінетін газ жылуы, физикалық жылу, уақыт аралық өнім және өндіріс орындарындағы қалдық жылулар мен күштік қондырғыларда технологиялық өңделген сумен будың жылулары.

Күштік қондырғылардан алынатын екіншілік энергия қорларының көмегімен механикалық энергияның жылуын пайдалану; сонымен бірге ЕЭҚ мен компрессорлық станциялардан (КС) жанғыш жылулық технологиялық қажеттіліктерінің есебінде (газ өнеркәсібінде), энергияның әртүрлі түрінен екіншілік энергия қорларын тиімді пайдалану.

Екіншілік энергия қорларын қайта пайдалану арқылы қосымша механикалық және электірлік энергияны өндіру, газдың суытылуы, ішкі тұтынуларды және компрессорлық станциялардан шыққан жылумен қамтамасыз ету (өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық салалар); табиғи газды газ бөлетін станциялардан және осы компрессорлық станциялардағы артық қысымдарды да толық пайдалану. Энерго тасушылардың энергетикалық потенциалы былай анықталады:

Жанғыш отынның екіншілік энергия қорлары үшін – шартты отынның төменгі жану жылулығының шамасы  $Q_y = 7000$  ккал/кг немес  $29300$  кДж/кг.

Жылулық екіншілік энергия қорлары үшін –  $\Delta h$  энтальпияның өзгерісі; [1.2]

ЕЭҚ-дың артық қысымы үшін  $\ell$  изоэнтропты кеңейту жұмысымен. Энергетикалық потенциалды өлшем бірлігі ретінде энергия өлшеу бірлігі қолданылады, оларға килокалория, килоджоуль, киловат/сағ жатады.

Сондықтан екіншілік энергия қорларының (ЕЭҚ) сағаттық шығыны былай анықталады:

$$q_{EЭҚ}^r = m_{EЭҚ} Q_H^0 \quad (1.1)$$

мұндағы  $m_{EЭҚ}$ - екіншілік энергия қорларының массалық шығыны, кг

$Q_H^0$  -отынның төменгі жану жылулығы, кДж/кг.

ЕЭҚ жанғыш мөлшері әдетте  $V_{EЭҚ}$ , кг немесе тоннамен шартты отынның берілуі мүмкін, онда

$$q_{EЭҚ}^r = Q_H^0 V_{EЭҚ} / Q_y \quad (1.2)$$

Жылулық екіншілік энергия қорлары (ЕЭҚ) үшін:

$$q_{EЭҚ}^2 = m_{EЭҚ}^{CL} (t_1 - t_2) = m_{EЭҚ} \Delta h \quad (1.3)$$

Бұл мақалада прогрессивті екіншілік энергия қорларын пайдаланудың бірі болып саналатын іштен жану қозғалтқыштары мен жылу күштік қондырғылардағы (ГТҚ, БТҚ) техникалық шешімдер қарастырылады.

Іштен жану қозғалтқыштарынан (ІЖҚ) шығатын жылуды іске асыру үшін шығарылатын газдардың жолына бу мен эжектор аралығында бу айырғышы бар қондырғы қолданылады. Ол газдардың жылулық энергиясын қысым энергиясына өзгертеді. Бұл эжектордан кейін қысымның суммарлық дәрежесін жоғарлату және іштен жану қозғалтқышынан (ІЖҚ) шығару құбырындағы әлсіретуді жоғарлату үшін қолданылады. Нәтижесінде қозғалтқыштың қуаты көбейіп, үнемділігі артады.

Мұнай және газ өнеркәсібінде газ-мото-компрессор және іштен жану қозғалтқыштары үлкен кешенді түрде пайдаланылады, олар белгілі мөлшерде отынды тұтынады. Іштен жану

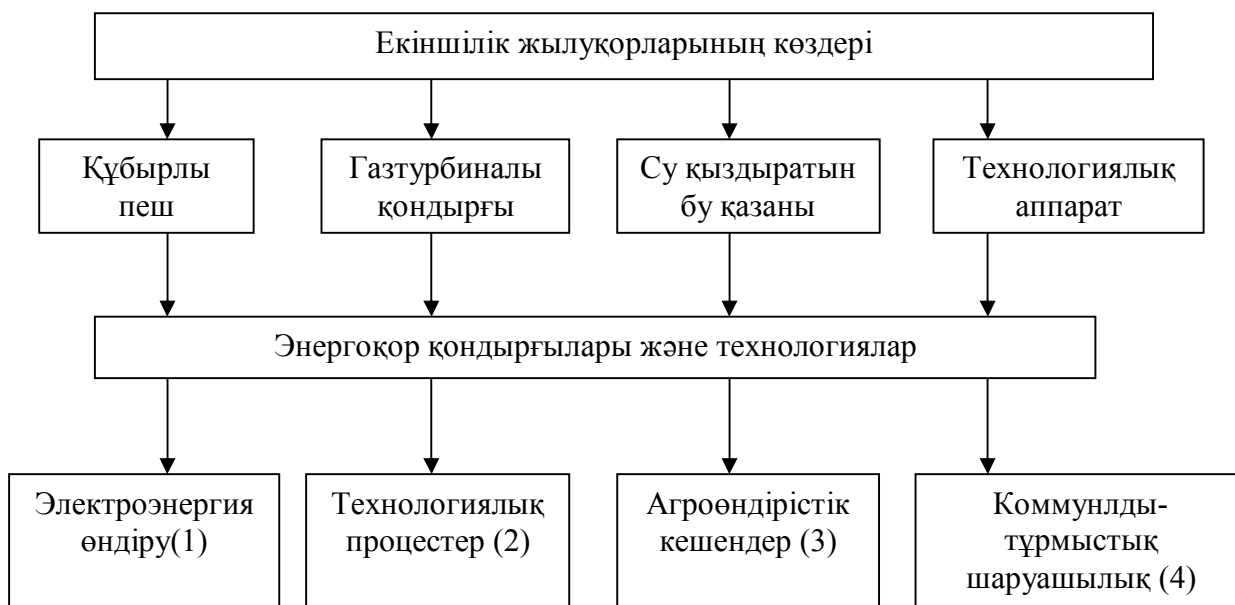
• **Технические науки**

қозғалтқыштары бар қондырғыларды пайдалануда ПӘК 35-42 % болса, жоғалтқан жылу энергия 58-65 % - ды құрайды. Осы жоғалған шығындарды қысқарту бағыттарының бірі екінші энергетикалық қондырғылардың (ЕЭҚ) пайдалану тиімділігін арттыру, яғни шығарылған (жанған) газдардың жылуын екінші рет пайдалану.

Қондырғылар мен агрегаттардан бөлініп шыққан кинетикалық және жылулық энергия түрлерін жүйелі түрде қолдану үшін төмендегідей принципиялды сұлбаны пайдалануға болады. (1-сурет).



1-сурет. Екіншілік жылу энергия қорларының түрлері



2-сурет. Екіншілік жылу қорларын қайта пайдалану сұлбасы



Қазіргі кездері екінші энергия қорларын (ЕЭҚ) қайта пайдаланудың әртүрлі бағыттарына қарқынды түрде жұмыстар жүргізілуде (2-сурет).

Бұл жаңа техника мен технологиялардың дамуына, жаңа инвестициялық жобаларды жетілдіруге, энергетикалық саясаттың өзгеруіне және тұтынушылар тәртібінің талабына әкеп соқтырады және қоршаған ортаға тигізетін әсерін азайтады.

Қорыта айтатын болсақ, мұнай және газ саласында энергетикалық қор көздерін үнемдеу технологиясы қоғамдық дамудың объективтік заңдылығы болып есептеледі және өндіріс орындарының энергетикалық тиімділігін арттыруға бағытталған, сонымен қатар қымбат әрі тапшы энергия көздерін арзан энергия түрлісімен алмастыру.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Глебова Е.В., Глебов Л.С., Сажина Н.Н. Основы ресурсо-энергосберегающих технологий углеводородного сырья. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. -М.:ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005.-184с.

2. Зоря Е.И., Зенин В.И., Никитин О.В., Прохоров А.Д. Ресурсосберегающий сервис нефтепродуктообеспечения. -М.:ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2004.-448с.

3. Сериков Ф.Т., Энергосбережение и повышение энергоэффективности магистральных газопроводов. Журнал Нефть и Газ, 2013, №6(78).

Абдукаримов С.А

#### **Пути использования вторичных энергетических ресурсов**

**Аннотация.** В статье рассматриваются энергоресурсосберегающие технологии и эффективного использования вторичных энергетических ресурсов на предприятиях нефтяной и газовой промышленности.

**Ключевые слова:** Эффективное использования вторичных энергетических ресурсов

Abdukarimov S.A.

#### **Methods using secondary energy resources of heat**

**Summary.** The article discusses energysaving technologies and the efficiency use of secondary energy resources in the oil and gas industry.

**Key words:** Oil and gaz industry, energysaving technologies and the efficiency use of secondary energy resources in the oil and gas industry.

УДК 622.672.06

<sup>1</sup>Х.П. Цинке, <sup>2</sup>И.Н. Столповских, <sup>2</sup>Л.Н. Маркова

(<sup>1</sup> Гамбургский университет, Германия, г. Гамбург.

<sup>2</sup>Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан, [ivanstol@rambler.ru](mailto:ivanstol@rambler.ru))

## **ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА «TRI POWER»**

**Аннотация.** В статье приведено описание конструкции рабочего органа карьерных гидравлических экскаваторов типа прямая и обратная лопата с использованием кинематической схемы фирмы Caterpillar Tri Power. Выявлены достоинства и недостатки этой конструкции по сравнению с аналогичными. Обоснована область применения и пути эффективного ее использования на горнодобывающих предприятиях.

**Ключевые слова:** кинематика, рабочий орган, карьерный экскаватор, прямая лопата, обратная лопата, кинематическая схема.

### **1. Кинематика гидравлических горных экскаваторов**

Основными узлами карьерных гидравлических экскаваторов являются: ходовая часть, поворотная платформа и рабочее оборудование. Рабочее оборудование служит для копания, рыхления и погрузки самосвалов. Основные части рабочего оборудования - стрела, рукоять и ковш.

## • Технические науки

---

Движения рабочего оборудования осуществляются гидравлическими цилиндрами. Функциями гидроцилиндров управляет оператор (машинист) экскаватора.

Гидравлические экскаваторы разделяют по двум видам рабочего оборудования: прямая (Рис.1) и обратная лопата (Рис. 2).

Гидравлические экскаваторы с прямой лопатой. Этот вид рабочего оборудования был перенесен от канатных экскаваторов. Канатные горные экскаваторы из принципиальных конструктивных и технологических соображений могут иметь только прямую лопату. Существуют гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием типа обратная лопата, но это оборудование реализуется с повышенными конструктивными сложностями. В горном деле канатные экскаваторы традиционно работают с прямой лопатой и со створчатым ковшом.



Рис.1. Прямая лопата



Рис. 2. Обратная лопата

Последнее время в различных горнодобывающих регионах сложились определенные традиции, когда наблюдается возрастание применения экскаваторов с обратной лопатой на открытых разработках. Обосновывается это возможностями улучшенной технологии погрузки самосвалов и уменьшения угла поворота платформы при погрузке.

Такую аргументацию нельзя принять как абсолютно неопровержимой нормы. Эффективная эксплуатация погрузочно-транспортных машин всегда зависит от технологии реализованной в определенном карьере (Рис.3).

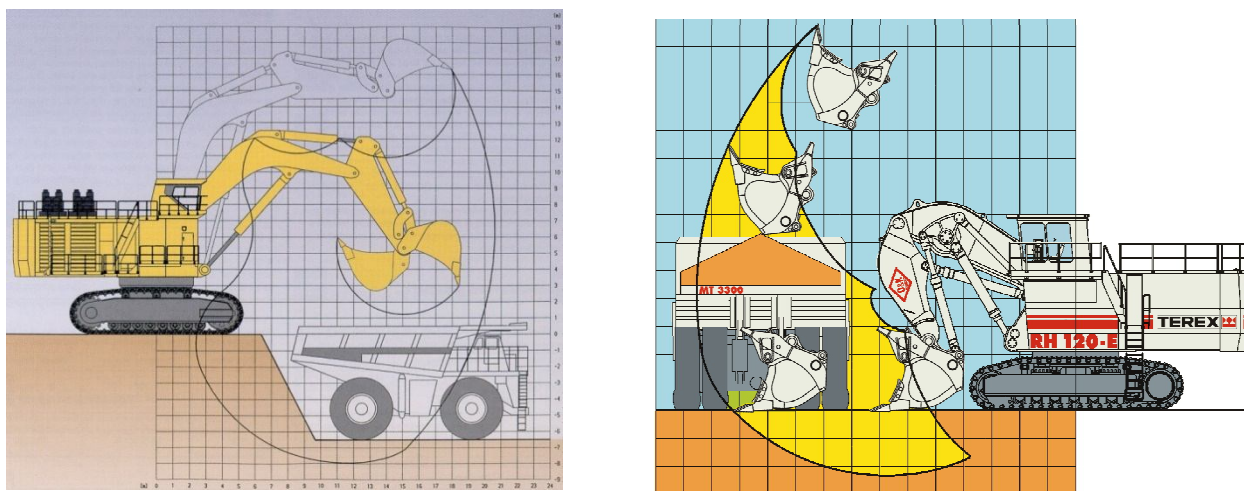


Рис.3. Сравнение кривых копания прямой и обратной лопатой

Далее более детально рассматривается потенциал производительности карьерных экскаваторов и факторы, определяющие практический уровень производительности. Помимо конструкции кинематики рабочего оборудования экскаваторов, устройства гидросистемы играет большую роль для повышения производительности.

При этом описывается кинематика конструкции рабочего органа, которая по мнению создателя и изготовителя существенно улучшает производительную возможность экскаваторов с прямой лопатой.

Эта уникальная и до сих пор, ни каким другим изготовителем не освоенная кинематика называется "Tri Power". Кинематика Tri Power в 1989 году была изобретена и запатентована конструктором компании O&K (Orenstein & Koppel; сегодня Caterpillar) и с тех пор применяется на всех экскаваторах массой свыше 100 тонн (Рис.4).

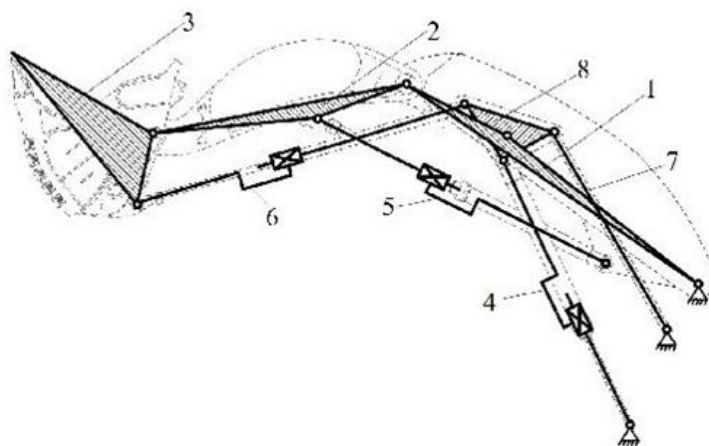


Рис. 4. Кинематика "Tri Power"

Кинематика состоит из 8 звеньев. Основная стрела (1), рукоять (2) и ковш (3), которые активизируются гидроцилиндрами (4,5 и 6). Цилиндры (4,5) не связаны напрямую с основной стрелой, а воздействуют на треугольное звено (8). Это звено связано с основной стрелой с помощью тяги (7) с неизменной длиной. Когда цилиндр (4) выдвигается, поднимается основная стрела (1) и трехпорное звено (8) поворачивается в направлении вращения по часовой стрелке. Когда цилиндр (6) заблокирован, он действует как тяга с неизменной длиной. Треугольное звено (8) затягивает ковш (3) и поворачивает его в обратном направлении вращения по часовой стрелке.

Эффект кинематики "Tri Power" : соединение основного цилиндра (4) с трехопорным звеном (8) уменьшает сокращение плеча рычага на столько, что даже в самом неблагоприятном положении цилиндра к стреле сохраняется 80% наибольшего плеча рычага, имеющегося в исходном положении (полностью втянутый цилиндр). Это существенное преимущество в отношении ко всем остальным видам кинематик (рис. 5). Усилие копания при кинематике "Tri Power" по всей кривой копания гораздо меньше по сравнению с другими конструкциями.

Недостатки кинематики "Tri Power": ковш (3) при рабочем процессе поворачивается против направления вращения часовой стрелки, это означает, что ковш вытягивается из копаемого грунта. Оператор постоянно должен регулировать цилиндром наполнение ковша, чтобы обеспечить его полное заполнение.

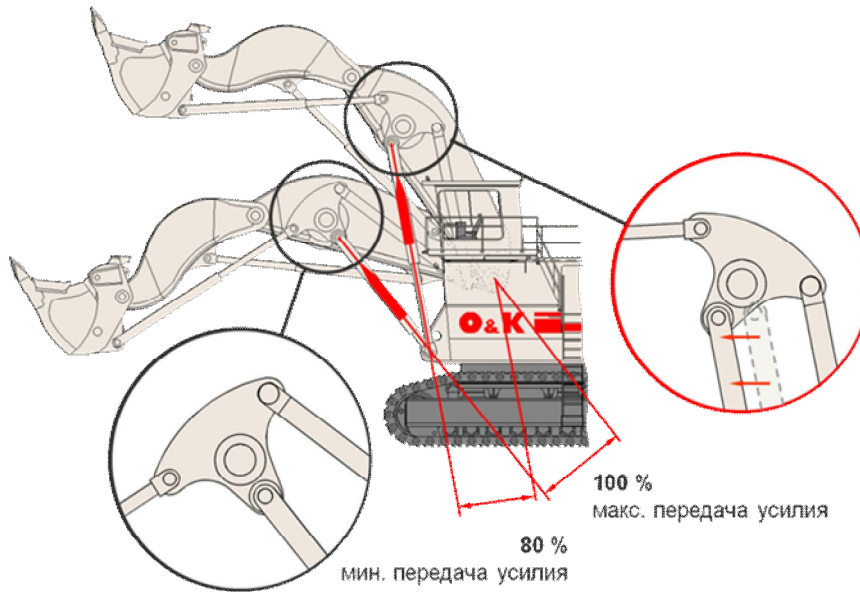


Рис. 5. Изменение момента подъема стрелы при кинематике "Tri Power"

Остальные функции обычной кинематики прямой лопаты не отличаются от кинематики "Tri Power".

Положительный эффект кинематики "Tri Power", состоит в том, что из-за трехопорного звена (также его называют шатун) момент подъема основной стрелы уменьшается в гораздо более малом размере, чем у кинематик без "Tri Power"( рис.6).

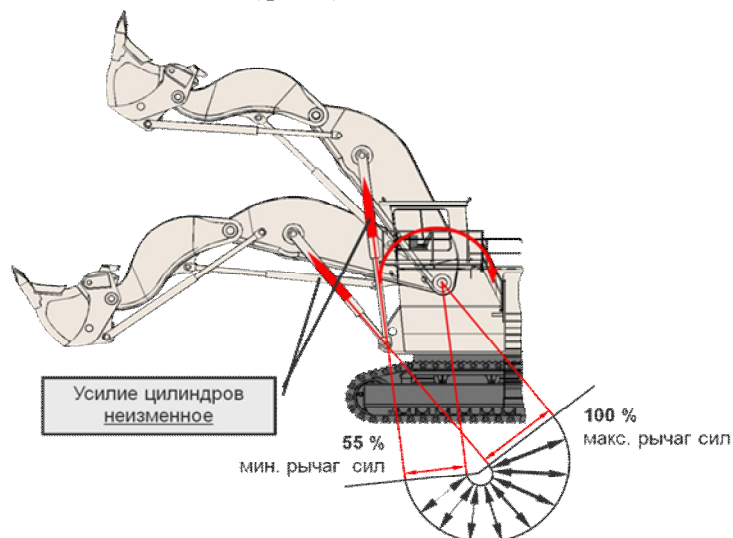


Рис. 6. Изменение момента подъема стрелы без кинематики "Tri Power"

От оператора "Tri Power", однако требуется повышенный период тренировки, чтобы выравнять отрицательный эффект движения ковша против направления вращения часовой стрелки (и тем самым против направления копания).

При осуществлении копания цилиндром рукояти и использовании цилиндра ковша как тягу с неизменной длиной, никакого отличия между "обычными" кинематиками и "Tri Power" нет, потому что эффект трехопорного звена в этом случае не осуществляется (рис.7).



Рис. 7. Прямая лопата с кинематикой "Tri Power"

#### **Выводы**

– На открытых разработках эксплуатируются как экскаваторы с обратной лопатой, так и с прямой лопатой. С помощью обоих видов рабочего оборудования достигаются высокие показатели производительности.

– С целью эффективной эксплуатации различных видов рабочего оборудования необходимо учитывать специфику их рабочих функций при проектировании и конструировании технологии карьера или разреза.

– Кинематика "Tri Power" позволяет повысить уровень потенциальной производительности экскаваторов с прямой лопатой.

– Положительный результат кинематики "Tri Power" реализуется путем снижения момента, который основной цилиндр оказывает на стрелу экскаватора.

– Для эффективной реализации кинематики "Tri Power" на процесс копания ковша необходимо уделять особое внимание уровню профессиональной подготовки операторов (машинистов).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

(1) Tegtmeier, D.: Das Patent "TriPower" und die Verbesserung von Ladeschaufelbaggern; Vortrag zum TEREX-Händlerstag, Dortmund, 2005

(2) Mitriev R., Gruychev R., Pobegailo P.: CAD/CAE Investigation of a large hydraulic excavator; Machine Design, Vol. 3 (2011) № 1, Sofia

(3) Janssen B., Nieveelstein M.: Multi-loop linkage dynamics via geometric methods - a case study on a RH200 hydraulic excavator; Internship report, Eindhoven University of Technology, Oct. 2003

(4) Dr.-Ing. Zinke H.-P.: Analysis and comparison of digging and breakout force on "TriPower" cinematics of face shovels; China University of Mining and Technology, Beijing, 2009

Цинке Х.П., Столповских И.Н., Маркова Л.Н.

**«TRI POWER» карьер экскаваторларының жұмыс органының кинематиканың конструкциясының ерекшеліктері**

**Анатпа.** Мақалада тік және кері күрек тектес Caterpillar Tri Power фирмасының кинематикалық схемаларын пайдаланған карьерлік экскаватордың жұмыстық органының конструкциясы келтірілген. Ол конструкцияның ұқсастармен салыстырғандағы артықшылықтары мен кемшіліктері анықталған. Оның қолданылу аймақтары және кен өндіру өнеркәсіптерінде тиімді пайдалану жолдары дәйектелген.

**Түйін сөздер:** кинематика, жұмыс органы, карьер экскаваторы, тікелей күрек, кері күрек, кинематикалық схема.

Цинке Х.П., Столповских И.Н., Маркова Л.Н.

**The kinematics design Process BODY TYPE mining shovels «TRI POWER»**

**Summary:** The article describes the design of the working organ of career hydraulic excavators type direct and backhoe using the kinematic scheme of the company Caterpillar Tri Power. Identified advantages and disadvantages of this design compared with a similar. Justified scope and the effective use of it in mining enterprises

**Key words:** kinematics, working body, mine excavator, shovel, backhoe, kinematic scheme.

УДК 553.98.556

**А.Қ. Қайырлы, К.Х. Кенесарина**

(Батыс Қазақстан инженерлік-технологиялық университет, Орал қаласы, Қазақстан Республикасы)

*e-mail: kunsayakenesarina@mail.ru*

**ҚАРАШЫҒАНАҚ КЕН ОРНЫ МАҢЫНДАҒЫ СУ ҚОЙНАУЛАРЫНДАҒЫ БИОГЕНДІ  
ЖӘНЕ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МӨЛШЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-  
АНАЛИТИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ**

**Аннотация.** Қарашығанақ кен орнына жақын орналасқан Калминовка және Коншубай балкаларының, Березовка өзенінің су үлгілеріне талдау жүргізілді. Биогенді элементтер: аммоний иондарының, нитриттердің, нитраттардың және темірдің; токсикологиялық элементтер: мыстың, мырыштың, қорғасынның, кадмийдің, мұнай өнімдері концентрациясы анықталды. Алынған нәтижелер шекті рұқсат етілген концентрациямен салыстырылды. Биогенді элементтердің мөлшері жалпы ШРК шамасында екені және олар зерттелген су қойнауларының гидробионттарына әсер етпейтіні көрсетілді.

**Кілттік сөздер:** нитриттер, нитраттар, аммоний иондары, азот, мыс, мырыш, қорғасын, кадмий, мұнай өнімдері, шекті рұқсат етілген концентрация.

Су — бұл Жер бетінде ең негізгі және көп таралған химиялық қосылыстардың бірі, бүкіл тірі организмдердің тіршілік көзі және қорек өнімдері ретінде міндетті компонент болып есептеледі. Су — Жер бетіндегі климаттық жағдайдың, температураның реттеушісі және барлық өндірістер мен ауыл шаруашылық кешендеріндегі технологиялық процестерге қатысады. Су қорының көп көлемі гидросфераның Әлемдік мұхитында — 96%, қалған қоры — бұл өзендер, көлдер, мұздықтар, жер асты және топырақтағы сулары, 3% - тұщы су құрайды. Су Жер бетінің 80% жабады және ол тау жыныстары мен минералында, топырақта, өсімдіктерде, атмосферада кездеседі. Ол ең көп зерттелген қосылыстардың бірі, оның құрамын физикалық өлшем бірліктерді анықтау үшін қолданды (температура, жылу, жылу сыйымдылық, тығыздық).

Табиғи су құрамында әрқашанда шығу тегіне байланысты органикалық және минералдық болып келетін еріген және қалқымалы заттар кездеседі. Бұл заттар суға атмосфералық жауын-шашын арқылы, грунт пен топырақ немесе жер асты су арқылы, сонымен қатар судағы жануарлар мен өсімдіктердің тіршілік ету әрекетінен және өлуі нәтижесінде пайда болады.

Су бетінде қалқып тіршілік ететін жануарлар мен өсімдіктердің жиынтығын планктон құрайды. Ал су қойнауларының түбінде тіршілік ететін организмдер бентос құрайды. Бұл екі организмдердің бірлестігі табиғи сулардың құрамына үлкен әсер тигізеді.

Судың сапасы - су көздерінің санитарлық жағдайының нәтижелерін бағалаумен сипатталады. Судың бактериологиялық және химиялық талдауларының нәтижесі арқылы су қойнауының ластану көздері анықталады. Судың құрамының анықталған көрсеткіштеріне байланысты су қойнауының ластануын алдын-алу шаралары ұйымдастырылады, суды тазарту әдістері қарастырылады. Биогенді элементтерге су организмдерінің тіршілігіне және зат алмасу процестеріне қажетті азоттың органикалық және минералды қосылыстары, фосфор, темір қосылыстары кіреді.

Су құрамындағы азот - азоты бар органикалық қосылыстардың ыдырауы немесе атмосфералық жауын-шашын арқылы топырақтағы тыңайтқыштардың шайылуы нәтижесінде кездеседі. Су қоймаларындағы азотты қосылыстардың мөлшері олардың шығу көздеріне, су қоймасының режиміне және өзін-өзі тазарту процесіне байланысты болып келеді Табиғаттағы органикалық заттардың ыдырауы нәтижесінде суда аммоний, нитрит және нитрат иондары түрінде пайда болады [1].

Табиғи сулардың сапасын бағалайтын азотты қосылыстар әр түрлі формада кездеседі. Судағы азотты заттардың болуы су қойнауындағы тіршілікке маңызды факторлардың бірі болып табылады. Азот - ең қажетті элементтердің бірі. Азотты қосылыстар, оның ішінде нитрит пен аммоний

өсімдіктердің жасушаларының түзілуі үшін пайдаланады. Жануарлар мен өсімдіктердің жасушаларының құрамына кіретін ақуызды заттар бактериялардың әсерінен бұзылады да, одан да жәй қосылыстарға айналады. Жануарлар мен өсімдіктер өлгенде органикалық заттардың ыдырауы нәтижесінде азот су қойнауына қайта оралады. Су жануарлары аммиакты ақуыз алмасуында соңғы өнім ретінде шығарады, ал өлген зоо – фитопланктонды организмдер альбуминді азот түрінде, одан ол бактериялардың әсерінен аммиак қосылысына, сосын азот қышқылына айналады. Бұл жағдайда су қойнауының санитарлық жағдайы нашарлауы мүмкін.

Аммоний иондары грунттық суға микроорганизмдердің тіршілік әрекетінен түседі. Жер үсті суында аммиак ақуызды заттардың ыдырауы нәтижесінде аз көлемде кездеседі. Нитрофицирлік бактериялардың әрекетінен су қойнауындағы аммиактың мөлшері түзіледі де, онымен қоса нитраттар пайда болады. Судағы аммиактың жоғары концентрацияда болуы суға тұрмыстық және өндірістік ағаба сулардың болуымен түсіндіріледі. Аммоний иондарының су объектілеріне түсуінің негізгі көздері жануарлар өсіру фермалары, тұрмыстық ағаба сулар, кейбір ауыл шаруашылығында пайдаланатын аммоний тыңайтқыштары, сонымен қатар химиялық, коксохимиялық, тамақ өнеркәсібінің ағаба сулары болып табылады.

Аммонийдің концентрациясы  $1 \text{ мг/дм}^3$  мөлшерінде болса, балықтардың гемоглобиндеріндегі оттегін азайтуына ұшырайды. Аммонийдің улылығы – ортаның рН-ның жоғарылауымен сипатталады.

Су қойнауындағы аммоний құрамының әр түрлі ластану деңгейі 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1. Су қойнауындағы аммоний құрамының әр түрлі ластану деңгейі

Ластану деңгейі (су қойнауы кластары)	Азотты аммоний, $\text{мг/дм}^3$
Аса таза	0,05
Таза	0,1
Болымсыз ластану	0,2-0,3
Ластанған	0,4-1
Аса ластанған	1,0-3,0

Аммоний концентрациясының жоғары болуын жер беті және жер асты сулары, ең алдымен тұрмыстық және ауыл шаруашылық ағындармен ластану процесі су объектілерінің санитарлық жағдайы нашарлауын көрсететін индикаторлық көрсеткіш ретінде қолданады.

Нитриттер аммонийдің нитраттарға дейін тотығуы (нитрификация – тек қана аэробты жағдайда) және қарама-қарсы нитраттардың азот пен аммиакқа дейін тотықсыздануы (денитрификация – оттектің жетіспеуінде) бактериялық процестер тізбегінде көрсетіледі. Бұл күйдегі тотығу-тотықсыздандыру реакциялары сумен қамту жүйелерінің аэрация станцияларына және табиғи суларға сипат болады.

Жер бетіндегі суларда нитриттер еріген күйде кездеседі. Қышқылды суларда аз ғана мөлшерде азотты қышқыл ( $\text{HNO}_2$ ) болуы мүмкін. Нитриттердің жоғары мөлшерде болуы органикалық заттардың ыдырау процесінің жоғарылауын көрсетеді, ал бұл су объектілерінің ластануы, яғни маңызды санитарлық көрсеткіш болып табылады.

Нитриттердің құрамының маусымдық ауытқуы олардың қыс мезгілінде болмауы және көктем шығысымен тірі емес органикалық заттардың ыдырауымен сипатталады. Нитриттердің жоғары концентрацияда болуы жаз мезгілінің аяғында байқалады, бұл фитопланктонның белсенді түрде пайда болуына байланысты.

Нитрат иондарының табиғи суларда болуы келесі жағдайларға байланысты:

1. Аммоний иондарының су қойнауындағы ішкі нитрификациялық процестерімен;
2. Атмосфералық электрлік зарядтардың пайда болуында азот оксидтерді сіңіретін атмосфералық жауын-шашын (атмосфералық жауын-шашындағы нитриттердің концентрациясы  $0,9-1 \text{ мг/дм}^3$ -ге жетеді);
3. Тұрмыстық-шаруашылық және өндірістік сулармен, әсіресе, биологиялық тазарту әдісінен кейін концентрация  $50 \text{ мг/дм}^3$ -ге жеткенде.

Жер бетіндегі суда нитраттар еріген формада кездеседі. Нитраттардың концентрациясының маусымдық ауытқуы: күзде жоғарлайды және қыста максималды көрсеткішке жетеді, бұл



органикалық заттардың ыдырауында азотты минималды түрде пайдаланады, азот органикалық формадан бейорганикалыққа өтеді.

Нитраттардың азық-түлік өнімдері мен ауыз судағы көп мөлшері қандағы метгемоглобин концентрациясын көбейтеді (25-тен 100 мг/дм<sup>3</sup> дейін). Әсіресе, метгемоглобин жүрек-тамыр ауруларымен ауыратын адамдарға әсер етеді.

Әдетте адам азот айналымына қоршаған ортаға жаңа нитраттар мен азоттың газ тәрізді оксидтерін әртүрлі шаруашылықтар (ауыл шаруашылығы, зауыттардың қалдықтары) жүргізе отырып әсер етеді [3].

Су ихтиофауналарына, сондай-ақ өсімдіктердің тіршілігі үшін қажетті биогенді элементтердің бірі – темір. Соның ішінде ол балдырлар үшін маңызды болып табылады. Темір жетіспесе балдырлар өсуін баяулатады, алайда өте көп концентрациядағы темір улы зат ролін атқарады [2]. Биогенді заттардың көп мөлшерде болуы антропогендік әсерлерге де байланысты. Бұл заттар көбіне табиғи суларға органикалық қалдықтардан акаба сулармен бірге төгіледі.

Қазақстандағы өзендер мен көлдердің ластану жай – күйі, біздің еліміздегі ең басты мәселелерінің бірі. Табиғи суларын қорғау мәселелері әсіресе өндірістің дамуы табиғи қорлардың кемуімен бірге, қоршаған ортаның ластануына әкеліп соғады. Өндірістен шығатын керексіз заттармен алдымен топырақ, ауа, су көздері ластанады. Қала аумақтарынан лас сулардың жерге сіңуі, лас өзендердің суларының жерге сіңуі және т.б. да үрдістер жер асты сулары, солардың арасында химиялық және бактериялық ластанулар көп таралған [4].

Суларда органикалық заттар мен әртүрлі жүзіп жүрген заттар, сонымен қатар патогенді ағзалар да болады. Сулардың ластануы, ең бірінші рет су қоймаларына әртүрлі ластаушы заттардың келіп түсуіне байланысты. Ластаушы заттарға негізінен, топырақ эрозиясының өнімдері, минералдық тыңайтқыштар, улы химикаттар және тағы басқа заттар (азот, фосфор және басқа биогенді элементтер мен олардың қосылыстары, органикалық заттар, пестицидтер, тұрмыстық қалдықтар, мұнай және мұнай өнімдері) жатады [5].

Ғылым мен техниканың жетілуін пайдалана отырып ластанған қоршаған ортаны тазалауға бағытталған шаралар өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Адамдар денсаулығына теріс әсер ететін қоршаған ортаның ластануы үлкен экологиялық апатқа алып келеді. Яғни олар ауылшаруашылық жағдайының бірден төмендеп кетуі және су қоймаларындағы судың сапасының нашарлап кетуі және т.б. Ғалымдар табиғаттағы топырақ, су, ауа, тағамдық өнімдерді зиянды компоненттерден сақтау үшін белгілі бір нормативтер қарастырды [6].

#### **Зерттеудің мақсаты мен міндеттері**

Батыс Қазақстан аймағындағы мұнай-газ кен орындарының игерілуі табиғи ортаға өз әсерін тигізілуі ықтимал. Сондықтан облыс аумағындағы кен орнына жақын орналасқан табиғи су нысандарын зерттеу маңызды да өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты - Қарашығанақ кен орны маңындағы су қойнауларындағы биогенді элементтердің мөлшерін экологиялық-аналитикалық бақылау.

Бұл мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- су қойнауларын талдауға үлгілер алу;
- су үлгілерін талдау үшін әдістерді таңдау;
- биогенді және токсикологиялық элементтердің концентрацияларын анықтау үшін зертханалық талдау жүргізу және нәтижелерді шекті рұқсат етілген концентрациямен (ШРК) салыстыру.

#### **Материалдар мен зерттеу әдістемелері**

Су сапасының құрамындағы қосылыстардың көрсеткіштерін анықтау үшін көктемгі маусымдық бірнеше үлгілер талдауға алынды. Қарашығанақ кен орнындағы су қойнауларынан су үлгісін талдауға алу МЕСТ 2874-73 талаптарына сәйкес жүргізілді. Талдауға алынған судың құрамындағы әр түрлі компоненттердің концентрациясын анықтау үшін Батыс Қазақстан инженерлік-гуманитарлық университетінің зертханасында физика-химиялық талдау әдістерінің көмегімен өткізілді.

Заттардың концентрациясын анықтау үшін арнайы МЕСТ [7-12] әдістемелері қолданылды. Алынған нәтижелер төмендегі кестелерде келтірілген.

Қарашығанақ кен орны маңындағы су қойнауларындағы биогенді элементтердің мөлшері анықталды.

Кесте 2. Қарашығанақ кен орны маңындағы су қойнауларындағы биогенді элементтердің мөлшері

Су үлгілерін алу орны	Биогенді элементтер, мг/л			
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Fe <sup>2+</sup>
Коншубай балкасы (беткі)	0,38	0,010	0,04	0,21
Коншубай балкасы (тереңдегі)	0,40	0,016	0,05	0,09
Калминовка балкасы (беткі)	0,40	0,011	0,04	0,03
Калминовка балкасы (тереңдегі)	0,54	0,013	0,04	0,15
№1 Березовка өзені (беткі)	0,38	0,014	0,11	0,15
№1 Березовка өзені (тереңдегі)	0,42	0,008	0,09	0,21
№2 Березовка өзені (беткі)	0,24	0,014	0,09	0,066
№2 Березовка өзені (тереңдегі)	0,48	0,009	0,09	0,08
№3 Березовка өзені (беткі)	0,78	0,013	0,11	0,04
№3 Березовка өзені (тереңдегі)	0,42	0,009	0,10	0,19
ШРК	0,50	0,080	40,00	0,30

Кесте 3. Қарашығанақ кен орны маңындағы су қойнауларындағы биогенді элементтердің мөлшері

Су үлгілерін алу орны	Ауыр металдар, мг/дм <sup>3</sup>				Мұнай өнімдері, мг/дм <sup>3</sup>
	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	
Коншубай балкасы (беткі)	0,002	0,001	0,015	жоқ	0,041
Коншубай балкасы (тереңдегі)	0,002	0,001	0,015	жоқ	0,002
Калминовка балкасы (беткі)	0,001	0,0011	0,017	жоқ	0,039
Калминовка балкасы (тереңдегі)	0,001	0,0011	0,017	жоқ	0,002
№1 Березовка өзені (беткі)	0,004	0,008	0,021	0,001	0,002
№1 Березовка өзені (тереңдегі)	0,004	0,021	0,008	0,001	0,002
№2 Березовка өзені (беткі)	0,002	0,001	0,02	жоқ	0,02
№2 Березовка өзені (тереңдегі)	0,002	0,001	0,02	жоқ	0,019
№3 Березовка өзені (беткі)	0,002	0,0009	0,01	жоқ	0,019
№3 Березовка өзені (тереңдегі)	0,002	0,0009	0,01	жоқ	0,001
ШРК	0,005	0,01	0,1	0,005	0,05

Экологиялық-аналитикалық бақылау нәтижелері Коншубай балкасында азотты қосылыстардың және темірдің мөлшері шектеулі концентрациядан аспайтынын көрсетті. Азотты қосылыстардың мөлшері балканың терең қабатында (4 метр) беткі қабатымен салыстырғанда жоғары болғандығын байқауға болады.

Калминовка балкасында талдау нәтижелерін бағалау Коншубай балкасына ұқсас. Аммонийдің бұл су қойнауының тереңдігіндегі (4 метр) мөлшері шектеулі концентрациядан сәл жоғары – 0,54 мг/л, ал ШРК – 0,50 мг/л. Басқа талданған биогенді элементтердің концентрациялары ШРК-дан аспайды.

Кен орнына жақын орналасқан су қойнауының бірі - Березовка өзені. Березовка өзенінен су үлгілері үш нүктеден алынды: № 1 - үлгі өзеннің басы Березовка ауылының маңы, № 2 үлгі – өзеннің орта бөлігі, № 3 үлгі – өзеннің шеткі бөлігі (кен орнына жақын бөлік). Тәжірибе нәтижелері Березовка өзенінде аммоний иондарының шекті рауалды концентрацияға жақын екендігін, ал өзеннің кен орнына жақын шегінде (№ 3 Березовка өзені (беткі) оның мөлшері ШРК-дан 1,56 есе көп екенін көрсетті. Талданған басқа биогенді элементтердің мөлшері Березовка өзенінде бірқалыпты.

Су үлгілерінен алынған нәтижелер көрсеткендей, ауыр металдар мен мұнай өнімдері талдау нәтижелері токсикологиялық көрсеткіштердің болуы жалпы мөлшерде екенін көрсетеді, ал кадмий су қойнауында болуы анықталған жоқ, қалған заттар ШРК аспайды.

Алынған су үлгілері Калминовка балкасы су қойнауының токсикологиялық көрсеткіштері нәтижесі көрсетілген. Нәтижелер, жалпы көрсеткіштерді шекті мөлшерде екенін көрсетеді. Су қойнауының бетінде мыстың мөлшері 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, су қойнауының тереңдігінде 0,001 мг/дм<sup>3</sup>. Мырыш, қорғасын және кадмий ШРК-дан аспайды.

Мұнай өнімдерінің органикалық көмірсутектік табиғатына қарай судың бетіне жиналады. Мұндай заттардың біраз жоғары болғанымен де, бірақ шекті рауалды концентрациядан аспайды. Әсіресе, су қойнауының бетінде берілген ластағыштың көп болуы 0,039 мг/дм<sup>3</sup>, ШРК мәніне біраз жетіп қалды.

Тәжірибе нәтижелері Березовка өзенінде талдау нәтижелері көрсеткендей ауыр металдар мен мұнай өнімдері талдау нәтижелері токсикологиялық көрсеткіштердің болуы жалпы мөлшерде екенін көрсетеді.

Сонымен, Қарашығанақ мұнай-газ конденсат кен орны маңындағы су қойнауларының талдау нәтижесі көрсеткендей биогенді және токсикологиялық элементтердің мөлшері шекті рұқсат етілген концентрациядан шамасында, яғни мұнай-газ кешені су қойнауының гидробионттарына техногенді әсер етпейтіні анықталды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ивчатов, А.Л. Химия воды и микробиология / А.Л. Ивчатов, В.И Малов.- ИНФРА. – Москва. – 2006. – 218 с.
2. Мустафина, З.А. Гидрохимический анализ природных вод / З.А. Мустафина, Г.К. Раисова. - КАУ им. С. Сейфуллина. – 2003. – 85 с.
3. Ревелль, П. Среда нашего обитания / П. Ревелль, Ч. Ревелль. – Кн. 1. – Москва. – Мир. – 1994. – 340 с.
4. Абилев С.К. Выявление и прогнозирование мутагенной активности химических соединений окружающей среды /Автореф. Дис. На соиск. Ученой степени доктора биол.наук.-М: 2003 с.-47с
5. Лииник Р.П., Запорожец О.А. Сравнительная оценка расчетных и экспериментальных данных о сосуществующих формах железа, кобальта и никеля в пресных поверхностных водах. «Экологическая химия 2003. №12 с. 79-92
6. 23268.11-78. Методы определения ионов железа.
7. ГОСТ 18826-73. Методы определения содержания нитратов.
8. ГОСТ 4192-82. Методы определения минеральных азот содержащих веществ.
9. МВИ 001-87-99 методика выполнения измерений массовой концентрации ионов меди, кадмия и цинка в питьевых, минеральных, природных, морских и очищенных сточных водах методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе «Экотест-ВА» с электрохимическим датчиком «Модуль ЕМ-04».

#### REFERENCE

1. Ivchatov, AL Water chemistry and microbiology / AL Ivchatov, VI Malov.- INFRA. - Moscow. - 2006. - 218 p.
2. Mustafina, SA Hydrochemical analysis of natural waters / FOR. Mustafina, GK Raisova. - KAU them. S.Seifullin. - 2003. - 85 p.
3. Revell, P. our environment / P. Revell, Revell Ch. - Pr. 1. - Moscow. - World. - 1994. - 340 p.
4. Abilev SK Identification and prediction of mutagenic activity of chemical compounds environment / Author. Dis. On soisk. The degree of Doctor biol.nauk.-M: 2003 Social-47 p.

5. Liinik RP, Zaporozhets OA Comparative evaluation of the calculated and experimental data on coexisting forms of iron, cobalt and nickel in fresh surface waters. "Ecological Chemistry 2003. №12 with. 79-92 p.
6. GOST 18826-73 7. Methods for determination of nitrates.
7. GOST 23268.8-78. Methods for determination of the nitrite ion.
8. GOST 4192-82. Methods for determination of mineral nitrogen-containing substances.
9. MM 001-87-99 technique for measurement of mass concentration of ions of copper, cadmium and zinc in drinking water, mineral, natural, marine and effluent by stripping voltammetry analyzer "Ecotest-VA" electrochemical sensor "module EM-04" .

Қайырлы А.Қ., Кенесарина К.Х.

**Эколого-аналитический контроль биогенных и токсикологических элементов водоемов вблизи Карачаганакском нефтегазогомestорождения**

Проведены анализ воды реки Березовка, балок Кончубай и Калминовка, расположенных недалеко от месторождения Карачаганак. Определены концентрации биогенных элементов: ионов аммония, нитритов, нитратов и железа. Полученные результаты сопоставлены с предельно-допустимой концентрацией. Установлено, что содержания биогенных элементов в целом находятся в пределах ПДК и они не влияют на гидробионты исследованных водоемов.

**Ключевые слова:** нитриты, нитраты, ионы амоний, азот, медь, цинк, свинец, кадмий, нефте продукты, предельно допустимая концентрация.

Kaiyrly A.K., Kenesarina K.H.

**Ecological and Analytical control of biogenic elements and toxicological ponds near the Karachaganak neftegazogomestorozhdeniya**

The analysis of the rivers Beryozovka, gullies Konchubai and Kalminovka situated not far from the field Karachaganak were carried out. The concentration of such biogenic elements as ammonium, nitrite, nitrate and iron were determined. Received results were compared with the permissible concentration limits. It's established that the content of biogenic elements as a whole are found within the permissible concentration limits and the y don't influence on hydrobionts of the researched reservoirs.

**Key words:** nitrite, nitrate ions Amon, nitrogen, copper, zinc, lead, cadmium, oil products, the maximum permissible concentration.

УДК 666.974.2

**М.Т. Жугинисов, С.В. Казмир**

(Казахский национальный техничекий университет имени К.И.Сатпаева  
Алматы Республики Казахстан, maratbek51@mail.ru)

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПО ТЕХНОЛОГИИ ЖАРСТОЙКИХ  
БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТА НАТРИЯ**

**Аннотация.** Приведен аналитический обзор исследований ученых России, Украины, Дагестана и др. по разработке технологии жаростойких бетонов с применением растворимого силиката натрия. Улучшение качества и развитие производства новых видов жаростойких бетонов путем совершенствования технологии и эффективности использования сырьевых ресурсов является основным направлением в этой области.

Сведения, приведенные в аналитическом обзоре являются исходными данными для разработки составов силикат-натриевых композиционных вяжущих (СНКВ) и жаростойких бетонов на их основе. В РК есть природное и техногенное сырье, пригодное для разработки на их основе технологии жаростойких бетонов.

**Ключевые слова:** жаростойкий бетон, силикат-натриевое композиционное вяжущее, прочность, термостойкость.

В последние годы в технической литературе все чаще появляются сведения об использовании твердого силиката натрия, применяемого в качестве полуфабриката для получения жидкого стекла, в технологии различных строительных материалов, в частности, жаростойких бетонов.

Технология жаростойкого бетона заключается в получении композиционного вяжущего путем совместного помола силикат-глыбы с такими огнеупорными материалами как шамот, мел, корунд,

динас, кварцит и др. В этой технологии особенно важен выбор вида заполнителя, в качестве которого выбирают те же огнеупорные материалы. Основным фактором являлся характер химической реакции между силикатом натрия и огнеупорным компонентом при температуре плавления 800 °С и выше с образованием жаростойких соединений.

Улучшение качества и развитие производства новых видов жаростойких бетонов путем совершенствования технологии и эффективности использования сырьевых ресурсов является основным направлением в этой области. В этом направлении известны работы Горлова Ю.П., Чеченова В.А., Рыбалкина В.П., Тотурбиева Б.Д. и др.

В работе [1] изучена коррозионная стойкость и долговечность бетонов в условиях совместного воздействия коррозионных процессов и силовых факторов. Показана эффективность их применения для несущих конструкций (балок, колонн, ригелей фундаментов), подвергающихся воздействию кислот высокой концентрации при любой температуре, наливных сооружений, фундаментов под оборудованием, кислотостойких полов и т.п.

Кирилишин В.П. и Хитаров Н.И. разработали гидравлическое вяжущее из высококремнеземистой силикат-глыбы и молотого песка, и на его основе получен кремнебетон, обладающий высокой кислотостойкостью. Ими разработаны научные принципы получения кремнебетона.

Обширные исследования по изучению процессов коррозии кремнебетона в серной кислоте и их взаимосвязи со структурой и фазовым составом цементирующего вещества, видом крупного заполнителя и проницаемостью проведены Седых Ю.Р. и Фрейдиным К.Б. [2,3].

Работы Горлова Ю.П. [4,5], посвящены разработкам технологий бесцементных бетонов на основе композиционного вяжущего, получаемого путем совместного помола силикат-глыбы с такими огнеупорными материалами как шамот, мел, корунд и др. В работах показана возможность замены высоковязкого затворителя, а именно жидкого стекла – водой, что позволило существенно снизить содержание щелочного компонента. В этой технологии особенно важен выбор вида огнеупорного компонента. Основным фактором являлся характер химической реакции между силикатом натрия и огнеупорным компонентом при температуре плавления 800 °С и выше с образованием жаростойких соединений.

Полученный Чеченовым В.А., высокоглиноземистый жаростойкий бетон на силикат-натриевом композиционном вяжущем имеет температуру применения до 1600 °С [6]. Жаростойкий бетон для футеровки горелок промышленных печей, сохраняет высокие прочностные свойства в условиях эксплуатации. Высокие термомеханические свойства при средних и высоких температурах как самого вяжущего, так и бетона на его основе получены за счет введения в состав вяжущего карбонатной породы и оксида алюминия в виде мела и корунда.

Установлена высокая эффективность применения искусственно синтезированного карбида кремния для получения огнеупоров и других материалов на его основе. Однако, ввиду повышенной окисляемости карбида кремния при воздействии высоких температур, его широкое применение сдерживается. С целью повышения термической стойкости в жаростойкие смеси, иногда добавляют карбид кремния до 20-40 % по массе.

Разработанный Гусейновым З.Т. жаростойкий бетон с повышенным содержанием карбида кремния (более 90 % по массе) имеет высокую термическую стойкость и повышенные физико-технические свойства [7].

Отмечена определенная преемственность вяжущих на основе использованной силикат-глыбы со шлакощелочными цементами, разрабатываемыми школой Глуховского В.Д. и кремнебетоном Кирилишина В.П. [8].

Эффективно применение тонкодисперсной системы «кварцит-силикат-натрий» в качестве вяжущего для получения жаростойкого бетона на динасовом заполнителе. В основу создания бетона, Рыбалкиным В.П. была положена идея - замена жидкого стекла силикат-глыбой. Полученный жаростойкий кремнистый бетон имеет следующие основные показатели: огнеупорность - 1650 °С, термическая стойкость - 17 теплосмен, теплопроводность при 1000 °С - 1,45 Вт/м·К, прочность при сжатии - 28-26 МПа, максимальная температура применения - 1400 °С.

В исследованиях Рыбалкина В.В. [9], была поставлена цель - получение жаростойкого материала практически однородного по химическому составу. В качестве сырьевых материалов были использованы: силикат натрия безводный с кремнеземистым модулем 2,6-2,8, кварцит марки ПСК и динасовый лом. Максимальная прочность образцов достигнута при следующем режиме сушки:

подъем температуры до 85-90 °С - 1 ч, изотермическая выдержка при 90 °С - 2-3 ч, подъем температуры до 180-200 °С - 1 ч, изотермическая выдержка при 200 °С - 1-1,5 ч, охлаждение в сушильном шкафу при открытой дверце до 40 °С. В результате получен кремнезёмистый жаростойкий бетон на кварцит натриевого композиционном вяжущем с улучшенными свойствами, производство которых позволит утилизировать ломогнеупоры.

Вследствие большой величины ТКЛР, показатель термической стойкости кварцитового бетона уступает показателю термостойкости шлакобетонов. Использование широко распространенных в природе мелких кварцевых песков для синтеза нового щелочно-кремнезёмного вяжущего тридимито-кristобалитового минералогического состава с топливно-энергетическими затратами более низкими, чем при изготовлении портландцемента, кроме области противокоррозионной техники, представляет также интерес и для огнеупорного производства, так как позволяет на рядовом шамотном заполнителе получать жаростойкий кремнебетон, который по комплексу технических и экономических показателей расширяет возможность применения жаростойких бетонов на других известных вяжущих. Лихачева И.А. установила, что тридимито-кristобалитовый материал может проявлять вяжущие свойства по гидратационному механизму твердения [10]. Созданный жаростойкий бетон со щелочно-кремнезёмистой связкой тридимито-кristобалитового состава, обладает термостойкостью от 25 до 72 водных теплосмен при 800 °С.

Хрипун Н.Д. в своих работах использовал в качестве заполнителя шлаки от выплавки марганцевых ферросплавов - ферромарганца и силикомарганца [11], что позволило получить жаростойкий бетон пригодный для работы при температурах до 1000 °С, а также легкий и облегченный бетоны с объёмной массой 1400-2000 кг/м<sup>3</sup> и максимальной температурой применения - 800 °С. Также было получено жаростойкое вяжущее способное к работе в температурном интервале до 1000 °С, для этого был применен силикомарганцевый шлак как тонкомолотая добавка к портландцементу.

Исследования Парамазовой Ф.Ш. были направлены на совершенствования технологии получения жаростойких бетонов с высокими эксплуатационными свойствами на основе безводных силикат-натриевых композиционных вяжущих и портландцементе [12]. Жаростойкий бетон имеет монтажную прочность 38-40 МПа, прочность после обжига при 1350 °С - 42-44 МПа и термостойкость при 1200 °С - 36-40 водных теплосмен. Твердение разработанного жаростойкого бетона при низкотемпературной обработке позволяет изготавливать сборные и монолитные конструкции с использованием стандартного оборудования. Имеются исследования по применению синтетических и природных стекол для получения вяжущих и бетонов на их основе.

Иванова Н.А. [13] исследовала активность вяжущих на основе синтетических стекол и свойства бетона с использованием отходов минераловатного производства - «корольков». С учетом химического состава корольков, автором были синтезированы модельные стекла в системе CaO -MgO - Al<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - SiO<sub>2</sub> и получены вяжущие с активностью до 135 МПа, в зависимости от состава стекол. При этом в систему стекол добавляли NaOH в количестве 3%, в пересчете на Na<sub>2</sub>O. Для разработки практических составов корольки подвергались тонкому помолу, затем добавлялись щелочные компоненты: NaOH, KOH, LiOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, дисиликат Na(NF<sub>2</sub>O · 2SiO<sub>2</sub>), содержание которых в пересчете на R<sub>2</sub>O в составе вяжущего составляло 3,6 и 9%. В качестве заполнителей использовали кварцевый песок и не измельченные отходы минераловатного производства. Для формования образцов кубов 7x7x7 см, была приготовлена смесь в соотношении «вяжущее: заполнитель» 1:3. Одну партию образцов автоклавировали при 0,8 МПа, другую выдержали в водной среде в течении 28 суток. Полученные образцы бетонов обладали прочностью при сжатии после автоклавирования 62-76 МПа и 19-32 МПа после твердения в воде. Автор рекомендует 3% содержание R<sub>2</sub>O для обеспечения качества изделиям.

Гуревичем Г.М. [14] проведены работы по использованию автоклавного бетона на вяжущем из вулканических стекол. В частности разработано бесцементное вяжущее на основе кислых вулканических стекол (КВС-67%), извести (20% в пересчете на активную СаО) и полуводного гипса (6%), которое получило название перлитовозвесткового вяжущего. Образцы формовались вибрированием в течении 90 секунд, затем подвергались тепловлажностной обработке при температуре изотермической выдержки 98 °С. В результате получено вяжущее, марки М 350.

Даитбековым А.М. [15], разработан состав и технология получения жаростойкого цирконового бетона на вулканическом стекле для индукционных печей при вакуумном горячем прессовании металлических порошков и тигельных стекловаренных печей периодического действия. Полученный

бетон имеет следующие основные показатели: прочность при сжатии после первого нагревания 100-105 МПа, кажущаяся пористость 8-9 %.

В исследовании [16] использовали хромитовую руду для получения жаростойких бетонов. В указанной работе хромитовая руда применяется в качестве крупного и мелкого заполнителя в виде фракций 1,25-2,5 и 2,5-5, сумма которых составляет 44 %. Остальные компоненты бетона: бой хромито-периклазовых огнеупоров и силикат-глыба.

В работе [17] с использованием феррохромового шлака разработаны силикат-натриевое вяжущее и жаростойкий бетон, где в составе силикат-натриевого вяжущего содержание самораспадающегося низкоуглеродистого шлака составляет 6 %, в заполнителе содержание шлака углеродистого феррохрома – 28 %. Остальное: лом периклазовых огнеупоров – 62 % и силикат глыба – 4%. Класс указанного бетона по предельно допустимой температуре применения И16.

Совершенствование жаростойких бетонов, на основе которых можно изготовить сборные крупноразмерные изделия или монолитные конструкции, необходимо из-за возросших эксплуатационных требований и повышению экономической эффективности футеровки тепловых агрегатов предприятий. В ДГТУ, МГСУ, НИИЖБе разработаны композиционные вяжущие на безводном силикате натрия и тонкомолотых огнеупорных наполнителях (шамот, магнезит, кварцит и др.).

Мантуровым З.А. [18] проведены комплексные исследования и разработаны технологические режимы приготовления, формования и тепловой обработки жаростойкого бетона на силикат-натриевом композиционном вяжущем. Состав жаростойкого бетона: низкожженый шамотный заполнитель – 80 % и вяжущее – 20%. Силикат-натриевое композиционное вяжущее получено помолом карборунда (85%) и шамота с силикат-глыбой (15%).

Таким образом, в данное время разработаны составы и технологии получения жаростойких бетонов с использованием природного и техногенного сырья, которые по своим механическим и термическим свойствам не уступают огнеупорным материалам и могут их успешно заменять. Активное управление структурой и эксплуатационными свойствами бетонов на основе силиката натрия и тонкомолотых огнеупорных наполнителей путем изменения различных технологических факторов: содержания силиката натрия, вида и количества тонкомолотых огнеупорных добавок, гранулометрии, вида и природы крупного заполнителя, режимов и способов уплотнения бетонных и растворных смесей, их исходного водосодержания и т.п. позволило создать надежную технологию жаростойких бетонов различного назначения, обеспечивающую получение материала с заданными свойствами.

В РК есть месторождения природного сырья, пригодное для получения жаростойких бетонов на их основе. Так имеются значительные запасы кварцитов в Жамбылской, Карагандинской и Алматинской областях; хромитовых руд в Актюбинской области; бокситов в Павлодарской области; кварцевых песков в Алматинской, Кызылординской и Актюбинской областях.

Литературный обзор показал, что для получения жаростойких бетонов используются шлаки черной и цветной металлургии. В отвалах металлургических заводов Карагандинской области находятся гранулированные доменные шлаки, в г. Актобе и г. Таразе на заводах ферросплавов накоплены феррохромовые и ферромарганцевые шлаки, соответственно.

Сведения, приведенные в аналитическом обзоре являются исходными данными для разработки составов СНКВ и жаростойких бетонов на их основе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гузеев Е.А. Основы расчета и проектирования железобетонных конструкций повышенной стойкости в коррозионных средах. М., 1981. 363 с.
2. Седых Ю.Р. Влияние заполнителей на кислотостойкость кремнебетона //Экспресс-информация, «Строительство тепловых электростанций». М. 1979, №. 9. С. 10-13.
3. Седых Ю.Р., Фрейдин К.Б. Кислотостойкость кремнебетона как материала для дымовых труб ТЭЦ //Тез. докл. Всес. совещ. по современному проблемам разработки, проектированию и возведению промышленных железобетонных труб. М., 1979. - 310 с.
4. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Зейфман М.И. Тотурбиев Б.Д. Жаростойкие бетоны на основе композиций из природных техногенных стекол. М., 1966. - 143 с.
5. Горлов Ю.П., Чеченов В.А., Тотурбиев Б.Д. Жаростойкий высокоглиноземистый бетон на силикат-натриевом вяжущем // Бетон и железобетон. 1986, № 10. С. 6-8.
6. Чеченов В.А. Высокоглиноземистый жаростойкий бетон на силикат-натриевом композиционном вяжущем Автореф. канд. техн. наук: М.: МИСИ, 1986. - 16 с.

7. Гусейнов З.Т. Мелкозернистый жаростойкий карбидкремниевый бетон на силикат-натриевом композиционном вяжущем. Автореф. канд. тех. наук. М.: МИСИ, 1987. - 20 с.
8. Кириллишин В.П. Кремнебетон. Киев: Будвельник, 1975.
9. Рыбалкин В.П. Безобжиговый жаростойкий кремнеземистый бетон на силикат-натриевом композиционном вяжущем. Автореф. канд. тех. наук. М.: МИСИ, 1987. - 22 с.
10. Лихачева И.А. Получение и свойства жаростойкого кремнебетона. Автореф. канд. тех. наук. Х.: ХАДИ, 1988. - 23 с.
11. Хрипун Н.Д. Жаростойки бетон на портландцементе и жидком стекле с заполнителями из шлаков марганцевых ферросплавов. Автореф. канд. тех. наук. М.: НИИБиЖБ, 1976. - 25 с.
12. Парамазова Ф.Ш. Жаростойкий бетон на комплексном вяжущем. Автореф. канд. тех. наук. Р. - Д.: РДАС, 1996. - 20 с.
13. Иванова Н.А. Активность вяжущего на основе синтетических стекол и свойства бетона с использованием отходов минераловатного производства. // Строительные материалы. 1986, № 9. С. 10-12.
14. Гуревич Г.М. Разработка бescementного вяжущего из вулканических стекол для изготовления стеновых материалов в сельском строительстве. // Строительные материалы. 1986, №5. С. 26-27.
15. Даитбеков А.М. Мелкозернистый жаростойкий цирконовый бетон на вулканическом стекле. Автореф. канд. тех. наук. М.: МИСИ, 1983. - 20 с.
16. Бондарев А.А. Жаростойкий бетон с применением хромитовой руды. Автореф. канд. тех. наук. М.: МИСИ, 1992. - 18 с.
17. Абылгазин Д.Ж. Жаростойкий бетон с применением шлаков феррохромового производства. Автореф. канд. тех. наук. М.: МГСУ, 1995. - 18 с.
18. Мантуров З.А. Выбор рациональных технологических параметров жаростойкого бетона на основе силикат-натриевых композиционных вяжущих. // Инженерно-строительный журнал. №3, 2012. С. 63-68.

#### REFERENCES

1. Gyzeeva E.A. Osnovi rascheta I proiktirovaniya zhelezobetonnih konstrukci povishennoi stoikosti v korrozionnih sredah. M., 1981. 363 s.
2. Sedih U.R. Vliyanie zapolnitelei na kislotostoikost kremnebetona //Ekspress-inormaiya, "Stroitelstvo teplovihi elektrostanci". M.1979, №9. С. 10-13.
3. Sedih U.R., Freidin K.B. Kislotostoikost kremnebetona kak materiala dlya dimovih tryb TEC //Tez. dokl. Vses. Sovesh. Po sovremennim problemam razrabotki, proiktirovaniui I vozvedeniui promiahlnnih zhelezobetonnih tryb. M., 1979.-310 s.
4. Gorlov U.P., Merkin A.P., Zeifman M.I., Totyrbiev B.D., Zharostoikie betony na osnove kompozici iz prirodnihi tehnogennih stekl. M., 1966.-143 s.
5. Gorlov U.P., Chechenov V.A., Totyrbiev B.D., Zharostoikie visokoglinezemistie betony na silikat-natrievom vyazhushem //Beton I zhelezobeton. 1986, №10. S. 6-8.
6. Chechenov V.A. visokoglinizemistie zharostoiki beton na silikat-natrievim kompozicionnom vyazhushim Avtoref. kand. tehn. nayk: M.: MISI, 1986.-16 s.
7. Gyseinov Z.T. Melkozernisti zharostoiki karbidkremnivi beton na silikat-natrievom kompozicionnom vyazhyshim Avtoref. kand. tehn. nayk: M.: MISI, 1987.-20 s.
8. Kirilishin V.P. Kremnebeton. Kiev: Bydvelnik, 1975.
9. Ribalkin V.P. Bezobzhigivi zharostoiki kremnezirnisti beton na silikat-natrievim kompozicionnom vyazhyshim. Avtoref. kand. tehn. nayk: M.: MISI, 1987.-22 s.
10. Lihacheva I.A. Polychenie I svoistva zharostoikih kremnebetona. Avtoref. kand. tehn. nayk: H.: HADI, 1988.-23 s.
11. Hripyn N.D. Zharostoiki beton na portkandcemente I zhidkim stekle s zapolnitelyami iz shlakov margancevih ferrsplyavov. Avtoref. kand. tehn. nayk: M.: NIIBiZHB, 1976.-25 s.
12. Paramazova F.Sh. Zharostoiki beton na kompleksnom vyazhyshim. Avtoref. kand. tehn. nayk: R-D.: RDAS, 1996.-20 s.
13. Ivnova N.A. Aktivnost vyazhyshego na osnove siteticheskikh stekol I svoistva betona s ispolzovaniem othodov minirelovatnogo proizvodstva. //Stroitelnie materialy. 1986, №9. S. 10-12.
14. Gurevich G.M. Razrabotka bescementnogo vyazhyshego iz vylkanicheskikh stekol dlya izgotovleniya stenovih materialov v selskom stoitelstve. //Stroitelnie materialy. 1986, №5. S. 26-27.
15. Daitbekov A.M. Melkozernisti zharostoiki cirkonivi beton na vylkanicheskom stekle. Avtoref. kand. tehn. nayk: M.: MISI, 1983.-20 s.
16. Bondarev A.A. Zharostoiki beton c primineniem hromitivoi rydi. Avtoref. kand. tehn. nayk: M.: MISI, 1992.-18 s.
17. Abilgazin D.Zh. Zharostoiki beton s primineniem shlakov ferrohromovogo proizvodstva. Avtoref. kand. tehn. nayk: M.: MGSY, 1995.-18 s.
18. Manturov Z.A. Vibor racionalnih tehnologicheskikh parametrov zharostoikogo betona na osnove silikat-natrievih kompozicionnih vyazhyshih. //Inzhenerno – stroitelni zhurnal. №3, 2012. S. 63-68.



Жүгінісов М.Т., Казимир С.В.

**Натри силикаты негізінде ыстыққа төзімді бетондарға аналитикалық шолу.**

**Түйіндеме.** Мақалада қаралған қызуға төзімді бетонның технологиясын композициялық тұтастырғыш жолымен, шамот сияқты мұндай отқа төзімді материалдармен бірлескен майдалаған үгінді силикат-дөң алуда, корунд, динас, кварцит және т.б.

Әдеби шолудың нәтижесінде қызуға төзімді бетондарды алу үшін қара қождарды пайдаланатынын көрсетті, және түсті металлургия. Қарағанды облысының металлургиялық зауыттарының қайырмаларындағы түйіршіктелген домна қождары табады, Ақтөбе қаласында және Тараз қаласындағы феррохром және жиналған ферромарганцетің ферросплавтарының қождары зауытында жиналған.

**Негізгі сөздер:** бетон, натрий силикаты, динас, кварцит, қалыптау.

Жугинисов М.Т., Казимир С.В.

**Аналитический обзор по технологии жаростойких бетонов на основе твердого силиката натрия**

**Резюме.** В статье рассмотрены технология жаростойкого бетона в получении композиционного вяжущего путем совместного помола силикат-глыбы с такими огнеупорными материалами как шамот, мел, корунд, динас, кварцит и др.

Литературный обзор показал, что для получения жаростойких бетонов используются шлаки черной и цветной металлургии. В отвалах металлургических заводов Карагандинской области находятся гранулированные доменные шлаки, в г. Актөбе и г. Таразе на заводах ферросплавов накоплены феррохромовые и ферромарганцевые шлаки, соответственно.

**Ключевые слова:** бетон, силиката натрия, динас, кварцит, формование.

Zhuginisov M.T., Kazimir S.V.

**Analytical review of the technology of refractory concrete on the basis Solid sodium silicate.**

**Resume.** The article describes the technology is to obtain heat-resistant concrete composite binding by co-grinding silicate blocks of refractory materials such as fire clay, chalk, corundum, Dinas, quartzite and others.

A literature review showed that for refractory concretes used slags black and nonferrous metallurgy. In the dumps metallurgical plants Karaganda region are granulated blast furnace slag, in Aktobe and Taraz ferroalloy plant accumulated on ferrochrome and ferromanganese slag, respectively.

**Key words:** concrete, sodium silicate, Dinas, quartzite, molding.

УДК 622.75/.77+622.772

**Б.Н. Суримбаев<sup>1</sup>, Ш.Ч. Алтынбек<sup>2</sup>, Л.С. Болотова<sup>2</sup>, А.О. Байконурова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, Алматы

<sup>2</sup>Филиал РГП «НЦ КПМС РК» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр», Казахстан, Алматы  
surimbaev@gmail.com, a.baikonurova@yandex.kz

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАЛОСУЛЬФИДНОЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ**

**Аннотация.** Статья посвящена изучению показателей гравитационного обогащения золота и цианирования гравитационного концентрата и хвостов гравитации. Для определения доли золота, извлекаемого из руды гравитацией, использован лабораторный 3-х дюймовый центробежный концентратор Нельсона, так как он эффективно извлекает из руды мелкое золото крупностью несколько микрон. Выполнен комплекс исследований по выщелачиванию золота из руды методом цианирования. Было проведено сравнение полученных результатов по комплексной схеме гравитация-цианирования продуктов гравитации с прямым цианированием руды.

**Ключевые слова:** гравитационное обогащение, цианирование, золотосодержащая руда, выщелачивание, золото, гравитационно - цианидная технология.

В статье рассмотрены показатели технологии гравитационного обогащения с последующим цианированием гравитационного концентрата и хвостов гравитации малосульфидной золотосодержащей руды одного из месторождений Казахстана.

Состав исследованной пробы приведен в таблице 1.

Таблица 1. Результаты химического и пробирного анализов проб руды

Наименование элементов	Содержание, %	Наименование элементов	Содержание, %
Золото, г/т	3,60	Оксид кальция	5,14
Серебро, г/т	1,67	Оксид магния	3,45
Медь	0,0044	Оксид натрия	1,73
Никель	0,007	Оксид калия	3,76
Кобальт	0,0036	Оксид кремния	62,46
Цинк	0,015	Оксид алюминия	12,10
Свинец	0,013	Сера общая	0,43
Железо	2,73	Сера сульфидная	0,41
Мышьяк	0,135	Сера сульфатная	0,02
Сурьма	0,0045	Степень окисления S, %	4,65

Среднее содержание золота в пробе руды, по результатам пробирного анализа, составило 3,60 г/т.

Из результатов химического анализа следует, что проба руды имеет простой вещественный состав. Промышленно-ценных компонентов, кроме золота и сопутствующему ему серебра, в руде нет. Низкое содержание в руде тяжелых металлов (медь, никель, кобальт, цинк), взаимодействующих с цианидом натрия, не вызовет осложнений по растворению золота щелочным цианидным раствором и извлечению растворенного золота. По содержанию сульфидной серы (0,41 %) и степени окисления серы (4,65 %) проба руды отнесена к убогосульфидному типу первичной руды.

Для определения доли золота, извлекаемого из руды гравитацией, использован лабораторный 3-х дюймовый центробежный концентратор Нельсона. Метод гравитации на аппарате Нельсона, ставший стандартным в обогащении, представляет ценную информацию по извлекаемости золота гравитацией. Концентратор Нельсона эффективно извлекает из руды даже мелкое золото крупностью несколько микрон.

Гравитационное обогащение проведено при следующих режимных параметрах: крупность измельченной руды 80 % класса -0,075 мм; содержание твердого в пульпе, подаваемой на гравитационное обогащение, 33,3 % (Т : Ж = 1 : 2); расход флюидизационной воды 3,5 л/мин.; производительность концентратора по твердому 0,50-0,55 кг/мин.; центробежное ускорение 60 G; избыточное давление флюидизационной воды 100 кПа.

Гравитационное обогащение проведено в одну стадию, при этом получен гравитационный концентрат и хвосты гравитации. Масса измельченной руды составляла 3 кг.

Известно, что при измельчении руд с использованием металлических шаров происходит их истирание за счет абразивного воздействия твердой составляющей пульпы. Ранее установлено, что истертая сталь с шаров при гравитационном обогащении переходит в гравитационный концентрат. Кроме того, некоторые руды содержат магнетит, который также переходит в концентрат. Для исключения перехода истертого железа и магнетита в гравитационный концентрат перед гравитационным обогащением проведена магнитная сепарация измельченной руды.

Результаты теста по гравитационному обогащению руды приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты теста по гравитационному обогащению руды

Продукт	Выход, %	Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
Концентрат	2,93	71,60	50,70
Хвосты	96,94	2,10	49,20
Магнитная фракция	0,13	3,16	0,10
Руда	100,00	4,14	100,00

Из данных таблицы 2 следует, что гравитационное обогащение руды проходит достаточно успешно. При выходе гравитационного концентрата 2,93 % распределение (извлечение) золота в гравитационный концентрат составило 50,7 %, что является хорошим показателем. Гравитационный концентрат содержит 71,6 г/т золота, хвосты гравитации 2,1 г/т. При этом установлено, что выход

магнитной фракции не велик и составляет 0,13 %, содержание в нем золота 3,16 г/т, то есть в 1,5 раза выше, чем в хвостах гравитации. В магнитной фракции содержится всего 0,1 % золота от общего количества в руде.

Наряду с золотом, продукты гравитационного обогащения проанализированы на содержание общей серы, серы сульфидной, серы сульфатной и мышьяка (таблица 3).

При гравитационном обогащении в гравитационном концентрате значительно возрастает содержание всех анализируемых компонентов. По сравнению с рудой в гравитационном концентрате содержание общей и сульфидной серы возрастает более чем в 10 раз, мышьяка в 8,5 раза.

**Таблица 3. Содержание и распределение серы и мышьяка по продуктам при гравитационном обогащении руды**

Продукт	Выход, %	Содержание, %				Распределение, %			
		S <sub>общ.</sub>	S <sub>сульфат.</sub>	S <sub>сульфид.</sub>	As	S <sub>общ.</sub>	S <sub>сульфат.</sub>	S <sub>сульфид.</sub>	As
Концентрат	2,93	5,08	0,05	5,03	1,10	31,73	7,02	32,88	24,93
Хвосты	96,94	0,33	0,02	0,31	0,10	68,18	92,86	67,04	74,97
Магнитная фракция	0,13	0,33	0,02	0,31	0,10	0,09	0,12	0,09	0,10
Руда	100,00	0,47	0,02	0,45	0,13	100,00	100,00	100,00	100,00

Из таблицы 3 видно, что мышьяк хорошо извлекается в гравитационный концентрат. Если сравнить удельный вес золотосодержащих минералов (пирит FeS<sub>2</sub> – 4,9-5,2 г/см<sup>3</sup>, халькопирит CuFeS<sub>2</sub> – 4,1-4,3 г/см<sup>3</sup>, арсениопирит FeAsS – 5,9-6,2 г/см<sup>3</sup>), то будет ясно, что удельный вес арсениопирита больше, чем у пирита и халькопирита. Это свидетельствует о том, что золото в основном приурочено к арсениопириту и извлекается совместно с ним в гравитационный концентрат.

Проведено 3 теста по наработке продуктов обогащения для последующего цианирования. В таблице 4 приведены результаты тестов по наработке гравитационного концентрата и хвостов гравитации для последующего их цианирования.

**Таблица 4. Результаты тестов по наработке продуктов гравитационного обогащения для цианирования**

Продукт	Выход, %	Содержание Au, г/т	Распределение Au, %
Объединенный концентрат	2,88	71,10	46,82
Объединенные хвосты	97,12	2,38	52,93
Объединенная магнитная фракция	0,24	4,60	0,25
Руда	100,00	4,37	100,00

При наработке продуктов гравитационного обогащения для цианирования получены показатели, которые хорошо согласуются с ранее проведенным тестом (таблица 2).

Объединенный гравитационный концентрат, полученный при гравитационном обогащении руды на центробежном концентраторе Нельсон, подвергнут цианированию для определения степени растворения из него золота. Содержание золота в объединенном концентрате по данным пробирного анализа 71,1 г/т.

Цианирование проведено при следующих режимных параметрах: масса концентрата 0,1 кг, отношение твердого к жидкому Т : Ж = 1 : 3; концентрация цианида натрия 0,1 %; загрузка оксида кальция в пересчете на 100 % активность 2,1 кг/т концентрата; время цианирования 24 часа.

В таблице 5 приведены результаты тестов по цианированию гравитационного концентрата.

Таблица 5. Результаты цианирования гравитационного концентрата

Наименование параметров и показателей	Показатели	
	опыт 1	опыт 2
Масса пробы, г	100	100
Количество цианидного раствора, мл	300	300
Загрузка извести, кг/т концентрата	2,1	2,1
Концентрация цианида натрия, %	0,10	0,10
Продолжительность выщелачивания, ч	24	24
Содержание в растворе, мг/л через:		
золото	22,6	22,4
серебро	3,47	–
медь	16,6	–
цинк	0,65	–
Содержание Au в хвостах выщелачивания, г/т	2,66	2,24
Расчетное содержание Au в концентрате, г/т	70,46	69,44
Извлечение Au, %	96,22	96,77

Из данных таблицы 5 следует, что золото достаточно хорошо растворяется из гравитационного концентрата при сравнительно низкой концентрации цианида натрия в выщелачивающем растворе (0,1 %), то есть аналогичной концентрации цианида натрия в выщелачиваемом растворе, использованном при растворении золота из руды. Степень растворения золота из гравитационного концентрата составила 96,22-96,77 % (в среднем 96,5 %). Хвосты цианирования концентрата содержат 2,24-2,66 г/т золота (в среднем 2,45 г/т). Загрузка цианида натрия на выщелачивание золота 3,45 кг/т, его расход на взаимодействие с минералами составил всего 0,57 кг/т или 16,5 % от загрузки. Низкий расход цианида натрия обусловлен малым содержанием в гравитационном концентрате тяжелых металлов, которые взаимодействуют с цианидом натрия и переходят в цианидный раствор. Так, цианидный раствор после выщелачивания содержит 3,47 мг/л серебра, 16,6 мг/л меди и 0,65 мг/л цинка. Общее содержание тяжелых металлов и серебра составляет 20,72 мг/л, что несколько ниже содержания золота (22,6 мг/л).

Цианирование хвостов гравитации проведено при условиях цианирования руды. В таблицах 6 приведены результаты тестов по цианированию хвостов гравитации.

Таблица 6. Результаты цианирования хвостов гравитации

Наименование параметров и показателей	Показатели	
	опыт 1	опыт 2
Масса пробы, г	300	300
Количество цианидного раствора, мл	600	600
Загрузка извести, кг/т	1,5	1,5
Концентрация цианида натрия, %	0,10	0,10
Продолжительность выщелачивания, ч	24	24
Содержание в растворе, мг/л через:		
золото	0,90	0,94
серебро	0,40	–
медь	9,3	–
цинк	1,0	–
Содержание Au в хвостах выщелачивания, г/т	0,56	0,56
Расчетное содержание Au в хвостах гравитации, г/т	2,36	2,44
Извлечение Au, %	76,27	77,05

Из данных таблицы 6 следует, что степень растворения золота из хвостов гравитации достаточно высокая и составляет 76,27-77,05 % (в среднем 76,66 %) при расчетном содержании золота в хвостах гравитации 2,4 г/т. Хвосты цианирования хвостов гравитации содержат 0,56 г/т золота. В растворе низкое содержание металлов-примесей, что обусловило низкий расход цианида натрия на взаимодействие с минералами.

Ранее (таблицы 5, 6) приведены отдельные показатели по цианированию гравитационного концентрата и хвостов гравитации, которые не позволяют в достаточной мере оценить обобщенные показатели относительно исходной руды. В таблице 7 приведены обобщенные результаты цианирования продуктов гравитационного обогащения (баланс золота).

**Таблица 7. Результаты цианирования продуктов гравитационного обогащения**

Наименование продуктов	Выход, %, м <sup>3</sup> /т	Содержание Au, г/т (мг/л)	Распределение Au	
			г/т	%
Гравитационный концентрат	2,88	69,97	2,015	46,36
Хвосты гравитации	97,12	2,40	2,331	53,64
Раствор цианирования гравитационного концентрата	8,64	22,5	1,944	44,73
Раствор цианирования хвостов гравитации	194,24	0,92	1,787	41,12
Хвосты цианирования гравитационного концентрата	2,88	2,45	0,071	1,63
Хвосты цианирования хвостов гравитации	97,12	0,56	0,544	12,52
Суммарная степень растворения золота из гравитационного концентрата и хвостов гравитации	-	-	3,731	85,85
Руда	100,00	4,346	4,346	100,00

Расчетное содержание золота в руде составляло по балансу 4,346 г/т и коррелирует с ранее полученными данными. Распределение золота в золотосодержащие растворы цианирования гравитационного концентрата и хвостов гравитации составляет 3,731 г/т или 85,85 %. Эти показатели не являются окончательными, так как существует реальная возможность повышения этих показателей за счет доизвлечения золота из хвостов цианирования гравитационного концентрата.

Для сравнения полученных показателей гравитационно-цианидной схемы выполнен комплекс исследований по прямому выщелачиванию золота из руды. Испытания агитационного выщелачивания были проведены со скоростью вращения 30 оборотов в минуту. Масса пробы руды 0,3 кг. Отношение твердого к жидкому Т : Ж = 1 : 2.

В таблице 8 приведены результаты тестов цианидного выщелачивания золота из руды различной крупности при концентрации цианида натрия 0,1 % (1,0 г/л). Время цианирования 24 часа.

**Таблица 8. Результаты тестов цианидного выщелачивания золота из руды различной крупности при концентрации NaCN 0,1 %**

Наименование параметров и показателей	Степень измельчения руды, % класса -0,075 мм			
	80		90	
масса пробы, г	300	300	300	300
количество цианидного раствора, мл	600	600	600	600
загрузка извести, кг/т	1,5	1,5	1,5	1,5
исходная концентрация NaCN, %	0,10	0,10	0,10	0,10
продолжительность выщелачивания, ч	24	24	24	24
сод. Au в растворе, мг/л	2,07	1,93	2,18	2,13

Наименование параметров и показателей	Степень измельчения руды, % класса -0,075 мм			
	80		90	
Ag	0,68	–	0,73	–
Cu	12,9	–	11,6	–
Zn	1,19	–	1,08	–
pH конечная	10,86	10,92	10,88	10,85
NaCN остаточная, %	0,094	0,093	0,093	0,092
содержание Au в хвостах цианирования, г/т	0,62	0,54	0,38	0,38
расчетное содержание Au в руде, г/т	4,76	4,40	4,74	4,64
извлечение Au в раствор, %	86,97	87,73	91,98	91,81
расход цианида натрия, кг/т по загрузке:	2,0	2,0	2,0	2,0
на взаимодействие с минералами	0,12	0,14	0,14	0,16

Из данных таблицы 8 следует, что на извлечение золота в раствор влияет, в первую очередь, крупность измельченной руды, а также концентрация цианида натрия в выщелачивающем растворе. Увеличение тонины помола положительно влияет на показатели цианирования. Наиболее высокие показатели по растворению золота получены при степени измельчения руды 90 % класса -0,075 мм и концентрации цианида натрия 0,1 %.

Руда эффективно перерабатывается по обеим технологиям – прямого цианирования руды и по технологии, включающей предварительное гравитационное обогащение с последующим цианированием гравитационного концентрата и хвостов гравитации.

В целом, при цианировании продуктов гравитационного обогащения получены сопоставимые показатели с показателями по прямому цианированию руды, где степень растворения золота составляет 87,35 %, при более высоком расчетном содержании золота в руде – 4,58 г/т.

Для промышленных условий, учитывая наличие в руде сравнительно крупного золота, гравитационно-цианидная технология является более предпочтительной.

Сүрімбаев Б.Н., Алтынбек Ш.Ч., Болотова Л.С., Байқонырова А.О.

**Азсульфидті алтын құрамды шикізатты өңдеу технологиясын таңдау**

**Түйіндемe.** Осы мақала алтынды гравитациялық байыту әдісіне және гравитациялық концентрат пен гравитация байыту әдісінің қалдықтарын цианирлеу процесін зерттеуге арналған. Гравитация әдісімен алынған алтын үлесін анықтау үшін 3 дюймдік лабораториялық ортадан тепкіш күш Нельсон аппараты қолданылды, себебі ол аппарат шикізаттан мөлшері бірнеше микронға жететін ұсақ алтынды алуға тиімді. Шикізаттан алтынды цианирлеу процесімен бірқатар зерттеулер жүргізілді. Гравитация-цианирлеу әдісімен алынған өнім нәтижелерін шикізатты тікелей цианирлеу әдісімен алынған нәтижелермен салыстыру жұмыстары жүргізілді.

**Түйінді сөздер:** гравитациялық байыту әдісі, цианирлеу, алтынқұрамды руда, шаймалау, алтын, гравитация-цианирлеу әдісі

Surimbayev B.N., Altynbek Sh.Ch., Bolotova L.S., Baikonurova A.O.

**Choice of technology for processing low sulfide gold ore**

**Summary.** The paper studies the performance of gravity concentration and cyanidation of gravity concentrate and tailings gravity. To determine the proportion of gold extracted from the ore by gravity laboratory used a 3-inch centrifugal concentrator Knelson, since it effectively removes from the gold ore fine grain size of several microns. A range of studies on the leaching of gold from ore by cyanidation. We compared the results obtained by the complex scheme gravity-gravity cyanidation products direct cyanidation of the ore.

**Key words:** gravity separation, cyanidation, gold ore, leaching, gold, gravity - cyanide technology.

УДК 536.4: 621.373

**Т.С. Кошеров, В.Н. Ермолаев, А.Н. Мута, А.С. Сеитов**  
(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

## **МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ КРЕМНИЯ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Аннотация.** Исследовано влияние лазерного воздействия на структурные изменения и морфологию поверхности (с) Si кремния, а также физико-химические процессы, протекающие на ее поверхности. Показано, что лазерное воздействие слабо влияет на параметры решетки, оказывает влияние на окисление и формирование окислительных дефектов, на процессы плавления и кристаллизации. Высказаны возможные физико-химические процессы, протекающие на поверхности кремния.

**Ключевые слова:** лазерное воздействие, параметры решетки, дефектообразование, разрушение поверхности.

Одним из перспективных направлений в изучении модификации поверхности и изменений структуры полупроводников, в частности кремния, является лазерная технология обработки [1], отличающаяся высокой локальностью и селективностью воздействия на обрабатываемые элементы. Она позволяет получить качественно новые структуры и сделать лазерную рекристаллизацию пленок поликристаллического кремния материалом для создания активных приборов по своим свойствам приближенной к монокристаллической.

Однако непосредственный лазерный нагрев имеет и свои недостатки, связанные с возникновением дефектов в рекристаллизованном кремнии. Известно, что при воздействии лазерного излучения на поверхность кристаллических твердых тел возможна генерация в поверхностном слое структурных дефектов: вакансий и междоузлий [2], концентрация которых в течение лазерного воздействия может меняться по сравнению с исходной на несколько порядков. Наличие значительной концентрации дефектов может существенно и неконтролируемо изменять процессы лазерной обработки, что затрудняет получение материалов с заданными свойствами. Поэтому возникает необходимость в определении условий и механизмов образования дефектов при лазерном воздействии.

Механизм лазерно-индуцированного образования дефектов в полупроводниках зависит от режима облучения. Согласно [3], в режиме до плавления, генерация точечных дефектов определяется электронно-деформационно-тепловым механизмом, основные положения которого сводятся к появлению трех факторов-результат действия лазерного излучения: локальное электронное возбуждение, нагрев и деформация, приводящих к увеличению скорости генерации дефектов. При этом в определенных режимах на поверхности образуются периодические структуры дефектов, пороговое образование пор или дислокационных петель [4], которые могут инициировать начало образования микротрещин и разрушение поверхности до начала плавления. Не исключено в местах расположения крупных дефектов – пор, дислокаций и микротрещин, появление неконтролируемые изменение температур в окрестности этих дефектов в процессе лазерного воздействия.

В работе представлены результаты исследования процессов взаимодействия лазерного излучения с веществом, свойства поверхности материалов, модифицированных этим взаимодействием и происходящие структурные и морфологические перестройки на поверхности кремния.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились с кристаллами (с) Si с удельным сопротивлением 3 Ом·см. образцы предварительно подвергали термической обработке в атмосфере воздуха при температуре 600°C и времени 10, 30, 60, 120, 240 и 360 мин. Рентгенографические исследования выполнены на рентгенографическом дифрактометре X'PertPRO фирмы Philips. Морфология поверхности образцов кремния после термической обработки и лазерном воздействии исследовалась методом атомной силовой микроскопии (АСМ) производства NT-MDT, модель Интегра-Прима. Источником излучения явился лазер типа LCS-DTL-317-50, мощность которого составил 50 мВт, работающей в непрерывном режиме. Эффективный диаметр сфокусированного лазерного пятна составил 1,3 мм.

Мерой структурного совершенства поликристаллического кремния (с) Si подвергавшихся воздействию лазерного луча, выступила, измеряемая на основе дифрактометрических зависимостей, величина параметра  $\omega$ , которая характеризует изменение структуры и внутренних напряжений в приповерхностных слоях кремния [5].

Результаты и их обсуждение

Структурные изменения кремния при лазерном воздействии

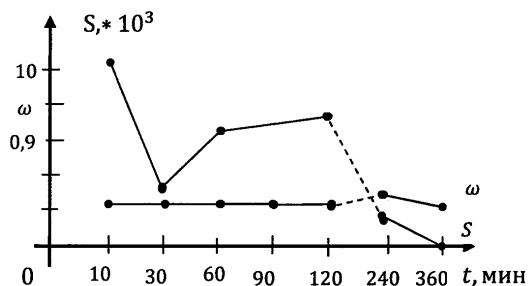


Рис.1. Изменение  $\omega$  и  $S$  в зависимости от времени предварительного термоотжига ( $T=873^{\circ}\text{K}$ ) и последующем лазерном воздействии ( $t=60$  мин)

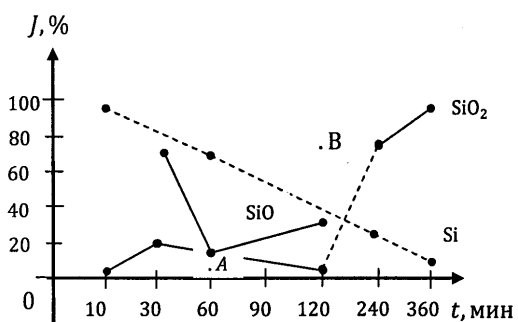


Рис.2. Результат полуколичественного анализа состава фаз после действия лазерного луча ( $T_{\text{отжига}}=873^{\circ}\text{K}$ ,  $t$  лазерного воздействия 60 мин) точки: B-появление  $\alpha\text{-SiO}_2$ , стишовита; A-силана Si-H

последующем действии непрерывного лазерного излучения в течение 60 мин. Рентгеноструктурный анализ показал, что по мере увеличения времени предварительного прогрева и последующее лазерное воздействие приводит к уменьшению числа атомов кремния кристаллической решетки, тогда как в этих интервалах времени предварительного термоотжига и действии в последующем лазерного излучения ( $t=60$  мин) увеличивают образование как оксида кремния так и диоксида кремния и других приципитатов (рис.2).

Образование оксида кремния ( $\text{SiO}$ ) на поверхность кремния начинается после 30-минутной термоотжига и последующем действии лазерного луча и прекращается ее образование после 120-минутного предварительного термоотжига. Несколько иная картина с появлением диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ). Ее появление мы замечаем после 10-минутного предварительного термоотжига и последующем лазерном воздействии. Резкое увеличение ее количества наступает после 120 до 360-минутном предварительном термоотжиге и последующем лазерном воздействии (рис.2). Одновременно наблюдается появление силана (точка A) и  $\alpha\text{-SiO}_2$ , стишовита (точка B). Появление оксида кремния примечательно тем, что ее количественное содержание и стойкость его кислородных соединений на поверхность кремния при наших условиях лазерного воздействия как бы сдерживает увеличения количества  $\text{SiO}_2$ . Исчезновение  $\text{SiO}$  и других приципитатов при поверхностном слое кремния обуславливает резкое увеличения количества диоксида кремния (рис.2).

Таким образом, лазерное воздействие на образцы кремния предварительно термоотжатого, в зависимости от времени термообработки, выявляют появление на поверхность кремния диоксида и оксида кремния и других приципитатов.

Их появление и значение изменяются в зависимости от времени предварительного термоотжига образца при последующем лазерном воздействии.

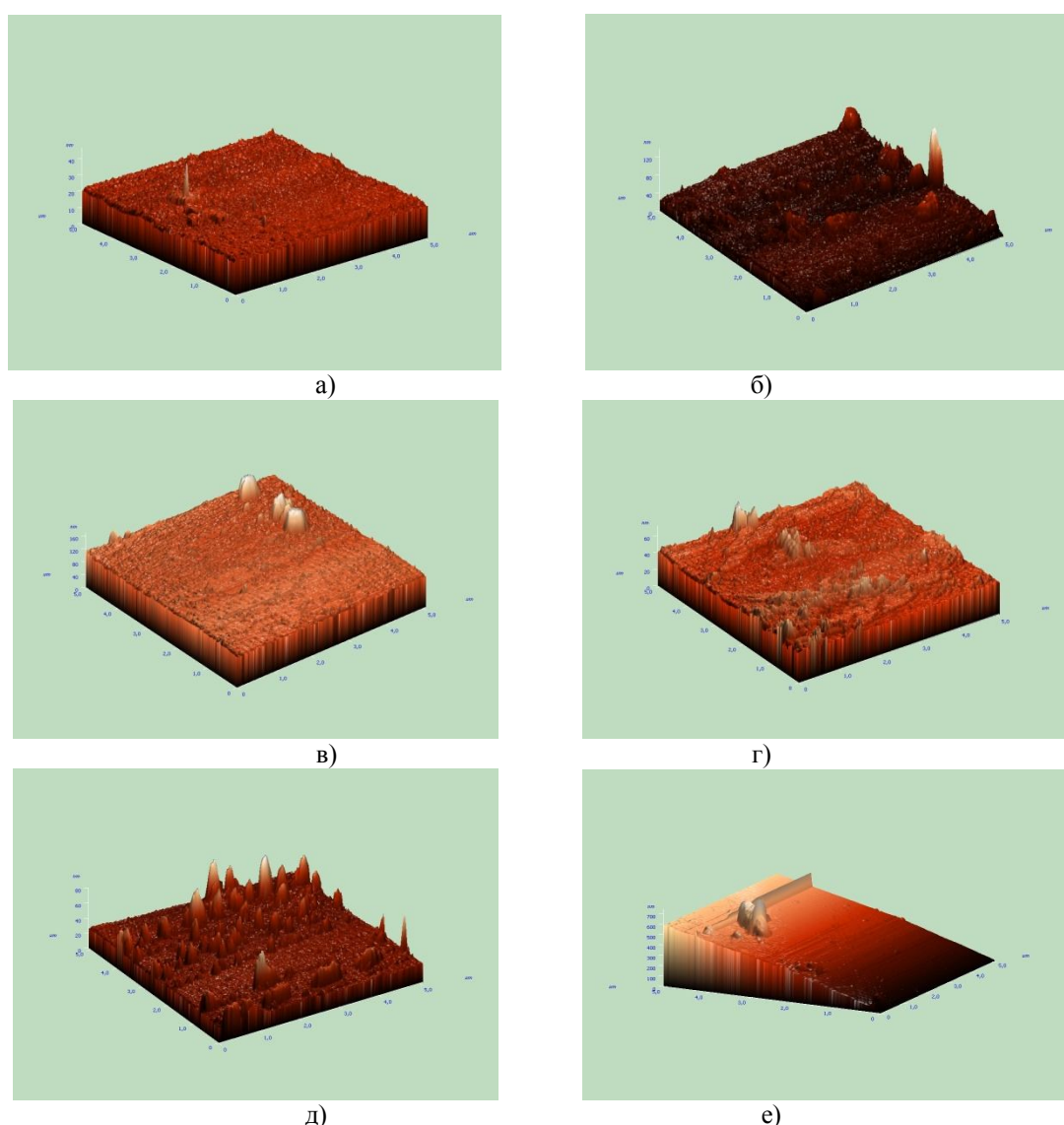
Исследование структурного параметра  $\omega$  при температуре прогрева образца ( $600^{\circ}\text{C}$ ), различном времени температурного отжига и последующим воздействием лазерного луча (60 минут) показали, что этот параметр претерпевает заметное изменение только при 240-минутном предварительном прогреве кремния (рис.1). Если рассмотреть изменение площади пика рентгенографического спектра кремния то видно, что минимумы их значений приходится на  $t=30$  и 240 мин при данной температуре прогрева и дальнейшем воздействии непрерывного лазерного луча, тогда как максимумы значений  $S$  соответствуют  $t=60, 120$  мин предварительного прогрева (рис.1). Изучение межплоскостного расстояния  $d$  в зависимости от времени температурной обработки образца и дальнейшем лазерном воздействии претерпевает изменение только при 30-минутном предварительном прогреве кремния. Таким образом, в структуре кремния при наших условиях после предварительно температурной обработки и последующего лазерного воздействия не приводит в структуре  $\text{Si}$  к каким-либо дополнительным изменениям, кроме того которые мы ранее наблюдали при температурном отжиге [6]. На рис.2 представлены результаты полуколичественного анализа состава фаз поверхностного слоя в зависимости от времени термоотжига и



**Морфология поверхности кремния (с) Si после лазерного воздействия**

В процессе предварительного термоотжига при 600<sup>o</sup>C и различном времени термообработки образца, последующее лазерное воздействие приводит к появлению на поверхности образца однородную структуру с небольшими островками и пирамидальными выступами по оси z высотой 7-10 нм, а затем поверхность начинает трансформироваться по форме в неоднородное, по фазовому составу, образования (рис.3). Среднеквадратичная шероховатость поверхности образца составляла порядка 1-2 нм и растет по мере увеличения времени прогрева образца и достигает по величине от нескольких нм до десятков нм (рис.3).

Ее низкая величина и отсутствие кристаллических образований указывают на аморфизацию поверхности кремния в процессе термоокисления и дальнейшего лазерного воздействия. Оксидные островки и пирамидальные выступы, и местами появившиеся иглы, неоднородны по размерам и расположению на поверхности. По мере увеличения продолжительности термообработки и последующем лазерном воздействии их число и размеры увеличиваются, местами достигая больших величин по площади и высоте (рис.3). Эти образования являются островками SiO<sub>2</sub> сформировавшимися в результате термообработки и дальнейшего лазерного воздействия.



**Рис.3.** АСМ изображение термоотожженного при 873<sup>o</sup>K образца (с) Si при различном времени отжига и последующем непрерывном лазерным воздействиям (t=60 мин): а-t=10 мин; б-30 мин; в-60 мин; г-120 мин; д -240 мин; е -360 мин.

Нагрев и высокая концентрация точечных дефектов приводит к деформации (к выпучиванию) отдельных участков поверхности, образованию пирамидальных выступов и, кроме того не исключено образование и рост макродефектов: пор, дислокаций и микротрещин. При изотермической обработке

поверхность также определяется дислокациями, появление и движение которых обусловлено наличием термических напряжений в кремнии. После непрерывного лазерного воздействия в течение 60 минут морфология образцов термообработанных при 600<sup>o</sup>C, в зависимости от продолжительности обработки, меняется. Степень шароховатости постепенно увеличивается, при этом увеличиваются в размерах по высоте и по площади пирамидальные выступы (рис.3,д). Если учесть что величина термических напряжений незначительна по сравнению с температурным градиентом при лазерной обработке и, что температура поверхности при этом достигает, а местами значительно превышает порог плавления кремния тогда за время действия лазерного луча при t=360 минут. Как показывают, происходит нагрев, генерация дефектов, плавление поверхностных слоев кремния, когда он предварительно термоотожжен (рис.3,е). При этом лазерное облучение определяет состояние поверхности и обуславливает возникновение периодических структур в расплаве кремния, а значительный градиент температур способствует закалке высокотемпературных состояний кремния по окончании лазерного воздействия.

Как известно, одним из способов позволяющим влиять на окисление поверхностного слоя является облучение его пучком фотонов. В нашем случаи после воздействия лазерным излучением на образец (с) Si прогретого при 360 минут поверхность начинает избавляться от оксидной пленки (рис.3), сначала кристаллизуясь (появление  $\alpha$ -SiO<sub>2</sub> – кристоболит, стишовит) (рис.2). Если рассмотреть появление и рост слоев окисла, то, как показывают результаты наших исследований (рис.2), наряду с образованием SiO<sub>2</sub> появляется оксиды кремния (SiO), причем их появление замечено только при 30-120-минутном на предварительном термоотожженном образце(рис.2), тогда как SiO<sub>2</sub> присутствует постоянно. Можно полагать, что тот провал в кривой SiO<sub>2</sub>(рис.2) в интервале от t=30 до 120 минут и появление и небольшой рост SiO в этом интервале времени отжига связано с разложением SiO<sub>2</sub> на SiO, а далее на Si и O которые затем экстрагируются в окружающую среду.

### Заключение

Результаты исследования показали, что при изотермическом и последующем лазерном воздействиях поверхность кремния модифицируется дополнительно, тогда как структурных изменений не наблюдали. Если при температурном отжиге активируется движение и перераспределение дислокаций на поверхности кремния, способствуют гомогенизации поверхности и формированию пленки оксида кремния, то при последующем лазерном воздействии имеет место генерации дефектов и локальное плавление кремния, формированием поверхностных периодических структур, и значительный градиент температур способствует закалке высокотемпературных состояний кремния по окончании лазерного воздействия. После термоотжига и последующего лазерного воздействия помимо кристаллизации на поверхности кремния наряду с образованием собственных диоксидов кремния появляются оксиды кремния. Это связано тем, что в пучке лазерного луча SiO<sub>2</sub> разлагается на SiO, а далее на Si и O, которые затем экстрагируются в окружающую среду.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Вейко В.П., Метев С.М. «Лазерные технологии в микроэлектронике»// – София. Изд-во Болгарской академии наук, 1991. – 363 с.
2. Бойко В.И., Лукьянчук Б.С., Царев Е.Р. //Труды ИОФАН. 1991.т.30. с.6.
3. Кошеров Т.С., Ермолаев В.Н, Мута А.Н. //«Модификация поверхности кремния при температурном воздействии» // Сб.трудов международной научной конференции, посвященной 80-летию КазНТУ. –Алматы. 2014. с. 487-490.
4. Володин Б.Л., Емельянов В.И., Шлыков Ю.Г. //Квантовая электроника. 1993.т.20.№ 1.с.57.
5. Banishev A.F., Emelyanov V.J., Novikov M.M. //Lase physics.1992.№2. p.178.
6. Макара В.А., Новиков Н.Н., Надеждин Г.Н, Швидкий В.А, Шевченко В.Н.//Сверхтвердые материалы. 1981. №4. С.57.

### REFERENCES

1. Veiko V.P., S.M .Metev "Laser technology in microelectronics" // - Sofia. Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, 1991. - 363 p.
2. Boyko V.I., Lukyanchuk B.S., Tsarev E.R. // Proceedings of the GPI. 1991.t.30. p.6.
3. Kosherv T.S., Yermolaev V.N., Muta A.N. // "Modification of the silicon surface at temperature influence" // Sb.trudov international scientific conference dedicated to the 80th anniversary of KazNTU. -Almaty. 2014. p. 487-490.
4. B.L. Volodin, Emelyanov V.I., Shlikov Y.G. // Quantum Electronics. 1993.t.20.№ 1.s.57.

5. Banishev A.F., Emelyanov V.J., Novikov M.M. // Lase physics.1992.№2. r.178.

6. Makar V.A., Novikov N.N., Nadezhdin G.N., Shvidky V.A., Shevchenko V.N. // of superhard materials. 1981. №4. P.57.

Көшерев Т.С., Ермолаев В.Н., Мүтә А.Н., Сейтов А.С.

**Лазерлік әсер кезіндегі кремний беті мен құрылым өзгерісінің модификациясы**

**Түйіндеме:** Лазерлік ықпал әсерінен құрылымдық өзгерістері мен (с) Si кремний бетінің морфологиясы, сондай-ақ, оның бетіндегі физико-химиялық үрдістері зерттелді. Лазерлік ықпалдың параметрлік торларға әлсіз әсер ететіні қышқылдану мен қышқылданулық ақаудың қалыптасуына әсері балку мен кристалдану үрдісіне ықпал ететіні көрсетілген. Кремний бетінің ағымына әсер етуі мүмкін физико-химиялық үрдістер айтылды.

**Негізгі сөздер:** лазерлік әсерлесу, тордың параметрлері, ақаудың құрылуы, беттің бұзылуы.

Кошерев Т.С., Ермолаев В.Н., Мута А.Н., Сейтов А.С.

**Модификация поверхности и изменение структуры кремния при лазерном воздействии**

**Резюме:** Исследовано влияние лазерного воздействия на структурные изменения и морфологию поверхности (с) Si кремния, а также физико-химические процессы протекающие на ее поверхности. Показано, что лазерное воздействие слабо влияет на параметры решетки, оказывает влияние на окисление и формирование окислительных дефектов, на процессы плавления и кристаллизации. Высказаны возможные физико-химические процессы и протекающие на поверхности кремния.

**Ключевые слова:** лазерное воздействие, параметры решетки, дефектообразование, разрушения поверхности.

Kosher T.S., Yermolaev V.N., Muta A.N. Seitov A.C.

**Surface modification and change in the structure of silicon by laser irradiation**

**Summary:** The effect of laser irradiation on structural changes and surface morphology (c) Si silicon, as well as physical and chemical processes taking place on its surface. It is shown that laser treatment has little effect on the lattice parameters affects the oxidation and the formation of oxidative defects in the processes of melting and crystallization. Made possible physical and chemical processes occurring on the surface and silicon.

**Key words:** laser irradiation, the lattice parameters, defektobrazovanie, fracture surface.

УДК 628.517

**Р. А. Казова, Л.С. Курбанова, Г.С. Жаксыбаева, А. А. Кадирбекова,  
Р.А. Искакова, А.М. Канабекова**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ТЕХНОСФЕРЫ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Аннотация.** Выполнены исследования по разработке экологически чистых технологий в процессах переработки промышленных отходов: феррофосфора, отсевов мелочи фосфоритов, шлаков и др. Представлена новая методология исследования систем, включающих компоненты природных минералов, техногенного сырья, вредных, загрязняющих окружающую среду, веществ и т.д. Дана эколого-экономическая оценка технологий.

**Ключевые слова:** промышленность, отходы, феррофосфор, мелкие фракции сырья, шлак, сырье, техногенез, эколого-экономическая оценка.

Известно, что промышленные предприятия превращаются в геотехнические системы (ГТС), несовместимые с окружающей за счет образования значительных количеств техногенных вредных эмиссий и способствуют техногенезу техносферы. Техногенез - это последний этап эволюции, обусловленный технологической деятельностью человека и вносящий в природу Земли вещества и процессы, которые нарушают экологическое равновесие. Вернуть природе свойство самовосстановления и саморегулирования основная задача концепции устойчивого развития и экологического равновесия. В этой связи актуальна проблема снижения техногенной нагрузки на окружающую среду путем разработки экологически чистых комплексных технологий, когда выявляются основные закономерности, лежащие в основе процессов, затем выполняется их оптимизация и на основе физико-химических исследований разрабатываются теоретические и технологические основы безотходных новых технологий. Таким образом, инженерные способы

решения проблем устойчивого развития техносферы включают разработку экологизированных технологий.

*Оценка воздействия предприятия на окружающую среду*

Эколого-экономическая оценка и экосистемный анализ технологий включает обобщение данных производственного мониторинга, воздействия предприятия на атмосферу, гидросферу, литосферу, определение ущерба и предотвращенного ущерба окружающей среде и на основе расчетов по специальным экотехнологическим методикам определение эколого-экономической эффективности новых технологий. Эколого-экономическим оценочным критерием деятельности предприятия является плата за размещение отходов и предотвращенный ущерб. В соответствии с Кодексом об охране окружающей среды вводятся экономические методы воздействия на предприятия [1]. В качестве таких мер с предприятия взимается плата за пользование природными ресурсами и плата за выбросы, сбросы и размещение твердых отходов.

Природоохранный фактор, в соответствии с законодательством, должен быть одним из главных показателей, по которым оценивается деятельность каждого предприятия, занимающегося экологически опасным видом деятельности, в связи с тем, что потери экологические - это в конечном счете, экономические и социальные потери для Республики Казахстан и инициатора хозяйственной деятельности. Это дает возможность исключить применение противоречащих интересам охраны природы технических и технологических решений, стимулирует рациональное размещение новых производственных мощностей, служит источником пополнения целевого фонда «экологического страхования», осуществления природоохранных мер, внедрения безотходных, экологически безвредных технологических процессов [1,2]. Ниже показана эколого-экономическая оценка размещения отходов предприятия.

Расчет платы за размещение отходов произведен согласно «Временной методике по определению платы за загрязнение природной среды природопользователями Джамбулской области», утвержденной решением акима области за № 125 от 31.05. 2011г. Определяется по таблице 1.

Расчет платы за размещение загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов производится по формуле:

$$Q_I = \sum \gamma x M_j^{зем} x Z_1 x Z_2, \quad (1)$$

где  $\gamma$  - норматив платы на текущий год за размещение отходов, тенге/тонна;

$M_j^{зем}$  - лимит размещения  $j$ -того загрязняющего вещества в окружающей среде, т/год (вычисляется из суточного объема);

$Z_1$  - поправочный коэффициент, учитывающий местонахождение объекта размещения отходов, безразмерный, определяется по методике;

$Z_2$  - поправочный коэффициент, учитывающий характер обустройства объекта размещения отходов, безразмерный, определяется по методике [3].

$$Q_I^{зем} = \sum 100 x 1 x 1,2 x 5,3 = 636 \text{ тенге/год};$$

$$Q_I^{зем} = \sum 1200 x 1 x 1 x 0,7 = 840 \text{ тенге/год};$$

$$Q_I^{зем} = \sum 400 x 1 x 1 x 106 = 42400 \text{ тенге/год};$$

$$Q_I^{зем} = \sum 400 x 1 x 1 x 0,5 = 400 \text{ тенге/год}$$

Примечание: произведена плата, если отходы будут храниться более 3-х месяцев. В случае если отходы бурения будут использоваться при строительстве внутрипромысловых дорог, плата не взимается.

Результаты расчет платы за размещение отходов представлены в таблице 1.

Объем платы за размещение отходов от одной скважины равен 44 276 тенге/год. Экономическая эффективность природоохранной деятельности заключается в вычитании платы за хранение феррофосфора и шлака из платежа за хранение отходов, образующихся при получении элементного фосфора. Утилизация отходов феррофосфора и шлака позволит получить суммарный эффект ( $q=840+42400=43240$  тенге/тонна). Таким образом, экологический эффект (предотвращенный эффект) составит:  $q=43240$  тенге/год. За ущерб, нанесенный предприятием природе, с инициатора хозяйственной деятельности взыскиваются штрафы [1-5].

Таблица 1. Расчет платы за размещение отходов

№ пп	Вид отхода	Класс опасности	Норматив платы, тенге/тонн, $\gamma$	$Z_1$	$Z_2$	Масса отхода тонн/сутки, $M_j$	Плата за размещение отходов, тенге/год
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Твердо-коммунальные отходы (ТКО)	-	100	1	1,2	5,3	636
2	Феррофосфор	III	1200	1	1	0,7	840
3	Шлак	IV	400	1	1	106	42400
4	Металлом	IV	400	1	2	0,5	400
	Итого						44 276

Исходя из массы отходов, образующихся в сутки  $M_j$  – лимит размещения по видам отходов за год будет:

- ТКО:  $5,3 \times 365 = 3524,5$  тон/год;
- Феррофосфор:  $0,7 \times 365 = 255,5$  тон/год;
- Шлак:  $106 \times 365 = 3710$  тон/год;
- Металлом:  $0,5 \times 365 = 182,5$  тон/год.

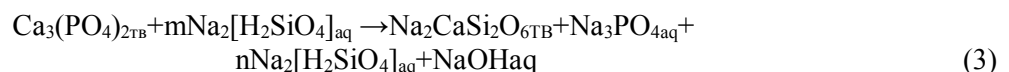
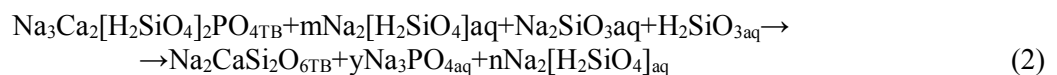
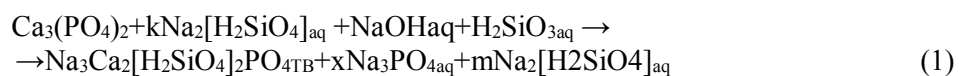
Эффективность природоохранных технологических и инженерных решений по твердым отходам (т.е. эколого-экономический эффект) в год составит:

$$\Xi = 365 \cdot q = 43\,240 \cdot 365 = 15\,782\,600 \text{ тенге/год}$$

*Гидротермальный способ переработки мелочи сырья*

На промплощадках предприятий накоплены миллионы тонн твердых отходов: отходы добычи, вскрышных пород, отвалы пустой породы, мелочи сырья, отсева, отходы переработки сырья: шлаки, шламы и т.п.

Одним из видов техногенного сырья является отсев мелочи горнохимического сырья-фосфорита, который перерабатывается гидрometаллургическим способом. Мелочь сырья обрабатывается в автоклавах при температуре 270-275 °С щелочными растворами в присутствии кремнезема. Целевой компонент переходит в щелочно-силикатный раствор, из которого фосфат выделяется кристаллизацией. Автоклавный шлак состоит, в основном, из натриево-кальциевого силиката (НКС)  $\text{Na}_2\text{CaSi}_2\text{O}_6$ , из которого регенерацией извлекают гидроксид натрия, кроме того из данного натриево-кальциевого силиката возможно производство стеклокристаллических материалов и ситаллов. Разложение основного фосфатного вещества сырья в оптимальных условиях можно представить следующей схемой:

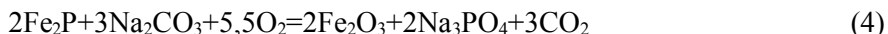


При оптимальных условиях степень извлечения фосфора составляет 96-97 %.

Эколого-экономическая оценка способа показала, что наибольшее значение индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) и платы за ущерб наблюдается при эмиссии в атмосферу диоксида кремния. Предотвращенный ущерб составил 7719,4 тг/год, что соответствует экологическому эффекту технологии. При определении экономического эффекта проводится сопоставительный анализ с существующей технологией.

*Переработка феррофосфора*

Разработаны физико-химические и технологические основы переработки техногенного отхода производства элементарного фосфора – феррофосфора. Переработка последнего на неорганические материалы включает окислительный обжиг гранулированного феррофосфора с содой, которой характеризуется сложным твердофазным взаимодействием компонентов шихты. Физико-химические исследования позволили проследить последовательность фазообразования, термические превращения и механизм процесса обжига [3]. Термодинамический анализ реакций показал, что образование конечных продуктов окислительного обжига феррофосфора с содой термодинамически вероятно по суммарной реакции:



Рентгенофазовый анализ показал, что в пробах основная фаза - фосфид железа  $\text{Fe}_2\text{P}$ .

Сущность технологической переработки феррофосфора: измельченный до 0,1 мм феррофосфор шихтуют с содой с 10 %-ным избытком по стехиометрии ( $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{P}_2\text{O}_5=1,1$ ) на образование тринатрийфосфата. Шихту гранулируют с добавлением связующего (1,5 %) и воды (20-25 %). Гранулы класса 8-20 мм загружают в шахтную печь с наклонным газораспределительными решетками. При оптимальных условиях обжига (температура 720-740 °С, продолжительность 2 ч, класс гранул 12-18 мм, расход воздуха трехкратный от теоретически необходимого). Степень окисления фосфора 95-97 %.

Обоженные гранулы поступают в агитаторы и подвергаются выщелачиванию слабощелочными растворами (20-30 г/л  $\text{Na}_2\text{O}$ ). На выщелачивание поступает оборотный маточный раствор после кристаллизации и после первой промывки шлама. Выщелачивание проводят при отношении Ж:Т в пульпе 4:1. Условия выщелачивания: температура 80-95 °С, продолжительность 1-2 часа. В этих условиях степень извлечения пентаоксида фосфора в растворе составляет 94-96 %. Шлам после выщелачивания направляется на трехкратную промывку противотоком при Ж:Т=3:1. Кристаллизацию фосфорных солей проводят при температуре 20 °С в течение 20 мин. Эколого-экономическая оценка способа показала эффект более 17 млн. тенге в год.

*Переработки электротермофосфорного шлама.*

Разработан способ обезвреживания и переработки электротермофосфорного шлама.

Электротермофосфорный шлак – многотоннажный отход электротермического производства фосфора. В последнее время фосфорные шлаки используются для получения строительных материалов (строительный кирпич, панели и т.д.). Однако шлак характеризуется некоторой токсичностью, так как содержит пентаоксид фосфора, фтор и др. Необходимо предварительное удаление этих вредных примесей. Наиболее экономически и технически целесообразно для этих целей применить шахтную печь с газораспределительными решетками, которая отличается не только простотой конструкции, но и высоким энерго-технологическими показателями.

Предварительная оценка показала, что при потребности в шлаке 100 т/сутки для ЧПО «Фосфор» габариты печи: 3200x2000x5000 (мм) площадь газораспределительной решетки 7 м<sup>2</sup>. Условия термообработки: температура 200 °С, высота слоя 100 мм, время пребывания материала на решетке 10 минут. При этих условиях производительность печи 4 т/час.

Разработан способ обезвреживания фосфатного шлама в шахтной печи с наклонными газораспределительными решетками (3-х каскадная печь).

В основе работы аппарата - шахтной печи с наклонными газораспределительными решетками - заложен принцип термообработки продукта в условиях газодинамики подвижного слоя, т.е. фильтрации теплоносителя (топочные газы, подогретый воздух, газовоздушная смесь) через подвижный слой пересыпающегося по наклонным решеткам кускового и гранулированного материала, за счет чего интенсифицируется тепло - массообмен при обжиге кусковых материалов и снижается температура обжига (А.с. СССР №898232). Возможно осуществление различного вида обжига (декарбонизирующего, окисляющего, дефторирующего, деарсенирующего и др.). Получен синтетический волластонит, который использовали в сырьевой смеси для строительства внутрипромысловых дорог на нефтегазовых предприятиях. При изучении взаимодействия в системе, состоящей из компонентов дорожного материала: грунт – волластонит – сырьевая смесь был применен метод симплекс – решетчатого планирования эксперимента с получением полной диаграммы «состав-свойство». Диаграммный анализ влияния состава на прочность выполнен с использованием образцов, полученных прессованием под давлением 25 –30 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует

упрочнению грунта при дорожном строительстве. На диаграмме (рисунок 1) видно, что возрастание прочности происходит в системе грунт – волластонит – смесь в интервале 40 – 50 % волластонита, 50 – 60 % сырьевой смеси из отходов нефтедобычи. При использовании грунта, загрязненного нефтепродуктами, для строительства дорог в качестве наполнителя вводится волластонит, полученный из фосфатного шлака. На формирование смеси влияют термохимические превращения в системе  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2(\text{X}_1) - \text{SiO}_2(\text{X}_2) - \text{CaMg}(\text{CO}_3)_2(\text{X}_3)$  [6].

Изучена прочность в системе из сырьевой смеси для грунтобетона методом симплекс – решетчатого планирования технологической операции составления композиции с использованием в качестве наполнителя синтетического волластонита [6-10].

Эксперименты проведены в гидротермальных условиях в шахтной печи с наклонными газораспределительными решетками, где создаются термолитические условия для упрочнения образцов при фильтрации теплоносителя через подвижный слой материала, пересыпающегося по наклонным решеткам.

Испытания показали, что шахтная печь с наклонными решетками весьма перспективный аппарат для осуществления процессов термической обработки (сушка, обжиг и т.д.) как кускового, так и гранулированного сырья.

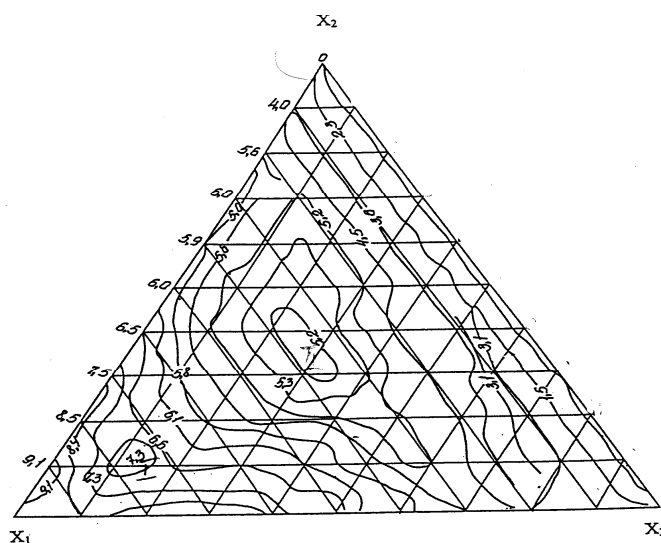


Рис. 1. Диаграмма состав – свойство по прочности грунто – волластонитовой сырьевой смеси

В верхней части печи задерживаются дисперсные фракции материала и практически отсутствует пылевынос, горячие газы и т.п. Печь отличается не только высокими энерготехническими показателями (степень окисления фосфора 97-98 %, тепловой КПД - 70-80 % и др.), но и тем, что отвечает современным требованиям охраны окружающей среды.

Эколого-экономический эффект способа составил более 47 млн. тенге/год.

#### Выводы

1 Выполнена эколого-экономическая оценка безотходных технологий переработки техногенных материалов на полезные продукты в различных отраслях промышленности. Показана эколого-экономическая эффективность разработанных технологий.

2 При изучении взаимодействия в системе, состоящей из компонентов дорожного материала: грунт – волластонит – сырьевая смесь применен метод симплекс – решетчатого планирования эксперимента с получением полной диаграммы «состав-свойство».

3 Разработан способ обезвреживания фосфатного шлака и обжига сыпучих материалов в шахтной печи с наклонными газораспределительными решетками (3-х каскадная печь).

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Экологический кодекс Республики Казахстан. От 9 января 2007г., №212-III.
- 2 Казова Р.А. «Техногенез и устойчивое развитие»// Сборник трудов Международной научной конференции «Высокие технологии – залог устойчивого развития». Алматы. КазНТУ. 2011. С. 37-43.

3 Перечень загрязняющих веществ и видов отходов, для которых устанавливаются нормативы эмиссии и взимается плата за эмиссии в окружающую среду. ППРК от 30 июня 2007 г. №557.

4 Казова Р.А., Кадирбекова А.А., Топебаева А.К., Кульбалаева А.Д., Жанабаев Е.С. Воздействие техногенеза на устойчивость экосистемы урбанизированной территории. // Сборник трудов II Международной научной конференции «Высокие технологии-залог устойчивого развития». – Алматы, 2013. - С.40-45.

5 Казова Р.А., Мусина У.Ш., Л.С.Курбанова, А.А.Кадирбекова, Г.З.Бижанова. Экологическая безопасность состояния водоемов геотехнических систем. // Сборник трудов Международной конференции к 100-летию И.А.Онаева «Стратегия развития горно-металлургического комплекса Казахстана». – Алматы, - 2013. - С.275-280.

6 Казова Р.А. Техносфера металлургических производств и экологическая безопасность. // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане». Состояние и перспективы». – Алматы, 2012. - С.257-259.

7 Казова Р.А., Мусина С.В., Алшимбаева А., Мухамеджаров Э.А., Кулбаева А.Д., Жанабаев Е.С. Экологические проблемы актуальны для всех отраслей промышленности и сфер социума. // Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. - P.50.

8 Казова Р.А. Техногенез и экологическая безопасность. // Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. P. Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. - P.49.

9 Есентаева А.А., Казова Р.А. Оценка воздействия открытой добычи руды на окружающую среду. // Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. - P.108.

10 Казова Р.А., Кадирбекова А.А., Топебаева А.К., Алшимбаева А. Анализ экологической статистики предприятий при оценке воздействия на окружающую среду. // Сборник трудов «Информационные и телекоммуникационные технологии: образование, наука, практика». - Т.1. – Алматы, 2012. - С.342-344.

#### REFERENCES

1 Ekologicheskiy kodeks Respubliki Kazakhstan. Ot 9 yanvary 2007g., № 212-III.

2 Kazova R.A. «Tekhnogenez i ustoychivoe razvitiye». // Sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Vysokie tekhnologii – zalog ustoychivogo razvitiya ». Almaty. KazNTU. 2011. S. 37-43.

3 Perechen' zagryaznyayushchikh veshchestv i vidov otkhodov, dlya kotorykh ustanavlivayutsya normativy emissii i vziimaetsya plata za emissii v okruzhayushchuyu sredu. PPRK ot 30 iyunya 2007g. №557.

4 Kazova R.A., Kadirbekova A.A., Tolepbaeva A.K., Kulbalaeva A.D., Zhanabaev E.S. Vozdeistvie tekhnogeneza na ustoychivost' ekosistemy urbanizirovannoy territorii. // Sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Vysokie tekhnologii – zalog ustoychivogo razvitiya ». Almaty. KazNTU. 2011. S. 40-45.

5 Kazova R.A., Musina U.S.H., L.S. Kurbanova, A.A. Kadirbekova, G.Z. Bizhanova. Ekologicheskaya bezopasnost' sostoyaniya vodoemov geotekhnicheskikh system. // Sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii k 100-letiyu I.A.Onaeva «Strategiya razvitiya gorno-metallurgicheskogo kompleksa Kazakhstana». – Almaty, - 2013. - S.275-280.

6 Kazova R.A., Tekhnosfera metallurgicheskikh proizvodstv i ekologicheskaya bezopasnost'. // Sbornik trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii « Gornoe delo i metallurgiya v Kazakhstane ». Sostoyaniye i perspektivy». – Almaty, 2012. - S.257-259.

7 Kazova R.A., Musina U.S.H., Alshimbaeva A., Mukhamedzharov E.A., Kulbalaeva A.D., Zhanabaev E.S. Ekologicheskiye problem aktualny dlya vsekh otrasley promyshlennosti i sfer sotsiuma. // Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. - P.50.

8 Kazova R.A. «Tekhnogenez i ekologicheskaya bezopasnost'. // Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. P. Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. - P.49.

9 Esentaeva A.A., Kazova R.A. Otsenka vozdeictviya otkrytoy dobychy rudy na okruzhayushchuyu sredu. // Colloids and Nanotechnologies in Industry. International Conference. Almaty. 2012. - P.108.

10 Kazova R.A., Kadirbekova A.A., Tolepbaeva A.K., Alshimbaeva A. Analiz ekologicheskoy statistiki predpriyatiy pry otsenke vozdeistviya na okruzhayushchuyu sredu. // Sbornik trudov «Informatsionnye i telekommunikatsionnye tekhnologii: obrazovaniye, nauka, praktika». - T.1. – Almaty, 2012. - S.342-344.

Казова Р. А., Құрбанова Л.С., Жақсыбаева Г.С., Қадырбекова А. А., Искакова Р.А., Қанабекова А.М.

#### **Өндірістік кәсіпорын техносферасының қалдықтарын қайта өңдеудің технологиялық негіздері**

**Түйіндемe.** Өндіріс қалдықтарын өңдеу процессінде экологиялық таза технологияны өңдеу бойынша зерттеулер жүргізу: феррофосфорды, фосфориттердің ұнтағын елеуді, шлактарды және т.б. Қоршаған органы ластаушы, зиянды заттардан, техногенді шикізаттардан, табиғи минералдар компоненттерінен тұратын жүйені зерттеудің жаңа әдістемесі ұсынылған. Технологияның эколого-экономикалық бағасы берілген.

**Кілтті сөздер:** өндірістік, қалдықтар, феррофосфор, шикізаттың ұсақ фракциясы, шлак, шикізат, техногенез, эколого-экономикалық бағалау.



Kazova R. A., Kurbanova L.S., Zhaksibaeva G.S., Kadirbekova A. A., Iskakova R.A., Kanabekova A.M.

**Technological bases of processing of waste of the technosphere of the industrial enterprises**

**The summary.** It was investigated of development of the ecological pure technologies for treating of industrial wastes: ferrophosphorus, the crumble fractions of raw materials (phosphorites), slags, etc. It's given phisycal-chemical methodology for investigation systems including components of natural minerals, technogenic raw material(s), harmful substances, which contaminate of environment and given engineering methods for security of sustainable development by working out of the purify technologies in the industry. It's given of ecological-economical estimation of technologies.

**Keywords:** industry, waste, ferrophosphorus, slag, crumble fractions of raw materials, technogenez, ecological-economic estimation.

УДК 622.054

**В.Г. Голубев, К.С. Надилов, М.К. Жантасов, А.С. Колесников,  
Г.Ж. Бимбетова, Х.А. Аширбаев, С.Ж. Айкенова**  
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ НЕФТЯНЫХ КЕРНОВ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖАНАЖОЛ И АКШАБУЛАК ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ  
ЩЕЛОЧИ И КАРБОНИЗИРОВАННЫМИ РАСТВОРАМИ**

**Аннотация.** Приведены результаты исследований по определению краевого угла смачивания нефтяных кернов месторождений Жанажол и Акшабулак водным растворами щелочи и карбонизированными растворами. Получена зависимость краевого угла смачивания  $\theta$  поверхности нефтяного зерна месторождений Жанажол и Акшабулак водными растворами щелочи различных концентраций и зависимость краевого угла смачивания  $\theta$  поверхности нефтяного зерна данных месторождений карбонизированными растворами различных концентраций. Различия в значениях краевого угла смачивания нефтяных кернов этих месторождений карбонизированными растворами, связано с различием химического состава нефтей, а именно с различным содержанием смол, асфальтенов и парафинов.

**Ключевые слова:** исследования, крайовой угол смачивания, раствор, щелочь, нефтяной зерн, зависимость.

Одним из перспективных направлений в процессах разработки нефтяных месторождений, наиболее приемлемых для месторождений Казахстана, является применение водных растворов щелочи и карбонизированные растворы.

Исследования влияния водных растворов щелочи и карбонизированных растворов на крайовой угол смачивания поверхности нефтяных кернов месторождений Жанажол и Акшабулак, насыщенных нефтью, проводили методом растекающейся капли по методике [1-2]. На естественных образцах зерна месторождений Жанажол и Акшабулак. Фильтрационно-емкостные характеристики образцов зерна приведены в табл. 1.

Таблица 1. Фильтрационно-емкостные характеристики образцов зерна

№ п.п	Характеристика	Образец зерна месторождения Жанажол	Образец зерна месторождения Акшабулак
1	2	3	4
1	Тип коллектора	поровый и порово-каверново-трещинные, представленные карбо-натными породами	поровый, представленный слабоцементированными гравелитами, и алевролитами
2	Длина, см	100	100
3	Диаметр, см	50	50
4	Открытая пористость, %	9,5- 12,6	11,2-20
5	Проницаемость, мкм <sup>2</sup>	0,061-0,395	0,0028-0,03
6	Коэффициент нефтенасыщенности д.е.	0,82-0,89	0,51-0,61-0,75

Перед проведением исследований образцы кернa подготавливались по методике, изложенной в ГОСТ 26450.0-85. «Породы горные. Общие требования к отбору и подготовке проб для определения коллекторских свойств».

В соответствии приведенной методикой [3-4] перед проведением исследований образцы кернa помощью отжимной центрифуги промывались спирто-бензольной смесью (соотношение 1:2) и дистиллированной водой.

После этого образцы кернa помещались в термощкаф при температуре 105 °С и высушивались до достижения постоянной массы.

Для моделирования нефтенасыщенного коллектора со связанной водой модель элемента пласта вакуумировалась, насыщалась моделью пластовой воды соответствующего месторождения, и по этой воде определялась проницаемость модели элемента пласта. Затем модель пластовой воды вытеснялась из трубки тока нефтью с постоянным расходом до достижения неснижаемой остаточной водонасыщенности.

В экспериментах использовали щелочной раствор NaOH в пластовой воде месторождений Жанажол и Акшабулак. Концентрацию NaOH в пластовой воде варьировали в пределах 0,1-0,5 % масс. Исследования проводили при температуре 70 °С что соответствует пластовой температуре данного месторождения. Результаты приведены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1. значение краевого угла смачивания зависит от концентрации щелочи в растворе пластовой воды, химического состава нефти и ее физических свойств.

Так, с увеличением концентрации щелочи в пластовой воде значение краевого угла смачивания поверхности нефтяного кернa уменьшается. Снижение значение краевого угла смачивания поверхности нефтяного кернa происходит до достижения концентрации щелочи в пластовой воде равной 0,4 % масс.

Повышение концентрации щелочи в пластовой воде более 0,4% масс., практически не оказывает существенного влияния на значение краевого угла смачивания. Это связано с максимальной концентрацией ПАВ в растворе пластовой воды, образующихся в результате химической реакции щелочи с органическими кислотами, которые содержатся в исследуемой нефти. Образующиеся при контакте щелочи с нефтью ПАВ, снижают межфазное натяжение на границе нефть – щелочной раствор, повышая при этом смачиваемость поверхности нефтяного кернa.

В результате гидрофобная поверхность модели кернa насыщенного нефтью, с краевым углом смачивания пластовой водой более 100°, после обработки поверхности кернa 0,3-0,4 % масс. раствором щелочи, становится гидрофильной, а значение краевого угла смачивания, в условиях проведенного эксперимента составляет 63,1-64,2° линия 1, рис. 1.

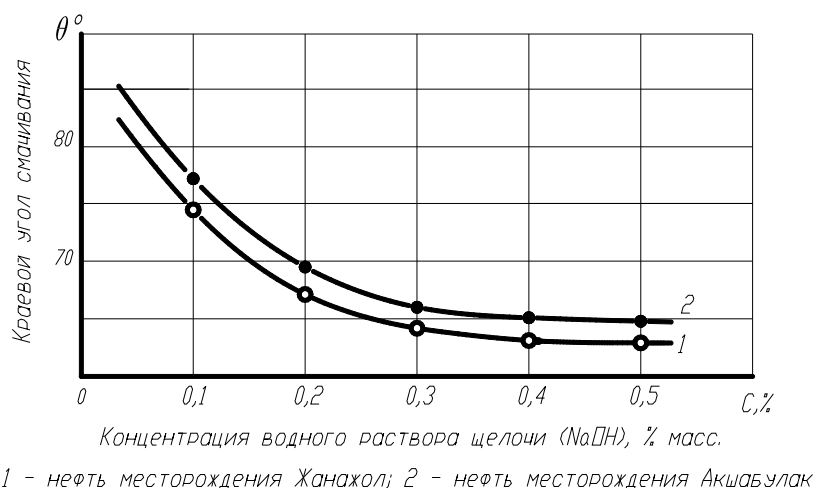


Рис. 1. Зависимость краевого угла смачивания  $\theta$  поверхности нефтяного кернa месторождений Жанажол и Акшабулак водными растворами щелочи различных концентраций

На основании результатов проведенных экспериментов и их сопоставления с результатами экспериментов, можно отметить, взаимосвязь снижения межфазное натяжение на границе нефть – щелочной раствор и повышения при этом смачиваемости поверхности нефтяного кернa.

Данное явление объясняется действием поверхностно-активных веществ, образующихся в результате химической реакции щелочи с органическими кислотами, которые содержатся в исследуемой нефти.

Следующим этапом реализации работы являлись исследования по определению влияния карбонизированных растворов на краевой угол смачивания поверхности нефтяных кернов месторождений Жанажол и Акшабулак, насыщенных нефтью, которые также проводили методом растекающейся капли по методике [1-2].

В качестве источника углекислого газа использовалась жидкая или газооб-разная двуокись углерода соответствующая ГОСТ 8050-50, поставляющаяся в специальных баллонах по ГОСТ 949-73.

Исследования проводили при температуре 70 °С, что соответствует средней пластовой температуре данных месторождений. Насыщение пластовой воды углекислым газом проводили при давлении 0,3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) для получения максимальной концентрации CO<sub>2</sub> в пластовой воде. При проведении исследований концентрацию CO<sub>2</sub> в пластовой воде варьировали в пределах 1,0-5,0 % масс. Результаты приведены на рисунке 2.

Согласно результатам проведенных исследований значение краевого угла смачивания зависит от концентрации CO<sub>2</sub> в растворе пластовой воды, химического состава нефти и ее физических свойств. Так, с увеличением концентрации CO<sub>2</sub> в пластовой воде значение краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна уменьшается. Снижение значение краевого угла смачивания поверхности нефтяного керна происходит до достижения концентрации CO<sub>2</sub> в пластовой воде равной 4,0 % масс.

Повышение концентрации CO<sub>2</sub> в пластовой воде более 4,0 % масс., практически не оказывает существенного влияния на значение краевого угла смачивания.

Гидрофилизация поверхности нефтяного керна, т.е. снижения значения краевого угла смачивания, при его контакте с карбонизированными растворами заключается в растворении углекислого газа в нефти. В результате перехода части углекислого газа из воды в нефть снижается ее вязкость, уменьшаются поверхностное натяжение нефти и смачиваемость горных пород, содержащих нефть.

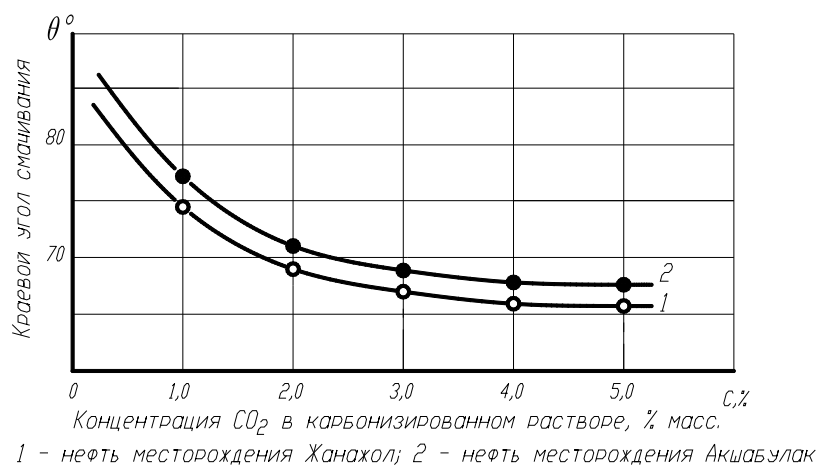


Рис. 2. Зависимость краевого угла смачивания  $\theta$  поверхности нефтяного керна месторождений Жанажол и Акшабулак карбонизированными растворами различных концентраций

Главной причиной изменения смачиваемости естественной гидрофильной поверхности кернов, представленные в основном карбонатами, гравелитами, и алевролитами является состав нефти, заполняющей поровые пространства пород.

Нефть сама по себе обладает гидрофобными характеристиками, в то же время входящие в ее состав смолы и асфальтены обладают как гидрофобными так и гидрофильными характеристиками. Однако их низкое содержание не может повлиять на смачиваемость поверхности кернов покрытых нефтью.

При обработке кернов карбонизированными растворами, последние растворяясь в нефти, вытесняют ее с поверхности породы керна и совместно с полярными компонентами нефти, увеличивают смачиваемость породы.

В результате гидрофобная поверхность модели ядра насыщенная нефтью, с краевым углом смачивания пластовой водой более  $100^{\circ}$ , после обработки поверхности ядра карбонизированным раствором, содержащего 3,0-4,0 % масс.  $\text{CO}_2$  становится гидрофильной, а значение краевого угла смачивания, в условиях проведенного эксперимента составляет  $65-67^{\circ}$ , (рис. 2). Различия в значениях краевого угла смачивания нефтяных ядер месторождений Жанажол и Акшабулак карбонизированными растворами, связано с различием химического состава нефтей, а именно с различным содержанием смол, асфальтенов и парафинов.

Наши исследования позволяют дать оценку возможности применения углекислотно-щелочного заводнения с целью увеличения нефтеотдачи пластов на месторождениях Казахстана в различных геолого-физических условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии. Под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. М.: Химия. - 1986. - 216 с.
- 2 ГОСТ 26450.0-85. «Породы горные. Общие требования к отбору и подготовке проб для определения коллекторских свойств».
- 3 ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94). Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет.
- 4 ГОСТ 26450.1-85 «Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением».

#### REFERENCES

- 1 Laboratornye raboty i zadachi po kolloidnoi himii. Pod red. YU.G. Frolova i A.S. Grodskogo. M.: Himija. - 1986. - 216 s.
- 2 GOST 26450.0-85. «Porody gornye. Obshie trebovanija k otboru i podgotovke prob dlja opredelenija kollektorskih svoistv».
- 3 GOST 33-2000 (ISO 3104-94). Nefteprodukty. Prozrachnye i neprozrachnye zhidkosti. Opredelenie kinematicheskoi vjazkosti i raschet.
- 4 GOST 26450.1-85 «Porody gornye. Metod opredelenija koyefficienta otkrytoi poristosti zhidkostenasysheniem».

Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Колесников А.С., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Айкенова С.Ж.

**Жаңажол және Ақшабулак кен орындарының мұнай керндерін сілтінің сулы ерітіндісімен және карбонатталған ерітінділермен өлкелік ылғалдандыру бұрышын анықтау**

**Түйіндеме.** Берілген жұмыста Жаңажол және Ақшабулак кен орындарының мұнай керндерін сілтінің сулы ерітіндісімен және карбонатталған ерітінділермен өлкелік ылғалдандыру бұрышын анықтау бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Жаңажол және Ақшабулак кен орындарының мұнай керндерін беті сілтінің әр түрлі концентрациясындағы сулы ерітінділерімен және әр түрлі концентрациядағы карбонатталған ерітінділермен өлкелік ылғалдандыру бұрышын  $\theta$  анықтау тәуелділіктері алынды. Келтірілген кен орындарының мұнай керндарын карбонатталған ерітінділермен ылғалдандырудағы бұрыш мәндерінің әр түрлі болуындағы айырмашылық мұнайдың химиялық құрамының түрлі болуына байланысты, атап айтқанда шайырлардың, асфалтендер мен парафиндердің мөлшерінің айырмашылықтарына байланысты.

**Түйін сөздер:** зерттеу, ылғалдандыру өлкелік бұрышы, ерітінді, сілті, мұнай керні, тәуелділік.

Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Kolesnikov A.S., Bimbetova G.Zh., Ashirbayev H.A., Aykenova S.Zh.

**Determination of the contact angle of oil and core deposits Zhanazhol and akshabulak aqueous alkali solutions and carbonized**

**Summary.** In the present study shows the results of studies to determine the contact angle of oil and core deposits Zhanazhol and Akshabulak aqueous alkali solutions and carbonized. The dependence of the contact angle  $\theta$  of the core surface of the oil fields Zhanazhol and Akshabulak aqueous alkaline solution of different concentrations and the dependence of the contact angle  $\theta$  of the oil surface of the core data fields carbonized solutions of various concentrations. Differences in values of the contact angle of the oil core carbonized deposits solutions, due to the difference of the chemical composition of oils, namely with different content of resins, asphaltenes and paraffin's.

**Key words:** research, the contact angle of the solution, alkali, oil core, addiction.

УДК 622.054

В.Г. Голубев, К.С. Надилов, М.К. Жантасов, А.С. Колесников,  
Г.Ж. Бимбетова, Х.А. Аширбаев, С.Ж. Айкенова,  
(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова,  
Шымкент, Республика Казахстан)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТВОРА ЩЕЛОЧИ И КОНЦЕНТРАЦИИ CO<sub>2</sub> В КАРБОНИЗИРОВАННОМ РАСТВОРЕ В ПЛАСТОВОЙ ВОДЕ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ ВЯЗКОСТЬ НЕФТИ

**Аннотация.** Даны результаты исследований влияния раствора щелочи в пластовой воде на динамическую вязкость нефти и влияние концентрации CO<sub>2</sub> в карбонизированном растворе пластовой воды на динамическую вязкость нефти. Получена зависимость динамической вязкости нефти месторождений Жанажол и Акшабулак от концентрации щелочи в пластовой воде и зависимость динамической вязкости нефти месторождений Жанажол и Акшабулак от концентрации CO<sub>2</sub> в карбонизированной пластовой воде. Отмечено, что вязкость нефти снижается тем сильнее, чем больше ее исходное значение.

**Ключевые слова:** исследования, зависимость, месторождение, динамическая вязкость нефти, карбонизированный раствор пластовой воды.

Одним из перспективных направлений в процессах разработки нефтяных месторождений, наиболее приемлемых для месторождений Казахстана является применение CO<sub>2</sub>, в виде карбонизированной воды в сочетании с щелочным заводнением [1-5].

В исследованиях по определению влияния щелочи на динамическую вязкость нефти использовались – нефти месторождений Жанажол и Акшабулак, а также растворы щелочи в пластовой воде данных месторождений.

Составы исследуемых нефтей:

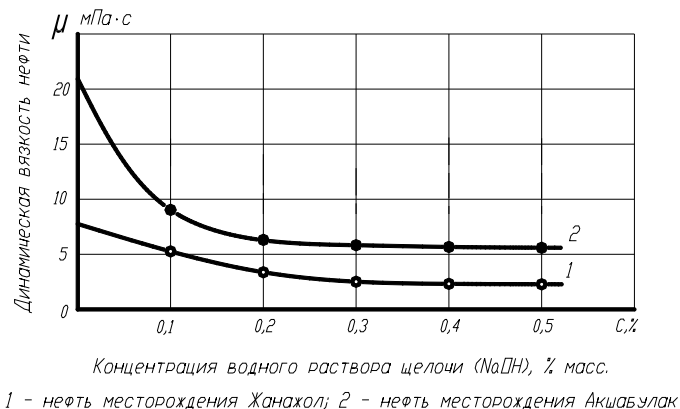
Нефть месторождения Жанажол – плотность нефти 823,7-918,3 кг/м<sup>3</sup>, маловязкая (6,54-7,6 мПа·с), сернистая (0,7- 1,11%), парафинистая (4,9-7,1%), смолистая (содержание силикагелевых смол 4,23 - 6,8%, асфальтенов 0,43 -1,78 %).

Нефть месторождения Акшабулак - плотность нефти 835 кг/м<sup>3</sup>, высоковязкая (19,3-20,6 мПа·с), малосернистая (0,0,5-0,23 %). Содержание силикагелевых смол 2,2%, парафинов и асфальтенов незначительно - 0,0,5-0,23 %.

В экспериментах использовали щелочной раствор NaOH в пластовой воде месторождений Жанажол и Акшабулак. Вязкость исследуемых образцов нефти определяли с помощью вискозиметра типа ВПЖТ-2 по ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) [5]. Исследования проводили при температуре 70 °С, что соответствует средней пластовой температуре данных месторождений.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. Для проведения исследований были приготовлены водные растворы щелочи, в пластовой воде, концентрации 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5 масс %. После этого к подготовленным пробам водных растворов щелочи добавлялись исследуемые пробы нефти в объемном соотношении 1:1. Затем каждый образец водонефтяной смеси количестве 200 мл помещался в коническую колбу объемом 300 мл и тщательно перемешивался вручную в течение 10 мин. Далее водонефтяная смесь перемешивалась с помощью автоматической лопастной мешалки ER10 в течение 10 мин. обеспечивающий равномерную дисперсность водонефтяной смеси.

Полученные водонефтяные смеси разливались в мерные цилиндры объемом 300мл и помещались в термостат для поддержания температурного режима 70 °С. Далее после расслоения водонефтяной смеси отбирали пробу нефти для определения кинематической вязкости с помощью вискозиметра типа ВПЖТ-2. Измерение кинематической вязкости отобранных проб нефти производилось через каждые 24 ч до момента стабилизации получаемых значений. По результатам кинематической вязкости отобранных проб, определялись динамическая вязкость, а также оптимальная концентрация щелочи в водном растворе, превышение которой, существенно не влияет на изменение вязкости нефти. Результаты проведенных исследований приведены на рисунке 1.



**Рис.1.** Зависимость динамической вязкости нефти месторождений Жанажол и Акшабулак от концентрации щелочи в пластовой воде

Полученные результаты показали, что значение динамической вязкости нефти, с увеличением концентрации щелочи снижается. Наибольшее снижение кинематической вязкости нефти при использовании щелочи наблюдается при ее концентрациях в растворе пластовой воды от 0,1 до 0,3 масс %. Снижение динамической вязкости нефти при использовании щелочи связано со снижением межфазного натяжения на границе «щелочной раствор – нефть» и образованием водонефтяных эмульсий, а также "активизации" содержащихся в нефти смол и асфальтенов, приводящим к снижению кинематической вязкости эмульсии типа "нефть в воде".

В результате увеличивается подвижность водной эмульсии нефти, что приводит к снижению ее вязкости. Как показали исследования, различия в полученных значениях динамической вязкости нефти месторождений Жанажол и Акшабулак зависят от начальной вязкости нефти и химического состава нефтей, где особое место занимает содержание смол, асфальтенов и парафинов. Дальнейшие исследования проводили с целью определения влияния концентрации  $CO_2$  в карбонизированном растворе пластовой воды на динамическую вязкость нефти.

В исследованиях по определению влияния  $CO_2$  в карбонизированном растворе пластовой воды на динамическую вязкость карбонизированные растворы пластовой воды нефти использовались – нефти месторождений Жанажол и Акшабулак, а также карбонизированные растворы пластовой воды данных месторождений.

Вязкость исследуемых образцов нефти определяли с помощью вискозиметра типа ВПЖТ-2 по ГОСТ 33-2000 (ИСО 3104-94) [70].

Исследования проводили при температуре 70 °С, что соответствует средней пластовой температуре данных месторождений. Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. Для проведения исследований были приготовлены карбонизированные растворы пластовой воды, с концентрацией  $CO_2$  1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 % масс. Насыщение пластовой воды углекислым газом проводили при давлении 0,3 МПа (30 кгс/см<sup>2</sup>) для получения максимальной концентрации  $CO_2$  в пластовой воде.

После этого к подготовленным пробам водных растворов щелочи добавлялись исследуемые пробы нефти в объемном соотношении 1:1.

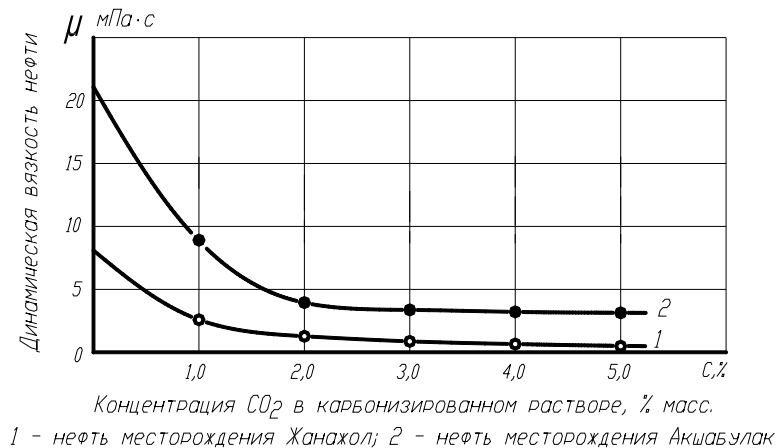
Затем каждый образец водонефтяной смеси количестве 200 мл помещался в металлическую емкость объемом 300 мл и перемешивался с помощью автоматической лопастной мешалки ER10 в течение 10 мин. обеспечивающий равномерную дисперсность водонефтяной смеси при температуре 70 °С.

Для исключения потерь  $CO_2$ , перемешивание осуществлялось под давлением равным давлению насыщенных паров  $CO_2$  в пластовой воде с концентрацией 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 % масс. Полученные водонефтяные смеси разливались в мерные цилиндры объемом 300 мл и помещались в термостат для поддержания температурного режима 70 °С. Далее, после расслоения водонефтяной смеси отбирали пробу нефти для определения кинематической вязкости с помощью вискозиметра типа ВПЖТ-2.

Измерение кинематической вязкости отобранных проб нефти производилось через каждые 24 часа до момента стабилизации получаемых значений. По результатам кинематической вязкости отобранных проб, определялись динамическая вязкость, а также оптимальная концентрация  $CO_2$  в

карбонизированном растворе, превышение которой, существенно не влияет на изменение вязкости нефти. Результаты приведены на рисунке 2.

Показано, что при обработке образцов нефти карбонизированной водой вязкость нефти уменьшается. Наибольший эффект снижения кинематической вязкости нефти наблюдается при концентрациях  $\text{CO}_2$  в растворе пластовой воды от 1,0 до 3,0% масс. Как видно из графика 1 рис. 2. динамическая вязкость нефти, месторождения Жанажол, с исходным значением 7,6 мПа·с, после ее обработки карбонизированной водой, содержащей 3,0% масс.  $\text{CO}_2$  снижается до 0,8 мПа·с. В то же время динамическая вязкость нефти месторождения Акшабулак, с исходным значением 20,6 мПа·с, после ее обработки карбонизированной водой, содержащей 3,0 % масс.  $\text{CO}_2$  снижается до 3,2 мПа·с, график 2, рис. 2. Полученная закономерность может быть объяснена предельной растворимостью  $\text{CO}_2$  в нефти в условиях проведенных экспериментов.



**Рис.2.** Зависимость динамической вязкости нефти месторождений Жанажол и Акшабулак от концентрации  $\text{CO}_2$  в карбонизированной пластовой воде

Сравнивая графики 1 и 2, рис. 2., можно отметить, что вязкость нефти снижается тем сильнее, чем больше ее исходное значение.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ленченкова Л. Е., Повышение эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов нефти физико-химическими методами. Автореферат дис...докт. тех. наук. 25.00.17. Уфа, 2002. - 49 с.
- 2 Изабакаров М., Эфендиев Р.М., Дадашев А.М. Экспериментальные исследования вытеснения маловязкой нефти газощелочной смеси в длительно разрабатываемых залежах., Институт Геологии НАН Азербайджана, г.Баку. Первая всероссийская заочная конференция "Проблемы повышения газонефтеотдачи месторождений на завершающей стадии их разработки и эксплуатации ПХГ" Северо-Кавказский государственный технический университет, 2005.
- 3 Абасов М.Т., Горбунов А.Т. Изабакаров М. и др. Основы газощелочного заводнения нефтяных пластов. В сборнике "Исследования по повышению эффективности нефтеизвлечения".1988 г.
- 4 Рассохин С. Г., Троицкий В.М., Соколов А.Ф. Исследование влияния режимов водогазового воздействия на эффективность вытеснения нефти по результатам физического моделирования. Вести газовой науки. Вып. № 3 (11). - 2012.
- 5 Телков В.П. Разработка технологии водогазового воздействия на пласт путем насосно-эжекторной и насосно-компрессорной закачки водогазовых смесей с пенообразующими ПАВ. Автореферат дис...канд. тех. наук. 25.00.17. Москва, 2009. - 24 с.
- 6 Дроздов Н.А. Исследование фильтрационных характеристик при вытеснении нефти водогазовыми смесями и разработка технологических схем насосно-эжекторных систем для водогазового воздействия на пласт. Автореферат дис...канд. тех. наук. 25.00.17. Москва, 2012. - 29 с.

#### REFERENCES

- 1 Lenchenkova L. E., Povyshenie yeffektivnosti vyrabotki trudnoizvlekaemyh zapasov nefiti fiziko-himicheskimi metodami. Avtoreferat dis...dokt. teh. nauk. 25.00.17. Ufa, 2002. - 49 s.
- 2 Izabakarov M., Yefendiev R.M., Dadashev A.M. Yeksperimental'nye issledovaniya vytesneniya malovjazkoj nefiti gazoshelochnoi smesi v dlitel'no razrabatyvaemyh zalezah., Institut Geologii NAN Azerbaidzhana, g.Baku. Pervaja vsrossiiskaja zaohnaja konferencija "Problemy povysheniya gazonefteotdachi mestorozhdenii na

zavershayushei stadii ih razrabotki i yekspluatacii PHG" Severo-Kavkazskii gosudarstvennyi tehniceskii universitet, 2005.

3 Abasov M.T., Gorbunov A.T. Izabakarov M. i dr. Osnovy gazoshelochnogo zavodneniya nefljanых plastov. V sbornike "Issledovaniya po povysheniyu yeffektivnosti nefteizvlecheniya". 1988 g.

4 Rassohin S. G., Troickii V.M., Sokolov A.F. Issledovanie vliyanija rezhimov vodogazovogo vozdeistviya na yeffektivnost' vytesneniya nefi po rezul'tatam fizicheskogo modelirovaniya. Vesti gazovoi nauki. Vyp. № 3 (11). - 2012.

5 Telkov V.P. Razrabotka tehnologii vodogazovogo vozdeistviya na plast putem nasosno-yezhektornoi i nasosno-kompressornoi zakachki vodogazovyh smesei s penoobrazuyushimi PAV. Avtoreferat dis...kand. teh. nauk. 25.00.17. Moskva, 2009. - 24 s.

6 Drozdov N.A. Issledovanie fil'tracionnyh harakteristik pri vytesnenii nefi vodogazovymi smesjami i razrabotka tehnologicheskikh shem nasosno-yezhektornyh sistem dlja vodogazovogo vozdeistviya na plast. Avtoreferat dis...kand. teh. nauk. 25.00.17. Moskva, 2012. - 29 s.

Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Колесников А.С., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Айкенова С.Ж.

**Қабат суындағы сілті ерітіндісінің мұнайдың динамикалық тұтқырлығына әсерін және қабат суындағы карбонатталған ерітіндідегі CO<sub>2</sub> концентрациясының мұнайдың динамикалық тұтқырлығына әсерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Берілген жұмыста қабат суындағы сілті ерітіндісінің мұнайдың динамикалық тұтқырлығына әсерін және қабат суындағы карбонатталған ерітіндідегі CO<sub>2</sub> концентрациясының мұнайдың динамикалық тұтқырлығына әсерін зерттеу нәтижелері көрсетілген. Қабат суындағы сілті концентарциясынан Жаңажол және Ақшабұлақ кен орындарының мұнайларының динамикалық тұтқырлық тәуелділіктері және карбонатталған қабат суындағы CO<sub>2</sub> концентарциясынан Жаңажол және Ақшабұлақ кен орындарының мұнайларының динамикалық тұтқырлық тәуелділіктері алынды. Мұнайдың тұтқырлық бойынша бастапқы мәні неғұрлым жоғары болса, соғұрлым ол жылдам төмендейтіні анықталды.

**Түйін сөздер:** зерттеу, тәуелділік, кен орыны, мұнайдың динамикалық тұтқырлығы, қабат суларының карбонатталған ерітіндісі.

Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Kolesnikov A.S., Bimbetova G.Zh., Ashirbayev H.A., Aykenova S.Zh.

**Investigation of the effect of alkali solution in produced water on the dynamic viscosity of oil and the impact of CO<sub>2</sub> concentration in the carbonized solution produced water on the dynamic viscosity oil**

**Summary.** In the present study shows the results of studies of the effect of alkali solution in produced water on the dynamic viscosity of oil and the impact of CO<sub>2</sub> concentration in the carbonized solution produced water on the dynamic viscosity of the oil. The dependence of the dynamic viscosity of the oil fields and Janajol Akshabulak of alkali concentration in the produced water and the dependence of the dynamic viscosity of the oil fields Janajol Akshabulak and the concentration of CO<sub>2</sub> in carbonated water reservoir. It is noted that the oil viscosity is reduced the more, the greater its initial value.

**Key words:** research, addiction field, the dynamic viscosity of the oil, produced water carbonated solution.

УДК 538.97; 539.216.2; 539.23

<sup>1</sup>Б.А. Байтимбетова, <sup>2</sup>Ю.А. Рябкин

(<sup>1</sup>Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева,

<sup>2</sup>Физико-технический институт, Алматы)

## **ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИИ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ КАТАЛИТИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ**

**Аннотация.** Методом ИК-Фурье спектроскопии проведена идентификация линий поглощения, соответствующих наносистемам, а также карбонатно-карбоксилатным соединениям и полиароматическим конденсированным системам в исследуемой науглероженной железохромовой матрице. При повышенных температурах образуются многочисленные "одинарные" С-С связи, обусловленные коллективными модами углеродных наноструктур, в том числе углеродных нанотрубок. Приводятся результаты исследований полученных образцов по этой методике и их обсуждения.

**Ключевые слова** – углеродная нанотрубка, науглероживание, полиароматические конденсированные системы, карбонатно-карбоксилатные соединений.



### Введение

В последние годы наблюдается устойчивое развитие физики наноразмерных материалов и прикладных аспектов их применения в различных сферах человеческой деятельности: материаловедение, электроника, энергетика, медицина, биология и множество других областей.

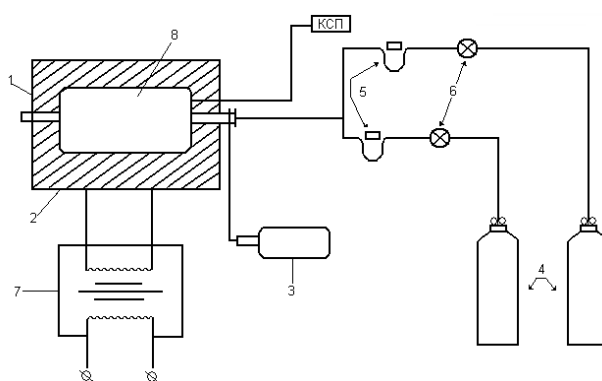
Нанотехнологии подарили человечеству новый взгляд на привычные материалы, основным из которых стал углерод. Уменьшение размеров элементов в микросхемах вызвало новый интерес к углеродным и углеводородным материалам со стороны электронной промышленности [1-3].

Обычно углеродные наноразмерные структуры образуются в результате химических превращений углеродсодержащих материалов при повышенных температурах. Условия, способствующие подобным превращениям, весьма разнообразны. Так, углеродные нити и углеродные нанотрубки могут образовываться и в процессе каталитического разложения углеводородов при сравнительно низких температурах [4-10]. Метод получения углеродных нанотрубок на основе науглероживания матрицы является простым и экономичным. Поэтому он с успехом может использоваться для получения наносистем с целью, например, изучения ряда их свойств.

Целью настоящей работы является исследование структуры, оптические свойства и колебательных мод углеродных нанотрубок методом ИК-Фурье спектроскопии, полученных при науглероживании матрицы железохромовой шпинели.

### Методика эксперимента

Эксперименты по науглероживанию проводились на проточной пиролизной установке в интервале температур 300-850 °С с использованием горючей пропан - бутановой смеси рис 1. Для проведения эксперимента использовался реактор проточного типа из жаропрочной хромистой стали, схема которого представлена на рис.1. Реактор оборудован нагревателем и механизмом вращения. Температура в реакторе поддерживалась с точностью 2 °С. В реактор загружалось до 500г образца. Объем реакционной камеры реактора составлял 3000 см<sup>3</sup>. Время науглероживания было 30, 60 и 180 мин. Скорость подачи пропанобутановой смеси 50, 60 и 75 мл в мин. Процессы карбонизации проводились в интервале температур 300°С-850°С с интервалом в 50°С. Измерения ИК- спектров исследуемых образцов проводили на ИК –спектрометрах UR -20 фирмы Mattson (USA). Образцы готовились в виде таблеток, спрессованных из науглероженной шпинели с добавкой KBr. Образец 0,002 г запрессовывается в пластинки с бромистым калием при остаточном давлении 5 мм. рт. ст. и при давлении 10 тонн/см<sup>2</sup> с разрешением 4 см<sup>-1</sup> в диапазоне 400-4000 см<sup>-1</sup>. С помощью специальных программ спектральные данные записываются как зависимость коэффициента поглощения от длины волны, т.е. выражаются с помощью двух переменных величин- фактора интенсивности и фактора длины волны.



1 – реактор; 2 – электрическая печь; 3 – мотор; 4 – баллоны с газами (пропан-бутан, кислород);  
5 – редукторы; 6 – вентили; 7 – блок питания; 8 – образец.

Рис.1. Схема экспериментальной установки

### Результаты и обсуждение

Методом ИК-Фурье спектроскопии исследованы образцы исходной и науглероженной матрицы железохромовой шпинели, спектры которых приведены на рисунках 2-6 и в таблице 1. Ранее было показано, что при взаимодействии углеводородов различного строения с Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> образуются

идентичные поверхностные соединения карбонатной и карбоксилатной структуры [11-12]. Из рассмотрения спектра науглероженной железохромовой шпинели можно получить важную информацию о структуре соединения. Спектр исходного образца содержат полосы поглощения свободных групп OH ( $\nu_{OH}$ -3668 $\text{cm}^{-1}$ ) и связанных водородными связями ( $\nu_{OH}$ -3438 $\text{cm}^{-1}$ ), а также обусловленными деформационными колебаниями ( $\nu_{H_2O}$ -1652 $\text{cm}^{-1}$ ).

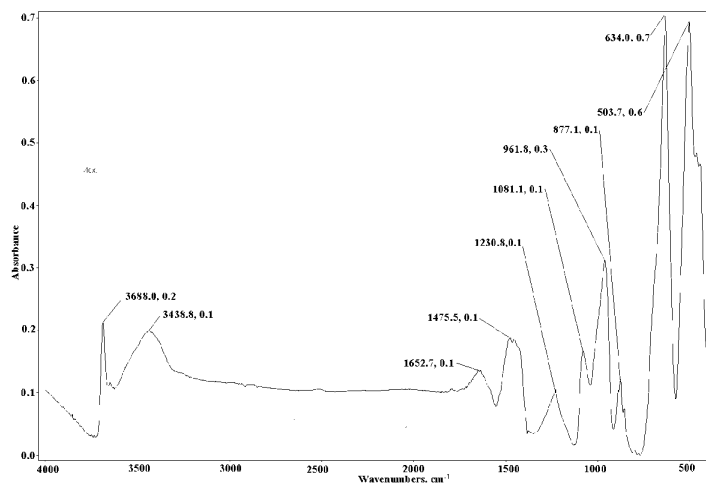


Рис. 2. ИК-спектр в исходном образце железохромовой шпинели

Кроме того, в спектре наблюдаются очень интенсивные полосы поглощения  $\text{MeO}\nu=503\text{ cm}^{-1}$ -634 $\text{cm}^{-1}$  (рис.2). В области 900-1250  $\text{cm}^{-1}$  имеются полосы поглощения средней интенсивности, принадлежащие окислам металлов, входящих в состав шпинели (рис.2). Пики при  $\nu=877\text{ cm}^{-1}$  и 1003  $\text{cm}^{-1}$  принадлежат иону  $\text{CO}_3^{2-}$ , а также в эту группу входят полосы компонентов исходного образца в виде карбонатов металлов. При более высоких температурах, как известно, карбонаты разлагаются и в спектрах эти пики  $\nu=877$  и 1003  $\text{cm}^{-1}$  не наблюдаются.

При 700 $^{\circ}\text{C}$  в спектре поглощения также не наблюдаются линии воды и OH. Полосы поглощения MeO остаются при всех температурах, но наблюдается сдвиг полос до 887  $\text{cm}^{-1}$  и 1081  $\text{cm}^{-1}$ , т.е. изменяются количественные соотношения между содержанием шпинели и металлов (рис. 3). В области 600-800  $\text{cm}^{-1}$  полосы поглощения также претерпевают изменения. Кроме того, в этой области 800-1100  $\text{cm}^{-1}$ (рис.3) происходит увеличение фоновых полос что объясняется началом образования соединений, содержащих -C-O-C-, -C-C- и MeC.

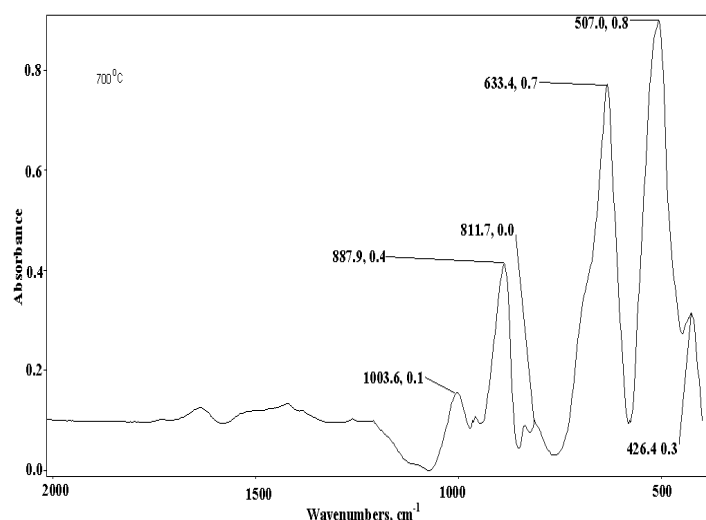


Рис. 3. ИК-спектр науглероженной при 700 $^{\circ}\text{C}$  шпинели

В области  $1200-1706\text{ см}^{-1}$  появляется слабое фоновое поглощение, которое, свидетельствует о начале образования полиароматических соединений. В ходе науглероживания происходит образование и распад карбидоподобных соединений с образованием углерода и выносом частиц металла на поверхность [3]. В спектре при  $750^{\circ}\text{C}$  появляется слабенький пик при  $\nu=600\text{ см}^{-1}$ , принадлежащий связи  $\text{MeO}$  (рис.4). Этот слабый пик сохраняется в спектрах образцов, полученных при всех температурах.

Полосы поглощения принадлежащие окислам металлов, входящих в состав шпинели остаются без изменения, но фоновое поглощение в этой области сдвигается в высокочастотную область спектра  $\nu=800-1200\text{ см}^{-1}$ , что, связано с десорбцией адсорбированного кислорода, с увеличением доли связей  $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ ,  $-\text{C}-\text{C}-$  (рис.4). Подтверждением этой версии служат данные ИК спектров в области  $\nu=1200-1750\text{ см}^{-1}$ . Возникает широкая суммарная полоса в области  $\nu=1300-1640\text{ см}^{-1}$ , состоящая из полос поглощения колебания карбонатно-карбоксилатных соединений ( $\nu_{\text{as}}-1560-1630\text{ см}^{-1}$ ,  $\nu_{\text{s}}-1350-1420\text{ см}^{-1}$ ). В этом спектре появляется полоса средней интенсивности при  $\nu=1427\text{ см}^{-1}$ , к которой относятся наносистемам (фуллеренам и нанотрубкам) [11-12].

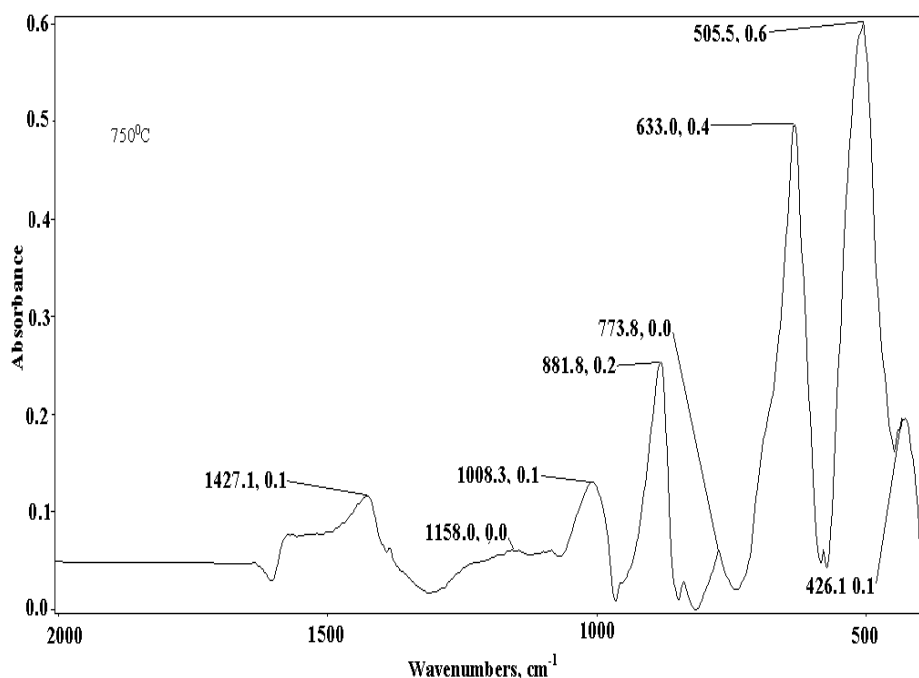


Рис. 4. ИК-спектр науглероженной при  $750^{\circ}\text{C}$  шпинели

При температуре  $800^{\circ}\text{C}$  в области  $\text{MeO}$ , входящих в состав шпинели изменяются по сравнению со спектрами  $750^{\circ}\text{C}$ . В области  $800-1300\text{ см}^{-1}$  происходит увеличение интенсивности слабых суммарных пиков со сдвигом в высокочастотную область. Интенсифицируется процесс десорбции кислорода и увеличение доли  $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ ,  $-\text{C}-\text{C}-$ .

Повышение температуры карбонизации приводит к увеличению интенсивности пика в области  $1424\text{ см}^{-1}$ .

В это время наблюдается преимущественное образование полиароматических конденсированных систем и карбонатно-карбоксилатных соединений. При  $800^{\circ}\text{C}$  изменения по сравнению с предыдущими спектрами наблюдаются только в области  $1300-1700\text{ см}^{-1}$ , где имеется широкий пик средней интенсивности с максимумом  $1424\text{ см}^{-1}$ , что свидетельствует о накоплении циклических углеводородов (рисунок 5).

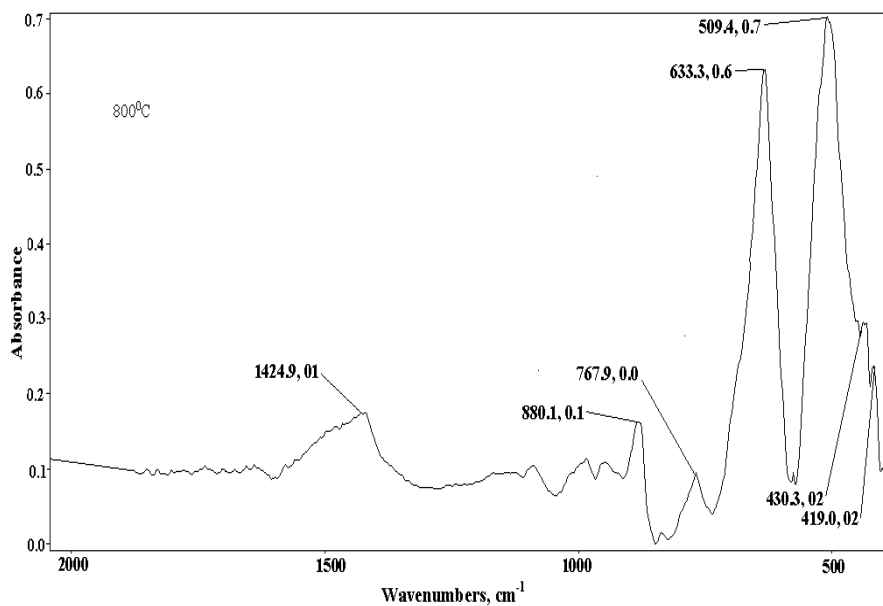


Рис. 5. ИК-спектр науглероженной при 800°C шпинели

При температуре 850°C в области 800-1003 см<sup>-1</sup> изменений не наблюдается (рис.6). В области спектра 1300-1650 см<sup>-1</sup> появляется множество разрешенных полос поглощения средней интенсивности, что связано с накоплением карбонатно-карбоксилатных соединений, а также нанонитей, нанотрубок в матрице науглероженной железохромовой шпинели.

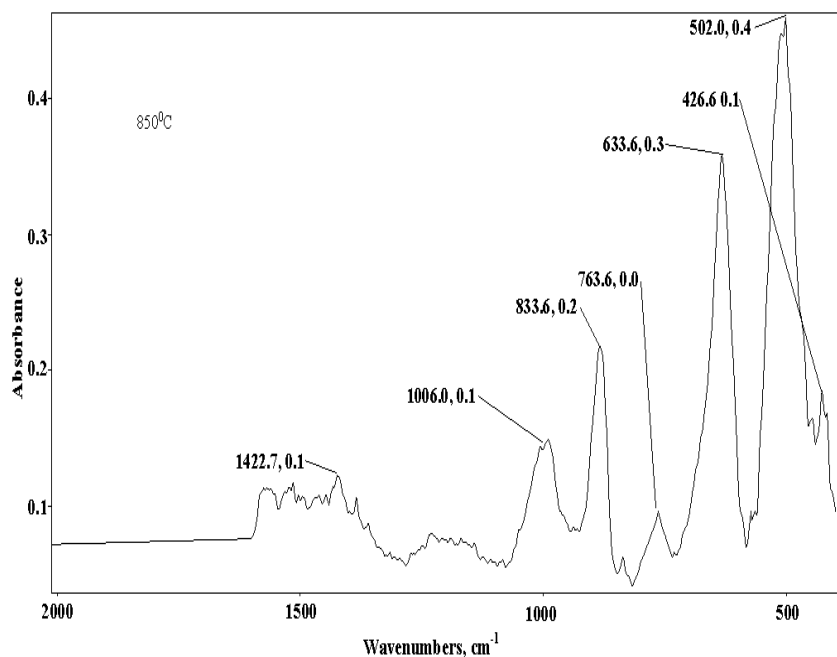


Рис. 6. ИК-спектр науглероженной при 850°C шпинели

Многочисленные полосы поглощения в этой области могут быть обусловлены поглощением коллективных мод углеродных наносистем, которых встречаются в углеродных наноструктурах.

Таблица 1. ИК-Фурье спектры исходной и науглероженной железохромовой шпинели

Обра- зец	Функциональные группы, см <sup>-1</sup>													
	ν, см <sup>-1</sup> OH		Полиароматические соединения (Ar) <sub>n</sub> , см <sup>-1</sup>				MeC		Шпинель, ν O <sub>2</sub> адсорб см <sup>-1</sup>			ν, см <sup>-1</sup> MeO		
Исх.	3688 ср.	3438 ср.	1652 ср.	1475 ср.	1230 сл.		1081 сл.	961 ср.	887 сл.			634 о.с.	503 с.	
700 <sup>o</sup> C							1003 ср.		887 с.	811 сл.		633 с.	507 о.с.	426 ср.
750 <sup>o</sup> C			1600 сл.	1427 ср.	1370 сл.	1158 сл.	1008 ср.	940 сл.		811 с.	773 сл.	633 с.	505 о.с.	426 ср.
800 <sup>o</sup> C			1630 сл.	1422 ср.	1250 сл.		1006 ср.		883 с.		763 сл.	633 о.с.	502 о.с.	426 ср.
850 <sup>o</sup> C			1700-1230 сл.				1004 ср.		883 ср.		751 сл.	629 с.	507 о.с.	422 ср.

Можно предположить, что в эти колебания дают вклад многочисленные комбинации углерод-углеродных связей. С повышением температуры науглероживания происходят десорбция адсорбированного O<sub>2</sub> и увеличение соединений, содержащих (-C-C)<sup>n</sup>, -C-O-C-, -C=O-и -C-OH- образование полиароматических конденсированных систем, карбонатно-карбоксилатных соединений.

Максимум карбоксилатных соединений образуется при 850<sup>o</sup>C. В это время при 800<sup>o</sup>C наблюдается преимущественное образование полиароматических соединений (в том числе, нанотрубок в матрице науглероженной железохромовой шпинели). Повышение температуры карбонизации приводит к увеличению интенсивности полос полиароматических конденсированных систем. Значение частот полос поглощения и их отнесение к колебаниям поверхностных соединений приведены в таблице 1.

#### Закключение

Полученные результаты ИК- Фурье спектроскопических исследований процесса науглероживания железохромовой шпинели позволяют утверждать, что в процессе науглероживания происходит образование карбидов металлов, входящих в состав железохромовой шпинели и в дальнейшем разложение этих карбидов с образованием углерода и углеродных наноструктур. На основании этих данных можно сделать вывод, что колебания «одинарных» -C-C- связей углеродных наноразмерных структур наблюдаются в диапазоне 1300-1650 см<sup>-1</sup>. Поэтому есть основания предположить, что полосы поглощения в диапазоне 1422 см<sup>-1</sup> обусловлены поглощением коллективных мод углеродных наносистем (многослойные нанотрубки, фуллерены и нанонити). По своей структуре наносистемы могут рассматриваться как трехмерные аналоги ароматических соединений. Таким образом, ИК- спектроскопические исследования подтверждают факт образования углеродных наноструктур в матрице железохромовой шпинели, что находится в хорошем соответствии с известными литературными данными [11-12].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Раков Э.Г. Химия и применение углеродных нанотрубок // Успехи химии. -2001.-Т.70. -№10. -С. 934-973.
- 2 Kroto H. W. Symmetry, space, starts and C<sub>60</sub> (Nobel lecture) // Rev. Mod. Phys. -1997. -V. 69. -P.703-730.
- 3 Iijima S. Helical microtubules of graphitic carbon // Nature. - 1991. - V.319. -P. 354-356.
- 4 Jose-Yacamán M. José-Yacamán M., Miki-Yoshida M. and L. Rendón Catalytic Growth of Carbon Microtubules with Fullerene Structure // Applied Physics Letters . -1995. V.62, -№ 6. -P. 657-659.
- 5 Караева А.Р., Маркович В.В., Третьякова В.Ф. Получение углеродных нанотрубок и нановолокон в каталитическом пиролизе метана // ХТТ. - 2005. -№5. -С. 67-75.
- 6 EBSEN T.W. WETTING, FILLING AND DECORATING CARBON NANOTUBES // J.PHYS. CHEM SOLIDS. -1996. -V. 57, № 6-8. -P. 951-955.
- 7 MEKEE C.S. SURFACE EXPLOSIONS // APPL. CATAL. A. -1996. -V.147. -№1. -P. 3-5.
- 8 Мансуров З.А. Зауглероженные адсорбционно-каталитические системы // Вестник КазГУ. Сер. физ. - 1998. -№3. -С. 98-104.
- 9 Буянов Р.А., Чесноков В.В. Научные основы приготовления углеродминеральных адсорбентов, носителей, катализаторов и композиционных материалов //Журнал прикладной химии. -1997. -Т. 70, -№6. -С. 978-986.
- 10 Чесноков В.В. Буянов Р.А. Образование углеродных нитей при каталитическом разложении углеводородов на металлах подгруппы железа и их сплавах // Успехи химии. -2000. -Т.69, №7. -С. 675- 692.
- 11 Бричка С.Я., Приходько Г.П. и др. Физико-химические свойства многослойных N-содержащих углеродных нанотрубок //Журнал физической химии -2004. -Т.78, №1. -С. 133-138.

12 Самонин В.В., Маракулин Е.А. Адсорбционные свойства фуллеренсодержащих материалов // Журнал физической химии –2002. –Том 76, -№5. –С. 888-892

LITERATURA

- 1 *Rakov E.G.* Khimia i primeneniye ugleodnykh nanotrubok // *Uspekhi khimi* -2001. -Т.70. -№10. -С 934-973.
- 2 *Kroto H. W.* Symmetry, space, starts and  $C_{60}$  (Nobel lecture) // *Rev. Mod. Phys.* –1997. –V. 69. –P.703-730.
- 3 *Iijima S.* Helical microtubules of graphitic carbon // *Nature.* – 1991. – V.319. –P. 354-356.
- 4 *Jose-Yacamán M., José-Yacamán M., Miki-Yoshida M. and L. Rendón* Catalytic Growth of Carbon Microtubules with Fullerene Structure // *Applied Physics Letters* . -1995. V.62, -№ 6. –P. 657-659.
- 5 *Karaeva A.R., Markovich V.V., Tretyakova V.F.* Poluchenie ugleodnykh nanotrubok i nanovolokon v kataliticheskom pirolise metana // *KhTT.* - 2005. -№5. -С. 67-75.
- 6 EBSEN T.W. WETTING, FILLING AND DECORATING CARBON NANOTUBES // *J.PHYS. CHEM SOLIDS.* –1996. –V. 57, № 6-8. –P. 951-955.
- 7 MEKEE C.S. SURFACE EXPLOSIONS // *APPL. CATAL. A.* -1996. –V.147. -№1. -P. 3-5.
- 8 *Mansurov Z.A.* Zauglerozhennyye adsorbtsionno - kataliticheskie sistemy // *Vestnik KazGU. Ser. Phis.* –1998. -№3. –С. 98-104.
- 9 *Buyanov R.A., Chesnakov V.V.* Nauchnie osnovy progotobleniya ugleodmineralnykh adsorbentov, nositelei, katalisatorov i kompozitsionnykh materialov // *Zhurnal prikladnoi khimi.* –1997. –Т. 70, -№6. –С. 978-986.
- 10 *Buyanov R.A., Chesnakov V.V.* Obrasovanie ugleodnykh nitei pri kataliticheskom pazlozheni uglevodородов na metallakh podgruppy zheleza i ich splavach // *Uspechi khimi.* -2000. –Т.69, №7. –С. 675- 692.
- 11 *Brichka S.Ya., Prichodko G.P I dr.* Phisiko-khimicheskie svoistva mnogoslonykh N-soderzhachikh ugleodnykh nanotrubok // *Zhurnal phisicheskoi khimi*–2004. -Т.78, №1. –С. 133-138.
- 12 *Samonin V.V., Marakulin E.A.* Adsorbtsionnye svoistva fullerensoderzhachikh materialov // *Zhurnal phisicheskoi khimi* –2002. –Том 76, -№5. –С. 888-892

Байтiмбетова Б.А., Рябикин Ю.А.

**Көмiрсутектердi каталитикалық ыдырату арқылы алынған көмiртектi нанотүтiкшелердi ИК-Фурье спектроскоп әдiсiмен зерттеу**

**Түйiндеме.** ИК-Фурье спектроскоп әдiсiмен зерттелiнiп отырған көмiртектелген темiрхромды матрицада наножүйелердiң, сонымен қатар конденсирленген полиароматикалық жүйелер, карбонатты-карбоксилат қосылыстарының жұту сызықтарына идентификация жүргiзiлдi. Температура жоғарылаған сайын көптеп “дара” С-С байланыстар мен топтасқан көмiртектi наноқұрылымдар модалары, соның iшiнде көмiртектi нанотүтiкшелердiң түзiлетiнi көрсетiлген. Осы әдiспен алынған үлгiлердiң нәтижелерiн зерттеу мен талқылау келтiрiлген.

**Түйiн сөздер** – көмiртектi нанотүтiкше, көмiртектелiну, конденсирленген полиароматикалық жүйелер, карбонатты-карбоксилат байланыстары.

Байтiмбетова Б.А., Ю.А.Рябикин

**Изучение углеродных нанотрубок методом ИК-фурье спектроскопии, полученных при каталитическом разложении углеводородов**

**Резюме.** Методом ИК-Фурье спектроскопии проведена идентификация линий поглощения, соответствующих наносистемам, а также карбонатно-карбоксилатным соединениям и полиароматическим конденсированным системам в исследуемой науглероженной железохромовой матрице. При повышенных температурах образуются многочисленные “одинарные” С-С связи, обусловленные коллективными модами углеродных наноструктур, в том числе углеродных нанотрубок. Приводятся результаты исследований полученных образцов по этой методике и их обсуждения.

**Ключевые слова** - углеродная нанотрубка, науглероживание, полиароматические конденсированные системы, карбонатно- карбоксилатные соединений.

Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A.

**Investigation of carbon nanotubes by IR-Fourier spectroscopy obtained with the catalytic decomposition of hydrocarbons**

**Summary.** In the carbonized iron-chrome matrix were identified absorption lines corresponding to nanosystems and carbonate-carboxylate compounds and polyaromatic fused systems. The most obvious finding to emerge from this study is the carbon nanotubes, that at elevated temperatures is formed multiple "single" C-C linkages resulting collective modes carbon nanostructures, including carbon nanotubes. This paper gives that the results of investigation obtained samples by this technique and discuss them.

**Key words** - carbon nanotube, carbonization, condensed polyaromatic system, carbonate-carboxylate compounds.

ӘОК 004

**М.Е. Мансурова, Д.Д. Сыздықбеков, Ж.Е. Темирбекова**  
(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан Республикасы  
[zhanerke\\_3089@mail.ru](mailto:zhanerke_3089@mail.ru))

## MAPREDUCE HADOOP ТЕХНОЛОГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ НАҚТЫ УАҚЫТТА СУРЕТТІ ПАРАЛЛЕЛЬДІ МАСШТАБТАУ

**Андатпа.** Бұл мақала сандық суреттерді өңдеуге, көлемін ұлғайтуға арналған. Сонымен қатар, суреттерді масштабтаудың әдістері және нақты уақытта суретті параллельді масштабтау алгоритмін MapReduce Hadoop негізінде жүзеге асыру туралы айтылған.

**Кілттік сөздер:** интерполяция, бикубты интерполяция, масштабтау алгоритмі, MapReduce Hadoop технологиясы.

Масштабтау – суреттің пропорциясын сақтай отырып өлшемін өзгерту. Ол өндірістің барлық бағыттарында кең қолданысқа ие. Бұл мәселе, әсіресе ұялы құрылғыларда толықтай масштабта ашыла алмайтын суреттерді көшіру үшін және сайттарда суреттерді қою үшін маңызды. Сенсорлы камералардың өлшемдерінің өсуіне қарамастан бұл мәселе өлшемі төмен камераларға түскен суреттер үшін өзекті болып қала бермек [1].

Қазіргі таңда масштабтау компьютерлік техника көмегімен орындалады. Сандық суреттерді жоғары кеңейтілімдігімен масштабталуының бірнеше тәсілдері бар. Қарапайым тәсіл – сызықты әдіс деп аталады.

Берілген суретке масштабтау әдісін сызықты әдісте қолдану үшін алдымен, тандалған алгоритмге байланысты суреттің көрші пикселдерін есептеу қажет. Есептеулер математикалық формулалар бойынша есептелінеді.

Кез-келген сызықты әдіс түйінді көрсетеді және келесі формуламен есептелінеді:

$$f(x) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} F(i)K(i-x) \quad (1)$$

мұндағы  $F(i)$  – суреттегі пикселдің  $i$ -ші интенсивтілігі;  $K$  – суретке жүктейтін маска

Ал, екі өлшем түрінде түйін келесі түрде жазылады:

$$f(x) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} F(i, j)K(i-x)K(j-y) \quad (2)$$

Бұл есептің нәтижесі  $K$  маскасының таңдауына тәуелді.

### Сандық суреттерді масштабтаудың интерполяциялық алгоритмдері

Бірінші кезекте сурет  $f(x, y)$  функция түрінде беріледі. Осыдан кейін интерполяцияның математикалық негізі құрылады. Суреттердің пикселі болып функциясының мәні белгілі нүктелер саналады.

Интерполяция көмегімен суреттердің түстік ажыратуын арттырудың маңызы болып аралық нүктелерде функцияның мәнін табу. Интерполяцияның негізгі кемшілігі – ақпаратты дәл қалпына келтірудің мүмкіндігі жоқ болуында.

Жалпы интерполяция алгоритмін екі санатқа бөлуге болады: бейімделген және бейімделмеген [2]. Бейімделген әдіс интерполяцияның пәніне (айқын шекаралар, тегіс текстура) байланысты өзгерсе, бейімделмеген әдіс барлық пикселдерді бірдей өңдейді.

Бейімделген алгоритмдерге келесіні жатқызуға болады:

- градиентті әдістер. Олар негізгінен әр түрлі ядролардың шекарасын теп-тегіс интерполяциялау үшін қолданады.

Бейімделген алгоритмдер лицензияланған бағдарламаларда көптеген коммерциялық алгоритмдерді қолдайды, мысалы: Qimage, PhotoZoom Pro, Genuine Fractals және т.б. Олардың көбісі шекараларды анықтаған кезде интерполяцияда жағымсыз кемшіліктерді ықшамдау мақсатымен өз алгоритмдерінің әртүрлі нұсқаларын (пикселді талдау негізінде) қолданады. Бірінші ретте осы алгоритмдер суретті үлкейткенде барынша кемшілігін жою үшін өңделген яғни олардың кейбіреулері суретті өзгертуге немесе айналдыруға жарамсыз.

Бейімделмеген алгоритмдерге төмендегілер жатады:

- жақын көрші әдісі
- қос сызықты
- қос кубты

Күрделілігіне қарай олар интерполяция үшін 0-ден 256-ға дейін (немесе одан да көп) бір-бірімен байланысты пикселдер қолданады. Неғұрлым көп бір-бірімен байланысты пикселдерді қосқан сайын олар соғұрлым дәлірек болуы мүмкін, бірақ өңдеуге көп уақыттың кетуі арқылы жетеді. Бұл алгоритмдер кескін және суреттің көлемін арттыру үшін де қолданылуы мүмкін.

**Жақын көрші тәсілі.** Бұл жалпы интерполяция алгоритмі және өңдеуге аз уақыт жұмсайды. Өйткені интерполяция нүктесіне жақын орналасқан тек бір пикселді қарастырады. Жақын көрші тәсілінде жаңа нүктелер жақын түйін мәндерін қабылдайды. Нәтижесінде әрбір пикселдің өлшемі үлкейеді.

**Қос сызықты интерполяция.** Есептеу математикасында қос сызықты интерполяция екі айнымалы функция үшін сызықты интерполяция тәсілінің кеңейтілімдігін атайды. Жалпы тәсілдің идеясы қарапайым интерполяцияны бірінші бір бағытта, содан кейін кері бағытта орындау. Қос сызықты интерполяция белгісізді қоршап тұрған белгілі  $2 \times 2$  өлшемді шаршы пикселін қарастырады. Интерполяция мәні ретінде осы төрт пикселдің арифметикалық ортасы қолданылады. Нәтижесінде сурет жақын көрші тәсіліне қарағанда тегістеу болып көрінеді.

**Қос кубты интерполяция.** Есептеу математикасында кубты интерполяцияның кеңейтілімін, яғни мәні екі өлшемді жүйелі торда көрсетілген функцияның екі айнымалысын айқындайды. Бұл процесс компьютерлік бағдарламалармен бейнелерді өңдеуде, суретті үлкейтуде пайдаланылады және кәдімгі масштабтауға қарағанда суреттің сапасы жоғары болады. Біріншіден, масштабтау кезінде майда бөлшектердің бұлдырлығы байқалмайды, суретке жетіспей тұрған айқындықты береді. Бұл майда көп бөлшектермен жоғарыдан қарғандағы жазықтың көріністерін көрсеткен кезде маңызды. Екіншіден, түстердің алмасуы қарама-қарсылық аймақтар арасында көркем қанықтықты иемденеді. Үшіншіден, сурет динамикалық тиянақты болады.

Нақты уақытта суретті параллельді масштабтау үшін қос кубты интерполяция тандалды.

Қос кубты интерполяция екі өлшемді кубты интерполяцияны бейнелейді [3]. Айталық бізде 16 нүкте бар, бастапқы координат нүктесі  $(i-1, j-1)$ , мұндағы  $i, j$  0 мен 3 арасында өзгереді. Біз белгілі аймақта  $[0,0] \times [1,1]$  интерполяция бетін өңдей аламыз, ол үшін алдымен 4 бағанды содан кейін алынған нәтижені горизонтальді бағытта интерполяциялаймыз:

$$g(x, y) = f(x, f(y, p_{00}, p_{01}, p_{02}, p_{03}), f(y, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}), f(y, p_{20}, p_{21}, p_{22}, p_{23}), f(y, p_{30}, p_{31}, p_{32}, p_{33}))$$

Ауқымды өлшемдердің интерполяциясын жасау үшін күрделі есептеу ресурстары қажет. Жылдам оптимизация үшін келесі әдіс қолданылады.

Біз формуланы көп өлшемді полином ретінде қарастырамыз:

$$g(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^i y^j \quad (3)$$

Егер ашып жазсақ, мынадай түрде болады:

$$g(x, y) = a_{00} * x^0 * y^0 + a_{01} * x^0 * y^1 + a_{02} * x^0 * y^2 + a_{03} * x^0 * y^3 + a_{10} * x^1 * y^0 + a_{11} * x^1 * y^1 +$$



$$\begin{aligned}
 & a_{12} * x^1 * y^2 + a_{13} * x^1 * y^3 + \\
 & a_{20} * x^2 * y^0 + a_{21} * x^2 * y^1 + \\
 & a_{22} * x^3 * y^2 + a_{23} * x^2 * y^3 + \\
 & a_{30} * x^3 * y^0 + a_{31} * x^3 * y^1 + \\
 & a_{32} * x^3 * y^2 + a_{33} * x^3 * y^3
 \end{aligned}$$

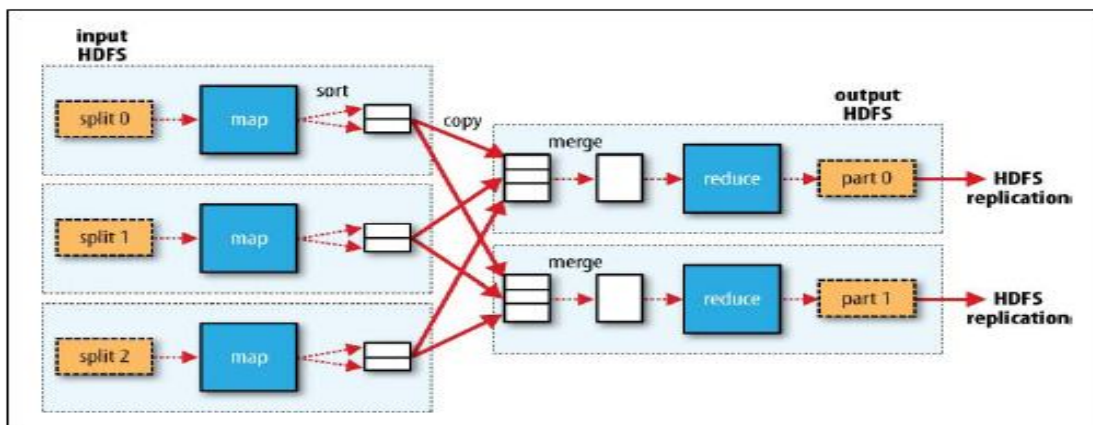
Осы мәліметтер негізінде масштабтау алгоритмі іске асырылады.

Тәуелсіз тапсырмаларды параллель орындау үшін MapReduce Hadoop технологиясында суреттерді өңдеу өте тиімді. Себебі, суреттер немесе суреттер тобы тәуелсіз өңделуі мүмкін. MPI-ден ерекшелігі, Hadoop бірізділік бағдарламаларды автоматты параллельдеуді және құралдар істен шыққан кезде қайтадан іске қосу тапсырмаларын қамтамасыз етеді. Бөлінген файлдық жүйе көлемі үлкен мәліметтерді бірден кластер серверінің ішкі дисктерінде сақтауға мүмкіндік береді. Бұл қасиеті қымбат тұратын мәліметтерді сақтау жүйесін алудың қажет емес екендігіне әкеледі.

MapReduce – бұл ақпараттық іздеу мәселесін шешу үшін Google компаниясы құрастырған параллельді бағдарламалау үлгісі [4-5]. Бұл технологияның негізгі мүмкіндіктері болып келесілер саналады:

- стандартты құрылым серверіндегі кластерде міндеттерді автоматты параллельдеу;
- кластер тораптарының арасындағы күшті теңдестіру;
- қойылған міндеттерді басқа кластерде қайта іске қосу арқылы құралдардың істен шығуынан қорғау;
- сервер кластеріндегі ішкі дисктерде ақпараттарды сақтауға арнап бөлінген файлдық жүйе.

Мұндай кең мүмкіндіктерге тек қана MapReduce алгоритмін қолдану есебінен жетуге болады. Ол тізімдерді өңдеуге бағытталған және екі қадамнан тұрады: Map және Reduce. Map кірісте жұпталған тізімді <кілт, мәні> алады, содан кейін өзгерген жұпталған тізімді <кілт, мәні > береді. Reduce кірісте жұпталған тізімді <кілт, мәні> ұқсас кілт алады да тек қана бір мән береді. Сонымен бірге тізімдер элементтерін өңдеу бір-біріне тәуелсіз орындалуы мүмкін, соның ішінде параллель. Алгоритм тек қана бір байланыс сатысын қамтиды. Map қадамын біткеннен кейін ұқсас кілті бар мән желі бойынша кластердің бір торабына жіберіледі. Содан кейін олар Reduce қадамында өңделеді. Қолданушы бір мәнді өңдейтін Map және Reduce функциясын жазады, ал көлемі үлкен мәндерді іске асыруды параллель түрде MapReduce бағдарламалық жүйесі қамтамасыз етеді (1-сурет).



1-сурет. MapReduce өңдеу тәртібі [4].

MapReduce-та кластердің әрбір торабы бір уақытта мәліметтерді сақтау және есептеу үшін қолданылады. Сонымен бірге MapReduce жоспарлаушысы өңделетін тапсырмаларды мәліметтер сақталатын кластердің тораптарына бөлуге тырысады. Мұндай бөлу өнімділікті елеулі арттыруға мүмкіндік туғызады.

Ал, Hadoop – MapReduce жүзеге асыратын қолдануға қол жетімді ерекше белгілі технология. Тізбектелген бағдарламаны автоматты түрде параллельдеуге және сервердің ішкі дискінде мәліметтерді сақтау үшін өзінің жеке Hadoop Distributed File System (HDFS) үлестірілген файлдық жүйесі бар [6-7]. HDFS иерархиялық файлдық жүйе олай болса, каталогтарға салу қолдауы болады. Hadoop-тің физикалық компоненттері:

Есімдер түйіні (NameNode) – HDFS диспетчері. Ол файлдардың блокқа бөлінуін есепке алады, блоктар қай түйінде орналасқаны туралы ақпарат сақтайды және үлестірілген файл жүйесінің жалпы күйін қадағалайды.

Мәліметтер түйіні (DataNode) – кез-келген бағыныңқы машинаның кластерінде жұмыс жасайды оған үлестірілген файл жүйесінің негізгі жұмысы тапсырылған яғни жергілікті файл жүйесінде орналасқан физикалық файлға HDFS блогін оқу және есептеу.

JobTracker – Hadoop және қосымша арасындағы келістіруші. Кластерге код енгізген кезде JobTracker орындалу жоспарын құрады яғни қандай файлдарды өңдеу керектігін анықтайды, әр-түрлі тапсырмаларды түйіндерге тағайындайды және осы тапсырмалардың орындалуын қадағалайды.

TaskTracker – бағыныңқы түйіндерде жеке тапсырмалардың орындалуын басқарады.

Hadoop платформасының негізгі ерекшеліктері:

Қол жетімділік – Hadoop стандартты компьютерлерден немесе есептеуіш бұлттан құралған үлкен кластерлерде жұмыс жасайды. Мысалы: Amazon (EC2) компаниясы ұсынған Elastic Compute Cloud қызмет базасында.

Сенімділік – Hadoop үйреншікті жабдықта жұмыс істеуі керек. Оның архитектурасы, жұмыс істеуі жиі істен шығарылатын мүмкіндіктердің есептелуімен жасалған.

Масштабталу – Hadoop сызықты масштаб жасайды яғни мәліметтердің көлемі көбейгенде кластерге жаңа түйіндер қосу жеткілікті.

Қарапайымдылық – Hadoop қолданушыға тиімді үлестірілген кодты жылдам жасауға рұқсат береді

Нақты уақытта суретті параллельді масштабтау алгоритмін жүзеге асыру үшін Hadoop инфрақұрылымын конфигурациялау келесі тәсіл бойынша іске асырылды. Алдымен, Linux Ubuntu 11.10 операциялық жүйесі орнатылды, келесі қадамда hadoop архиві /usr/local каталогына көшірілді, қол жетімділікке рұқсат берілді (hadoop-master\$ sudo chmod 777 - Rhadoop), конфигурациялық файлдар өзгертілді, үлестірілген жүйеде барлық түйіндердің аты берілді және IP адрестері жазылды, содан кейін Hadoop іске қосылды (2-сурет).

```
GNU nano 2.2.6                               Файл: hosts                               Изменён
10.1.16.138 Math121-11
10.1.16.141 Math121-1
10.1.16.142 Math121-2
10.1.16.143 Math121-3
10.1.16.144 Math121-4
10.1.16.145 Math121-5
# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1      ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0  ip6-localnet
ff00::0  ip6-mcastprefix
ff02::1  ip6-allnodes
ff02::2  ip6-allrouters
```

2-сурет. Hadoop инфрақұрылымын конфигурациялау

Есеп 3 кластан тұрады: Main, Parall, ImageResizer. Main класы негізгі класс болып табылады. Ол алдымен енгізілетін мәліметтер құрылымына қажетті түс пикселін құрайтын R, G, B мағынасынан тұратын және әр пикселдің мағынасы жолдан құралатын суретті оқиды, содан кейін қаншалықты өзгерту керек екендігін анықтайды. Берілген суреттегі әрбір пикселдің түсін алып HDFS жүйесінде сақтайды. Parall класы параллельді есептеуді жүзеге асырады. Келесі қадамда Parall класының көмегімен MapReduce тапсырмасын іске қосады. Шыққан нәтижелерді алып жаңа сурет шығарады. Parall класы Map берілген мәндерін алып x білігі бойынша бөліп береді. Reduce-лер өз бөлігін жинап алады да, ImageResizer көмегімен өлшемін өзгертеді. ImageResizer класында ұзындығы мен ені бойынша масштабтау коэффициентін табамыз. Қарапайым 3×3 шаршы апертура айналымда болашақ суреттің барлық пикселдері арқылы өтеді. Сонымен бірге әрбір қадамда масштабтау коэффициенті арқылы бастапқы суреттің қажетті пикселіне бет бұрамыз. Ағымдағы бастапқы пиксель аймағының 9 жуықталған шамасын қос кубты коэффициентке көбейтеміз, содан кейін барлығын қосып белгіленген пикселге қоямыз. Тегістеу қос кубты коэффициентті қолдану арқылы іске асырылады.

Нәтижесін көзбен көру үшін Eclipse ортасында графикалық интерфейсі жасалды. 3-суретте MapReduce Hadoop технологиясында өңделгенге дейінгі бейне, ал 4-суретте MapReduce Hadoop технологиясында өңделгеннен кейінгі сурет кескінделген. Суретті өңдеу есебінің орындалуы 6 түйін бойынша үлестірілген.



**3-сурет.** MapReduce Hadoop технологиясында өңделгенге дейінгі сурет



**4-сурет.** MapReduce Hadoop технологиясында өңделгеннен кейінгі сурет

Нәтижесінде масштабтау алгоритмін тестілеу MapReduce Hadoop технологиясын тестілеу арқылы жасалды. Бастапқыда мәліметтер екі кластер түйінінде өңделді, содан кейін түйін саны көбейтілді. Мәліметтер көлемі көбейген сайын, өңдеу уақыты өсті. Түйін санын көбейткен сайын сәйкесінше өңдеу уақыты кішіреюі керек еді. Кішігірім көлемді мәліметті өңдеуде түйін санын көбейткенімен уақыт азаймайды. Себебі, параллельді өңдеу кезінде процессорды басқаруда ресурстарды қажет етеді. Бірақ 6 түйінді кластерде мәліметтер көлемін үлкейтіп есептегенде, 2 және 4 түйіндер үлгісімен салыстырғанда 2 есе уақыт аз жұмсалады. Сонымен, алынған нәтижелер бойынша суреттің көлемін және түйіндер санын үлкейткен сайын мәліметті масштабтау жылдамдығы жылдамырақ болатынын көреміз.

#### **Қорытынды**

Суреттің өңдеу жүйесін құру үшін MapReduce Hadoop қолдану автоматты параллельдеуге мүмкіндік берді. Ұсынылған құрылым қолданбалы бағдарлама жасаушыдан Hadoop-тің ішкі құралдарының тетіктерін жасырады да, суреттерді өңдеу алгоритміне көңіл тоқтатуға мүмкіндік беретін қарапайым бағдарламалық интерфейс ұсынады. Ал үлестіріліген файлдық жүйесі стандарттық құрылым дискі серверінде үлкен көлемді деректерді сақтайды, мұндай жағдайда қымбат сақтау жүйесін орнатудың қажеті жоқ.

#### **ӘДЕБИЕТТЕР**

1. Andrea Giachetti and Nicola Asuni. Real time artifact-free image upscaling. // Submitted to iee transactions on image processing. -2011. – V. 20. - №10. – 2760-2768 p.
2. Маркелов К. С. Модель повышения информативности цифровых изображений на базе метода суперразрешения // ФГБОУ ВПО МГТУ им.Н.Э.Баумана – 2013. – № 03. – С. 525-542
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/интерполяция> (Интерполяция. Қаралған күні: 22.02.2015)
4. White T. Hadoop: The Definitive Guide. – Stamford: O'Reilly Media, Inc. 2012. – 625 p.
5. Venner J. Pro Hadoop. – New York: Apress. 2009. – 442 p.
6. Чак Лэм. Hadoop в действии. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 424 p.
7. <http://www.codeinstinct.pro/2012/08/hdfs-design.html> ( Қаралған күні: 22.02.2015)

#### **REFERENCES**

1. Andrea Giachetti and Nicola Asuni. Real time artifact-free image upscaling. // Submitted to iee transactions on image processing. -2011. – V.20. - №10. – 2760-2768 p.
2. Markelov K.S. Model increase the information content of digital images based on the method of super-resolution // FGBOU VPO named.N.E.Baumana - 2013 - № 03 - b. 525-542
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/interpolation> (Interpolation. Date of treatment: 22/02/2015)
4. White T. Hadoop: The Definitive Guide. – Stamford: O'Reilly Media, Inc. 2012. – 625 p.
5. Venner J. Pro Hadoop. – New York: Apress. 2009. – 442 p.
6. Чак Лэм. Hadoop in work. – М.: DMK Press, 2012. – 424 p.
7. <http://www.codeinstinct.pro/2012/08/hdfs-design.html> (Date of treatment: 22.02.2015)

Мансурова М.Е., Сыздыкбеков Д., Темирбекова Ж.Е.

**Параллельное масштабирование изображений в реальном времени на основе технологии MapReduce Hadoop**

**Резюме.** Статья посвящена обработке цифровых изображений, в частности задаче повышения разрешающей способности изображений. Рассматриваются методы масштабирования изображений, а также параллельная реализация масштабирования изображений в реальном времени на основе технологии MapReduce Hadoop.

**Ключевые слова:** интерполяция, бикубическая интерполяция, алгоритм масштабирования, платформа Hadoop, технология MapReduce

Mansurova M.E., Syzdykbekov D., Temirbekova Zh.E.

**Parallel scale images in real-time based on the technology MapReduce Hadoop**

**Summary.** Article is devoted to digital image processing, in particular the objective of improving the resolution of the images. The methods of image scaling and parallel implementation scale images in real-time based on the technology MapReduce Hadoop.

**Key words:** interpolation, bicubic interpolation algorithm upscaling, platform Hadoop, MapReduce technology

УДК 532.526

**Маусумбекова С.Д., Омиралиева А.Е.**

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: [saulemaussumbekova@gmail.com](mailto:saulemaussumbekova@gmail.com))

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВИРТУАЛЬНЫХ ГРАНИЦ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКА СЖИМАЕМОГО ГАЗА В ОБЛАСТЯХ СЛОЖНОЙ  
КОНФИГУРАЦИИ**

**Аннотация.** В работе показано применение метода виртуальной границы для моделирования динамики потока сжимаемого газа в областях сложной конфигурации. Названный метод основан на использовании конформных сеток без тела, и эффект присутствия тела в потоке учитывается изменением основных уравнений, то есть состоит во введении в исходные уравнения дополнительных источников импульса и массы, представляющих обтекаемое тело. Основное преимущество такого подхода - простота реализации. Турбулентность моделируется с помощью стандартных осредненных уравнений Рейнольдса. Представленные примеры потоков вокруг цилиндра и сравнения с работами других авторов показывают точность данного метода.

**Ключевые слова:** метод виртуальных границ, сжимаемый поток, турбулентность, численное моделирование, уравнение Навье-Стокса.

Одним из важных направлений развития математического моделирования является улучшение эффективности численных методов для расчёта отрывных течений. Правильный учет геометрически сложных областей является одним из основных вопросов при моделировании физических процессов, так как большинство задач имеет сложные геометрии. Тела, такие как цилиндр или сфера, часто используются в качестве отдельных элементов строений, поэтому исследование обтекания этих тел имеет как научную, так и прикладную значительность. Изучение и исследование течений вокруг цилиндров имеют теоретическую и практическую ценность в инженерии, где цилиндры с круговым сечением формируют основную часть сооружений (трубы теплообменников, охлаждающие системы для атомных электростанций, морские платформы, дымовые трубы и т. д.).

В работе будет развит метод виртуальных границ для случая сжимаемого газа. Основные преимущества метода виртуальных границ – это точный учет граничных условий на препятствии. Даже проблемы с движущимися краями могут быть обработаны с помощью метода виртуальных границ без сетки, в отличие от неструктурированной сетки. Метод основан на вводе массового источника и принуждённого импульса. Принуждение импульса и массовый источник будут применены на поверхности и внутри обтекаемого тела для удовлетворения условия на границе, также условия непрерывности для сетки, содержащей виртуальную границу.

Метод виртуальных границ был разработан для моделирования потока крови вокруг сердечного клапана [1]. В этой работе уравнения численно решались на установленной в пространстве прямоугольной сетке с эйлеровой системой координат. Криволинейная сетка с

лагранжевой системой координат использовалась для представления стенок сердца, а присутствие виртуальной границы учитывалось вводом специальной функции в уравнение. Позже, в работах [2,3] были использованы силы обратной связи для представления твердого тела, когда моделировали обтекание цилиндра.

#### Постановка задачи

Целью данной работы является построение эффективного численного алгоритма расчета отрывных течений вязкого газа на примере задачи обтекания препятствия методом виртуальных границ, изучение динамических характеристик конструкций и их влияния на течение вниз по потоку. Для определения гидродинамических сил необходимо знать распределение динамических характеристик натекающего потока, то есть решать полную систему уравнений Навье-Стокса. В соответствии с этим, для определения этих сил поставим задачу обтекания одиночного препятствия, потоком сжимаемого турбулентного газа в поле силы тяжести (без учета сил Кориолиса) в ограниченной области  $\Omega_1 \in R^2$  с границей  $S$ , которая сводится к решению системы нелинейных уравнений в частных производных:

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial u_i u_j}{\partial x_j} = -\frac{1}{\gamma M^2} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{1}{\text{Re}} \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} + f_i \quad (1)$$

$$\rho \frac{dT}{dt} = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{dp}{dt} + \Delta T, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div } \rho \vec{V} = 0, \quad (3)$$

$$p = \rho RT. \quad (4)$$

Уравнения (1)-(4) записаны в безразмерной форме. В качестве параметров обезразмеривания приняты характерные величины для рассматриваемого течения:  $H$ - высота рассматриваемой области,  $U_0$ - максимальная скорость невозмущенного потока,  $T_0$  и  $\rho_0$ - температура и плотность на входе, масштаб  $t_0 = H/U_0$ , для давления  $p$ .  $\text{Re} = U_0 H \rho_0 / \mu$  - число Рейнольдса,  $M = U_0 / (\gamma R T_0)^{1/2}$  - число Маха,  $c_p$ - удельная теплоёмкость при постоянном давлении,  $\gamma = c_p / c_v$ - показатель адиабаты,  $c_v$ - удельная теплоёмкость при постоянном объёме,  $R$ - газовая постоянная воздуха.

Рассматриваемая проблема решается при следующих начальных и граничных условиях: в начальный момент времени газ находится в состоянии покоя, начальное распределение температуры почти не изменяется с высотой  $T = 1 - mz$ ,  $m = 0.01$ , где  $m$  – вертикальный градиент температуры. На входе задан линейный рост поля скорости по времени  $u_1 = 2t, u_2 = 0$  до момента  $t = 0,5$ , далее скорость принимается постоянной  $u_1 = 1, u_2 = 0$ . На нижней и верхней границе условия для поля скорости совпадают с условиями на входе, для температуры имеет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial z} = 0. \quad (5)$$

На поверхности обтекаемого тела:

$$u_1 = 0, u_2 = 0, T = 1 - mz. \quad (6)$$

На выходе приняты мягкие граничные условия:

$$u_2 = 0, \frac{\partial u_1}{\partial x} = 0, \frac{\partial T}{\partial x} = 0. \quad (7)$$

**Метод решения**

При решении уравнений Навье-Стокса возникает необходимость точного удовлетворения граничных условий на препятствии, как указывалась ранее. Точное удовлетворение граничных условий на препятствии влияет на определение сил, действующих со стороны жидкости на тело. Для достижения этой цели в работе, для моделирования препятствий произвольной формы вводится дискретная по времени искусственная сила  $f_i$ . Данная сила применяется только на поверхности препятствия и внутри тела. Точки приложения силы расположены в разнесенном виде подобно компонентам скоростей, определенных на разнесенной сетке. Когда точка приложения силы совпадает с виртуальной границей, искусственную силу применяют так, чтобы выполнялись граничные условия на препятствии. Ячейка, содержащая виртуальную границу, не удовлетворяет уравнению сохранения массы. Следовательно, вводится источник/сток массы,  $q$ , для ячейки, содержащей виртуальные границы. Дискретная по времени сила  $f_i$  применяется для удовлетворения условия прилипания на виртуальной границе, тогда как источник/сток массы  $q$ , для удовлетворения сохранения массы для ячейки, содержащей виртуальную границу.  $f_i$ - компоненты распределения искусственной силы, определенных на границе ячейки на виртуальной границе или внутри тела ( $f_i = (f_1, f_2)$ ),  $q$  - источник/сток массы, определенных в центре ячейки на виртуальной границе или внутри тела, где

$$f_1 = \left\{ \begin{array}{l} 0, npi(x, z) \in \Omega / \Omega_0 \\ f_1, npi(x, z) \in \Omega_0 \end{array} \right\}, f_2 = \left\{ \begin{array}{l} 0, npi(x, z) \in \Omega / \Omega_0 \\ f_2, npi(x, z) \in \Omega_0 \end{array} \right\}, q = \left\{ \begin{array}{l} 0, npi(x, z) \in \Omega / \Omega_0 \\ q, npi(x, z) \in \Omega_0 \end{array} \right\}.$$

При этом,  $\Omega$  - рассматриваемая область,  $\Omega_0$  - фиктивная. Метод интегрирования по времени, использованный для решения (1)-(7) основан на методе расщепления. Методика решения:

Метод интегрирования по времени, использованный для решения (1), основан на методе дробных шагов, где псевдадавление используется для коррекции поля скорости так, что уравнения неразрывности удовлетворяется на каждом временном шаге. Используется явная схема по времени второго порядка, для конвективных членов - метод Рунге-Кутта третьего порядка, для диффузионных членов - метод Кранка-Никольсона второго порядка.

1. Определяется промежуточная скорость  $\tilde{u}_i$  при  $f_i = 0$  во всей области (вне препятствия ) явно по времени:

$$\frac{\tilde{u}_i - u_i^n}{\Delta t} = 2\alpha_k L(u_i^n) - 2\alpha_k \frac{\partial p^n}{\partial x_i} - \gamma_k N(u_i^n) - \rho_k N(u_i^{n-1})$$

где  $L(u_i) = \frac{1}{Re} \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j}$ ,  $N(u_i) = \frac{\partial u_i u_j}{\partial x_j}$ ,  $j = 1, 2$

2. Затем определяется значение  $f_i$ :

$$f_i = \frac{U_i - u_i^n}{\Delta t} - 2\alpha_k L(u_i^n) + 2\alpha_k \frac{\partial p^n}{\partial x_i} - \gamma_k N(u_i^n) + \rho_k N(u_i^{n-1})$$

где  $U_i$  - скорость, которая определяется через интерполяцию.

3. Затем определяется значение  $\hat{u}_i$  с учетом  $f_i$ . Для аппроксимации конвективных членов используется метод Рунге-Кутта третьего порядка, для аппроксимации диффузионных членов метод Кранка-Никольсона второго порядка.

$$\frac{\hat{u}_i - u_i^n}{\Delta t} = \alpha_k L(\hat{u}_i) + \alpha_k L(u_i^n) - 2\alpha_k \frac{\partial p^n}{\partial x_i} - \gamma_k N(u_i^n) - \rho_k N(u_i^{n-1}) + f_i$$

4. После нахождения  $\hat{u}_i$  определяется  $q$

$$q = \frac{1}{\Delta x \Delta y} (-\hat{u}_1 \Delta y - \hat{u}_2 \Delta x) \text{ для ячеек, содержащих виртуальную границу } (f_i \neq 0)$$

$q = 0$  - в жидкости, вне тела ( $f_i = 0$ )

5. Затем решается уравнение для псевдодавления:

$$\frac{\partial^2 \varphi^{n+1}}{\partial x_i \partial x_i} = \frac{1}{2\alpha_k \Delta t} \left( \frac{\partial^2 \hat{u}_i}{\partial x_i} - q_i \right)$$

6. Вычисляется окончательные значения скорости:

$$u_i^{n+1} = \hat{u}_i - 2\alpha_k \Delta t \frac{\partial \varphi^{n+1}}{\partial x_i}$$

7. Определяется окончательное поле для давления:

$$p^{n+1} = p^n + \varphi^{n+1} - \frac{\alpha_k \Delta t}{\text{Re}} \frac{\partial^2 \varphi^{n+1}}{\partial x_j \partial x_j}.$$

Для повышения порядка аппроксимации динамических характеристик на препятствия применяются линейная и билинейная интерполяции [4].

### Результаты моделирования

На рисунке 1 приведены завихренности, полученные при обтекании одного препятствия потоком сжимаемого газа с применением линейной интерполяции для точного удовлетворения граничных условий на препятствии ( $\text{Re} = 100$ ,  $M = 0,026$ ,  $m = 0,01$ ) для различных моментов времени. Видно, что в начальный момент времени, образуются вихри противоположных знаков. Затем вихри, оторвавшись от тела, увеличиваясь в размерах, вытягиваются в направлении потока, образуя вихревую дорожку за телом.

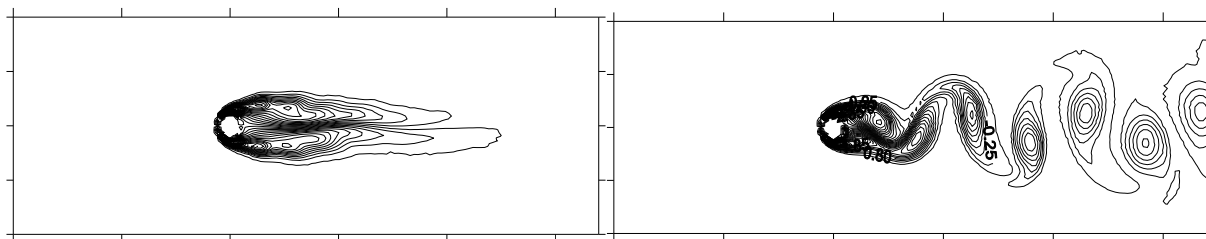


Рис. 1. Картина течения при обтекании одного цилиндра при  $t=30, 45$

На рисунке 2 приведена зависимость коэффициента подъемной силы от времени при обтекании одного цилиндра сжимаемым газом. Виден периодический характер течения. Полученные результаты удовлетворительно согласуются с расчетами [15].

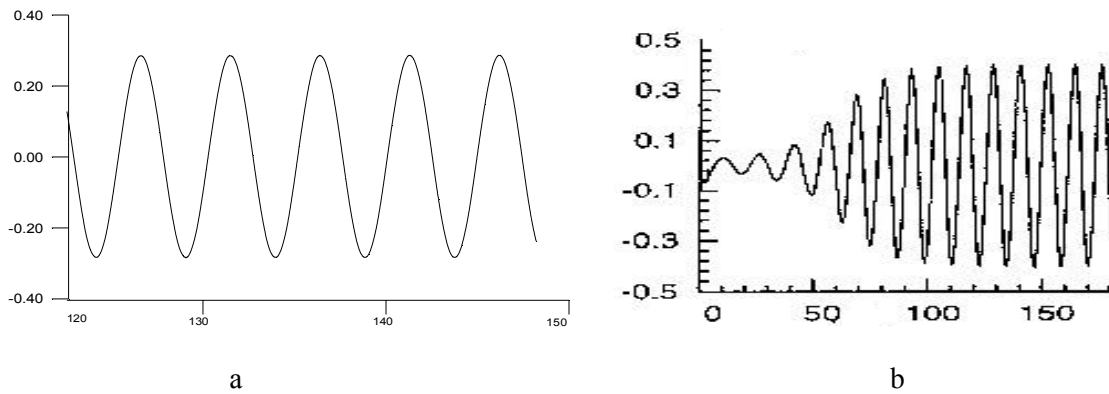


Рис. 2. Зависимость коэффициента подъемной силы от времени при обтекании одного препятствия, а- настоящая работа, б- результаты [15].

Таблица 1. Значения коэффициента подъемной силы.

Параметр	Braza [14 ]	Liu [15]	Наст. работа с интерполяцией	Наст. работа без интерполяции
$C_y$	0.25	0.339	0.313	0.286

Результаты настоящей работы могут найти как теоретическое, так и практическое применение при решении важных прикладных задач, связанных с численным моделированием потоков в областях сложной конфигурации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. C.S. Peskin, Flow patterns around the heart valves, J. Comput. Phys. 10 (1972) 252-271.
2. D. Goldstein, R. Handler, L. Sirovich, Modeling an no-slip flow boundary with an external force field, J. Comput. Phys. 105 (1993) 354-366.
3. E.M. Saiki, S. Biringen, Numerical simulation of a cylinder in uniform flow: application of a virtual boundary method, J. Comput. Phys. 123 (1996) 450-465.
4. J. Kim, D. Kim, H. Choi, An immersed boundary finite-volume method for simulations of flows in complex geometries, J. Comput. Fluids 171 (2001) 132-150.
5. T. Ye, R. Mittal, H.S. Udaykumar, W. Shyy, An accurate Cartesian grid method for viscous incompressible flows with complex immersed boundaries, J. Comput. Phys. 156 (1999) 209-240.
6. Zdravkovich M.M. Review of flow interference between two circular cylinders in various arrangements. Journal of Fluid Engineering 1977; 99:618-633.
7. Bearman P.W., Wadcock A.J. The interaction between a pair of circular cylinders normal to a stream. Journal of Fluid Mechanics 1973; 61:499-511.
8. Williamson C.H. Evaluation of a single wake behind a pair of bluff bodies. Journal of Fluid Mechanics 1985; 159:1-18.
9. Mittal S, Kumar V. Unsteady incompressible flows past two cylinders in tandem and staggered arrangements. // International Journal for Numerical Methods in fluids. 1999. №31. P.1087-1120.
10. Лапин Ю.В., Стрелец М.Х. Внутренние течения газовых смесей. М.: Наука, 1989. 368 с.
11. Kim J., Kim D., Choi H. An immersed-boundary finite-volume method for simulations of flow in complex geometries. Journal of Computational Physics. 2001. V.171, 132-150.
12. Вабишевич П.Н. Метод фиктивных областей в задачах математической физики. М.: МГУ, 1991, 156с.
13. Алиева Б.К., Найманова А.Ж. Численное моделирование явления резонанса в дорожке типа Кармана. //Вычислительные технологии. 2004. Т.9, №2.
14. Braza M., Chassanig P, Minh H/ Numerical study and physical analysis of the pressure and velocity fields near wake of circular cylinder. // . Journal of Fluid Mechanics. 1986, V.165, №79, P.1087-1120.
15. Liu C., Zheng X., Sung C.H. Preconditioned multigrid methods for unsteady incompressible flows. // Journal of Computational Physics. 1998. V.139, №35. 132-150.



REFERENCES

1. C.S. Peskin, Flow patterns around the heart valves, *J. Comput. Phys.* 10 (1972) 252-271.
2. D. Goldstein, R. Handler, L. Sirovich, Modeling an no-slip flow boundary with an external force field, *J. Comput. Phys.* 105 (1993) 354-366.
3. E.M. Saiki, S. Biringen, Numerical simulation of a cylinder in uniform flow: application of a virtual boundary method, *J. Comput. Phys.* 123 (1996) 450-465.
4. J. Kim, D. Kim, H. Choi, An immersed boundary finite-volume method for simulations of flows in complex geometries, *J. Comput. Fluids* 171 (2001) 132-150.
5. T. Ye, R. Mittal, H.S. Udaykumar, W. Shyy, An accurate Cartesian grid method for viscous incompressible flows with complex immersed boundaries, *J. Comput. Phys.* 156 (1999) 209-240.
6. Zdravkovich M.M. Review of flow interference between two circular cylinders in various arrangements. *Journal of Fluid Engineering* 1977; 99:618-633.
7. Bearman P.W., Wadcock A.J. The interaction between a pair of circular cylinders normal to a stream. *Journal of Fluid Mechanics* 1973; 61:499-511.
8. Williamson C.H. Evaluation of a single wake behind a pair of bluff bodies. *Journal of Fluid Mechanics* 1985; 159:1-18.
9. Mittal S, Kumar V. Unsteady incompressible flows past two cylinders in tandem and staggered arrangements. // *International Journal for Numerical Methods in fluids.* 1999. №31. P.1087-1120.
10. Lapin Y.V., Strelec M.X. *Vnytnennye techeniya gazovykh smesei.* M.: Nauka, 1989. 368 c.
11. Kim J., Kim D., Choi H. An immersed-boundary finite-volume method for simulations of flow in complex geometries. *Journal of Computational Physics.* 2001. V.171, 132-150.
12. Vabishevich P.N. *Method pichtivnykh oblastei v zadachax matematicheskoi fiziki.* M.: MGU, 1991, 156p.
13. Alieva B.K., Naimaniyova Найманова A.J. Chislennoe modelirovanie yavlenia rezonansa v dorozhke tipa Karmana. // *Vychislitelnye tehnologii.* 2004. T.9, №2.
14. Braza M., Chassanang P, Minh H/ Numerical study and physical analysis of the pressure and velocity fields near wake of circular cylinder. // *Journal of Fluid Mechanics.* 1986, V.165, №79, P.1087-1120.
15. Liu C., Zheng X., Sung C.H. Preconditioned multigrid methods for unsteady incompressible flows. // *Journal of Computational Physics.* 1998. V.139, №35. 132-150.

Маусумбекова С. Д., Омиралиева А. Е.

**Жалған аймақтар әдісі арқылы сығылмалы газ ағынының бөгетті орағытып өтуінің сандық моделі**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста сығылмалы газ ағынының динамикасын моделдеуде жалған аймақтар әдісінің қолданылуы көрсетіледі. Аталған әдіс бойынша кедергі аумағын нақты көрсетуде негізгі теңдеуге импульс және масса көзі енгізіледі. Әдістің негізгі артықшылығы шекаралық шарттардың дәл орындалуы мүмкіндігімен көрсетілген. Турбуленттілік орташаланған Рейнольдс теңдеулері арқылы сипатталады. Жұмыс нәтижелері басқа авторлардың жұмыстарымен салыстырылып, әдістің дәлдігіне көрсетілген.

**Кілттік сөздер:** жалған аймақтар әдісі, сығылмалы сұйық, турбуленттілік, сандық моделдеу, Навье-Стокс теңдеуі.

Маусумбекова С. Д., Омиралиева А. Е.

**Application of the immersed boundary method for numerical simulation of compressible gas flow in domains with complex geometry**

**Summary.** The application of the immersed boundary (IB) method to simulate compressible, turbulent flows around complex configurations is illustrated. IB method is based on the use of non body conformal grids, and the effect of the presence of the body in the flow is accounted for by changing the basic equations, that is, additional sources of momentum and mass, representing a streamlined body. The main features of the IB method are described with emphasis on the treatment of boundary conditions at an immersed surface, and ease of implementation. Turbulence is modeled using the standard Reynolds averaged Navier-Stokes equations. Representative examples of flow around a cylinder and a comparison with the works of other authors show the accuracy of the method.

**Key words:** immersed boundary method, compressible flow, turbulence, numerical simulation, Navier-Stokes equations.

**А.К. Сариева, Л.А. Касымбекова**

(Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан, [aigfizika@mail.ru](mailto:aigfizika@mail.ru))

## **РОЛЬ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА В СОВРЕМЕННОМ ФИЗИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**Аннотация.** В статье обоснована необходимость детального изучения элементов конденсированного состояния вещества в курсе общей физики. Обновления содержания курсов физики регулируются принципами наукообразности, социокультурной сообразности. Показаны возможности и объективные условия для переноса и органического встраивания новых научных концепций и последующего их становления в качестве базовых элементов учебного курса физики в системе научных представлений, удовлетворительного объяснения на их основе значительного круга физических процессов и явлений. Предлагается модель изучения учебных материалов конденсированного состояния вещества в курсе общей физики, с помощью которой можно сформировать у студентов общее представление о процессах и методах современной физики конденсированного состояния вещества и об использовании этих процессов в современных технологиях.

**Ключевые слова:** научная концепция, конденсированное состояние вещества, современное материаловедение, микроэлектроника, нанотехнология.

Вопросы физики конденсированного состояния вещества традиционно занимают в общем курсе физики весьма скромное место. Изложение современных квантовых представлений о физике конденсированного состояния вещества часто оказывается за пределами рабочих программ курса общей физики. Этот курс ограничивается рассмотрением физических представлений и методов, развивавшихся в 17-19 вв., в лучшем случае - в первой половине 20 века. Безусловно, эти представления лежат в основе современной физики и техники и без их знания обойтись нельзя.

В части классической физики они ограничиваются изложением кратких сведений о строении и свойствах твёрдых тел, часто без интерпретаций, адекватных современным представлениям. При обучении основам квантовой физики ограничиваются элементами электронной теории твёрдых тел, где находится место анализу, причём далеко неполному, лишь отдельных свойств конденсированных веществ. В результате, понятия и представления физики конденсированного состояния вещества принадлежат к числу наименее осваиваемых в общем курсе физики

Тем не менее, выпускник вуза должен работать с технологиями 21 века и иметь представление о физических процессах современного материаловедения, микроэлектроники, нанотехнологий и т.п. Как правило, изучение подобных тем осуществляется в курсах специальных дисциплин, которые в техническом вузе обычно читаются не физиками, а специалистами по правилу «сигнал на входе – сигнал на выходе» без глубокого понимания происходящих физических процессов.

Взаимосвязь современного физического образования для инженерных специальностей и, особенно, в области наукоемких технологий диктует необходимость обновления содержания курсов физики. Важным представляется и тот факт, что упускаются возможности, которыми обладает физика конденсированного состояния в плане интеграции физических знаний, в силу использования ею широкого круга фундаментальных и базисных модельных представлений, относящихся к различным разделам общего курса физики [1,2].

Специфика учебного процесса в техническом университете состоит в практической направленности изучаемых дисциплин, при этом физика представляет собой фундаментальную основу дисциплин технического направления (электротехника, микроэлектроника, материаловедение, сопротивление материалов, прикладная механика, теоретическая механика, геофизика и др.).

Структура и содержание курса общей физики регулируются принципами наукообразности, социокультурной сообразности. Как показывает анализ, наиболее часто используемых учебных пособий по курсу общей физики, процесс включения в учебные курсы новых научных результатов обычно осуществляется в несколько этапов: отдельные примеры, элементы теории, отдельные дополнительные главы. Возможности и объективные условия для переноса и органического встраивания новых научных концепций и последующего их становления в качестве базовых элементов учебного курса физики создаются по мере осознания роли и места новых результатов в

системе научных представлений, удовлетворительного объяснения на их основе значительного круга физических процессов и явлений. В периоде изменения научных парадигм, представлении о месте, роли, значении, целях и задачах физики именно принцип наукообразности приобретает решающее значение при обосновании структуры и содержания курса общей физики и определяет характер его развития [3,4].

Для выпускника технической специальности, обучающегося по направлению материаловедение, наноматериалы и нанотехнологии и др., важнейшим становится раздел курса общей физики «Конденсированное состояния вещества». Некоторое время квантовая механика была чисто теоретическим разделом, изучаемым в курсе общей физики в основном для расширения кругозора. Но с появлением научных исследований, связанных с поверхностью твердых тел, решением задач по взаимодействию излучений с веществом, наноматериалами и нанотехнологиями, возникла необходимость детального изучения элементов конденсированного состояния вещества в курсе общей физики.

Необходимость изучения раздела «Конденсированное состояния вещества» в курсе общей физики диктуется еще и тем, что при обучении в магистратуре и докторантуре по специальностям «Материаловедение и технология новых материалов», «Техническая физика», «Технология обработки материалов давлением», «Наноматериалы и нанотехнологии (по областям применения)» приходится в обязательном порядке включать во многие дисциплины, читаемые параллельно, конденсированное состояние вещества. Прохождение раздела «Конденсированное состояния вещества» в курсе общей физики на уровне бакалавриата позволит освободить немалое количество учебных часов и направить их на углубленное изучение курсов, включенных в учебные планы вышеназванных специальностей магистратуры и докторантуры.

Рассмотрим структуру модели изучения учебных материалов конденсированного состояния вещества в курсе общей физики, с помощью которой можно сформировать у студентов общее представления о процессах и методах современной физики конденсированного состояния вещества и об использовании этих процессов в современных технологиях (рис.1).

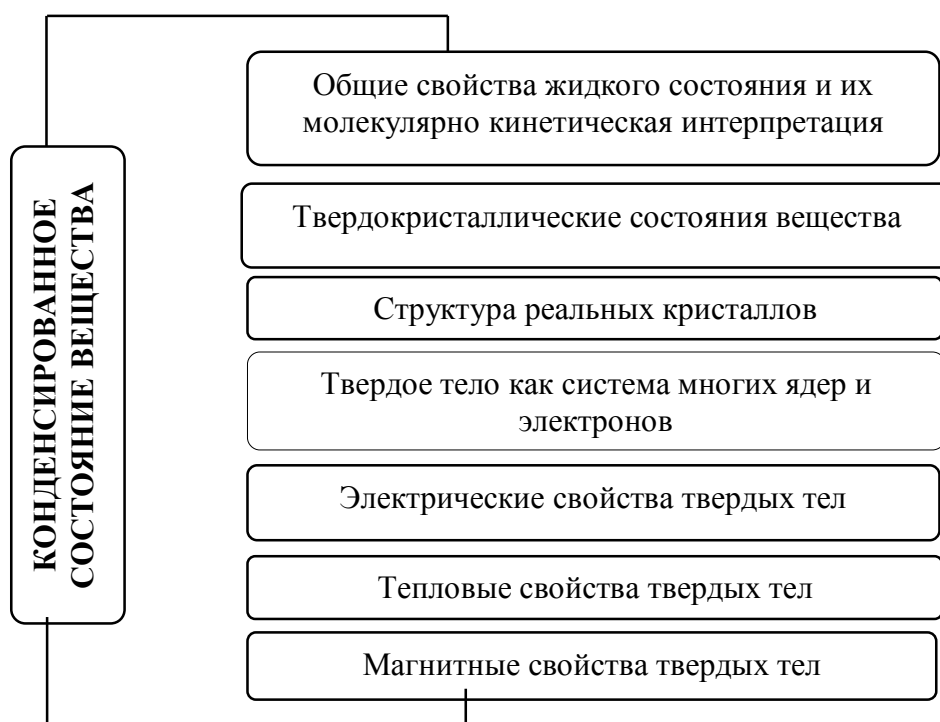


Рис. 1. Модель изучения учебных материалов конденсированного состояния вещества в курсе общей физики

При этом все понятия, подходы и эффекты физики конденсированного состояния рассматриваются на уровне курса общей физики с тем, чтобы при дальнейшем изучении отдельных разделов или спецдисциплин у обучающихся уже имелось представление об этой

отрасли физики в целом. С учетом принципа наукосообразности процесс обучения физике должен стать непрерывным с использованием самых современных электронных технологий, современного научного оборудования и др. Такой подход является междисциплинарным, объединяет знания, идеи, подходы различных дисциплин. Именно междисциплинарные знания, основанные на идеях интеграции наук, рожают качественно новые знания [4].

Структура этой модели состоит из следующих тем.

1. *Общие свойства жидкого состояния и их молекулярно кинетическая интерпретация.* Специфические свойства жидкого состояния. Непрерывность газообразного, жидкого и твердого состояний. Понятие о дырочной модели жидкости. Ближний порядок. Физическая природа вязкости, теплопроводности. Термодинамические свойства жидкости. Поверхностное натяжение. Явления на границе жидкость-твердое тело. Капиллярные явления.

2. *Твердокристаллические состояния вещества.* Тела аморфные и кристаллические. Типы химической связи в твердых телах. Дальний порядок и анизотропия. Кристаллические решетки и типы кристаллических структур.

3. *Структура реальных кристаллов.* Типы дефектов и их динамика. Влияние дефектов на свойства твердых тел.

4. *Твердое тело как система многих ядер и электронов.* Одноэлектронное приближение. Зонный характер спектра валентных электронов.

5. *Электрические свойства твердых тел.*

Проводники, полупроводники, диэлектрики. Электрические свойства твердых тел. Принципиальная несостоятельность классической теории электропроводности. Эффективная масса носителя тока. Кинетическое уравнение электропроводности приближении времени релаксации. Электропроводность проводников и металлов.

6. *Тепловые свойства твердых тел.* Теплоемкость твердых тел. Тепловое расширение твердых тел. Квантовомеханическая постановка задачи о кристаллическом состоянии вещества.

7. *Магнитные свойства твердых тел.*

Диа-, пара-, ферромагнетизм. Магнитные свойства атомов. Физическая природа диа- и парамагнетизма. Ферромагнетизм. Роль обменного воздействия в воздействии ферромагнетизма. Антиферромагнетизм. Ферримагнетизм. Ферриты.

Таким образом, студент в рамках общей бакалаврской подготовки, усвоивший многие основные представления о конденсированном состоянии вещества будет иметь представление о физических процессах современного материаловедения, микроэлектроники, нанотехнологий и т.п. Такой подход позволяет глубже и полнее раскрыть суть рассматриваемых процессов, более точно и обоснованно определить их место в курсе, целесообразность их изучения. Создается более целостная основа и проявляется единство внутренней структуры, становятся яснее связи между физическими законами, а границы их применимости — отчетливее.

Необходимость такого подхода в целом обеспечивает усвоение:

- определения свойства конденсированных веществ на макро- и микроуровне;
- представлений о внешних и внутренних (присущих самому веществу) факторах, влияющих на свойство;
- представлений об ответственных за формирование свойства физических процессах;
- представлений о свойстве в различных состояниях конденсированного вещества;
- представлений о влиянии на свойства особенностей строения вещества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ханин Д.С. Основы физики конденсированного состояния в общем курсе физики. - Материалы 8-ой Международной конференции "Физика в системе современного образования" (ФССО-05). - СПб, 2005 (май). - С.132-133.-0,125 п.л.
2. Ханин Д.С. Задачи физических методов структурного анализа конденсированных веществ в общем курсе физики. - Материалы Международной научной конференции "Герценовские чтения". В Сборнике научных статей "Современные проблемы обучения физике в школе и вузе".
3. Тофимова С.Ю. Курс общей физики: методологические основания. //Высшее образование в России. 2002., №1. С. 88-91.
4. Sklyarova E.A., Erofeeva G.V., Chernov I.P. Natural science education at a technical university // International Technology, Education and Development Conference: Proceedings, Valencia, March 5–7, 2012. – Barcelona: IATED, 2012. –P. 2457–2463.

REFERENCES

1. Khanin D.S. Osnovy fiziki kondensirovannogo sostoyaniya v obshchem kurse fiziki. - Materialy 8-oy Mezhdunarodnoy konferentsii "Fizika v sisteme sovremennogo obrazovaniya" (FSSO-05). - SPb, 2005 (may). -S.132-133.-0,125 p.l.
2. Khanin D.S. Zadachi fizicheskikh metodov strukturnogo analiza kondensirovannykh veshchestv v obshchem kurse fiziki. - Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Gertsenovskie chteniya". V Sbornike nauchnykh statey "Sovremennye problemy obucheniya fizike v shkole i vuze".
3. Trofimova S.YU. Kurs obshchey fiziki: metodologicheskie osnovaniya. //Vysshee obrazovanie v Rossii. 2002., №1. S. 88-91
4. Sklyarova E.A., Erofeeva G.V., Chernov I.P. Natural science education at a technical university // International Technology, Education and Development Conference: Proceedings, Valencia, March 5–7, 2012. – Barcelona: IATED, 2012. –P. 2457–2463.

Сариева А.К., Қасымбекова Л.А.

**Инженерлік мамандықтар үшін заманауи физикалық білім беруде заттың конденсирленген күй физикасының ролі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада жалпы конденсирленген күйінің элементтерін жіті қарастырудың қажеттілігі негізделген. Жаңа ғылыми тұжырымдардың физиканы оқыту курсының базалық элементтеріне енуінің мүмкіндіктері мен объективті шарттары көрсетіліп, солардың негізінде физикалық құбылыстар мен процесстердің ауқымды көлемін ғылыми көзқарастар тұрғысында түсіндірудің жеткіліктігі көрсетілген.

Заттың конденсирленген күйінің заманауи физикасының әдістері мен процесстері және осы процесстерді заманауи технологияларда пайдалану туралы жалпы көзқарастар қалыптастыруға болатын заттың конденсирленген күйінің оқу материалдарын жалпы физика курсына оқытудың моделі ұсынылады.

**Негізгі сөздер:** ғылыми тұжырымдама, заттың конденсирленген күйіні, заманауи материалтану, микроэлектроника, нанотехнология.

Sariyeva A.K., Kasymbekova L.A.

**Role of physics of condensed matter in the modern physical of education for engineering specialties**

**Summary.** In the article the necessity of a detailed study of the elements condensed state of matter in the general physics course is substantiated. The possibilities and the objective conditions for the transfer and the organic integration of new scientific concepts and their subsequent formation as basic elements of the course of physics in the system of scientific concepts, a satisfactory explanation on the basis of their considerable circle of physical processes and phenomena. The model of study training materials condensed state of matter in the general physics course, which can be used to form students' total ideas about processes and methods of modern condensed matter physics and the use these processes in modern technologies.

**Keywords:** a scientific concepts, condensed states of matter, condensed states of matter, microelectronics, nanotechnology.

УДК 006 (574)

**Ә. Жаныкулов, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова,  
А.К. Нурсейтова, Б.О. Конакбаев**

(Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

**АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РАБОТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ**

**Аннотация.** В статье изложена и рассмотрена экономическая эффективность работ по стандартизации, которая осуществляется в целях: обоснования целесообразности включения конкретных работ по стандартизации, входящая в планы государственной и межгосударственной стандартизации. В работе отражена информационная эффективность работ по стандартизации выражаемая в достижении необходимого для общества взаимопонимания, единства представления и восприятия информации, в том числе в товарно-правовых отношениях субъектов.

**Ключевые слова:** экономическая эффективность, стандартизация, сертификация, менеджмент качества, объем продаж, маркетинг, экономика, аудит, контроль качества.

Под **эффективностью работ по стандартизации** понимают соотношения общественного эффекта применения результатов работ по [стандартизации](#) в народном хозяйстве и затрат, связанных

с их применением. Определение эффективности работ по стандартизации осуществляется в целях: обоснования целесообразности включения конкретных работ по стандартизации в планы государственной и межгосударственной стандартизации; выбора наиболее оптимальных вариантов, включаемых в стандарты требований; оценки результативности деятельности в области стандартизации.

В качестве показателей экономической эффективности работ по стандартизации используются [1]:

- экономия - величина суммарного уменьшения затрат в народном хозяйстве страны в связи с применением конкретного стандарта на единицу стандартизируемой продукции;
- затраты - величина суммарного увеличения затрат в народном хозяйстве страны в связи с применением конкретного стандарта;
- экономический эффект на единицу продукции - величина итогового уменьшения затрат при производстве, обращении, применении и утилизации единицы стандартизируемой продукции, определяемый как разность между экономией и затратами;
- экономическая эффективность работ - соотношение экономического эффекта и затрат в народном хозяйстве страны в связи с применением конкретного стандарта.

Определение экономической эффективности рекомендуется осуществлять при разработке и применении стандартов: на продукцию и услуги, устанавливающих технические требования или технические условия; работы; методы контроля.

Техническая эффективность работ по стандартизации может выражаться в относительных показателях технических эффектов, получаемых в результате применения стандарта: например, в росте уровня безопасности, снижения вредных воздействий и выбросов, снижение материало- или энергоемкости производства или эксплуатации, повышении ресурса, надежности и др [1].

Информационная эффективность работ по стандартизации может выражаться в достижении необходимого для общества взаимопонимания, единства представления и восприятия информации, в том числе в товарно-правовых отношениях субъектов хозяйственной деятельности друг с другом и органов государственного управления, в международных научно-технических и торгово-экономических отношениях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.znaytovar.ru/new2624.html>.

#### REFERENCES

1. <http://www.znaytovar.ru/new2624.html>.

Жаныкулов Ә., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.

#### **Стандарттау жұмысы бойынша экономикалық тиімділігінің нәтижесі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада стандарттау бойынша экономикалық тиімділігі қарастырылып, талқыланды. Негізгі көздеген мақсаты стандарттау бойынша халықаралық және мемлекеттік жоспарға кіретін нақты бір жұмыстың қисындарын қарастыру.

**Түйін сөздер:** экономикалық тиімділік, стандарттау, сертификаттау, сапа менеджменті, сату көлемі, маркетинг, экономика, аудит, сапаны бақылау.

Zhanykulov A., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.

#### **Cost-effectiveness analysis of the standardization**

**Summary.** This article is presented and discussed the economic efficiency of the standardization work that is carried out in order to: study the feasibility of introducing specific standardization work, part of the plans of the state and interstate standardization. The paper reflects the information efficiency of the standardization expressed in achieving the necessary understanding to society, the unity of representation and perception of information, including commodity-legal relations of subjects.

**Key words:** economic efficiency, standardization, certification, quality management, sales, marketing, economics, auditing, quality control.

УДК 519.63.245

К.К. Шакенов<sup>1</sup>, С.К. Заманова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup> Казахский национальный технический университет им.К.И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан, saule\_zamanova@mail.ru)

## ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЛИНЕАРИЗОВАННЫХ УРАВНЕНИЙ СЛАБО СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

**Аннотация.** Рассматривается применение методов Монте – Карло и метода последовательных приближений для решения разностного аналога линеаризованных уравнений слабо сжимаемой жидкости (уравнений Ламе).

**Ключевые слова:** Методы Монте – Карло, метод последовательных приближений, уравнения слабо сжимаемой жидкости, уравнения Ламе.

Известно, что для решения разностных уравнений в случае, когда итерационные методы медленно сходятся, и не требуется решение с большой точностью, удобно применять методы Монте-Карло.

Обозначим через  $\Omega$  – ограниченную область в  $\mathbb{R}^2$  с границей  $\partial\Omega$ , и пусть  $T > 0$  фиксировано,  $Q = \Omega \times (0, T)$ . Найдем вектор-функцию  $W(x) = (u(x), v(x))$  и скалярную функцию  $p(x, t)$ , представляющие скорость и давление жидкости, которые определены в  $Q$  и удовлетворяют следующим уравнениям и краевым начальным условиям:

$$\frac{\partial W}{\partial t} - \nu \Delta W + \text{grad} p = f, \quad (1)$$

$$\text{div} W = 0, \quad (2)$$

$$W = 0 \text{ на } \partial Q = \partial\Omega \times [0, T], \quad (3)$$

$$W = W_0(x) \text{ при } t = 0. \quad (4)$$

где  $f(x, t)$  и  $W_0(x) = (u_0(x), v_0(x))$  – заданные вектор-функции, причем  $f$  определена на  $\Omega \times [0, T]$ , а  $W_0$  – на  $\Omega$ .

Разобьем все пространство  $(x, t)$  на элементарные ячейки (параллелепипеды):

$$x_{1i} = i \cdot h, \quad x_{2j} = j \cdot h, \quad h > 0, \quad i, j = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$t = k \cdot \tau, \quad \tau = T/N, \quad k = 0, 1, \dots$$

Сечение цилиндра  $Q$  плоскостью  $t = k \cdot \tau$  обозначим через  $\Omega^k$ , а через  $S^k$  его границу, так что  $\bar{\Omega}^k = \Omega^k \cup S^k$ . Замкнутую область, состоящую из элементарных кубов, принадлежащих  $\bar{\Omega}^k$ , обозначим через  $\bar{\Omega}_h^k = \Omega_h^k \cup S_h^k$ , причем  $S_h^k$  – ее граница. Символы  $\Omega_h^k$  и  $S_h^k$  будут обозначать также совокупность точек решетки (вершины ячеек), принадлежащих области  $\Omega_h^k$  и ее границе  $S_h^k$  соответственно.

Введем обозначения для разностных отношений по  $x_i$ :

$$W_{x_i}(x, t) = \frac{1}{h} [W(x + h e^i, t) - W(x, t)],$$

$$W_{x_i}^-(x, t) = \frac{1}{h} [W(x, t) - W(x - he^i, t)],$$

где  $e^i$  – орт, направленный по оси  $x_i$ , и аналогично для разностных отношений  $W_i(x, t)$ .

Для составления разностных схем, согласно [1] и [2], используем известную аппроксимацию системы (1), (2) при помощи метода искусственной сжимаемости, т.е. рассмотрим разностный аналог линеаризованных уравнений слабо сжимаемой жидкости (или уравнения Ламе из теории упругости):

$$\frac{\partial W}{\partial t} - \nu \Delta W - \frac{1}{\varepsilon} \operatorname{grad} \operatorname{div} W = f, \quad (5)$$

где  $\varepsilon > 0$  "мало".

Рассмотрим следующие неявные разностные схемы для (5), (3), (4).

$$W_{it} - \nu \cdot W_{ix} \bar{x}_k - \frac{1}{\varepsilon} \left( W_{kx} \right)_{\bar{x}_i} = f, \quad (6)$$

$$W \Big|_{\partial \Omega_h^l} = 0, \quad W \Big|_{t=0} = W_0, \quad (7)$$

Здесь под повторяющимися индексами подразумевается суммирование,  $k$  и  $l$  пробегает значения 1, 2. Уравнения (6) берутся в точках  $\Omega_h^l$ ,  $l = 0, 1, \dots, N-1$ .

Взяв  $l^1 = l^2$  из (6), получим

$$\begin{aligned} & \frac{u_{i,j}^n - u_{i,j}^{n-1}}{\tau} - \frac{\nu}{h^2} (u_{i+1,j}^n + u_{i-1,j}^n + u_{i,j+1}^n + u_{i,j-1}^n - 4u_{i,j}^n) - \\ & - \frac{1}{\varepsilon \cdot h^2} (u_{i+1,j}^n - 2u_{i,j}^n + u_{i-1,j}^n + v_{i,j+1}^n - v_{i,j}^n - v_{i-1,j+1}^n + v_{i-1,j}^n) = f_{1i,j}^n \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \frac{v_{i,j}^n - v_{i,j}^{n-1}}{\tau} - \frac{\nu}{h^2} (v_{i+1,j}^n + v_{i-1,j}^n + v_{i,j+1}^n + v_{i,j-1}^n - 4v_{i,j}^n) - \\ & - \frac{1}{\varepsilon \cdot h^2} (v_{i,j+1}^n - 2v_{i,j}^n + v_{i,j-1}^n + u_{i+1,j}^n - u_{i,j}^n - u_{i+1,j-1}^n + u_{i,j-1}^n) = f_{2i,j}^n \end{aligned} \quad (9)$$

Введем обозначения  $a = \nu/h^2 > 0$ ,  $b = 1/\varepsilon h^2 > 0$ ,  $c = 4a + 2b + 1/\tau > 0$ .

Преобразовав (8) и (9), получим, что:

$$\begin{aligned} cu_{i,j}^n + bv_{i,j}^n &= (a+b)u_{i+1,j}^n + (a+b)u_{i-1,j}^n + bv_{i-1,j}^n + \\ &+ au_{i,j+1}^n + bv_{i,j+1}^n + au_{i,j-1}^n - bv_{i-1,j+1}^n + f_{1i,j}^n + \frac{1}{\tau} u_{i,j}^{n-1} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} cv_{i,j}^n + bu_{i,j}^n &= (a+b)v_{i,j+1}^n + (a+b)v_{i,j-1}^n + bu_{i,j-1}^n + \\ &+ av_{i+1,j}^n + bu_{i+1,j}^n + av_{i-1,j}^n - bu_{i+1,j-1}^n + f_{2i,j}^n + \frac{1}{\tau} v_{i,j}^{n-1} \end{aligned} \quad (11)$$

Исключив из (10)  $v_{i,j}^n$ , а из (11)  $u_{i,j}^n$ , получим:



$$u_{i,j}^n = q_1 u_{i+1,j}^n + q_2 v_{i+1,j}^n + q_3 u_{i-1,j}^n + q_4 v_{i-1,j}^n + q_5 u_{i,j+1}^n + q_6 v_{i,j+1}^n + q_7 u_{i,j-1}^n + q_8 v_{i,j-1}^n + q_{10} u_{i+1,j-1}^n + q_9 v_{i-1,j+1}^n + d\tau \cdot f_{1i,j}^n - l\tau \cdot f_{2i,j}^n + du_{i,j}^{n-1} - lv_{i,j}^{n-1} \quad (12)$$

$$v_{i,j}^n = q_5 v_{i+1,j}^n + q_6 u_{i+1,j}^n + q_7 v_{i-1,j}^n + q_8 u_{i-1,j}^n + q_1 v_{i,j+1}^n + q_2 u_{i,j+1}^n + q_3 v_{i,j-1}^n + q_4 u_{i,j-1}^n + q_{10} v_{i-1,j+1}^n + q_9 u_{i+1,j-1}^n + d\tau \cdot f_{2i,j}^n - l\tau \cdot f_{1i,j}^n + dv_{i,j}^{n-1} - lu_{i,j}^{n-1} \quad (13)$$

где  $q_1 = \frac{(a+b) \cdot c - b^2}{c^2 - b^2}$ ,  $q_2 = -\frac{a \cdot b}{c^2 - b^2}$ ,  $q_3 = \frac{(a+b) \cdot c}{c^2 - b^2}$ ,  $q_4 = \frac{bc - ab}{c^2 - b^2}$ ,  $q_5 = \frac{ac}{c^2 - b^2}$ ,

$$q_6 = \frac{bc - (a+b)b}{c^2 - b^2}, \quad q_7 = \frac{ac - b^2}{c^2 - b^2}, \quad q_8 = -\frac{(a+b) \cdot b}{c^2 - b^2}, \quad q_9 = -\frac{b \cdot c}{c^2 - b^2}, \quad q_{10} = \frac{b^2}{c^2 - b^2},$$

$$d = \frac{c}{c^2 - b^2} \cdot \frac{1}{\tau}, \quad l = \frac{b}{c^2 - b^2} \cdot \frac{1}{\tau}.$$

Для этого случая справедлива следующая лемма.

**Лемма.** При фиксированном  $\nu > 0$  всегда можно выбрать  $\varepsilon > 0$  и  $\tau > 0$  такими, что выполнено условие

$$\sum_{i=1}^{10} |q_i| < 1, \quad (14)$$

причем  $\varepsilon$  можно выбрать сколь угодно малым.

Доказательство. Легко заметить, что  $c^2 - b^2 > 0$ ,  $c > 4a + 2b$ ,  $q_1 \geq 0$ ,  $-q_2 > 0$ ,  $q_3 > 0$ ,  $q_4 \geq 0$ ,  $q_5 > 0$ ,  $q_6 \geq 0$ ,  $-q_8 > 0$ ,  $-q_9 > 0$ ,  $q_{10} > 0$ .

Тогда может быть только два случая:

$$1) \quad q_7 = \frac{ac - b^2}{c^2 - b^2} \geq 0$$

$$2) \quad q_7 < 0.$$

В первом случае получим следующую систему неравенств

$$\begin{cases} ac - b^2 \geq 0 \\ \sum_{i=1}^{10} |q_i| = \frac{4ac + 5bc - b^2}{c^2 - b^2} < 1 \end{cases} \quad (15)$$

а во втором случае

$$\begin{cases} ac - b^2 < 0 \\ \sum_{i=1}^{10} |q_i| = \frac{2ac + 5bc + b^2}{c^2 - b^2} < 1 \end{cases} \quad (16)$$

Из (15), учитывая  $c > 0$ ,  $\tau > 0$ ,  $\nu > 0$ ,  $\varepsilon > 0$  получим:

$$1) \text{ если } 0 < \varepsilon \leq (\sqrt{41} - 5)/8\nu, \text{ то } \tau \text{ надо выбрать из условия } 0 < \tau \leq \nu \varepsilon^2 h^2 / (1 - 4\nu^2 \varepsilon^2 - 2\nu\varepsilon),$$

$$2) \text{ если } \varepsilon > (\sqrt{41} - 5)/8\nu, \text{ то } 0 < \tau < \varepsilon h^2 / 3.$$

Из (16) следует, что если  $\varepsilon < (\sqrt{41} - 5)/8\nu$ , то

$$\frac{\nu \varepsilon^2 h^2}{1 - 4\nu^2 \varepsilon^2 - 2\nu\varepsilon} < \tau < \frac{2\varepsilon h^2}{1 + \sqrt{33 + 20\nu\varepsilon + 4\nu^2 \varepsilon^2} - 6\nu\varepsilon}$$

Лемма доказана.

Теперь (7), (12) и (13) запишем в матричном виде

$$X^n = DX^n + F^n + CX^{n-1}, \quad n = 1, 2, \dots, N \quad (17)$$

Матрица  $D$  имеет следующую структуру: внутреннему узлу с номером  $d$  соответствует строка  $d_{\alpha,1}, \dots, d_{\alpha,L}$ , в которой 10 элементов равны  $q_1, \dots, q_{10}$  и  $d_{\alpha,j_1} \neq d_{\alpha,j_2}$  для всех  $\alpha$  и  $j_1 \neq j_2$ , а остальные – нули; граничному узлу с номером  $\alpha$  соответствует строка  $d_{\alpha,1} = d_{\alpha,2} = \dots = d_{\alpha,L} = 0$ ; все диагональные элементы  $d_{\alpha,\alpha} = 0$ .

Элементы вектора  $F^n = \{F_\alpha^n\}$  имеют следующую структуру:

$$F_\alpha^n = d\tau \cdot f_{1\alpha}^n - l\tau \cdot f_{2\alpha}^n \quad \text{если узел номер } \alpha \text{ – внутренний и уравнение из системы (12);}$$

$F_\alpha^n = d\tau \cdot f_{2\alpha}^n - l\tau \cdot f_{1\alpha}^n$ , если узел номер  $\alpha$  – внутренний и уравнение из системы (13), и  $F_\alpha^n = 0$ , если узел номер  $\alpha$  – граничный.

Матрица  $C = \{C_{i,j}\}$  имеет следующую структуру:

$$C_{\alpha,\alpha} = d, \quad C_{\alpha+1,\alpha} = -l, \quad \text{если уравнение из (13), и } C_{\alpha,\alpha} = d, \quad C_{\alpha,\alpha+1} = -l, \quad \text{если уравнение из (12),}$$

$L$  – количество узлов.  $X^n = \{u_\alpha^n, v_\alpha^n\}$ ,  $X^0 = \{u_{0\alpha}^n, v_{0\alpha}^n\}$ ,  $\alpha = 1, 2, \dots, L$ .

Решим систему последовательно в порядке возрастания  $n$  ( $n = 1, 2, \dots, N$ ).

Обозначим через  $G^n = F^n + CX^{n-1}$ .

Рассмотрим теперь мажорантные уравнения с матрицей  $A$ , элементами которой служат модули элементов матрицы  $D$ . Относительно  $A$  на основании леммы можно утверждать, что для заданного  $\nu > 0$ , для достаточно малого  $\varepsilon > 0$  и для  $\tau > 0$  спектральный радиус  $\rho(A) < 1$ . Отсюда следует теорема.

**Теорема 1.** Для заданного  $\nu > 0$  при фиксированном  $n$  можно выбрать  $\varepsilon > 0$  достаточно малым и  $\tau > 0$  такими, что система  $X_i^n = DX_{i-1}^n + G^n$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ ,  $i = 1, 2, \dots$  может быть решена методом Монте-Карло (применима схема Неймана - Улама).

Доказательство. Используя лемму и теорему Гершгорина, получим

$$\rho(D) \leq \rho(A) = |\lambda_{\max}| \leq \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^L |a_{i,j}| < 1,$$

где матрица  $A$  имеет вид:

$$A = \{a_{i,j}\} = \{d_{i,j}\} \quad \text{для всех } i, j.$$

Отсюда следует утверждение теоремы 1.

Если запишем систему (17) для всех  $n$  ( $n = 1, 2, \dots, N$ ), то получим следующую "расширенную" систему

$$Y = BY + H, \quad (18)$$

где матрица  $B$  имеет блочный вид, каждый блок матрицы соответствует системе (17) при фиксированном  $n$ ,  $H$  – известный вектор.

Справедлива следующая теорема.

**Теорема 2.** Для системы уравнений

$$Y = \tilde{B}Y + H,$$

где  $\tilde{B} = |B|$ , мажорирующей (18), метод последовательных приближений  $y_i = \tilde{B}y_{i-1} + H$ ,  $i = 1, 2, \dots$  расходится.

Теорема 2 легко доказывается, если заметить, что сумма модулей элементов строки матрицы  $\tilde{B}$  при любых положительных  $\nu$ ,  $\varepsilon$ ,  $\tau$ ,  $h$  строго больше единицы.

Таким образом, к системе (18) не применима схема Неймана-Улама, и нельзя построить схему "сквозного счета" для оценки функционалов от решения (18). Тем не менее, при запоминании решения на данном временном слое методом Монте-Карло можно найти решение на следующем. При этом требует дополнительного исследования вопрос о поведении случайной ошибки при переходе с  $(n-1)$  - го слоя на  $n$  - й. Это исследование в данной работе не проводилось. Но полученные результаты численного эксперимента подтверждают разумность использования такого подхода (вычисление по слоям).

**Алгоритм решения системы (17).**

Достаточно построить алгоритм решения систем (12) и (13) для  $n = 1$ .

Введем обозначения

$$\varphi_{i,j}^1 = d\tau \cdot f_{1i,j}^1 - l\tau \cdot f_{2i,j}^1 + d \cdot u_{oi,j} - l \cdot v_{oi,j}$$

$$\psi_{i,j}^1 = d\tau \cdot f_{2i,j}^1 - l\tau \cdot f_{1i,j}^1 + d \cdot v_{oi,j} - l \cdot u_{oi,j}$$

Для определения  $u_{i,j}^1$  рассмотрим случайную величину  $\xi_{i,j}^1$ .

Реализация случайной величины  $\xi_{i,j}^1$  строится следующим образом:

1) точку помещаем в узел  $(ih, jh)$ , положив начальное значение счетчика равным  $\varphi_{i,j}^1$ ;

2) с равными вероятностями  $(p_{i,j}^1, p_{i,j}^2, p_{i,j}^3, p_{i,j}^4, p_{i,j}^5, p_{i,j}^6)$  точку перемещаем в один из соседних узлов, прибавив к счетчику соответствующее значение  $\varphi^1$ , умноженное на "вес" этого узла. Например, если переходим в узел  $((i+1)h, jh)$ , то к счетчику прибавим  $\varphi_{i+1,j}^1(q_1 + q_2)/p_{i,j}^1$ . Затем снова выполняем 2) и т.д., пока точка не выйдет на границу. После выхода на границу траектория обрывается. Результативное значение счетчика дает выборочное значение случайной величины  $\xi_{i,j}^1$ .

Аналогично строится реализация случайной величины  $\eta_{i,j}^1$  для определения  $v_{i,j}^1$ , если возьмем вместо функции  $\varphi^1$  функцию  $\psi^1$ . Далее, найденные значения  $u_{i,j}^1$  и  $v_{i,j}^1$  во всех точках сетки при  $n = 1$ , подставим в правую часть уравнений (12) и (13). При  $n = 2$  получим системы уравнений, аналогичные системам (12), (13) при  $n = 1$ . Вновь полученные системы решаются так же, как системы (12) и (13) при  $n = 1$ . Совокупность решений систем (12) и (13) даст нам решение системы (17).

**Теорема 3.** Имеют место равенства

$$M\beta^1 = X^1, \tag{19}$$

$$M\xi_{i,j}^1 = u_{i,j}^1, \tag{20}$$

$$M\eta_{i,j}^1 = v_{i,j}^1 \tag{21}$$

Доказательство следует из того, что описанный алгоритм укладывается в рамки схемы Неймана - Улама.

Для решения систем (12) и (13) должна быть построена цепь Маркова, определяемая следующей таблицей:

Таблица 1. Цепь Маркова

Переход из узла с номером $(ih, jh)$ в узел с номером:	Вероятность перехода	Изменение веса узла для	
		$u_{i,j}^1$	$v_{i,j}^1$
$((i+1)h, jh)$	$p_{i,j}^1$	$(q_1 + q_2) / p_{i,j}^1$	$(q_5 + q_6) / p_{i,j}^1$
$((i-1)h, jh)$	$p_{i,j}^2$	$(q_3 + q_4) / p_{i,j}^2$	$(q_7 + q_8) / p_{i,j}^2$
$(ih, (j+1)h)$	$p_{i,j}^3$	$(q_5 + q_6) / p_{i,j}^3$	$(q_1 + q_2) / p_{i,j}^3$
$(ih, (j-1)h)$	$p_{i,j}^4$	$(q_7 + q_8) / p_{i,j}^4$	$(q_3 + q_4) / p_{i,j}^4$
$((i-1)h, (j+1)h)$	$p_{i,j}^5$	$q_9 / p_{i,j}^5$	$q_{10} / p_{i,j}^5$
$((i+1)h, (j-1)h)$	$p_{i,j}^6$	$q_{10} / p_{i,j}^6$	$q_9 / p_{i,j}^6$

При этом в каждом узле  $\sum_{l=1}^6 p_{i,j}^l = 1 - w_{i,j}$ , где  $w_{i,j}$  есть вероятность гибели частицы до перехода. Очевидно, что при такой реализации случайных величин  $D\beta^1 < +\infty$ . Мы рассмотрели нулевое краевое условие (условие "прилипания" на границе).

Если задано краевое условие другого типа, то для построения алгоритма следует в граничных узлах рассмотреть соответствующие соотношения. Например, если  $W|_{\partial Q} = g(x, t)$ , то после выхода на границу к счетчику прибавляется соответствующее значение  $g$ , и траектория обрывается, а если на границе области  $(\partial W / \partial n)|_{\partial Q} = g(x, t)$ , то, используя разностное приближение, приходим к "эффекту отражения от границы" [3].

Для аппроксимации полных возмущенных уравнений

$$\frac{\partial W}{\partial t} - v\Delta W - \frac{1}{\varepsilon} g \operatorname{grad} \operatorname{div} W + \sum_{i=1}^2 W_i \frac{\partial W}{\partial x_i} + \frac{1}{2} (\operatorname{div} W) \cdot W = f,$$

применив схему неявную в линейной и явную в нелинейной части уравнений, получим систему алгебраических уравнений

$$X^n = DX^n + F^n + E\tilde{X}^{n-1}, \quad n = 1, 2, \dots, N,$$

где элементы матрицы  $E$  и вектора  $\tilde{X}^{n-1}$  могут быть определены и нелинейной части уравнений отвечает  $E\tilde{X}^{n-1}$ .

В случае, если  $\tilde{F}^n = F^n + E\tilde{X}^{n-1}$ , то для решения этой системы при фиксированном  $n$  ( $n = 1, 2, \dots, N$ , при  $n = 1$   $E\tilde{X}^0$  – известная величина) можно применить приведенный выше алгоритм.

Ниже приведены численные эксперименты решения нестационарных линеаризованных возмущенных уравнений.

Рассмотрим модельную задачу для  $\Omega = \{0 \leq x, y \leq 1\}$ :

$$\frac{\partial W}{\partial t} - v\Delta W - \frac{1}{\varepsilon} g \operatorname{grad} \operatorname{div} W = f,$$

$$W|_{\partial Q} = 0, \quad W|_{t=0} = W_0(x), \quad \text{где } f = (f_1, f_2),$$

$$f_1(x, y, t) = e^t (x(x-1)y(y-1) - 2vx(x-1) - 2y(y-1)) \left( v + \frac{1}{\varepsilon} \right) - (2x-1)(2y-1) / \varepsilon,$$

$$f_2(x, y, t) = e^t(x(x-1)y(y-1) - 2vy(y-1) - 2x(x-1)\left(v + \frac{1}{\varepsilon}\right) - (2x-1)(2y-1)/\varepsilon),$$

$$W_0(x) = (u_0(x), v_0(x)),$$

$$u_0(x) = v_0(x) = x(x-1)y(y-1).$$

Точное решение задачи  $W = (u, v)$   $u(x, y, t) = v(x, y, t) = e^t x(x-1)y(y-1)$ .

При  $v = 1.0$ ,  $\varepsilon = 0,05$ ,  $h = 0.1$ ,  $\tau = 0.000028$ ,  $K = 10000$  ( $K$  – число траекторий) полученные результаты приближенного решения  $\tilde{W} = (\tilde{u}, \tilde{v})$  во всех внутренних узлах при  $n = 1, 2, \dots, 10$  удовлетворяют условию  $|W - \tilde{W}| \leq 0.088676$ . Решение оценивалось одновременно во всех точках сетки, через которую проходила траектория.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Темам Р. Уравнения Навье - Стокса. Теория и численный анализ. –М., 1981, с. 262 - 303, 332 - 346.
2. Ладженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости. –Изд. 2-е. –М., 1970, с. 235-273.
3. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. –Изд. 2-е. –М., 1975, с. 258-271, 360-367.

#### REFERENCES

1. Temam R. Navier - Stokes equations. Theory and numerical analysis. –M., 1981, p. 262 - 303, 332 - 346.
2. Ladyzhenskaya O.A. The mathematical theory of viscous incompressible fluid. -Ed. 2nd. –M., 1970, p. 235-273.
3. Ermakov S.M. Monte Carlo method and related matters. –Ed. 2nd. –M., 1975, p. 258-271, 360-367.

Шакенов К.К., Заманова С.К.

#### **Босандау сығылатын сұйықтықтың сызықтықталған тендеулерін шешудің сандық әдістері**

**Түйіндеме.** Босандау сығылатын сұйықтықтың сызықтықталған тендеулерінің айырымдылық тәріздігін (Ламе тендеулерін) шешу үшін Монте-Карло және тізбекті жуықтамалар әдістерін қолданылуы қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Монте – Карло әдістері, тізбекті жуықтамалар әдісі, босандау сығылатын сұйықтықтың тендеулері, Ламе тендеулері.

Shakenov K.K., Zamanova S.K.

#### **Numerical methods for solving the linearized equations of weakly compressible fluid**

**Summary.** Considers the application Monte - Carlo methods and the method of successive approximations for the discrete analogue of the linearized equations of weakly compressible fluid (Lame equations).

**Key words:** Monte - Carlo methods, the method of successive approximations, the equations of weakly compressible fluid, Lamé equation.

ЖОК 621.01:329.78

**А.Ж. Исмаилова**

(әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Алматы, Қазақстан Республикасы)

#### **СЕРІКТІҢ АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫСЫН МАГНИТТІК ТҰРАҚТАНДЫРУЫНА ОРБИТА КӨЛБЕУЛІГІНІҢ ӘСЕРІ**

**Кіріспе.** Жасанды Жер серіктерін бұрыштық тұрақтандыру жүйелерін құру өткен ғасырдың ортасында басталған. Осы уақытқа дейін орбиталдық нысандардың бағдарлау теориясын құру және серіктердің бұрыштық қозғалыстарын әртүрлі басқару жүйелерін құруға мүмкіндік берген өте көп зерттеулер жүргізіліп келеді. Қазіргі кезде бағдарлауды басқару жүйелерін сенімді әрі арзан болуын қажет ететін кіші серіктердің пайда болуына байланысты жасанды серіктерді тұрақтандыру мәселесіне қызығушылық өсе бастады [1,2]. Мұндай жүйелердің ішіндегі алдыңғы қатардағы пассивті магниттік тұрақтандыру жүйелері жеңіл жасалуы мен айрықша сенімділігімен ерекшеленеді. Бұл жүйелер бағдарланатын ось бойына орналастыратын бір немесе бірнеше тұрақты магниттер мен жұмсақ магниттерден жасалатын гистерезисті сырықтардың жинағынан құрылады.

Тұрақты магниттер арқылы құрылатын меншікті магниттік момент Жердің магниттік өрісінің кернеулік векторының бойымен серіктің өсін бағдарлау үшін қалпына келтіретін моментті тудыруға жеткілікті болуы қажет. Серіктің ұшу кезіндегі гистерезисті сырықтардың магниттелуі бастапқы этапта пайда болатын серіктің айналмалы қозғалысының энергиясын ыдыратуды және кездейсоқ ұйытқуларды демпферлеуді қамтамасыз етеді. Пассивті магниттік жүйелер жоғарғы дәлдікті бағдарлауды және күрделі бағдарламалық бұрылуларды талап етпейтін жасанды серіктер үшін қолданылады [3,4].

Бұл жұмыста серікті пассивті магниттік тұрақтандыру кезінде орбита көлбеулігінің әсері зерттеледі. Серік орбита бойымен қозғалғанда геомагниттік өрістің кернеулік векторы орбитаның әрбір нүктесінде өзгеріп, кеңістікте күрделі түрде орын ауыстыратындықтан, көлбеулік орбита бойымен қозғалатын серіктің бағдарына әсер ететін ұйытқулар туындайды.

### **Есептің қойылымы**

Серіктің берілген бұрыштық қозғалысын қамтамасыз ететін қарапайым әрі жиі қолданылатын әдістердің бірі, инерция моменті үлкен ось төңірегінде айналатын серік кеңістікте бағдарын ұзақ уақыт сақтайды. Серіктің айналу өсін бағдарлау және меншікті айналу жылдамдығын реттеу үшін пассивті магниттік жүйе қолданылады [5,6]. Пассивті магниттік тұрақтандыру серікке орнатылған тұрақты магнит пен геомагниттік өрістің өзара әсерлесуімен іске асырылады. Жердің магниттік өрісі үшін «тік диполь» моделі пайдаланылады.

Қажетті бағдарлау алу үшін зымыран-тасушыдан бөлінген серіктің массалар центрі төңірегіндегі айналуын тұрақтандырып алу қажет. Кеңістікте серікті сыртқы күштердің моменттерін пайдаланып, пассивті түрде бағдарлаған ыңғайлы. Мұндай мүмкін болатын пассивті тұрақтандыру жүйесінің бірі – серікті Жердің магниттік өрісі арқылы бағдарлау, яғни серіктің магниттік моментін магниттік өрістің күш сызығы бойымен бағдарлау. Бірақ серік үшін магнитті тұрақтандыру жүйесі геомагниттік өрістің кернеулік векторының шамасы орбита бойында өзгеріп тұратындықтан күрделі мәселе болады [7].

Геомагниттік өрістен туындайтын әртүрлі күш моменттерімен әсерлесетін серіктің массалар центріне қатысты айнымалы қозғалыс теңдеуінің математикалық моделін құру үшін Жердің магниттік өрісінің кернеулік векторының шамасын білу қажет. Осыған байланысты Жердің магниттік өрісінің математикалық модельдеу мәселесі туындайды.

Көптеген зерттеулер Жердің магниттік өрісін бірінші жуықтау кезінде біртекті магниттелген шар немесе Жердің центрінде орналасқан диполь өрісімен модельдеуге болатынын көрсетеді. Егер Жердің центрінде орналасқан дипольдің осі Жердің тәуліктік айналу осімен сәйкес келсе, онда мұндай қарапайым модельді «тік диполь» деп атайды [9].

Серіктің қозғалысын гравитациялық және магниттік өрістерде қарастырамыз. Осыған байланысты, серіктің айналмалы қозғалысына әсер ететін гравитациялық момент келесі түрде анықталады:

$$\vec{M}_g = (\text{grad}_{\vec{e}_R} U_g) \times \vec{e}_R,$$

мұндағы  $U_g$  – гравитациялық өрістің потенциалы,  $\vec{e}_R$  серіктің  $\vec{R}$  радиус-векторымен бағытталған бірлік вектор.

Серіктің магниттік моменті мен геомагниттік өрістің өзара әсерлесуінен болатын магниттік момент мына түрде жазылады:

$$\vec{M}_m = \vec{I}_0 \times \vec{H}.$$

Мұндағы  $\vec{I}_0$  бағдарлау өсіне орналастырылған тұрақты магниттен туындайтын серіктің магниттік моменті.

### **Математикалық моделі**

Кеңістікте серіктің бұрыштық орнын анықтау үшін келесідей координаттар жүйелерін енгіземіз.  $CXYZ$  –  $C$  бас нүктесі Жердің центріде орналасқан қозғалмайтын (абсолют) координаттар жүйесі.  $\bar{Y}$  осі Жердің айналу осімен сәйкес келеді, ал  $\bar{X}, \bar{Y}$  остері Жердің экватор

жазықтығында жатады,  $\bar{Z}$  осі көктемгі күн мен түннің теңесу нүктесіне бағытталады.  $Sxyz$  – «орбиталық» координаттар жүйесі.  $z$  осі орбитаның жергілікті радиус-векторымен бағытталады,  $x$  және  $y$  остері орбитаның нормалі мен трансверсаль бағыттарына сәйкес келеді.  $S\bar{x}\bar{y}\bar{z}$  – қозғалмалы координаттар жүйесі. Бұл жүйенің остері серіктің бас инерция остерімен бағытталады.

Аталған координат жүйелерінің өзара байланысын сипаттайтын бағыттауыш косинустар келесі өрнектер арқылы анықталады [8]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_1 = \cos \Theta \cos \Phi, \\ \alpha_2 = -\cos \Theta \sin \Phi, \\ \alpha_3 = \sin \Theta, \\ \beta_1 = \cos \Psi \sin \Phi + \sin \Psi \sin \Theta \cos \Phi, \\ \beta_2 = \cos \Psi \cos \Phi - \sin \Psi \sin \Theta \sin \Phi, \\ \beta_3 = -\sin \Psi \cos \Theta, \\ \gamma_1 = \sin \Psi \sin \Phi - \cos \Psi \sin \Theta \cos \Phi, \\ \gamma_2 = \sin \Psi \cos \Phi + \cos \Psi \sin \Theta \sin \Phi, \\ \gamma_3 = \cos \Psi \cos \Theta. \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} a_1 = -\sin u \sin \Omega + \cos u \cos \Omega \cos i, \\ a_2 = -\cos \Omega \sin i, \\ a_3 = \cos u \sin \Omega + \sin u \cos \Omega \cos i, \\ b_1 = \cos u \sin i, \\ b_2 = \cos i, \\ b_3 = \sin u \sin i, \\ c_1 = -\cos \Omega \sin u - \sin \Omega \cos u \cos i, \\ c_2 = \sin \Omega \sin i, \\ c_3 = \cos \Omega \cos u - \sin \Omega \sin u \cos i. \end{array} \right. \quad (1)$$

Мұндағы  $i$  – орбита көлбеулігі,  $\Omega$  – орбита түйіндер сызығының ұзақтығы,  $u = \omega_\pi + \nu$  – ендік аргументі,  $\omega_\pi$  – орбитаның перигейі мен түйіндер сызығының арасындағы бұрыштық қашықтық,  $\nu$  – серіктің орбитадағы орнын анықтайтын нақты аномалия.

Серіктің қозғалмалы координаталар жүйесіне қатысты айналмалы қозғалыс теңдеулері Эйлердің динамикалық және кинематикалық теңдеулері жазылады:

$$\left\{ \begin{array}{l} J_{\bar{x}} \frac{dp}{dt} + (J_{\bar{z}} - J_{\bar{y}})qr = M_{m\bar{x}} + M_{g\bar{x}}, \\ J_{\bar{y}} \frac{dq}{dt} + (J_{\bar{x}} - J_{\bar{z}})pr = M_{m\bar{y}} + M_{g\bar{y}}, \\ J_{\bar{z}} \frac{dr}{dt} + (J_{\bar{y}} - J_{\bar{x}})pq = M_{m\bar{z}} + M_{g\bar{z}}. \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{\Psi} = \frac{q \cos \Phi - r \sin \Phi}{\cos \Theta} + \operatorname{tg} \Theta \sin \Psi \cdot \frac{\omega_0}{(1-e^2)^{3/2}} (1 + e \cos \nu)^2, \\ \dot{\Theta} = r \cos \Phi + q \sin \Phi + \cos \Psi \cdot \frac{\omega_0}{(1-e^2)^{3/2}} (1 + e \cos \nu)^2, \\ \dot{\Phi} = p - (q \cos \Phi - r \sin \Phi) \operatorname{ctg} \Theta - \frac{\sin \Psi}{\cos \Theta} \cdot \frac{\omega_0}{(1-e^2)^{3/2}} (1 + e \cos \nu)^2. \end{array} \right. \quad (3)$$

Мұнда

$$\dot{\nu} = \frac{\omega_0}{(1-e^2)^{3/2}} (1 + e \cos \nu)^2. \quad (4)$$

Мұндағы  $\Psi, \Theta, \Phi$  –  $S\bar{x}\bar{y}\bar{z}$  қозғалмалы координаттар жүйесіне қатысты серіктің бағдарын анықтайтын бұрыштыр,  $p, q, r$  – серіктің бұрыштық жылдамдығының  $S\bar{x}\bar{y}\bar{z}$  жүйесіне қатысты

проекциялары,  $J_{\bar{x}}, J_{\bar{y}}, J_{\bar{z}}$  – серіктің бас инерция моменттері,  $e$  – эксцентриситет,  $\omega_0$  – серіктің орбита бойымен қозғалуының бұрыштық жылдамдығы.

$\vec{M}_g$  гравитациялық моментінің  $S\bar{x}\bar{y}\bar{z}$  қозғалмалы координаттар жүйесіне қатысты  $M_{g\bar{x}}, M_{g\bar{y}}, M_{g\bar{z}}$  проекциялары келесі түрде жазылады:

$$M_{g\bar{x}} = \frac{3\mu}{R^3}(J_{\bar{z}} - J_{\bar{y}})\gamma_2\gamma_3, \quad M_{g\bar{y}} = \frac{3\mu}{R^3}(J_{\bar{x}} - J_{\bar{z}})\gamma_1\gamma_3, \quad M_{g\bar{z}} = \frac{3\mu}{R^3}(J_{\bar{y}} - J_{\bar{x}})\gamma_1\gamma_2.$$

$\vec{M}_m$  магниттік моменттің  $M_{m\bar{x}}, M_{m\bar{y}}, M_{m\bar{z}}$  проекцияларын есептеу үшін алдымен  $S\bar{x}\bar{y}\bar{z}$  жүйе остеріне қатысты  $\vec{H}$  векторының проекцияларын есептейік. Тік диполь моделіне сәйкес Жердің магниттік өрісінің кернеулік векторы абсолюттік координаталар жүйесіне қатысты проекциялары мына түрде жазылады [8]:

$$H_{\bar{x}} = -\frac{3m_e}{R^3}\sin i \cos i \sin^2 u, \quad H_{\bar{y}} = \frac{m_e}{R^3}(1 - 3\sin^2 i \sin^2 u), \quad H_{\bar{z}} = -\frac{3m_e}{R^3}\sin i \sin u \cos u.$$

Бұл құраушыларды (1) арқылы қозғалмалы координаттар жүйесіне проекциялап,  $\vec{I}_0 = (0, 0, I_z)^T$  өрнегін пайдаланып,  $\vec{M}_m = \vec{I}_0 \times \vec{H}$  магниттік моментін келесі түрде анықтаймыз [9]:

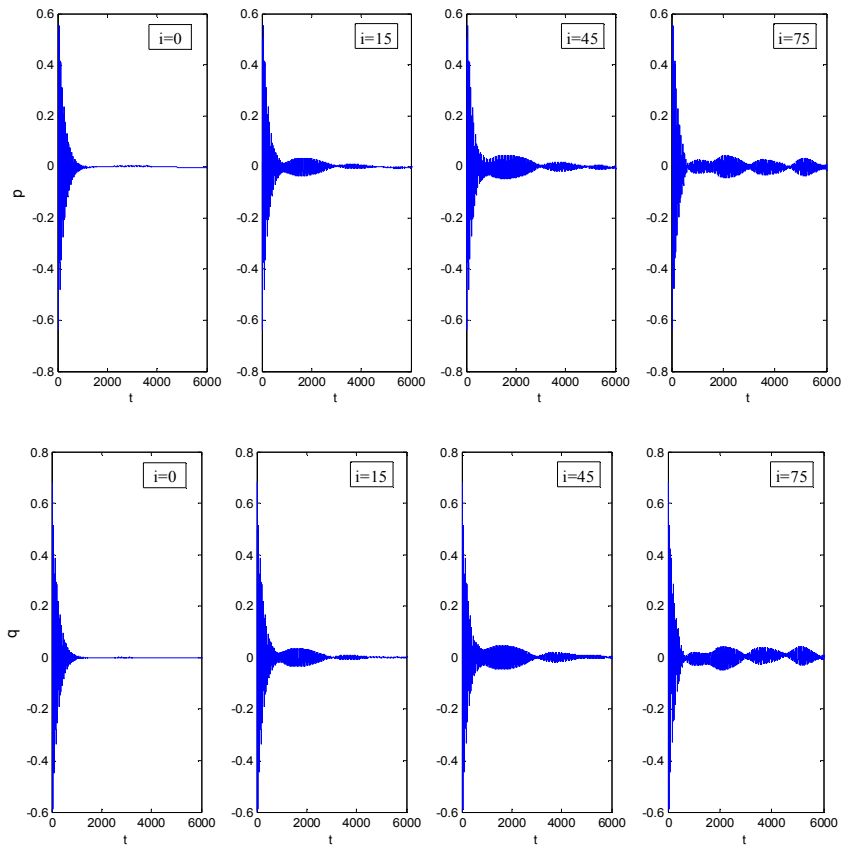
$$\left\{ \begin{aligned} M_{\bar{x}} &= -\frac{I_z \mu_e}{R^3} \{(\cos \Psi \sin \Phi + \cos \Phi \sin \Theta \sin \Psi)[(3(\cos^2 u + \cos i \sin^2 u) \sin u \sin \Omega \\ &- (1 + 3 \cos i \cos u \sin^2 u + \cos^2 i \cos u \sin^2 u - 3 \sin^2 i \sin^2 u) \cos \Omega] - (\cos \Phi \cos \Psi \\ &+ \sin \Phi \sin \Theta \sin \Psi)(3(1 + \cos i) \cos u \sin i \sin u - 1 + 3 \sin^2 i \sin^2 u) \sin u \\ &+ [3 \cos^2 u \cos \Omega \sin u - 3 \cos i \cos \Omega \sin^3 u - 6 \cos^2(i/2) \cos i \cos u \sin^2 u \sin \Omega \\ &+ (3 \sin^2 i \sin^2 u - 1) \sin \Omega] \cos \Theta \sin \Psi\} \sin i, \\ M_{\bar{y}} &= \frac{I_z \mu_e}{R^3} \{(3 \cos i \cos \Omega \sin^3 u - 3 \cos^2 u \cos \Omega \sin u + \sin \Omega - 3 \sin^2 i \sin^2 u \sin \Omega \\ &+ 6 \cos^2(i/2) \cos i \cos u \sin^2 u \sin \Omega) \sin \Theta + [(3(1 + \cos i) \cos u \sin i \sin u - 1 \\ &+ 3 \sin^2 i \sin^2 u) \sin \Phi \sin u - [(1 + 3 \cos i \cos u \sin^2 u + 3 \cos^2 i \cos u \sin^2 u \\ &- 3 \sin^2 i \sin^2 u) \cos \Omega - 3(\cos^2 u + \cos i \sin^2 u) \sin u \sin \Omega] \cos \Phi] \cos \Theta\} \sin i, \\ M_{\bar{z}} &= 0. \end{aligned} \right. \quad (5)$$

(5) өрнектері сандық есептеу кезінде пайдаланылады.

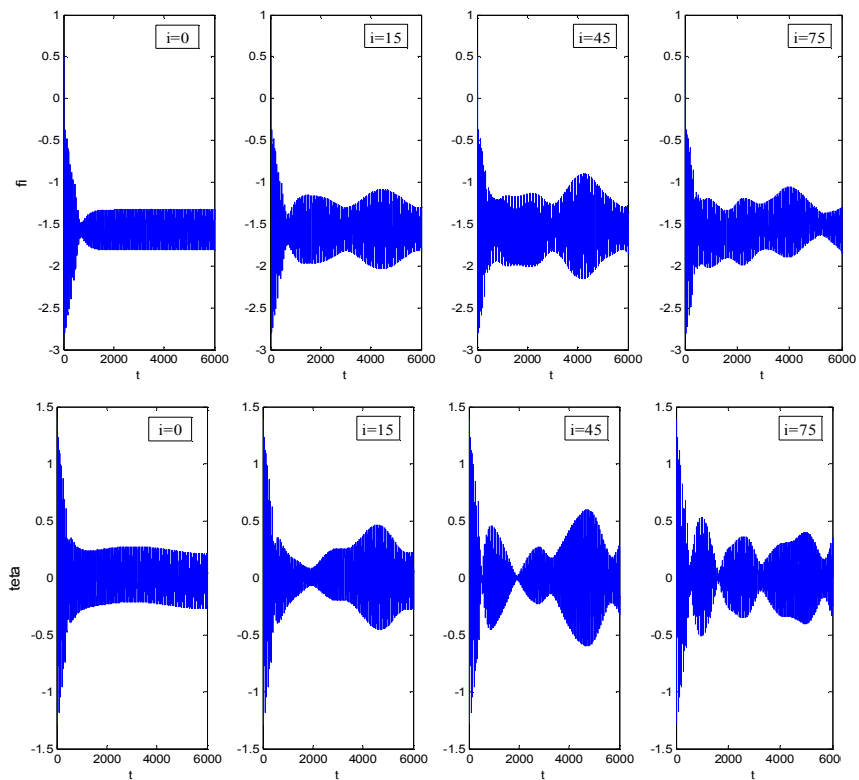
#### Сандық есептеу нәтижелері

(2)- (4) жүйелері арқылы берілген серіктің айналмалы қозғалыс теңдеулері 4-ші ретті Рунге-Кутта әдісі арқылы сандық тәсілмен шешілді. Сандық модельдеу кезінде серік шеңберлік орбита ( $e = 0$ ,  $\omega_\pi = 0$  және  $\Omega = 0$ ) бойымен қозғалады деп ұйғарылды. Сонымен қатар,  $J_{\bar{x}} = J_{\bar{y}}$  динамикалық симметриялы серік қарастырылды. Сандық модельдеу кезінде Ресейлік ТНС-0 наносерігінің параметрлері қолданылды [10]. 1-ші суретте серіктің бұрыштық жылдамдығының  $p, q$  құраушыларының уақыт бойынша өзгерулері бейнеленген. Графиктерден  $i = 0$  экваторлық орбита бойымен қозғалысы кезінде серікті пассивті магниттік тұрақтандыру  $t > 2000$  сек - қа тең болғанда орындалатынын көреміз. Ал орбита көлбеулігі  $i = 15^\circ$ ,  $i = 45^\circ$  және  $i = 75^\circ$  тең болған кезде аталған тұрақтандыру тиімді болмайтыны анықталады.

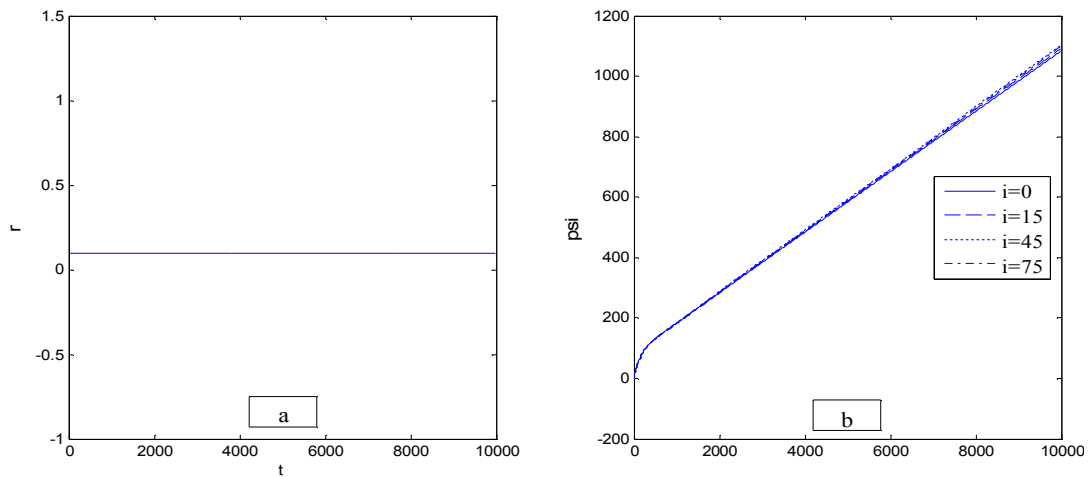




1-сурет. Серік бұрыштық жылдамдығының  $p, q$  құраушыларының  $t$  (сек) уақыт бойынша өзгерулері.



2-сурет.  $\Phi, \Theta$  серіктің бағдарлау бұрыштарының  $t$  (сек) уақыт бойынша өзгерулері



3-сурет.

- а) серік бұрыштық жылдамдығының  $r$  құраушысының  $t$  (сек) уақыт бойынша өзгеруі ( $i = 0$ ,  $i = 15^0$ ,  $i = 45^0$  және  $i = 75^0$  -қа тең орбита көлбеуліктері үшін);
- б)  $\Psi$  серіктің бағдарлау бұрышының  $t$  (сек) уақыт бойынша өзгеруі ( $i = 0$ ,  $i = 15^0$ ,  $i = 45^0$  және  $i = 75^0$  -қа тең орбита көлбеуліктері үшін).

2-ші суретте сәйкесінше  $\Phi, \Theta$  серіктің бағдарлау бұрыштарының уақыт бойынша өзгеруі бейнеленген. 3-ші суреттен серік бұрыштық жылдамдығының  $r$  құраушысының және  $\Psi$  серіктің бағдарлау бұрышының барлық  $i = 0$ ,  $i = 15^0$ ,  $i = 45^0$  және  $i = 75^0$  орбита көлбеуліктері үшін уақыт бойынша өзгерулері бейнеленген. Графиктерден бұл параметрлердің мәндері серік динамикалық симметриялы болғандықтан өте аз өзгеретіндігін байқаймыз.

**Қорытынды.** Өртүрлі көлбеу орбиталардағы серіктің бұрыштық қозғалысын сандық әдіспен модельдеу нәтижесінде, геомагниттік кернеулік векторының серік қозғалысына әсері зерттелді. Сандық есептеудің нәтижесінде серіктің орбитасы полярлық орбитаға жақындаған сайын, серіктің айналмалы қозғалысын тұрақтандыруға геомагниттік өрістің кернеулік векторының әсері жоғарлай түсетіні анықталды (1-ші және 2-ші суреттер). Экваторлық орбита бойымен қозғалатын серікті пассивті тұрақтандыру көлбеулік орбиталардағы серіктің қозғалысына қарағанда жеңіл болатыны көрсетілді. Себебі геомагниттік өрісті тік дипольмен модельдеген кезде Жердің магниттік өрісінің кернеулік векторы бағыты мен шамасы бойынша орбитаның барлық нүктесінде өзгермейді және үнемі орбита жазықтығына перпендикуляр болады. Серік орбита бойымен қозғалғанда геомагниттік өрістің кернеулік векторы орбитаның әрбір нүктесінде өзгеріп, кеңістікте күрделі түрде орын ауыстыратындықтан, көлбеулік орбита бойымен қозғалатын серіктің бағдарына әсер ететін ұйытқулар туындайтыны анықталды. Тұрақты әсер етіп отыратын ұйытқулар серіктің резонансты тербелісін тудыруы мүмкін. Алынған нәтижелерге байланысты серіктің көлбеулік орбитадағы бағдарын пассивті магниттік жүйесімен дәл бағдарлау үшін қосымша демпферлеуші моменттер қажет болатыны туындайды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. V.A. Bushenkov, M.Yu. Ovchinnikov, G.V. Smirnov, Attitude stabilization of satellite by magnetic soils // Acta Astronautica, Vol.50, №12, 2002, pp. 721–728.
2. F. Miranda. Guidance Stabilization of Satellites Using the Geomagnetic Field // International Journal of Aerospace Engineering, Article ID 231935, 2012, 9 pages.
3. G. Park, S. Seagraves, N. H. McClamroch. A Dynamic Model of a Passive Magnetic Attitude Control System for the RAX Nanosatellite // AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, Toronto, Ontario Canada, 2010.
4. S. Jayaram, D. Pais, Model-based Simulation of Passive Attitude Control of SLUCUBE-2 Using Nonlinear Hysteresis and Geomagnetic Models // International Journal of Aerospace Sciences, Vol.1, №4, 2012, pp. 77-84.
5. А. А. Ильин, М.Ю. Овчинников, В. И. Пеньков. Обеспечение ориентации малого спутника, стабилизируемого собственным вращением // Препринт №83. М.: ИПМ им.М.В.Келдыша РАН, 2004, 28 с.

6. А.А. Ильин, М.Ю.Овчинников, В.И. Пеньков. Алгоритмы магнитной системы ориентации малого спутника, стабилизируемого собственным вращением // Препринт №19. М.: ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, 2005, 32 с.
7. В. В. Белецкий, А. А. Хентов. Вращательное движение намагниченного спутника. М.: Наука, 1980, 286 с.
8. Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. М.: Наука, 1965, 416 с.
9. A. Ismailova, K. Zhilisbayeva. Passive Magnetic Stabilization of the Rotational Motion of the Satellite in its Inclined Orbit // Applied Mathematical Sciences. Vol. 9, № 16. 2015, pp. 791- 802.
10. Н.В. Куприянова, М.Ю. Овчинников, В.И. Пеньков, А.С. Селиванов. Пассивная магнитная система ориентации первого российского наноспутника ТНС-0 // Препринт № 46. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2005, 23 с.

#### REFERENCES

1. V.A. Bushenkov, M.Yu. Ovchinnikov, G.V. Smirnov, Attitude stabilization of satellite by magnetic soils // Acta Astronautica, Vol.50, №12, 2002, pp. 721–728.
2. F. Miranda. Guidance Stabilization of Satellites Using the Geomagnetic Field // International Journal of Aerospace Engineering, Article ID 231935, 2012, 9 pages.
3. G. Park, S. Seagraves, N. H. McClamroch. A Dynamic Model of a Passive Magnetic Attitude Control System for the RAX Nanosatellite // AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference, Toronto, Ontario Canada, 2010.
4. S. Jayaram, D. Pais, Model-based Simulation of Passive Attitude Control of SLUCUBE-2 Using Nonlinear Hysteresis and Geomagnetic Models // International Journal of Aerospace Sciences, Vol. 1, №4, 2012, pp. 77-84.
5. A. A. Il'in, M.Ju. Ovchinnikov, V. I. Pen'kov. Obespechenie orientacii malogo sputnika, stabiliziruемого sobstvennym vrashheniem // Preprint №83. М.: ИПМ им.М.В.Келдыша РАН, 2004, 28 с.
6. А.А. Ильин, М.Ю.Овчинников, В.И. Пеньков. Алгоритмы магнитной системы ориентации малого спутника, стабилизируемого собственным вращением // Препринт №19. М.: ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, 2005, 32 с.
7. В. В. Белецкий, А. А. Хентов. Вращательное движение намагниченного спутника. М.: Наука, 1980, 286 с.
8. Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. М.: Наука, 1965, 416 с.
9. A. Ismailova, K. Zhilisbayeva. Passive Magnetic Stabilization of the Rotational Motion of the Satellite in its Inclined Orbit // Applied Mathematical Sciences. Vol. 9, № 16. 2015, pp. 791- 802.
10. N.V. Kuprijanova, M.Ju. Ovchinnikov, V.I. Pen'kov, A.S. Selivanov. Passivnaja magnitnaja sistema orientacii pervogo rossijskogo наноспутника TNS-0 // Preprint № 46. М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2005, 23 с.

Исмаилова А.Ж.

#### Серіктің айналмалы қозғалысын магниттік тұрақтандыруына орбита көлбеулігінің әсері

**Түйін.** Бұл мақалада көлбеу орбитадағы серіктің айналмалы қозғалысын пассивті магниттік тұрақтандыру мәселесі зерттелді. Сандық модельдеу нәтижелері геомагниттік өрістің кернеулік векторы серік орбитасының әрбір нүктесінде өзгеріп отыратындықтан, орбитаның әртүрлі көлбеулігіне қатысты ұйытқулар туындайтынын көрсетті.

**Кілттік сөздер:** пассивті магниттік тұрақтандыру, геомагниттік өріс, тік диполь моделі, көлбеу орбита.

Исмаилова А.Ж.

#### Влияние наклона орбиты на магнитную стабилизацию вращательного движения спутника

**Резюме.** Исследована проблема о пассивной магнитной стабилизации спутника на наклонной орбите. Результаты численного моделирования показывают, что в зависимости от наклона орбиты возникают возмущения, так как вектор геомагнитной напряженности  $\vec{H}$  изменяется в каждой точке орбиты спутника.

**Ключевые слова:** пассивная магнитная стабилизация, геомагнитное поле, прямой диполь, наклонная орбита.

Ismailova A.Zh.

#### The effect of the orbital inclination to the magnetic stabilization of the satellite's rotational motion

**Summary.** In this paper has been studied the problem of the passive magnetic stabilization of a satellite. An analysis of obtained numerical results show that on the inclined orbits the perturbations occurs, since the vector of the geomagnetic field strength varies at each point of the satellite's orbit.

**Key words:** passive magnetic stabilization, geomagnetic field, direct dipole model, inclined orbit.

УДК : 006.91

**А.Т. Тұрғанбай, А.З. Нурмуханова**  
(КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ И ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИИ**

**Аннотация:** В данной статье изложена главная задача и цель метрологии, которая является изучением всех аспектов измерений физических величин. В работе уделено особое внимание вопросам создания, совершенствования, хранения и применения эталонов единиц величин.

**Ключевые слова:** метрология, физическая величина, система единиц, поверка, средств измерений, образец, законодательная метрология, виды поверок.

Метрология - наука изучающая общепринятые основы измерений, методы и средства измерений, единицы физических величин, методы точности измерений, принципы обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений. В метрологии очень плотно рассматриваются такие понятия как: эталоны и образцовые средства измерений, применение образцовых средств измерений к средствам измерений применяемых в производстве [1].

Главными задачами и целями метрологии являются - изучение всех аспектов измерений физических величин. А также международное содействие в области метрологии и законодательные элементы.

*Современная метрология* разделяется на такие направления как:

- теоретическая метрология - раздел метрологии, изучающий общие теоретические проблемы; измерений;

- законодательная метрология - это один из разделов метрологии, совмещающий комплексы общепринятых правил, норм, требований и других вопросов, требующих контроля и регламентации со стороны государства. Изучение этих аспектов направлено на метрологическое обеспечение единства измерений и однообразия средств измерений [2];

*В настоящее время испытатели СИ сталкиваются с большим числом рисков, которые должны быть приняты во внимание. В связи с этим несомненным является то, что процедура проверки (аттестации) должна соответствовать технологическому развитию измерительных систем.*

*Однако имеется растущее противоречие между требуемыми возможностями, предлагаемыми встроенным ПО, с одной стороны, и серьезными проблемами, с которыми сталкивается испытатель, с другой стороны. Таким образом, необходимы адекватные методы и средства для решения этих проблем.*

*В этой связи был разработан подход, имеющий целью выполнение автоматических проверок параметров, относящихся к ПО, встроенному в СИ. Исходной характеристикой для этого является уровень защиты, предложенный для встроенного ПО и оцениваемый в соответствии с общепринятыми критериями. Уровень может адаптироваться к специальным требованиям законодательной метрологии для того, чтобы защищать ПО, включая операционную систему, от случайных, непреднамеренных и/или преднамеренных изменений. По практическим соображениям эта адаптация выполнена в виде определенного теста, записанного для систем.*

*При таком подходе даже без глубокого и основательного знания операционного ПО обеспечивается достаточная проверка уровня защиты ПО СИ, в том числе при испытаниях с целью утверждения типа СИ [3].*

При определении положений, касающихся вопросов состояния и применения средств контроля и испытательного оборудования, предполагается принять во внимание, что испытания и контроль, имеющие широкое распространение на практике, характеризуются метрологическими свойствами, имеющими определяющее значение в процессе их эксплуатации. В то же время методическое и правовое обеспечение этих операций отсутствует. Правильная организация работ по метрологической аттестации испытательного оборудования и средств контроля позволит получить объективную информацию о достигнутом уровне достоверности и единства этих операций.

Реализация этих замыслов позволит [4]:

- определить место и роль законодательной метрологии в реальном секторе экономики;

- изыскать дополнительные, негосударственные средства для целенаправленного формирования стабильных источников финансирования эталонной базы;
- привести в соответствие с принципами деbüroкратизации и либерализации государственное управление механизмом проведения государственного метрологического контроля и надзора;
- далее развивать метрологическую инфраструктуру.

Особое внимание предлагается уделить вопросам создания, совершенствования, хранения и применения эталонов единиц величин, т.е. поиск того баланса бюджетного и рыночного финансирования, который позволил был обеспечить функционирование эталонной базы РК на мировом уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [metrologia.ru](http://metrologia.ru).
2. [uchebnik.kz/izmeritelnoe-oborudovan](http://uchebnik.kz/izmeritelnoe-oborudovan).
3. Ф. Триль (F. Thiel), У. Гротткер (U. Grottker), Д. Рихтер (D. Richter) <http://metrologia.ru/HTML/zak/po/>.
4. <http://metrologie.ru/metrology-theory-6.htm>.

#### REFERENCES

1. [metrologia.ru](http://metrologia.ru).
2. [uchebnik.kz/izmeritelnoe-oborudovan](http://uchebnik.kz/izmeritelnoe-oborudovan).
3. Thiel F. (F. Thiel), W. Grottker (U. Grottker), D. Richter (D. Richter) <http://metrologia.ru/HTML/zak/po/>.
4. <http://metrologie.ru/metrology-theory-6.htm>.

Тұрғанбай А.Т., Нурмуханова А.З.

#### **Метрология саласындағы заманауи және негізгі мәселелерді зерттеу**

**Түйіндеме.** Мақалада физикалық шамаларды өлшеудің барлық кырларын зерттеу болып табылатын метрологияның негізгі мәселесі мен мақсаты мәлімделді. Өлшем бірліктерінің эталондарын дайындау, жетілдіру, сақтау және қолдану мәселелеріне ерекше көңіл бөлінген, яғни әлемдік деңгейде Қазақстан Республикасының эталондық қорының қызметін қамтамасыз ететін мемлекеттік және нарықтық қаржыландырудың тепе-теңдігін іздестіру.

**Түйін сөздер:** метрология, физикалық шама, бірліктер жүйесі, өлшеу құралдарын тексеру, үлгі, заңнамалық метрология, тексеру түрлері.

Turganbay A.T., Nurmuhanova A.Z.

#### **The research of modern and fundamental problems in the field of metrology**

**Summary.** In this article outlined the main goal and purpose of Metrology, which is the research of all aspects of the measurement of physical quantities. The work paid particular attention to the establishment, improvement, storage and use of measurement standards, that is search of the budget balance and market-based financing, which was allowed to ensure the functioning of the standard base of the Republic of Kazakhstan globally.

**Key words:** metrology, the physical quantity, the system of units, calibration, measurement, sample, legal metrology, the types of checks.

УДК 532.526

**С.Д. Маусумбекова, Б.Г. Муканова**

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, e-mail: [saulemaussumbekova@gmail.com](mailto:saulemaussumbekova@gmail.com))

#### **НЕЛИНЕЙНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ДИНАМИКИ ГАЗОСМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОБЛАКООБРАЗОВАНИЯ**

**Аннотация.** Целью решения обратной задачи является восстановление параметров нелинейности на основе некоторой дополнительной информации. Неизвестными являются параметры нелинейности в правых частях уравнений гидродинамики. Разработанный нами метод изложен на примере нелинейной обратной задачи для модели динамики газосмесей на основе моделей облакообразования. На основе систематических численных экспериментов было установлено, что чувствительной характеристикой, по которой требовалось восстановить параметры нелинейности, является величина водности облака и водности осадков в средней части области образования облака. Разработанные алгоритмы могут быть использованы для интерпретации

измеренных данных в технологических и природных процессах, моделируемых обратными задачами для процессов с переносом и диффузией с нелинейными источниками, зависящими от конечного набора параметров.

**Ключевые слова:** нелинейная обратная задача, параметр восстановления, газосмесь, облакообразование, численное решение.

Введение. Обратные задачи в гидро- и газодинамике образуют сравнительно новое направление математической физики, получившее применение в механике, технике и в таких областях, как аэродинамика, гидродинамика, теория фильтрации, теория взрыва. Эти задачи часто возникают при попытке описать характеристики среды, в которой протекают различные физико-химические процессы, по результатам наблюдений над этими процессами в доступной для измерений области. Например, исследованию обратных задач восстановления правой части для уравнений Стокса посвящена работа [1], в которой также содержится обзор смежных работ в этой области. Однако, эти работы носят теоретический характер. Численные примеры решения обратных задач восстановления источника для задач гидродинамики нам в настоящее время не известны.

Нами была рассмотрена математическая постановка нелинейной обратной задачи гидродинамики на примере исследования динамики конвективных облаков с учетом микрофизических процессов в двумерной постановке. В ней неизвестными являются параметры нелинейности в правых частях уравнений для водности облака. Разработан новый метод приближенного решения нелинейных обратных задач по восстановлению конечного набора параметров нелинейности, заключающийся в следующих этапах: на основе систематических расчетов прямой задачи выявляются такие характеристики течения, которые могут быть наблюдаемы в эксперименте и которые являются чувствительными к изменениям этих параметров; формируется банк данных на сетке этих параметров для каждой из выявленных характеристик; проводится поиск набора параметров по признаку наилучшего приближения на сетке для данного набора характеристик; соответствующие значения искомым параметрам после интерполяции, если необходимо, дают искомые значения параметров нелинейности.

На основе систематических численных экспериментов было установлено, что чувствительной характеристикой к изменению микрофизических параметров является водность облака в центре и на периферии области образования облака.

## ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ДИНАМИКИ ГАЗОСМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ОБЛАКООБРАЗОВАНИЯ.

Современные модели образования и развития осадкообразующих конвективных облаков разрабатываются на основе системы нелинейных интегро-дифференциальных уравнений, позволяющих достаточно полно учитывать динамику облака и микрофизические процессы в нем [2, 3]. Аналитическое решение такой системы невозможно, численное решение с помощью ЭВМ также сталкивается с рядом трудностей. Ограниченные возможности вычислительной техники вынуждают исследователей упрощать исходную систему уравнений с учетом особенностей решаемой задачи и требований, предъявляемых к результатам моделирования.

Численные модели облаков (водяной пар - вода) классифицируются по степени полноты и детальности учета гидродинамических, термодинамических и микрофизических процессов. Попытки подобной классификации можно найти в работах [4, 5]. По характеру описания динамики облаков модели делят на одно-, дву и трехмерные [5]. Различной может быть и степень детальности рассмотрения микрофизических процессов.

Известно сравнительно немного моделей, учитывающих в равной мере как динамические, так и микрофизические процессы [6,7].

Основные вычислительные трудности моделирования микрофизических процессов и крупномасштабной динамики связаны с тем, что микрофизические и динамические процессы имеют существенно разные пространственно-временные масштабы и непосредственное моделирование микрофизических процессов предъявляет очень высокие требования к разрешительной способности расчетной сетки. Наиболее полное описание микрофизических процессов возможно с помощью достаточно сложных интегро-дифференциальных уравнений [8,9], решаемых лишь численно. Более того, необходимость введения многочисленных переменных для адекватного описания твердой фазы делает нахождение решения таких уравнений практически невозможным без серьезных

упрощений даже на современной вычислительной технике. Для преодоления этих трудностей в [10,11] было предложено для описания микрофизических процессов использовать так называемый параметрический подход, смысл которого состоит в замене подробного описания микрофизических процессов с помощью кинетических уравнений для функций распределения частиц по размерам приближенным описанием эволюции интегральных характеристик облачных частиц (водности облачных капель, капель осадков и др.). В разрабатываемой нами модели микрофизические процессы формулируются также в параметризованном виде. Полагается, что вся влага в облаке состоит из водяного пара, облачных капель, дождевых капель и – при соответствующей отрицательной температуре – частиц кристаллических осадков. Правомочность таких допущений опирается на экспериментальные данные о микроструктуре облаков и осадков [10,13,14,15].

Разработанная модель позволяет рассчитывать на основе известных динамических характеристик [16] поля влажности, облачности и осадков на основе параметризованной микрофизики Кесслера [14], учитывающая три наиболее существенных процессов в этом явлении, как процессы коагуляции, испарения и самообращения капель. После того, как водность достигает некоторого порогового значения начинается переход облачной воды в осаждающуюся. Таким образом, вся атмосферная влага представляется в виде трех компонент: водяного пара, облачной воды и осадков.

Исходная система уравнений для температуры, удельной влажности воздуха, удельной водности облака и водности осадков будет иметь следующий вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{1}{\rho} \lambda \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) - L(\Delta + E_r) + \frac{dP}{dt} \quad (1)$$

$$\frac{\partial q_v}{\partial t} + u \frac{\partial q_v}{\partial x} + w \frac{\partial q_v}{\partial z} = \Delta + E_r + \Delta_b q_v \quad (2)$$

$$\frac{\partial q_c}{\partial t} + u \frac{\partial q_c}{\partial x} + w \frac{\partial q_c}{\partial z} = -\Delta - A_r - C_r + \Delta_b q_c \quad (3)$$

$$\frac{\partial q_r}{\partial t} + u \frac{\partial q_r}{\partial x} + w \frac{\partial q_r}{\partial z} = -E_r + A_r + C_r + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho W_t q_r}{\partial z} \quad (4)$$

где  $T$  - температура,  $L$  - удельная теплота конденсации,  $q_{vs}$  - удельная влажность насыщения,  $q_v$  (г/г) – удельная влажность воздуха,  $q_c$  (г/г)- удельная водность облака,  $q_r$  (г/г) – удельная водность осадков,  $E_r$  - учитывает испарение осадков,  $A_r$  - обращение облачных элементов в осадки,  $C_r$  - захват облачных элементов падающими гидрометеорами (капли воды),  $W_t$  - гравитационная

скорость падения осадков,  $\Delta$  - скорость конденсации водяного пара,  $\Delta = \begin{cases} 0, \text{ nпу } q \leq q_{vs}, \\ \frac{dq_{vs}}{dt}, \text{ nпу } q > q_{vs}. \end{cases}$

Ряд авторов [15,16] вводят понятие удельного влагосодержания  $q$ , которое определяют как сумму удельной влажности воздуха  $q_v$  и удельной водности облака  $q_c$ , т.е.  $q = q_v + q_c$  и решают следующую систему уравнений:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{1}{\rho} \lambda \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) - L(\Delta + E_r) + \frac{dP}{dt} \quad (5)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial x} + w \frac{\partial q}{\partial z} = E_r - A_r - C_r + \Delta_b q, \quad (6)$$

$$\frac{\partial q_r}{\partial t} + u \frac{\partial q_r}{\partial x} + w \frac{\partial q_r}{\partial z} = -E_r + A_r + C_r + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho W_t q_r}{\partial z}. \quad (7)$$

Преимуществом такого подхода можно считать сокращение числа исходных уравнений, которые рассматриваются с учетом процессов коагуляции и испарения.

Постановка начальных и граничных условий.

В начальный момент времени:

$$T = 1 - mz, \quad q_v = RHq_{vs}, \quad q_c = 0, \quad q_r = 0, \quad 0 \leq z \leq 1, \quad (8)$$

где  $RH$  – заданная относительная влажность,  $m$  – вертикальный градиент температуры. На входе значения искомым величин определяются в соответствии с начальными условиями, на выходе для них приняты мягкие условия. На нижней стенке:

$$T = 1, \quad q_v = RHq_{vs}, \quad q_c = 0, \quad \frac{\partial (W_t + W) q_r}{\partial z} = 0. \quad (9)$$

Система уравнений (3.5)-(3.14) решается численно. Расчеты проводились со следующим диапазоном параметров:  $E_0 = 0,16$ ;  $0,1 \leq L_c \leq 4,5$ ;  $0 \leq RH \leq 0,9$ . Расчетная сетка состоит из (201x61) ячеек с шагами  $h_x = 0,05$ ,  $h_z = 0,025$ , и с шагом по времени  $\tau = 0,0025$ . Проведены ряд численных экспериментов по решению прямой задачи в зависимости от параметров нелинейности. Проведен анализ влияния микрофизических параметров как самообращение облачных элементов в осадки, захват облачных элементов падающими гидрометеорами, испарение осадков на процесс облакообразования. На рисунках 1, приведены изолинии водности облака  $q_c$  при различных  $\beta$  (коэффициент захвате облачных элементов гидрометеорами).

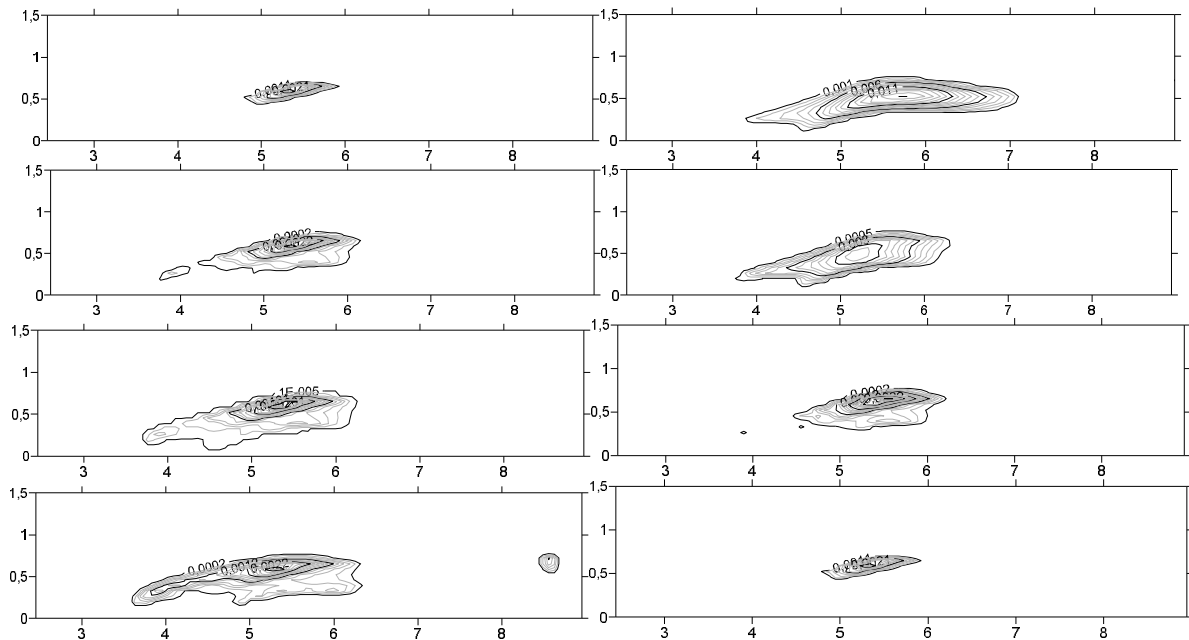


Рис. 3.1. Значение водности облака  $q_c$  при (a)  $\beta = 0.003$ , (b)  $\beta = 3$ , (c)  $\beta = 5$ , (d)  $\beta = 7$ .

Рис. 3.4. Значение водности облака  $q_c$  при (a)  $E = 0.1$ , (b)  $E = 3$ , (c)  $E = 5$ , (d)  $E = 7$



На рисунках 2 приведены изолинии водности облака  $q_c$  при различных  $E$  (коэффициент при испарении). Как видно из рисунков при росте  $\beta$  суммарное значение водности облака растёт, при росте  $E$  уменьшается, что соответствует физике процесса.

**ФОРМУЛИРОВКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ВИДЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ДИНАМИКИ ГАЗОСМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ОБЛАКООБРАЗОВАНИЯ**

Анализ результатов систематических расчетов прямой задачи облакообразования показывает, что имеются наблюдаемые характеристики, которые монотонно связаны с микрофизическими параметрами течения.

Это позволяет нам сформулировать обратную задачу восстановления микрофизических параметров в виде:

*Найти наблюдаемые характеристики облакообразования, зависящие от микрофизических параметров облакообразования и по их значениям восстановить микрофизические характеристики течения  $E$  и  $\beta$ .*

Одним из важных микрофизических процессов атмосферы, влияющих на развитие облаков и осадков, является коагуляция, в частности гравитационная коагуляция, захват облачных элементов падающими гидрометеорами. Он определяется коэффициентом столкновения  $E$ , который характеризует эффективность захвата при коагуляционном росте капель воды. Из экспериментов известно, что для мелких капель, существенно меняющихся по радиусу, эффективность захвата является переменной величиной. По результатам численных расчетов масса облачной воды, что является удобной для наблюдения величиной, чувствительна к этим параметрам в определенных диапазонах выбранных коэффициентов. В таблице 1 проведены результаты численных экспериментов при  $0,1 \leq \beta < 50$  для водности облака и дождевой воды в области средних значений этих параметров. При этих расчетах было зафиксировано значение  $\beta$ , коэффициента при испарении осадков. Значение водности облака в центральной точке облака (область максимальных значений рассматриваемых параметров) в безразмерными координатами (8.75; 0.5) зависело от эмпирической константы процесса захвата облачных элементов падающими гидрометеорами (капли воды)  $E$  монотонно, что дает возможность восстановить его.

**Таблица 1. Значение водности облака и дождевой воды при различных  $E$**

(x,y)	$E$	0.1	0.5	1	3	5	7	10	50	
(3.9; .225)		.001483	.001484	.001484	.001484	.001484	.001484	.001638	.001490	$q_c$
		.000303	.000303	.000303	.000304	.000304	.000304	.000028	.000310	$q_r$
(3.9;0.3)		.000531	.000379	.000532	.000532	.000533	.000534	.000380	.000550	$q_c$
		.000031	.000000	.000031	.000031	.000031	.000031	.000000	.000030	$q_r$
(4.4; .3)		.002215	.003699	.001081	.002210	.002207	.002203	.003693	.002133	$q_c$
		.001612	.000219	.002898	.001614	.001615	.001616	.000221	.001644	$q_r$
(4.4; .425)		.000934	.001063	.000935	.000935	.000935	.000935	.001063	.000942	$q_c$
		.000292	.000027	.000292	.000293	.000293	.000293	.000027	.000295	$q_r$
(4.45; .35)		.002157	.003468	.002156	.002154	.002290	.002149	.003463	.002099	$q_c$
		.001175	.000164	.001175	.001175	.001892	.001175	.000165	.001175	$q_r$
(5.7; .3)		.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	$q_c$
		.000319	.000035	.000319	.000319	.000319	.000318	.000034	.000316	$q_r$

(5.7; .425)	.006331	.011161	.006310	.006217	.006217	.006171	.011071	.005288	$q_c$
	.006120	.000919	.006123	.006133	.006133	.006139	.000952	.006238	$q_r$
(5.75;0.45)	.007264	.013245	.007235	.007171	.007108	.007046	.013118	.005864	$q_c$
	.007685	.001189	.007689	.007696	.007702	.007709	.001235	.007829	$q_r$
(5.75;0.55)	.008213	.008196	.008175	.008092	.008010	.007929	.015801	.006425	$q_c$
	.009396	.009397	.009399	.009404	.009409	.009414	.001666	.009488	$q_r$
(6.4; . 3)	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	.000000	$q_c$
	.003229	.000596	.003228	.003225	.003222	.003219	.000616	.003152	$q_r$
(6.4; . 425)	.001507	.007054	.001482	.000000	.001376	.001324	.006855	.000495	$q_c$
	.010222	.001875	.010219	.010042	.010203	.010194	.001970	.009987	$q_r$

Однако, для проверки работоспособности метода мы должны проверить его на т.н. синтетических данных. Т.е. мы провели сначала расчет прямой задачи при заданных параметрах нелинейности, далее сохранили значения водности в характерных точках в качестве измеренных величин. Пусть значение, взятое для моделирования  $E_0 = 6$ , при моделировании оказалось, что водность центральной части облака  $q_c^* = 0.007970$ . Допустим  $q_c^*$  - измеренная величина, тогда согласно банку данных на сетке этих параметров  $E$ , путем простой интерполяции получим значение восстанавливаемого параметра:

$$E_{recovered} = E_1 + \frac{(E_2 - E_1) * (q_c^* - q_1)}{q_2 - q_1}, \text{ где } q_c^* \in [q_1, q_2].$$

Интервалы изменения микрофизических параметров выбирались на основе численных экспериментов и существующих литературных источников. Они соответствовали области образования облаков. При серии численных экспериментов, в областях монотонного поведения удельной водности осадков  $q_r$ , по методу предложенному выше, можно восстановить коэффициенты микрофизических параметров таких как  $\beta$ .

Выводы. Таким образом, были проведены серия численных расчетов прямой задачи и проанализированы такие характеристики течения, как полный водозапас облака и осадков. Оказалось, что эти величины слабо чувствительны к изменениям микрофизических параметров и не монотонны. Поэтому в качестве наблюдаемой характеристики, по которой требовалось восстановить параметры нелинейности, мы использовали величину водности облака и водности осадков в средней части области образования облака. Эти величины мы брали в различных точках облака из средней области, между точками с максимальной концентрацией поля водности и минимальной, и оказалось, что во всех этих точках величины водности облака монотонно зависят от  $E$  и  $\beta$ . Нами был показан пример восстановления  $E$  при заданном  $\beta$ , и наоборот. Таким образом, нелинейная обратная задача с конечным набором неизвестных параметров нелинейности  $(p_1, p_2, \dots, p_n)$  может быть сформулирована как задача решения системы нелинейных уравнений вида:

$$\begin{aligned} I_1(p_1, p_2, \dots, p_n) &= I_{10}, \\ &\dots \\ I_m(p_1, p_2, \dots, p_n) &= I_{m0} \end{aligned}$$

$m \geq n$ , в которой в правой части стоят измеренные (наблюдаемые) величины  $(I_{10}, I_{20}, \dots, I_{m0})$ , по которым требуется восстановить параметры нелинейности. Данное исследование является первым, реализовавшим такой подход и такую постановку обратной задачи. Разработанные алгоритмы могут быть использованы для интерпретации измеренных данных в технологических и природных процессах, моделируемых обратными задачами для процессов с переносом и диффузией с нелинейными источниками, зависящими от конечного набора параметров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Oleg Yu Imanuvilov, Masahiro Yamamoto. Inverse source problem for the Stokes system. // Direct and Inverse Problems of Mathematical Physics, P. Gilbert et al.(eds.). 2000. p. 441-451.
2. Мазин И. П., Шметер С. М. Облака, строение и физика образования. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 280 с.
3. Роджерс Р. Р. Краткий курс физики облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 230 с.
4. Коган Е.Л., Сергеев Б.Н., Хворостьянов В.И. Численное моделирование облаков // Труды ЦАО, 1982, вып.150.
5. Пастушков Р.С. Физико-математические модели конвективных облаков // Труды ЦАО, 1973, вып. 112, с. 3-14.
6. Silverman B.A., Glass M. A numerical simulation of warm cumulus cloud/ Part 1. Parameterized microphysics // J. Atm.Sci., 1973, v.30, №8, pp.1620-1637.
7. Takahashi T. Numerical of tropical showers // J. Atm.Sci., 1974, v.31, №1, pp.218-232.
8. Pruppacher H. R., Klett J. D. Microphysics of clouds and precipitation. // D. Reidel Publish. Co., 1978, p. 714.
9. Волощук В. М., Седунов Ю. С. Процессы коагуляции в дисперсных системах. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 320 с.
10. Kessler E. On the distribution and continuity of water substance in at mospheric circulations. // Amer. Meteor.Soc. Meteor. Monograph, 1969, vol. 10, N 32, p. 84.
11. Шишкин Н. С. Облака, осадки и грозовое электричество. Л.: Гидрометеиздат, 1964. 351 с.
12. Kessler E. On the distribution and continuity of water substance in atmospheric circulations // Met. Monogr., 1969, v.10, № 32, pp.84.
13. Алиева Б.К., Найманова А.Ж., Смагулов Ш.С. Численное исследование «роторных» облаков и осадков // Вычислительные технологии, Новосибирск, 2003, №1, с.24-36.
14. Kessler E. On the distribution and continuity of water substance in atmospheric circulations // Met. Monogr., 1969, v.10, № 32, pp.84.
15. Liu J.Y., Orville H.D. Numerical Modeling of precipitation and Cloud Shadow Effect on Mountain Induced Cumuli. // Journal of the Atmospheric Sciences, 1969, v.26, №6, pp.1283-1298.
16. Orville H.D. A numerical study of the initiation of cumulus clouds over mountainous terrain // Journal of the Atmospheric Sciences, 1965, v.22, №6, pp.684-699.

#### REFERENCES

1. Oleg Yu Imanuvilov, Masahiro Yamamoto. Inverse source problem for the Stokes system. // Direct and Inverse Problems of Mathematical Physics, P. Gilbert et al. (Eds.). 2000. p. 441-451.
2. Mazin IP, Shmeter S.M. Oblaka, stroenie i Physici obrazovania, Gidrometeoizdat 1983.280 p.
3. Rogers R.R. Kratkiy course physici oblakov. L. : Gidrometeoizdat, 1979. 230 p.
4. Cogan E.L, Sergeev B.N, Hvorostyanov V.I. Chislennoe modelirovanie oblakov // Trudy CAO, 1982, vyp.150.
5. Pastushkov R.S. Physico- mathematicheskie modeli convectivnyx oblakov Trudy CAO, 1973, vol. 112, p. 3-14.
6. Silverman BA, Glass M. A numerical simulation of warm cumulus cloud / Part 1. Parameterized microphysics // J. Atm.Sci., 1973, v.30, №8, pp.1620-1637.
7. Takahashi T. Numerical of tropical showers // J. Atm.Sci., 1974, v.31, №1, pp.218-232.
8. Puppacher HR, Klett JD Microphysics of clouds and precipitation. // D. Reidel Publish. Co., 1978, p. 714.
9. Voloshchuk V.M., Sedunov Y.S. Processy koagulyacii v dispersnyx sistemax. L. : Gidrometeoizdat, 1975. 320 p.
10. Kessler E. On the distribution and continuity of water substance in at mospheric circulations. // Amer. Meteor.Soc. Meteor. Monograph, 1969, vol. 10, N 32, p. 84.
11. Shishkin N.S. Oblaka, osadki i grozovoe electrichestvo. L. : Gidrometeoizdat, 1964. 351 p.
12. Kessler E. On the distribution and continuity of water substance in atmospheric circulations // Met. Monogr., 1969, v.10, № 32, pp.84.
13. Aliyev B.K., Naimanova A., Smagulov S.S. Chislennoe issledovanie "rotornyx" oblakov i osadkov // Vychislitelnye tehnologii, Novosibirsk, 2003, №1, s.24-36.
14. Kessler E. On the distribution and continuity of water substance in atmospheric circulations // Met. Monogr., 1969, v.10, № 32, pp.84.
15. Liu J.Y., Orville H.D. Numerical Modeling of precipitation and Cloud Shadow Effect on Mountain Induced Cumuli. // Journal of the Atmospheric Sciences, 1969, v.26, №6, pp.1283-1298.

16. Orville H.D. A numerical study of the initiation of cumulus clouds over mountainous terrain // Journal of the Atmospheric Sciences, 1965, v.22, №6, pp.684-699.

Маусумбекова С.Д., Муканова Б.Г.

**Бұлт түзілу моделі негізінде газ қоспасы динамикасына арналған сызықсыз кері есеп**

**Түйіндеме.** Кері есептерді шешудің мақсаты қандай да бір қосымша ақпараттың негізінде сызықсыздық параметрлерін қалпына келтіру болып табылады. Белгісіздер болып гидродинамика теңдеулерінің оң жағындағы сызықсыздық параметрлері табылады. Біз ұсынған әдіс бұлт түзілу модельдері негізінде газ қоспалары динамикасының моделі үшін сызықсыз кері есеп мысалында баяндалған. Сандық тәжірибелер негізінде бұлт түзілетін аймақтың орта бөлігіндегі бұлт сулылығы мен жауын-шашын сулылығының мәндері сызықсыздық параметрлерін қалпына келтіру үшін сезгіш болатыны анықталды. Ұсынылған алгоритмді тасымалдау және диффузия процестері үшін кері есептермен моделденетін технологиялық және табиғи процестерде интерпретациялау үшін қолдануға болады.

**Кілттік сөздер:** сызықты емес кері есеп, қалпына келтіру параметрлері, газ қоспасы, бұлт түзілу, сандық шешім.

Mausumbekova S.D., Mukanova B.G.

**Nonlinear inverse problem for the dynamics of gas mixture based on the model of cloud formation**

**Summary.** The solving of the inverse problem is to restore the nonlinearity parameters based on some additional information. The unknowns are the parameters of the nonlinearity in the right-hand sides of equations of hydrodynamics. Our method is presented as an example of a nonlinear inverse dynamics model for gas mixture based on models of cloud formation. On the basis of systematic numerical experiments, it was found that value of cloud water content and water content of precipitation in the middle of the field of clouds are the sensitive characteristics for restore of nonlinearity parameters. The developed algorithms can be used to interpretation the measured data in technological and natural processes, simulated by inverse problems for processes with transport and diffusion with nonlinear sources, depending on the final set of parameters.

**Key words:** nonlinear inverse problem, the repair option, gas mixture, cloud formation, the numerical solution.

УДК 521.1+531.011

**М.Дж. Минглибаев, Т.М. Жумабек**

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, Республика Казахстан, [minglibayev@mail.ru](mailto:minglibayev@mail.ru))

## **НОВЫЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ В СПЕЦИАЛЬНОЙ НЕИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ**

**Аннотация.** Аналитически исследована пространственная классическая задача трех тел теоретической и небесной механики. Тела рассматриваются как материальные точки. Предложен новый метод исследования задачи трех тел, с учетом специфику силы ньютоновской гравитации. Введена новая специальная неинерциальная центральная система координат с началом в центре сил задачи трех тел. Начало этой неинерциальной системы координат в общем случае подвижная, и его движения в абсолютной системе координат не известна. Однако в выведенные уравнения движения в новой неинерциальной системе координат неизвестные величины – координаты центра сил не входят. Получены новые базовые уравнения движения задачи трех тел и аналитические выражения характеризующие центр сил в специальной неинерциальной центральной системе координат. После того, как находится решения уравнения движения в новой неинерциальной системе координат, координаты центра сил в абсолютной системе координат определяется просто. Исходя из базовых уравнений, выведены различные оригинальные виды уравнения движения. Новые уравнения движения удобны для изучения частных решений. Получены известные решения Лагранжа в виде равностороннего треугольника и новые решения в виде равнобедренного треугольника.

**Ключевые слова:** задача трех тел, неинерциальная система координат, точные частные решения.

**1. Введение.** В реальных космических системах часто доминирующая сила это ньютоновская сила притяжения. Динамическая эволюция таких систем, в основном, определяется гравитационным взаимодействием тел, входящих в систему [1-3]. В свою очередь ньютоновская сила взаимодействия зависит от массы тел и от расстояний между ним. Это характерное свойство ньютоновской силы взаимодействия, которое дает возможность выделить гравитирующие системы от всех других динамических систем и создать для них специальные методы исследования.

В настоящей работе предлагается новый метод исследования трех гравитирующих сферических тел – классическую проблему трех тел. На основе предложенного метода получены новые базовые дифференциальные уравнения проблемы трех тел в специальной неинерциальной центральной прямоугольной системе координат. Из этих базовых уравнений найдены различные оригинальные дифференциальные уравнения движения классической задачи трех тел. Они удобные для установления частных решений.

**2. Уравнения движения в абсолютной системе координат. Постановка задачи.** Простейшая модель реальных небесных тел – это сферическое тело, гравитационная сила которого во внешней области моделируется гравитационной силой материальной точки, находящейся в центре этой сферы с соответствующей массой. Рассмотрим три сферические тела с постоянными массами  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$  взаимогравитирующие по закону Ньютона, что приводит нас к классической задаче трех тел-точек с постоянными массами. Уравнения движения в абсолютной прямоугольной системе координат имеют известный вид.

$$m_i \ddot{\vec{R}}_i^* = \vec{F}_i^*, \quad \vec{F}_i^* = \text{grad}_{\vec{R}_i^*} U, \quad (2.1)$$

$$U = f \left( \frac{m_1 m_2}{R_{12}^*} + \frac{m_1 m_3}{R_{13}^*} + \frac{m_2 m_3}{R_{23}^*} \right), \quad (2.2)$$

$$R_{ij}^* = \left( (X_j^* - X_i^*)^2 + (Y_j^* - Y_i^*)^2 + (Z_j^* - Z_i^*)^2 \right)^{1/2}, \quad (2.3)$$

где  $\vec{R}_i^* = \vec{R}_i^*(X_i^*, Y_i^*, Z_i^*)$  - радиус-векторы,  $\vec{R}_{ij}^*$  – взаимное расстояние между тел в абсолютной системе координат,  $f$  – гравитационная постоянная. Рассматриваемая система имеет десять классических интегралов, а так же известно два точных треугольных решения Лагранжа и три прямолинейных решения Эйлера при произвольных значениях масс [3.4]. Нам в дальнейшем нужно следующее хорошо известное соотношение

$$m_1 \vec{R}_1^* + m_2 \vec{R}_2^* + m_3 \vec{R}_3^* = \vec{a}^* t + \vec{b}^*, \quad (2.4)$$

где  $\vec{a}^*$ ,  $\vec{b}^*$  – постоянные величины. Требуется найти более удобные уравнения для исследования частных точных решений системы дифференциальных уравнений (2.1) и отыскать их.

### 3. Специальная неинерциальная центральная система координат.

**3.1. Центр сил в задаче трех тел.** В рассматриваемой задаче трех тел известно, что все три силы  $\vec{F}_1^*$ ,  $\vec{F}_2^*$  и  $\vec{F}_3^*$  пересекаются в одной точке, так называемой в центре сил [5], которая подвижная в абсолютной системе координат. В абсолютной системе координат движение этой точки – центра сил неизвестно.

Однако, можно перейти к неинерциальной системе координат с началом в этой точке – в центре сил. Как увидим далее, в уравнении движения в новой неинерциальной системе координат, неизвестные величины – координаты центра сил не входит. После того, как находим решения уравнения движения в новой неинерциальной системе координат, координаты центра сил в абсолютной системе координат определяются просто. Аналогичный прием был использован нами [6] в исследовании задачи  $n(n \geq 3)$  – тел с переменными массами изменяющимися изотропно в различных темпах при переходе к неизвестной барицентрической системе координат.

**3.2. Базовые уравнения движения. Постановка задачи в специальной центральной системе координат.** Введем специальную неинерциальную прямоугольную систему координат с началом в центре сил задачи трех тел с массами  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$  в точке  $G$  [7]. Пусть оси введенной

специальной системы координат  $Gxyz$  параллельные соответствующим осям абсолютной системы координат  $OX^*Y^*Z^*$ . Формулы преобразования имеют вид

$$\vec{R}_i^* = \vec{R} + \vec{r}_i, \quad (3.1)$$

где  $\vec{R} = \vec{R}(X, Y, Z)$  – радиус вектор центра сил,  $\vec{r}_i(x_i, y_i, z_i)$  – радиус векторы тел в специальной системе координат. Из (2.1) и (3.1) получим

$$\ddot{\vec{r}}_i - \vec{F}_i = -\ddot{\vec{R}}, \quad i = 1, 2, 3, \quad (3.2)$$

$$\vec{F}_1 = f\left(m_2 \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta_{12}^3} + m_3 \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_1}{\Delta_{13}^3}\right) = \frac{\vec{F}_1^*}{m_1}, \quad \vec{F}_2 = f\left(m_1 \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_2}{\Delta_{21}^3} + m_3 \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_2}{\Delta_{23}^3}\right) = \frac{\vec{F}_2^*}{m_2},$$

$$\vec{F}_3 = f\left(m_1 \frac{\vec{r}_1 - \vec{r}_3}{\Delta_{31}^3} + m_2 \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_3}{\Delta_{32}^3}\right) = \frac{\vec{F}_3^*}{m_3}, \quad (3.3)$$

где  $\Delta_{ij}$  – расстояние между телами. Соотношение (2.4) преобразуются к виду

$$m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + m_3 \vec{r}_3 = \vec{a}^* t + \vec{b}^*, \quad M = m_1 + m_2 + m_3. \quad (3.4)$$

Исходя из соотношений (3.2), уравнение движения задачи трех тел в специальной неинерциальной центральной системе координат напомним в следующем виде

$$\ddot{\vec{r}}_1 - \vec{F}_1 = \ddot{\vec{r}}_2 - \vec{F}_2, \quad \ddot{\vec{r}}_2 - \vec{F}_2 = \ddot{\vec{r}}_3 - \vec{F}_3, \quad \ddot{\vec{r}}_3 - \vec{F}_3 = \ddot{\vec{r}}_1 - \vec{F}_1. \quad (3.5)$$

Эти уравнения движения задачи трех тел в специальной неинерциальной центральной системе координат назовем базовыми. Из них можно получить различные другие уравнения, удобные для исследования частных решений. Очевидно, что из этих трех уравнений независимые только два. Главное достоинство полученных уравнений движения (3.5) состоит в том, что в них отсутствует  $\vec{R}$  – неизвестная величина – радиус-вектор центра сил. После того, как из базовых уравнений движения определены  $\vec{r}_1, \vec{r}_2, \vec{r}_3$  величина  $\vec{R}$  легко определяется из формулы (3.4)

$$M\vec{R} = \vec{a}^* t + \vec{b}^* - (m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + m_3 \vec{r}_3). \quad (3.6)$$

Требуется найти строгие точные решения системы дифференциальных уравнений (3.5) в специальной неинерциальной центральной системе координат.

Сначала установим некоторые аналитические выражения, характеризующие центр сил в специальной неинерциальной центральной системе координат.

#### 4. Инварианты центра сил в специальной неинерциальной центральной системе координат.

**4.1. Первая форма инвариантов центра сил.** Каждая сила  $\vec{R}_i$ , действующая на соответствующее тело  $m_i$ , направлена к центру сил. Так как центр сил есть начало специальной системы координат, то векторы  $\vec{F}_i$  и  $\vec{r}_i$  лежат на одной и той же прямой, но направлены в противоположную сторону. Следовательно, в силу выбранной специальной системы координат можно написать

$$\vec{F}_i = -F_i \cdot \vec{e}_i, \quad \vec{e}_i = \vec{r}_i / r_i. \quad (4.1)$$

Отсюда следует

$$\vec{F}_1 \times \vec{r}_1 = f\left(m_2 \frac{\vec{r}_2 \times \vec{r}_1}{\Delta_{12}^3} + m_3 \frac{\vec{r}_3 \times \vec{r}_1}{\Delta_{13}^3}\right) = 0, \quad \vec{F}_2 \times \vec{r}_2 = f\left(m_1 \frac{\vec{r}_1 \times \vec{r}_2}{\Delta_{21}^3} + m_3 \frac{\vec{r}_3 \times \vec{r}_2}{\Delta_{23}^3}\right) = 0,$$

$$\vec{F}_3 \times \vec{r}_3 = f \left( m_1 \frac{\vec{r}_1 \times \vec{r}_3}{\Delta_{31}^3} + m_3 \frac{\vec{r}_2 \times \vec{r}_3}{\Delta_{32}^3} \right) = 0. \quad (4.2)$$

Обозначим

$$\vec{r}_2 \times \vec{r}_1 = r_2 r_1 \cdot (\vec{e}_2 \times \vec{e}_1) \cdot \sin \alpha, \quad \vec{r}_3 \times \vec{r}_1 = r_3 r_1 \cdot (\vec{e}_3 \times \vec{e}_1) \cdot \sin \gamma, \quad (4.3)$$

$$\vec{r}_1 \times \vec{r}_2 = r_1 r_2 \cdot (\vec{e}_1 \times \vec{e}_2) \cdot \sin \alpha, \quad \vec{r}_3 \times \vec{r}_2 = r_3 r_2 \cdot (\vec{e}_3 \times \vec{e}_2) \cdot \sin \beta, \quad (4.4)$$

$$\vec{r}_1 \times \vec{r}_3 = r_1 r_3 \cdot (\vec{e}_1 \times \vec{e}_3) \cdot \sin \gamma, \quad \vec{r}_2 \times \vec{r}_3 = r_2 r_3 \cdot (\vec{e}_2 \times \vec{e}_3) \cdot \sin \beta, \quad (4.5)$$

где  $\alpha$  – угол между  $\vec{r}_1$  и  $\vec{r}_2$ ,  $\beta$  – угол между  $\vec{r}_2$  и  $\vec{r}_3$ ,  $\gamma$  – угол между  $\vec{r}_3$  и  $\vec{r}_1$ , причем

$$0^\circ < \alpha < 180^\circ, \quad 0^\circ < \beta < 180^\circ, \quad 0^\circ < \gamma < 180^\circ, \quad (4.6)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 2\pi = 360^\circ, \quad \alpha + \gamma = 2\pi - \beta, \quad \sin(\alpha + \gamma) = -\sin \beta. \quad (4.7)$$

Т.е. три тела все время образуют треугольник площадь, отличную от нуля.

Тогда из уравнении (4.2)-(4.5) получим аналитические выражения характеризующие свойства центра сил в виде

$$\frac{m_2}{\Delta_{12}^3} r_2 \sin \alpha = \frac{m_3}{\Delta_{13}^3} r_3 \sin \gamma, \quad \frac{m_1}{\Delta_{21}^3} r_1 \sin \alpha = \frac{m_3}{\Delta_{23}^3} r_3 \sin \beta, \quad \frac{m_1}{\Delta_{31}^3} r_1 \sin \gamma = \frac{m_2}{\Delta_{32}^3} r_2 \sin \beta. \quad (4.8)$$

Естественно, что из последних трех равенств независимые только два. Полученные три соотношения назовем инвариантами центра сил в первой форме. Они удобны для исследования задачи в специальной полярной, в специальной цилиндрической и в специальной сферической системах координат.

**4.2. Вторая форма инварианта центра сил.** Для радиус-векторов  $\vec{r}_i$  в специальной системе координат, как три вектора, лежащие на одной плоскости треугольника (в общем случае плоскость треугольника подвижная) и исходящие от одной точки – от начала координат, по правилу параллелограмма получим

$$-\vec{r}_1 = \sigma_2 \vec{r}_2 + \sigma_3 \vec{r}_3, \quad (4.9)$$

где

$$\sigma_2 = -\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\beta + \gamma)} = +\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \beta}, \quad \sigma_3 = -\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \gamma)} = +\frac{r_1}{r_3} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (4.10)$$

Окончательно можно написать равенство (4.9) в виде

$$\sin \beta \frac{\vec{r}_1}{r_1} + \sin \gamma \frac{\vec{r}_2}{r_2} + \sin \alpha \frac{\vec{r}_3}{r_3} = 0. \quad (4.11)$$

Учитывая (4.8) соотношение (4.9), можно написать в другом виде

$$\vec{r}_1 = -\frac{m_2 \Delta_{31}^3}{m_1 \Delta_{32}^3} \vec{r}_2 - \frac{m_3 \Delta_{21}^3}{m_1 \Delta_{23}^3} \vec{r}_3. \quad (4.12)$$

Последнее равенство перепишем в виде

$$m_1 \Delta_{32}^3 \vec{r}_1 + m_2 \Delta_{31}^3 \vec{r}_2 + m_3 \Delta_{21}^3 \vec{r}_3 = 0. \quad (4.13)$$

Соотношение (4.13) назовем инвариантом центра сил во второй форме в специальной неинерциальной системе координат.

**5. Другие формы уравнения движения в системе неинерциальной центральной системе координат.**

Используя инварианта центра сил во второй форме (4.13), аналитические выражения сил (3.3) в специальной системе координат, можно написать в следующем виде

$$\vec{F}_1 = -f \frac{Q}{\Delta_{12}^3 \Delta_{13}^3} \vec{r}_1, \quad \vec{F}_2 = -f \frac{Q}{\Delta_{21}^3 \Delta_{23}^3} \vec{r}_2, \quad \vec{F}_3 = -f \frac{Q}{\Delta_{31}^3 \Delta_{32}^3} \vec{r}_3, \quad (5.1)$$

$$Q = m_1 \Delta_{32}^3 + m_2 \Delta_{13}^3 + m_3 \Delta_{12}^3. \quad (5.2)$$

Учитывая (5.1), из базовых уравнений (3.5) получим новую форму уравнения движения

$$\begin{aligned} \ddot{\vec{r}}_1 + f \frac{Q}{\Delta_{12}^3 \Delta_{13}^3} \vec{r}_1 &= \ddot{\vec{r}}_2 + f \frac{Q}{\Delta_{21}^3 \Delta_{23}^3} \vec{r}_2, \quad \ddot{\vec{r}}_2 + f \frac{Q}{\Delta_{21}^3 \Delta_{23}^3} \vec{r}_2 = \ddot{\vec{r}}_3 + f \frac{Q}{\Delta_{31}^3 \Delta_{32}^3} \vec{r}_3, \\ \ddot{\vec{r}}_3 + f \frac{Q}{\Delta_{31}^3 \Delta_{32}^3} \vec{r}_3 &= \ddot{\vec{r}}_1 + f \frac{Q}{\Delta_{12}^3 \Delta_{13}^3} \vec{r}_1. \end{aligned} \quad (5.3)$$

Из базовых уравнений движения (3.5) также получим уравнение движения в форме уравнений Лагранжа [5]

$$\frac{d^2}{dt^2} (\vec{r}_2 - \vec{r}_1) = -f (m_1 + m_2) \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta_{12}^3} + \vec{W}_{12}, \quad (5.4)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} (\vec{r}_3 - \vec{r}_1) = -f (m_3 + m_1) \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_1}{\Delta_{13}^3} + \vec{W}_{13}, \quad (5.5)$$

$$\vec{W}_{12} = fm_3 \left( \frac{\vec{r}_3}{\Delta_{23}^3} - \frac{\vec{r}_3}{\Delta_{13}^3} - \frac{\vec{r}_2}{\Delta_{23}^3} + \frac{\vec{r}_1}{\Delta_{13}^3} \right), \quad (5.6)$$

$$\vec{W}_{13} = fm_2 \left( -\frac{\vec{r}_2}{\Delta_{12}^3} + \frac{\vec{r}_2}{\Delta_{32}^3} + \frac{\vec{r}_1}{\Delta_{12}^3} - \frac{\vec{r}_3}{\Delta_{32}^3} \right). \quad (5.7)$$

Полученные уравнения движения удобные для исследования частных решений в специальной неинерциальной центральной системе координат.

**6. Решения в виде треугольника**

**6.1. Решение Лагранжа в виде равностороннего треугольника.**

Пусть

$$\Delta_{12} = \Delta_{32} = \Delta_{13} = \Delta_L. \quad (6.1)$$

Тогда из уравнений (5.4)-(5.7) получим

$$\frac{d^2}{dt^2} (\vec{r}_2 - \vec{r}_1) = -f (m_1 + m_2 + m_3) \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta_L^3}, \quad \frac{d^2}{dt^2} (\vec{r}_3 - \vec{r}_1) = -f (m_3 + m_1 + m_2) \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_1}{\Delta_L^3}. \quad (6.2)$$

Это хорошо известные классические уравнения, определяющие Лагранжевы равносторонние треугольные решения [3,4]. В этом случае инварианты центра сил (4.13) превращается в инварианты центра масс

$$m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + m_3 \vec{r}_3 = 0, \quad (6.3)$$

соответственно специальная система координат превращается в барицентрическую систему координат



$$M\vec{R} = \vec{a}^* t + \vec{b}^* - (m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + m_3\vec{r}_3) = \vec{a}^* t + \vec{b}^*. \quad (6.4)$$

**6.2. Решение в виде равнобедренного треугольника.** Преобразуем соотношения (5.6), (5.7) используя инварианты центра сил во второй форме (4.13). После вычислений имеем

$$\vec{W}_{12} = fm_3 \left\{ -\vec{r}_1 \left[ \left( \frac{1}{\Delta_{23}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right) \frac{m_1\Delta_{23}^3}{m_3\Delta_{21}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right] + \vec{r}_2 \left[ \left( \frac{1}{\Delta_{23}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right) \frac{m_2\Delta_{13}^3}{m_3\Delta_{12}^3} - \frac{1}{\Delta_{23}^3} \right] \right\}, \quad (6.5)$$

$$\vec{W}_{13} = fm_2 \left\{ \vec{r}_3 \left[ \left( -\frac{1}{\Delta_{12}^3} + \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right) \frac{m_3\Delta_{12}^3}{m_2\Delta_{13}^3} - \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right] + (-\vec{r}_1) \left[ -\left( \frac{1}{\Delta_{12}^3} - \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right) \frac{m_1\Delta_{32}^3}{m_2\Delta_{31}^3} - \frac{1}{\Delta_{12}^3} \right] \right\}. \quad (6.6)$$

В формулах (6.5), (6.6) потребуем выполнения условий

$$\left[ \left( \frac{1}{\Delta_{23}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right) \frac{m_1\Delta_{23}^3}{m_3\Delta_{21}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right] = \left[ -\left( \frac{1}{\Delta_{23}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right) \frac{m_2\Delta_{13}^3}{m_3\Delta_{12}^3} - \frac{1}{\Delta_{23}^3} \right], \quad (6.7)$$

$$\left[ \left( -\frac{1}{\Delta_{12}^3} + \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right) \frac{m_3\Delta_{12}^3}{m_2\Delta_{13}^3} - \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right] = \left[ \left( -\frac{1}{\Delta_{12}^3} + \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right) \frac{m_1\Delta_{32}^3}{m_3\Delta_{31}^3} - \frac{1}{\Delta_{12}^3} \right]. \quad (6.8)$$

Тогда соотношения (6.5), (6.6) можно написать в виде

$$\vec{W}_{12} = fm_3 \{ \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \} \left[ \left( \frac{1}{\Delta_{23}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right) \frac{m_1\Delta_{23}^3}{m_3\Delta_{21}^3} - \frac{1}{\Delta_{13}^3} \right], \quad (6.9)$$

$$\vec{W}_{13} = fm_2 \{ \vec{r}_3 - \vec{r}_1 \} \left[ \left( -\frac{1}{\Delta_{12}^3} + \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right) \frac{m_3\Delta_{12}^3}{m_2\Delta_{13}^3} - \frac{1}{\Delta_{32}^3} \right]. \quad (6.10)$$

Очевидно условие (6.7) выполнимо, если

$$\Delta_{13} = \Delta_{23} = \Delta, \quad (6.11)$$

то есть треугольник образованный тремя телами равнобедренный.

С учетом (6.11) выражения (6.9) имеет вид

$$\vec{W}_{12} = -fm_3 \{ \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \} \frac{1}{\Delta^3}, \quad (6.12)$$

С учетом равенства (6.11) соотношение (6.8) приводится к виду

$$\left( -\frac{1}{\Delta_{12}^3} + \frac{1}{\Delta^3} \right) \left\{ \frac{m_3\Delta_{12}^3}{m_3\Delta^3} - \frac{m_1}{m_2} \right\} = -\frac{1}{\Delta_{12}^3} + \frac{1}{\Delta^3}. \quad (6.13)$$

Пусть  $\Delta_{12} \neq \Delta$  (в противном случае снова имеем равностороннее решение Лагранжа), тогда из последнего равенства следует

$$\frac{m_3\Delta_{12}^3}{m_2\Delta^3} - \frac{m_1}{m_2} = 1. \quad (6.14)$$

Следовательно, получим

$$\frac{\Delta_{12}^3}{\Delta^3} = \frac{m_1 + m_2}{m_3}. \quad (6.15)$$

Учитывая соотношения (6.11) и (6.15), выражение (6.10) приводится к виду

$$\vec{W}_{13} = f \{ \vec{r}_3 - \vec{r}_1 \} \left[ \frac{m_1 - m_3}{\Delta^3} \right]. \quad (6.16)$$

Далее, учитывая (6.15), перепишем (6.12) в виде

$$\vec{W}_{12} = -f(m_1 + m_2) \{ \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \} \frac{1}{\Delta_{12}^3}. \quad (6.17)$$

Таким образом, при выполнении условий (6.11) и (6.15) соотношения (6.5), (6.6) окончательно имеет вид

$$\vec{W}_{13} = -f \{ \vec{r}_3 - \vec{r}_1 \} \left[ \frac{m_3 - m_1}{\Delta_{13}^3} \right], \quad \vec{W}_{12} = -f \{ \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \} \left[ \frac{m_1 + m_2}{\Delta_{12}^3} \right]. \quad (6.18)$$

Поэтому исходные уравнения движения (5.4), (5.5) имеет вид

$$\frac{d^2}{dt^2} (\vec{r}_2 - \vec{r}_1) = -2f(m_1 + m_2) \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{\Delta_{12}^3}, \quad (6.19)$$

$$\frac{d^2}{dt^2} (\vec{r}_3 - \vec{r}_1) = -2fm_3 \frac{\vec{r}_3 - \vec{r}_1}{\Delta_{13}^3}. \quad (6.20)$$

Решения последних уравнений есть хорошо известные конические сечения, орбиты плоские, которые определяют новые равнобедренные решения задачи трех тел в специальной неинерциальной системе координат. При этом, в общем случае, в отличие от известных равнобедренных решения [1], массы у основания равнобедренного треугольника не равны между собой.

Инвариант (4.15) центра сил в специальной системе координат, в этом частном случае (6.11), (6.15) имеет вид

$$m_1 \vec{r} + m_1 \vec{r}_2 + (m_1 + m_2) \vec{r}_3 = 0, \quad (6.21)$$

где в общем случае  $m_1 + m_2 \neq m_3$ . В найденных решениях в виде равнобедренного треугольника, согласно неравенству треугольника  $2\Delta > \Delta_{12}$ . Следовательно, из (6.15) получим

$$8m_3 > (m_1 + m_2). \quad (6.22)$$

**Заключение.** В работе с использованием введенной специальной неинерциальной центральной системы координат с началом в центре сил исследована пространственная задача трех тел. Используя геометрические свойства треугольника образованного тремя телами, найдены новые базовые уравнения движения и инварианты центра сил. Исходя из этих уравнений получены другие оригинальные уравнения движения задачи трех тел в специальной неинерциальной центральной системе координат, которых можно эффективно использовать в исследовании точных частных решений этой задачи. Получены точные частные решения – известные треугольные решения Лагранжа и новые решения в виде равнобедренного треугольника. В решениях в виде равнобедренного треугольника, в отличии от известных равнобедренных решений массы у основания равнобедренного треугольника, в общем случае, не равны между собой и удовлетворяет условию  $8m_3 > (m_1 + m_2)$ . Этот метод может быть обобщен на случае задачи  $n(n > 3)$  тел, а также на случай изотропной переменности масс самих тел, что является предметом дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Аналитические и качественные методы. – 2-е изд. – М.: Наука, 1978. – 456 с.
2. Гребеников Е.А. Математические проблемы гомографической динамики. – М.: МАКС Пресс, 2010. – 256 с.
3. Голубев В.В., Гребеников Е.А. Проблема трех тел в небесной механике. – М.: изд. МГУ, 1985. – 240 с.
4. Маршал К. Задача трех тел. – Москва – Ижевск: Инст. комп. иссл., 2004. – 640 с.
5. Уинтнер А. Аналитические основы небесной механики. – М.: Наука, 1967. – 524 с.
6. Минглибаев М.Дж. Динамика гравитирующих тел с переменными массами и размерами. Поступательное и поступательно-вращательное движение. – Германия, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 224 с.
7. Минглибаев М.Дж., Жумабек Т.М. К классической задаче трех тел. // II-международная научно-практическая конференция посвященная 80-летию академика НАН РК Айтиалиева Ш.М.: Проблемы механики и строительства транспортных сооружений / Труды. – Алматы, KazATK, 2015. – С. 456-458.

REFERENCES

1. Duboshin G.N. Nebesnaya mekhanika. Analiticheskie i kachestvennye metody. – 2-e izd. – М.: Nauka, 1978. – 456 s.
2. Grebenikov E.A. Matematicheskie problemy gomograficheskoy dinamiki. – М.: MAKS Press, 2010. – 256 s.
3. Golubev V.V., Grebenikov E.A. Problema trekh tel v nebesnoy mekhanike. – М.: izd. MGU, 1985. – 240 s.
4. Marshal K. Zadacha trekh tel. – Moskva – Izhevsk: Inst. komp. issl., 2004. – 640 s.
5. Wintner A. Analiticheskie osnovy nebesnoy mekhaniki. – М.: Nauka, 1967. – 524 s.
6. Minglibayev M.Dzh. Dinamika gravitiruyushchikh tel s peremennymi massami i razmerami. Postupatel'noe i postupatel'no-vrashchatel'noe dvizhenie. – Germaniya, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 224 s.
7. Minglibayev M.Dzh., Zhumabek T.M. K klassicheskoy zadache trekh tel. // II-mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya posveshchennaya 80-letiyu akademika NAN RK Aitalieva Sh.M.: Problemy mekhaniki i stroitel'stva transportnykh sooruzhniy / Trudy. – Almaty, KazATK, 2015. – S. 456-458.

Минглибаев М. Ж., Жумабек Т. М.

**Классикалық үш дене мәселесінің арнайы инерциалды емес координаталар жүйесіндегі жаңа қозғалыс теңдеулері**

**Түйіндеме.** Теориялық және аспан механикасының кеңістіктегі классикалық үш дене мәселесі аналитикалық түрде зерттелінді. Денелер материалдық нүктелер ретінде қарастырылады. Ньютондық гравитацияның қасиеттерін ескере отыра үш дене мәселесін зерттеудің жаңа тәсілі ұсынылды. Үш дене мәселесінің бас нүктесі күштер центрінде орналасқан жаңа арнайы инерциалды емес централды координат жүйесі енгізілді. Жалпы жағдайда инерциалды емес координата жүйесінің бас нүктесі қозғалмалы және бас нүктенің қозғалысы абсолют координата жүйесінде белгісіз. Бірақ жаңа инерциалды емес координата жүйесінде алынған теңдеулерде белгісіз шамалар – күштер центрінің координаталары кірмейді. Үш дене мәселесінің жаңа іргелі теңдеулері алынды және күштер центрін арнайы инерциалды емес централды координата жүйесіндегі аналитикалық өрнегі алынды. Қозғалыс теңдеулерінің жаңа инерциалды емес координаталар жүйесіндегі шешімі табылғаннан кейін күштер центрінің абсолют координата жүйесіндегі координатасы оңай табылады. Іргелі теңдеулерге негізделі отыра, әртүрлі жаңа нұсқалы түрдегі қозғалыс теңдеулері алынды. Жаңа қозғалыс теңдеулері дербес шешімдерді зерттеуге ыңғайлы. Теңқабырғалы үшбұрыш түріндегі әйгілі Лагранж шешімдері және теңбүйірлі үшбұрыш түріндегі шешімдері алынды.

**Түйін сөздер:** үш дене мәселесі, инерциалды емес координаталар жүйесі, нақты дербес шешімдері.

Minglibayev M. Zh., Zhumabek T. M.

**New equations of motion of classical three-body problem in a special non-inertial coordinate system**

**Summary.** The classical spatial three-body problem of celestial and theoretical mechanics is studied analytically. Bodies considered as material points. Taking into account specific features of Newtonian gravitation, new method of the three-body problem research proposed. New special non-inertial central coordinate system for the three-body problem with onset point on center of forces introduced. In general, the onset point of the non-inertial central coordinate system is moveable and its motion in absolute coordinate system is unknown. However, obtained equations of motion in new non-inertial coordinate system do not contain unknown quantity – forces center coordinates. Obtained new basic motion equations of the three-body problem and derived analytical expressions describing center of forces in special non-inertial central coordinate system. After finding out solutions of motion equations in new non-inertial coordinate system, it is easy to determine forces center coordinate in absolute coordinate system. Based on basic equations, various original kinds of motion equations were obtained. New motion equations are convenient to study particular solutions. Famous Lagrange solutions in the form of an equilateral triangle and new solutions in the form of isosceles triangle obtained.

**Key words:** three-body problem, non-inertial coordinate system, exact particular solutions.

К.Н. Сагалова, Г.С. Набиева

(Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы, [kymbat-1991@mail.ru](mailto:kymbat-1991@mail.ru))

**АҚПАРАТТАРДЫҢ ТҰТАСТЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН МОДЕЛЬ**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада ақпараттың тұтастығын қамтамасыз ету моделі қарастырылған. Қойылған тапсырма матрицалар теориясына жатады. Қатынау матрицасында бақылау соммасы әдісі қолданылады. Бұл модельді ақпараттық жүйелерде ақпараттың тұтастығын қамтамасыз ету барысында қолдану өте тиімді нәтиже береді.

**Түйін сөздер:** қатынау матрицасы, ақпараттардың тұтастығын, бақылау соммасы.

Қатынау матрицасы- матрицаның бағаны жүйенің объектісі, ал жолы жүйенің субъектісі ретінде көрсетіледі. Матрицаның бағаны мен жолының қиылысуында объектіге субъектінің рұқсат етілген қатынау түрі көрсетіледі. Файлдармен жұмыс кезінде объектіге субъектінің қатынауының келесі түрлерімен ерекшеленеді: «оқу үшін қатынау», «жазу үшін қатынау», «орындау үшін қатынау» және т.б. Мәліметтер қорымен жұмыс істеу кезінде келесі артықшылықтардың түрлері қолданылады: өріс таңдау, жазбаларды қою, жою, өзгерту және т.б. Қатынау матрицасы- қатынауды басқару жүйесін жобалауда ең қарапайым тәсілі болып табылады. Бұл матрицаның үлкен иілгіштілігі, қарапайымдылығы және әмбебаптылығы қорғау механизмін жобалауында кең қолдануды қамтамасыз етті [1-5].

(mхn) өлшемді матрица берілсін.

	Object_1	Object_2	...	Object_j	...	Object_n	Бақылау соммасының бағаны
Subject_1	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	...	X <sub>1j</sub>	...	X <sub>1n</sub>	X <sub>1,n+1</sub>
Subject_2	X <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	...	X <sub>2j</sub>	...	X <sub>2n</sub>	X <sub>2,n+1</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...
Subject_i	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	...	X <sub>ij</sub>	...	X <sub>in</sub>	X <sub>i,n+1</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...
Subject_m	X <sub>m1</sub>	X <sub>m2</sub>	...	X <sub>mi</sub>	...	X <sub>mn</sub>	X <sub>m,n+1</sub>
Бақылау соммасының жолы	X <sub>m+1,1</sub>	X <sub>m+1,2</sub>	...	X <sub>m+1,j</sub>	...	X <sub>m+1,n</sub>	X <sub>m+1,n+1</sub>

мұнда X<sub>ij</sub> (i = 1, m, j = 1, n) әрбір элементі 1 байтты ұзындығы бар код белгісі түрінде көрсетілген. 1 байт ұзындығы бар код белгісі- белгілер кеңістігін толығымен жабады және жеткілікті болып келеді, яғни, белгілер кеңістігі - 8 биттік байтпен анықталатын кодтар жиынының ішкі жиыны болып табылады.

Қатынау матрицасының өлшемін үлкейткен кезде қатынау элементінің өлшемі 8 еселі биттік байтқа ұлғаяды. Осындай қатынау матрицасының элемент құрылымын таңдауы, қазіргі кездегі барлық жабдықтардың екілік есептеу жүйесіне негізделгенімен түсіндіріледі.

X<sub>ij</sub> (i = 1, m, j = 1, n) кезіндегі кейбір матрицалардағы ақпараттық символдардың өкілеттілігі;

X<sub>ij</sub> (i = m + 1, j = n + 1) кезіндегі келесі теңдеумен анықталатын тексеру символдарының мәні:

$$X_{i,m+1} = \sum_{j=1}^n X_{ij} - i \text{ жолы бойынша бақылау соммасы.} \tag{1.1}$$

$$X_{m+1,j} = \sum_{i=1}^m X_{ij} - j \text{ бағаны бойынша бақылау соммасы.} \tag{1.2}$$

X<sub>ij</sub> элементі екілік тізбек түрінде көрсетіледі. X<sub>m+1,n+1</sub> элементі жалпы бақылау соммасын немесе хэш-мәнін білдіреді:

$$X_{m+1,n+1} = \sum_{i=1}^m X_{i,m+1} = \sum_{j=1}^n X_{m+1,j} \tag{1.3}$$

$X_{ij}(i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$  элементтерінің бұрмалауын анықтау және түзету үшін бақылау қосындылар әдісінің қолдану мүмкіндігін қарастырайық.

$(m \times n)$  өлшемді матрица элементіндегі қате ретінде ұзындығы символ дәрежесіне тең қателер пакеті және көп ретгі қателер ретін қабылдауға болатын символдарды бұрмалауымен түсіндіріледі. Егер әрбір символдарын бұрмалануының қателер көлемі бірдей болса, онда (1.1) және (1.2) қатынастардың әділдіктерін тексеруі- бір жолда немесе бір бағанда орналасқан ақпараттық символдарды бұрмалауында кез келген тақ санды жөндеуге мүмкіндік береді. Егер де көлемдері әр түрлі болса, онда матрица элементтерін бұрмалауында тақ сандармен қоса, жұп сандарды өзгертуге мүмкіндік береді. Бақылау соммасын бит бойынша тексеру символдардың бұрмалануының қате дәрежелерін көрсетуге мүмкіндік береді. Шындығында, символдардың бұрмалануындағы тақ сандар жолда орналасқан болса, онда жұптық тексеру бойынша нәтиже қанағаттандырылмайды, ал бұрмаланған символдар баған бойынша тексергенде нақты көрсетілетін болады. Әрбір символдың қателер көлемінің бірдейлігімен, баған мен жол бойынша символдардың бұрмалауында жұп сандары бар қателерді- табылмағандар деп есептейді.

Кейбір  $i$  жолы үшін (1.1) және (1.2) қатынастары бұзылған деп есептейік, онда

$$X'_{i,m+1} \neq X_{i,m+1}, \quad 1 \leq i \leq m, \quad (1.4)$$

мұнда  $X_{i,m+1} = (p_1, \dots, p_e, \dots, p_8)$  тексерілген символдың  $X'_{i,m+1} = (p'_1, \dots, p'_e, \dots, p'_8)$  өзгерген мәні. Тексерілген символдар басқа жолдар бойынша сәйкес келеді.

(1.4) теңсіздігі  $\exists e$ -нің  $p'_e \neq p_e, 1 \leq e \leq 8$  білдіреді.

Келесі баған бойынша бақылау соммасын тексеру осындай  $j$  шығарады:

$$X'_{m+1,j} \neq X_{m+1,j}, \quad 1 \leq j \leq n, \quad (1.5)$$

мұнда  $X_{m+1,j} = (p_1, \dots, p_t, \dots, p_8)$  тексерілген символдың  $X'_{m+1,j} = (p'_1, \dots, p'_t, \dots, p'_8)$  өзгерген мәні.

(1.5) теңсіздігі  $\exists t$ -нің  $p'_t \neq p_t, 1 \leq t \leq 8$  білдіреді.

Онда  $i$  үшін (1.4) теңсіздігінің орындалуы мен  $j$  үшін (1.5) теңсіздігі орындалуы кезіндегі  $X_{ij}$  ақпараттық символы қате болып табылады.

Қателерді түзету келесідей орындалады:

$$X_{i,j} = X'_{i,j} + \oplus q \quad (1.6)$$

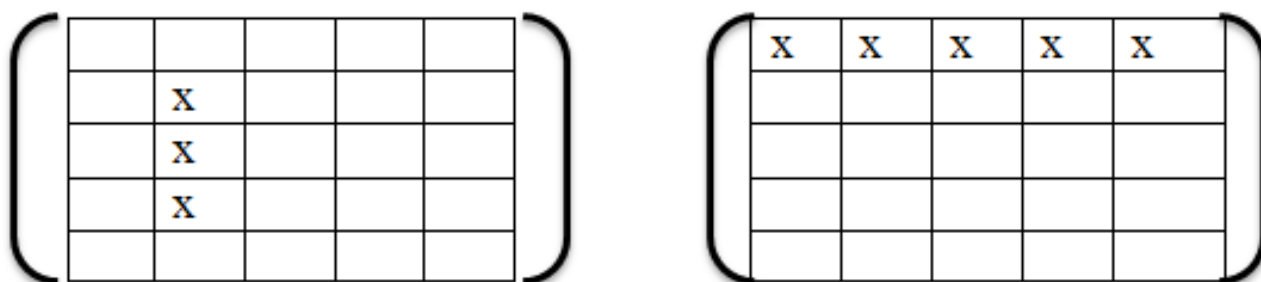
мұнда  $q$ -символдың бұрмалауы кезінде 1 тең, ал басқа жағдайда 0 тең болатын екілік сан (қате символы).

Қате символының бірлік позициясы жоғарыда анықталған  $e, t (1 \leq e, t \leq 8)$  таңдалынады.

Қорытынды. (1.4) мен (1.5) қатынастарының әділеттілігін тексеру және талдауы келесі қорытындыларға алып келеді. Матрица элементтерінде туындайтын барлық бұрмалаулар келесі түрде болуы мүмкін:

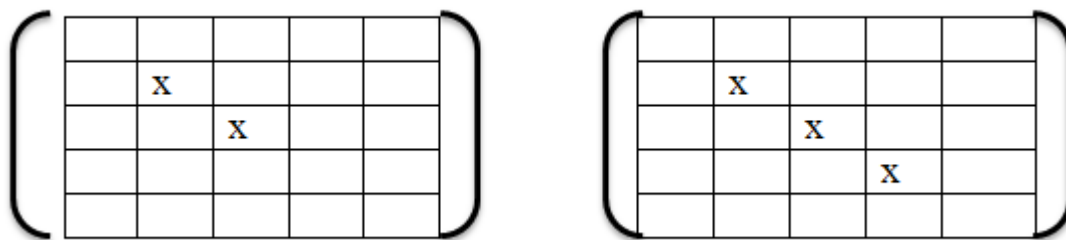
– келесілерді табатын және түзететін

1. Символдық бұрмалаудағы қате көлемі бірдей болатын бір жолдағы немесе бір бағандағы бұрмаланған символдардың тақ сандары сұлбадағыдай орналасқан



1.1-сурет. 1-түрдегі қатені табу және түзету сұлбасы

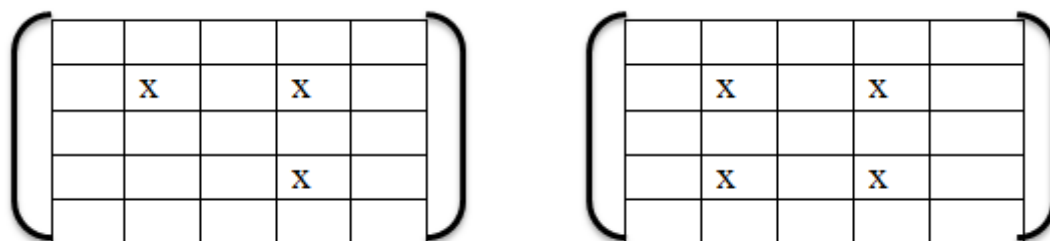
2. Әр түрлі баған мен жолдардағы бұрмаланған символдардың кез келген саны



1.2-сурет. 2-түрдегі қатені табу және түзету сұлбасы

– келесілерді қателерді анықтамайтын және түзетпейтін, бөліктік түзетулер

3. Бірден көп бұрмалау саны



1.3-сурет. Қателерді анықтамайтын және түзетпейтін, бөліктік түзетулер сұлбасы

Ескерту. Егер матрица элементтерін 8 биттік екілік сан ретінде қарастырсақ, онда матрицаның бастапқы элемент дәрежесіне сәйкес келетін әрбір дәреже (XOR) қосу нәтижесі сияқты есептелінетін бақылау соммасы 8 биттік код түрінде көрсетілетін болады.

Мысалдар. Жадыда матрицаның тұтастығын қамтамасыз ету үшін жалпы бақылау соммасы және жол мен баған бойынша бақылау соммасын келешекте салыстыру үшін сақталынады.

$m+1=6$  жолы мен  $n+1=6$  бағаны бар матрицаны қарастырайық. Кейбір матрица уәкілеттілік мәніне сәйкес, оны екілік сөздермен толтырайық. Жол мен баған бойынша бақылау соммасын және жалпы бақылау соммасын есептейік.

00000000	00001111	00110011	01010101	10101010	11000011
01100110	00110101	01001100	00000001	11110000	11101110
00011000	10110010	10110000	11111111	11001010	00101111
01000010	01001001	10000000	11100111	00100100	01001000
10100101	01001000	01110000	01000010	10011001	01000110
10011001	10001001	00111111	00001110	00101101	00001100

Жол мен баған бойынша бақылау соммасын есептеу үшін XOR биттік қосуын қолданамыз, мысалы, бірінші баған үшін:

$$\begin{array}{r}
 00000000 \\
 \oplus 01100110 \\
 \oplus 00011000 \\
 \oplus 01000010 \\
 \oplus 10100101 \\
 \hline
 10011001
 \end{array}$$

Бақылау соммасын есептеп болған соң, матрицаға қосылады және матрицамен бірге сақталынады.

Кезекті тексеруден кейін жалпы бақылау соммасының мәні салыстыруға сақталынған мәнімен сәйкес келмейді деп көрейік:

$$X_{6,6} \neq X'_{6,6}. \text{ Жетінші битте мәндер әр түрлі деп болжайық: } 00001100 \neq 01001100.$$

00000000	00001111	00110011	01010101	10101010	11000011
01100110	01110101	01001100	00000001	11110000	10101110
00011000	10110010	10110000	11111111	11001010	00101111
01000010	01001001	10000000	11100111	00100100	01001000
10100101	01001000	01110000	01000010	10011001	01000110
10011001	11001001	00111111	00001110	00101101	01001100

Кестедегі қате элементті табу керек. Жол мен баған бойынша бақылау соммасын салыстыруға сақталынған бастапқы мәнімен салыстырамыз. Барлық мәндерді тексеру кезінде екінші жол мен екінші баған мәндері сәйкес келмейтіндігін анықтадық:

$$\text{Жолда } X_{2,6} \neq X'_{2,6} (11101110 \neq 10101110) \text{ және бағанда } X_{6,2} \neq X'_{6,2} (10001001 \neq 11001001).$$

Жол мен баған бойынша бақылау соммасының мәнін биттік қосу арқылы алынды, сондықтан, табылған жол мен бағанның қиылысуында бұзушылық тудырған элемент тұрады.

$$X'_{2,6} = 01110101$$

Бұзушылықты жөндейміз.

$$X_{3,2} = X'_{3,2}, \oplus q, \text{ мұнда } q = 01000000$$

Бақылау қосындыларын салыстырған кезде бірінші және соңғы мәндері сәйкес келмейтін жағдайды қарастырайық:  $00001100 \neq 10001101$ .

00000000	00001111	00110011	01010101	10101010	11000011
01100110	00110101	01001100	00000001	11110000	11101110
00011000	00110011	10110000	11111111	11001010	10101110
01000010	01001001	10000000	11100111	00100100	01001000
10100101	01001000	01110000	01000010	10011001	01000110
10011001	00001000	00111111	00001110	00101101	10001101

Бақылау соммасының мәні бойынша бұзушылық туындаған жердің битін анықтаймыз. Жол мен баған бойынша бақылау соммасын салыстырып болған соң, тұтастықтың бұзулуы болға жол мен бағанды анықтаймыз. Біздің жағдайда бұл үшінші жол және екінші баған. Олардың қиылысуына қате элемент орналасқан. Бұзушылықты жөндейміз:

$$X_{3,2} = X'_{3,2}, \oplus q, \text{ мұнда } q = 10000001.$$

Жалпы бақылау соммасы бойынша бұзушылық туындаған жердің битін анықтаймыз. Жол бойынша бақылау соммасын салыстырғаннан кейін, қате элементі бар жолды анықтаймыз, ал баған бойынша бақылау соммасын салыстырғанда бұзушылық туындаған баған нөмерін көрсетеді.

#### ӘДЕБИЕТ

1. Тимофеев П.А., Романец Ю.В., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. –М.: Радио и связь, -2001.-Б.314-318.
2. Мельников Ю.Н. Защита информации в компьютерных системах. –М.: Финансы и статистика, 1997.- 312б.
3. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных. –в 2-х кн.- М.: Энергоатомиздат, 1994.-кн.1-Б.141-146.
4. Васюкевич В.О. Алгоритмические возможности генерации матриц, обеспечивающих восстановление закодированных данных. //Автоматика и вычислительная техника. -2001. №2.-Б.40-50.
5. Климов Е. Механизмы контроля целостности данных. -<http://www.globaltrust.ru>

Сагалова К.Н., Набиева Г.С.

**Модель обеспечения целостности информации**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена модель обеспечения целостности информации. Поставленная задача относится к теории матриц. Для доступа к матрицам используется метод контрольных сумм. Данная модель дает эффективный результат при обеспечении целостности информации в информационных системах.

Ключевые слова: доступ к матрицам, целостность информации, контрольная сумма.

Sagalova K.N., Nabiyeu G.S.

**Model integrity of information**

**Abstract.** This article describes a model to ensure the integrity of information. The problem is related to the theory of matrices. To access the matrices used checksum method. This model gives the effective results, while ensuring the integrity of data in information systems.

**Key words:** access matrices, integrity of the information, checksum.



УДК 370/378 (574)

**А.Е. Иматаева, Л.Т. Шайхина, Д.Ш. Заманбеков**  
(С.Ж.Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық университетінің оқытушылары  
Алматы, Қазақстан Республикасы, Imataeva\_amina@mail.ru)

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІ

**Андатпа.** Білім беру жүйесі қоғамның әлеуметтік – экономикалық дамуында жетекші роль атқарады, сондай – ақ оны әрі қарай айқындай түседі. Білім беру жүйесінің басты міндеттерінің бірі – оқытудың жаңа технологияларын енгізу, білім беруді ақпараттандыру, халықаралық ғаламдық коммуникациялық желілерге шығу. Елбасымыз Н.Ә. Назарбаев жолдауында айқандай: «Болашақта өркениетті дамыған елдердің қатарына ену үшін заман талабына сай білім қажет. Қазақстанды дамыған 50 елдің қатарына жеткізетін, терезесін тең ететін – білім». Сондықтан, қазіргі даму кезеңі білім беру жүйесінің алдында оқыту үрдісінің технологияландыру мәселесін қойып отыр.

**Түйінді сөздер:** ҰБТ, халықаралық олимпиада, кредиттік жүйе, үш тілділік, «Болашақ» бағдарламасы.

Білім беру мәселесі қазіргі өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Білім беру жүйесінде алғаш қозғалатын ең өзекті мәселе – бұл әрине Ұлттық Бірыңғай Тестілеу (ҰБТ). Бұл Қазақстан Республикасында мектеп бітірушілердің білімін сынауы және тексеруі болып табылады. Осы Ұлттық Бірыңғай Тестілеу туралы әр түрлі пікірлер айтылады. Біреулер оң жақтарын айттып жақтайды, ал біреулері даттайды. Тест жүйесі оқушыларды робот сияқты тәрбиелеп жатыр – бұл жүйе енгелі оқушылардың өз ойын жеткізуі, түсіндіруі атымен жоғалып барады» дейді. Себебі, емтиханға қарағанда жеңіл, әрі әр түрлі тәсілдермен берілген жауап нұсқаларының дұрысын таңдауға негіз бар. Мұндай тест тапсыру оқушыларға стрестік күйден арылуға септігін тигізеді және келесі жағын айтатын болсақ ол үлкен күйзелеске алып келуде ықтимал. Осы мәселе бір жерде әділ өткенімен, енді бір жерде мүлдем әділетсіз өтеді. Тіпті, қалтасы қалыңдар сатып алып та жатады. Осының әсерінен, көптеген жастар «әділетсіз өтті» деп өмірімен қоштасып та жатады. Өкінішті–ақ... [1] Тағы бір теріс жағы, осы тестке дайындалу үшін мектеп оқушылары 10 – 11 сыныптарда мектеп бағдарламасындағы пәндерді ысырып тастап, тек осы Ұлттық Бірыңғай Тестілеуде керекті бес пәнді ғана оқып, тестке дайындалады. Оның кесірі университет қабырғасында білінеді. Себебі, мектепте жүрген кезінде бесінші пән ретінде биологияны таңдаған оқушы физика, химия пәндерін мүлдем дерлік оқымайды. Ал, университеттерде осы пәндер міндетті пән ретінде оқылады. Міне, осы кезде студент қиналады. Әрбір пәнге үстіртін қарамай, барлық пәнді меңгеріп шығу артықшылық жасай қоймас. Бәріміз білетіндей, университеттегі оқу мүмкіндігін, яғни, грантты мектептегі олимпиадалардың жеңімпазы болу арқылы да ұтып алуға болады. Бұл кезде әділеттілік мәселесі сөз болады. Осы олимпиадалар қаншалықты әділ өтеді? Бұл жерде де қалтасы қалыңдардың жолы болып кететіні бәрімізге мәлім. Осы мәселе неге білім министрлігімен жақсылап қолға алынбайды деген сұрақ осындайда туады.

Ал, енді әр жастың арманы болатын – университет қабырғасында білім алу, білім беру мәселесін сөз етсек. [2] Университеттегі білім дегенде «кредиттік жүйе» деген сөз есімізге түседі. Кредиттік оқыту жүйесін енгізудің мақсаты – студенттердің кәсіби дайындық деңгейін арттыру, олардың жеке шығармашылық қабілеттіліктерін жан-жақты дамыту, қажет болған жағдайда студенттерге жақын және алыс шетел жоғары оқу орындарына кедергісіз ауысу мүмкіндігін беру. Осы мақсатты жүзеге асыру үшін академия оқу үдерісін толығымен реформалады, осылайша оны жаңа жоспарлаушы және реттеуші құжаттамамен қамтамасыз етті. Атап айтсақ, оқу жоспарларына міндетті және элективті пәндер жүйесі енгізілді. Оқу жоспарына кіретін пәндердің жалпы көлемінің 40% астамын элективті пәндер құрайды. Жоғары оқу орындарында

(университеттерде, академияларда, институттарда) қызмет ететін әлеуметтік кәсіби топтарға мыналар жатады: оқытушылар, яғни профессор-оқытушылар құрамы, оқу процесін басқару қызметіндегі мамандар тобы (декандар, олардың көмекшілері, институттардың директорлары, олардың аппараты, ректор). Оқу орындарының басшысы ректор және айтылған топтар университеттердің әлеуметтік - кәсіби құрамына кіреді. Жалпы жоғары оқу орнына қатынасы бар кәсіби топтар біраз бар. Олардың бәрін жоғары оқу орнын құрайтын субъектілер деп атаймыз. Ал осы субъектілердің ішінде ең бастысы екеу: студент және оқытушы. Студент болмаса, оқытушы болмайды, оқытушы болмаса, студент болмайды. Бірақ, кейбір университеттерде білім беруші ұстаздар әділ деп айта алмаймын. Паракорлық бұл жақта да етек алған.

Білім мәселесі дегенде «үш тілділік» тақырыбы да бірге айтылады. Қазіргі кезде көптеген балабақшаларда ағылшын тілі оқытылады. Ең кем дегенде, бастауыш сыныптан бастап оқытылады. [4]Алаш қайраткері Ахмет Байтұрсынұлын біз қазақ руханиятының көсемі, ұлы ұстаз деп санаймыз. Ол кісі қазақ баласына бастауыш сыныпта тек өз ана тілінде білім беріліп, тәрбие дарытылуы тиіс деп санаған. Біз бұл пікірді әзірге жоққа шығара алмаймыз. Әрине, орыс, ағылшын тілдерінің әрбір адамға қажеттігі дау тудырмайды, одан қашпаймыз. [3] Алайда, қазақ тілін толық меңгермей жатып, өзге тілдің шабуылына өз еркімізбен қақпамызды ашып беру қисынсыз. Бірақ, Ыбырай Алтынсарин өз заманында "Қазақтарға орыс тілін үйретудің бастауыш құралы" деп аталатын еңбегін жазды, Шоқан Уәлиханов орыс ғылымында көптеген жұмыстар атқарды, Абай Құнанбаев "Орыстың тілі-дүниенің кілті" деп орыс тілін үйретуді көздеді. Оқушылар бастауышпен толықтай қазақ тілінде оқып, қалған шет тілдерін одан кейін үйренсе де жетеді деп санаймын. Тіпті, менің осы сөзімді Мұхтар Шахановта қолдай алады. Мұхтар Шаханов "Екі тіл - тек жыланда ғана болады" дейді.

Байқап қарасақ, бүкіл әлемде үш-ақ әріптің көмегімен өте мағыналы сөйлем құрап беретін бірде - бір тіл жоқ екен. Бұл деген сөз үш тілдің көмегімен мемлекет басқа мемлекеттерден бірден аттап озып кете алмайды дегенге саятындай. Қазақ тілін оқу-міндетіміз, оны құрметтеп, аялауымыз керек. Бірақ, қазақша сөздің өзін шұбарлайтын адамдардың өзі жетерлік. Орыс тілі онсызда бастауышта оқытады. Оны үйрену көп қиындық тудырмайтын шығар, себебі ата-аналарымыз орыстардың көзін көрді ғой, орысша үйретер деп сенейік. Мен "Үш тіл жас баланы шатастырады, басына көп күш түсіреді" дер едім. Онсызда екі тілден басы қатып жүрген балаға күш, бірақ бұл заман талабы.

Бұл тақырыптағы тағы бір өзекті мәселе – «Болашақ» бағдарламасы бойынша білім алу. Бұл, әрбір жас маманға керемет мүмкіндік. Елбасының «Болашақ» халықаралық стипендиясы азат еліміздің кемел келешегіне деген алғашқы тарихи қадамдарының бірі еді. Елбасының салиқалы саясатының негізгі мақсаты, Қазақстан Республикасының саяси – экономикалық әлеуетін көтеретін білікті кадрлар дайындау болатын. Осы бағдарлама аясында көптеген стипендиат шетелде оқуын табысты аяқтап, елге оралды. Шетелде оқып келген жастарымыз жайлы айта кетсем, ашығын айту қажет, шетелде білім алу оңай емес. Себебі ол жақтың талаптары жоғары әрі біздің жүйемізге сай келмейді. Бүгінде «Болашақ» стипендиясына ие болған қазақстандық азаматтар әлемнің 33 елінде білім алып жүр. Сонда әрбір білім беру жүйесінің өзіндік ерекшелігі бар ғой. Ол жақта білім беру жүйесінде студент өзіне қажетті пәндерді таңдап, оқу жоспарын өзі құрастырады. Оқытушылар болса дәріс оқып, тиісті тапсырмасын беріп, шәкірттерін қоя береді. Жылдың соңында емтихан тапсырса болғаны. Мұндай жүйенің ерекшелігі сол, негізгі жауапкершілік студенттің өзіне жүктеледі. Бізде олай емес, әрбір университетте сабақтың кестесі тұрады, барлығы белгілі бір талаптар бойынша білім алады. Міне, осындай жүйеден шыққан жастарға бірден еркіндікке бейімделу қиынға соғып жатады. Содан алғашқы жылдары қатты қиналады. Сосын басқа орта, өзге мәдениет пен салт-дәстүр өз әсерін тигізбей қоймайды. Әлемнің алдыңғы қатарлы жоғары оқу орындарынан білім алып келген жас мамандар Отанымызды өркендету жолында жемісті еңбек етуде. Өз елінің келешек тағдырын, оның жастарының болашағын ойлайтын Елбасы Нұрсұлтан Әбішұлына алғысымыз шексіз. Оның білімге құйған капиталы өз нәтижесін беріп жатыр. Бұл бағдарлама Қазақстанды дүниежүзіне танытты, басқа елдердің біздің елге деген қызығушылығын арттырды. Осының бәрі Қазақстанның дамуына оң әсер етіп отыр. Болашақ бағдарламасының және еліміздегі оқу орындарының түлектері болып бірлесе жұмыс істесек, жетпейтін белес, шешілмейтін мәселе болмас еді. [5]Білімді жастар – біздің болашағымыз! Кез келген ел өзінің келешегін өскелең ұрпағымен байланыстырады. Әр ұрпақтың пешенесіне жазылған заман ағымы, кезең тынысы болады. ХХІ ғасыр бүгінгі ұрпаққа, яғни біздерге бұйырған бақыт деп ойлаймын. Ата-бабаларымыз болашақ ұрпақ үшін ақтық демі қалғанша күресіп,

бізге егемендік алып берді. Қазақ даласы ата-бабаларымыз ғасырлар бойы арман еткен және сол жолда зор құрбандықтарға душар болып, өз тәуелсіздігін жеңіп алды. Ендігі болашақ жастардың қолында деп өлеңдетіп, жырлап жазған ақын аға-апаларымыздың өлеңдерінен де көруге болады.

Арқауы ерен ерлік дастанының,  
Қайраты елге әйгі жастарының.  
Желбіреп көк байрағы тұрған шақта,  
Жұлдызы жарқырайды аспанының.

Халық, ел жастарға сенеді. Ал ол сенімді бүгінгі жастар қалай ақтауда? Әрине, бес саусақ бірдей емес, олай болса жастардың барлығына кінә тағуға болмайды. Десе де бүгінгі жастарға рухани байлық, таза ой, терең білім, адамгершілік, адалдық, қайрат, қала берсе, денсаулығымыз да жетіспейтін секілді. Біз бір қоғамның азғындау жолында тұрған сияқтымыз. Ойланып көрейікші, бізді қазіргі уақытты не қызықтырады? Елбасымыздың Халыққа Жолдауында ХХІ ғасыр білім ғасыры делінген. Олай болса, елімізді өркендету үшін білімді жастар керек, жақсы оқып, жан-жақты білім мен ғылым алуымыз керек. Ел ертеңі – біздердің, келер ұрпақтың қолында деп айтып та, жазып та жатыр. Елімізді көркейту, оны өзімізден кейінгі ұрпаққа жеткізу-біздің борышымыз деп білем. Ал осы дұрыс жолдан тайып, нашақорлық пен маскүнемдікке салынып жүрген жасөспірімдердің саны өсуде. Неге денсаулығымызды, жанымызды таза ұстап, талғамымыздың биіктігін білдіріп, салауатты өмір сүрмеске? Бұған не кедергі, кім кінәлі? Бұған әр адамның өзі кінәлі. Өйткені біз келешегімізді ешқашанда қабылдағымыз келмейді. Пайғамбарымыздың хадистерінің бірінде: Ішімдікпен достастым дегенше, адамгершілікпен қоштастым дейтін ұлағатты сөзі бар. Бүгінгі батыстық әдеттерден арыла алмай жүрген жастар адамгершілікпен баяғыда қоштасқан. Ондайлар өздері өмір сүрген қоғамды қайтып көктетеді? Елінің қамын қашан ойлайды? Оны қалай қорғамақ? Осының бәрін ойлағанда қоғамды түсініп болмайсын.

Ел боламын десен, бесігіңді түзе,-дегендей, еңсесін енді ғана көтеріп келе жатқан біздің еліміз үшін дарынды, білімді, жігерлі ұрпақтардың орны бөлек қой. Ал барлық жігер, қайрат, еліміздің болашағы тек жастардың қолында. Елбасымыздың Халыққа Жолдауында: Біздің ұрпақ алдында бабалар қол жеткізген игілікті сақтау, қайта қалпына келтірілген мемлекетімізді нығайту және дүниежүзілік қауымдастық талаптарына сай жаңа сапалық деңгейге көтерілу міндеті тұр,-деп, жастарға зор сенім мен үміт артып отыр. Сол сенімді ақтап, болашағымызды жарқын қылайық. [6]

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. «Айқын» - Республикалық қоғамдық – саяси газет.
2. Bilimdiler.kz
3. Мемлекеттік тіл: бүгінгі мен болашағы. Астана. Елорда – 1998.
4. А.Байтұрсынов. Ақ жол. Алматы. 1994.
5. Қ.Р. 2005-2010 жылдарға арналған білімді дамытудың мемлекеттік бағдарламасы.
6. <http://kazgazeta.kz>

#### REFERENCES

- 1.«Aikyn» - Republican public - political newspaper.
2. Bilimdiler.kz
- 3.Memleketitik til: bugini men bolashagi. Astana. Elorda - 1998.
- 4.A.Baitursynov. Ak jol. Almaty. 1994.
5. State program of development in education Republic of Kazakhstan 2005-2010 to the years.
- 6.<http://kazgazeta.kz>

Иматаева А.Е., Шайхина Л.Т., Заманбеков Д.Ш.

#### Национальная система образования в республике казахстан

**Резюме.** В данной статье рассмотрены проблемы национальной системы Республике Казахстан. Образование, знания и их роль полученные в школах и университетах являются на сегодняшний день основной проблемой каждого гражданина РК. Рассмотрены также концепции и мнение об образовании получившие в зарубежных странах.

**Ключевые слова:** Единое национальное тестирование, международные олимпиады, кредитная система образования, трехязычное обучение, программа «Болашақ»

Imataeva A.E., Shayhina L.T., Zamanbekov D.Sh.

**The national education system of the republic of kazakhstan**

**Summary.** The article argues the current topical issues in the field of education of the Republic of Kazakhstan. Conclusions about the system of knowledge in universities, schools, as well as study abroad.

**Key words:** Unified National Testing, International Olympiad, the credit system, the program «Bolashak» and have three languages.

УДК 330:001.76

**Ж.Ж. Жуматай, Р.К. Елжанова, А. Саржанқызы**  
(С.Ж.Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы, [jaz\\_04@mail.ru](mailto:jaz_04@mail.ru))

**ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҮРДІСТІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МАЗМҰНЫ**

**Аннотация.** Инновация өз бастауын «innovus» латын тілінен алады, яғни жаңашылдықты қолдану және енгізу процессін білдіреді және лингвистикалық тұрғыдан алғанда қазақ тілінің жаңалықты қолдану деген мағынаны білдіреді. «Инновация» ұғымы ғылыми зерттеулерде алғаш рет ХХІ пайда болады және бір мәдениеттің өзге мәдениетке енуін білдірді. Әдетте ол ұйымдастырудың еуропалық әдістерінің африкандық және азиаттық қоғамға енуін білдірді.

Әлемдік экономикалық әдебиетте «инновация» категориясына, оның құрлымы мен негізгі жіктелік белгілеріне қатысты көптеген пікірлердің қалыптасуына қарамастан инновацияларды жіктеу мәселесі қазіргі уақытта да өзекті болып келеді. «Инновацияны» алдағы уақытта қаншалықты дұрыс жіктесек оны тиімді басқаруды соншалықты мүмкін болады. Бұл мақалада «инновация» категориясының экономикалық мазмұны қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** инновация, инновациялық қызмет, экономикалық үрдіс, инноватика, кәсіпкерлік қызмет.

Инновация өз бастауын «innovus» латын тілінен алады, яғни жаңашылдықты қолдану және енгізу процессін білдіреді және лингвистикалық тұрғыдан алғанда қазақ тілінің жаңалықты қолдану деген мағынаны білдіреді.

«Инновация» ұғымы ғылыми зерттеулерде алғаш рет ХХІ пайда болады және бір мәдениеттің өзге мәдениетке енуін білдірді. Әдетте ол ұйымдастырудың еуропалық әдістерінің африкандық және азиаттық қоғамға енуін білдірді [1].

Технологиялық инновациялар және олардың экономикаға әсері тек ХХ ғасырда зерттеле бастады. Инновациялардың экономикалық категория ретінде зерттелуі И.А. Шумпетердан бастау алады. Ол инновацияларды өндірістік факторлардың жаңа комбинациялары ретінде қарастырды. Шумпетерге сәйкес өндірістік факторлардың комбинацияларының өзгерісі келесідей бес бағытты қамтуы керек:

- жаңа игілікті өндіру;
- өндірісті ұйымдастырудың жаңа әдісін енгізу;
- жаңа нарықты игеру;
- жаңа шикізат және полуфабрикаттар қайнар – көзін игеру;
- өнеркәсіпте ұйымдастырудың жаңа нысандарын енгізу.

Әлемдік экономикалық әдебиеті талдау көрсетеді, бүгінгі таңда «инновация» әр түрлі анықтамаларының бар екендігінің, олар тіпті кей жағдайларда бір-біріне қарама-қайшы болады.

Мәселен, американдық экономист Х.Барнет инновация ұғымының астарында – сапалық тұрғыда нақты нысаннан ерекшеленетін ой, зат немесе іс-әрекетті түсінеді [2].

Көрсетілген анықтаманың құндылығы басты назар аударылған мәселе ретінде ойдың, пікірдің, іс-әрекеттің сапалық сипаттамасы алынатындығында болып табылады.

Венгер экономисті Борис Санто «Инновация экономикалық дамудың құралы ретінде» атты кітабында инновацияны қоғамдық, техникалық, экономикалық үрдіс, өзінің қасиеті жағынан жақсы игіліктің пайда болуына алып келетін ой нәтижесін тәжірибе тұрғысына пайдалану болып табылады. Егер де ол экономикалық пайда табуға бағытталса оның нарықта пайда болуы қосымша табыстың

калыптасуына алып келеді және кәсіпкерлік қызметтің барлық бағытын, яғни зерттеу мен әзірлеуден бастап маркетингке дейін сала турлерін қамтуы мүмкін [2].

Аталмыш анықтаманың ғылыми құндылығы келесіде – инновация үрдіс ретінде ғылыми-техникалық прогресстің шеңберімен шектелмейді. Анықтамада дұрыс келтіріп кеткендей ол сонымен қатар қоғамдық және экономикалық үрдіс болып табылады.

Американдық зерттеуші Б.Твисс «инновацияны» ғылыми жаңалықтың немесе ойдың экономикалық мәнге ие болу үрдісін айтады [3]. Басқаша айтқанда барлық ғылыми әзірлемелер инновацияларға айналмайды. Оның тек нарық тарапынан расталған бөлігі ғана инновация статусына лайықты болады. Б. Твисстің пікірінше сәтті инновация – тұтынушы сатып алуға дайын болатын бір затты нарыққа ұсыну болып табылады. Бұл жаңа құбылыс жаңа технологияның пайда болуының нәтижесі, немесе белгілі технологияны дәстүрлі емес бағытта қолданудың нәтижесі болып табылады [3].

«Инновацияның» мұндай анықтамасының ерекшелігі – бұл инновацияны нарық тарапынан жаңа өнім ретінде қабылдауында болып табылады. Мұндай контекстте инновацияны түсінудің маңыздылығы өте жоғары, себебі Қазақстанда осы уақытқа дейін әлі де болса ғылыми-техникалық прогресстің нәтижесімен инновацияны бірдей ұғым деп түсінеді. Инновация ол ең алдымен коммерциялық тұрғыдан жүзеге асырылған ғылыми-техникалық прогресстің нәтижесі болып табылады.

Инновацияның экономикалық категория ретінде мазмұны жағынан терең анықтамасын ресейлік ғалым П.Н. Завлин береді. Оның пайымдауынша инновация ол өндірістік қызметтің үрдістерін, ғылым, мәдениет, білім беру және де қоғамның өзге салаларында экономикалық, құқықтық және әлеуметтік қатынастырды жетілдіруге бағытталған ғылыми зерттеулер мен әзірлемелер нәтижесін қолдану болып табылады.

Отандық ғалымдардың ішінде «инновация» ұғымының мазмұнды анықтамасын Ф.М.Днишев береді. Ол инновацияға келесідей анықтама береді – инновация ол адамзат баласының ой еңбек жетістіктерін кез-келген салада (жаңа еңбек құралдарын өндіру, заманауи энергия қуаттарын, тиімдірек технологияларды қолдану, жаңа қару-жарақты қолдану және одан қорғану әдістерін әзірлеу, еңбектің ұйымдастырудың жаңа әдістерін енгізу, халықаралық қарым-қатынастықтың қаржылық және сауда-саттық нысандарын жақсарту және т.б.) тиімділікті арттыру мақсатында қолдану болып табылады [4].

Әлемдік экономикалық әдебиетте «инновация» категориясына, оның құрлымы мен негізгі жіктелік белгілеріне қатысты көптеген пікірлердің қалыптасуына қарамастан инновацияларды жіктеу мәселесі қазіргі уақытта да өзекті болып келеді. «Инновацияны» алдағы уақытта қаншалықты дұрыс жіктесек оны тиімді басқаруды соншалықты мүмкін болады.

«Инноватика» саласында көп еңбек еткен ғалымдардың еңбектерін зерттеу негізінде, атап айтсақ Г.Менштің, Х.Фрименнің, Я ван Дейннің және А.И. Пригожиннің еңбектерін қарастыру негізінде келесідей авторлық жіктемені ұсынбақпыз.

Инновациялық қызмет жүйелік үрдіс ретінде қолданыста жүрген заттан ерекше жаңа затты жасауға, айналымда жүрген тауар мен қызметті, өндіріс түрлерін құндылық ұстанымдарды модернизациялауға бағытталады. Кез келген инновациялық қызметтің сипаттамалық белгісі болып инновациялық идеяларды анықтау және оның әлеуетін жүзеге асыру болып табылады. Экономикалық, ғылыми-техникалық әдебиетте инновациялық қызмет көп жағдайда ғылыми зерттеулердің, жаңа өнімді жасап шығару процессінің, жаңа техникамен және тауарды өндірудің жаңа технологиясының шеңберімен шектеледі. Алайда инновация қамтитын шеңбер анағұрлым кеңірек болып келеді, себебі ол өзінің негізі ретінде интеллектуалдық қызметтің кез келген нысанын қабылдайды.

Сонымен инновациялық қызмет – инновациялық үрдісті жүзеге асыруға бағытталған іс-әрекеттердің жиынтығы. Инновациялық үрдіс – бұл инновацияны әзірлеу және тарату мақсатында ғылыми білімді, кәсіпкерлікті, капитал мен менеджментті біріктіретін үрдіс болып табылады. Инновациялық үрдісте белгілі бір уақыт аралығында бірінен соң бірі алмастырылатын, қызметі бойынша ерекшеленетін, инновацияның жасалуын және қолдануын қамтамасыз ететін кезеңдер бар.

Инновациялық үрдістің бастапқы сатысы келесі кезеңдерден тұрады: іргелі зерттеулер, қолданбалы зерттеулер және тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелер.

Іргелі зерттеулердің кезеңінде құбылыстар арасындағы жаңа байланыстарды анықтау, табиғаттың және қоғамның даму заңдылығын танып білу олардың нақты қолдануына назар аударусыз жүзеге асырылады. Іргелі зерттеулер екіге бөлінеді – теориялық және ізденушілік.

Кесте 1. Инновациялардың негізгі жіктелік белгілері

Жіктелік негіз	Жүйелендіру белгілері	Инновация түрлері
	1	2
1 Инновация объектісі (жаңалық типі, қолдану саласы, қолдану пәні)	1.1 Пайда болу импульсына қарай	- ғылымның, өндірістің, адамның жаңа қажеттіліктері; - ғылымның, өндірістің, адамның бар қажеттіліктері.
	1.2 Өзгеру объектісіне қарай	- өнімдік инновация; - үрдістік инновация.
	1.3 Жаңалық дәрежесіне қарай	- радикалды; - жақсартатын; - псевдоинновация.
	1.4 Алдыңғы инновацияға қатысты	- алмастыратын; - қайтаратын; - болдырмайтын; - ашатын; - ретроинновация.
	1.5 Тираждануы бойынша (қайта өңдеу масштабы бойынша)	- бір реттік - диффуздық.
2 Инновацияны жүзеге асыру тегігі бойынша.	2.1 Тарату масштабы бойынша;	- макродеңгейдегі инновация; - микродеңгейдегі инновация.
	2.2 Тираждануы	- бір реттік - диффуздық.
3 Инновациялық үрдістің ерекшелігі бойынша	3.1 Өзірлеменің қатысушылары	- ішкі ұйымдық; - ұйым аралық.
	3.2 Аяқталуы	- аяқталмаған; - аяқталған.
	3.3 Сәттілігі бойынша	- сәтті; - сәтсіз.
Ескерту – автор тарапынан құрастырылған		

Теориялық зерттеулердің нәтижесі ғылыми жаңалықтарды ашуда, жаңа түсініктер мен ұғымдарды негіздеуде, жаңа теорияларды ашуда болып табылады.

Ізденушілік зерттеулер анализ және синтез негізінде бұйымдар мен технологияларды құрастырудың жаңа принциптарын, материалдардың және олардың қоспаларының бұрын белгісіз болған қасиеттерін ашуға бағытталады.

Қолданбалы зерттеулердің мақсаты болып алдағы тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелерде нақты ғылыми нәтижелерге қол жеткізу болып табылады.

Тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелер кезеңі ғылыми зерттеулердің қорытынды кезеңі болып табылады. Мұнда инновацияны жасау лабораториялық жағдайлардан және эксперименталдық өндірістен өнеркәсіптік өндіріске өтеді.

Инновациялық өндірістің келесі сатысы өндіріс сатысы болып табылады. Бұл сатыда әдетте өнеркәсіптік өндірісті игеру және өнеркәсіптік өндіріс кезеңін ажыратады.

Өнеркәсіптік өндірісті игеру кезеңі жаңа өнімді ғылыми және өндірістік тұрғысынан игеруді қамтиды. Сонымен қатар бұл кезеңде өндірісті техникалық және технологиялық үрдіс тұрғысынан дайындау жүзеге асырылады.

Өнеркәсіптік өндіріс кезеңінде білімді материзациялау жүзеге асырылады, ал зерттеулер өзінің логикалық қорытындылауына келіп тоқталады. Бұл кезеңнің мақсаты нақты игілік түрлері бойынша қоғамның қажеттіліктерін қанағаттандыру болып табылады.

Қорытынды саты, яғни тұтыну сатысы игілікті сату, қолдану және утилизациялау кезеңдерінен тұрады.

Өнімді сату кезеңінде нарықтық механизм арқылы тұтынушылар арасында жаңа өнімді бөлу және қайта бөлу жүзеге асырылады. Оның басты мақсаты – орынды дұрысы таңдау және инновацияны қолданудың жағдайы болып табылады.

Келесі кезеңде жаңа өнімнің тікелей тұтынуы жүзеге асады. Осы кезеңде жобаның тиімділігі анықталады.

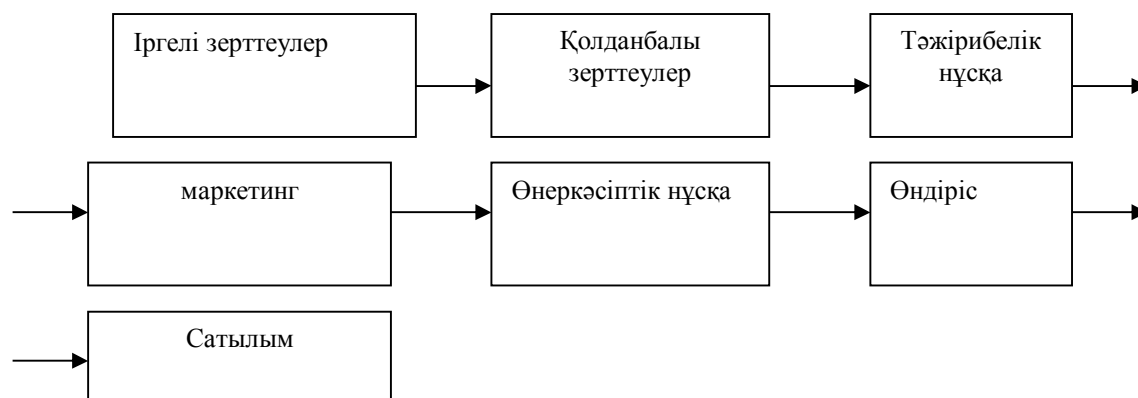
Бұл кезеңнің негізінде кез-келген өнімнің өмірлік цикілінің фазасы жатыр. Сонымен қатар мұнда үлкен мәнге өндірістік процесс барысында тозған өнімнің істен шығарылуы ғана емес, сонымен қатар егер де олар өзінің негізгі қызметтік бағыты бойынша басқа салалар мен қызмет аяларында қолданысқа ие болмаса олардың ликвидациясы да жатыр. Бұны біз келесі себеп бойынша ескеруіміз қажет яғни бірқатар техника түрлерін ликвидациялау қоршаған ортаға және адамдардың қызметтік жағдайларына қауіп төндіргені үшін көптеген қиындықтар туғызады. Сондықтанда өзінің қызметтік ресурсын тауысқан атом реакторлары, әскери техника және т.б ұқсас өнімдер үшін монтаждау және ликвидациялау барысында арнайы залалсыздандыру іс-шаралары әзірленуі қажет.

Келесі кезеңнің мақсаты ескірген техниканы өндіріс үшін мейлінше аз шығын келтіре отырып өнімділігі жағынан және үнемділігі жағынан жоғары техникамен алмастыру болып табылады.

Нақты бір инновациялық үрдіс қарастырылған кезеңдердің саптарын қатаң тәртіпте қамтуы шарт емес. Алайда әрбір инновацияда міндетті шарт болып инновациялық идея, оларды жасау және қолдану болып табылады. Көрсетілген кезеңдер әр түрлі мерзімдік кезеңге ие болуы мүмкін және мерзім алшақтығында қарастырылуы мүмкін. Идея инновация ретінде қолданбастан бұрын біраз уақыт өтуі мүмкін, және де инновация бірден қолданбауы да мүмкін. Инновация тек оған сұраныс туындаған кезде ғана қолданылады [1].

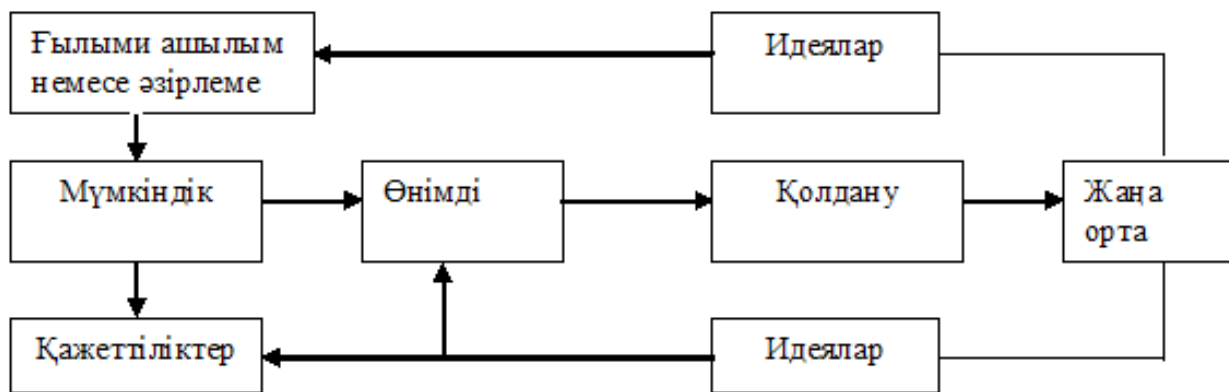
Инновациялық үрдістерді басқару мәселесі бойынша шет елдік зерттеулерде бірін-бірі белгілі тәртіп бойынша алмастыратын инновациялық үрдістердің бес үлгісін ажыратып көрсетеді. Олар инновациялық үрдістің түпкілік табиғатын сипаттап береді.

XX ғасырдың 50 жылдарында инновациялық үрдіс «технологиялық серпіліс» үлгісі арқылы қарастырылды. Инновациялық үрдістің туғызатын негізгі импульс мұнда ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелер болып табылады, ал нарық болса өндірістің техникалық белсенділігінің тұтынушысы болып ғана жүрді. Инновациялық үрдіс сызықтық-тәртіптік сипатқа ие болып жүрді (сурет 1).



1-сурет. Инновациялық үрдістің бірінші буыны [5].

Екінші инновациялық үрдістің пайда болуы 1960-ші жылдардың соңына сәйкес келеді және өндірістің маркетингтік тенденцияларының күшеюіне байланысты болды. Үлгі «нарық-қозғаушы күш» атына ие болды. «Технологиялық серпіліс» үлгісіне қарағанда мұнда негізгі назар нарық ыңғайына қарай икемделетін ғылыми зерттеулер мен әзірлемелерге аударылды (сурет 2).



2-сурет. Инновациялық үрдістің екінші буыны [5].

Инновациялық үрдістің келесі буыны 1970-ші жылдардың басында қалыптасты және алдыңғы екі үлгінің комбинациясын құрады. Берілген үлгінің артықшылығы инновациялық үрдіс шеңберінде ғылыми және маркетингтік қызмет арасында өзара байланысты және өзара толықтыруды, балансты қамтамасыз етуде болып табылады. Осы үлгіге сәйкес берілген инновациялық үрдіс – логикалық тұрғыдан бір кезең екінші кезеңнің орнын басатын, үздіксіз болуға шарт емес үрдіс болып табылады. Ол функционалдық тұрғыда әр түрлі өзара әсерлеспейтін және тәуелсіз кезеңдерге бөлінеді (сурет 3).



3-сурет. Инновациялық үрдістің үшінші буыны [5].

Инновациялық үрдістің төртінші буыны 1980-ші жылдардың соңында әзірленді. Бұл үлгі жапондық кәсіпорындарының озық үлгісі болып табылады. Бұл үлгі жай жоғарыда қарастырылған үлгілерден ерекшелігі сол мұнда бір мезетте инновациялық үрдістің барлық кезеңдерінде іс-әрекеттер жүзеге асырыла береді. Әсіресе ол ғылыми-зерттеулердің және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарында, өнеркәсіптік үлгілерді жасау кезінде, өнеркәсіптік өндіріс кезеңінде айқын байқалады [5].

Қазақстанның заманауи тәжірибесінде жоғарыда қарастырылған үлгілердің кеңінен қолданатыны – ол инновациялық үрдістің бірінші және екінші буындары, яғни «технологиялық серпіліс» және «нарық-қозғаушы күш» үлгілері.



ӘДЕБИЕТТЕР

1. Кенжегузин М.Б., Днишев Ф.М., Альжанова Ф.Г. Наука и инновации в рыночной экономике: мировой опыт и Казахстан. – Алматы, ИЭ МОН РК, 2005. - 256 с.
2. Санто Б. Инновация как средство экономического развития. Пер. с венг. - М.: Прогресс, 1990. - 296 с.
3. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями. Сокр. пер. с англ. - М.: Экономика, 1989. - 271 с.
4. Днишев Ф.М. Особенности инновационного типа развития производительных сил // Известия МОН РК, НАН РК. Серия общественных наук. - 2002.- №2. - С. 12-20.
5. Медынский В.Г. Инновационный менеджмент: Учебник. – ИНФРА-М, 2004. – 295 с.

REFERENCES

1. Kenzheguzin M.B., Dnishev F. M., Alzhanova F.G. Nauka i innovatsia v rynochnoieconomice: mirovoioпыт i Kazakhstan. – Алматы. ИЕ. МОН РК, 2005 – 256 p.
2. Santo B. Innovatsia kak sredstvo ekonomicheskogo razvitiya. Perevod s vengerskogo. M. Progress, 1990. – 296 p.
3. Twiss B. Upravlenie nauchno-technicheskimi novovedeniyami. Sokrashen. perevod s angliiskogo. M. Ekonomika, 1989. – 271 p.
4. Dnishev F.M. Osobennosti innovatsionnogo tipa razvitiya proizvoditelnykh sil. // Izvestiya МОН РК, НАН РК. Seriya obshestvennykh nauk. – 2002 - №2. - 12-20 p.
5. Medynski V.G. Innovatsionnyi menedzhment: Uchebnik. – INFRA-M, 2004. – 295 p.

Жуматай Ж.Ж., Елжанова Р.К., Саржанқызы А.

**Инновациялық үрдістің экономикалық мазмұны**

**Түйіндеме.** Әлемдік экономикалық әдебиетте «инновация» категориясына, оның құрлымы мен негізгі жіктелік белгілеріне қатысты көптеген пікірлердің қалыптасуына қарамастан инновацияларды жіктеу мәселесі қазіргі уақытта да өзекті болып келеді. «Инновацияны» алдағы уақытта қаншалықты дұрыс жіктесек оны тиімді басқаруды соншалықты мүмкін болады. Бұл мақалада «инновация» категориясының экономикалық мазмұны қарастырылған.

**Негізгі сөздер:** инновация, инновациялық қызмет, экономикалық үрдіс, инноватика, кәсіпкерлік қызмет.

Жуматай Ж.Ж., Елжанова Р.К., Саржанқызы А.

**Экономическое содержание инновационного процесса**

**Резюме.** В мировой экономической литературе, несмотря на то, что сформирован достаточно широкий круг мнений и точек зрения на структуру совокупности инноваций, состав и характеристику классификационных признаков, вопрос о классификации инноваций является актуальным и в настоящее время. От того, насколько правильно будет определена классификация инновации, станет возможным и управление эффективностью инноваций. В данной статье исследуются теоретические аспекты категории «инновация»

**Ключевые слова:** инновация, инновационная деятельность, экономический процесс, инноватика, предпринимательская деятельность.

Zhumatay Zh. Zh., Yelzhanova R. K., Sarzhankyzy A.

**The economic content of innovation process**

**Summary.** In the global economic literature, despite the fact that formed a sufficiently broad range of views and perspectives on the structure of a complex of innovation, composition and characteristics of the classification criteria, the classification of the innovation is relevant in the present time. From how to properly be defined classification of innovations, it will be possible and the performance management of innovation. This article examines the theoretical aspects of the category "innovation".

**Key words:** innovation, innovative activities, economic processes, Innovations, business activities

УДК 331.6:378(574)

**Р. К. Елжанова, Ж. Ж. Жуматай, А. Саржанқызы**  
(Казахский национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова  
Алматы, Республика Казахстан, elzhanova-roza@mail.ru)

## **ПРОБЛЕМЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы трудоустройства выпускников вузов, указаны причины, препятствующие их трудоустройству. Сделан вывод, что для успешного и долгосрочного трудоустройства молодых людей работа по их профориентации должна осуществляться совместно профконсультантами службы занятости, представителями образовательных учреждений и работодателями.

**Ключевые слова:** рынок труда, безработица молодежи, занятость молодежи, трудоустройство, молодежная политика.

"Чем меньше молодых людей занимается достойным и продуктивным трудом, тем слабее экономика. Отсутствие же прироста занятости (в условиях кризиса) приводит к сокращению возможностей для молодежи получать такую работу"

Сара Эдлер [1]

Наиболее уязвимой группой на рынке труда Казахстана является молодёжь. Серьезной проблемой молодежной занятости является несоответствие объемов и профилей подготовки специалистов потребностям рынка труда, что создает предпосылки роста безработицы среди выпускников высших учебных заведений. Это приводит к тому, что наиболее активная и образованная часть молодежи, закончив учебное заведение, вынуждена получать статус безработного. Сегодня среди безработных, зарегистрированных в органах занятости, каждый третий - с высшим и средним профессиональным образованием.

Безработица молодежи — социально-экономическое явление, при котором трудоспособная молодежь находится в поиске работы и готова приступить к ней, но не может реализовать свое право на труд, тем самым теряет основные средства к существованию. Она является одним из важнейших индикаторов общего социального положения молодежи, а также степени ее адаптации на рынке труда на определенном этапе развития страны. Учитывая то, что молодежь имеет меньший опыт работы, процессы интеграции молодых людей на рынке труда значительно ухудшаются в период экономического спада, кризисов и рецессий. Именно в это время показателю молодежной безработицы уделяется наибольшее внимание. Как отмечается в докладе Международной организации труда (январь 2014), в 2013 г. безработными были около 74,5 млн. молодых людей в возрасте от 15 до 24 лет, что почти на 1 млн. человек больше этого показателя годом ранее. Глобальная безработица среди молодежи достигла 13,1 %, что почти в три раза выше уровня безработицы среди взрослых, в докладе МОТ отмечается, что показатель соотношения безработицы среди молодежи к безработице среди взрослых достиг своего исторического максимума.[2] По оценкам МОТ в 2010 г. мировая безработица среди молодежи достигла 81,2 млн. чел (13,1%). [3]

По сообщению главного эксперта Департамента занятости Министерства труда и социальной защиты населения РК (МТСЗН) А. Байсакалова в Казахстане уровень безработицы среди молодежи в возрасте до 28 лет составил 5,9% , при общем уровне безработицы – 5,2%. [4] При этом в городах уровень безработицы выше, чем в сельской местности.

Основными препятствиями трудоустройства молодежи, по мнению специалистов являются:

- недостаточный уровень образования
- низкая профессиональная подготовка
- отсутствие производственного опыта
- высокая конкуренция на рынке труда
- плохая информированность о состоянии спроса на рынке труда
- стихийная трудовая миграция
- и при этом высокие запросы соискателей по зарплате.

Проблема усугубляется еще и тем, что после вступления Казахстана в Таможенный союз кадровая конкуренция будет расти, так как открывается огромный рынок рабочей силы стран-союзниц.

По экспертным оценкам, от трети до половины выпускников очных отделений вузов Казахстана не находят постоянной работы, что по масштабу это может стать одной из главных социальных проблем республики, учитывая концентрацию студентов в крупных городах республики. Это может также привести к маргинализации целого поколения и к ослаблению его эффективного потенциала.

«Комиссия выявила, что трудоустройство студентов в настоящее время - в среднем ниже 60%, тогда как отчетность отдельных вузов демонстрирует 84% трудоустроенных выпускников. Нам предстоит еще проанализировать, почему такой низкий уровень трудоустройства и какова реальная картина», - отметила в своем докладе на очередном заседании комиссии по вопросам модернизации высших учебных заведений вице-премьер Гульшара Абдыкаликова.[9]

Молодёжь - будущее страны, и от стартовых условий их деятельности зависит её последующее развитие. В условиях Казахстана, когда за последнее десятилетие происходит резкое снижение качества жизни, здоровья юношей и девушек, обеспечения занятости, усиление наркозависимости, рост преступности в молодежной среде, требуется кардинальная активизация государственной политики по отношению к поколению, самостоятельно вступающему в жизнь. Поэтому очень важна государственная поддержка и стимулирование потенциала молодежи.

Следует отметить, что действующее законодательство Республики Казахстан слабо регулирует вопрос трудоустройства выпускников вузов. Содержащиеся в нем положения о «содействии» выпускникам в трудоустройстве являются неконкретными. Так, в статье 45-1 пункт 2.3 Закона «Об образовании» говорится о «развитии взаимодействия сторон по вопросам подготовки специалистов и содействия их трудоустройству».[5] Кроме того, в Концепции государственной молодежной политики указано, что «оказание социальной помощи молодежи будет реализовываться через развитие существующей сети социальных служб для молодежи... оказывающих содействие... в получении консультативной, практической, организационной помощи по вопросам трудоустройства».[6]

Некие социальные гарантии и обязательства имеют выпускники, обучавшиеся по государственным грантам и сельским квотам по медицинским и педагогическим специальностям. [В соответствии с пунктом 17 статьи 47 Закона «Об образовании»](#) вышеуказанные молодые специалисты обязаны отработать в государственных организациях образования и государственных медицинских организациях не менее трех лет после окончания высшего учебного заведения.[5] Законодательное закрепление требования об обязательном трудоустройстве позволит решающим образом оказать влияние на обеспечение потребности в специалистах здравоохранения. Введение обязательной трех летней отработки, а также выделение с 2007 г. в рамках государственного образовательного гранта 30%-ной квоты, дало положительные результаты, обеспечило достаточный приток кадров в сельскую местность за счет выпускников медицинских вузов Казахстана.

Но важно не только привлечь кадры, но и удержать их. Чтобы закрепить специалистов, прибывших для работы в сельскую местность, предусмотрены повышенные (не менее чем на 25 %) оклады, подъемные (не менее 70 МРП) и льготные кредиты на приобретение жилья (до 1 500 МРП). Для содействия и мониторинга трудоустройства в местные исполнительные органы направляются персонифицированные списки выпускников медицинских вузов и ежегодно во всех медицинских вузах страны проводятся ярмарки вакансий. Между министром здравоохранения и акимами областей и городов Астаны и Алматы подписаны меморандумы о снижении дефицита медицинских кадров до 2016 года. Ежегодно на повышение потенциала работающих специалистов выделяются средства республиканского бюджета в объеме около 2,4 млрд. тенге.[7]

Для решения проблемы трудоустройства молодых специалистов интересным было бы использовать опыты других стран. Так, например, значительное место в трудоустройстве молодежи Германии занимает развитие молодежного предпринимательства и кооперации. Программы их поддержки со стороны государства признаны в мировом сообществе в качестве эффективного средства борьбы с безработицей молодежи. Развивая инициативу молодежи, государства по возможности обеспечивают некоторые преимущества и льготы для нее. Например, принимаются законы, обязывающие предпринимателей отдавать предпочтение молодым людям при заполнении вакансий, образовавшихся в результате [реорганизации производства и сокращения рабочего дня;](#)

принимаются также законы, снижающие пенсионный возраст с последующей передачей появившихся вакансий молодым работникам. Также интересен и опыт «Российского университета дружбы народов, где студенты всех факультетов проходят обязательную рабочую практику. В последующем, как показывает практика, опыт работы в процессе обучения гарантирует студентам вуза успешное трудоустройство в крупнейших российских и зарубежных организациях. Многие выпускники РУДН, стажировавшись за границей, принимают предложения о работе от западных компаний.[8]

В молодежной политике разрабатываются программы, касающиеся вопросов невостребованности выпускников на рынке труда. Для успешного и долгосрочного трудоустройства молодых людей дальнейшая работа по их профориентации должна осуществляться совместно профконсультантами службы занятости, представителями образовательных учреждений и работодателями. Каждая из этих трех сторон может и должна вносить в нее свой неопределимый вклад для предотвращения ущерба жизненным интересам молодых людей, системе общественных ценностей, а тем самым и стабильности государства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Электр.ресурс.<http://top.rbc.ru/economics/08/10/2013/881075.shtml>
- [2] МОТ: армия безработных пополнится миллионами. Газета «Вести. Экономика». 21.01.2014
- [3] Малахихин М. Молодежная безработица бьет рекорды. Газета «Ведомости». 06.08.2010
- [4] Электр. ресурс. <http://www.zonakz.net/articles/74237?mode=reply>
- [5] Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года №319-III ЗРК.
- [6] Концепция государственной молодежной политики Республики Казахстан от 28.08.1999 №73
- [7] Электр. ресурс. <http://www.kursiv.kz/news/>
- [8] Фомин В.Н. Трудоустройство молодых специалистов: политика государства и вузов // Строительные вести Белогорья. 2002. №13 (62)
- [9] Электр. ресурс. <http://www.inform.kz/rus/search/>

#### REFERENCES

- [1] Elec. resurs<http://top.rbc.ru/economics/08/10/2013/881075.shtml>
- [2] МОТ: armiabezrobotnyhpopolnitsyamillionami. Gazeta «Vesti.Ekonomika» 21.01.2014
- [3] MalykhinM. Molodezhnayabezrobotiscabietrecordy.Gazeta «Vedomosti»06.08.2010
- [4] Elec. resurs.<http://www.zonakz.net/articles/74237?mode=reply>
- [5] ZakonRespubliki Kazakhstan «Ob obrazovanii»ot 27 julya 2007 goda№319-III RK
- [6] ConceptsiagosudarstvennoimolodezhnoipolitikiRespubliki Kazakhstan ot28.08.1999№73
- [7] Elec. resursh<http://www.kursiv.kz/news/>
- [8]Fomin, V.N. Trudoustroistvomolodykhspetsialistov: politikagosudarstvo i vuzov// StroitelnievestiBelogoriya. 2002. №13 (62)
- [9] Elec. resursh<http://www.inform.kz/rus/search/>

Елжанова Р. К., Жуматай Ж. Ж., Саржанқызы А.

#### **Қазақстандағы ЖОО-ы түлектерін еңбекпен қамту мәселелері.**

**Түйіндемe.** Бұл мақалада ЖОО-ы түлектерінің жұмысқа орналасу мәселелері, себептері және жұмысқа орналасу кезіндегі кедергілер қарастырылған. Жас мамандарды жұмысқа орналастыру бойынша тиімді әрі ұзақмерзімді қызмет жасайтын жүйе болу үшін профориентациялық жұмыстар халықты жұмыспен қамту орталықтарының кәсіби кеңесшілерімен, білім беру мекемелерінің және жұмыс беруші орындардың өкілдерімен бірлесе отырып жүзеге асырылуы тиіс.

**Негізгі сөздер:** еңбек нарығы, жастардың жұмыссыздығы, жастардың жұмысбастылығы, жастар саясаты.

Елжанова Р. К., Жуматай Ж. Ж., Саржанқызы А.

#### **Проблемы трудоустройства выпускников вузов Казахстана.**

**Резюме.** В статье рассматриваются проблемы трудоустройства выпускников вузов, указаны причины, препятствующие их трудоустройству. Сделан вывод, что для успешного и долгосрочного трудоустройства молодых людей работа по их профориентации должна осуществляться совместно профконсультантами службы занятости, представителями образовательных учреждений и работодателями.

**Ключевые слова:** рынок труда, безработица молодежи, занятость молодежи, трудоустройство, молодежная политика.

Yelzhanova R. K., ZhumatayZh. Zh., Sarzhankyzy A.

**The problem of employment of graduates of higher educational institutions of Kazakhstan.**

**Summary.** This article examines the problem of employment of University graduates, also the causes that hinder their employment. It is concluded that for a successful and long-term employment of young people there are a lot of works on their vocational guidance should be developed jointly by counselors employment agencies, representatives of educational institutions and employers.

**Key words:** labor market, unemployment of youth, employability of youth, employment, youth policy

УДК 339.5

**Мұқаулы С.М., Бөрібай Э.С.**

(Т.Рысқұлов атындағы Жаңа экономикалық университеті,  
Алматы, Қазақстан Республикасы, eboribai\_71@mail.ru)

**ИНДУСТРИАЛДЫ ДАМУДАН – «ЖАСЫЛ ДАМУҒА» КӨШУ**

**Аннотация.** Қазақстанда «Жасыл экономикаға» көшу үшін балама энергетиканы дамытудың экологиялық-экономикалық мәселелері қарастырылды. Отандық және шетелдік жариялымдарға шолу жасай отырып, салыстырмалы статистикалық, аналитикалық талдаулар жүргізілді. Зерттеулерде Қазақстанда «Жасыл экономикаға» көшу барысында балама энергетиканы дамыту мүмкіндігі, экологиялық тиімділігі, экономикалық басқару тетіктерін жетілдіру мүмкіндігі айқындалды. Зерттеудің нәтижелері балама энергетиканың болашақта дәстүрлі энергетикаға қосымша ғана емес, балама бола алатындығы дәлелденді.

**Түйін сөздер:** жаңартылған энергия көздері, энергетиканы «жасыл экономикаға» бейімдеу, экологиялық, экономикалық тиімділік, экономикалық басқару, ынталандыру

Техногендік даму жолына түскен бүкіләлемдік индустрия көптеген экологиялық мәселелер туғызды. Индустриалды дамудың салдарынан табиғи ресурстар сарқылып, табиғи ортаның сапасы нашарлап, адамдардың тіршілігіне қолайсыз жағдайлар туындады. Соған қарамастан индустриалды даму артық марапатталып келеді. Рас, индустриалды даму көптеген ғылыми-техникалық жаңалықтар әкелді. Олардың нәтижелері жаңа өнімдер мен жаңа технологиялар, ғарышты игеру, ақпараттық жетістіктер т.б. Адамдар табиғатқа күшті әсер етуші факторға айналды. Өкінішке орай, олардың басым бөлігі табиғатқа жағымсыз факторлар. Олардың қатарында климаттық өзгерістер, озон қабатының бұзылуы, жердің улануы, тұщы судың, минералдық ресурстардың сарқылуы, биоалуантүрліліктің жұтануы, ормандардың жойылуы т.с.с. Экономиканың индустриалды дамуына және сонымен қатар табиғатқа күшті әсер ететін өндіріс саласы энергетика. Бүгінгі күні Қазақстанда энергетиканың (электр және жылу энергиясының) 70%-ға жуығы отын жағудан алынады.

Қазақстанда энергетикалық қуаттың 74% көмір, 11% табиғи газ, 4% сұйық отын жағудан алынады. Гидроэнергетиканың үлесі 10%, жаңартылатын балама энергетика көздерінен алынатыны 1%-ға да жетпейді.

Экономиканың осылай техногендік бағытта дамуы оны сөзсіз тығырыққа тірейді. Сондықтан ғалымдар мен мамандар алған «тұрақты даму», одан кейін «жасыл даму» идеясы халықаралық ұйымдардың, көптеген мемлекеттердің, қоғамның оның ішінде экономика, жаратылыстану, әлеуметтік, философия, техника салаларының ғылымдарының зор қызығушылығын туғызуда. Өйткені экономиканың дамуын өзгерту қажеттілігі барлығына мәлім болды. Әйткенмен, экологиялық тоқыраулардың себептерін басқа жақтан іздейтіндер де жоқ емес. Олардың айтуынша климаттың өзгерістеріне (жылынуына) өндірістің, транспорттың еш қатысы жоқ, олар кезекті қайталанып отыратын табиғаттағы циклдер салдары. Осындай идеялар арқасында отын жағудан шығарылатын жылулық әсер тудыратын газдар шығаруды, озон қабатын бұзатын газдарды өндіруді және қолдануды ақтап алмақшы. Бұл жөнінде айтарымыз табиғатқа антропогендік әсерлердің салдары бүгінде дәлелденген фактор. Сондықтан «жасыл экономика» идеясын толық қолдаймыз.

Тәуелсіз сарапшылар мен ғалымдардың пайымдауынша қазіргі экономикалық жүйе табиғатты қорғау мен пайдалану тұрғысынан жетілмеген және тиімсіз. Оның жағымсыз салдары – экология-экономикалық жағдайдың нашарлауы: ауыл шаруашылық жерлерінің тақырлануы, климаттық өзгерістер, биоалуантүрліліктің жұтануы, табиғи ресурстардың сарқылуы, азық-түлік тапшылығы,

т.с.с. түрінде көрініс тауып отыр. Мұндай жағдай болашақ ұрпақтың тіршілігіне қауіп төндірді. Экономикалық даму көрсеткіштері тек қана өндірілген құндылықтарды есептейді. Ал сол құндылықтарды өндіргенде қанша табиғи ресурстар жойылғаны, табиғатқа қанша зиян келгені есепке алынбайды. Өндіру мен тұтыну арасында жүйелі байланыс жоқ. Басты мақсат адамдардың тұтыну қажеттіліктерін қанағаттандыру екені естен шығарылып, басты мақсат өндіру мен сату болып қалыптасты. Оның үстіне қандай қажеттіліктерді қанағаттандыру керектігі нақты зерттелмеген. Осыған орай тұрақты даму тұжырымдамасында пайымды қажеттілік туралы айтылуы тегін емес. Нарық экономикасының басты мақсаты тауарды сатып пайда табу, ал табиғатқа зиянын есепке алмайды. Бірақ қазіргі қалыптасқан экологиялық жағдай бұл мақсатты толық жүзеге асыруға мүмкіндік бермейді. Сондықтан жаңа экономикалық стратегияға, оның ішінде «жасыл экономикаға» көшуге мәжбүрміз. Өндірістің басты стратегиясы табиғи ресурстарды ұтымды пайдаланып, табиғатты қорғау арқылы экономикалық тиімділікке жету.

Энергетика саласында отын-энергетика ресурстарын ұтымды пайдалану қоршаған ортаға зиянды, ластаушы шығарындыларды мейлінше азайту. Осыған байланысты көптеген халықаралық конференциялар, форумдар өткізілді. БҰҰ бастамасымен табиғатты қорғау жөнінде көптеген бағдарламалар, тұжырымдамалар, т.б. маңызды құжаттар қабылданды. Энергетика саласына қатысты 2010ж. Мексиканың Конкук қаласында «Бүкіләлемдік энергияэкологиялық банк» құрылды. Оның мақсаты – жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды кеңейту арқылы энергия ресурстарын болашақ ұрпаққа сақтау, энергетикалық және экологиялық қауіпсіздікті отын-энергетика ресурстарына бағаның өзгерістеріне қарамастан қамтамасыз ету. Бұл бағыт энергетиканың болашақ даму жолы болып табылады.

Қазіргі кезде жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) дамытудағы басты кедергі үлестік шығындарының және соның салдарынан электр энергиясына тарифтің дәстүрлі энергетикамен салыстырғанда жоғары болуы. Бірақ болашақта дәстүрлі энергетика көздеріне бағаның артуы және жаңартылатын энергия көздерін игеру ғылыми-техникалық жетістіктері бағалар айырмашылығын теңестіреді, тіпті жаңартылатын энергия көздерінен алынатын энергия дәстүрлі отын жағудан өндірілетін энергиядан арзан болуы мүмкін. Оның басты дәлелі отын-ресурстарын өндіру үлестік шығындары артады, сапалы арзан ресурстар сарқылады. Ал жаңартылатын энергия көздері сарқылмайтын ресурстарға жатады. Бұл бір жағынан. Екінші жағынан жоғарыда экономикалық көрсеткіштер туралы айтқанымыздай, электр және жылу энергиясының құнында энергия ресурстарын өндіру және пайдалану (энергетикаға айналдыру) шығындары есептеліп, табиғатқа келтірілген зияндары арнайы қаражаттар есебінен жүргізіледі. Егер электр немесе жылу энергиясының құнына табиғат қорғау шығындарын, келтірілетін зиянның салдарын қоссақ, салыстырмалы тарифтер туралы көзқарас түбегейлі өзгертінді сөзсіз. АЭС қалдықтарын жою шығындары АЭС салу шығындарынан кем емес. Бұл апатты жағдай болмағанның өзінде энергия құнында ондай шығындарды есептесек екі есе артады деген сөз.

Вашингтон энергетика институтының есептеулері бойынша 2015 жылы 1 квт. с. Электр энергиясының құны ядролық реактордан алынғанда 6,13 цент, табиғи газды жағудан алғанда 4,96 цент, көмір жаққанда 5,34 цент, желдің қуатымен өндіргенде 5,05 цент болады екен. Алдағы 5-7 жылда атом энергиясы ең қымбаты болып қалмақ.

Жасыл экономика салаларына қоршаған ортаға зиянсыз жаңартылатын энергия көздерін игеріп, балама энергетиканы және шағын энергетиканы дамыту, энергия тиімділігін арттыру, ресурсүнемдеуші, қалдықсыз және аз қалдықты технологияларды жетілдіру жатады. Қазақстанда мұндай мүмкіндіктер өте көп. Мүмкіндіктерді пайдалануға бірқатар маңызды іс-шаралар жүзеге асырылып жатыр. Олардың қатарында: энергия үнемдеу және тиімділігін арттыру туралы заң [3], Қазақстан Республикасының жасыл экономикаға кқшу тұжырымдамасы [2], тұрақты даму мақсатында Қазақстан Республикасының энергияны тиімді пайдалану және жаңартылатын энергия ресурстарын игерудің 2024 жылға дейінгі стратегиясы [4], Қазақстан Республикасының энергия үнемдеу және тиімділігін арттыру туралы 2012-2015 жылдарға арналған энергия тиімділік кешенді жоспары, ҚР «Жасыл даму» бағдарламасы, ҚРБҒМ және «Парасат» холдингі ҚР экономикасының энергетика секторын дамытуды ғылыми-техникалық қамтамасыз ету мақсатында 2011-2014 жылдарға арналған жаңартылатын энергетика көздері және энергия үнемдеу бағдарламасы, т.б.

Соңғы жылдары газ өндіру зауыттарының қуаттары арттырылды, Теңіз және Жаңажол кен орындарында 12 газтурбиналы электр станциялары салынды. Мамандардың пікірі бойынша 2030

жылға дейін табиғи газ пайдалану мүмкін мөлшері артып, жалпы энергия тұтынудың 20%-ға дейін жетеді.

Қазіргі кезде жаңартылатын энергия к өздерінен өндірілетін энергия үлесі 0,3% немесе 16,5 МВт. 2020 жылға дейін 1,5% жеткізу жоспарланған.

Қазақстанда жаңартылатын энергия көздерінің мол қоры бар. Жыл сайын жел энергиясын пайдаланудан 1820 млрд. квт.сағ., күн қуатынан – 2,5 млрд. квт.сағ., шағын өзендер қуатынан – 7,56 млрд. квт.сағ., геотермаль көздерінен 4,3 ГВт электр энергиясын өндіруге болады.

Жел энергетикасының техникалық потенциалы 929 млрд. квт.сағ. Қазақстанның барлық облыстарында жел электр стансаларын салуға болады. Жел электр станцияларын салуға зерттелген алаңдар 1-кестеде келтірілген.

1 кесте. Жел электр станцияларын салуға зерттелген алаңдар.

Рет №	Атауы	Желдің жылдамдығы (80 м биіктікте), м/с	Жел электр станцияларының қуаты, МВт.
1	Жоңғар қақпасы	10,1	50-250
2	Шелек дәлізі	8,01	50-300
3	Қордай	6,06	20
4	Шаян	7,61	50-350
5	Астана	7,25	20
6	Ерейментау	8,09	500
7	Қарқаралы	5,91	10
8	Арқалық	7,52	50
9	Атырау	7,88	50-100
10	Форт-Шевченко	8,43	50

2020 жылға дейін жалпы қуаты 850 МВт 30 шақты жел электр станцияларын салу жоспарланған, оның бүгінгі күнге дейін іске қосылған қуаты 16,5 МВт. 2015 жылы қуаты 48 МВт жел электр станциясы Арқалық қаласының маңында іске қосылады. 2017 жылға дейін Ерейментауда қуаты 45 МВт, 2018 жылға дейін Шелек дәлізінде қуаты 51 МВт, Жоңғар қақпасында – 72 МВт жел электр станциясы салынады. Жел электр станциясы (300 МВт) Ақтөбе облысында және Сарысу ауданында (100 МВт) салынады.

Қазақстанда салынатын жел электр станцияларының жобалары 2 кестеде келтірілген.

2 кесте. Жел электрстанциялар жобалары

Рет №	Орналасу орны	Қуаты, МВт.
1	Ерейментау қаласы маңында	45
2	Ерейментау қаласы маңында	30-50
3	Ақтөбе облысы, Қарғалы ауданы	300
4	Алматы облысы Еңбекшіқазақ ауданы	51
5	Алматы облысы Еңбекшіқазақ ауданы	60
6	Алматы облысы Жоңғар қақпасы	72
7	Шығыс Қазақстан облысы, Ұлан ауданы	24
8	Жамбыл облысы, Қордай ауданы	21
9	Жамбыл облысы, Сарысу ауданы	100
10	Қарағанды облысы, Қарқаралы ауданы	15
11	Арқалық қаласы маңында	48
12	Форт-Шевченко қаласы	19,5
13	Солтүстік Қазақстан облысы, Қызылжар ауданы	1,5
	Барлығы	793

*Ескерту:* ҚР индустрия және жаңа технологиялар министрлігінің мәліметтері

Бұлардан басқа Маңғыстау облысында қуаты 150 МВт. Форт-Шевченко қаласында – 42 МВт жел электр станциялары жобалары жасалған.

Жел электр станциялары, әсіресе, Қазақстанның ауыл шаруашылық аудандары үшін тиімді. Сондықтан онда жел электр энергиясын тұтынудың жылдық мөлшерін қазіргі 0,9 млрд. квт. сағаттан 7 млрд. квт. сағатқа жеткізу керек. Еуропа елдерінде жел электр станцияларының үлесі 20 %-ға жетеді, ал бізде 1% шамасында, олардан 7-10 есе аз.

Күн энергиясын пайдалануда көшбасшы елдер АҚШ және Жапония. Жапонияда 2030 жылға дейін фотоэлементтер қуатын 53 ГВт жеткізуді мақсат етіп отыр. Қазіргі қолданылатын күн батареялардың кемшілігі ПӘК 15 % шамасында, болашақта 50%-ға жеткізетін ізденістер бар. Тағы бір кемшілігі – күн энергиясын толық пайдаланып, 2,5 млрд. квт қуатқа жеткізу үшін фотоэлементтерді 10 км<sup>2</sup> ауданға орналастыру керек және оған 7 мың тонна сапалы кремний қажет.

Қазақстанда күн қуатын пайдаланудың мүмкіндігі мол. Бір ғана Үштөбе маңындағы Сарыкөл кен орнының кремний жоғарыдағы қуатты өндіруге 100 жылға жетеді. Қазақстанда күн электр станцияларын салу, оңтүстікте: Алматы, Жамбыл, Қызылорда, Оңтүстік Қазақстан облыстарында тиімді болады. Күн энергиясын пайдалану әсіресе ауылдық жерлерде тұрмыста қолданылатын жылу энергия алуға тиімді. Сонымен қатар, күн энергиясын дәстүрлі отын жағып өндірілетін жылумен бірге пайдалануға болатын будан қондырғылар қолдануға болады.

Жамбыл облысында Отар күн электр станциясы жұмыс істеп тұр және мұндай станциялар ішінде ең арзан квт.сағ. 23,4 теңге сатылатын электр энергиясын өндіреді. Облыста әр қайсысының қуаты 50 МВт тағы 6 станция салу көзделген. Оларды «СПК Тараз» және «KEGOK» АҚ «Ecapsolution» неміс компаниясымен бірлесіп 2016 жылдың аяғына дейін іске қоспақшы. Сондай-ақ, «Жамбыл электр желілері» ЖШС «NanoWinTechnology» Тайвань компаниясымен бірге әрқайсысының қуаты 20 МВт күн электр станциялар паркін салмақшы. Бұл станциялар тайвандық фотоэлектр панелдерімен жабдықталады және электр энергиясының тарифін 22,4 теңгеден белгілеуге мүмкіндік береді. Қазақстандық тариф 34,61 теңге.

Жаңа озық технологиялар негізінде Қапшағайда қуаты 2 МВт күн электр станциялары іске қосылмақшы. Қызылорда облысында қуаты 50 МВт ірі станция салынады.

2014 жылы Астанада KazPV (Астана Solar, Kazakstan-Solarsilicon ЖШС, Kazsilicon ЖШС) және Qatarsolar-Energy компаниясы, сондай-ақ, CleanPawer Американдық компания арасында меморандумға қол қойылды. Ол бойынша Катардың қуаты 300 МВт, кейіннен 2500 МВт жеткізілетін кәсіпорындарына Қазақстаннан күн кремнийі, фотоэлектр пластинкалары және сұр ұяшықтар жіберілетін болады.

Қазақстанда, әсіресе оңтүстік және оңтүстік шығыс аймақтарында едәуір гидроресурстар бар. Олардан жылына 27 млрд КВт.сағ. электр энергиясын өндіру экономикалық мүмкіншілігі бар. Ал шағын ГЭС потенциалы 1380 МВт, жылына 6 млрд Квт.сағ.электр энергиясын өндіруге болады.

Алматы облысының тау өзендерінде жалпы қуаты 19 Мвт, 5 шағын ГЭС салынған. Болашақта Көксу өзенінде қуаты 42 МВт, Шелек өзенінде қуаты 62 МВт шағын ГЭС салынбақшы. 2020 жылға дейін Алматы облысының 8 өзенінде жалпы қуаты 164 МВт, Жамбыл облысының екі өзенінде қуаты 13,7 МВт, Оңтүстік Қазақстанда қуаты 5 МВт шағын ГЭС салынады. Жалпы республикамызда жалпы қуаты 182 МВт шағын ГЭС іске қосу көзделуде. 2050 жылға дейін елімізде экологиялық қауіпсіз энергия өндіру жылына 30-40 млрд. КВт.с жетіп, жалпы тұтынатын электр энергиясының 10-13% құрайды. Шағын энергетикаға салынған қаржы тез өтеледі.

Қазақстанда геотермаль ресурстары да бар. Суының температурасы 45-80°C бассейндер Шымкент, Тараз, Қызылорда қалаларының маңайында 1200-2000 м тереңдікте орналасқан. Олар орталықтан жылытуға және жылыжай шаруашылықтарына жарамды. Шу өзені аңғарында және Қызылқұмның солтүстігінде температурасы 80-120 °С, 2500-3000м тереңдікте жылу мен электр энергиясын өндіруге жарамды геотермаль су көздері ашылды. Үстірт қыратында жылытуға пайдалануға жарамды температурасы 90-120 °С жер асты суларының едәуір қоры бар.

Қазіргі кезде жаңартылатын энергетикалық ресурс ретінде биомасса қарастырылады. Әлемде барлық жаңартылатын энергия көздерінен алынатын энергия үлесі 14% бағаланса, оның ішінде биоресурстар үлесі 1,8% болжамдар бойынша жаңартылатын энергия көздерінің үлесі 2040 жылға 47,7% жетеді, ал биомасса үлесі 23,8%. Биоэнергетиканы дамыту отын-энергетика ресурстарының импортын ішкі шикізатпен алмастырып ондай ресурстары тапшы елдердің энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Биоэнергетиканы қалдықтарды пайдаланып ауылдық жерлерде дамытуға болады. Ауыл шаруашылық өнімдерінің қалдықтарын пайдаланатын биоэнергетиканы дамытуда Еуропада: Германия, Финляндия, Франция, Швейцария, Италия, т.б.; Азияда: Жапония,



Қытай; Америкада: АҚШ, Бразилия, Канада елдері белсенділік танытып отыр. Биоотын өндіру заңмен реттеліп, салық жеңілдіктерімен және басқа кешенді шаралармен ынталандырылады.

Қазіргі кезде биомассаны энергияға (энергетика, жылу, транспорт отыны) айналдырудың бірнеше бағыттары бар. Ең тиімдірегі жылу мен электр энергиясын өндіру. Биомассаны көмірмен араластырып жағу тиімді саналады.

Біраз елдерде қант тростнигінен биоэтанол өндіріледі және майлы дақылдар мен май қалдықтарынан биодизель өндіріледі. Бірақ энергия өндіруге азықтық және жемдік дақылдар пайдалануын қолдауға болмайды. Бұл мақсатқа тек азықтық немесе жемдік емес өсімдіктерді және органикалық қалдықтарды пайдаланған дұрыс.

Қазақстанда биоэтанол өндіру тәжірибесі сәтсіз аяқталды деп айтуға болады. Өйткені бізде биомассаны көп беретін, қаулап өсетін өсімдіктер жоқ. Ауыл шаруашылық қалдықтарын газ және компостер алуға пайдалануға болады.

АЭС жобасын қолданушылар Қазақстанның шикізат базасы мол (уанның дүниежүзілік қорының 19%) және уран өндіруден де алдыңғы орындамыз деген уәж айтады. Қазақстан үкіметі АЭС салу туралы шешімін шығарып та қойды және салынатын орны ретінде Курчатов қаласын таңдады. Мұнда – Семей ядролық полигонының бұрынғы орталығында ғылыми кадр жинақталған және АЭС салу еліміздің ғылыми потенциалына, әлеуметтік-экономикалық дамуына қомақты үлес қосады деп есептейді.

«Казатомпром» мен «Росатомпром» арасында АЭС салу, оған жөндеу және сервистік қызмет көрсету, сондай-ақ мамандар дайындау жөнінде меморандумға қол қойылған. АЭС қауіптілігі жөнінде қоғамдық пікірлерге қарамастан 2019 жылдан бастап қолға алынбақшы. Қазір қаржы тапшылығына байланысты біраз шегере тұруға тура келеді. Біздің ойымызша «Росатомпром» ұсынған жоба әлі еш жерде сынақтан өткізілмеген, қауіпсіздігіне ешқандай кепілдік жоқ. Сондықтан АЭС салған күннің өзінде басқа операторды таңдау керек сияқты, біржақты, түпкілікті шешім қабылдауға әлі ерте.

Жасыл экономикаға көшу мемлекеттің тікелей қатысуымен қомақты инвестиция тартуды қажет етеді. БҰҰ даму және сауда жөніндегі конференциясының (ЮНСТАД) бағалауы бойынша 2013 ж. индустриалды-инновациялық жобаларға инвестиция тарту бойынша алдыңғы қатардағы елдердің ішінде Қазақстан 19 орын алған.

Қазақстанда оған қолайлы климат қалыптасқан. ҚР «Инвестиция туралы» заңында келесі бағыттарда қолдау көрсетіледі:

- Шет елден әкелінетін шикізат, материалдар, құралдар баж салығынан босатылады;
  - Мемлекеттік жер учаскелеріне грант беріледі;
  - Жоба құны 2 млн. АЕК немесе 20 млн доллардан кем болмауы керек;
  - 10 жылға жер салығынан корпоративтік табыс және мүлік салықтарынан 8 жылға босатылады.
- Бұл жеңілдіктер ойын бизнесі мен акциздік тауарларға берілмейді:

- Жобаға шетелдік мамандарды қатыстыру мүмкіндігі беріледі;
- Инвесторлардың құрылыс-монтаж жұмыстары мен құрал-жабдықтарға шығынын едәуір бөлігін мемлекет төлейді немесе инвестициялық субсидия беріледі. Сонымен қатар инвестициялық белсенділігі үшін 10 елге визасыз тәртіп белгіленді. Бұл шаралар елімізде аса ірі жобаларды іске асыруға және жоғары білікті мамандарды тартуға бағытталған. Осы тәрізді жеңілдіктер отандық кәсіпкерлер мен ғалымдарға қажет-ақ.

Қорыта айтқанда Қазақстанда жанартылатын энергия көздерінің, әсіресе жел мен күннің қуатының потенциалы мол. Оларды игеруге техникалық мүмкіндіктер бар. Дәстүрлі энергетикамен салыстырғанда экологиялық артықшылығы сөзсіз. Әйткенмен, экономикалық тұрғыдан шешілмеген мәселелер де бар. Олар өндірілетін энергия құнына (тарифіне), бір мерзімдік қаржы салуға және оның өтелуіне байланысты. Олар туралы пікірімізді мақалада білдірдік және олар шешімін табуға болатын мәселелер.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. Стратегия Казахстана – 2030: Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев (Утвержд. Указом РК от 14 декабря 2001 [Электронный ресурс]. – 2001, -URL: <http://www.minplan.gov.kz/economyabout>
2. Конвенция РК по переходу к зеленой экономике (утвержд. Указом Президента РК от 30 мая 2013 года №577) [Электронный ресурс] – 2013. URL: <http://online.zakon/kz>.

3. Закон РК об энергосбережении и повышении эффективности (с изменениями и дополнениями по состоянию на 03.07.2013г.) от 12 января 2012 года (утвержд. Постановл. Правительства РК от 30 ноября 2011 г. №1404) [Электронный ресурс] – 2013. URL: <http://www.amu.kz/rus/infocenter/news>
4. Стратегия эффективного использования энергии и возобновляемых ресурсов РК в целях устойчивого развития до 2024 года. Астана, -2006 (утвержд. Указом Президента РК от 14 ноября 2006 года №216) [Электронный ресурс] – 2006. URL: <http://bestprofi.com/home/document>
5. Государственная программа по форсированному и индустриально-инновационному развитию РК на 2010-2014гг. (утвержден. Указом Президента РК от 19 марта 2010 года N 958) [электронный ресурс] – 2010- URL:<http://baiterek.gov>
6. Государственная программа по управлению водными ресурсами на 2014-2040 годы. Астана, 2013г. (утвержден. Указом Президента РК от 19 марта 2010 года N 957) [электронный ресурс]. – 2010 2010- URL:<http://pro.do.zakon.kz>
7. Оспанов Б. Термальная энергетика как альтернатива //газета «Капитал». – Алматы, 1 май 2014г.
8. Аналитическое исследование «Казахстан энергетическая безопасность и устойчивое развитие энергетики. Состояние и перспективы».- Астана, 2014г.
9. Проекты ветровой электростанций МИНТ РК. – Астана 2013г.

#### REFERENCES

- 1.Strategy of Kazakhstan - 2030: Prosperity, security and improvement blagosostoniya all Kazakhs (Approved. RK Decree of 14 December 2001 [electronic resource]. - 2001, -URL: [http // www.minplan.gov.kz/economyabout](http://www.minplan.gov.kz/economyabout)
2. Convention on RK transition to a green economy (approved. Decree President of the Republic of Kazakhstan dated May 30, 2013 №577) [electronic resource] - 2013. URL: [http // online.zakon / kz](http://online.zakon/kz).
3. The Law of the Republic of Kazakhstan on energy conservation and efficiency (with amendments and additions as of 03.07.2013g.) of 12 January 2012 (approved. acting. Government of the Republic of Kazakhstan on November 30, 2011 №1404) [electronic resource] - 2013. URL: [http // www.amu.kz/rus/infocenter/news](http://www.amu.kz/rus/infocenter/news)
- 4.The strategy of energy efficiency and renewable Resources of Kazakhstan for sustainable development until 2024. Astana, -2006 (approved. Presidential Decree of 14 November 2006 №216) [electronic resource] - 2006. URL: [http // bestprofi.com / home / document](http://bestprofi.com/home/document)
5. State program for accelerated industrial-and innovative development of Kazakhstan for 2010-2014. (Approved. Presidential Decree of 19 March, 2010 N 958) [electronic resource] – 2010-URL: <http://baiterek.gov>
6. State program on water management 2014-2040 years. Astana, 2013. (Approved. Presidential Decree of 19 March, 2010 N 957) [electronic resource]. - 2010 2010- URL: [http // pro.do, zakon.kz](http://pro.do,zakon.kz)
7. B. Ospanov thermal energy as an alternative newspaper //"Capital". - Almaty, 1 May 2014.
8. Аналитическое исследование "Kazakhstan's energy security and sustainable energy. Status and Prospects". - Astana, 2014.
9. Projects of wind power MINT RK. - Astana 2013.

Мукаулы С.М., Борибай Э.С.

#### **Переход от индустриальной к «Зеленой экономике»**

**Резюме.** Рассмотрены возобновляемые источники энергетики Казахстана и возможности их использования, обоснованы эколого-экономические эффективности, а также вопросы, требующие экономического решения.

Рассмотрены эколого-экономические проблемы развития альтернативной энергетики для перехода Казахстана к «Зеленой экономике». На основе отечественных и зарубежных данных проведены сравнительные статистические и аналитические анализы исследований. Исследования показали, что для перехода Казахстана к «Зеленой экономике» есть возможности и основания для развития альтернативной энергетики и совершенствования экологической эффективности и экономического управления. Результаты исследования показали, что альтернативная энергетика в будущем будет не только как дополнение к традиционной энергетике, а будет самой альтернативой.

**Ключевые слова.** источники возобновляемой энергии, приспособление энергетики к «зеленой экономике», экологическая и экономическая эффективность, экономическое управление, преобразование.

Mukauly S.M., Boribay E.S.

#### **The transition from an industrial to a "Green development"**

**Summary.** Considered renewable energy in Kazakhstan and the possibility of their use justified environmental and economic efficiency, as well as issues requiring economic solutions

Consider ecological and economic problems of development of alternative energy for the transition of Kazakhstan to "green economy". On the basis of domestic and foreign data carried out comparative statistical and

analytical analysis of the study. Studies have shown that the transition of Kazakhstan to "green economy" is possible and appropriate for the development of alternative energy and improve environmental efficiency and economic management. The results showed that the alternative energy in the future will not only as a supplement to traditional energy, and will be the alternative.

**Key words.** renewable energy, energy device to the "green economy", the environmental and economic efficiency, economic management, transformation.

УДК 339.138

**Бейсембаев Г.Ш., Бейжанова А.Т.**

(Казакский национальный университет имени аль-Фараби,

Алматы, Республика Казахстан

[galymzhan.beisembayev@mail.ru](mailto:galymzhan.beisembayev@mail.ru))

### **БІЛІМ БЕРУ САЛАСЫНДАҒЫ МАРКЕТИНГ**

**Аннотация.** Қазіргі таңда білім беру саласы ең өзекті тақырыптардың бірі. Сапалы білім алу қоғам дамуының бірден бір факторларының негізі. Әр түлек жұмысқа орналасатын кезде жұмысқа қабылдаушы оның біліміне және қандай оқу орнын бітіргеніне көңіл бөледі. Сапасы жоғары және қазіргі заман талабына сай оқу орнының дипломы жұмыс табуда яғни жақсы жұмыс орнына орналасуға үлкен ықпал болады. Жоғарғы оқу орнындары заман талабына сай дамып келеді және осыған орай бәсекелестік те туып отыр, және білім беру қызметтері нарығындағы жоғарғы оқу орнындары арасында әлеуетті клиенттер үшін (мектеп түлектері) бәсекелестік деңгейі шарықтап келеді. Жоғарыда көрсетілген шарттарға сай білім беру қызметтері нарығындағы бәсекелестік деңгейін арттыру жолдарын іздеу қажеттілігі күмән туғызбайды. Осыған байланысты білім беру қызметтері нарығын қалыптастыруда маркетингтік тәсілді енгізудің мәнділігі өте орынды. Аталған барлық жағдайлар, факторлар осы тақырыптың өзектілігін сонымен қатар бұл тақырыптың зерттеу қажеттілігін көрсетеді.

**Негізгі сөздер.** Білім беру, маркетинг, нарықты дамыту.

Қазіргі таңда білім беру саласы ең өзекті тақырыптардың бірі. Сапалы білім алу қоғам дамуының бірден бір факторларының негізі. Әр түлек жұмысқа орналасатын кезде жұмысқа қабылдаушы оның біліміне және қандай оқу орнын бітіргеніне көңіл бөледі. Сапасы жоғары және қазіргі заман талабына сай оқу орнының дипломы жұмыс табуда яғни жақсы жұмыс орнына орналасуға үлкен ықпал болады. Жоғарғы оқу орнындары заман талабына сай дамып келеді және осыған орай бәсекелестік те туып отыр, және білім беру қызметтері нарығындағы жоғарғы оқу орнындары арасында әлеуетті клиенттер үшін (мектеп түлектері) бәсекелестік деңгейі шарықтап келеді. Жоғарыда көрсетілген шарттарға сай білім беру қызметтері нарығындағы бәсекелестік деңгейін арттыру жолдарын іздеу қажеттілігі күмән туғызбайды. Осыған байланысты білім беру қызметтері нарығын қалыптастыруда маркетингтік тәсілді енгізудің мәнділігі өте орынды. Аталған барлық жағдайлар, факторлар осы тақырыптың өзектілігін сонымен қатар бұл тақырыптың зерттеу қажеттілігін көрсетеді.

Білім беру саласындағы маркетингтің негізін және оның білім беру қызметтер саласында қалай ерекшеленуін түсіну үшін жалпы комплекс пен оның аспектілерін, элементтерін жалпылама талдау қажет. Ол ең алдымен маркетингтік қарым қатынастың субъектілерімен және нарықтағы функциялары, білім беру қызметтері нарығындағы маркетингтің объектілерінің әрекет ету саласы, мақсаттық бағдарларының мәселелік мазмұны. Осылардың барлығын кезекті қарастыруымыз бізге нақты білім беру қызметтері нарығының ұғымын анықтауға көмектеседі.

Маркетинг- ішкі фирмалық басқарудың ерекше жүйесі деген көп көз қарас тараған. Егерде бұл көз қарас дұрыс болған жағдайда білім беру қызметтері нарығындағы маркетингтің субъектілерінің бір ғана түрі болатын еді. Ол білім беру мекемесі, ал маркетинг олардың ішкі жұмысы болар еді. Анықтама бойынша оған мемлекеттің және білім беру қызметтер саласының тұтынушыларының қатысы болмас еді. Сонымен қатар маркетингтің субъектісі болып тек қана өндірушілер мен делдал фирмалардан басқа барлық нарықтың субъектілері болып табылады табылады.

Маркетингтік қарым-қатынастың негізгі қатысушылары тек қана білім беру мекемелері ғана болып қоймай сонымен қатар тұтынушылар (жеке тұлғалар, кәсіпорындар, ұйымдар), делдалдардың

кең тобы (жұмыспен қамтамасыз ету ұйымы, еңбек биржасы, тіркеу органы, білім беру мекемелерін лицензиялау және аккредитациялау мекемелері т.б.) Қоғамдық институттар мен құрылымдар білім беру қызметтері нарығын жылжытуда өз үлесі бар.

Білім беру қызметтері нарығындағы маркетингтің субъектілерінің арасында студенттің, тыңдаушының, оқушылардың тұлғасы ерекше рөл атқарады. Ол тек білім беру қызметтерінің материалды тасымалдаушы, берілетін білімнің жинағы, еңбек барысындағы қолданушы ғана емес ол ең соңғы тұтынушы болып табылады. Тұлға басқа білім беру қызметтері нарығының тұтынушыларына қарағанда білім потенциалын материалды жағдай жасауға, өмірлік табыс табу үшін ғана қолданбайды сонымен қатар өзінің тікелей қажеттіліктерін қанағаттандыру ең алдымен танымдық қажеттіліктері.

Білім беру саласындағы маркетингке келесідей анықтамалар берілген:

- Білім беру саласындағы маркетинг – ол қызмет көрсетудің, бағаның, бәсекелестік білім беру нарығындағы жоғарғы оқу орнының коммуникативті саясаттың жүзеге асыруының экономикалық үдерісі[1].

- Білім беру саласындағы маркетинг- ол ақылы білім беретін нарықты зерттейтін ғылым, оларды жылжытуды және орналастыруды қарастырады сонымен қатар білім беру бизнесінің философиясы[2].

- Білім беру саласындағы маркетинг деп, ең алдымен білім саласындағы қызметтерге халық сұраныстарының қажеттіліктерін қанағаттандыруға бағытталған нарықтың қызметі[3].

Ашық жүйе маркетингіндегі философия, қатысушыларының рыноктағы бәсекелестері және қарсыластармен қарым- қанынасының рыноктағы жағдайына сүйенеді. Білім нарығында бәсекелестердің ынтымақтастығы жиі кездеседі: жаңа оқу дисциплинасын даярлауда, оқу және методикалық әдістемелерді дайындауда, ғылыми- педагогикалық мамандарды қолдануда, қымбат ғылыми және оқу жабдықтарын даярлауда және эксплуатациясында және тағы да басқа ғылыми инвестицияларда қарым- қатынастары кездеседі. Білім жүйесіне кеткен инвестициялар ұзақ мерзімді болғандықтан (мысалы, жоғарғы мектеп- бес- сегіз жыл), инвесторлар тәуекел көлемін төмендетуді көздейді.

Маркетинг субъектілер философиясы нарыққа түсініктеме жүйесін, нарық туралы білімін және оларды игерушілік әдістемелерін береді.

Ашық білім беру нарығындағы маркетингтік негізгі атқаратын қызметі:

- қажеттілікті қанағаттандыру, сатып алушылардың сұранысы мен күтімін қанағаттандыру, білім беру нарығының негізгі буындарын ұйғару;

- іс-шараның зерттемесінің ашық білім беру қызмет атқаруларында қажеттіліктің толық қанағаттандыру;

- білім беру қызметінің сыртқы рәсімін және оның таратылу жүесін алдын ала жоспарлау;

- қызметтің бағасын есептеу, пацданың қажетті аумағын қамтамасыздандыру;

- коммуникацияның тиімді жүйесінің қамсыздандыру және білім беру нарығының нақты тұтынушыларын қамтамасыздандыру.

Маркетингте жалпы ғылыми әдістер іске асырылады олар:

- Басқа ғылыми ізденістер мен деректер көздеріне, талдау жасау және систематизациялау екінші әдіс болатын болса, бірінші әдіс нарықтағы ақпаратты өз бегінше немесе арнайы тапсырыс бойынша алу. Оның ішінде ең алдымен тұтынушылар туралы ақпарат, бәсекелестер туралы, өрлеу мен өндірушілер арналарындағы маркетингтік ортасындағы әдістемелер жүзеге асырылады.

- Ақпаратты синтездеу, қалыпты жағдайларды жасау, өзгерістерді болжау (оның ішінде ұзақ уақыттағы), стратегия және тактикалық шешімдерді бағалауға, әрекеттерді сараптауға бацланысты

- Экспериментальді жолмен нарықты бағалау және оптималды маркетингтік шешім қабылдау

- Алынған ақпараттар негізінде тәжірибиелік ідістерді өзгерту, оның ішінде маркетингтік қызметті жоспарлау, мекемелерді басқару, нарықтық іс- әрекеттерді қадағалау, мекеменің және оның өнімінің нарықтағы басқа

Маркетинг ақпаратты және нақты ғылымның және ғылыми тәртіптің әдістерін пайдаланады, олар:

- статистика (ең алдымен, мемлекеттік органдардың және қоғамдық ұқымдардың статистикалық мәліметтері)- ол нарықтың сыймдылығын және оның сегменттерін бағалауға, сұраныстың үрдісімен көлемін бағалауға және т.б;

- макро және микроэкономикалық анализ- нарықтық жағдайды және бағалауды сараптау үшін, бәсекелестердің мүмкіншіліктерін анықтау үшін, сату және өрлеу каналдарына баға беру үшін, білім беру мекемесінің мүмкіншілігін бағалау үшін қажет;

- социология – бәсекелес тұтынушы топтарды анықтау және анализі үшін және қоғамдық ұйымдардың сұраныстарын қанағаттардыру үшін қажет;

- психология и психофизиология- Білім беру нарығының және мекеменің пайдасына, жарнамалық және де басқа да іс әрекеттердің әсер етуі;

- математика- көрсетілген мақсаттың табысының үдерісінің күтуі үшін;

- басқарма қағидасы - жоспарлау және қадағалау үрдісін іске асыру, болжау, бағалау, реттеу және маркетингтік жұмыстың стимуляциясы оқу мекемесімен әрекеттес тәртіптерін , сондай ақ нарықтағы әрекеттес субъектілермен үрдісінің жоспарын және қадағалауын іске асыру;

Маркетингте нақты әдістемелер қолданылады және жаңа идеялар генерированиясы әдістемелік топтары (маркетинг объектілерінің қатыныстары, ассортименттің жаңаруы, бағаның өздеруі және бейімделуі, тауарлардың нарықтағы сатылуы мен өркендеуі), сараптамалық бағалау, контент- анализ (ең алдымен бұқаралық ақпараттар негізінде) және т.б арқылы жүзеге асырылады.

Атап кеткен әдістердің көп бөлігі маркетингтік зерттеу кезінде қолданылатын әдістер. Бұл зерттеулер маркетингтік қызметте және оның бюджетінде үлкен орын алады. Сондықтан да, оларды дұрыс жоспарлау өте маңызды.

Білім беру қызметтерінің маркетингінің дамуы өте маңызды, себебі зияткерлік потенциал, қоғамның ұлттық байлығын көбейтудің шешуші факторы бола бастады. Қазіргі білім беру жүйесі қызметінің арқасында әлемнің экономикалық дамыған елдері осы уақытта ҰЖТ-ның 40% дейін өсуін қамтамасыз ете бастады[3].

Дегенмен, республиканың білім беретін кешенінде маркетинг жүйесі, өкінішке орай, кең тарала алмай отыр. Жалпы білім беру мекемелерінде маркетингті қолданудың үш деңгейі айқын көрінеді[3]:

- Жоғарғы деңгейге білім беру мекемелерінің салыстырмалы кішігірім тобы жатады, олар - нарықтық басқарудың маркетингтік тұжырымдамасына бағдарланған және коммерциялық бастауларда ұйымдастырылған қызметі бар мекемелер.

- Екінші деңгейге білім беру қызметіндегі нарық конъюктурасын пайдаланатын білім беретін мекемелер жатады, олар маркетингтік қызметтің тек жеке құрама бөліктерін, яғни сұранысты зерделеу мен жаңа мамандықтар бойынша мамандар дайындауды ұйымдастыру, төлем деңгейін анықтау және тағы басқа қызмет түрін атқаратындар.

- Төменгі деңгейге маркетингтің жеке элементтерін ғана яғни жарнама, білім беру саласындағы қосымша қызметке сұранысты зерделеу қызметтерін орындайтын мекемелер жатады.

Жетекші оқу орындары материалдық тауарлармен емес, педагогикалық қызметтерден қалыптасатын, сезілмейтін қызмет түрімен жұмыс істеуге тура келеді. Сондықтан, білім беру саласындағы маркетинг кешенінің құрамдас бөліктері келесілер: сұранысты зерделеу, қызмет көрсету бағасы, қаржылық ресурстарды қалыптастырудың әдістері, үлестіру және ынталандыру сияқты қызметтері қалыптасады.

Маркетинг қызметінің білім беру мекемелеріндегі ерекшеліктеріне жатқызатын түрлі көлемдегі және мазмұндағы ұйымдастыру жұмыстары жатады. Олар[3]:

- білім беру ортасын талдау;

- білім беру қызметін, конъюктурасын, сұранысын, тұтынушының реакциясын нарықтық үрдіс негізінде стратегиялық болжамдарының жаңа ұсыныстарын әзірлеу;

- ішкі білім беретін органы талдау;

- факультативтер, арнайы семинарлар, таңдау бойынша пәндер, курстар, үйірмелер, секцияларды ашу (қысқарту, тоқтату), кеңейту туралы ұсыныс әзірлеу;

- тапсырыс берушілермен, тұтынушылармен білім беретін мекеменің қарым-қатынастарының даму үрдісін талдау, жеке алғанда, ЖОО-мен, шағын ауданның өндірістік секторы, фирмалармен және тағы басқалар;

- қолданыстағы стандарт, ереже және шарттардың сапасына және ұсынылған білім беру қызметтерінің мазмұнына сараптама және ақпараттық-аналитикалық мәліметтерінің жинақталуы;

- нақты білім беру мекемесі жағдайында қажетті заттық - әдістемелік қамтамасыз ету қызметтерін дәлелдеу;

- тұтынушының болжамдық сұранысына негізделген, жедел қажетті білім беру қызметтерін жоспарлау;

- қажетті қызметтердің ұсынылымдарының (экономикалық, кадрлық, зияткерлік және тағы басқалар) шарттарын дәлелдеу және есептеу;

- мекемелердің өзара іс-әрекетінің тиімді жүйесі және берілетін білім беру қызметтері мәртебесінің құқықтық қамтамасыз ету (дер кезінде лицензиялау, аттестация, қаржылық есеп құжаттамасын қалыптастыру және тағы басқалар);

- нарық талаптарына сәйкес мамандарды дайындау жүйесін қалыптастыру;

- жарнамалық-ақпараттық қызмет;

- сұранысты қалыптастыру және білім беру қызметтерін жылжытуды ынталандыру;

- бағаны жоспарлау;

- тұтынушыларға білім беру қызметтерін жақындататын тиімді жүйе ойластыру;

- тұтынушылармен, ЖОО-мен, мекеме және тағы басқалармен өзара іс-әрекет туралы шарт жасау;

- білім беру мекемелерінің құқықтары және жауапкершіліктерін анықтау үшін білім беретін қызметтердің тұтынушыларымен еңбек келісімдерін жасау;

- тұтынушымен кері байланыс жүйесін дамыту;

- қызмет көрсету сапасын бақылау жүйесін жасау;

Бұл маркетингтік қызметтер ұсыныс бойынша қызметтің түрлерін және нарық қызметіндегі тауардың жылжуын ғана анықтайды.

Әрине, білім беру саласындағы маркетингтік қызмет – басшы әрекетінің шынайылығымен көрінеді. Білім беру қызметін тұтынушыларды әлеуметтік қорғай отырып, сол мекеменің даму болашағын да ойластырған жөн. Ол үшін қажеттілікті қалыптастыра отырып, тұтынушы қалауын ескеру керек.

Сонымен қатар, білім беру мекемелеріндегі маркетинг қызметін жүзеге асырудың маңызды кезеңі маркетинг зерттеулерін жүргізу болып табылады.

Білім беру қызметтері нарығындағы маркетингтің субъектілерінің арасында студенттің, тыңдаушының, оқушылардың тұлғасы ерекше рөл атқарады. Ол тек білім беру қызметтерінің материалды тасымалдаушы, берілетін білімнің жинағы, еңбек барысындағы қолданушы ғана емес ол ең соңғы тұтынушы болып табылады. Студент басқа білім беру қызметтері нарығының тұтынушыларына қарағанда білім потенциалын материалды жағдай жасауға, өмірлік табыс табу үшін ғана қолданбайды сонымен қатар өзінің тікелей танымдық қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қолданады.

Студенттер білім беру қызметтері нарығының қолданушысы, иемденушісі және соңғы тұтынушысы, сонымен қатар жинаған барлық кешенді потенциалын жүзеге асыру үшін келесідей таңдау жасайды: нақты өз болашақ мамандығын, оқу мерзімін, оқу орнын, қаражат көздерін және өзінің болашақ жұмыс орнын. Ең қызықтысы білім беру қызметтері нарығындағы маркетингтің субъектілерінің арасында бұл негізгі субъект басқа субъектілермен салыстырғанда төмен қорғанысқа ие, ақпарат көзін аз қамтыған және жаңа қатысушы болып келеді. Сондықтан, студенттің тұлғасы ортақтың көңілінде болуы, ақпаратты толық қамтылуы, барлық болатын келісім шарттың міндетті қатысушысы болуы қажет. Осының барлығы ескерілген жағдайда қалған тұтынушылардың маңыздылығы мен рөлі анықталады. Олардың ішінде: фирмалар, ұйымдар, кәсіпорындар, мекемелер және басқарушы органдар.

Сонымен, келесідей қортындыға келеміз білім беру саласында маркетингті дұрыс пайдалану ол жағары табыс алып келетінін, тұтынушылар санының артатынын, бәсекелестерден артықшылығымыз болатынын түсінеміз. Білім беру саласында маркетингтің орны ерекше екенін түсінеміз, қазіргі нарықтық жағдайда дұрыс жүргізілген маркетингтік саясат ол жоғарғы табыс алып келетін және ұсынып отырған тауарымыз нарықта үлкен сұранысқа ие болуына кепілдік бере алады деп айтуға болады. Яғни тұтынушының қажеттіліктерін ескеру, нарықты зерттеу, жаңа қызмет түрін ұсыну, оны жылжыту осының барлығы маркетингі қажет етеді. Өкінішке орай қазіргі таңда Қазақстан Республикасының білім беру саласындағы жетекші оқу орындарындағы маркетингтік бөлімнің болмауы олардың жоғары табыс көзіне жете алмауына себеп болып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. И. В. Захарова Маркетинг образовательных услуг-Ульяновск 2008 ж. 170 б.
2. Майкова С.Э., Бальяева Р.Р. Особенности маркетинга образовательных услуг // экономическая теория в XXI веке поиск эффективных механизмов хозяйствования материалы международной научно-практической конференции – Новополюцк, 23 – 24 қазан 2014ж.)
3. Тәжібаева З.Д., Саудабаева Г.С., Альназарова Г.Ш. Білім беру қызметі маркетингінің ерекшелігі // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің Хабаршысы, «Педагогика ғылымдары» сериясы, No4(40), 2013ж.

REFERENCES

1. Zakharova Marketing obrazovatel'nykh uslug-Ul'yanovsk 2008 zh. 170 b.
2. Maykova S.E., Balyaeva R.R. Osobennosti marketinga obrazovatel'nykh uslug // ekonomicheskaya teoriya v khkhi veke poisk effektivnykh mekhanizmov khozyaystvovaniya materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii – Novopolotsk, 23 – 24 qazan 2014zh.)
3. Tazhibayeva Z.D., Saudabayeva G.S., Al'nazarova G.Sh. Bilim beru qyzmeti marketinginiń ereksheligi // Abay atyndagy KazUPU-nyn Khabarshysy, «Pedagogika gylymdary» seriyasy, No4(40), 2013zh.

Бейсембаев Г.Ш., Бейжанова А.Т.

**Маркетинг в сфере образование**

**Резюме.** В данной статье рассматривается маркетинг в сфере образование, методы и особенности. В данной статье рассматривается насколько важен маркетинг для сферы образование.

**Ключевые слова.** Образование, маркетинг, развитие рынка.

Бейсембаев Г.Ш., Бейжанова А.Т.

**Білім беру саласындағы маркетинг**

**Түйіндеме.** Берілген мақалада білім беру саласындағы маркетинг анықтамасы, ерекшелігі, әдістері көрсетілген. Білім беру саласындағы маркетингтің маңыздылығы туралы айтылған.

**Негізгі сөздер.** Білім беру, маркетинг, нарықты дамыту.

Beisembayev G.SH., Beyzhanova A.T.

**Marketing in a sphere education**

**Summary.** Certificate marking in industry education in the article, that was given, feature, methods appeared. Talked about importance marking in industry education.

**Key words.** Education, marketing, valuably to develop.

УДК 338.2(574)

**А. Саржанқызы, Р. К. Елжанова, Ж. Ж. Жуматай**  
(С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медициналық университеті  
Алматы, Қазақстан Республикасы, toty\_zh@list.ru)

**ҚАЗАҚСТАН ЭКОНОМИКАСЫНДА ЕУРАЗИЯЛЫҚ ОДАҚТЫҢ РОЛІ**

**Аннотация.** Бүгінде Еуразиялық одақ қызметінің басталуымен, оның жалпы Қазақстан экономикасына жалпы әсері өзекті мәселе болып отыр. Еуразиялық экономикалық одақ экономикалық артықшылықтары және өзара тиімділігі дәлдікпен есептелген интеграциялық жоба болып табылады. Одақ шеңберінде тауарлардың, қызмет көрсетудің, капитал мен жұмыс күшінің еркін қозғалысы қамтамасыз етіледі. Тұтыну сұранысы ұлғайып, бар ресурстарды тиімді пайдаланып, соның арқасында өндіріс өсімі ынталандырылды. Соңғы кезеңде экономикалық одақтың негізгі мәселесі ол – ортақ валютаны ендіру. Еуразиялық экономикалық одаққа біріккен үш елдің ортақ валютасы болуы – табиғи қажеттілік. Ұлттық валюталар сақталып, аймақтық ортақ валютаның енуі қажет.

**Негізгі сөздер:** Интеграция, Кеден одағы, Бірыңғай экономикалық кеңістік, Еуразиялық одақ, бәсекеқабілеттілік, тауар айналымы, инвестиция ағымдары.

Қазіргі таңда Қазақстан экономикасындағы ең атаулы өзгерістердің бірі ол – Еуразиялық экономикалық одақтың (ЕЭО) өз қызмет етуін бастауы. Атаулы одақтың құрылуына бірден бір себеп болған және үлесін қосқан ол біздің Елбасымыз, ол өзінің жолдауында да атап өтті: «Бүгінде бүкіл әлем жаңа сындармен және қатерлермен бетпе-бет келіп отыр. Өлемдік экономика әлі де жаһандық

қаржы-экономикалық дағдарыс салдарынан айыға қойған жоқ. Қалпына келу өте баяу және сенімсіз қадамдармен жүруде, ал кейбір жерлерде әлі құлдырау жалғасуда. Геосаяси дағдарыс пен жетекші державалардың санкциялық саясаты әлемдік экономиканы қалпына келтіруде қосымша кедергілер туындатуда.»[1]. Сондықтан да интеграция арқылы Еуразиялық одақ елдерімен жұмыла отырып экономикамыздың белсенділігін артуына ықпал ету басты мәселе болып отыр.

Мемлекет басшысы 2009 жылы Ресейдің «Известия» газетінің беттерінде жарық көрген «Евразийский экономический союз: теория или реальность» деген өзінің мақаласында 2000-шы жылдардың екінші жартысынан жылдың аяғына дейінгі кезең жаңа әлемдік трендтермен танылғанын атап айтты. Жаһандық қаржы-экономикалық дағдарыс Қазақстан көшбасшысын еуразиялық кеңістікті дамытудың жаңа стратегиясын әзірлеу қажеттігі туралы айтуға мәжбүр етті. «...Ұзақ мерзімдік болашақта еуразиялық интеграцияның баламасы жоқ, – деп жазды ол. – Біз мемлекеттеріміздің тұрақты экономикалық дамуын бірлескен түрде ғана қамтамасыз ете аламыз. Қазіргі әлемдік дағдарыстың салдарлары көптеген бұлдыр қиялды бұзды. Бұл жағдайда сырттан көмек күтпеу керек. Кешегі донорлар бүгінде өздерінің неғұрлым ауқымды проблемаларын шешуге мәжбүр болып отыр. Егер біз өз жағдайымызды өзіміз ойламасак, біздің жағдайымызды ешкім де ойламайды»[2].

Бірақ аталған одақтың тиімділігі мен оның экономикаға келтіретін зияндарын көптеген ғалымдар пікір таластыруда. Бірақ не десек те, интеграция алдағы жылдарда ұлттық дамуымыздың сапасы мен бағытына әсер ететін болады. Сондықтан бұл мақалада Еуразиялық экономикалық одақтың жалпы қызмет етулерінің негізгі бағыттары және Қазақстанның экономикасының аталған одақта болуынан алдағы уақытта не күтуге болатыны жайлы қысқаша зерттеу көрсетілді.

Еуразиялық одақ атап өткендей, бір күнде шешіле қойған жоқ, ол өзінің бастауын 1994 жылдан наурыз айынан бастау алды, бұл қадамға бармас бұрын ЕурАзЭК, Кеден Одағы (КО) және Бірыңғай экономикалық кеңістіктің (БЭК) құрылып, қызмет атқарды. Аталған одақтардан кейін, жүйелі түрде Еуразиялық жоба нақты жүзеге аса бастады. 2015 жылы Еуразиялық экономикалық одақтың құрылуы кезекті бір белес ретінде қарастырылуда.

Негізінде экономикалық одақтың жалпы жүзеге асуы бірнеше кезеңдерден тұрады. Бірінші кезең – 2011 жылы рәсімделген еркін сауда аймағын құру Қазақстан, Ресей және Беларусьтің экономикалық интеграциясының басы болды. Кедендік одақты құру екінші кезеңі болды, оның шеңберінде 2014 жылдың 1 шілдесінен бастап үш мемлекеттің арасындағы кедендік шекаралар жойылды. Кедендік одақ жұмыс істегеннен бастап мүше-мемлекеттердің өзара саудасының артқандығы байқалады. Мысалы, Кедендік одақ шеңберінде 2009-2013 жылдары Қазақстан экспорты тұтастай алғанда 62,7 %, ал импорты 98,3% өсті [3].

2012 жылдың 1 қаңтарынан бастап біздің елдеріміз интеграцияның үшінші сатысына, яғни Бірыңғай экономикалық кеңістікке қадам басты. Оның шеңберінде тауарлардың, қызмет көрсетудің, капитал мен жұмыс күшінің еркін қозғалысы қамтамасыз етіледі. Тұтыну сұранысы ұлғайып, бар ресурстарды тиімді пайдаланып, соның арқасында өндіріс өсімі ынталандырылды. Бизнесі жүргізу жағдайы елеулі жақсарды. Мәселен, КО мүше-елдердің барлығы Әлемдік банктің бизнесті жүргізу жағдайына байланысты рейтингінде елеулі көтерілді (2011 жылдан бастап 2014 жылға дейін Ресей - 31 пунктке, Беларусь – 5 пунктке, Қазақстан – 9 пунктке).

Сонғы кезеңде экономикалық одақтың негізгі мәселесі ол – ортақ валютаны ендіру. ЕЭО біріккен үш елдің ортақ валютасы болуы – табиғи қажеттілік. Ұлттық валюталар сақталып, аймақтық ортақ валютаның енуі мүмкін. Сонда әр ел экономикасының қанындай өздерінің ұлттық валюталарын сақтап қалады, аймақтық ортақ валюта айналымға шыға қалса, мемлекеттердің ұлттық валюталарына сенім арта түседі. Ұлттық валюталардың бағамын белгілеу мемлекеттердің ұлттық немесе орталық банктерінің екіншісінде қалады да, тек аймақтық ортақ валютаның бағамын белгілеу ЕЭО елдерінің арнайы комиссиясының құзырына көшеді. Мұндай жағдайда ЕЭО біріккен мемлекеттердің экономикасы да, халқы да сенімді қорғаныста болады. Сондай-ақ, ортақ валютаны айналымға шығару мүлде қиынға түспейді. Мысалы, әр мемлекет өздерінің Ұлттық қорларындағы доллар массасының үлесін азайтып, оның орнына аймақтық жаңа валютаны салады. Ал ұлттық қорлардан шыққан доллар бәлкім аймақтық ортақ банктің акциясына ие болу үшін сонда салынар. Осылай жасаған жағдайда ешқандай ұтылыс болмайды. Тек ұтысқа шығамыз. Үш мемлекеттің арасында өтем құралы ретінде жүретін жаңа аймақтық валюта барлық мемлекетте бір бағамда болады. Сондықтан да интеграция мен экспорт-импорт айналымы шапшаңдай түседі. Үш ел арасындағы капитал мен жұмысшы күшінің



еркін қозғалысында да кездесетін кедергілер толық жойылады. Ұлттық қорлардағы қазынаның сенімділігі артады.

Еуразиялық интеграцияның отандық бизнес үшін экономикалық тиімділіктері жоғары деңгейде болатындығы болжанып отыр. Қазақстан Ресей мен Беларусь үшін 17 миллиондық нарықты аша отырып, орнына 9 есе үлкен 153 млн. адамдық тұрғыны бар нарыққа шығады. Жалпы алғанда еуразиялық интеграция ЕЭО мемлекеттерінің экономикасын нығайтып, ірі экономикалық ойыншылармен өзара интеграциясын арттыруға септігін тигізеді [4].

Бүгінде ЕЭО мемлекеттері мұнай мен газ өндіру бойынша әлемде бірінші, минералдық тыңайтқыштар өндіруде екінші, электроэнергия бойынша үшінші, бидай, көмір мен болат өндіру бойынша төртінші орында. Құрылтайшы мемлекеттің бірі - Ресей алтын-валюта қорларының көлемі бойынша үшінші, ал экономикасы бойыншы бесінші орында.

Бүгінгі таңда бірыңғай мемлекеттік сатып алулар орталығы құрылуда. Бірыңғай сатып алуларға барлық үш елдің бизнесмендері қол жеткізбек, бұл өз кезегінде бәсекелестік пен қызмет сапасын арттырады. Сонымен қатар, кәсіпкерлер тауардың сапасы мен шығуының бірыңғай сертификатына ие болып, ішкі шекараларда (сыртқы шекарадан бөлек) бақылаудың кеден, фитосанитарлық, ветеринарлық түрлерінен босатылады. Бұл бизнестің уақытты үнемдеп, шығындарды қысқартуына мүмкіндік береді.

Тұтынушы үшін ЕЭО-тың ең басты артықшылығы – өндірілетін тауарлардың дүниежүзілік стандарттарға жауап бере алатындай жоғары сапада болуына деген талап күшейеді. Осыған орай, азық-түлік тауарларын өндірудің техникалық регламентін бірегей сипатқа көшіру жоспарланып отыр. Соның нәтижесінде тауар өндірушілер өз өнімдерінің сапасын көтеруге міндетті болады. Мәселен, бүгінгі таңда шұжық өнімдеріндегі еттің үлесі бар-жоғы 5% – 20% ғана екен. Техникалық бірегей регламент енгізілген жағдайда мұндай өнімдердің құрамындағы ет 60%-дан кем болмайтын болады.

Екінші бір артықшылық – жаңа ашылған біріккен кәсіпорындардың және бүгінде жұмыс істеп тұрған кәсіпорындардың кеңейтілуі есебінен жаңа жұмыс орындары ашылады. Импорттың жеңілдетілуі жаңа техникалар мен технологияның көптеп келуіне ықпал етеді. Осының бәрі жұмыссыздықты азайтып, халықтың әл-ауқатының көтерілуіне серпін береді. Ішкі көші-қонға қатысты процедуралар жеңілдетіледі: еуразиялық интеграцияға қатысушы-мемлекеттердің азаматтары Бірыңғай экономикалық кеңістіктің кез келген елдерінде жұмысқа қабылдау кезінде кәсіби және әлеуметтік құқықтары мен міндеттері ортақ болады. Статистика бірыңғай кедендік аумақ құру қазақстандық өнеркәсіп өнімдерінің артуына өте жақсы ықпал еткенін көрсетіп отыр.

Мәселен, жеңіл автомобильдер шығару 2009 жылғы деңгеймен салыстырғанда 2013 жылы 50 есеге артса (745 данадан 37,5 мың данаға дейін), жүк көлігін шығару – 6,5 есеге, телевизорлар мен қабылдағыштар – 2 есеге, фосфор – 2,5 есеге, минералды тыңайтқыштар – 10%, коньяк пен шарап – 44% және 16%, макарон өнімдері – 34%, ірімшік пен сүзбе – 39%, сүт және ет өңдеу – 90% және 74%, өсімдік майын шығару - 35% өскен [5].

Бүгінгі күнде негізінен ішкі нарық молайып, импорттық тауарлар ығысуда. Алдағы уақытта өндірістің артуы Қазақстанның Еуразиялық экономикалық одақ елдеріне экспортының өсуіне оң әсерін тигізбек.

Кедендік одақ құрылған сәттен бастап Қазақстанның өңдеуші секторына құйылған тікелей шетел инвестициясының көлемі 2009 жылы 1,8 млрд. АҚШ доллардан 2012 жылы 3,4 млрд. АҚШ долларына дейін өсті, сонымен бірге, осы кезеңдегі тікелей шетел инвестицияның жалпы көлемі 6,9 млрд. АҚШ долларына артқан, яғни барлық тікелей шетелдік инвестицияның тең жартысы өңдеу саласына құйылуда.

Интеграция кезінде экономиканың кейбір салалары еселеп өркендеуге әлеуетті жоғары, атап айтқанда құрылыс пен көлік инфрақұрылымында қызмет көрсету артатын болады. Электр энергетикасы саласында сонымен қатар, Қазақстан мен Ресей арасында электр қуатын алмасу көбейіп, бағыттарды рационализациялау және оны тұтынушыларға жеткізу артатын болады.

Сонымен қатар, көлік құбыр тасымалы саласында, мұнай-газ кен орындарын игеруде, тау-кен металлургия кешені мен атом өндірісі саласындағы интеграциядан пайда зор. Одан басқа, мұнай-химия өндірісінде біріккен кәсіпорындар құру мүмкіндіктері қарастырылып жатыр. Әсіресе, Қазақстан мен Ресейдің машина жасау, металлургиялық өнімдерді пайдалануда ауқымды перспективасы бар. Осы арада Қарағанды және Шығыс Қазақстан облыстарындағы кәсіпорындарға оралдық зауыттармен кооперация жасауға үлкен кеңістік ашылатын болады.

Агроөндірістік кешеніміз азық-түлік қорын дайындау мен Еуропаға, Парсы шығанағына, Шығыс Азияға, Қытайға азық-түлік өнімдерін экспорттауда зор әлеуетке ие. Астық және майлы дақыл өндірушілердің бірігуі болжаулы нәрсе. Алайда, елімізге ең алдымен азық-түлікке қатысты (ет, сүт, картоп, жеміс-жидек) ішкі нарықты өтеп алу керек. Бүгінде Қазақстан азық-түлік тауарларын 4 млрд. АҚШ долларға жуық – 200 мың тоннадан астам ет пен 300 мың тонна жеміс-көкөніс импорттайды.

Сонымен қатар, ЕЭО азық-түлікті экспорттау үшін зор мүмкіндіктерді ашады. Мәселен, Ресей жылына 20-25 млрд. АҚШ долларға - 1 млн. тонна ет (ҚР-нан 5 есе көп) және 4 млн. тонна жеміс-көкөніс (ҚР-нан 12 есе көп) импорттап отыр. ЕЭО – мәдени-гуманитарлық дамуға еш қатысы жоқ таза экономикалық ұйым және қатысушы елдердің ұлттық ерекшелігіне әсер етпейді. Еуропаның интеграция тәжірибесі көрсеткендей, Еуропа Одағы шеңберінде терең қарым-қатынас орнатқан қатысушы елдер өздерінің ұлттық бірегейлігін жоғалтқан жоқ. ЕурАзЭҚ шеңберіндегі жиындардың бірінде Түркияны да ЕЭО құрамына енгізу туралы ұсыныс айтылды. Әзірбайжан да ЕЭО кіруге тілегін білдірді.

ЕЭО - ашық халықаралық ұйым және Орталық Азия елдері оның ең ықтимал қатысушылары болмақ. Мысалы, Қырғыз Республикасының Кеден одағына қосылу жұмыстары 2011 жылдан бері жүргізіліп келеді. Ал 2015 жылдың 8 мамырында Қырғыз Республикасының және Арменияның ЕЭО-ға қосылу туралы іс-шаралар жүргізілетін болады.

Қазақстан Президенті Н.Ә.Назарбаев – Орталық Азия елдері арасындағы, әсіресе түркі әлемі елдерінің интеграция процестерін тереңдетуді басты жақтаушылардың бірі. Н.Ә.Назарбаев 4 мамырда өткен Азия Даму Банкі басқарушылары кеңесі отырысының ашылуында Орталық Азиядағы одан әрі интеграцияланудың қажеттілігі туралы мәселені кезекті рет көтерді.

Еуразия интеграциясы Ұлы Жібек жолын қайта жандандыру кезеңі тұрғысынан алсақ еуразиялық аймақтың барлық елдерінің экономикалық тығыз қауымдасуы үшін жаңа белестер ашпақ.

Интеграцияның дұрыс кадам екендігін Еуропалық одақ, АҚШ Канада Мексика аралық кедендік одақ, Азия аймағындағы альянстарын бүгінгі таңда тиімді қызмет атқарып отырғандығы дәлелдеп отыр. Сондықтан ЕЭО Қазақстан экономикасына және қазақстандықтарға да үлкен мүмкіндік беретіндігі сөзсіз.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1. «Нұрлы жол – болашаққа бастар жол» атты Қазақстан Республикасының Президенті Н.Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы. 2014 жылғы 11 қараша. [http://www.akorda.kz/kz/page/page\\_218342\\_](http://www.akorda.kz/kz/page/page_218342_)
2. Назарбаев Н.А. Евразийский экономический союз: теория или реальность // Известия. – 2009. – 19 марта. – <http://www.newskaz.ru/comment/20090320/162045>
3. Тельнов В. Экономические аспекты развития Евразийской интеграции // Евразис. – 2013. – № 2-3(2). – 87–90-б
4. Н.Е. Овчаренко. Модели современных интеграционных процессов/ - М.: Проспект, 2003. - 451 с.
5. Кедендік одаққа мүше елдерінің сауда бойынша статистикалық мәліметтері <http://www.trade.gov.kz/kz>

#### REFERENCES

1. «Nurly zhol – bolashakka bastar zhol» atty Kazakhstan Respublikasynyn Prezidenti N.Nazarbayevtyн Kazakhstan halkyna zholdaуy. 2014 zhylygy 11 karasha. [http://www.akorda.kz/kz/page/page\\_218342](http://www.akorda.kz/kz/page/page_218342)
2. Nazarbayev N.A. Evraziiskii ekonomicheskii souz: teoriya ili realnost // Izvestiya. – 2009. – 19 marta – <http://www.newskaz.ru/comment/20090320/162045>
3. Telnov V. Economicheskie aspekty razvitiya Evraziiskoi integratsii // Evrazis. – 2013. № 2-3(2). –87–90 p.
4. Ovcharenko N.E. Modeli sovremennykh integratsionnykh protsessov // M.Prospect, - 2003. - 451 p.
5. Kedendik odakka mushe elderdinin sauda boiyynsha statistikalыk malimetteri. <http://www.trade.gov.kz/kz>

Саржанқызы А., Елжанова Р.К., Жуматай Ж.Ж.

#### **Қазақстан экономикасында Еуразиялық одақтың ролі**

**Түйіндеме.** Мақалада Еуразиялық экономикалық одақ қызметінің негізгі даму бағыттары қарастырылған және интеграциялық процесстер басталғаннан бері Қазақстан экономикасының қазіргі жағдайына талдау жүргізілген. Мұнда Қазақстанның экономика салаларына және тұрғындарына Еуразиялық экономикалық одақтың экономикалық тиімділігі көрсетілді. Сонымен қатар, Еуразиялық экономикалық одаққа мүше елдер арасында ортақ валютаны енгізудің қажеттілігі қарастырылды.

**Негізгі сөздер:** Интеграция, Кеден одағы, Бірыңғай экономикалық кеңістік, Еуразиялық одақ, бәсекеқабілеттілік, тауар айналымы, инвестиция ағымдары.

Саржанкызы А., Елжанова Р.К., Жуматай Ж.Ж.

**Роль Евразийского союза в экономике Казахстана**

**Резюме.** В статье рассматриваются основные направления развития деятельности Евразийского экономического союза и анализируется состояние экономики Казахстана с момента функционирования интеграционных процессов. А также говорится о преимуществе Евразийского экономического союза для отрасли экономики Казахстана и для населения в целом и о необходимости введения общей валюты для стран Евразийского экономического союза.

**Ключевые слова:** Интеграция, Таможенный союз; Единое экономическое пространство; Евразийский союз; конкурентоспособность; товарооборот; инвестиционные потоки.

Sarzhankyzy A., Yelzhanova R. K., Zhumatay Zh. Zh.

**The role of the Eurasian Union in the economy of Kazakhstan**

**Summary.** The article considers the basic directions of development of the activities of the Eurasian economic Union and examines the state of Kazakhstan's economy since the functioning of the integration process. As well as about the advantage of the Eurasian economic Union for the sector of Kazakhstan's economy and the population in general and about the necessity of introducing a common currency for the countries of the Eurasian economic Union.

**Key words:** integration, the Customs Union; the Common Economic Space; the Eurasian Union; competitiveness; commodity turnover; investment turnover.

УДК 006 (574)

**Ә. Жаныкулов, М.Н. Мухтарова, А.З. Нурмуханова,  
А.К. Нурсейтова, Б.О. Конакбаев**  
(Казахский национальный университет им. аль-Фараби  
Алматы, Республика Казахстан)

**АНАЛИЗ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ И РАЗРАБОТКА  
НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОВЕДЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ**

**Аннотация.** В данной статье изложен и анализирован комплекс документов, используемых при проектировании и конструировании, а также эксплуатации разнообразных технических объектов. В работе рассмотрены основные требования, касающиеся требований к аналогичной продукции, которые описываются в Технических Условиях (ТУ) и могут касаться таких документов, как: паспорт тех. устройства, методика и программа приемочных испытаний, инструкция по монтажу и демонтажу, руководство по эксплуатации технического устройства.

**Ключевые слова:** технические задания, сертификация, нормативная документация, разработка, стандартизация, международный стандарт, контроль качества, испытание продукции, методы обработки данных, проект.

*Техническая документация* – это комплекс документов, используемых при проектировании и конструировании, а также эксплуатации разнообразных технических объектов, к которым можно отнести здания, промышленные сооружения, другие виды сооружений, аппаратное и программное обеспечение [1].

Вся техническая документация может быть поделена на несколько видов:

- Конструкторская документация, к которой, в свою очередь, относятся эксплуатационная и ремонтная документации.
- Технологическая документация и такие ее разновидности, как документация, описывающая технологический цикл изделия, и документация, содержащая необходимую информацию для организации производства и ремонта изделия.
- **Стоимость работ** по созданию различных видов документаций может варьироваться в значительных пределах.
- **Техническое задание на разработку документации** может касаться таких документов, как: паспорт тех. устройства, ТУ (технические условия), методика и программа приемочных испытаний, инструкция по монтажу и демонтажу, руководство по эксплуатации технического устройства. Именно такой набор документации должен иметь производитель оборудования и тех. устройств. Как

правило, разработка документации препоручается сторонним организациям, которые выполняют их быстро, качественно и в соответствии с ГОСТ (нормативной документацией) [1].

Техническое задание на разработку документации

В случаях, когда компания-заявитель не имеет возможности предоставить полный комплект технической документации (особенно часто это касается иностранных поставщиков), разумным решением является обращение к экспертам по разработке технической документации.

Разработки документов с учетом требований нормативно-технической документации позволяют обеспечить следующее:

- Снижение затрат, выделяемых на обучение персонала безопасной работе с оборудованием;
- Повышение компетентности и профессионализма сотрудников;
- Оптимизация процессов производства;
- Уменьшение вероятности ошибочных действий персонала на производстве.

#### **Разработка ТУ**

Основные требования, касающиеся требований к аналогичной продукции, описываются в Технических Условиях (ТУ). Технические Условия являются неотъемлемой и важнейшей частью любой проектной документации. Требования ТУ не должны противоречить обязательным государственным стандартам, применимым к данной продукции. ТУ – одни их «гостируемых» документов, то есть должны соответствовать ГОСТу.

ТУ определяют размеры и основные параметры технического устройства, эксплуатационные характеристики или его свойства, показатели качества изделия, комплектности, а также содержат информацию:

- О правилах поставки;
- О порядке контрольных испытаний (например, при сдаче продукции в эксплуатацию);
- О методах контроля исправности и точности оборудования;
- Об условиях эксплуатации, транспортировки, хранения и так далее.

ТУ также бывают необходимы для сертификации продукции. [1].

#### **Особенности других документов, относящихся к технической документации**

Руководство по эксплуатации (РЭ) – это документ, в котором содержится информация о самой конструкции и принципах действия оборудования, характеристика (свойства) устройства и его составных частей. Также в РЭ в обязательном порядке прописываются сведения о безопасной эксплуатации изделия, утилизации его и его комплектующих, способы оценки их состояния. Руководство по эксплуатации также разрабатывается в соответствии с ГОСТ. Стоимость работ по разработке РЭ в нашей компании остается доступной как для небольших, так и для крупных компаний.

Паспорт (или формуляр) технического устройства – еще один документ, входящий в техническую документацию. В этом документе указываются сведения, удостоверяющие гарантию производителей на данный товар. Также в формуляре приводятся основные значения характеристик, параметров; технические свойства устройства; данные о проведенной сертификации и так далее.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. [www.pro-certification.ru](http://www.pro-certification.ru).

#### REFERENCES

1. [www.pro-certification.ru](http://www.pro-certification.ru).

Жаныкулов Ә., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.

**Сертификаттау барысында нормативті құжаттарды өңдеудегі техникалық тапсырмаларын құрастыру нәтижелері.**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада әртүрлі техникалық нысандардың қолдануын, олардың жобалары мен конструкциясының кешенді құжаттарын қарастырып, баяндалған. Бұл жұмыста Техникалық Шарттардың талаптарын орындалуын қадағалап, мына құжаттарды талап етеді: техникалық құрылымдар паспорты, қабылдау сынауының бағдарламасы мен әдісі, монтаждау және демонтаждау қағидалары, техникалық құрылымдарды қолдану басқармасы.

**Түйін сөздер:** техникалық тапсырма, сертификация, нормативті құжаттар, стандартизация, халықаралық стандарт, сапа бақылауы, өнімді сынау, мәліметтерді өңдеу әдісі, жоба.

Zhanykulov A., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.

**Analysis of the requirements specification development of normative documents for certification**

**Summary.** This article describes and analyze complex documents used in design and construction, and operation of a variety of technical objects. The paper discusses the basic requirements relating to the requirements for similar products, which are described in the Technical Specifications (TS) and may relate to documents such as a passport of those. device, method and program acceptance testing, installation and dismantling, operation manual of the technical device.

**Key words:** technical specifications, certification, regulatory documentation, development, standardization, international standard, quality control, product testing, methods of data processing project.

УДК 005.95

**Г. Б. Нурлихина, Р. А. Маткеримова**

(Институт Сорбонна-Казахстан, Республика Казахстан, г. Алматы

e-mail: [raushan\\_2003@mail.ru](mailto:raushan_2003@mail.ru))

**РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА  
В СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

**Аннотация:** Статья посвящена вопросам профессионального развития персонала в современной организации. Актуальность данной проблематики обусловлена тем, что рыночные отношения, в которых функционирует казахстанская экономика требует высокую динамику изменения к качественным параметрам персонала. Все большее значение начинает приобретать социальная направленность в кадровой работе, смена акцентов в кадровой политике повышения мотивированности труда, как условия более высокой его результативности. В этой связи возрастает роль кадрового планирования. Профессиональное развитие оказывает положительное влияние и на самих сотрудников. Повышая квалификацию и приобретая новые навыки и знания, они становятся более конкурентоспособными на рынке труда и получают дополнительные возможности для профессионального роста как внутри организации, так и вне её. Обучение и повышение квалификации персонала должны носить непрерывный характер и проводиться в течение всей трудовой деятельности работника. Руководство предприятия должно рассматривать затраты на подготовку персонала как инвестиции в основной капитал, которые позволяют наиболее эффективно использовать новейшие технологии.

**Ключевые слова:** профессиональное развитие, персонал, обучение, переподготовка, резерв.

В настоящее время периоды инновационного развития экономики, процессы интеграции и глобализации привели к пониманию ключевой роли персонала в успешном ведении бизнеса. Влияние глобального финансово-экономического кризиса требует также обеспечения соответствия компетенций персонала стратегическим целям организации в условиях оптимизации бюджета, инвестиций в кадровые проекты и систему управленческих функций. Необходимость развития персонала признается не только в теории, но и на практике.

Мы, казахстанцы также стали свидетелями того, что переход к рыночным отношениям обозначил высокую динамику изменения требований к качественным параметрам рабочей силы.

Современный сотрудник должен обладать стратегическим мышлением, предприимчивостью, широкой эрудицией, высокой культурой, способностью адаптироваться к непрерывным изменениям как внешней так и внутренней среде: экономическая политика государства, законодательство и система налогообложения, появляются новые конкуренты и т.п., реструктуризация, технологические изменения, появление новых рабочих мест и др., которые ставят руководство организаций перед необходимостью подготовки профессионалов соответствующих не только сегодняшним, но и перспективным изменениям.

Таким образом, важнейшее условие успешного развития любой организации - профессиональное развитие человеческих ресурсов, которое стало особенно актуально в современном мире, в котором проблема обновления приобретенных знаний и навыков стоит особенно остро.

Назрела необходимость профессионального обучения персонала, т.е. создания условий для полного раскрытия потенциала сотрудников, их способности вносить ощутимый вклад в деятельность своей организации. Речь идет прежде всего о предоставлении сотрудникам равных

возможностей в получении достойных заработков, в продвижении по службе, в профессиональном росте и т.д.

Крупные западные фирмы инвестируют все больше средств в профессиональное обучение персонала, понимая, что внешний рынок труда и система образования не успевают приспособиться к столь быстрому росту потребности в конкретных кадрах.

«Профессиональное обучение - процесс непосредственной передачи новых профессиональных знаний, навыков или умений сотрудникам организации» . [1, с.224]

Профессиональное обучение персонала включает ряд мероприятий. Это дополнительная и адаптирующая подготовка, подготовка резерва, переподготовка, профессиональная реабилитация. Существуют различные формы и методы обучения.

Профессиональное обучение предусматривает первичную профессиональную подготовку и последующее углубление, расширение и дополнение ранее приобретенной квалификации.

Цикл профессионального обучения начинается с определения потребностей в обучении. Для этого выявляется степень несоответствия между имеющимся и требуемым уровнем подготовленности сотрудника. На основании анализа потребностей обучения и ресурсов (материальных, временных, интеллектуальных) организации формируется план обучения, определяются цели профессионального обучения, а также критерии оценки его эффективности.

Поскольку затраты на профессиональное обучение рассматриваются как капиталовложения в квалификацию сотрудников, организация ожидает от них отдачи в виде повышения эффективности ее деятельности.

Ключевым моментом в управлении профессиональным обучением является определение потребностей организации в этой области, которое состоит в выявлении несоответствия между требованиями организации к профессиональным навыкам и знаниям своих сотрудников и теми знаниями и навыками, которыми они обладают.

Определение потребности в профессиональном обучении отдельного сотрудника требует совместных усилий отдела по управлению персоналом, самого сотрудника и его руководителя. Каждая из сторон привносит свое видение этого вопроса, определяемое ее положением в организации и ролью в процессе профессионального развития

Источниками информации о потребностях в профессиональном обучении являются: результаты аттестации; заявки и пожелания от самих сотрудников; стратегия развития организации.

После определения потребностей переходят к этапу подготовки программы обучения. Разработка программ профессионального обучения может осуществляться как самой организацией, так и специализированными компаниями. Выбор в каждой конкретной ситуации определяется анализом преимуществ и недостатков каждого варианта.

«Содержание программы определяется стоящими перед ней целями, отражающими потребности в профессиональном обучении в конкретной организации» [2, с.252].

Повышение квалификации и переподготовка кадров осуществляются государственными и негосударственными учреждениями (подразделениями), в которых обучение производится с целью совершенствования профессиональных знаний и навыков или приобретения новых специальностей на базе полученного ранее профессионального образования, развития деловых качеств и подготовки к выполнению новых трудовых функций. [3, с.1]

Под профессиональным развитием, рассмотренным процессуально и динамически, понимают профессию или профессиональную деятельность в контексте жизненного развития. При этом возможны три аспекта рассмотрения [4, с. 54]:

1.В институциональном смысле: карьера как формально-бюрократически организованное и иерархически упорядоченное взаимоотношение деятельностей, позиций, работы внутри социальной организации или профессиональной области;

2.В объективном смысле: карьера как фактическое, объективно установленное качество позиций, которые индивид занимает в течение его профессиональной жизни;

В субъективном смысле: карьера определяется восприятием и формированием у индивида образцов для следования позициям или профессиям в контексте его жизни, особенно под углом зрения субъективного единства отдельных шагов или фаз развития жизни. Эти аспекты рассмотрения карьеры имеют определенные взаимосвязи.

Институциональные образцы карьеры образуют, например, для индивида, который вынужден следовать институциональным предписаниям в его профессиональном развитии, определенные

нормативные рамки и нормативные системы предписаний для реализации и оценивания его собственной карьеры, прежде всего в плане дальнейшего развития его возможностей. Такие социальные нормы и ожидания влияют на временные признаки карьеры, обуславливая, например, время перехода из образовательной системы в производственную сферу или время выхода из профессии. Также и объективная карьера связана с субъективной, так как объективный ход карьеры отражается в субъективном плане, а субъективная карьера проявляется в том, что индивидуальные интенции влияют на пересмотр профессионально - экономических возможностей.

Основной движущей силой профессионального развития является стремление личности к интеграции в социальный контекст на основе идентификации социальным группам и институтам. В различных культурно-исторических и биографических условиях это стремление выражается в ориентациях на разные профессиональные области, характеризующиеся особым предметом труда (горизонтальная ориентация), и на разные квалификационные уровни, обусловленные объемом и качеством общего и профессионального образования (вертикальная ориентация).

На психотехническом этапе развития профессиональной психологии основным выступало понятие профессиональной пригодности человека - по его психофизиологическим показателям (скорость реакции, утомляемость, устойчивость внимания и т.д.) - к конкретной профессии.

Таким образом, осознание важности профессионального обучения для достижения соответствия человека и профессии привело к тому, что стали использоваться основные теоретические конструкты и исследовательская методология психологии общего развития.

Неотъемлемой частью системы управления персоналом является, как упоминалось выше, развитие человеческих ресурсов, основная идея которого заключается в представлении затрат на обучение не как безвозвратных расходов, а как прибыльных капиталовложений в человеческий капитал.

Что же такое развитие человеческих ресурсов? Термином «развитие», вообще описывается следующий феномен: рост внутри определенной структуры продолжается до тех пор, пока не будет достигнут некий предел, после чего существующая структура оказывается неспособной далее поддерживать порядок внутри увеличивающейся массы. Вследствие этого процесса происходит либо дезинтеграция всей системы, либо переход ее на новый, более высокий уровень функционирования. Используя данное определение, развитие человеческих ресурсов можно понимать как развитие персонала организации, которое происходит через качественный скачок от существующей модели мышления конкретного человека, к другой, более высокоорганизованной модели мышления. И скачок этот становится возможным в результате накопления этим человеком необходимой массы знаний [5, с. 145].

Если говорить более конкретно, то развитие человеческих ресурсов представляет собой систему обучения, организационного развития и профессионального роста персонала, функционирование которой направлено на решение текущих и стратегических задач компании путем достижения более высокой индивидуальной и организационной эффективности. Основной целью развития человеческих ресурсов является возрастание «отдачи» сотрудника, подразделения и организации. Другими словами, развитие человеческих ресурсов - целенаправленная область деятельности, ориентированная на создание наиболее эффективной системы развития сотрудников с точки зрения их вклада в развитие компании.

Авторы многих публикаций и учебников по управлению персоналом рассматривают понятия «развитие персонала» и «профессиональное обучение» как синонимичные. Однако представляется более разумным подход других специалистов, которые выделяют профессиональное обучение как одну из областей более широкой сферы развития человеческих ресурсов, в которую помимо обучения, входят:

- планирование и развитие карьеры (профессиональный рост);
- планирование и подготовка резервов руководителей;
- развитие молодых сотрудников с лидерским потенциалом;
- организационное развитие.

Чтобы понять, в чем заключается процесс профессионального обучения, представляется целесообразным сначала рассмотреть общую структуру знаний, которыми может обладать сотрудник организации [6, С. 167- 184.]. Она представляет собой совокупность трех видов знаний:

- 1) «Х-знания» - специальные знания по профилю занимаемой должности;
- 2) «У-знания» - специальные управленческие знания, под которыми подразумеваются знания в

таких областях, как психология управления, теория организации и систем управления, навыки менеджмента и т.д.

3) «Z-знания» - специфические знания о том, по каким принципам живет и развивается данная организация, а также умение их искусно использовать в своей работе, развивать и совершенствовать. Система таких принципов называется корпоративной культурой компании.

Очевидно, что, в идеале, любой сотрудник организации должен обладать в совершенстве первым и третьим видом знаний, а для каждого менеджера (пусть даже и самого низшего звена управления) необходимыми являются еще и знания второй группы. В зависимости от приобретения и развития той или иной группы знаний сотрудник имеет возможность совершить в организации карьеру в различных направлениях. Так, развитие «X-знаний» связано, как правило, с горизонтальными перемещениями, «Y-знаний» - с вертикальными (на вышестоящие должности), а «Z-знания» необходимы при карьерном росте в другой компании (например, внутри холдинга). Таким образом, профессиональное обучение направлено на приобретение и совершенствование персоналом компании профессиональных и/или управленческих знаний, а также знаний особенностей корпоративной культуры фирмы.

Под профессиональным обучением понимается любая деятельность, сознательно проводимая для развития и поддержки ключевых компетенций персонала, требующихся для выполнения работы в настоящее время, или для развития потенциала сотрудников, необходимого для выполнения работы в будущем. Более конкретно, профессиональное обучение - это процесс непосредственной передачи новых профессиональных навыков и (или) знаний сотрудниками организации.

В последнее время в нашей стране многие компании начинают рассматривать расходы на обучение персонала как приоритетные и необходимые, понимая, что именно высококвалифицированные кадры будут решающим фактором в их выживании и развитии. В Казахстане самые успешные и развивающиеся компании тратят определенные суммы на повышение квалификации персонала. Сотрудники проходят корпоративное обучение, тренинги по работе с клиентами и по работе в команде, курсы повышения квалификации (менеджерские курсы, курсы маркетологов и т. д., в различных областях информационных технологий), заграничную стажировку.

В Казахстане функционируют современные учебные центры по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов технического и обслуживающего труда при "Аджип ККО", АО "НК "КазмунайГаз", СП "ТОО "ТенгизШевройл", АО "KEGOC", ТОО "Корпорация "Казахмыс". Например: В период с 1 по 8 апреля 2014 года на базе учебно-курсового центра ТОО «Манас-Балхаш» проходили курсы повышения квалификации по электробезопасности сотрудники компании «Казахмыс». Количество обучающихся составило 10 человек. Многие из них занимают руководящие должности на предприятии. Например, повышение квалификации в учебном центре проходили менеджеры программы проектов «Проведение энергетических обследований и разработка пятилетней программы повышения энергетической эффективности предприятий», руководитель проекта «Энергоаудит предприятий энергетического сектора», руководитель проекта «Внедрение автоматизированной системы оперативно-диспетчерского учета энергоресурсов» и т.д. [7].

В соответствии с договором, заключенным между корпорацией «Казахмыс» и учебно-курсовым центром ТОО «Манас-Балхаш», время проведения учебных занятий составило 42 аудиторных часа. По окончании учебного процесса все десять курсантов были допущены к экзамену, состоявшемуся 8 апреля 2014 года. Как и при экзаменовании слесарей КИПиА и электромонтеров, в этот день контроль знаний курсантов проводился в два этапа. На первом из них сотрудникам корпорации «Казахмыс» было предложено пройти тестирование на компьютерах, в ходе которого необходимо было ответить на 40 вопросов по электробезопасности. Затем каждый из курсантов, желающих получить свидетельство о присвоении очередной группы допуска по электробезопасности, отвечал на устные вопросы, которые задавались членами экзаменационной комиссии. [7]. Повышение квалификации рабочего персонала по курсу «Промышленная безопасность» шахта Нурказган Нурказганского производственного комплекса ТОО «Корпорация Казахмыс» в количестве 281 человек.

Открыт ряд современных межрегиональных центров по подготовке и переподготовке кадров по наиболее приоритетным отраслям экономики на базе действующих учебных заведений. Создание 6 межрегиональных центров по повышению квалификации работников системы ТиПО (в городах Астане, Алматы, Караганде, Уральске, Щучинске и Шымкенте). За последние годы в данных центрах прошли повышение квалификации около 2500 педработников системы ТиПО [8].



Наряду с улучшением количественных показателей начата работа по модернизации технического и профессионального образования.

Формируется принципиально новая модель управления ТиПО. Создан Национальный совет по подготовке профессионально-технических кадров с участием представителей бизнес-ассоциаций, работодателей.

Большую роль в координации и управлении новой инфраструктурой технического и профессионального образования сыграет АО "Холдинг "Кәсіпкер", создаваемый по поручению Главы государства РК.

Холдинг включает в себя межрегиональные центры по подготовке кадров: для нефтегазовой отрасли - в Атырау, топливно-энергетической отрасли - в Экибастузе, машиностроения - в Усть-Каменогорске, обрабатывающей отрасли - в Шымкенте. Кроме того, в его состав войдут вновь создаваемые колледжи мирового уровня в городах Астане, Алматы, Актобе, Шымкенте [9].

В заключении хотелось бы отметить, что обучение и повышение квалификации персонала в настоящее время должны носить непрерывный характер и проводиться в течение всей трудовой деятельности работника. Руководство предприятия должно рассматривать затраты на подготовку персонала как инвестиции в основной капитал, которые позволяют наиболее эффективно использовать новейшие технологии.

Для эффективности непрерывного обучения нужно, чтобы работники были в нем заинтересованы. Администрации необходимо увеличить мотивацию, а также создать климат, благоприятствующий обучению.

Обучение персонала является важнейшим инструментом, с помощью которого руководство получает возможность повышать потенциал человеческих ресурсов и оказывать влияние на формирование организационной культуры. Без своевременного обучения персонала проведение организационных изменений сильно затрудняется, или становится невозможным. Обучение персонала является важнейшим средством достижения стратегических целей организации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцева Т.В., Зуб А.Т. Управление персоналом, - М.: ИНФРА-М, 2006. - 224 с.
2. Когорова М.А. Кадровый менеджмент. - Ростов н/Д.: Феникс, 2007. - 252 с.
3. [Online.zakon.kz](http://online.zakon.kz)>[Paragraf-www](http://online.zakon.kz)> [doc\\_id=31574484](http://online.zakon.kz) Концепция проекта Закона Республики Казахстан «О профессиональных квалификациях»
4. Аксенова Е.А. Управление персоналом: Учеб. для вузов / Е.А. Аксенова, Т.Ю. Базаров, Б.Л. Еремин и др. ; Под ред. Т.Ю. Базарова, Б.Л. Еремина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ЮНИТИ, 2009г. - С. 54-58.
5. Авдеев В. В. Управление персоналом: технология формирования команды - Москва: Финансы и статистика, 2006г. - С.141-156.
6. Герчикова И. Н. Менеджмент. Учебник. Третье издание. - М.: ЮНИТИ, 2009г. - С. 167- 184
7. Сотрудники компании «Казакхмыс» прошли курсы повышения квалификации в учебно-курсовом центре «Манас-Балхаш» // Официальный сайт учебно-курсового центра ТОО «Манас-Балхаш»// Опубликовано Апрель 13, 2014 admin: <[http://toomb.kz/news/exams\\_kazakhmys/](http://toomb.kz/news/exams_kazakhmys/)>
8. Каражан К. С. Новая модель развития профессионального образования в Казахстане на современном этапе Вестник КазНУ, Алматы, 2012/ <http://articlekz.com/article/7220>
9. Пархоменко М. К конкурентному рынку труда. Казахстанская правда. 30 апреля. 2011. - С.5.
10. Алфтан Т. Воздействие технологических изменений на характер и организацию подготовки работников // Человек и труд. 2007. № 3. - С. 106- 120.

#### REFERENCES

1. Zaitseva. T.V., Zub A.T. Upravlenie personalom,-M.: INFA-M, 2006.-224 с.
2. Kogorova M. A. Kadroviy menedjment.- Rostov n/D.: Feniks, 2007. – 252 с.
3. [Online.zakon.kz](http://online.zakon.kz)>[Paragraf-www](http://online.zakon.kz)> [doc\\_id=31574484](http://online.zakon.kz) Kontseptsiya proekta Zakona Respubliki Kazakhstan «O professionalnykh kvalifikatsiyakh»
4. Aksenova E.A. Upravlenie personalom: Ucheb. Dlya vuzov/ E.A. Aksenova E.A., T.YU. Bazarov, B.L. Eremin i dr. ; Pod red. T.YU. Bazarova, B.L. Eremina. - 2-e izd., pererab. i dop.- Moskva : YUNITI, 2009. - P. 54-58.
5. Avdeev V. V. Upravleniye personalom: tekhnologiya formirovaniya komandy - Moskva: Finansy i statistika, 2006.- P.141-156.
6. Gerchikova I. N. Menedjment. Utchebnik. Tretye izdaniye. - M.: YUNITI, 2009. - P. 167- 184
7. Sotrudniki kompanii «Kazakhmys» prochli kursy povysheniya kvalifikatsii v uchebno-kursovom tsentre «Manas-Balkhash» // Ofitsialnyi sait uchebno-kursovom tsentra TОО «Manas-Balkhash» Opublikovano April 13, 2014

admin: < [http://toomb.kz/news/exams\\_kazakhmys/](http://toomb.kz/news/exams_kazakhmys/)>

8. Karajan K. C. Novaya model razvitiya professionalnogo obrazovaniya v Kazakhstane na sovremennom etape. Vestnik KazNU, Almaty, 2012/ <http://articlekz.com/article/7220>

9. Parkhomenko M. K konkurentnomu rynku truda. Kazakhstanskaya pravda. 30 April. 2011. - P.5.

10. Alftan T. Vozdeystvie technologicheskikh izmeneniy na kharacter i organizatsiyu podgotovki rabotnikov // Chelovek I trud. 2007. № 3. - P. 106- 120.

Нұрлихина Г. Б., Мәткерімова Р. А.

**Қазіргі заманғы ұйымдастыру кәсіби даму рөлі**

**Аңдатпа:** Мақала заманауи ұйым қызметкерлерінің кәсіби дамуына арналған. Бұл мәселенің өзектілігі Қазақстан экономикасы нарықтық қарым-қатынастар фактісі туындаған үшін қызметкерлердің жоғары динамикалық сапалы параметрлі болуын талап етеді.

Кадрлармен жұмыс барысында әлеуметтік арналар айтарлықтай мәнге ие болып, жоғары еңбек өнімділігіне негізделіп отыр. Сондықтан кадрлар мәселесін жоспарлап шешу керек. Қызметкерлердің кәсіби маман дамуы өздеріне тиімді болып отыр. Нарықтық қарым-қатынаста кәсіби мамандығы мен білімі дамыған олар еңбек нарығында бәсекелестікке даяр және кәсіби даму арқылы сол ұжым ішінде де, одан да басқа жұмыс орындарында қызметтері жоғарылайтын мүмкіндіктері көп болады. Білімі мен кәсіби дамуы жұмыс процесінде үзіліссіз болуы керек. Өндіріс орындарының басшылары кадрлардың кәсіби дамуына жұмсалған шығынды жаңа технологияны пайдаланғанда өсім әкелетін табыс көзі ретінде қарауы керек.

**Кілтті сөздер:** кәсіби даму, кадрлар, даярлау, резерв.

Nurlikhina G.B., Matkerimova R.A.

**The role of professional development in the modern organization**

**Summary:** The issues of social orientation in personnel work, change of accents in personnel policy of increase of work motivation as conditions of its higher productivity are gaining the increasing value. In this regard the role of personnel planning also increases. Professional development has a positive impact on employees, too. Improving and acquiring new skills and knowledge, they become more competitive in labor market and have additional opportunities for professional growth within the organization as well as out of it. Training and professional development of the personnel should be continuous and carried out during the period of their career in the organization. The management of the enterprise has to consider costs of preparation of the personnel as investments into fixed capital which allow using the latest technologies most effectively.

**Key words:** professional development, personnel, training, retraining, reserve

УДК 355.58:34(574)

**Шевцова В.С., Долгов П.В., Алимбетова А.Ж., Юсупова Б.Р.**  
(Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

## ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА В КАЗАХСТАНЕ

**Аннотация.** В данной статье рассматривается новый закон Республики Казахстан «О Гражданской защите», который регулирует общественные отношения в области проведения мероприятий по гражданской защите, и направлен на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий, оказание экстренной медицинской и психологической помощи населению, находящемуся в зоне чрезвычайной ситуации, обеспечение пожарной и промышленной безопасности, а также определяет основные задачи, организационные принципы построения и функционирования гражданской обороны Республики Казахстан, формирование, хранение и использование государственного материального резерва, организацию и деятельность аварийно-спасательных служб и формирований.

**Ключевые слова.** Гражданская защита, чрезвычайная ситуация, промышленная безопасность, закон, государственный контроль.

Одним из главных событий нормотворчества текущего года явилось долгожданное вступление в силу закона Республики Казахстан «О Гражданской защите», который включил в себя 6 законов в области безопасности жизнедеятельности и которые в данное время утратили силу:

- 1) Закон Республики Казахстан от 5 июля 1996 года «О чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера»;
- 2) Закон Республики Казахстан от 22 ноября 1996 года «О пожарной безопасности»;
- 3) Закон Республики Казахстан от 27 марта 1997 года «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»;
- 4) Закон Республики Казахстан от 7 мая 1997 года «О Гражданской обороне»;
- 5) Закон Республики Казахстан от 27 ноября 2000 года «О государственном материальном резерве»;
- 6) Закон Республики Казахстан от 3 апреля 2002 года «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах».

Что же явилось причиной объединения этих законов и изменений, обобщений, уточнений или, наоборот, упразднения некоторых норм и слов в новом законе?

Для начала следует обратиться к опыту и нормам международного права по вопросам безопасности населения, производственного персонала от воздействий чрезвычайных ситуаций, в том числе пожаров, производственных аварий, государственных аварийно-спасательных служб, материального резерва для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, экологического, социального характеров.

Так, в Российской Федерации в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, гражданской обороны, промышленной и пожарной безопасности, государственного материального резерва и аварийно-спасательных служб приняты и до сих пор действуют:

- Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ;
- Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12 февраля 1998 года № 28-ФЗ;

## • **Общественные науки**

---

- Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ;
- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 года № 116-ФЗ;
- Федеральный закон «О государственном материальном резерве» 29 декабря 1994 года № 79-ФЗ;
- Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» 22 августа 1995 года № 151-ФЗ.

Единого нормативного правового акта в сфере гражданской защиты, объединяющего вышеперечисленные нормативные правовые акты в России нет.

В Кыргызской Республике Закон «О Гражданской защите» принят 20 июля 2009 года № 239, который определяет организационно-правовые нормы в области Гражданской защиты населения и территории Кыргызской Республики в чрезвычайных ситуациях в мирное и военное время и устанавливает общие положения: основные понятия, принципы организации и ведения Гражданской защиты, основные задачи государственной системы Гражданской защиты, правовое регулирование в области Гражданской защиты; - разграничивает полномочия Правительства Кыргызской Республики, государственных органов, органов местного самоуправления, организаций и населения Кыргызской Республики в решении вопросов Гражданской защиты;

- устанавливает органы управления Гражданской защиты, комиссии по Гражданской защите, службы Гражданской защиты;
- определяет силы Гражданской защиты;
- устанавливает порядок ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций;
- определяет государственную экспертизу, надзор и контроль в области Гражданской защиты;
- определяет международное сотрудничество и международные договоры в области Гражданской защиты;
- определяет финансирование мероприятий Гражданской защиты.

Понятием «Гражданская защита» в этом законе является составная часть системы общегосударственных и оборонных мероприятий, обеспечивающих в мирное и военное время защиту населения и территории Кыргызской Республики от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и биолого-социального характера, а в военное время - от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

В Республике Узбекистан Закон «О гражданской защите» от 26 мая 2000 года № 80-II определяет основные задачи в области гражданской защиты, правовые основы их осуществления, полномочия государственных органов, предприятий, учреждений, организаций, права и обязанности граждан Республики Узбекистан, а также силы и средства гражданской защиты, который включает:

- общие положения;
- руководство гражданской защитой, полномочия государственных органов и организаций в области гражданской защиты;
- права и обязанности граждан в области гражданской защиты;
- службы и силы гражданской защиты;
- финансовое обеспечение гражданской защиты объекты и имущество гражданской защиты.

Основными целями Закона Республики Узбекистан «О гражданской защите» являются предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций, снижение размеров ущерба и потерь от чрезвычайных ситуаций, ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций.

В Эстонской Республике Закон «О гражданской защите» принят 3 июня 1992 года и устанавливает права и обязанности Правительства Эстонской Республики, органов местного самоуправления, предприятий, учреждений и организаций, а также частных лиц по созданию и задействию системы защиты населения, предприятий и учреждений Эстонской Республики - гражданской защиты и включает:

- понятие гражданской защиты; чрезвычайной ситуации;
- задачи и принцип организации гражданской защиты;
- структуру гражданской защиты: основной уровень гражданской защиты, гражданскую защиту жилых домов и жилых массивов, на предприятиях, гражданскую самозащиту на предприятии, гражданскую защиту и самозащиту единицы местного самоуправления первичного уровня, гражданскую защиту в уезде и республиканском городе;

- руководство гражданской защитой;
- обучение;
- обязанности и права;
- материальное обеспечение и расходы;
- ответственность.

Закон Эстонской Республики регулирует вопросы безопасности и в чрезвычайных ситуациях, и в промышленной безопасности, и материальное обеспечение и создание служб спасателей, хотя и не включает в себя вопросы пожарной безопасности. Однако, обнадёживает одна из задач гражданской защиты данного закона – это «сохранение в людях присутствия духа в чрезвычайных ситуациях».

В Украине действует Закон «О правовых принципах гражданской защиты» от 24.06.2004 года № 1859-IV, который определяет правовые и организационные основы в сфере гражданской защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и военного характера, полномочия органов исполнительной власти и других органов управления, порядок создания и применения сил, их комплектования, прохождения службы, а также гарантии социальной и правовой защиты личного состава органов и подразделений, который определяет:

- общие положения: определение терминов, правовую основу, цель, принципы, задачи гражданской защиты;
- основные меры в сфере гражданской защиты: основные мероприятия в сфере гражданской защиты, оповещение и информирование, наблюдение и лабораторный контроль, укрытие в защитных сооружениях, осуществление мероприятий по эвакуации населения; инженерную защиту территории; медицинскую защиту населения и обеспечения благополучия в районах чрезвычайных ситуаций; психологическую защиту; биологическую защиту; экологическую защиту; радиационную и химическую защиту; защиту населения от неблагоприятных бытовых или нестандартных ситуаций;
- единую систему гражданской защиты: структуру; функциональные подсистемы; территориальные подсистемы; режимы функционирования; режим повседневного функционирования; режим повышенной готовности; режим чрезвычайной ситуации; режим чрезвычайного положения; режим военного положения;
- управление единой системы гражданской защиты;
- координацию деятельности центральных и местных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления в сфере гражданской защиты;
- стандартизацию, государственную экспертизу и лицензирование в сфере гражданской защиты;
- порядок комплектования органов и подразделений гражданской защиты и прохождения службы гражданской защиты;
- финансовое и материальное обеспечение;
- международное сотрудничество в сфере гражданской защиты;
- контроль и надзор за деятельностью в сфере гражданской защиты;
- ответственность за нарушение законодательства в сфере гражданской защиты.

Также в Украине разрабатывается проект Кодекса гражданской защиты населения, который базируется на многих других документах, таких, в частности, как правовые основы гражданской обороны, гражданской защиты, о пожарном надзоре, на законах о местном самоуправлении, а также о местных администрациях. Задачей Кодекса гражданской защиты населения является создание стройной системы гражданской защиты путем упорядочения законов.

Таким образом, международный опыт свидетельствует о практике применения в странах единого нормативного правового акта в сфере гражданской защиты, который представлен как комплекс общегосударственных мероприятий, проводимых в мирное и военное время, направленных на обеспечение защиты населения, объектов хозяйствования и территории и направлен на устранение противоречий, содержащихся в законодательстве в сфере гражданской защиты, его унификацию, приведение в порядок и систематизацию, формирование надлежащих правовых, экономических и организационных основ защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в мирное время и в особый период для повышения эффективности государственной политики в указанной сфере [1].

Рассматриваемый Закон Республики Казахстан регулирует общественные отношения, возникающие в процессе проведения мероприятий по гражданской защите, и направлен на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий, оказание экстренной медицинской и психологической помощи населению, находящемуся в зоне чрезвычайной ситуации, обеспечение пожарной и промышленной безопасности, а также определяет основные задачи, организационные принципы построения и функционирования гражданской обороны Республики Казахстан, формирование, хранение и использование государственного материально-го резерва, организацию и деятельность аварийно-спасательных служб и формирований.

Государственная система гражданской защиты состоит из следующих подсистем:

- территориальные подсистемы создаются на областном, городском и районном уровнях для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий, выполнения мероприятий гражданской обороны в пределах их территорий и состоят из звеньев, соответствующих административно-территориальному делению этих территорий.

- отраслевые подсистемы создаются центральными исполнительными органами для организации работы по выполнению мероприятий гражданской защиты в пределах своей компетенции.

Государственная система гражданской защиты имеет три уровня:

- республиканский,
- территориальный,
- объектовый.

Каждый из указанных уровней (за исключением объектового) включает:

- органы управления гражданской защиты;
- пункты управления, оперативно-дежурные службы;
- консультативно-совещательные органы - комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- силы и средства гражданской защиты;
- системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

Согласно Закона на территории Республики Казахстан действует единая дежурно-диспетчерская служба «112».

Единая дежурно-диспетчерская служба «112» создается в территориальных подразделениях уполномоченного органа области, города республиканского значения, столицы, района, города областного значения.

Закон предусматривает то, что все государственные органы, в том числе их территориальные подразделения, местные исполнительные органы, юридические лица, эксплуатирующие объекты с массовым пребыванием людей, опасные производственные объекты, обязаны организовать взаимодействие информационно-коммуникационных сетей и автоматизированных систем мониторинга с единой дежурно-диспетчерской службой «112».

Также рассматриваемый Закон, обязывает операторов связи, предоставлять на безвозмездной основе единой дежурно-диспетчерской службе «112» услуги по определению местоположения звонящего абонента и рассылке коротких текстовых сообщений на телефоны сотовой связи населения при угрозе или возникновении чрезвычайных ситуаций. Ранее дежурно-диспетчерской службе «112», должна была запрашивать такую информацию в соответствующих государственных органах, что существенно затягивало время. С введением данного пункта, единая дежурно-диспетчерской служба «112» будет реагировать более оперативно на поступающую информацию.

Для обеспечения выполнения специальных мероприятий гражданской защиты и подготовки в этих целях сил и средств создаются:

- республиканские службы гражданской защиты,
- областные службы гражданской защиты,
- городские службы гражданской защиты,
- районные службы гражданской защиты.

В зависимости от потенциальной опасности, величины социально-экономических последствий возможных чрезвычайных ситуаций для организаций определяются следующие категории по гражданской обороне: **особо важная и категорированная**.

К **особо важной** категории относятся организации, на территории которых расположены стратегические объекты, нарушение функционирования которых создает угрозу национальной безопасности и опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

К категорированным относятся организации, нарушение функционирования которых может привести к значительным социально-экономическим последствиям, возникновению чрезвычайных ситуаций регионального и местного масштабов:

- особо важные объекты государственной собственности;
- организации с действующими, строящимися, реконструируемыми и проектируемыми опасными производственными объектами промышленности, транспортно-коммуникационного комплекса, энергетики, связи и имеющие важное государственное и экономическое значение;
- организации, занимающиеся производством, переработкой, перевозкой, приобретением, хранением, реализацией, использованием и уничтожением ядов;
- организации, на территории которых расположены объекты жизнеобеспечения.

Государственный контроль и надзор в сфере гражданской защиты осуществляется уполномоченными органами в целях соблюдения законодательства Республики Казахстан в сфере гражданской защиты и осуществляется в форме проверки и иных формах. Виды и порядок проведения проверок определяются в соответствии с [законодательством](#) Республики Казахстан о государственном контроле и надзоре (рисунки 1).



Рис. 1. Государственный контроль и надзор в сфере гражданской защиты

Возмещение вреда (ущерба), причиненного физическим и юридическим лицам чрезвычайными ситуациями техногенного характера, производится причинителем вреда (ущерба) добровольно или по решению суда.

Вред, причиненный жизни или здоровью физических лиц, подлежит возмещению за счет причинителя вреда (ущерба) в полном объеме в соответствии с законодательством Республики Казахстан.

Причинители вреда (ущерба) обязаны возместить причиненный ущерб окружающей среде, включая затраты на рекультивацию земель и восстановление естественного плодородия земли.

Вред (ущерб), причиненный здоровью и имуществу физических лиц чрезвычайными ситуациями природного характера, возмещается в пределах необходимых для удовлетворения минимальных потребностей пострадавших в порядке, определяемом Правительством Республики Казахстан.

Построенное жилище предоставляется гражданам, оставшимся без жилища в результате чрезвычайной ситуации, в порядке, определяемом Правительством Республики Казахстан.

Жилище из государственного жилищного фонда предоставляется на безвозмездной основе гражданам, жилище которых в результате экологических бедствий, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории Республики Казахстан стало непригодным для проживания.

В то же время возмещению не подлежат:

1) временные строения, хозяйственно-бытовые и иные постройки, не относящиеся в соответствии с законодательством Республики Казахстан об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности к объектам недвижимости, а также незаконно построенные объекты;

2) ценная одежда, предметы роскоши либо изготовленные из драгоценных металлов, предметы, имеющие художественную ценность.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Казахстан «О гражданской защите».
2. Досье на проект Закона Республики Казахстан «О гражданской защите».
3. <http://www.zancompany.com/ru/news-articles/articles/1478/>

#### REFERENCES

1. Zakon Respubliki Kazahstan "O Grazhdanskoj zashhite".
2. Dos'e na proekt Zakona Respubliki Kazahstan "O Grazhdanskoj zashhite".
3. <http://www.zancompany.com/ru/news-articles/articles/1478/>

Шевцова В.С., Долгов П.В., Алимбетова А.Ж., Юсупова Б.Р.

#### **Қазақстандағы азаматтық қорғау**

**Түйін.** Ресей, Қырғызстан, Өзбекістан, Украина және Эстонияда Азаматтық қорғаныс туралы заң қарастырылған. Аталған мемлекеттердің Азаматтық қорғаныс туралы заңдарында біршама ұқсастықтар да ерекшеліктерде байқалады. Қазақстан Республикасының «Азаматтық қорғану туралы» заңы және негізгі бөлімдері қарастырылған. Азаматтық қорғаныстың принципі оның жүйесі, дәрежесі және қызметі көрсетілген.

**Түйін сөздер.** Азаматтық қорғану, төтенше жағдай, Өндірістік қауіпсіздік, заң, мемлекеттік бақылау.

Шевцова В.С., Долгов П.В., Алимбетова А.Ж., Юсупова Б.Р.

#### **Гражданская защита в казахстане**

**Резюме.** Рассмотрено законодательство по гражданской защите России, Кыргызстана, Узбекистана, Украины и Эстонии. Отмечаются отличия и схожие признаки по регулированию общественных отношений данных стран в области гражданской защиты. Приведены основные разделы и положения закона Республики Казахстан «О Гражданской защите». Указаны принципы гражданской защиты, ее системы, уровни и службы.

**Ключевые слова.** Гражданская защита, чрезвычайная ситуация, промышленная безопасность, закон, государственный контроль.

Shevtsova V.S., Dolgov P.V., Alimbetova A.Zh., Jusupova B.R.

#### **Civil protection in kazakhstan**

**Summary.** Considered legislation on civil protection of Russia, Kyrgyzstan, Uzbekistan, Ukraine and Estonia. Marked differences and similar signs to regulate social relations of these countries in the field of civil protection. The main sections of the law and regulations of the Republic of Kazakhstan "On Civil Protection." Provides principles of civil protection, its systems, and levels of service.

**Key words.** civil protection, emergency, industrial safety, law, state control.



УДК 614.8:551

Шевцова В.С., Акубаева Д.М., Туkenова Х.Т.  
(Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева  
Алматы, Республика Казахстан)

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

**Аннотация.** Дистанционное образование в Казахстане развивается большими темпами. Для его развития используются различные информационно-коммуникационные технологии, в том числе цифровые образовательные ресурсы, платформы на сервисах Веб 2.0. Рассматриваются положительные и отрицательные стороны дистанционного образования, и его значение в современном мире. Виды проведения дистанционных занятий.

**Ключевые слова.** Дистанционное образование, онлайн занятия, цифровой образовательный ресурс, информационно-коммуникационные технологии.

Информатизация системы образования открывает большие перспективы для казахстанского образования. За последние годы произошло коренное изменение роли и места компьютерной, телекоммуникационной техники и технологий в жизни общества. Владение информационными и телекоммуникационными технологиями становится в современном мире в один ряд с такими качествами, как умение читать и писать, и необходимым условием для каждого индивида. Полученные знания и навыки в дальнейшем могут во многом определять пути развития общества.

Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев в своем Послании народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства» призвал внедрять инновационные методы, решения и инструменты в отечественную систему образования, включая дистанционное обучение и обучение в режиме он-лайн, доступные для всех желающих [1].

Внедрение информатизации можно рассматривать как одно из важнейших средств реформирования всей системы образования. Поэтому информатизация системы образования КазНТУ имени К.И.Сатпаева, как одного из ведущих ВУЗов Республики Казахстан, является актуальной. Для обучающихся специальности «Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды» был разработан и предложен интерактивный курс дисциплины «Аварийно-спасательное дело» по следующим практическим занятиям: «Определение характера и структуры завалов, разрушения зданий и сооружений при землетрясении», «Оперативный расчет сил и средств при проведении спасательных и других неотложных работ после землетрясения» и «Специальные работы по локализации аварий на коммунально-энергетических сетях» [2].

Дистанционное обучение должно подчиняться следующим условиям:

- пространственная или временная удаленность;
- использование средств телекоммуникаций;
- обеспечение коммуникации (обратной связи) между всеми участниками;
- процесс обучения должен быть направлен на создание внешних образовательных продуктов;
- процесс обучения должен быть направлен на соответствующие внутренние изменения субъектов образования.

Миссия и принципы дистанционного образования представлены на рисунке 1.

Виды дистанционных занятий очень разнообразны, это **дистанционные** лекции, практикумы, конференции; деловые игры, мастер-классы, тренинги, курсы, виртуальные экскурсии, которые легко вести имея под рукой сервисы Веб 2.0. Например, чтобы вести все виды дистанционных занятий на <https://docs.google.com>, необходимо иметь только свой аккаунт на Google. Также знамениты своими отличными интерактивными инструментами многие Интернет ресурсы, которые представлены на рисунке 2.

Одним из полновесных дистанционных занятий является **цифровой образовательный ресурс (ЦОР)** – информационный источник, содержащий графическую, текстовую, цифровую, речевую, музыкальную, видео-, фото- и другую информацию, направленный на реализацию целей и задач современного образования.

Классификация ЦОРов по типу информации представлена на рисунке 3.



Рис. 1. Миссия и принципы дистанционного образования

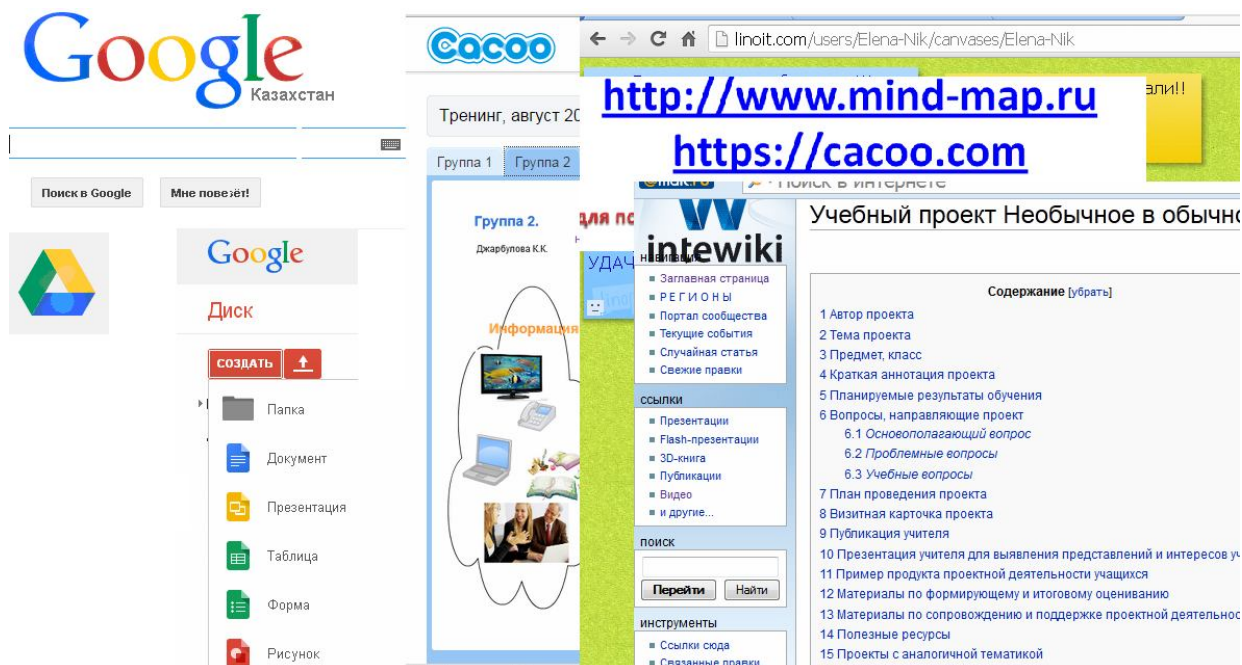


Рис. 2. Многообразие интерактивных платформ для дистанционного обучения: Google Диск; Cadoo; Linoit; InterWiki

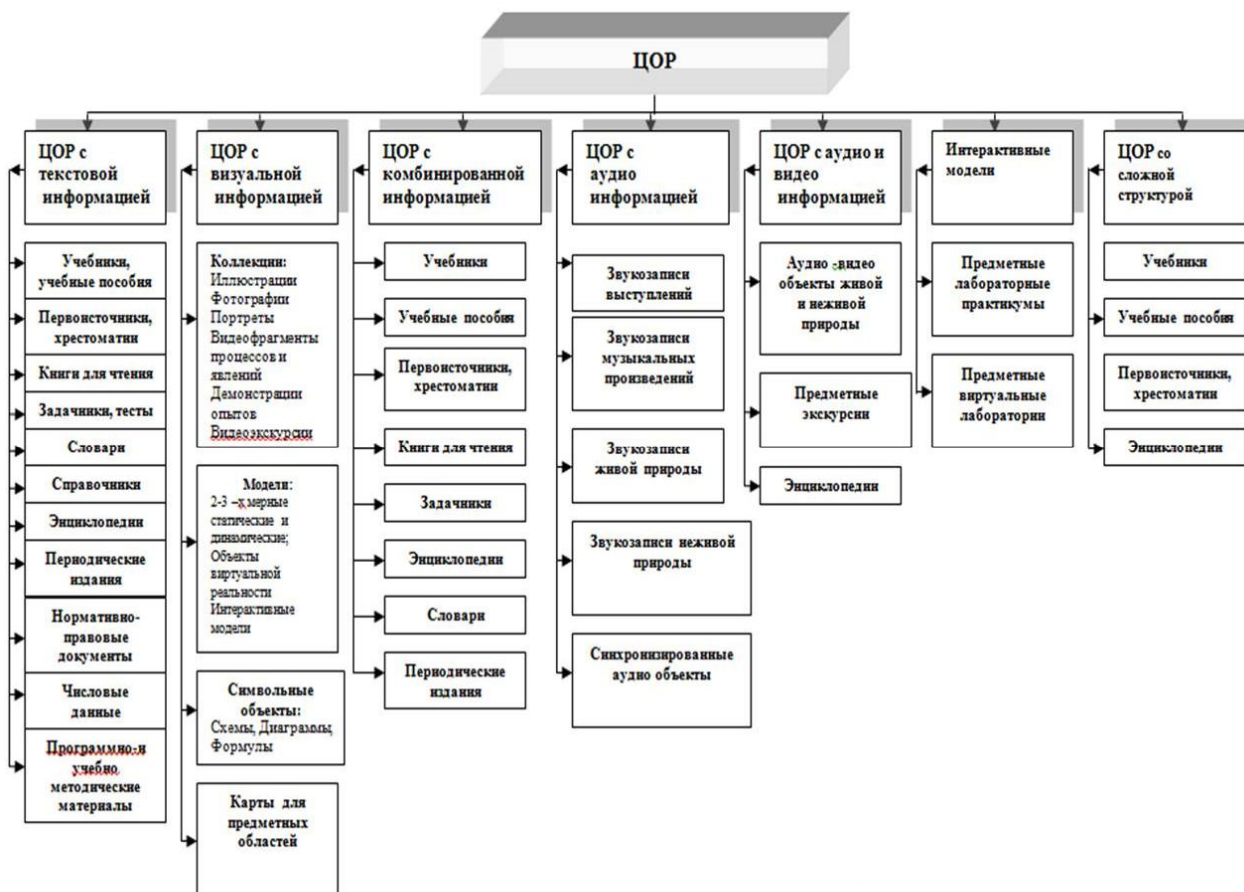


Рис. 3. Классификация ЦОРа по типу информации

Как видно из рисунка, ЦОРы по своему разнообразию и различным носителям информации могут почти полностью заменить очное образование. Известно, что очень многие зарубежные ВУЗы проводят дистанционное обучение без контактных встреч со слушателями, полагая, что, строящееся исключительно на информационно-коммуникационных технологиях высшее образование достаточно для получения диплома. Однако, это не совсем так. В таблице 1 представлены недостатки дистанционного образования и пути их решения [3].

Таблица 1. Недостатки дистанционного образования и пути их решения

№	Минусы дистанционного обучения	Возможности преодоления этих минусов в дистанционном фасилитируемом курсе
1	недостаток живого, очного общения как между преподавателем и слушателями, так и между слушателями	Очные тренинги, консультации, вебинары
2	невозможность обучения без сильной мотивации к обучению и жесткой самодисциплины слушателя курсов	График встреч и контроль результатов, график работы над созданием совместных продуктов, обсуждения результатов работы, фиксируемые сроки обучения
3	низкий уровень владения компьютерной грамотностью слушателей курсов	Обучение и поддержка в процессе очных встреч, консультации в онлайн режиме
4	потребность в занятиях, формирующих практический навык, дающих опыт профессиональной деятельности	Очные тренинги, задания на апробацию освоенных знаний с последующей рефлексией

## • **Общественные науки**

5	отсутствие регулярного контроля, обеспечивающего реальную самостоятельную работу в процессе занятий и честную сдачу зачетов по завершению курсов	Возможность организации контроля результатов обучения в учебной аудитории с преподавателем, регулярная обратная связь
6	в связи с тем, что дистанционном обучении присутствует в основном только письменная форма, то слушатели курсов лишаются возможности реализации вербальных форм обучения	Устное общение в процессе тренингов

Анализируя таблицу 1, можно с уверенностью сказать, что дистанционное образование – это перспектива будущего обучения для нового поколения, однако исключать очные встречи с обучающимися будет в корне не верно, так как нарушается отсутствие регулярного контроля, обеспечивающего реальную самостоятельную работу в процессе занятий и честную сдачу зачетов, дисциплина, а также наблюдается недостаток живого, очного общения как между преподавателем и слушателями, так и между слушателями.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Послание Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства». – Астана, Акорда, 2012 год.
2. Шевцова В.С., Калдыбаева С.Т., Акубаева Д.М. Информатизация систем безопасности жизнедеятельности// Вестник КазНТУ имени К.И.Сатпаева, 2013 г. №3. С.97-100.
3. Имжарова З.У., Имжарова Ж.Н. Фасилитируемый дистанционный курс - новые возможности дистанционного обучения// Сборник Международной научно-практической конференции «Перспективы развития электронного обучения в образовании XXI века». - Алматы 2014 г. - 239 с.

### REFERENCES

1. Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan N.A. Nazarbaeva narodu Kazahstana «Strategija «Kazahstan-2050»: novyj politicheskij kurs sostojavshegosja gosudarstva». – Astana, Akorda, 2012 god.
2. Shevcova V.S., Kaldybaeva S.T., Akubaeva D.M. Informatizacija sistem bezopasnosti zhiznedejatel'nosti// Vestnik KazNTU imeni K.I.Satpaeva, 2013 g. №3. S.97-100.
3. Imzharova Z.U., Imzharova Zh.N. Fasilitiruemyj distancionnyj kurs - novye vozmozhnosti distancionnogo obuchenija// Sbornik Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Perspektivy razvitija jelektronnogo obuchenija v obrazovanii XXI veka». - Almaty 2014 g. - 239 s.

Шевцова В.С., Акубаева Д.М., Туkenова Х.Т.

#### **Қазақстандағы қашықтықтан оқыту білімін дамыту**

**Түйіндемe.** Бұл мақалада Қазақстандағы қашықтықтан оқыту білімін дамыту бағытының кемшілігі мен артықшылығы қарастырылады. Қазіргі замандағы қашықтықтан оқытудың маңыздылығы. Веб 2.0. сервисіндегі қашықтықтан оқыту сабағын өткізу түрлері.

**Түйін сөздер.** Қашықтықтан оқыту, онлайн сабақтар, сандық оқу білім ресурсы, ақпараттық-коммуникацияның технологиялары.

Шевцова В.С., Акубаева Д.М., Туkenова Х.Т.

#### **Перспективы развития дистанционного образования в казахстане**

**Резюме.** В статье рассматриваются перспективы развития дистанционного образования в Казахстане, его плюсы и минусы. Значение дистанционного образования в современном мире. Виды проведения дистанционных занятий на сервисах Веб 2.0.

**Ключевые слова.** Дистанционное образование, онлайн занятия, цифровой образовательный ресурс, информационно-коммуникационные технологии.

Shevtsova V.S., Acubaeva D.M., Tukenova H.T.

#### **Civil protection in kazakhstan**

**Summary.** This article discusses the prospects for the development of distance education in Kazakhstan, its pros and cons. The value of distance education in the modern world. Types of remote sessions on Web 2.0 services.

**Key words.** Distance education, online classes, digital educational resources, information and communication technologies.

**Ж.Ж. Базилов, Г. Муратхан**

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

### ПЕДАГОГИКА ҒЫЛЫМЫ

**Аңдатпа.** Педагогика бұл-адамзат ғылымының ең ежелгі және қоғам дамуының ажырамас саласы болып табылады. Себебі: педагогикалық білім ұғымы ұрпақты білімге дайындау немесе тәрбиелеу мен байланысты адам әрекетінің ерекше аймағына кіреді. Педагогика барлық ғылымдар сияқты философия ғылымы аясында қарастырылды. Ежелгі грек философтарды Гераклит, Демокрит, Фальс, Сократ, Аристотель, Платон, т.б. ғылымдарының педагогикаға қосқан үлесі зор. «Педагогика» деген ұғым көне грек елдерінде б.э.б. 2,5 жылда пайда болған дейді. Педагогика деген сөз, яғни тәрмин, көне грек тілінен шыққан, ол балаларды ертіп жүру, баланы жетектеп мектепке апаруы деген сөз. Анығырақ айтатын болсақ, "Педагогика" термині гректің екі сөзінен: "пайс" - балалар және "эгейн" - баланы басқару, тәрбиелеу, жетектеу, бағу ұғымдарынан шыққан. Адам өмір бойы тәрбиеленеді және қайта тәрбиеленеді.

**Негізгі сөздер:** педагогика, дефектология, этнография, эксперимент, дидактика, сурдопедагогика, тифлопедагогика.

Педагогика қоғамдық өмірдегі тәрбиенің мәні мен рөлін анықтайды. Педагогика - жалпы адам тәрбиесі жайындағы ғылым. Ал тәрбие - жастарды әлеуметтік өмірге және еңбекке даярлап, оларға қоғамдық тарихи тәжірибені үйрету процесі. Педагогика пәнін (зерттейтін) толық түсіну үшін ең алдымен негізгі педагогикалық ұғымдарды қарастырайық. Әрбір ғылымның өзіне тен зерттейтін саласы және ғылыми ұғымдары бар. Мысалы, философиядағы ұғымдарға "болмыс", "материя", "қозғалыс"; саяси экономияда - "қоғамның өндіргіш күштері мен өндірістік қатынастары", ал педагогикада - "тәрбие", "білім беру", "оқыту" жатады. Педагогикалық ұғымдар арқылы педагогикалық құбылыстарды, олардың байланысын танимыз.

#### **Педагогикалық ұғымдардың бірі - тәрбие.**

– тәрбие, білім беру, оқыту біріне-бірі теуелді, табиғи байланысты. Бұл ұғымдар жастарды өмірге, тәжірибеге дайындаудың басты құралы.

#### **Педагогиканың шығуы және дамуы.**

Педагогиканың шығуы және дамуы. Қандай да болмасын ғылым салаларының дамуы қоғамның өмірлік мұқтажығынан, талабынан туады. Педагогиканың пайда болуы қоғамның жас ұрпақты тәрбиелеудің тиімді жолын табу мақсатынан және де өндірісті дамыту талабынан туған. Тәрбие ұрпақ пен ұрпақты байланыстыратын дәнекер болып саналады. Педагогика ғылымы ұзақ тарихи даму жолынан өтті.

Алғашқы педагогикалық ой-пікірлер әртедегі шығыс елдерінің (Мысыр, Вавилония, Унді, Қытай) философиялық жүйесінде дамып, кейін біртіндеп өз алдына жеке ғылым болып дами бастады.[1]

Ежелгі дүние философиясы әртедегі шығыс елдерінің қорытып жиыстырған білім мұрасын дамытқан еді. Сократ, Платон, Аристотель, Демокрит саясат, тәрбие, мемлекет, жеке адам тәрбиесінің мақсаттары мен мазмұны және әрекшелігі сияқты педагогикалық мәселелерді қарастырады. Феодалдық қоғамда (орта ғасырда) тәрбиеге деген көзқарас мүлдем өзгәрді. Әрте дүние педагогтары ұсынған адамның рухани және дене күштерінің қатар дамуы көзқарасының орнына "о дүниелік өмірге" дайындауды ұсынған пікірлер қалыптасты. ХУ-ХУІ ғасыр педагогикасы орта ғасыр педагогикасын сынады. Адамның жеке басының тәрбиесін оның дамуы ойшылдарды толғандырды, мәдениет пен педагогикалық бағыт "гуманизм" деп аталды (Ф.Рабле, Т.Мор, Т.Кампанелла). Гуманистәр жаңа дәуір үшін жаңа адам қажеттігін дәлелдеді. Феодализмнен капитализмге өту деуірінде дін шығармауындағы ғылымдар дамып, жеке бөлініп шыға бастайды. Осы кезде педагогика да өз алдына ғылым ретінде бөлініп шықты. Сол ғасырда педагогиканың жеке ғылым ретінде мәртебесі чех халқының ұлы педагогы Ян Коменскийдің (1592-1670) "Ұлы дидактика" еңбегімен беки түсті.

Батыс Еуропада ағылшын философы Джон Локк (1632-1704) "Тәрбие туралы ойлар" деген еңбегінде тәрбиенің психологиялық негіздеріне, адамгершілік тәрбиесіне көбірек көңіл бөлді. Ол бала-

ны "таза тақтаға" теңеді. Францияда Жан-Жак Руссо (1712-1778) баланы табиғат арқылы, табиғаттай жетілдіре тәрбиелеуге көңіл бөліп, баланы жазалауға қарсы болды, қатаң таяқ тәртібіне қарсы "еркін тәрбие" идеясын ұсынды. Швейцарияның педагог-демократы И.Песталоцци "Лингард и Гэртруда" деген еңбегінде білім беруге демократиялық көзқарасты, тәрбиенің гуманитарлық сипатын балаға шын пейілмен көңіл бөлуді жақтады. Ресейде революциялық-демократияшыл ойдық негізгі салушылар: А.Н.Радищев, В.Г.Белинский, А.Н.Гәрцен; XIX ғасырдың 60-ы жылдарында Н.Г. Чернышевский, Н. А. Добролюбов; XIX ғасырдың екінші жартысында демократияшыл тәрбиенің идеяларын ұсынушылар: Н.И.Пирогов, К.Д.Уининский, Л.Н.Толстой, т.б. болды. Н.К.Крупская (1869-1939) кеңестік педагогика ғылымын дамытуға зор үлес қосып, еңбек және политехникалық білім беру, идеялық-саяси тәрбие мәселелерін ғылыми-теориялық негізде талдады. Н.К. Крупскаяның айырықша көңіл бөлген мәселелерінің бірі - оқыту теориясы. Сонымен қатар кеңес мектебінде оқушылардың өзін-өзі басқарудағы мақсаты мен міндеттерін белгіледі. Оның еңбектерінде отбасы тәрбиесі, балалардың қоғамдық ұйымдарының қоғамда алатын рөлі және міндеттері көрсетілді. [2]

Көрнекті кеңес педагогы Антон Семенович Макаренко (1888-1939) жастарды қайта тәрбиелеудегі өзінің бай тәжірибесіне сүйелік, оқу-тәрбие жұмысын жүргізудің жүйелі теориясы мен әдістемесін құрды.

Макаренконың тәрбие мен оқу жайлы еңбектері, оның жеті томдық педагогикалық шығармаларында жинақталған. Олар: "Ата-аналар кітабы", "Балаларды тәрбиелеу жайлы дәрістер", "Тәрбие жұмысын ұйымдастыру әдістемесі", "Кеңестік мектеп тәрбиесінің мәселелері", "Педагогикалық поэма", "Мұнара үстіндегі тулар". Бұл еңбектерінде Макаренко тәрбиенің мақсаттары мен міндеттерін, әдістері мен негізгі принциптерін, балалар ұжымы мен оқушыға қойылатын бірінғай педагогикалық талаптарды зерттеп, жинақтады.

Көрнекті педагог Василий Александрович Сухомлинский (1918-1970) өзінің педагогикалық жүйесінде әрбір оқушының басынын жан-жақты дамуының, дара ерекшеліктерінің, бейімділігінің, қызығушылығының, тағы басқа қабілеттерінің жетілуіне бағытталған оқу-тәрбие процесін ұйымдастырды.

Ағартушы-педагог Ахмет Байтұрсынов (1873-1937) мол педагогикалық мұра қалдырды. А. Байтұрсынов бүкіл саналы өмірін қазақ қоғамында білім-ғылымының дамуына, мектеп ағартушылық ісінің жанданып, кемелденуіне бағыштайды. Ол ауыл мектебінде, семинарияларда бала оқытты, оқу-тәрбие жұмыстарын жетілдіру саласында көп ізденді. А. Байтұрсынов "Қазақ" газетіндегі (1914 ж) "Мектеп керектері" деген мақаласында: "Ең әуелі мектепке керек - білімді, педагогика, методикадан хабарлар оқыта білетін мұғалім. Екінші - оқыту ісіне керек құралдарды қолайлы әм сайлы болуы. Үшінші - мектепке керегі белгіленген бағдарлама. Әр іс көңілдегідегі болып шығуы үшін оның үлгісі, я мезгілді өлшеуші болуы керек. Үлгісіз я өлшеусіз істелген іс - ол я артық, я кем шықпақшы", - деп оқытудың дидактикалық принциптерін ғылыми тұрғыда белгілеп берді.

Міржакып Дұлатов (1885-1935) Ы. Алтынсариннің ұстаздық идеяларын әрі қарай дамытып, А.Байтұрсынов сияқты оқу-тәрбие мәселелерін ғылыми тұрғыдан қараған, шәкірттердің жана бағдарламалар арқылы білім алуына, мұғалімдердің ғылыми дидактикалық қағидаларға сәйкес сабақ жүргізуге әрекше мән берген педагогтардың бірі.

Жүсіпбек Аймауытов (1889-1931) педагогика, психология саласында құнды ғылыми-зерттеу еңбектерімен қатар, бірнеше оқулықтар, оқу құралдарының авторы болған ірі тұлғалардың бірі. "Тәрбиеге жетекші" атты еңбегінде (1924 ж.) педагогиканың дидактика саласын ғылыми негіздеген. [3]

Қазан төңкерісінен кейін тәлім-тәрбие ғылымына тәрең үңілгендердің бірі - Мағжан Жумабаев (1893-1938). Оның "Педагогика" атты еңбегі соң кезеңдегі ана тілімізде жазылып, ғылыми әлемді елең еткізген туынды болды. Қазақ педагогика ғылымының тұңғыш профессоры Шәрапи Әлжановтың (1901-1938) тәлім-тәрбие саласында әр түрлі тақырыптың төңірегінде жазған жиырмадан астам еңбегі жарық көрді. Ол "Ес және есте сақтау мәселелері", "Ой мәселелері", "Дағдылану мәселелері" атты еңбегінде (1936 ж.) шәкірт психологиясының жас және дара ерекшеліктері жайлы соз қозғайды, сол салада жүргізілген сараптамалық зерттеулердің нәтижесін оқырман назарына ұсынады.

Қазақтық белгілі педагогы Әбдіхамит Сембаевтың (1905-1989) қаламынан сексеннен астам қомақты ғылыми-педагогикалық еңбектер шықты. "Қазақстанда Советтік мектептің даму тарихы" (1962 ж.) атты монографиялық еңбегінде мектептердің көптеп ашылуын, оқулықтар мен оқу-әдістемелік

құралдардық жасалу жолдарын, мұғалім кадрларын даярлау ісіндегі қол жеткен табыстарды нақтылы дәрежелермен ғылыми тұрғыда дәлелдеді.

Сұлтанбек Қожахметов (1910-1945) дидактика мәселелерімен жан-жақты айналысқан педагогтардың бірі өзінің "Педагогика мәселелері" (1940 ж.), - деген атпен шыққан кітабында шәкірт меңгеретін білімнің саналылығы мен жинақтылығының өлшемдері баланың өз бетімен оқу дағдысын қалыптастыру, оқушының эстетикалық (сұлулық) талғамдарын дамытып қалыптастыру, оның алған білімі мен дағдысын, іскерлігін бағалай білудің ғылыми негіздерін қарастырады. Қартбай Бержанов (1924-1976) - педагогика ғылымдарының докторы, профессор. Педагогика ғылымының дамуына елеулі үлес қосқан ғалым-ұстаз.

Қорыта айтқанда, Қазақстанда педагогика ғылымы XX ғасырдың екінші жартысынан бері тез қарқынмен дамыды.

#### **Педагогика ғылымының салалары және оның басқа ғылымдармен байланысы.**

Педагогика ғылымының құрылымы, оның басқа ғылымдармен байланысы. Педагогика дамып, тәрбие мен білім беру жайлы ғылыми тарауларға бөліне бастады. Мысалы, педагогиканың жалпы негіздері, тәрбие теориясы, дидактика, т.б.

Тәрбие мен оқыту ісінің одан әрі дамуына байланысты педагогика ғылымының түрлі салалары, атап айтсақ, мектепке дегінгі педагогика, мектеп педагогикасы, педагогика тарихы, дефектология және пәндерді оқыту әдістемесі, кәсіптік-техникалық білім беру педагогикасы, жоғары мектеп педагогикасы, әскери педагогика, басқару педагогикасы, отбасы тәрбиесінің педагогикасы, медени-ағарту қызметкерлерінің педагогикасы, түзеліс-еңбек педагогикасы, этнопедагогикасы, әлеуметтік педагогика, кәсіби педагогика, жас ерекшелік педагогикасы т.б. педагогика салалары пайда болды. [4]

Педагогика тарихы – педагогика ғылымының жеке бір саласы. Педагогика тарихы тәрбиенің шығуы мен дамуының тарихын, қалыптасуын зерттейді.

Дефектология - педагогика ғылымының арнаулы саласы. Дефектология көру, есту, сөйлеу мүшелерінде және ақыл ойында табиғи кемістігі бар балаларды оқыту, тәрбиелеу мәселерін зерттеп жетілдіреді. Дефектология төрт салаға бөлінеді.

Сурдопедагогика - саңырау, мылқау және керек балаларға білім беру және тәрбиелеу мәселесін зерттейтін педагогика саласы.

Тифлопедагогика - көру қабілеті нашар және соқыр балаларды тәрбиелеу және білім беру мәселесін зерттейтін педагогика саласы.

Олигофренопедагогика -ақыл-ойы кеміс балаларға білім және тәрбие беру мәселерін зерттейтін педагогика саласы.

Логопедия- тілінің кемісі бар балаларға білім беру және тәрбиелеу мәселесін зерттейтін педагогикасы.

Педагогиканың басқа ғылымдармен байланысы.

Философия - табиғат пен қоғам дамуының жалпы заңдарын, түбегейлі мәселелерін зерттейді, өмір шындығын танып-білу жөніндегі көзқарастың негізгі жүйесі болып табылады, адамды күшті идеялық сенімге, айқын түсіне білушілікке тәрбиелейді. Ғылыми философия тұрғысынан қарағанда, мысалы, теріске шығару заңының мәнін былайша түсіндіруге болады: ескінің орнын жаңа басады, дамудың бір кезеңі екінші кезеңімен ауысады. Мысалы, қоғамның тарихи даму барысында бір формация екінші формациямен ауысады. Ғасырлар бойы табиғи дамудың негізінде жануарлар мен өсімдіктердің ескі түрлерін жаңа түрлері теріске шығарады. Ғылыми философия әр түрлі заттарды, құбылыстарды, оқиғаларды терең және жан-жақты зерттей білуді талап етеді. Сондықтан ол басқа ғылымдар сияқты педагогиканы диалектикалық әдіспен қаруландыра отырып, тәрбие және оқыту мәселерін ғылыми тұрғыдан шешуге көмектеседі. Кейбір жалпы мәселелер философия мен педагогика ғылымдарының бірігіп зерттеуін қажет етеді. Оларға тәрбиедегі жұртшылықтың рөлі, адамды қалыптастыруды тұқым қуалаушылықтың, ортаның және тәрбиенің рөлі, т.б. жатады.

Педагогика психологиямен тығыз байланысты. Педагогика тәрбие мен дидактика мәселелерін әр уақытта психологиялық ғылыми мәліметтерге сүйене отырып зерттейді.

Егер психология психикалық процесті (түйсік, қабылдау, зейін, ес, ойлау, т.б.) және адамның дербес ерекшеліктерін (темперамент, мінез, қабілет), демек, адам психологиясының даму заңдылықтарын зерттейтін болса, ал, педагогика осы мәселелерді терең пайдалана отырып, адамды қалыптас-

тыру үшін тәрбие мен оқыту және білім берудің тиімді әдістері мен құралдарын анықтап ашады.

Педагогика ғылымы тәрбиеге байланысты этнографиялық және археологиялық деректерді пайдаланады.

Этнография ғылымы – белгілі бір халықтың экономикасын, қоғамдық және рухани мәдениетін, тұрмысын зерттейді.

Психология- педагогика ғылымы психология ғылымымен тығыз байланысты. Психология психикалық үрдісті (адамның зейінін, ойлауын, есін, қиялын және адамның дербес ерекшеліктерін, темперамент, мінез, қабылдауын зерттейді), ал педагогика осы мәселелерді қолданып, жеке тұлғаны тәрбиелеп қалыптастыру үшін пайдаланады.

Педагогиканың методологиялық негізі және ғылыми педагогикалық зерттеу әдістері.

Педагогика – ақиқат ғылыми көзқарас болып есептелетін және объективтік дүниені танудық, білудің және ғылыми білімнің дамуының бірден-бір әдісі болып саналатын философия негізінде дамиды. Мысалы: диалектикалық материализм табиғаттың, қоғамның және адам баласы дамуының заңдылықтарын зерттейді. Диалектиканың қағидаларын басшылыққа ала отырып, педагогика педагогикалық оқиғаларды жалпылама түрде ғана "көшіре" салмайды, ол тәрбиенің заңдылықтарын ашады, тәрбиедегі себепті, нәтижелі байланыстарды анықтайды, тәрбиенің болашағын көрсетеді.

Педагогиканың методологиялық негізі диалектикалық және тарихи материализм болғандықтан, диалектикалық әдіс педагогикалық құбылыстарды кеңістік пен уақыттың нақты жағдайларында, қоғамдық өмірдің басқа құбылыстарымен байланыста және өзара әрекеттестікте алып қарастыруды талап етеді.

Методология - дүниені білу тәсілдері туралы ілім. Ғылымның методологиясы - ғылыми зерттеу әдістерін, белгілі бір ғылымның пәнін (зерттейтін жері) зерттеу кезінде басшылыққа алынатын ұстанымдарды анықтайды. Әрбір ғылымның өзінің зерттейтін саласы, оған тән зерттеу әдістері бар. Оның сипаты зерттеу алдында тұрған міндеттерге байланысты.

Педагогиканың методологиясы дегеніміз - кез келген педагогикалық мәселені зерттеу негізіне жататын жалпыға ортақ ережелер, философия заңдары. Кез келген ғылым зерттелгелі отырған құбылыс туралы жалпы ережелерді қолданып, өзіне тән әдістерін қолданады. "Даму" сөзі - философиянікі.

Ғылым өз пәнін үнемі зерттеп отырмайынша дами алмайды. Педагогика ғылымы да өзінің күшжігерін, тәрбие, білім беру, оқыту мәселелерін зерттеуге бағыттайды. Педагогикалық зерттеу әдістері - педагогикалық болмыс туралы зерттеуші жинаған фактілерді және білімдерді талдаудық негізгі тәсілдері. Педагогикалық зерттеулер теориялық және эмпирикалық деп бөлінеді.

• Теориялық әдістер: ғылыми педагогикалық әдебиеттерді талдау; индукция; дедукция; жіктеу; аналогия; салыстыру.

• Эмпирикалық әдістер: мәліметтерді жинау (бақылау, әңгімелесу, сауалнама, тест); тексеру және өлшеу (шкалалау); мәліметтерді өңдеу; математикалық, статистикалық, графикалық, кесте; баға беру әдістері (өзін-өзі бағалау, рейтингі, педагогикалық консилиум); зерттеу нәтижелерін тәжірибеге енгізу (эксперимент).

Зерттеулерде мына әдістер пайдаланады.

Педагогикалық бақылау.

Бақылау баланың мінез-құлқын әр түрлі жағдайларда көруге мүмкіндік береді.

Бақылау арқылы мұғалім өте құнды материалдар алады. Байқағыштық - педагогикалық біліктіліктің көрсеткіші. Л.Н. Толстой "Мұғалім баланы үнемі бақылап, ол туралы көзқарасын өзгерту үшін қайта бақылау керек", - деген. [5]

Бақылау нәтижелерінің дұрыс болуы оған сезім мүшелерінің бәрінің қатысуына байланысты. Күрделі бақылау - зерттеу жұмысында қолданылатын бақылау.

Бақылау арқылы қандай да бір педагогикалық құбылыс мақсатты түрде бақыланып, ол туралы фактілер жиналады. Бақылау - еңбек операциясының, іс-әрекеттің құрамдас бөлігі. Алынған мәліметтер бірден өңделеді. Бақылаудың негізгі қызметі - зерттелетін процесс туралы материалдарды талдау, оларға баға беру. Ол танымның бас кезінде жүргізіледі. "Нақты пайымдау" ой елегінен өткізумен байланысты, аталған әдіс арқылы күрделі педагогикалық құбылыс, процестердің байланысы ашылып, ғылымда белгілі құбылыстарға түзетулер енгізіледі. Бақылау тиімді болу үшін басқа әдістермен байланыста қолдану керек. Мысалы, эксперимент барысын және нәтижесін бақылаусыз анықтау мүмкін емес.

Зерттеушінің зерттеу объектісімен байланысына қарай:



- тікелей;
- жанама;
- ашық;
- жабық бақылаулар болады.

Адамның жеке өзі қалғандағы және біреу қарап тұрғандағы мінезі түрліше болады. Сондықтан бұлтартпас дәлелдер алу үшін ашық бақылау жеткіліксіз. Сондықтан жабық бақылау педагогикалық процестің нақты көрінісін береді.

Ашық және жасырын бақылау көмегімен алынған мәліметтер оқиғаның толық суретін береді. Үздіксіз бақылау педагогикалық процесті басынан аяғына дейін толық жүргізу. Мысалы: сабақ, тәрбиелік іс-шара, т.б. объектілер үзіліссіз қаралады.

Монографиялық бақылау арқылы алуан түрлі педагогикалық құбылыстар бақыланады. Мысалы: биыл бірінші сыныпқа қабылданған оқушыларды зерттеу. Объектілері - оқушының мәдениеттілігі, ой-өрісі, мінезі, т.б.

Педагогикалық эксперимент - педагогика ғылымындағы негізгі әдіс. Эксперимент - оқыту және тәрбиенің қандай да бір әдісін, тәсілін тәжірибе арқылы сынақтан өткізу. Педагогикалық эксперименттің негізгі міндеті - педагогикалық ықпал мен оның нәтижелері арасында байланыс орнату. Эксперимент өткізер алдында белгілі бір педагогикалық әдіс-тәсілдің тиімділігі туралы ғылыми гипотеза айтылады. Ғылымға сүйеніп жасалған, алдын-ала айтылған ой - гипотеза деп аталады. Кең көлемді, ірі эксперименттерді мемлекеттік, ғылыми мекемелер және білім беруді басқару органдары өткізеді. Мысалы, ХХ ғасырдың 60-жылдарында балаға алты жастан бастап жалпы білім беру үлгісі тексеріліп, оған көп оқушылар қатысқан эксперимент өтті. Нәтижелері жақсы болған соң балалар алты жас-тан бастап білім алуға көшті.

Ойдағы эксперимент - іс-әрекетті санада жасау. Жасанды жағдай - бір не бірнеше оқушыны ұжымнан бөлу. Эксперимент педагогикалық жұмыстың қандай да бір әдісінің тиімділігі туралы қорытынды болғанда өткізіледі. Тексеру эксперименті, ғылыми педагогикалық зерттеу институттары шығарған оқулықтарының пайдалылығын арнайы мектептерде тексеру эксперименті арқылы зерттейді. Мектептегі озат тәжірибелерді зерттеу процесінде пайда болған болжамды анықтау үшін тексеру эксперименті қолданылады. Мысалы, педагогикалық ғылыми-зерттеу институттары жаңадан шығарылған оқулықтардың, бағдарламалардың тиімділігін тексеру эксперименті арқылы зерттейді. Оқу мен тәрбиенің мазмұнын ұйымдастыру түрлерін, принциптері мен әдістерін жаңадан құру үшін арнаулы эксперимент жүргізіледі, оны жасампаз эксперимент дейді. [6]

Мақсатына қарай эксперимент:

- анықтаушы;
- тексеруші;
- нақтыландырушы; деп бөлінеді.

Озат және көпшілік тәжірибені зерттеу процесінде жасалған гипотеза тексеріледі. Жасампаз, өзгертуші эксперимент арқылы жақсы жағдайлар жасалады.

Табиғи эксперимент өткізу үшін зерттеуші жобаны оқу- тәрбие, басқару жұмысының күнделікті жоспарына енгізеді. Зертханалық эксперимент арқылы зерттеуші өзінің гипотезасын алдын ала тексеру үшін жасанды жағдайлар жасайды. Ол рөлдік ойынға ұқсас, себебі тәжірибедегі керек модель тексеріліп, табиғи экспериментке енгізу үшін өзірленеді. Нәтижесінде эксперимент бағдарламасы жан-жақты түзетіліп, табиғи экспериментте қолдануға әзірленеді. Табиғи педагогикалық процестің нақты жағдайында жаңа үлгі бойынша тәрбие, білім беріледі.

#### ӘДЕБИТТЕР

1. <http://www.kitaphana.kz/ru>
2. Зимняя И.А. 3-62 Педагогикалық психология: Жоғары оқу орындарына арналған оқулық. Екінші., толықт., түзет. және қайта өңд. бас./ Орыс тілінен аударған М.А.Құсайынова. - М.: Логос; Алматы: TST-company, 2005. – 368 б
3. Әбиев Ж.Ә., Бабаев С. Б., Құдиярова А.М. Педагогика: оқу құралы. – Алматы: Дарын, -2004. -448 бет.
4. Айтмамбетова Б. Жаңашыл педагогтар идеялары мен тәжірибелері. –А., 1991.
5. Кәсіби педагогика. [www.smsreferat.kz](http://www.smsreferat.kz)
6. [www.kitaphana.kz](http://www.kitaphana.kz) > ... > Педагогика

PEFERENCES

1. <http://www.kitaphana.kz/ru>
2. Zimnya I.A. Pedagogy and Psychology.3-62 2005.
3. Abiev Zh.A. Babaev S.B..., Kudiyarova A.M..., Kudiyarova A.M. *Pedagogics* Almaty: Daryn, -2004.
4. Aitmambetova B. Innovator teachers experiments ideas A..., 1991.
5. Professional Pedagogy [www.smsreferat.kz](http://www.smsreferat.kz)
6. Pedagogy..., www.kitaphana.kz

Базилов Ж.Ж., Муратхан Г.

**Педагогика ғылымы**

**Түйіндеме.** Мақалада педагогика - жалпы адам тәрбиесі жайындағы ғылым . Ол тәрбие - жастарды әлеуметтік өмірге және еңбекке даярлап, оларға қоғамдық тарихи тәжірибені үйрету процесі. Педагогика ғылымының құрылымы, оның басқа ғылымдармен тығыз байланысы. Педагогика психологиямен тығыз байланысты. Педагогика тәрбие мен дидактика мәселелерін әр уақытта психологиялық ғылыми мәліметтерге сүйене отырып зерттейді. Егер психология психикалық процесі (түйсік, қабылдау, зейін, ес, ойлау, т.б.) және адамның дербес ерекшеліктерін (темперамент, мінез, қабілет), демек, адам психологиясының даму заңдылықтарын зерттейтін болса, ал, педагогика осы мәселелерді терең пайдалана отырып, адамды қалыптастыру үшін тәрбие мен оқыту және білім берудің тиімді әдістері мен құралдарын анықтап ашады.

**Негізгі сөздер:** психология, темперамент, мінез, педагогика

Базилов Ж.Ж., Муратхан Г.

**Педагогические науки**

**Резюме.** В статье рассматривается *педагогика. Педагогика - это наука общем месте воспитания человека.* Воспитания - социальной жизни и труду лет общественный исторический опыт. Педагогический наук связанно и с другими науками. Облик опершись во время психологическим научным сведениям исследует вопросы педагогики, воспитания и дидактики. Если психология влияет на процесс психика (инстинкт, принимать, внимание, сознание, думать, т.б.) и человек персональный особенность (темперамент, характер, способность), говорю, человек психология развиваюсь закономерность исследую есть, а, педагогика отара вопрос глубоко использую сиюж, человек формирую для воспитание я обучаю и выгодный способ и средство образуя выявляю открываю.

**Ключевые слова:** психология , темперамент, ХАРАКТЕР, ПЕДАГОГИКА

Bazilov Zh.Zh., Muratkhan G.

**Pedagogical sciences**

**Summary.** *Pedagogics is examined in the article. Setting of norms, norm of expense, printing, circulation, printing house.* Pedagogics is science general place of education of man. And education - to social life and labour of years public historical experience. Pedagogical sciences constrained and with other sciences. Look leaning in time to psychological scientific information investigates questions of pedagogics, educations and specialists in didactics. If psychology influences on a process psyche (instinct, to accept, attention, consciousness, to think, ) and man personal feature (temperament, character, ability), I talk, man psychology I develop conformity to law I investigate I am, and, pedagogics отара a question deeply I use I sit, man I form for education I teach and an advantageous method and means I form I expose I open.

**Key words:** psychology, temperament, character, pedagogics

УДК 37.013.77:331.108.4:37.032(045)

**Нуржанова С.А.**

(КАТУ им. С. Сейфуллина, Астана, Республика Казахстан)

**ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ  
СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА В УСЛОВИЯХ ВУЗА**

**Аннотация.** В статье поднимается проблема психологического сопровождения студентовпервого курса в условиях вуза. Представлены обобщенные результаты проведенного исследования, данные анкетного опроса выявляющего актуальность психологического сопровождения для студентов-первокурсников. Акцентируется внимание на различиях в технологии психологического сопровождения в зависимости от этапа обучения.

Предложены задачи, в решении которых могла бы принять участие психологическая служба вуза, а также возможные формы работы по программе психологического сопровождения. Подчеркивается актуальность и важность организации системы психологического сопровождения в вузе.

**Ключевые слова:** процесс адаптации, психологическое сопровождение, психологическая служба вуза.

Одной из основных тенденций современной психологии стало выдвижение на первый план вопросов психологического сопровождения личности, содействия ее развитию, становлению и самореализации на этапе вузовского образования. Вузовская образовательная среда имеет большой потенциал в организации психологической помощи студентам. Психолого-педагогическое сопровождение - это создание необходимых благоприятных условий для успешного обучения и психологического развития каждого студента в образовательной среде. Основной целью и результатом психолого-педагогического сопровождения студентов, как указаны выше, является создание условий для формирования готовности к их профессиональной деятельности, социально-профессиональной адаптации, развития социально-профессиональных компетенций, в том числе, адаптационных способностей [1-4].

Процесс профессиональной подготовки студентов в вузе средствами психолого-педагогического сопровождения представлен как целостная система, состоящая из этапов. На каждом этапе обучения студента психологическое сопровождение имеет специфическое содержание, решающее задачи личностно-профессионального развития: адаптацию к условиям обучения в вузе, развитие профессионально важных качеств будущего специалиста, психических познавательных процессов, навыков общей коммуникации и коммуникативной компетенции в профессиональной деятельности; формирование навыков саморегуляции психических состояний, целеполагания, саморазвития и профессионального самоопределения.

На первом курсе формируется студенческий коллектив, вырабатываются рациональные способы организации умственной деятельности и оптимальный режим труда, устанавливается система работы по самообразованию и самовоспитанию профессионально значимых качеств личности. Адаптация к вузовским условиям учебы, досуга связана с резким изменением социального положения личности. Происходит усложнение деятельности, юноши и девушки вступают в новую для них систему отношений, меняется и представление о содержании предстоящей деятельности, об особенностях новой социальной микросреды.

В социально-педагогическом аспекте под адаптацией подразумевается выработка наиболее адекватных форм поведения в условиях меняющейся микросоциальной среды. Она характеризуется как активное творческое приспособление студентов нового приема к условиям высшей школы, в процессе которого у них формируются навыки и умения организации умственной деятельности, призывание к избранной профессии, рациональный коллективный и личный режим труда, досуга и быта, система работы по профессиональному самообразованию и самовоспитанию профессионально значимых качеств личности [2,3].

Процесс адаптации студентов в университете - процесс приспособления к новым условиям обучения и воспитания.

Этот процесс можно разделить на 4 этапа:

- формирование начальной психологической базы, необходимой для преодоления трудностей периода адаптации к обучению;
- приспособление к общей специфике вуза;
- приспособление к особенностям выбранной специальности и учебной группы.

Каждый из перечисленных этапов требует достаточного нервно-психического напряжения первокурсников, которые только вчера считали себя школьниками, а сегодня начали постигать азы профессионального образования. Именно поэтому актуальность проблемы психолого-педагогической поддержки студентов нового набора в период адаптации определяется трудностями, возникающими у студентов в связи с началом обучения в университете.

Таким образом, основное содержание процесса адаптации студентов младших курсов можно определить как:

- а) освоение новых учебных норм, оценок, способов и приемов самостоятельной работы и других требований, обучение новым видам научной деятельности

б) приспособление к новому типу учебного коллектива, его традициям;

в) приспособление к новым условиям быта в студенческих общежитиях, новым образцам студенческой культуры, новым формам использования свободного времени

г) формирование нового отношения к профессии.

Первокурсникам необходимо адаптироваться к этим новым условиям вузовской жизни. Период адаптации связан с ломкой имеющихся стереотипов, может сопровождаться нервными срывами, стрессами, приводить к низкой успеваемости, трудностям в общении. От того, как студент, пройдет этот период, будет зависеть успешность его учебы. Помощь психолога позволит сделать процесс адаптации ровным и психологически комфортным.

Исследования показывают, что первокурсники не всегда успешно овладевают знаниями отнюдь не потому, что получили слабую подготовку в средней школе, а потому, что у них не сформированы такие черты личности, как готовность к учению, способность учиться самостоятельно, контролировать и оценивать себя, умение правильно распределять свое рабочее время для самостоятельной подготовки.

Многие первокурсники на первых порах обучения испытывают большие трудности, связанные с отсутствием навыков самостоятельной учебной работы, они не умеют правильно конспектировать лекции, самостоятельно работать с учебниками, находить и добывать дополнительные знания из первоисточников, анализировать информацию большого объема, четко и ясно излагать свои мысли. [4].

При работе с первокурсниками особое внимание надо обратить на ряд факторов, которые обуславливают успешную адаптацию к вузовской жизни: знание студентов о структуре обучения в вузе, знание своих прав и обязанностей; изменение условий обучения, к увеличению доли практических занятий; консультативная помощь психолога; помощь кураторов в организации академической группы в целом; помощь преподавателей, старшекурсников в планировании учебной, общественной и научно-исследовательской работы студентов. Адаптация студентов к учебному процессу заканчивается в конце 2-го начале 3-го учебного семестра. Психологическими критериями успешного прохождения этого этапа являются адаптация к учебно-познавательной среде, личностное самоопределение и выработка нового стиля жизнедеятельности.

В целях получения необходимых данных для этапа адаптации в нашем исследовании выявлены критерии, их совокупность составляет: удовлетворенность учебным процессом, отношениями с однокурсниками, преподавателями; мотивация освоения профессии; мотивация самопознания и развития; успешная сдача первой сессии, включение во внеаудиторную работу.

Актуальность изучения указанной проблемы была обозначена нами в результате проведения исследования динамики адаптации у студентов 1 курсов по специальности «Профессиональное обучение» факультета Компьютерные системы и профессионального образования Казахского агротехнического университета (2012-2013 гг.).

Представим отдельные результаты мониторинга профессионального становления на этапе адаптации студентов к условиям обучения в вузе. На данном этапе для успешной адаптации важных качеств будущих педагогов профессионального обучения мы использовали технологию психологического сопровождения; к ней относятся: диагностика готовности к учебно-профессиональной деятельности, мотивов учения, консультирование первокурсников, разочаровавшихся в выборе профессии; тренинг профессионального самопознания, тренинг успешного сотрудничества, деловые игры.

Диагностический срез проходил в два этапа, на начало учебного года - сентябрь и конец учебного года, нами был выбран май месяц. Студентам предлагалось заполнить анкету первокурсника «Самооценка включенности в учебную деятельность студентов», предназначенную для диагностики направленности мотивации. Результаты диагностики позволяют отследить положительную динамику адаптации к условиям учебной деятельности. Большинство первокурсников констатируют свою включенность в учебный процесс (67 %), хотя есть и такие, кто уверен в обратном (студенты выбравшие ответы «трудно сказать», «скорее нет, чем да», «нет», в совокупности составляют - 33 %).

По завершении адаптационного этапа тех, кто ощущает свою включенность в учебный процесс, а значит, и более успешен в ней, 72 %, по сравнению с 67 % тех, кто осознает свою включенность, в сентябре.

Результаты удовлетворенности отношениями с одногруппниками и преподавателями студентов 1 курса: большинство студентов удовлетворены своими отношениями с одногруппниками (53 % - «да», 27 % - «скорее да» в сентябре и 47 % - «да», 42 % - «скорее да» в мае), и отношениями с преподавателями, (47 % - «да», 33 %-«скорее да» в сентябре и 46 % - «да», 50 % - «скорее да» в мае).

Таким образом, мы можем говорить, что использование тренинга успешного сотрудничества способствует оптимальному прохождению процессов адаптации студентов к образовательной среде вуза. Как известно, основными трудностями в период адаптации, с которыми сталкивается студент-первокурсник, это выстраивание новых взаимоотношений в группе, с новыми членами коллектива, взаимоотношения с преподавателями, новые требования в учебной деятельности, организация режима учебы и самостоятельной работы, приспособление к новым бытовым условиям и социальной среде. Поэтому выбранная нами система психолого-педагогического сопровождения способствует успешному вхождению в новый социум, усвоению нового социального статуса [5].

Для исследования структуры познавательной мотивации мы использовали методику Е.П.Ильина, предназначенную для диагностики направленности мотивации изучения предмета, которая может использоваться в образовательном процессе и служить основой повышения эффективности обучения. Особенностью разработанного теста является, то, что исследуется специфика мотивации учебной деятельности, проявляющейся при изучении конкретных учебных дисциплин. В нашем исследовании - это дисциплины психолого-педагогического цикла. Это позволило дифференцировать студентов на группы по выраженности типов мотивации учебной деятельности следующим образом. На начало учебного года, характерно, что среди студентов-первокурсников преобладает группа студентов с высоким уровнем внутренней мотивации (55 %), для 30 % студентов характерен средний уровень внутренней мотивации, что свидетельствует о выраженной познавательной потребности, ориентации на изучение учебных дисциплин, обеспечивающих получение новых знаний и профессионального образования. По данным методики, 7 % первокурсников имеют внешнюю мотивацию, то есть овладение содержанием учебных дисциплин не является для них самоцелью, а рассматривается как средство достижения других целей. Именно данная группа составляет основу так называемой группы риска. По результатам диагностики на конец учебного года, видно, что среди студентов-первокурсников наблюдается положительная динамика по всем выделенным уровням и типам мотивации. Наблюдается уменьшение группы студентов, для которых характерен низкий и средний уровни внутренней мотивации, снижение численности студентов так называемой группы риска (7 % - сентябрь, 2 % - май). Значительный рост группы студентов с высоким уровнем внутренней мотивации (55 % сентябрь, 83 % - май).

Таким образом, выстроенная нами система психолого-педагогического сопровождения процесса адаптации первокурсников обеспечивает успешность вхождения новых студентов в учебный процесс, учебную группу, способствует формированию высокого уровня внутренней познавательной мотивации учебной деятельности, удовлетворенности взаимоотношениями с преподавателями и однокурсниками, что в целом создает благоприятные условия для дальнейшего профессионального становления будущих педагогов профессионального обучения, в образовательном пространстве вуза.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Щербанева, Н.Г. Психологическая поддержка профессионального развития студентов педагогического вуза средствами психологической службы : дис. . канд. психол. наук / Щербанева Н.Г. - Армавир, 2003. - 207 с.
- 2 Пилюгина Е.И. Психологическое сопровождение личностно-профессионального развития студента вуза. Молодой ученый. — 2012. — №10. — С. 289-291.
- 3 А.Б. Холмогорова. Служба психологического сопровождения студентов вузов : проблемы становления, основные направления, методы и принципы работы // Вопр. психологии. - 2010. - № 4. - С. 55-63.
- 4 Калтаева, М.В. Теоретические и организационные основы становления и развития психологической службы вуза : дис. . канд. психол. наук / Калтаева М. В. - Нижний Новгород, 2011. - 265 с.
- 5 Нуржанова С.А. Психологическое сопровождение профессионального развития студентов в период обучения в вузе. Сб. материалов международной научной-практической конференции «Исследовательский университет: синтез науки, образования, инновации» - Астана, 2012. стр. 452-456.

Нуржанова С.А.

**Жоғары оқу орындары жағдайында бірінші курс студенттеріне психологиялық-педагогикалық қырынан көмек көрсету ерекшеліктері**

**Түйіндеме.** Мақалада бірінші курс студенттерінің жоғары оқу орны жағдайына бейімделуіне психологиялық-педагогикалық қолдау жасаудың маңызы, ерекшеліктері баяндалған. Сонымен қатар бірінші курс студенттері арасында психологиялық жұмыстарды жүргізудің қажеттігін дәйектейтін анкеталық зерттеу жұмысының жалпылама нәтижесі, анкеталық сұрақ жауаптың мазмұны бойынша мәліметтер келтірілген. Оқу кезеңіне байланысты студенттер арасында жүргізілетін психологиялық жұмыстарды әр түрлі оқыту технологияларына негіздеп ұйымдастыру, оқу формалары мен психологиялық қызмет түрлері мәселесі де қарастырылған.

**Түйін сөздер:** үйрену үрдісі, психологиялық көмек, психологиялық қызмет.

Nurzhanova S.

### **Features of psychological and pedagogical support of first-year students in a high school**

**Summary.** The article raises the problem of psychological support of first-year students in the apprentice training. The generalized results of the study and the questionnaire data exposing the relevance of psychological support of students of different training stages are presented hereby. Attention is focused on the differences in the technology of psychological support, depending on the department and the training stages. Solutions which can be used by the university psychological service are offered, as well as possible ways of working on the program of psychological support. The relevance and importance of organization of psychological support at the university is emphasized.

**Key words:** adapting processes, professional development, psychological support, and psychological service of the University.

УДК: 378

**Г.Д. Атжанова**

(Казахский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева,  
Алматы, Республика Казахстан)

### **ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОИЗНОШЕНИЮ**

**Аннотация:** Употребление сложных предложений является отличительной чертой книжных стилей. В разговорной речи мы используем в основном простые предложения. Это объясняется такими факторами как содержание высказывания которые обычно не требует сложных синтаксических построений. Преобразование простого предложения в сложносочиненные позволяет избавиться от частого повторения отглагольных существительных.

**Ключевые слова:** сложные предложения, логико-грамматические связи, синтаксические конструкции, бессоюзные сложные предложения, сложносочиненные предложения, стиль, союзы, придаточные части предложения, закономерность, речь, критерий

В основе современного обучения произношению иностранного языка лежат принципы и постулаты структурной лингвистики, которая была у нас до недавнего времени доминирующим направлением, а в зарубежной лингвистике остается таковым и поныне.

Структурная лингвистика исходит из основной идеи «Курса общей лингвистики» Фердинанда де Соссюра, выраженной в словах: «...единственным и истинным объектом лингвистики является язык, рассматриваемый в самом себе и для себя». Однако, оказалось, что язык нельзя рассматривать как нечто «в самом себе и для себя».

Когда лингвисты начали исследовать язык, исходя из постулатов структурной лингвистики, то обнаружилось, что язык, в силу своих экстралингвистических свойств укладывается в прокрустово ложе структуралистских строений. Скажем об этом словами В.А.Звегинцева: «У значения всегда сохранялись экстралингвистические или внелингвистические признаки, и это обстоятельство нарушало чистоту и правильность методических схем, применяемых структурными направлениями при лингвистических определениях. В силу своих экстралингвистических признаков значение оказалось неудобным и некоторые современные языковеды были бы не прочь совсем избавиться от него,- все это и

привело к своеобразной и чрезвычайно обостренной борьбе за значение в лингвистике... Крайним выражением борьбы вокруг значения является стремление числа собственно лингвистических явлений (Блумфилд)».

Такое исключение исключить его из значения при рассмотрении явлений языка обосновывается Луи Ельмслевым следующим образом: «Соображения, развитые нами выше в полном согласии с сосюрсовским, делением на форму и субстанцию, заставляют нас признать язык формой, а то, что лежит вне этой формы и находится от нее в функциональной зависимости, представляет собой внеязыковой материал, так называемую субстанцию. В то время как на долю лингвистики приходится анализ языковой формы, на долю многих других наук выпадает анализ субстанций».

Представление о том что иноязычному произношению можно и нужно обучать упражнениями на имитацию звуков и их сочетаний в полном отвлечении от их значений, получает таким образом, теоретическое обоснование в работах представителей структурной лингвистики и лингводидактики, таких как Л.Ельмслев, Л.Блумфилд, Ч.Фриз, Р.Ладо.

По Л.Блумфилду, обучение произношению должно строиться на анализе и сравнении звуков иностранного и родного языков. По Ч.Фризу, в обучении произношению «лингвистически значимо» лишь противопоставление слов, которые различаются одной из составляющих их фонем. Отсюда фонетические упражнения в виде минимальных пар слов, типа

reis – reiz  
rais – raiz  
feis – feiz etc.

Их, считал Ч.Фриз, надо выполнять путем имитаций, или «мимикрии», с предварительным описанием артикуляций изучаемых звуков.

Н.С.Трубецкой в своем учении о смысловозначительной функций звуков речи возводит китайскую стену между фонетикой и фонологией, говоря: «...фонетику можно определить как науку о материальной стороне (звуков) человеческой речи... Звуки фонетиста не совпадают с единицами фонолога. Фонолог должен принимать во внимание только то, что в составе звука несет определенную функцию в системе языка. Эта установка на функцию находится в самом резком противоречии с точкой зрения фонетики, которая, как говорилось выше, должна старательно исключать всякое отношение к смыслу сказанного (то есть к функций обозначающего)».

Это отлучение фонетики от смысловой стороны языка служит еще большему укреплению представления о возможности и даже необходимости обучения произношению при полном игнорировании смысла слов в фонетических упражнениях. В результате этого фонология пребывает лишь в курсе теоретической фонетики, читаемой в педагогических институтах и факультетах иностранных языков, а в практике обучения произношению обучаемых продолжают натаскивать иноязычным звукам на бессмысленных для них словах.

Это, однако, не единственный недостаток в деле обучения иноязычному произношению. О других недостатках, также связанных с игнорированием смысловой стороны звучащей речи и от продолжительной практики ставших догмами методики обучения произношению иностранных языков, один из ведущих отечественных фонологов.

А.А.Реформатский писал: «...имевшие место в 20-30 годах споры о нужности или ненужности понятия фонемы и науки о фонемах ушли в прошлое... Единственно, где фонология себя чувствует до сих пор «не дома», - это в методике преподавания произношения неродного языка. Здесь еще упорно держаться «незыблемые» истины, вроде того, что при изучении произношения чужого языка надо прежде всего опираться на такие же или похожие звуки своего языка, а чуждые звуки вводить по степени «трудности», для чего создается нумерованный ряд звуков «по трудности»:... Ни понятия системы, ни фонетических категорий ни четкого понимания акцента в таких рассуждениях не видно. Зачастую эта погоня за отдельными звуками поиски мнимо «похожих» звуков сопровождаются еще и рецептами немой гимнастики» органов речи, когда обучающихся заставляют, не произнося звуков, устанавливать «молча» органы речи в разных положениях (вытягивать губы, упирать язык в зубы, в десны, загибать его к небу, даже иногда советуют коснуться кончиком языка... мягкого неба). Стронники такого «методического приема» забывают об азбучной истине языковой практики, что каждый речевой акт двусторонен: «произношение – слушание», где артикуляция и слуховой эффект об-

разуют неразрывное единство, причем слуховое впечатление проверяется артикуляцией, а артикуляционное движение проверяется слуховым впечатлением, которое идет двойным путем: и воздушным, и через костную проводимость».

Эти мысли А.А.Реформатского были высказаны в его статье, опубликованной в журнале «Русский язык в национальной школе» № 6 за 1961 год. Завершалась статья словами: «Обучать произношению чужого языка нужно не через «отработку отдельных звуков», а через усвоение системных категорий фонетики, данных парами и рядами в их взаимосвязанности».

Все, что А.А.Реформатский считал устарелым и неуместным в обучении иноязычному произношению, мы находим в современных учебниках иностранных языков для вузов, например, в учебнике английского языка для студентов 1-курса факультетов и институтов иностранных языков (авторы Л.Г. Стабурова и др. Л., 1976). Во вводном курсе этого учебника мы найдем и упражнения и «немую гимнастику» органов речи, которые заставляют обучающихся молча устанавливать органы речи в разные положения, и нумерованный ряд звуков по трудности, и «отработку отдельных звуков» в словах, которые не имеют для студента никакого смысла, поскольку их значения не раскрываются ни иллюстрациям, ни переводам, хотя во введении к вводному курсу авторы говорят о том, что физический аспект и лингвистический (смысловой) аспект звуков речи находятся в тесном единстве».

«Тесного единства» физического и смыслового аспектов звуков английского языка нет ни в одном фонетическом упражнении этого учебника, как, кстати говоря, и в других учебниках английского языка. А есть полный отрыв звуковой стороны звуков от смысловой, есть обучение произношению при полном игнорировании смыслоразличительной функций звуков речи.

Представление, что звукам иностранного языка можно обучать только при полном отрыве от их смыслоразличительных функций, поскольку смысл или значение слов, якобы мешает обучению, настолько укоренилось среди преподавателей иностранных языков, что оно является сегодня одной из тех «незыблемых» дофонологических «истин», о которых говорил А.А. Реформатский.

Вопрос о единстве звуковой и семантической сторон речи – один из наиболее спорных в методике обучения произношению, грамматике и лексике иностранного языка. Еще в 1955 году, когда структуральная методика начала решительно теснить прямую методику в США, американские авторы М.П. Хант и Л.Е. Меткалф выступили против обучения языку на бессмысленных словах и фразах. Они утверждали, что такое обучение «не отвечает нуждам демократической гражданственности».

Охарактеризовав это утверждение М.П. Ханта и Л.Е. Меткалфа как «непростительную невежественность», энтузиаст структуральной методики Нэлсон Брукс писал: «Усвоение языка на бессмысленных фразах («non-thoughtful responses») составляет суть успешного обучения языку. Сам Конгресс признал это соответствующим нашим национальным интересам».

Как ни странно, в своем отрицании важности использования осмысленных учебных языковых материалов структуральная методика смыкается с грамматико-переводной методикой ушли в прошлое».

По воспоминаниям выдающегося советского педагога С. Шацкого еще в конце XIX века его учитель немецкого языка заставлял учебников переводить предложение: «Рыжая корова сидит на дереве и чирикает». На возражение: «Как? Этого не может быть!» этот представитель грамматико-переводной методики отвечал: «Неважно, что нет смысла, а важно, чтобы вы показали знание слов».

Между тем, именно смысл делает необходимым запоминание средств его выражения: звуков, слов и их грамматических форм. Таков один из общих законов усвоения языка.

Общим он является в том смысле, что управляет усвоением как звуков, так и лексики и грамматики, при этом не только родного, но и иностранного языка.

Фонетическое упражнение, которое не несет смысла, обучает не знаковости, а лишь признаковости звуков речи, т.е не тому, что существенно, а тому, что как раз несущественно в звуках речи.

Признаковость звуков речи выражается в том, что одни и те же звуки разные люди произносят по-разному. Например, на вопрос: «Кто там?» за дверью один и тот же ответ «Я» будет произнесен различно взрослым и ребенком, женщиной и мужчиной. Следовательно, признаковость слова «я» в устах разных людей будет различной. Но со стороны знаковости, или со стороны смысловой, это будет одно и то же слово. Обучение произношению и должно быть обучением знаковости звуком речи в различном произношении разных людей.



В наши дни довольно распространено ошибочное мнение, что знаковости слова и слова-формы можно обучать только при введении лексики и грамматики, но не при обучении произношению языка. Когда звукам речи обучают в отрыве от их смысловоразличительных функций, то обучение их знаковости подменяется обучением их признаковости.

Мы уже приводили слова А.А. Реформатского, чтобы обучать иноязычному произношению нужно не через отработку отдельных звуков, а через усвоение звуков как «системы фонем, данных парами и рядами». Это делается во многих учебниках, в том числе и в том числе и в учебнике английского языка Л.Г. Стабуровой и др. Но даже когда звуки даются парами и рядами, за ними не стоят никакие смыслы, никакие значения. Вот, например, упражнение 5 на стр. 26 на отработку гласных №1 и №2 в учебнике Л.Г. Стабуровой и др.

nik – ni:    mit – mi: t    ki: k  
dik – di:    bit – bi: t    ki:  
tip – ti :    pit – pi:    gi:

Это все та же попытка обучать звуком в полном отрыве от их смысловоразличительных функций. Это все то же обучение только признаковости звуков английского языка, которые характеризуют произношение данного преподавателя, ведущего занятия в данной группе. Мало дать звуки в парах и рядах слов. Надо снабдить их смысловоразличительными функциями, надо сделать так, чтобы обучение произношению было упражнением в различении смыслов через различение противопоставляемых фонем на слух, упражнением в таком произнесении противопоставляемых фонем в парах и рядах слов, чтобы другой человек – слушатель – мог правильно различать смыслы через различение картинок или переводов слов. Ничего этого нет в фонетических упражнениях в существующих учебниках английского языка для вузов.

Приведенное выше фонетическое упражнение не выдерживает критики даже со стороны формальной. В первой колонке все три пары слов различаются не только краткостью и долготой гласного, но и наличием и отсутствием согласного в конце слова. Поэтому они не являются минимальными парами слов. То же можно сказать о третьей паре слов во второй колонке. А третья колонка вообще состоит из отдельных слов.

Такие колонки слов студент повторяет вслед за преподавателем, имитируя его произношение. Преподаватель в таких упражнениях слов на родной язык не переводит, но если бы даже он переводил их, то и тогда это было неадекватно тем речевым действиям, которые опредмечены в фонемах изучаемого языка. Для того чтобы упражнение было адекватным тому речевому действию, которое опредмечено в фонемах, следует, где это возможно, снабдить минимальные пары слов в фонетических упражнениях изображениями обозначаемых этими словами предметов ли переводами этих слов, когда невозможно дать изображение обозначаемого. А само упражнение должно состоять не в механической имитации произношения преподавателя, а в различении смыслов через различение на слух противопоставляемых слов в минимальных парах. Только такое фонетическое упражнение было бы адекватным той смысловоразличительной функции, которая опредмечена в фонемах изучаемого языка.

Необходимость такого обучения произношению признается в теории, но отнюдь не в практике обучения иностранным языкам. Так, М.Л. Вайсбурд пишет: «Пары слов предлагаются учащимся в составе синтагм или фраз, понимание которых учащиеся должны продемонстрировать путем перевода, выбора соответствующей картинке или предмета или выполнением действия. Выполняя упражнения на идентификацию тех или иных звуков или звукосочетаний, учащиеся должны выбрать из числа предъявленных словосочетаний или предложений те, которые содержат заданный звук».

Е.И. Пассов утверждает: «Если целью обучения является речевая деятельность (а не знание языка), то форма должна усваиваться вместе с ее функцией, более того – на основе последней».

Вводно – фонетический курс иностранного языка, основанный на деятельном методе обучения, в той его части, где даются упражнения не обучение произношению звуков, мы представляем себе в виде упражнений на различение минимальных пар слов и триплетов слов вроде pin – pen – paen, снабженных рисунками (булавка – ручка – сковорода) или переводами сверху или снизу, слева или справа минимальных пар и триплетов различаемых слов. Такое обучение произношению не есть обучение лексическим значениям слов, а есть обучение произношению с помощью лексических значений слов.

Каждому упражнению предпосылается задание: «Покажите предмет или перевод слова, которое будет произнесено. Вначале упражнение выполняется преподавателем и одним из студентов. Преподаватель задает вопросы Which is a... pin? – Который (предмет) pin? Which is a... pen? – Который pen? и т.д. Студент показывает не те предметы (или переводы слов), наименование которых преподаватель произносит одно за другим, затем попеременно. Это – упражнение на аудирование изучаемых звуков. Затем это же упражнение выполняется одной парой студентов, затем – студентами в парах со сменой ролей говорящего и слушающего и со сменой партнеров для того, чтобы научиться различать фонемы в различном признаковом оформлении, а не в одном – речи преподавателя или постоянного напарника. Это уже упражнение на аудирование и произнесение изучаемых звуков, при выполнении которого студент поставлен перед необходимостью произносить изучаемые звуки так, чтобы его напарник мог различать смыслы через различие звуков, противопоставляемых в минимальных парах и триплетях слов. Если он не будет произносить противопоставляемые слова достаточно различно и четко, его напарник не сможет выполнить задание: показать на изображение вещи или перевод произносимого слова. Поэтому студенту придется снова и снова прилагать усилия к тому, чтобы произносить противопоставляемые слова достаточно различно и достаточно четко. Только тогда его напарник сможет выполнить стоящую перед ним учебную задачу. Следовательно с помощью учебной коммуникативной задачи мы ставим студента перед естественной, а не надуманной необходимостью четко и различно произносить противопоставляемые в фонетических упражнениях слова.

Суть таких фонетических упражнений заключается в том, что мы снабжаем их коммуникативной задачей, что чрезвычайно важно при обучении произношению, как и при обучении другим аспектам языка. Снабдив фонетические упражнения коммуникативной задачей, мы решаем сразу несколько проблем. Во-первых, мы делаем фонетические упражнения адекватными тем речевым действиям, которые определены в фонемах изучаемого языка. Во-вторых, мы создаем мотивацию, или внутреннее побуждение, к речевой деятельности, которое приходит на смену внешнему побуждению к ней со стороны преподавателя. В-третьих, снабжая фонетические упражнения коммуникативной задачей, мы создаем практический критерий проверки самим студентом степени достижения им учебной цели в виде возможности ежеминутно убеждаться в том, насколько он достиг или не достиг учебной цели, судя по степени успешно речевых реакций напарника на его речевые стимулы. В отличие от этого при выполнении традиционных имитативных фонетических упражнений обучаемый вынужден подолгу ждать когда он сможет услышать одобрение или неодобрение своего преподавателя. В-четвертых, коммуникативные фонетические упражнения в несколько раз увеличивают возможность говорения и слушания направленной на обучаемого устной речи; они представляют собой обильную речевую практику.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Соссюр Ф. Труды по языкознанию. М.: Прогресс, 1997, с 269.
- Звегинцев В.А. Проблема значения в современном зарубежном языкознании. – В кн.: Новое в лингвистике, выпуск 2, Изд-во иностр. лит., 1962, с. 10-11.
- Ельмслев Л. Прологомены к теории языка. – В кн.: Новое в лингвистике. Выпуск 1, М.: Изд-во. Иностран. лит., 1960, с 334.
- См.: Блумфилд Л. Краткое руководство по практическому изучению иностранных языков. – В. кн.: Методика преподавания иностранных языков за рубежом, М.: Прогресс, 196 с, 23.
- Трубецкой Н.С. Основы фонологии. М., 1960, с. 17-18.
- Реформатский А.А. Фонология на службе обучения произношению неродного языка. – В кн: Реформатский А.А. Из истории отечественной фонологии. М.: Наука, 1970, с 506-507.,с.515.
- Вайсбурд М.Л. Понимание речи на слух – В кн.: Теоретические основы методики обучения иностранным языкам в средней школе. М.: Педагогика, 1981, с 250.
- Пассов Е.И. Основы методики обучения иностранным языкам .М.: Русский язык, 1977, с 10.
- Fries Ch. C. Teaching and Learning English as a Foreign Language. Ann Arbor University of Michigan Press, 1947, p.13-14, 24

Айтжанова Г.Д.

**Оқыту әдістемелерінің жалпы мәселелері**

**Түйіндеме.** Осы шақтағы шет тіліндегі оқыту жолдарында лингвистика құрылымының принциптері көш бастаушы жолдарында болған. Лингвистика құрылым тіл объектісі бола тұрып, өзіндік және өзі үшін қарастырылған. Бірақ, тілді өзіндік жағдайында қарастыруға болмайды. Өйткені, заманауи шет тілін оқыту өздігінде практикалық, баяндау элементтері бар. Қазіргі таңда барлық осы элементтер коммуникативтік, фонетикалық жаттығуларға байланысты құрылады.

**Түйін сөздер:** күрделі сөйлемдер, синтактикалық құрылымдар, стиль, сөйлеу, өлшемдер

Aitzhanova G.D

**Common questions of teaching to pronunciation**

**Summary.** On a basis of modern training to pronunciation of foreign language there are principles of structural linguistics, which we had till recently time by leading direction.

Structural linguistic issued from cardinal idea: the object of linguistics is a language, which considers in itself and for itself. But it was found that it is impossible to submit it as something “ in itself and for itself”.

Modern training to pronouncing of a foreign language keeps in itself the elements of practical describing and richness of content of methods.

Now all these elements of an active method of training creating by communicative phonetic exercises.

**Key words:** structural linguistic, methodical sceme, theoretical usage, phonetic categories, imitation.

УДК: 801.561.7

**З.Ш. Калыкова**

(Казакский национальный технический университет им. К.И.Сатпаева)

**СТИЛИСТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ  
СЛОЖНОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

**Аннотация:** Употребление сложных предложений-является отличительной чертой книжных стилей. В разговорной речи мы используем в основном простые предложения. Это объясняется такими факторами как содержание высказывания которые обычно не требует сложных синтаксических построений. Преобразование простого предложения в сложносочиненные позволяет избавиться от частого повторения отглагольных существительных.

**Ключевые слова:** сложные предложения, логико-грамматические связи, синтаксические конструкции, бессоюзные сложные предложения, сложносочиненные предложения, стиль, союзы, придаточные части предложения, закономерность, речь, критерий

Употребление сложных предложений - отличительная черта книжных стилей. В разговорной речи, в особенности в её устной форме, мы используем в основном простые предложения, причем очень часто-неполные (отсутствие тех или иных членов восполняется мимикой, жестами); реже употребляются сложные (преимущественно бессоюзные). Это объясняется экстралингвистическими факторами: содержание высказываний обычно не требует сложных синтаксических построений, которые отражали бы логико-грамматические связи между предикативными единицами, объединяемыми в сложные синтаксические конструкции; отсутствие союзов компенсируется интонацией, приобретающей в устной речи решающее значение для выражения различных оттенков смысловых и синтаксических отношений.

Не останавливаясь подробно на синтаксисе устной формы разговорной речи, отметим, что при письменном её отражении в художественных текстах, и прежде всего в драматургии, наиболее широко используются бессоюзные сложные предложения.

В книжных функциональных стилях широко используются сложные синтаксические конструкции с различными видами сочинительной и подчинительной связи. "Чистые" сложносочиненные предложения в книжных стилях сравнительно редки, так как не выражают всего многообразия причинно-следственных, условных, временных и других связей, возникающих между предикативными единицами в научном, публицистическом, официально деловом текстах. Обращение к сложносочи-

ненным предложениям оправдано при описании каких-либо фактов, наблюдений, констатации результатов исследований .

Значительно богаче и многосторонне по своим стилистическим и семантическим особенностям сложноподчиненные предложения, которые занимают достойное место в любом из книжных стилей:

То, что научное достижение может быть обращено не только на пользу обществу, но и во вред ему, люди знали давно, однако именно сейчас стало особенно отчетливо видно, что наука может не только дать людям благо, но и сделать их глубоко несчастными, поэтому никогда раньше ученый не имел такой моральной ответственности перед людьми за биологические, материальные и нравственные последствия своих исканий , как сегодня.

Сложноподчиненные предложения как бы "приспособлены " для выражения сложных смысловых и грамматических отношений, которые особенно свойственны языку науки: они позволяют не только точно сформулировать тот или иной тезис, но и подкрепить его необходимой аргументацией , дать научное обоснование.

Точность и убедительность конструкций сложноподчиненных предложений при этом во многом зависит от правильного использования средств связи предикативных частей в составе сложных предложений (союзов, союзных и соотносительных слов)

Стереотипы, которые часто принимаются людьми за знание, фактически содержат в себе лишь неполное и одностороннее описание какого-то факта действительности. ...Если измерять стереотипы критериями научной истины и строгой логики, то их придется признать крайне несовершенными средствами мышления. И тем не менее стереотипы существуют и широко используются людьми, хотя они и не осознают этого.

Среди подчинительных союзов есть общеупотребительные, использование которых возможно в любом стиле: что, что бы, потому что, как, если, но есть и сугубо книжные: вследствие того что, в связи с тем что, ввиду того что, в силу того что, благодаря тому что, коль скоро, и разговорные: раз (в значении если) Раз сказал- сделай; ежели, что (в значении как) Людская молва что морская волна. Ряд союзов имеет архаическую или просторечную окраску: if, should be, would be. стилистически мотивированное и грамматически точное употребление союзов делает речь ясной и убедительной. The product should be mounted into a computer or product only or recommended by the manufacturer.

Остановимся более подробно на стилистической оценке сложноподчиненных предложений. В их составе самыми употребительными являются предложения с определительной и изъяснительной придаточными частями (33,6% и 21,8% в сравнении со всеми другими). В этом можно убедиться, раскрыв любую газету и сразу же обнаружив множество таких конструкций:

Гласность, конечно, не должна быть самоцелью. Гласность не должна превращаться в громогласность людей, которым нечего сказать. Мы не за гласность болтливое бессмыслия, а за гласность мыслей, которые можно превратить в энергию действий.

Такая количественно качественная картина отражает общую закономерность книжных стилей , что обусловлено экстралингвистическими факторами. В то же время можно указать и на особые черты стилей, получающие выражение в избирательности некоторых типов сложноподчиненных предложений. Так научный стиль характеризуется преобладанием причинных и условных придаточных частей (вместе они составляют 22%) и минимальным количеством временных (2,2%), а так же придаточных места (0,4%)

Официально деловом стиле на втором месте по употребительности после определительных, стоят придаточные условные. В различных видах текстов соотношения типов сложноподчиненных предложений естественно, изменяется, однако сильное преобладание условных придаточных частей в жанрах юридического характера и довольно значительный процент в других определяет общую количественно качественную картину этого функционального стиля.

В художественной же речи, где сложноподчиненные предложения с придаточными частями времени встречаются в четыре раза чаще, чем в научной , широко используются "чисто временные" значения этих придаточных; причем с помощью разнообразных союзов и соотношения временных форм глаголов-сказуемых передаются всевозможные оттеки темпоральных отношений: длительность, повторяемость, неожиданность действий, разрыв во времени между событиями.

По разному используются в книжных стилях и художественной речи и сложноподчиненные предложения с придаточной сравнительной частью. В научном стиле их роль состоит в выявлении логических связей между сопоставляемыми актами, закономерностями.

Таким образом, если в книжных функциональных стилях выбор того или иного сложноподчиненного предложения связан, как правило, с логической стороной текста, то в экспрессивной речи важное значение получает еще и эстетическая её сторона: при выборе того или иного типа сложноподчиненного предложения учитываются его выразительные возможности.

Стилистическая оценка сложного предложения в разных стилях связана с проблемой критерия длины предложения. Слишком многочисленные предложения могут оказаться тяжеловесным, громоздким, и это затруднит восприятие текста, сделает его стилистически неполноценным. Однако было бы глубоким заблуждением считать, что в художественной речи предпочтительнее короткие, "легкие" фразы.

Употребление сложноподчиненных предложений обусловлено многими причинами эстетического характера и связана с общими задачами работы над текстом. Однако отказ от придаточных частей, мог быть продиктован и соображениями выбора синтаксических вариантов - простого или сложного предложения.

Преобразование простого предложения в сложноподчиненное позволило избавиться от частого повторения отглагольных существительных, нанизывания форм родительного падежа; отредактированный вариант доступнее для восприятия, чем громоздкое простое предложение, неумело сконструированное автором.

Таким образом, в зависимости от условий контекста оптимальным вариантом для выражения мысли могут быть и простые, и сложные предложения. Выбор синтаксических конструкций зависит от многих факторов, Выбор синтаксических конструкций зависит от многих факторов, которые влияют на авторский стиль и позволяют редактору внести необходимые исправления в текст.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1.Звегинцев В.А. Проблема значения стиля в современном зарубежном языкознании.-В кн.:Новое в лингвистике ,выпуск 2.Изд-во иностр.лит;1962,с.10-11.
- 2.Блумфилд Л.- В кн.: методика преподавания иностранных языков за рубежом. М.:Прогресс 1966,с .23.
- 3.Вайсбурд М.Л. Понимание речи на слух.- В кн .:Теоретические основы методики обучения иностранным языкам в средней школе.М.:Педагогика,1981,с .250.
- 4.Пассов Е.И. Основы методики обучения иностранным языкам. М.:Русский язык,1977,с.10.
5. Fries Ch.C.Teaching and Learning English as a Foreign Language. Ann Arbor Unirversity of Michigan Press.1947,p.13-14,24/

Қалыкова З.Ш.

#### Әр түрлі күрделі сөйлемдердің стилистикалық қолданылуы

**Түйіндеме:** Күрделі сөйлемнің қолданылуы кітап стилінің маңызды тұсы болып саналады. Ауыз екі тілде біз көбінесе жай сөйлемдерді қолданамыз. Бұл анықтама мынадай факторлармен түсіндіріледі: айтылу мазмұны синтаксистік құрылымы күрделі сөйлемді қажет етпейді. Жай сөйлемнің құрмалас сөйлемге өзгеруі, етістіктен құралған зат есімдердің арылуға мүмкіндік береді.

Сонымен, контекстің шартына байланысты ойлар жай және күрделі сөйлем бола алады.

**Түйін сөздер:** Күрделі сөйлемдер, синтактикалық құрылымдар, стиль, сөйлеу, өлшемдер.

Kalykova.Z.Sh.

#### Stylistic using of different types of complex sentences

**Summary.** Usage of complex sentences is characteristic feature of books styles. In oral speech we mainly use simple sentences. It is explained such factors as expressing contents which usually is not demands syntactical construction.

Transformation of simple sentences in compound allows saving us from using repeating frequently verbal nouns. Thus, in depending from conditional contexts for expressing an opinion may be simple and compound sentences.

**Key words:** structural linguistic, methodical sceme, theoretical using, phonetic categories, imitation.

**С.К. Сейсембиева**

(КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан)

### **КУЛЬТУРА КАЗАХСКОГО ХАНСТВА В XV- XIX ВВ**

**Аннотация:** Период XV – начала XIX вв. занимает особое место в истории культуры казахского народа. Именно в это время сложились своеобразное устное народное творчество, устная и письменная литература, оригинальное музыкальное искусство. Развитие духовной культуры казахов было частью общего исторического процесса. С XIX в. началось постепенное разрушение традиционных духовных ценностей казахского общества, традиционной казахской культуры.

**Ключевые слова:** Исполнение эпических и исторических сказаний, Трудовая деятельность, обычаи и обряды, устная литература, акын-импровизатор, устная творчества.

#### **Устное народное творчество**

В XV – XVII вв. широко развивалось разножанровое казахское устное народное творчество. Особое место занимали *обрядовые песни*, которые исполнялись при рождении ребенка, на свадьбах, во время болезни, после смерти человека, на поминках, при встрече нового года. К свадебным песням относятся «*Той-бастар*», «*Жар-жар*», «*Беташар*», «*Кызтанысу*». С обрядами, сопровождающими смерть, погребение и другие трагические события связаны песни «*Коштасу*», «*Естирту*», «*Конилайту*», «*Жоктау*», «*Жубату*».

Одной из наиболее широко распространенных форм казахского песенного творчества было "*терме*" – короткая, однородная по ритму мелодия речитативного склада, на основе которой акыны создавали свои поэтические импровизации, жырши (сказатели) передавали эпические и исторические поэмы, сказки, легенды.

Если терме, за редким исключением, по своему музыкальному содержанию не имело развитой мелодической линии, то песенные произведения отличались выразительностью и напевностью, большим диапазоном, стройностью и разнообразием построений куплетных форм.

Исполнение эпических и исторических сказаний носило характер речитативного распева небольших, коротких по диапазону мелодий, исполнявшихся под сопровождение *кобыза* или *домбры*. Песни лирического содержания отличались напевностью и широтой мелодий.

Одним их жанров устного творчества являются *сказки*. Сказочный репертуар казахов богато и разнообразно отражает жизнь народа. Сказки дают много интересного для понимания общественной жизни и быта, чаяний и стремлений народа. Большинство сказок появилось до принятия мусульманства. Культурные связи с соседними народами способствовали возникновению и распространению общих сказочных сюжетов. Существовали различные сказочные жанры: о *животных*, *фантастические*, *бытовые*, *реалистические*, *сатирические*. В таких сказках, как "Ер Тостик", "Едт-Жайык", "Куламерген", "Алтын сака", "Кара-мерген", "Аламан и Жоламан" и "Асан-Кайгы" рассказывается о благородных подвигах и мужественных охотниках, метких стрелках, о батырах и красавицах, мудрых старцах-прорицателях. Много казахских сказок посвящено животным. В сказках "Бозинген", "Сытандар", "Тепек-кок" друзьями и помощниками человека выступают домашние животные, а врагами – дикие звери. Сказки об Аяз-бие, Жиренше-шешене, Алдар-Косе, Коже Насыре и ШопанеТазше посвящены остроумным, красноречивым и мудрым выходцам из народа.

*Казахский эпос* – один из основных жанров устного творчества. Он восходит к глубокой древности. В древности на тюркских памятниках и надгробных эпитафиях увековечены ратные подвиги батыров и родоправителей. Такие эпосы, как "*Карабек*", "*Ер Кокше*", "*Кобыланды*", "*Канбар*" относятся к XII – XIV вв.

В XVI – XVII вв. начинается новый этап в развитии героического эпоса, который характеризуется *сюжетными поэмами*, рассказывающими о защите родины от набегов чужеземцев. В них, наряду с обычными для эпоса элементами фантастики и героизации, отражены исторические события.

*Социально-бытовые поэмы* посвящены любви молодых людей, в которых большое место отводится описанию быта, обычаев, традиций народа. Наиболее популярными являются "*Козы Корпеш и Баян Сулу*", "*КызЖибек*", "*Кулишекыз*", "*Назымбек*", "*Сулу шаи*", "*Макпалкыз*".

Существенное влияние на сложение казахских лирических поэм оказала **классическая поэзия народов Востока**. Лирические песни о любви "*Жусуп и Зулиха*", "*Лейли и Меджнун*", "*Воз жигит*", "*Сейфуль Малик*", "*Тахир и Зухра*" пелись и в казахских аулах.

Широкое развитие в казахском устном творчестве получили произведения различных жанров: **пословицы, загадки, изречения, афоризмы (шешендік сөздер), сатирические, юмористические, лирические песни, словесные состязания на бытовые темы и т. п.**

#### **Музыкальное творчество**

Трудовая деятельность, обычаи и обряды, народные игры и празднества – все это находило свое отражение в музыке. Развитию вокального и инструментального искусства способствовало и то, что традиции поэтических состязаний стали распространяться на исполнение инструментальных и вокальных произведений. Казахам, как и некоторым другим народам, были известны только **формы сольного исполнения**. Певец-солист, аккомпанирующий себе на музыкальном инструменте, или солист-инструменталист являлись единственными носителями народной музыкальной культуры.

Сочетание *в одном лице сказателя, музыканта, певца и поэта* было традиционным и наблюдалось на всех этапах развития музыкального искусства у казахов. Именно в силу этого до нас дошли связанные с музыкой замечательные образцы устного народного поэтического творчества прошлого. Сокровища устной литературы создавали и передавали из поколения в поколение талантливые люди – **акыны, жырау, певцы- импровизаторы**. Понятия "акыны", "жырау", "жырши", "оленши" во многом различны. **Акыном** называли у казахов человека, обладавшего даром импровизации, сочиняющего песни экспромтом. Акыны появились еще в средние века. Значение их усиливается в XV – XVI вв. Они в то же время были исполнителями произведений устного народного творчества. Они подразделялись на жыршы (сказатели) и оленши (песенники). Многие из них были профессионалами.

#### **Устная и письменная литература**

*Поэзия жырау*. XV – начало XIX вв. – время особенного расцвета казахской литературы – известно как эпоха жырау. Жырау были *поэтами-импровизаторами*, авторами песен-толгау – размышлений и наставлений в стихах. Нередко жырау были видными политическими деятелями, советниками ханов, главами родов, военачальниками.

Одним их наиболее известных и почитаемых среди казахов жырау был *Казтуган Суюншиулы*. Он родился в низовьях Едилы в 20-х годах XV в. в семье бия Ногайского улуса. Его песни – образец кочевнической поэзии, наполненной особым отношением к природе. Казтуган, будучи одним из известных ногайских военачальников, воспевал воинские подвиги, выступал за объединение степных племен под властью казахских ханов

*Доспанбет-жырау* родился в 90-годах XV в. в городе Азау, побывал в Бахчисарае и Стамбуле. Поэзия Доспанбета – поэзия воина и защитника Родины. Его песни рассказывают нам о походах и подвигах, чести и долге воина. Доспанбет-жырау погиб в бою под Астраханью в 1523 г.

Большой след в культуре казахского народа оставил *Шалгез-жырау Тиленишулы* (1465 – 1560). Во время войн в Ногайском улусе между Жусупом и Смаилом Шалгез встал на сторону Жусупа, а после поражения последнего откочевал в пределы Казахского ханства. Поэзия Шалгеза глубоко философична, полна сложных художественных образов, патриотична по тематике. Шалгез реформировал казахское стихосложение, был исполнителем героических эпосов.

Традиции поэзии жырау продолжили и обогатили *Маргаска-жырау* и *Жиембет-жырау* (XVII в.). Маргаска был не только поэтом, но и воином, участвовал в боях против Турсын-хана. Он является автором героической поэмы "Есим". Жиембет-Бортогашулы из рода алшын был бием Младшего жуза при Есим-хане, участвовал в войнах против ойратов и Турсын-хана. За попытку отделить Младший жуз от Казахского ханства Жиембет был сослан на казахско-ойратскую границу и вернулся в родные края только после смерти Есим-хана.

*Ақтамберды-жырау Сарыулы* (1675 – 1768) родился в Южном Казахстане, в районе Каратау, и уже в детском возрасте стал известен как поэт-импровизатор. Он активно участвовал во всех антиджунгарских войнах, а в 50-х годах XVIII в. возглавил движение казахов на восток, на земли, отвоеванные у Джунгарии. Похоронен Ақтамберды в Семипалатинской области, в местности Журек Жота.

Умбетей Туле улы (1706 – 1778) воспевал героическую борьбу с джунгарами, стремление народа к мирной жизни. Наиболее известно произведение Умбетей, посвященное Богенбай-батыру.

Особой популярностью в XVIII в. пользовался БухарКалкаманулы (1668 – 1781). Бухар-жырау был одним из влиятельных биев при Тауке-хане и Абылае. Он автор большого количества песен, посвященных единству государства, защите его от внешних врагов.

К концу XVIII – началу XIX вв. относится творчество таких поэтов, как Татикара, Котеш, Шал. Татикара родился в местности Сарыколь на территории современной Костанайской области, участвовал в войне с Цинской империей, прославлял подвиги казахов батыров, исполнял героические эпосы. Акыны-импровизаторы Котеш (1745 – 1818) и Шал (Тилеуке Кулекеулы) (1748 – 1819) слагали песни о жизни человека, моральных и этнических проблемах.

**Письменная литература.** Кроме устной литературы, у казахов была развита письменность. Основные жанры литературных произведений – *религиозные и исторические труды*. В XV – XVIII вв. среди казахов были распространены такие книги, как "*Кысас ал-анабия*", "*Бадуам*", "*СуфиАллаяр*", "*Кесик-баги*" и др. Эти произведения имели религиозный характер, содержали ряд сведений этнографического и исторического характера.

До нас дошли также исторические сочинения, написанные в XVI – XVII вв. Сочинение "**Тарихи Рашиди**" на персидском языке посвящено истории Моголистана и Казахского ханства. Автор его – Мухаммед Хайдар из племени дулат Старшего жуза. Его же перу принадлежит поэма "**Жахан-наме**".

В XVI в. *Отемисом-хаджи* был написан исторический труд "**Чингис-наме**". Эта книга примечательна тем, что в ней отражены устные исторические традиции казахов, она была написана на основе преданий и рассказов о племенах и родах, о происхождении, о политической истории XIV – XV вв., о ханах, правивших в Улуг Улусе и Казахском ханстве.

Таким образом, устная и письменная литература получает дальнейшее развитие в период XV – начала XIX вв., она преемственно связана с культурой предыдущего времени, служит базой, основой для дальнейшего развития казахской национальной литературы

Сейсембиева С.К.

#### **XV- XIX ғғ. Қазақ хандығының мәдениеті**

**Түйіндеме.** XV – XIX ғасырлар қазақ халқында ерекше орын алады. Сол уақытта ауызша және жазу әдебиеті, музыкалық өнер пайда болды. Рухани мәдениетті дамыту осы процесстің бөлігі болды. Қазақтардың материалдық және рухани мәдениетін көруге болады. Тарихи кезеңдерде батырлар, билер, акындар, хандар туралы айтылған. Сол кітаптар арқылы, біз сол кездегі өмірді білеміз. XIX ғасырдан бастап рухани байлықтар құрай бастады.

**Түйін сөздер:** қазақ поэзиясы, дарынды-акындар, тәңірге табыну, колөнер, ұсталық, өрмек тоқу, жаздағы жайлау.

Сейсембиева С. К.

#### **Культура казахского ханства в XV- XIX вв.**

**Заключение.** Период XV – начала XIX вв. занимает особое место в истории культуры казахского народа. Именно в это время сложились своеобразное устное народное творчество, устная и письменная литература, оригинальное музыкальное искусство. Развитие духовной культуры казахов было частью общего исторического процесса. С XIX в. началось постепенное разрушение традиционных духовных ценностей казахского общества, традиционной казахской культуры.

**Ключевые слова:** Исполнение эпических и исторических сказаний, Трудовая деятельность, обычаи и обряды, устная литература, акын-импровизатор, устная творчества.

Seisembieva S.K.

#### **Culture of Kazakh people of XV- XIX century**

**Summary.** A period of XV -XIX centuries occupies a special place in the cultural history of the Kazakh people. At this time a kind of folklore, oral and written literature, original musical art were formed. Development of spiritual culture of Kazakhs was the part of a general historical process. Material and spiritual life of the Kazakh reflect the customs of the people.Strong batyrs, wise Bies, talented akyns, fair khans were described in the historical traditions and the historical literature of the people. Through these books we can learn about how our ancestors lived, what, were the customs and the traditions, who ruled the state and what culture there was.

**Key words:** a special place, strong batyrs, history of the Kazakh people, the customs and traditions, culture.



## МАЗМҰНЫ

### Жер туралы ғылымдар

<i>Өмірбеков А.А.</i> ҚУМКӨЛ КЕНОРНЫ ЮРА ӨНІМДІ ҚАБАТЫ КОЛЛЕКТОРЛАРЫНЫҢ СУЗБЕЛІК-СЫЙЫМДЫЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	3
<i>Нүсіпова Г.Н., Тоқбергенова А.А.</i> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЕГІНШІЛІК ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ ЖОЛДАРЫ ЖӘНЕ МӨСЕЛЕЛЕРІ .....	7
<i>Тоқбергенова А.А., Қиясова Л.Ш.</i> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ЖЕР РЕСУРСТАРЫНЫҢ САПАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ.....	12
<i>Қасабекова Г.Т., Тойбаев К.Д.</i> АЗ ЛАСТАНҒАН ЖУУ СУЛАРЫН, БОЯУ ЕРІТІНДІЛЕРІ ҚАЛДЫҚТАРЫН БІРНЕШЕ ДҮРКІН ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ЫСТЫҚ ЖУУ СУЫНЫҢ ҚЫЗУЫН ҚАЙТА ПАЙДАЛАНУ.....	16
<i>Қалдығөзов Е.Қ., Албаева Ж.Т., Хасенов Т.Б., Ералиева К.</i> ЖАҢАЖОЛ, ТЕҢІЗ, ҚАРАШАНАҚ КЕҢ ОРЫНЫНЫҢ МҰНАЙЫНАН АЛЫНҒАН ДИЗЕЛЬ ФРАКЦИЯСЫН ГИДРОТАЗАЛАУ.....	19
<i>Оразбекова Г.Б., Долгополова А.</i> ОҢТҮСТІК АЛТАЙДЫҢ ЖОҒАРЫ АЛТЫН РУДАЛЫ КЕНІНІҢ НЕГІЗГІ ТИПТЕРІ.....	23
<i>Маудархан Ж., Тапишев М., Шабаков Б., Утемисова А.</i> ҚАЗАҚСТАҢДА АУДАНДЫСТЫРЫЛҒАН ЖАЗДЫҚ БИДАЙ СОРТТАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ САПА КӨРСЕТКІШТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ.....	27

### Техникалық ғылымдар

<i>Ерназарова С.Б., Қаныбекова А.А.</i> БЕЙСТАЦИОНАР ЖЫЛУ АЛМАСУ ПРОЦЕСІН ІШКІ ЖЫЛУ КӨЗДЕРІНІҢ ӘСЕРІН ЕСКЕРІП ЗЕРТТЕУ.....	32
<i>Машеков С.А., Абсадықов Б.Н., Алимбетов А.Б., Сембаев Н.С.</i> АУАЛЫ ЖАСТЫҒЫ БАР ТАСЫМАЛДАУШЫ РОЛЬГАНГТЕ ОРНАЛАСҚАН АУНАҚШАЛАР ЖЕТЕГІНІҢ ҚУАТЫН ЕСЕПТЕУ.....	36
<i>Балбекова Б.К., Рахмиева Ж.А., Акимов А.Г., Шмидт К.М., Ахметова Д.Р., Насенов Т.Е.</i> ЖЫЛУЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ (ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОТАЛЫҚ) ӨНЕРКӘСІП ҚАУІПСІЗДІГІНІҢ МОНИТОРНИГІ.....	44
<i>Сақабекова Ш.Қ., Мырзаханов Е.</i> АРНАУЛЫ БАСЫЛЫМ ӘДІСІ ҮШІН ПОЛИГРАФИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР ШЫҒЫНДАРЫНЫҢ НОРМАСЫН ЖАСАУ СҰРАҒЫНА БАЙЛАНЫСТЫ.....	50
<i>Турдалиев А.Т., Жусупов К.А., Сияев С.Б.</i> ЖҰМЫСТА РОТОРЛЫ ЭКСКАВАТАРДЫ ТЕКСЕРІЛІП АНАЛИЗ ӨТКІЗІЛДІ.....	54
<i>Әмірғалиев Е.Н., Қалижанова Ә.У., Козбакова А.Х.</i> ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДА ЭВАКУАЦИЯЛАУ ЕСЕПТІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ МЕН МОДЕЛЬДЕРІ.....	58
<i>Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалғымбаев С.Т., Митина В.Ф., Сарсекеева Ю.А., Ишмуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.</i> «ТУР» КЕН ОРНЫНЫҢ МАРГАНЕЦ ҚҰРАМДЫ КЕНДЕРДІ БАЙЫТУДЫҢ ГРАВИТАЦИОНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ.....	64
<i>Дараев А., Шадхин Ю., Садвокасова Ж.</i> ТҰЙЫҚТАЛҒАН СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ЖИЛІКТІ ТҮРЛЕНДІРГІШ – АСИНХРОНДЫ ҚОЗҒАЛТҚЫШ ЖҮЙЕСІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ.....	72
<i>Бекжанова С.Е., Берикбаева Г.Н., Сабанчиева Ж.Е.</i> ТЕХНИКАЛЫҚ СТАНСАДА ПОЕЗД ҚҰРАСТЫРУДЫ ЖЕДЕЛ ЖОСПАРЛАУ СҰРАҒЫНА.....	76
<i>Орынбаев С. А., Бекбаев А.Б., Байбутанов Б.К., Молдахметов С.С.</i> ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АУДАНДАРЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА ЖЕРГІЛІКТІ ОРЫННЫҢ ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОРЫН БАҒАЛАУ.....	80
<i>Умьшиев Д.Р., Достияров А.М., Туманов М.Е.</i> NO <sub>x</sub> ШЫҒУЫНЫҢ БАСУ ТӘСІЛДЕРІН ТОПТАСТЫРУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ШЫҒУЫН ОТЫН-АУА ҚОСПАСЫНЫҢ АРАЛАСУДЫ АРТТЫРУ АРҚЫЛЫ ТӨМЕНДЕТУ МҰМКІНДІКТЕРІ.....	85
<i>Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Есіркепов Д.</i> МАГНОН-МАГНИТТІК НАНОМАТЕРИАЛДАРДЫҢ ДЫБЫС ФОНЫНДАҒЫ ӨЗАРА ІС-ҚИМЫЛЫ.....	92
<i>Түзелбаев М.Н., Омаров С.С., Түкібаева М.А., Нысанбаева С.К., Әуелбекова Ф.А.</i> ҚОЮЛАНДЫРЫЛҒАН МАТЕРИЯНЫҢ ЖҰҚА ҚАБАТЫМЕН ФОНОНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	97

<i>Құсайынов С.К., Дуаметұлы Б., Құрманбекова Н.Х., Саитова Н.К.</i> ЯДРОЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ. АТОМ ЭНЕРГЕТИКАСЫ.....	101
<i>Калимолдаев М.Н., Исламгожаев Т.У., Жолмырзаев А.К.</i> ӨЗГЕРТУГЕ БОЛАТЫН ОҚУ ПЛАТФОРМАСЫ ЖӘНЕ ОБЪЕКТІНІ АҢДУДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТӘСІЛДЕР .....	105
<i>Ипалакова М.Т., Дайнеко Е.А., Дмитриев В.Г., Сериков О.М.</i> МОБИЛЬДІ ТЕХНОЛОГИЯЛАР БІЛІМДЕ.....	110
<i>Сурашев Н.Т.</i> ЖЕР ҚАЗУ - ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН БАҒАЛАУ КӨРСЕТКІШТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ ( 1-ші хабарлама).....	115
<i>Сурашев Н.Т.</i> КҮРЕК ТҮРІНДЕГІ ЖЕР ҚАЗУ – ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ОРГАНЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУ (2-ші хабарлама).....	118
<i>Адырбайқызы Р., Ақжанов Е.</i> ТҮЙІРШІКТІ ТОЛЫҚ АЗЫҚ МӨЛШЕРІН ҚОСЫМШАСЫЗ ЖӘНЕ ҚОСЫМША ТІРІ БАКТЕРИЯЛАРМЕН РЕЦЕПТ ДАЙЫНДАУ .....	123
<i>Корченко А.Г., Гнатюк С.А., Казмирчук С.В., Сейлова Н.А., Мукапил К.</i> АҚПАРАТТЫ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҚАУІПСІЗДІК ДЕҢГЕЙІН ЖОҒАРЛАТУ ҮШІН КВАНТТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ .....	127
<i>Касымов А.Б.</i> ФРЕОН-22 (ДИФТОРМОНОХЛОРОМЕТАН) МОЛЕКУЛА-КЛАСТЕРЛІК ҚОСПАСЫНДАҒЫ МЕЗОСКОПИЯЛЫҚ ФАЗАЛЫҚ АУЫСУ.....	131
<i>Умбетбеков А.Т., Аманкос Д.А., Исанбекова А.Т., Танабекова Г.Б.</i> ҚАЗАҚСТАН АЙМАҚТАРЫНДА КҮННІҢ СӘУЛЕЛЕНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	136
<i>Байтенов Н.Н., Енсенбаев Т.А.</i> МИКРОСЕЙСМИКАЛЫҚТЫ ЫНТАЛАНДЫРУ ӘДІСІМЕН ҚАБАТТЫҢ ГИДРАВЛИКАЛЫҚ ЖАРЫЛУЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ СӘЙКЕСТЕНДІРУ.....	143
<i>Джексенбаев Н.К., Қазанқап Д.Б., Джексенбаев Е.К., Әбілқасымов Е.Ф.</i> ОРЛАР МЕН СУ БАСҚАН ТОПЫРАҚТА ДАМУ ЖҰМЫСЫМЕН ҚАТАР, БАТПАҚТАР МЕН ҚҰБЫРЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫН ТАЛДАУ.....	148
<i>Квон Св.С., Медведева И.Е., Айтбаев Н.Б., Омарова А.Е.</i> СКИПТІК ШАХТА ОҚПАНДАРЫНЫҢ РЕЛЬСТІК ӨТКІЗГІШТЕР МАТЕРИАЛЫНЫҢ МИКРОҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ.....	158
<i>Гученко С.А., Юров В.М., Платонова Е.С., Жетесова Г.С.</i> Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al КӨП ЭЛЕМЕНТТІ ЖАБЫДАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІ.....	164
<i>Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Зулбухарова Э.М.</i> ҚҰРЫЛЫСТАҒЫ БЕТОНДЫҚ ЕРІТІНДІЛЕРДІ ДАЙЫНДАУҒА ҚАЖЕТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ҚОНДЫРҒЫЛАР.....	169
<i>Айдарова С.Б., Селяев В.П., Нұрлыбаев Р.Е., Неверов В.А., Шамельханова Н.А., Мұрзағұлова А.А.</i> МИКРОКРЕМНЕЗЕМ НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА ЗАМАНҒЫ ЖЫЛУ ҰСТАҒЫШ МАТЕРИАЛДАР.....	173
<i>Құмар Б.К., Байтұрсынов Д.М., Әлисултанова З.Т. магистранты: Садықов А.М.</i> МАГИСТРАЛДЫҚ ГАЗ ҚҰБЫРЫНЫҢ ҚАЗАҚСТАН-ҚЫТАЙ ЖЕЛІЛІК БӨЛІГІНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ДИАГНОСТИКАЛАУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	180
<i>Қалдыбаева Н.Т., Ысқақ А.С.</i> ҰҒЫЛАРДА ТІЗБЕКАРАЛЫҚ ҚЫСЫМДАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУЫ.....	184
<i>Қуандықов А., Хамитов А. Н.</i> SMART CITY: «АҚЫЛДЫ ҚАЛА» САЛУ ҮШІН АКТ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ҚАЛА МАРШРУТИЗАТОР АРҚЫЛЫ ЖОБАНЫ ПРАКТИКАЛЫҚ ІСКЕ АСЫРУ ҮЛГІСІ.....	187
<i>Ускенбаева Р.К., Құрманғалиева Б.К., Темірболатова Т.Т.</i> PROCESS MINING ӘДІСТЕРІН E-LICENSE ЛИЦЕНЗИЯ ЖӘНЕ РҰҚСАТ БЕРУ ҚҰЖАТЫ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ БИЗНЕС МОДЕЛДЕРДІ ОПТИМИЗАЦИЯЛАУДА ҚОЛДАНУ: ТӘЖІРИБЕЛІК ЗЕРТТЕУ.....	195
<i>Төлеген Г.А., Болсынбекова Ш.Д.</i> БАТЫС ҚАЗАҚСТАН СУЛЫМҰНАЙ ЭМУЛЬЦИЯЛАРЫН ӨР ТҮРЛІ ДЭМУЛЬГАТОРЛАР ӨСЕРІМЕН БҰЗУДЫҢ ОҢТАЙЛЫ ЖАҒДАЙЛАРЫ.....	201
<i>Айдаралиев Ж.К., Сопубеков Н.А., Атырова Р.С.</i> АЛЕВРОЛИТТІ ЖӘНЕ БАЗАЛТТЫ ТАЛШЫҚТАРДЫҢ ҚҰРАМЫ МЕН ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ... <i>Мансурова М.Е., Темирбекова Ж.Е.</i>	207
ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ ЕСЕПТЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	212
<i>Искакова Г.К., Жилкайдаров А., Умирзакова Г.А.</i> ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖҰМСАҚ ЖӘНЕ ҚАТТЫ ВИДАЙ ЖАҢА СОРТТАРЫНАН ДАЙЫНДАЛҒАН ҰН САПАСЫН ЖӘНЕ ҚАМЫРДЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	218

<i>Исмаилов С.У., Бейсембекова Р.Н. Сатыбалдиева Ф.А. Исмаилова М.С, Култас А.</i> ТРЕКТИ – АЙНАЛМАЛЫ МЕХАНИЗМДІ КҮН БАТАРЕЯСЫНЫҢ ЖҰМЫСЫН БАСҚАРУҒА АРНАЛҒАН HELIOSTAT AND AKTUATOR_01 БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІНЕ ШОЛУ ЖАСАУ.....	222
<i>Сыдыканов Т.З., Тойманов Н.Т.</i> ҚАЗАҚСТАНДА КӨМІР ӨНДІРУ САЛАСЫНДА КЕЛЕШЕКТЕ ИНДУСТРИАЛДЫ- ИННОВАЦИЯЛЫҚ БАҒДАРЛАМАСЫНЫҢ ДАМУЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ.....	227
<i>Искакова Г.К., Жилкайдаров А., Мулдабекова Б.Ж.</i> 2014 ЖАҢА ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЖҰМСАҚ ЖӘНЕ ҚАТТЫ БИДАЙ ӨНІМДЕРІНІҢ ЖАҢА СОРТТАРЫНЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ.....	230
<i>Машеков С.А., Алимбетов А.Б.</i> ЖАҢА БОЙЛЫҚ-СЫНАМАЛЫ СТАНДЫ ЖӘНЕ БАҒЫТТАУШЫ РОЛЫ АНГАНЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ЫСТЫҚТАЙ ІЛЕМДЕУМЕН ЖҰҚА ЖОЛАҚТАРДЫ ӨНДІРУ.....	234
<i>Ким Д.Д., Искаков Б.М.</i> ЭЛЕКТРОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНГЕН ЖОҒАРЫ ТЕМПЕРАТУРАЛЫ АСА ӨТКІЗГІШТІҢ ҚҰРЫЛЫМЫ <i>Көмеков С.Е., Саухимов А.А., Мартиросян К.С.</i> SOLUTION COMBUSTION SYNTHESIS (SCS) ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН ИТРИУМ ФЕРРИТІҢ ДИЭЛЕКТРИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	243
<i>Джаманбаев М.А., Токенов Н. П., Иманғалиев Б. А.</i> МҰЗ ҚАТҚАН ТАРАМДАЛҒАН ФАЗАНЫҢ ЖЕЛ ӨТІНДЕГІ БИЛЕУІН ТУДЫРАТЫН ЖЕЛДІҢ ЖЫЛДАМДЫҒЫН АНЫҚТАУ.....	254
<i>Шанғытбаева Г.А, картинский Н.П, Жұмағалиева Ж.</i> АҚПАРАТТЫ ЖАРИЯЛАУДА ТЕХНИКАЛЫҚ АРНАЛАРДЫ ҚОРҒАУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ.....	262
<i>Шоланов К.С., Ж.С. Бигалиева</i> ЖАҢА ПЛАТФОРМАЛЫҚ РОБОТТЫҢ АППАРАТТЫҚ ҚҰРАЛДАРЫ МЕН КЕЙБІР ҚҰРАМДАС ЭЛЕМЕНТТЕРІН ТЕЗ ӨРЕКЕТТІЛККЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ .....	269
<i>Мұханова Г.С., Чакеева К.С., Тышқанбаева М.Б.</i> GPS БАҒДАРЛАМА ОРТАСЫНДА ҚОЙМАДАҒЫ КОМПОЗИТТІК ЖҮКТЕР ҚОРЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ИМИТАЦИЯЛЫҚ МОДЕЛДЕУ.....	276
<i>Тлеуғабұлов С.М., Алтыбаева Д.Х., Асабаев Н.Б., Мырзахметов Н.Е.</i> КОНВЕРТЕРЛІК ШЛАКТЫ ӨНДЕУ МҮМКІНДІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ШЛАКСЫЗ ПРОЦЕСТІ ҚҰРУ <i>Тлеуғабұлов С.М., Тажиев Е.Б., Нурпеисова А.М., Мейрамхан О.</i> КЕШЕНДІ МЕТАЛДАНҒАН МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУ ЖОҒАРЫ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖАСАҚТАУ.....	285
<i>Баймұханбетов Б.Ж., Юсупова С.А.</i> ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ ҚҰРАЛДАРЫМЕН ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУ .....	290
<i>Абдуллин Х.А., Гриценко Л.В., Калкозова Ж.К., Кумеков С.Е., Мукаш Ж.О., Саитова Н.К., Султамуратова А.С.</i> ГИДРОТЕРМАЛДЫ ӘДІСПЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН ZNO-AL ЖҰҚА ПЛЕНКАЛАРЫНЫҢ ОПТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	295
<i>Өтепов Е.Б., Өтепов Т.Е., Беркинбаева А.С., Нұрғалиев А.К.</i> ТЕРМОӨНДЕУ МЕН НОНОҚҰРЫЛЫМДЫ ЖАБЫНДЫЛАРДЫҢ ТӨМЕНЛЕГІРЛЕНГЕН БОЛАТТАРДЫҢ ДЫБЫСТЫҚСӘУЛЕЛЕНУІНЕ БҚПАЛЫ.....	298
<i>Божанов Е.Т., Тулешева Г.А., Бажаев Н.А.</i> ОСТІК КРИТИКАЛЫҚ КҮШ N-KP ӘСЕРЕТКЕНДЕГІ АУЫР МҰНАЙДЫ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ТАСУ ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ АНАЛИТИКАЛЫҚ ЕСЕП МОДЕЛІ.....	303
<i>Елемесов К.К., Қурапов Г.Г., Даурова Р.В., Қуандықов Т.А., Токтамисова С.М.</i> ГИДРАВЛИКАЛЫҚ РЕТТЕЛЕТІН ОРАМНЫҢ ОРАҒЫШТАРЫ.....	309
<i>Сейлова Н.А., Оған А.</i> СЫМСЫЗ ЖЕЛІНІ ЖОБАЛАУ КЕЗЕҢДЕРІ.....	318
<i>Амиргалиев Е.Н., Мусабаев Р.Р., Мусабаев Т.Р.</i> БАСТЫ САРЫННЫҢ ЖИЛІГІНДЕ ҮЙЛЕСТІРІЛГЕН ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ АЛГОРИТМ АНАЛИЗІ НЕГІЗІНДЕГІ СӨЙЛЕУ ДАБЫЛЫН ПАРАМЕТРЛЕУ .....	324
<i>Ловазов Т.З., Жолдасбаев С.К., Мұстафин С.А.</i> МОБИЛЬДІ РОБОТТЫ БАСҚАРУ ҮШІН ҚОСЫМША ДАЙЫНДАУ ТУРАЛЫ .....	327
<i>Есмұхан Ж.М., Құспеков Қ.Ә.</i> КОМПЛАНАНАР НҮКТЕЛЕРДІ ЖАЛҒАСТЫРАТЫН МИНИМАЛ СЫЗЫҚТЫ САЛУ.....	333
<i>Серікова Ж.И., Искакова Р.А., Қылыш Д., Казова Р.А.</i> КӨПТІК КОРРЕЛЯЦИЯЛАУ ӘДІСІМЕН ШИКІЗАТТЫ ТЕРМОХИМИЯЛЫҚ ӨНДЕУ ПРОЦЕССІН ЗЕРТТЕУ.....	337
<i>Аманжолова Н.И., Катаев Н.С., Ахсұтова А.А., Күнелбаев М.М.</i> ЖАЗЫҚ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРДЫҢ ЖЫЛУ ШЫҒЫНЫН АНЫҚТАУ.....	343

<i>Касенов К.М., Пяк О.Ю., Сейдалиев Т.О.</i>	
ЖАБУШЫ ШИБЕРЛІ ҰСЫРМАЛАРДЫҢ ЖҰМЫСЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	353
<i>Хасенова Г.И., Дайнеко Е.А., Едилхан Д., Куспанов К.М.</i>	
БИЗНЕС КӨРСЕТКІШТЕРІН ЖАҚСARTУ МАҚСАТЫНДА ДӘРІХАНАҒА АРНАЛҒАН ПРОЦЕСІ БАСҚАРУ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІ.....	357
<i>Золотарев В.В., Сатыбалдина Д.Ж., Ташиатов Н.Н., Адамова А.Д.</i>	
ҮЗДІКСІЗ КОДАЛАР ДЕКОДЕРІН ІСКЕ АСЫРЫЛУ КҮРДЕЛІГІН БАҒАЛАУ.....	361
<i>Кругликов А.П., Шаполатов Д.Ш.</i>	
ПОРТАТИВТІ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК БАЛҒА МЕХАНИЗМІ.....	368
<i>Абилдаева А.Д., Асет М., Абдуллаев А.Т.</i>	
КЕСУ ЖЫЛДАМДЫҒЫНЫҢ АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН МАТЛАВ КӨМЕГІМЕН МОДЕЛЬДЕУ	371
<i>Скаков М.К., Батырбеков Э.Г., Журерова Л.Г.</i>	
30ХГСА БОЛАТЫН ПЛАЗМАЛЫҚ ЭЛЕКТРОЛИТТІК БОРЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	377
<i>Скаков М.К., Журерова Л.Г.</i>	
ПЛАЗМАЛЫҚ ЭЛЕКТРОЛИТТІК МОДИФИКАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕ 30ХГСА БОЛАТЫНЫҢ БЕТТІК ҚАБАТТАРЫНЫҢ ФАЗАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ КҮЙІНІҢ ӨЗГЕРУІ.....	384
<i>Төрегелді Ж.Д., Өмірбай Р.С., Сауирбаева Ж.</i>	
«TNS-INTES» ЖШС-ГІ ӨНДІРІСТІК ЖАРАҚАТТАР АНАЛИЗІ ЖӘНЕ ЕҢБЕК ШАРТТАРЫ БОЙЫНША ЖҰМЫС ОРНЫН АТТЕСТАТТАУ.....	390
<i>Машеков С.А., Машекова А.С., Түкібай А.А., Акимбекова М. М.</i>	
ЖАЗЫҚ СОҚҚЫШТА ҰЗЫНДАТҚАННАН КЕЙІНГІ ЕКІФАЗАЛЫ ТИТАН ҚОРЫТПАСЫНЫҢ САПАСЫ.	395
<i>Машеков С.А., Дья Х., Түкібай А.А., Машекова А.С.</i>	
ФИЗИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕУ ӘДІСІН ҚОЛДАНЫП ҮЗДІКСІЗ БОЙЛЫҚ-СЫНАЛЫ ОРНАҚТА ЕКІФАЗАЛЫ ТИТАННАН ЖАСАЛҒАН ҚАҢЫЛТЫРДЫ ЫСТЫҚТАЙ ЖАЙМАЛАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ	407
<i>Әбдікәрімов С.Ә.</i>	
ЖЫЛУДЫҢ ЕКІНШІЛІК ЭНЕРГИЯ ҚОРЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ ЖОЛДАРЫ.....	414
<i>Цинке Х.П., Столповских И.Н., Маркова Л.Н.</i>	
«TRI POWER» КАРЬЕР ЭКСКАВАТОРЛАРЫҢЫҢ ЖҰМЫС ОРГАНЫНЫН КИНЕМАТИКАНЫН КОНСТРУКЦИЯСЫНЫН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	417

#### Химия-металлургия ғылымдары

<i>Қайырлы А.Қ., Кенесарина К.Х.</i>	
ҚАРАШЫҒАНАҚ КЕН ОРНЫ МАҢЫНДАҒЫ СУ ҚОЙНАУЛАРЫНДАҒЫ БИОГЕНДІ ЖӘНЕ ТОКСИКОЛОГИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МӨЛШЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ-АНАЛИТИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ	423
<i>Жүгінісов М.Т., Казимир С.В.</i>	
НАТРИ СИЛИКАТЫ НЕГІЗІНДЕ ЫСТЫҚҚА ТӨЗІМДІ БЕТОНДАРҒА АНАЛИТИКАЛЫҚ ШОЛУ.....	428
<i>Сүрімбаев Б.Н., Алтынбек Ш.Ч., Болотова Л.С., Байқоңырова А.О.</i>	
АЗСУЛЬФИДТІ АЛТЫН ҚҰРАМДЫ ШИКІЗАТТЫ ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ТАҢДАУ.....	433
<i>Көшеров Т.С., Ермолаев В.Н., Мүтә А.Н., Сейтов А.С.</i>	
ЛАЗЕРЛІК ӘСЕР КЕЗІНДЕГІ КРЕМНИЙ БЕТІ МЕН ҚҰРЫЛЫМ ӨЗГЕРІСІНІҢ МОДИФИКАЦИЯСЫ	439
<i>Казова Р. А., Құрбанова Л.С., Жақсыбаева Г.С., Қадырбекова А. А., Искакова Р.А., Қанабекова А.М.</i>	
ӨНДІРІСТІК КӘСІПОРЫН ТЕХНОСФЕРАСЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.....	443
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Колесников А.С., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Айкенова С.Ж.</i>	
ЖАҢАЖОЛ ЖӘНЕ АҚШАБҰЛАҚ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ МҰНАЙ КЕРНДЕРІН СІЛТІНІҢ СУЛЫ ЕРІТІНДІСІМЕН ЖӘНЕ КАРБОНАТТАЛҒАН ЕРІТІНДІЛЕРМЕН ӨЛКЕЛІК ЫЛҒАЛДАНДЫРУ БҰРЫШЫН АНЫҚТАУ.....	449
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Колесников А.С., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Айкенова С.Ж.</i>	
ҚАБАТ СУЫНДАҒЫ СІЛТІ ЕРІТІНДІСІНІҢ МҰНАЙДЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ТҮТҚЫРЛЫҒЫНА ӘСЕРІН ЖӘНЕ ҚАБАТ СУЫНДАҒЫ КАРБОНАТТАЛҒАН ЕРІТІНДІДЕГІ СО <sub>2</sub> КОНЦЕНТРАЦИЯСЫНЫҢ МҰНАЙДЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ТҮТҚЫРЛЫҒЫНА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ....	453
<i>Байтімбетова Б.А., Рябикин Ю.А.</i>	
КӨМІРСУТЕКТЕРДІ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ЫДЫРАТУ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН КӨМІРТЕКТІ НАНОТҮТІКШЕЛЕРДІ ИҚ-ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОП ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ.....	456

#### Физика-математика ғылымдары

<i>Мансурова М.Е., Сыздықбеков Д.Д., Темирбекова Ж.Е.</i>	
MAPREDUCE HADOOP ТЕХНОЛОГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ НАҚТЫ УАҚЫТТА СУРЕТТІ ПАРАЛЛЕЛЬДІ МАСШТАБТАУ.....	463

<i>Маусымбекова С. Д., Омиралиева А. Е.</i>	
ЖАЛҒАН АЙМАҚТАР ӘДІСІ АРҚЫЛЫ СЫҒЫЛМАЛЫ ГАЗ АҒЫНЫНЫҢ БӨГЕТТІ ОРАҒЫТЫП ӨТУІНІҢ САНДЫҚ МОДЕЛІ.....	468
<i>Сариева А.Қ., Қасымбекова Л.А.</i>	
ИНЖЕНЕРЛІК МАМАНДЫҚТАР ҮШІН ЗАМАНАУИ ФИЗИКАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДЕ ЗАТТЫҢ КОНДЕНСИРЛЕНГЕН КҮЙ ФИЗИКАСЫНЫҢ РОЛІ .....	474
<i>Жаныкулов Ә., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.</i>	
СТАНДАРТТАУ ЖҰМЫСЫ БОЙЫНША ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІНІҢ НӘТИЖЕСІ .....	477
<i>Шакенов К.К., Заманова С.К.</i>	
БОСАНДАУ СЫҒЫЛАТЫН СҮЙІҚТЫҚТЫҢ СЫЗЫҚТЫҚТАЛҒАН ТЕҢДЕУЛЕРІН ШЕШУДІҢ САНДЫҚ ӘДІСТЕРІ .....	479
<i>Исмаилова А.Ж.</i>	
СЕРІКТІҢ АЙНАЛМАЛЫ ҚОЗҒАЛЫСЫН МАГНИТТІК ТҰРАҚТАНДЫРУЫНА ОРБИТА КӨЛБЕУЛІГІНІҢ ӘСЕРІ.....	485
<i>Тұрғанбай А.Т., Нурмұханова А.З.</i>	
МЕТРОЛОГИЯ САЛАСЫНДАҒЫ ЗАМАНАУИ ЖӘНЕ НЕГІЗГІ МӘСЕЛелЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	492
<i>Маусымбекова С.Д., Муканова Б.Г.</i>	
БҰЛТ ТҮЗІЛУ МОДЕЛІ НЕГІЗІНДЕ ГАЗ ҚОСПАСЫ ДИНАМИКАСЫНА АРНАЛҒАН СЫЗЫҚСЫЗ КЕРІ ЕСЕП.....	493
<i>Минглибаев М. Ж., Жұмабек Т. М.</i>	
КЛАССИКАЛЫҚ ҮШ ДЕНЕ МӘСЕЛЕСІНІҢ АРНАЙЫ ИНЕРЦИАЛДЫ ЕМЕС КООРДИНАТАЛАР ЖҮЙЕСІНДЕГІ ЖАҢА ҚОЗҒАЛЫС ТЕҢДЕУЛЕРІ.....	500
<i>Сағалова К.Н., Набиева Г.С.</i>	
АҚПАРАТТАРДЫҢ ТҮТАСТЫҒЫН ҚАМТАМАССЫЗ ЕТЕТІН МОДЕЛЬ.....	508

#### **Экономикалық ғылымдар**

<i>Иматаева А.Е., Шайхина Л.Т., Заманбеков Д.Ш.</i>	
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІ.....	513
<i>Жуматай Ж.Ж., Елжанова Р.К., Саржанқызы А.</i>	
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ҮРДІСТІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МАЗМҰНЫ.....	516
<i>Елжанова Р. К., Жуматай Ж. Ж., Саржанқызы А.</i>	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖОО-Ы ТҮЛЕКТЕРІН ЕҢБЕКПЕН ҚАМТУ МӘСЕЛелЕРІ.....	522
<i>Мұқаулы С.М., Бәрібай Э.С.</i>	
ИНДУСТРИАЛДЫ ДАМУДАН – «ЖАСЫЛ ДАМУҒА» КӨШУ .....	525
<i>Бейсембаев Г.Ш., Бейжанова А.Т.</i>	
БІЛІМ БЕРУ САЛАСЫНДАҒЫ МАРКЕТИНГ.....	531
<i>Саржанқызы А., Елжанова Р.К., Жуматай Ж.Ж.</i>	
ҚАЗАҚСТАН ЭКОНОМИКАСЫНДА ЕУРАЗИЯЛЫҚ ОДАҚТЫҢ РОЛІ.....	535
<i>Жаныкулов Ә., Мухтарова М.Н., Нұрмұханова А.З., Нұрсейтова А.К., Қонақбаев Б.О.</i>	
СЕРТИФИКАТТАУ БАРЫСЫНДА НОРМАТИВТІ ҚҰЖАТТАРДЫ ӨНДЕУДЕГІ ТЕХНИКАЛЫҚ ТАПСЫРМАЛАРЫН ҚҰРАСТЫРУ НӘТИЖЕЛЕРІ.....	539
<i>Нұрлихина Г. Б., Мәткерімова Р. А.</i>	
ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ КӘСІБИ ДАМУ РӨЛІ.....	541

#### **Қоғамдық ғылымдар**

<i>Шевцова В.С., Долгов П.В., Алимбетова А.Ж., Юсупова Б.Р.</i>	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АЗАМАТТЫҚ ҚОРҒАУ.....	547
<i>Шевцова В.С., Акубаева Д.М., Тукенова Х.Т.</i>	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУ БІЛІМІН ДАМУ.....	553
<i>Базилев Ж.Ж. Муратхан Г.</i>	
ПЕДАГОГИКА ҒЫЛЫМЫ.....	557
<i>Нуржанова С.А.</i>	
ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫ ЖАҒДАЙЫНДА БІРІНШІ КУРС СТУДЕНТТЕРІНЕ ПСИХОЛОГИЯЛЫҚ-ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ҚЫРЫНАН КӨМЕК КӨРСЕТУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	562
<i>Айтжанова Г.Д.</i>	
ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІНІҢ ЖАЛПЫ МӘСЕЛелЕРІ .....	566
<i>Қалыкова З.Ш.</i>	
ӘР ТҮРЛІ КҮРДЕЛІ СӨЙЛЕМДЕРДІҢ СТИЛИСТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫЛУЫ.....	571
<i>Сейсембиева С.К.</i>	
XV- XIX ғғ. ҚАЗАҚ ХАНДЫҒЫНЫҢ МӘДЕНИЕТІ.....	574

## СОДЕРЖАНИЕ

### Науки о Земле

<i>Омирбеков А.А.</i> ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ ЮРСКОГО ПРОДУКТИВНОГО ГОРИЗОНТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУМКОЛЬ.....	3
<i>Нюсупова Г.Н., Токбергенова А.А.</i> ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.....	7
<i>Токбергенова А.А., Киясова Л.Ш.</i> КАЧЕСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	12
<i>Касабекова Г.Т., Тойбаев К.Д.</i> МНОГОКРАТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ ВОД, ОСТАТОЧНЫХ РАСТВОРОВ КРАСИЛЬНЫХ ВАНН И ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛА СБРОСНЫХ ВОД .....	16
<i>Калдыгзов Е.К., Албаева Ж.Т., Хасенов Т.Б., Ералиева К.</i> ГИДРООЧИСТКА ДИЗЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖАНАЖОЛ, ТЕНГИЗ, КАРАЧАГ АНАК.....	19
<i>Оразбекова Г., Долгополова А.</i> ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ВЫСОКОПЕРСПЕКТИВНЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО АЛТАЯ.....	23
<i>Маудархан Ж., Тапишев М., Шабакоев Б., Утемисова А.</i> АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАЙОНИРОВАННЫХ В КАЗАХСТАНЕ, И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ.....	27

### Технические науки

<i>Ерназарова С.Б., Каныбекова А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛА.....	32
<i>Машеков С.А., Абсадыков Б.Н., Алимбетов А.Б., Сембаев Н.С.</i> РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА РОЛИКОВ ОТВОДЯЩЕГО РОЛЬГАНГА С ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКИ.....	36
<i>Балбекова Б.К., Рахмиева Ж.А., Акимов А.Г., Шмидт К.М., Ахметова Д.Р., Насенов Т.Е.</i> МОНИТОРИНГ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ (ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТАЛИ).....	44
<i>Сакабекова Ш.К., Мырзаханов Е.</i> НОРМЫ РАСХОДОВАНИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВИДОВ ПЕЧАТИ.....	50
<i>Турдалиев А.Т., Жусупов К.А., Сияев С.Б.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ЭКСКАВАТОРОЦИОННО- ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН С ИНЕРЦИОННЫМ РОТОРОМ ДЛЯ КАРЬЕРОВ СТРОЙИНДУСТРИЙ... ..	54
<i>Амиргалиев Е.Н., Калижанова А.У., Козбакова А.Х.</i> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ЗАДАЧИ ЭВАКУАЦИИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ.....	58
<i>Ниязов А.А., Ли Э.М., Шалгымбаев С.Т., Митина В.Ф., Сарсекеева Ю.А., Ишимуратова О.А., Сулейманова Г. А., Нигметов М.Г.</i> РАЗРАБОТКА ГРАВИТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТУР».....	64
<i>Дараев А.М., Шадхин Ю.И., Садвокасова Ж.Д.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗАМКНУТОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ - АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ.....	72
<i>Бекжанова С.Е., Берикбаева Г.Н., Сабанчиева Ж. Е.</i> К ВОПРОСУ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПОЕЗДООБРАЗОВАНИЯ НА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ.....	76
<i>Орынбаев С.А., Бекбаев А.Б., Байбутанов Б.К., Молдахметов С.С.</i> ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МЕСТНОСТИ НА ПРИМЕРЕ РАЙОНОВ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА.....	80
<i>Умышев Д.Р., Достияров А.М., Туманов М.Е.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПОДАВЛЕНИЯ NO <sub>x</sub> И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ УМЕНЬШЕНИЯ ЗА СЧЕТ УЛУЧШЕНИЯ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ТОПЛИВО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ.....	85

<i>Омаров С.С., Нысанбаева С.К., Есиркепов Д.</i> МАГНОН – ФОНОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗВУКА В МАГНИТНЫХ НАНОМАТЕРИАЛАХ.....	92
<i>Тузельбаев М.Н., Омаров С.С., Тукибаева М.А., Нысанбаева С.К., Ауелбекова Ф.А.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ФОНОНОВ В ТОНКИХ СЛОЯХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД.....	97
<i>Кусаинов С.К., Дуаметулы Б., Курманбекова Н.Х., Саитова Н.К.</i> ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА.....	101
<i>Калимолдаев М.Н., Исламгожаев Т.У., Жолмырзаев А.К.</i> ИЗМЕНЯЕМАЯ ОБУЧАЮЩАЯ ПЛАТФОРМА И МЕТОДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ	105
<i>Ипалакова М.Т., Дайнеко Е.А., Дмитриев В.Г., Сериков О.М.</i> МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ.....	110
<i>Сурашев Н.Т.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН (Сообщение 1).....	115
<i>Сурашев Н.Т.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ ПЕРЕВОЗОЧНЫХ МАШИН В ВИДЕ ЛОПАТЫ (Сообщение2).....	118
<i>Адырбайкызы Р., Акжанов Е.</i> РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТОВ ПОЛНОРАЦИОННЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ БЕЗ ДОБАВКИ И С ДОБАВКОЙ ЖИВЫХ БАКТЕРИЙ.....	123
<i>Корченко А.Г., Гнатюк С.А., Казмирчук С.В., Сейлова Н.А., Мукапил К.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	127
<i>Касымов А.Б.</i> МЕЗОСКОПИЧЕСКИЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В МОЛЕКУЛЯРНО-КЛАСТЕРНОЙ СМЕСИ ФРЕОНА- 22 (ДИФТОРМОНОХЛОРМЕТАНА).....	131
<i>Умбетбеков А.Т., Аманкос Д.А., Исанбекова А.Т., Танабекова Г.Б.</i> ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РЕГИОНОВ КАЗАХСТАНА.....	136
<i>Байтенов Н.Н., Енсепаев Т.А.</i> ИДЕНТИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА МЕТОДОМ СТИМУЛИРОВАНИЯ МИКРОСЕЙСМИЧНОСТИ.....	143
<i>Джексенбаев Н.К., Қазанқап Д.Б., Джексенбаев Е.К., Әбілқасымов Е.Г.</i> АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ ТРАНШЕЙ И ОБВОДНЕННЫХ ГРУНТОВ И СООРУЖЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ НА БОЛОТАХ.....	148
<i>Квон Св.С., Медведева И.Е., Айтбаев Н.Б., Омарова А.Е.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА РЕЛЬСОВЫХ ПРОВОДНИКОВ СКИПОВЫХ СТВОЛОВ ШАХТ.....	158
<i>Гученко С.А., Юров В.М., Платонова Е.С., Жетесова Г.С.</i> СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ CR-MN-SI-CU-FE-AL.....	164
<i>Аканов Х.Г., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Зулбухарова Э.М., Конакбаев Б.О.</i> ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В ШАХТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	169
<i>Айдарова С.Б., Селяев В.П., Нурлыбаев Р.Е., Неверов В.А., Шамельханова Н.А., Мурзагулова А.А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА.....	173
<i>Кумар Б.К., Байтурсунов Д.М., Алисултанова З.Т., Садыков А.М.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ КАЗАХСТАН-КИТАЙ.....	180
<i>Калдыбаева Н.Т., Ыскак А.С.</i> ПРОЯВЛЕНИЕ МЕЖКОЛОННОГО ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНАХ.....	184
<i>Қуандықов А.А., Хамитов А.Н.</i> SMART CITY: ПРИМЕНЕНИЕ ИКТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ "УМНОГО ГОРОДА" И ПРИМЕР ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИЯ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТ CITY ROUTER.....	187
<i>Ускенбаева Р.К., Курмангалиева Б.К., Темірболатова Т.Т.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ PROCESS MINING ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЫДАЧИ ЛИЦЕНЗИЙ И РАЗРЕШИТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ E-LICENSE: ПРАКТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	195
<i>Төлеген Г.А., Болсынбекова Ш.Д.</i> ОПТИМАЛЬНОЕ УСЛОВИЕ РАЗРУШЕНИЕ ВОДОНФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ ЗАПОДНОГО КАЗАХСТАНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДЭМУЛЬГАТОРОВ РАЗЛИЧНОГО ТИПА.....	201
<i>Айдаралиев Ж.К., Сопубеков Н.А., Атырова Р.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВА АЛЕВРОЛИТОВЫХ И БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН.....	207
<i>Мансурова М.Е., Темирбекова Ж.Е.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	212
<i>Искакова Г.К., Жилкайдаров А.Н., Умирзакова Г.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МУКИ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА ИЗ НОВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ И ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ КАЗАХСТАНА.....	218

<i>Исмаилов С.У, Бейсембекова Р.Н. Сатыбалдиева Ф.А. Исмаилова М.С, Култас А.</i>	
ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПО «HELIOSTAT AND АКТУАТОР 01» ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С ОПОРНО ПОВОРОТНЫМ МЕХАНИЗМОМ .....	222
<i>Сыдыканов Т.З., Тойманов Н.Т</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ УГЛЕДОБЫЧИ В КАЗАХСТАНЕ В СФЕРЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПИИР.....	227
<i>Искакова Г.К., Жилкайдаров А.Н., Мулдабекова Б.Ж.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА НОВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ И ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ КАЗАХСТАНА УРОЖАЯ 2014 ГОДА.....	230
<i>Машеков С.А., Алимбетов А.Б.</i>	
ПРОИЗВОДСТВО ТОНКИХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПОЛОС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОГО СТАНА И ОТВОДЯЩЕГО РОЛЬГАНГА.....	234
<i>Ким Д.Д., Искаков Б.М.</i>	
СТРУКТУРА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СВЕРХПРОВОДНИКА, ОБЛУЧЕННОГО ЭЛЕКТРОНАМИ	243
<i>Кумекоев С.Е., Саухимов А.А., Мартиросян К.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРРИТА ИТТРИЯ ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ SOLUTION COMBUSTION SYNTHESIS.....	249
<i>Джаманбаев М.А., Токенов Н. П., Имангалиев Б. А.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ВЕТРОВОГО ПОТОКА ПРИ ПЛЯСКЕ РАСЩЕПЛЕННОЙ ФАЗЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ .....	254
<i>Шангытбаева Г.А., Картинский Н.П., Жумагалиева Ж.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ ОТ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ.....	262
<i>Шоланов К.С., Бигалиева Ж.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ СОСТАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ НОВОГО ПЛАТФОРМЕННОГО РОБОТА НА ЕГО БЫСТРОДЕЙСТВИЕ.....	269
<i>Муханова Г.С., Чакеева К.С., Тышканбаева М.Б.</i>	
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СКЛАДЕ В СРЕДЕ GPSS.....	276
<i>Тлеугабдулов С.М., Алтыбаева Д.Х., Мырзахметов Н.Е., Асабаев Н.Б.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАКОВ И СОЗДАНИЕ БЕСШЛАКОВОГО ПРОЦЕССА .....	285
<i>Тлеугабдулов С.М., Тажиев Е.Б., Нурпеисова А.М., Мейрамхан О.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	290
<i>Баймуханбетов Б.Ж., Юсупова С.А.</i>	
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....	295
<i>Абдуллин Х.А., Гриценко Л.В., Калкозова Ж.К., Кумекоев С.Е., Мукаши Ж.О., Саитова Н.К., Султамуратова А.С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЁНОК ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> СИНТЕЗИРОВАННЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДОМ.....	298
<i>Утепова Е.Б., Утепова Т.Е., Беркинбаевой А.С., Нургалиева А.К.</i>	
ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И НАНОСТРУКТУРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЗВУКОИЗЛУЧЕНИЕ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ.....	303
<i>Божанов Е.Т., Тулешева Г.А., Бажаев Н.А.</i>	
АНАЛИТИКО-РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОСЕВОЙ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ N-KP, ПО ПОПЕРЕЧНОМУ СЕЧЕНИЮ ОВАЛЬНОГО ТИПА.....	309
<i>Елемесов К.К., Курапов Г.Г., Даурова Р.В., Куандыков Т.А., Токтамисова С.М.</i>	
МОТАЛКА С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ФОРМИРОВАНИЕМ РУЛОНА.....	318
<i>Сейлова Н.А., Оган А.</i>	
ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ.....	324
<i>Амиргалиев Е.Н., Мусабаев Р.Р., Мусабаев Т.Р.</i>	
ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ КРАТКОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ С ЧАСТОТОЙ ОСНОВНОГО ТОНА.....	327
<i>Ловазов Т.З., Джолдасбаев С.К., Мустафин С.А.</i>	
О РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ.....	333
<i>Есмухан Ж. М., Куспекоев К. А.</i>	
ПОСТРОЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ЛИНИИ, СВЯЗЫВАЮЩЕЙ КОМПЛАНАРНОЕ МНОЖЕСТВО ТОЧЕК	337
<i>Серикова Ж.И., Искакова Р.А., Қылыш Д., Казова Р.А.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА.....	343
<i>Аманжолова Н.И., Катаев Н.С., Ахсүтөва А.А. Кунелбаев М.М.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ПЛОСКИХ ГЕЛИОКОЛЛЕКТОРОВ.....	347
<i>Касенов К.М. Пяк О.Ю. Сейдалиев Т.О.</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЗАПОРНЫХ ШИБЕРНЫХ ЗАДВИЖЕК.....	353



<i>Хасенова Г.И., Дайнеко Е.А., Едилхан Д., Куспанов К.М.</i>	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В АПТЕКЕ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕСА.....	357
<i>Золотарёв В.В., Сатыбалдина Д.Ж., Таиатов Н.Н., Адамова А.Д.</i>	
ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕКОДЕРОВ СВЕРТОЧНЫХ КОДОВ.....	361
<i>Кругликов А.П., Шаполатов Д.Ш.</i>	
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ПЕРЕНОСНОЙ УДАРНЫЙ МЕХАНИЗМ.....	368
<i>Абилдаева А.Д., Асет М., Абдуллаев А.Т.</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЛАВ.....	371
<i>Скаков М.К., Батырбеков Э.Г., Журерова Л.Г.</i>	
ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО БОРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ 30ХГСА	377
<i>Скаков М.К., Журерова Л.Г.</i>	
ИЗМЕНЕНИЕ ФАЗОВО-СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СТАЛИ 30ХГСА ПРИ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ.....	384
<i>Төрегелді Ж.Д., Өмірбай Р.С., Сәуірбаева Ж.</i>	
АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И АТТЕСТАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА НА ТОО «TNS-INTEC».....	390
<i>Машеков С.А., Машекова А.С, Түкібай. А.А., Акимбекова М. М</i>	
КАЧЕСТВО ДВУХФАЗНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ПРОТЯЖКИ В ПЛОСКИХ БОЙКАХ	395
<i>Машеков С.А., Дья Х., Түкібай А.А., Машекова А.С.</i>	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ЛИСТОВ ИЗ ДВУХФАЗНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ НА НЕПРЕРЫВНОМ ПРОДОЛЬНО-КЛИНОВОМ СТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	407
<i>Абдукаримов С.А</i>	
ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ.....	414
<i>Цинке Х.П., Столтовских И.Н., Маркова Л.Н.</i>	
ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ ТИПА «TRI POWER».....	417

#### Химико-металлургические науки

<i>Қайырлы А.Қ., Кенесарина К.Х.</i>	
ЭКОЛОГО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ БИОГЕННЫХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДОЕМОВ ВБЛИЗИ КАРАЧАГАНАКСКОГО НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.	423
<i>Жугинисов М.Т., Казимир С.В.</i>	
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПО ТЕХНОЛОГИИ ЖАРСТОЙКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТА НАТРИЯ.....	428
<i>Суримбаев Б.Н., Алтынбек Ш.Ч., Болотова Л.С., Байконурова А.О.</i>	
ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МАЛОСУЛЬФИДНОЙ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ.....	433
<i>Кошеров Т.С., Ермолаев В.Н., Мута А.Н., Сеитов А.С.</i>	
МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ И ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ КРЕМНИЯ ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ.....	439
<i>Казова Р. А., Курбанова Л.С., Жаксыбаева Г.С., Кадирбекова А. А.,Искакова Р.А., Канабекова А.М.</i>	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ТЕХНОСФЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	443
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М. К., Колесников А.С., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Айкенова С.Ж.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ НЕФТЯНЫХ КЕРНОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЖАНАЖОЛ И АКШАБУЛАК ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ ЩЕЛОЧИ И КАРБОНИЗИРОВАННЫМИ РАСТВОРАМИ.....	449
<i>Голубев В.Г., Надиров К.С., Жантасов М.К., Колесников А.С., Бимбетова Г.Ж., Аширбаев Х.А., Айкенова,С.Ж.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТВОРА ЩЕЛОЧИ и КОНЦЕНТРАЦИИ СО <sub>2</sub> В КАРБОНИЗИРОВАННОМ РАСТВОРЕ В ПЛАСТОВОЙ ВОДЕ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ ВЯЗКОСТЬ НЕФТИ.....	453
<i>Байтимбетова Б.А., Рябкин Ю.А.</i>	
ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИИ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ КАТАЛИТИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	456

#### Физико-математические науки

<i>Мансурова М.Е., Сыздыкбеков Д., Темирбекова Ж.Е.</i>	
ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ МАСШТАБИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ MAPREDUCE HADOOP.....	463

<i>Маусумбекова С.Д., Омиралиева А.Е.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВИРТУАЛЬНЫХ ГРАНИЦ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКА СЖИМАЕМОГО ГАЗА В ОБЛАСТЯХ СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ.....	468
<i>Сариева А.К., Касымбекова Л.А.</i> РОЛЬ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА В СОВРЕМЕННОМ ФИЗИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ.....	474
<i>Жанькулов Ә., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О.</i> АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ .....	477
<i>Шакенов К.К., Заманова С.К.</i> ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЛИНЕАРИЗОВАННЫХ УРАВНЕНИЙ СЛАБО СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ .....	479
<i>Исмаилова А.Ж.</i> ВЛИЯНИЕ НАКЛОНЕНИЯ ОРБИТЫ НА МАГНИТНУЮ СТАБИЛИЗАЦИЮ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА.....	485
<i>Тұрғанбай А.Т., Нурмуханова А.З.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ И ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИИ .....	492
<i>Маусумбекова С.Д., Муканова Б.Г.</i> НЕЛИНЕЙНАЯ ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ДИНАМИКИ ГАЗОСМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОБЛАКООБРАЗОВАНИЯ.....	493
<i>Минглибаев М.Дж., Жумабек Т.М.</i> НОВЫЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ В СПЕЦИАЛЬНОЙ НЕИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ.....	500
<i>Сағалова К.Н., Набиева Г.С.</i> МОДЕЛЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ИНФОРМАЦИИ.....	508

#### Экономические науки

<i>Иматаева А.Е., Шайхина Л.Т., Заманбеков Д.Ш.</i> НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН .....	513
<i>Жуматай Ж.Ж., Елжанова Р.К., Саржанқызы А.</i> ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА.....	516
<i>Елжанова Р. К., Жуматай Ж. Ж., Саржанқызы А.</i> ПРОБЛЕМЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ КАЗАХСТАНА.....	522
<i>Муқаулы С.М., Борибай Э.С.</i> ПЕРЕХОД ОТ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ К «ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ» .....	525
<i>Бейсембаев Г.Ш., Бейжанова А.Т.</i> МАРКЕТИНГ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЕ .....	531
<i>Саржанқызы А., Елжанова Р.К., Жуматай Ж.Ж.</i> РОЛЬ ЕВРАЗИЙСКОГО СОЮЗА В ЭКОНОМИКЕ КАЗАХСТАНА.....	535
<i>Жанькулов Ә., Мухтарова М.Н., Нурмуханова А.З., Нурсейтова А.К., Конакбаев Б.О.</i> АНАЛИЗ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ И РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОВЕДЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ.....	539
<i>Нурлихина Г. Б., Маткеримова Р. А.</i> РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПЕРСОНАЛА В СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	541

#### Общественные науки

<i>Шевцова В.С., Долгов П.В., Алимбетова А.Ж., Юсупова Б.Р.</i> ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА В КАЗАХСТАНЕ.....	547
<i>Шевцова В.С., Ақубаева Д.М., Тукенова Х.Т.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ.....	553
<i>Базилов Ж.Ж. Муратхан Г.</i> ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	557
<i>Нуржанова С.А.</i> ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА В УСЛОВИЯХ ВУЗА .....	562
<i>Атжанова Г.Д.</i> ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОИЗНОШЕНИЮ.....	566
<i>Калыкова.З.Ш.</i> СТИЛИСТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ СЛОЖНОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	571
<i>Сейсембиева С. К.</i> КУЛЬТУРА КАЗАХСКОГО ХАНСТВА В XV- XIX ВВ.....	574

## CONTENTS

### Earth sciences

<i>Omirbekov A.A.</i> FILTRATION RESERVOIR PROPERTIES KUMKOL JURASIC PRODUCTIVE HORIZONS.....	3
<i>Nyussupova G.N., Tokbergenova A.A.</i> THE PROBLEMS AND WAYS OF IMPROVING THE FARMING SYSTEMS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	7
<i>Tokbergenova A.A., Kiyassova L.Sh.</i> THE QUALITATIVE STATE OF THE LAND RESOURCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	12
<i>Kassabekova G.T., Toibaev K.D.</i> MULTIPLE USE OF RINSE WATERS, RESIDUAL SOLUTIONS OF DYE BATHS AND SECONDARY USE OF WASTEWATER HEAT.....	16
<i>Kaldygozov E., Albaeva Zh., Khassenov T., Eralieva K.</i> HYDROTREATING DIESEL FRACTIONS OF A FIELD ZHANAZHOL, TENGIZ, KARACHAGANAK....	19
<i>Orazbekova G.B., A.Dolgpolova</i> THE PERSPECTIVE TYPES OF GOLD FIELDS OF SOUTHERN ALTAI.....	23
<i>Maudarkhan Zh., Tapishev M., Shabakov B., Utemisova A.</i> ANALYSIS OF QUALITATIVE TECHNOLOGICAL INDICATORS OF SPRING WHEAT VARIETIES ZONED IN KAZAKHSTAN AND THEIR SIGNIFICANCE.....	27

### Technical sciences

<i>Yernazarova S.B., Kanybekova A.A.</i> RESEARCH OF PROCESS OF NON-STATIONARY HEAT EXCHANGE TAKING INTO ACCOUNT INFLUENCE OF SOURCES OF INTERNAL HEAT.....	32
<i>Mashekov S.A., Absadyikov B.N., Alimbetov A.B., Sembaev N.S.</i> CALCULATE THE POWER ROLLER DRIVE COLLECTING ROLLER TABLE OF THE HOVERCRAFT	36
<i>Balbekova B.K., Rahisheva Zh.A., Akimov A.G., Shmidt K.M., D.R.Akhmetova, T.E.Nassenov</i> INDUSTRIAL SAFETY MONITORING OF HEAT AND POWER ENTERPRISES (THERMAL POWER PLANT).....	44
<i>Sakabekova Sh. K. Mirzahanov E.</i> TO A QUESTION OF DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF NORMS OF AN EXPENDITURE OF PRINTING MATERIALS FOR SPECIAL TYPES OF THE PRESS.....	50
<i>Turdaliev A.T., Zhushupov K.A., Siyayev S.B.</i> THE PAPER ANALYZES THE RELATED ROTOR EXCAVATOROM.....	54
<i>Amirgaliyev Ye.N., Kalizhanova A.U., Kozbakova A.Kh.</i> MATHEMATICAL METHODS AND MODELS OF THE EVACUATION PROBLEM IN AN EMERGENCY .....	58
<i>Niyazov A., Lee E., Shalgymbayeva S., Mitina V., Sarseekeva Yu., Ishmuratova O., Suleimanova G., Nigmatov M.</i> DEVELOPMENT OF GRAVITATIONAL ENRICHMENT TECHNOLOGY OF MANGANESE ORE AT "TOUR" MINING SITE.....	64
<i>Darayev A. Shadhin of Yu. Sadvokasova Zh</i> RESEARCH OF STABILITY OS THE SYSTEM CLOSED BY NELINENA THE FREQUENCY COMVERTER - THE ASYNCHRONOUS ENGINE.....	72
<i>Bekzhanova S.E., Berikbayeva G.N., Sabanchieva Zh.E.</i> TO THE POINT OF OPERATIONAL PLANNING OF TRAIN-FORMATION IN TECHNICAL STATIONS.....	76
<i>Orynbaev S. A., Bekbaev A.B., Baibutanov B.K., Moldahmetov S.S.</i> WIND POTENTIAL ASSESSMENT OF AREA ON THE EXAMPLE OF THE SOUTH KAZAKHSTAN REGIONS.....	80
<i>Umyshev D.R., Dostiyarov A.M., Tumanov M.E.</i> CLASSIFICATION METHODS FOR THE SUPPRESSION OF NO <sub>x</sub> EMISSIONS AND MITIGATION THROUGH IMPROVED OF MIXTURE FORMATION OF FUEL-AIR MIXTURE.....	85
<i>Omarov S., Nyssanbayeva S., Esirkepov D.</i> MAGNON – PHONON COUPLING OF SOUND IN MAGNETIC NANOMATERIAL.....	92
<i>Tuzelbayev M., Omarov S., Tukibayeva M., Nysanbayeva S., Auelbekova F.</i> SIMULATION OF MOVEMENT OF PHONES IN THIN LAYERS OF COMPENSATED MEDIAS.....	97
<i>Kusainov S., Duametuly B., Kurmanbekova N., Saitova N.</i> NUCLEAR TECHNOLOGIES. ATOMIC ENERGETICS.....	101

<i>Kalimoldayev M.N., Islamgozhayev T.U., Zholmyrzayev A.K.</i> MODIFIABLE EDUCATIONAL PLATFORM AND METHODS USED IN TRACKING OBJECTS .....	105
<i>Ipalakova M.T., Daineko Y.A., Dmitriyev V.G., Serikov O.M.</i> MOBILE TECHNOLOGY IN EDUCATION.....	110
<i>Surashev N.</i> FORMATION OF THE INDICATORS FOR THE EVALUATION OF EFFICIENCY OF WORK OF DIGGING MACHINES (Message 1).....	115
<i>Surashev N.</i> DETERMINATION OF EFFICIENCY OF WORKING ORGANS OF DIGGING AND TRANSPORTATION MACHINES IN THE FORM OF SCOOP (Message 2).....	118
<i>Adyrbaykyzy R., Akzhanov E.</i> THE DEVELOPMENT OF RECIPES WITH FULL DIET GRANULAR FEED WITHOUT ADDITIVES AND WITH ADDITIVES THE LEVING BACTERIA.....	123
<i>Korchenko A.G., Gnatyuk S.A., Kazmirchuk S.V., Seilova N.A., Mukapil K.</i> USING QUANTUM TECHNOLOGIES TO IMPROVE SECURITY OF INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS.....	127
<i>Kassymov A.B.</i> MESOSCOPIC PHASE TRANSITION IN MOLECULE-CLUSTER MIXTURE OF FREON-22 (DIFLUOROMONOCHLOROMETHANE).....	131
<i>Umbetbekov A.T., Amankos D.A., Isanbekova A.T., Tanabekova G.B.</i> STUDY OF FEATURES OF SOLAR RADIATION KAZAKHSTAN REGIONS.....	136
<i>Baitenev N.N., Ensepbayev T.A.</i> USING MICROSEISMICITY TO IDENTIFY AND VERIFY INCREASED FRACTURE COMPLEXITY DURING HYDRAULIC FRACTURE STIMULATIONS.....	143
<i>Kazankap D.B., Abilkasymov E.G.</i> ANALYSIS OF WORKS BY DEVELOPMENT OF TRENCH AND FLOODED SOILS AND CONSTRUCTION OF PIPELINES AT SWAMPS.....	148
<i>Kvon Sv.S., Medvedeva I.E., Aitbaev N.B., Omarova A.E.</i> THE MICROSTRUCTURE OF THE MATERIAL RAIL CONDUCTORS SKIP SHAFTS.....	158
<i>Guchenko S.A., Yurov V.M., Platonova E.S., Zhetesova G.S.</i> THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF COATINGS MULTIELEMENT Cr-Mn-Si-Cu-Fe-Al.....	164
<i>Akanov H.G., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Zулbuhkarova E.M., Konakbaev B. O.</i> TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR MANUFACTURE OF CONCRETE MIXES MINE.....	169
<i>Aidarova S.B., Selyaev V.P., Nurlybaev R.E., Neverov V.A., Shamelkhanova N.A., Murzagulova A.A.</i> CONTEMPORARY THERMAL INSULATION MATERIALS ON THE BASIS OF SILICA FUME.....	173
<i>Kumar B.K., Baitursynov D.M., Alisultanova Z.T. undergraduates: Sadykov A.M.</i> IMPROVING THE EFFICIENCY OF DIAGNOSING THE TECHNICAL CONDITION OF THE LINEAR PART OF THE MAIN PIPELINE KAZAKHSTAN-CHINA.....	180
<i>Kaldybayeva N.T., Yskak A.S.</i> MANIFESTATION OF ANNULAR PRESSURE IN WELLS.....	184
<i>Kuandykov A., Khamitov A. N.</i> SMART CITY: USE OF ICT IN THE PROCESS OF BUILDING "SMART CITY" AND ITS PRACTICAL IMPLEMENTATION BASED ON CITY ROUTER PROJECT.....	187
<i>Uskenbayeva R.K., Kurmangaliyeva B.K., Temirbolatova T.T.</i> APPLICATION PROCESS MINING TECHNIQUES TO OPTIMIZE BUSINESS PROCESS MODELS BY THE EXAMPLE OF THE INFORMATION SYSTEM OF ISSUING LICENSES AND PERMITS E-LICENSE: PRACTICAL RESEARCH.....	195
<i>Tolegen G.A., Bolsynbekova Sh. D.</i> OPTIMAL CONDITIONS FOR DESTRUCTION-WATER EMULSIONS IN THE WEST-KAZAKHSTAN WITH THE USE OF VARIOUS TYPES OF DEMULSIFIERS.....	201
<i>Aidaraliev J.K., Sopubekov N.A., Atyrova R.S.</i> STUDY OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF SILT AND BASALT FIBER.....	207
<i>Mansurova M.E., Temirbekova Zh.E.</i> MODERN HIGH-PERFORMANCE COMPUTING TECHNOLOGY.....	212
<i>Iskakova G.K., Zhilkaidarov A., Umirzakova G.A.</i> STUDY ON FLOUR QUALITY AND PHYSICAL PROPERTIES TEST OF NEW VARIETIES OF SOFT AND DURUM WHEAT OF KAZAKHSTAN.....	218
<i>Ismailov S.U., Beysembekova R.N., Satybaldiyeva F.A., Ismailov M.S., Kultas A.</i> OVERVIEW OF SOFTWARE «HELIOSTAT AND AKTUATOR_01» MANAGEMENT WORK SOLAR CELL WITH A SUPPORT ROTARY MECHANISM.....	222
<i>Sadykanov T., Toyimanov N.</i> THE PROSPECTS OF COAL MINING IN KAZAKHSTAN IN THE SPHERE OF REALIZATION OF IIPR	227

<i>Iskakova G.K., Zhilkaidarov A., Muldabekova B.Zh.</i> STUDY ON THE QUALITY OF NEW VARIETIES OF SOFT AND DURUM WHEAT CROP YEAR 2014 KAZAKHSTAN.....	230
<i>Mashekov S.A., Alymbetov A.B.</i> PRODUCTION OF THIN HOT-ROLLED STRIPS WITH A NEW LONGITUDINAL-WEDGE MILL AND OUTLET ROLLER CONVEYOR .....	234
<i>Kim D.D., Iskakov B.M.</i> THE STRUCTURE OF HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTOR IRRADIATED BY ELECTRONS... ..	243
<i>Kumekov S.E., Saukhimov A.A., Martirosyan K.S.</i> INVESTIGATION OF DIELECTRIC PROPERTIES OF YTTRIUM FERRITE FABRICATED BY SOLUTION COMBUSTION SYNTHESIS (SCS).....	249
<i>Jamanbayev M. A., Tokenov N.P., Imangaliev B.A.</i> DETERMINATION OF THE CRITICAL SPEED OF THE WIND FLOW AT DANCES SPLITTING PHASE AIR LINES.....	254
<i>Shangyrbayeva G.A., Karpinski M.K., Zhumagalieva Z.</i> MATHEMATICAL MODELING OF TECHNICAL CHANNELS FROM INFORMATION LEAKAGE.....	262
<i>Sholanov K.S., Zh.S. Bigalieva</i> STUDY THE EFFECT OF CERTAIN COMPONENTS AND HARDWARE PLATFORM OF THE NEW ROBOT ON ITS PERFORMANCE.....	269
<i>Mukhanova G.S. , Chakeeva K.C., Tyshkanbayeva M.B.</i> SIMULATING MODELLING OF COMPOSITE MATERIALS MANAGEMENT SYSTEM IN WAREHOUSE BY GPSS.....	276
<i>Tleugabulov S.M., Altybaeva D.Kh., Assabaev N.B., Myrzakhmetov N.Y.</i> RESEARCH OF POSSIBILITY OF PROCESSING OF CONVERTER SLAGS AND CREATION IS A DEMON OF SLAG PROCESS .....	285
<i>Tleugabulov S.M., Tajiev Y.B., Nurpeisova A.M., Meiramkhan O.</i> RESEARCH AND DEVELOPMENT HIGH TECHNOLOGY OF RECEIPT OF COMPLEX METAL – BACKER MATERIALS .....	290
<i>Baimukhanbetov B.J., Yusupova S.A.</i> ENERGY SAVING IN VENTILATION SYSTEMS MEANS OF ELECTRIC DRIVE .....	295
<i>Abdullin Kh.A., Gritsenko L.V. , Kalkozova J.K., Kumekov S.E., Mukash J.O. , Saitova N.K., Sultamuratova A.S.</i> OPTICAL PROPERTIES OF ZNO-AL THIN FILMS, SYNTHESIZED BY HYDROTHERMAL SYNTHESIS.....	298
<i>Uteпов EB, Uteпов TE, Berkinbaevoy AS, AK Nurgaliyev</i> EFFECT OF HEAT TREATMENT AND COATING ON THE ACOUSTIC BEHAVIOR OF THE NANOSTRUCTURED CARBON STEELS.....	303
<i>Bozhanov E.T., Tulesheva G.A., Bazhayev N.A.</i> ANALYTICAL AND COMPUTATIONAL MODEL OF MOTION OF HEAVY OIL UNDER AXIAL CRITICAL FORCE N-CR, WHEN CROSS-SECTIONAL SHAPE OF AN OVAL TYPE.....	309
<i>Elemesov K.K., Kurapov G.G., Daurova R. V., Kuandykov T.A., Toktamisova S. M.</i> MOTALKA WITH HYDRAULIC FORMATION OF A ROLL.....	318
<i>Seilova N.A., Ogan A.</i> STAGES OF DESIGNING A WIRELESS NETWORK.....	324
<i>Amirgaliyev Ye.N., Mussabayev R.R., Mussabayev T.R.</i> SPEECH PARAMETRIZATION BASED ON SHORT-TERM ANALYSIS ALGORITHMS SYNCHRONIZED WITH VOICE PITCH FREQUENCY.....	327
<i>Lovazov T.Z., Joldasbayev S.K., Mustafin S. A.</i> ON THE DEVELOPMENT OF APPLICATIONS FOR MOBILE ROBOT CONTROL.....	333
<i>Yesmukhan Z. M., Kuspekov K. A.</i> CONSTRUCTION OF A MINIMAL LINES CONNECTING PLURALITY OF COPLANAR POINTS.....	337
<i>Serikova Zh.I., Iskakova R.A., Kilish D., Kazova R.A.</i> STUDY OF PROCESS OF THERMOCHEMICAL TREATMENT OF RAW MATERIAL BY THE METHOD OF THE CORRELATION ANALYSIS.....	343
<i>Amanzholova N., Katayev N., Ahsutova A., Kunelbaev M.</i> THIS ARTICLE IDENTIFIES THE HEAT LOSS OF FLAT HELIO-CORRECTORS.....	347
<i>Kasenov K.M., Pyak O.U., Seydaliev T.O.</i> OPTIMIZATION OF THE LOCKING SLIDE VALVES.....	353
<i>Khasenova G., Dayineko E., Edilkhan D., Kuspanov K.</i> AUTOMATED CONTROL SYSTEM IN PHARMACY SHOP WITH THE PURPOSE OF INCENSEMENT OF BUSINESS EFFECTIVITY .....	357
<i>Zolotarev V.V., Satybalдина D. Zh., Tashatov N.N., Adamova A.D.</i> EVALUATING THE IMPLEMENTATION COMPLEXITY OF DECODERS FOR CONVOLUTIONAL CODES.....	361

<i>Kruglikov A.P., Shapolatov D.Sh.</i> PORTABLE ELECTROMAGNETIC HAMMER MECHANISM.....	368
<i>Abildaeva A.D., Aset M., Abdullaev A.T.</i> SIMULATION OF AUTOMATIC CONTROL OF THE CUTTING SPEED BY USING MATLAB.....	371
<i>Skakov M., Batyrbekov E., Zhurerova L.</i> ELECTROLYTE PLASMA BORATING TECHNOLOGY OF 30CRMNSIA STEEL.....	377
<i>Skakov M., Zhurerova L.</i> CHANGES OF PHASE-STRUCTURAL CONDITION ARE SURFACE LAYERS OF THE 30CRMNSIA STEEL AT PLASMA-ELECTROLYTIC MODIFICATION.....	384
<i>Toregeldi Zh.D., Omirbai R.S., Saurbaeva Zh.</i> ANALYSIS OF INDUSTRIAL INJURES AND CERTIFICATION OF WORK PLACE ON THE WORKING CONDITION.....	390
<i>Masekov S.A., Mashekova A.S., Tykibay A.A., Akimbekova M.M.</i> QUALITY TWO-PHASE TITANIUM ALLOY AFTER BROACHING IN FLAT DIE.....	395
<i>Masekov S.A., Dyje H., Tykibay A.A., Mashekova A.S.</i> DEVELOPMENT TECHNOLOGIES HOT ROLLED SHEET BY A TWO-TITANIUM ALLOYS CONTINUOUS LONGITUDINAL WEDGE MILL WITH THE USE OF PHYSICAL SIMULATION.....	407
<i>Abdukarimov S.A.</i> METHODS USING SECONDARY ENERGY RESOURCES OF HEAT.....	414
<i>Цинке Х.П., Столповских И.И., Маркова Л.И.</i> THE KINEMATICS DESIGN PROCESS BODY TYPE MINING SHOVELS «TRI POWER».....	417

### Chemico-metallurgical sciences

<i>Kaiyrly A.K., Kenesarina K.H.</i> ECOLOGICAL AND ANALYTICAL CONTROL OF BIOGENIC ELEMENTS AND TOXICOLOGICAL PONDS NEAR THE KARACHAGANAK NEFTEGAZOGOMESTOROZH DENIYA.....	423
<i>Zhuginisov M.T., Kazimir S.V.</i> ANALYTICAL REVIEW OF THE TECHNOLOGY OF REFRACTORY CONCRETE ON THE BASIS SOLID SODIUM SILICATE.....	428
<i>Surimbayev B.N., Altynbek Sh.Ch., Bolotova L.S., Baikonurova A.O.</i> CHOICE OF TECHNOLOGY FOR PROCESSING LOW SULFIDE GOLD ORE.....	433
<i>Kosher T.S., Yermolaev V.N., Muta A.N., Seitov A.C.</i> SURFACE MODIFICATION AND CHANGE IN THE STRUCTURE OF SILICON BY LASER IRRADIATION.....	439
<i>Kazova R. A., Kurbanova L.S., Zhaksibaeva G.S., Kadirbekova A. A., Iskakova R.A., Kanabekova A.M.</i> TECHNOLOGICAL BASES OF PROCESSING OF WASTE OF THE TECHNOSPHERE OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISES.....	443
<i>Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Kolesnikov A.S., Bimbetova G.Zh., Ashirbayev H.A., Aykenova S.Zh.</i> DETERMINATION OF THE CONTACT ANGLE OF OIL AND CORE DEPOSITS ZHANAZHOL AND AKSHABULAK AQUEOUS ALKALI SOLUTIONS AND CARBONIZED.....	449
<i>Golubev V.G., Nadirov K.S., Zhantasov M.K., Kolesnikov A.S., Bimbetova G.ZH., Ashirbayev H.A., Aykenova S.ZH.</i> INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ALKALI SOLUTION IN PRODUCED WATER ON THE DYNAMIC VISCOSITY OF OIL AND THE IMPACT OF CO <sub>2</sub> CONCENTRATION IN THE CARBONIZED SOLUTION PRODUCED WATER ON THE DYNAMIC VISCOSITY OIL.....	453
<i>Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A.</i> INVESTIGATION OF CARBON NANOTUBES BY IR-FOURIER SPECTROSCOPY OBTAINED WITH THE CATALYTIC DECOMPOSITION OF HYDROCARBONS.....	456

### Physico-mathematical sciences

<i>Mansurova M.E., Syzdykbekov D., Temirbekova Zh.E.</i> PARALLEL SCALE IMAGES IN REAL-TIME BASED ON THE TECHNOLOGY MAPREDUCE HADOOP.....	463
<i>Маусымбекова С. Д., Омиралиева А. Е.</i> APPLICATION OF THE IMMERSERED BOUNDARY METHOD FOR NUMERICAL SIMULATION OF COMPRESSIBLE GAS FLOW IN DOMAINS WITH COMPLEX GEOMETRY.....	468
<i>Sariyeva A.K., Kasymbekova L.A.</i> ROLE OF PHYSICS OF CONDENSED MATTER IN THE MODERN PHYSICAL OF EDUCATION FOR ENGINEERING SPECIALTIES.....	474
<i>Zhanykulov A., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.</i> COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS OF THE STANDARDIZATION .....	477

<i>Shakenov K.K., Zamanova S.K.</i> NUMERICAL METHODS FOR SOLVING THE LINEARIZED EQUATIONS OF WEAKLY COMPRESSIBLE FLUID.....	479
<i>Ismailova A.Zh.</i> THE EFFECT OF THE ORBITAL INCLINATION TO THE MAGNETIC STABILIZATION OF THE SATELLITE'S ROTATIONAL MOTION.....	485
<i>Turganbay A.T., Nurmuhanova A.Z.</i> THE RESEARCH OF MODERN AND FUNDAMENTAL PROBLEMS IN THE FIELD OF METROLOGY.....	492
<i>Mausumbekova S.D., Mukanova B.G.</i> NONLINEAR INVERSE PROBLEM FOR THE DYNAMICS OF GAS MIXTURE BASED ON THE MODEL OF CLOUD FORMATION.....	493
<i>Minglibayev M. Zh., Zhumabek T. M.</i> NEW EQUATIONS OF MOTION OF CLASSICAL THREE-BODY PROBLEM IN A SPECIAL NON- INERTIAL COORDINATE SYSTEM.....	500
<i>Sagalova K.N., Nabiyeu G.S.</i> MODEL INTEGRITY OF INFORMATION.....	508

### Economical sciences

<i>Imataeva A.E., Shayhina L.T., Zamanbekov D.Sh.</i> THE NATIONAL EDUCATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	513
<i>Zhumatay Zh. Zh., Yelzhanova R. K., Sarzhankyzy A.</i> THE ECONOMIC CONTENT OF INNOVATION PROCESS.....	516
<i>Yelzhanova R. K., Zhumatay Zh. Zh., Sarzhankyzy A.</i> THE PROBLEM OF EMPLOYMENT OF GRADUATES OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF KAZAKHSTAN.....	522
<i>Mukauly S.M., Boribay E.S.</i> THE TRANSITION FROM AN INDUSTRIAL TO A "GREEN DEVELOPMENT".....	525
<i>Beisembayev G.SH., Beyzhanova A.T.</i> MARKETING IN A SPHERE EDUCATION.....	531
<i>Sarzhankyzy A., Yelzhanova R. K., Zhumatay Zh. Zh.</i> THE ROLE OF THE EURASIAN UNION IN THE ECONOMY OF KAZAKHSTAN.....	535
<i>Zhanykulov A., Mukhtarova M.N., Nurmukhanova A.Z., Nurseytova A.K., Konakbaev B. O.</i> ANALYSIS OF THE REQUIREMENTS SPECIFICATION DEVELOPMENT OF NORMATIVE DOCUMENTS FOR CERTIFICATION.....	539
<i>Nurlikhina G.B., Matkerimova R.A.</i> THE ROLE OF PROFESSIONAL DEVELOPMENT IN THE MODERN ORGANIZATION.....	541

### Social sciences

<i>Shevtsova V.S., Dolgov P.V., Alimbetova A.Zh., Jusupova B.R.</i> CIVIL PROTECTION IN KAZAKHSTAN.....	547
<i>Shevtsova V.S., Acubaeva D.M., Tukenova H.T.</i> CIVIL PROTECTION IN KAZAKHSTAN.....	553
<i>Bazilov Zh.Zh. Muratkhan G.</i> PEDAGOGICAL SCIENCES.....	557
<i>Nurzhanova Sazhila</i> FEATURES OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT OF FIRST-YEAR STUDENTS IN A HIGH SCHOOL.....	562
<i>Aitzhanova G.D.</i> COMMON QUESTIONS OF TEACHING TO PRONUNCIATION .....	566
<i>Kalykova.Z.Sh.</i> STYLISTIC USING OF DIFFERENT TYPES OF COMPLEX SENTENCES .....	571
<i>Seisembieva S.K.</i> CULTURE OF KAZAKH PEOPLE OF XV- XIX CENTURY.....	574

Редакторы:  
*Н.Ф. Федосенко*

Верстка на компьютере:  
*Л.Т. Касжанова*

Подписано в печать 04.05 2015 г.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Усл. п.л 37,0.  
Тираж 500 экз. Заказ № 143.

Адрес редакции:  
ул. Сатпаева, 22, КазНТУ каб. 904, тел. 292-63-46  
Отпечатано в Учебно-издательском центре  
Казахского национального технического университета имени К.И. Сатпаева